CCII-2010

CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA

3, 4 Y 5 DE MARZO DE 2010, TETUÁN

Escuela Nacional de Ciencias Aplicadas y Facultad de Ciencias

UCA Universidad de Cádiz

AUE Aula Universitaria del Estrecho

Universidad Abdelmalek Essaâdi

Fundación Campus Tecnológico Algeciras

Santander

Editor: Carlos A. García Vázquez
Diseño gráfico: Grupo Ingenio
Imprime: Copistería San Rafael
Depósito legal: CA 113-2010
ISBN-13: 978-84-693-0155-5

CCII-2010
CONGRESO CIENTÍFICO
INTERNACIONAL DE INGENIERÍA

CCII-2010

CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA

PRESENTACIÓN

El primer Congreso Científico Internacional de Ingeniería (CCII2010) surge para dar continuidad a las Jornadas Hispano-Marroquíes en Formación Continua e Innovación Tecnológica, así como a los diversos encuentros de profesores de áreas técnicas celebrados entre la Universidad de Cádiz y la Universidad Abdelmalek Essaâdi en los últimos años, y con la perspectiva de poner en común el estado de la investigación e innovación en diversas áreas de ingeniería.

El objetivo principal del Congreso es la identificación de puntos en común que puedan ser el origen de futuras colaboraciones en proyectos de investigación, centrado inicialmente en las relaciones UCA-UAE, pero sin desdeñar el mayor calado internacional que la actividad puede adquirir con la incorporación de otras universidades/entidades.

El programa científico que presentamos, estructurado en torno a Comunicaciones, Plenarios y Posters, posee un gran interés para aquellos investigadores centrados en las dos temáticas consideradas prioritarias para esta edición: TICs-Logística, en realidad dos temáticas que suscitan un gran interés en la zona del Estrecho; y Energía, en el amplio sentido de la palabra, tema clave en el desarrollo ¨sostenible¨ de nuestra sociedad, con modelos energéticos donde las energías renovables deben presentar un papel cada vez más importante, se garantice la calidad y seguridad del suministro energético como motor de desarrollo y se fomente la cultura de la energía basada en el ahorro, eficiencia y aprovechamiento.

Agradecemos a los coordinadores de las mesas, comunicantes y participantes, el apoyo e interés mostrado en esta iniciativa, y esperamos que esta primera experiencia permita la aparición de nuevas líneas de colaboración interuniversitaria que llenen de contenido las nuevas ediciones del Congreso.

Diego Sales Márquez
Rector de la Universidad de Cádiz

Mustapha Benounna
Presidente de la Universidad Abdelmalek Essaâdi

COMITÉ DE HONOR

Mustapha Bennouna.
Presidente de la Universidad Abdelmalek Essaâdi.
Diego Sáles Márquez.
Rector de la Universidad de Cádiz.

COMITÉ ORGANIZADOR

Hassan Ezbakhe.
Vicepresidente de la Universidad Abdelmalek Essaâdi.
Francisco Trujillo Espinosa.
Vicerrector de la Universidad de Cádiz y Director del Aula Universitaria del Estrecho.
Carlos Andrés García Vázquez.
Coordinador español.
El Kadiri Kamal Eddine.
Coordinador marroquí.
Jesús Gómez Morales.
Responsable de Proyectos en el Aula Universitaria del Estrecho.
Mounir Nechar.
Responsable Cooperación Española en la Universidad Abdelmalek Essaâdi.

COMITÉ CIENTÍFICO

Ali El Merzouqi.
FS, Tetuán.
María del Mar Cerbán Jiménez.
Dpto. Economía General.
Abdeslam Draoui.
FST, Tánger.
Abdelmajid El Bouardi.
FS, Tetuán.
Mohammed Essaidi.
FS, Tetuán.
Luís Fernández.
Dpto. Ingeniería Eléctrica.
Carlos Andrés García.
Dpto. Ingeniería Eléctrica.
Juan Antonio Herrera.
EON Generación S.L.
Kamal Eddine El Kadiri.
ENSA, Tetuán.
Ismael Rodríguez.
Dpto. Máquinas y Motores Térmicos.

PROGRAMACIÓN

MIÉRCOLES 3 DE MARZO DE 2010		
17:00 - 18:00	**Recepción al Congreso:** Registro en la secretaría	
18:00 - 18:30	**Acto de inauguración oficial:** Ceremonia de apertura	
18:30 - 19:00	Sesión de Posters	
19:00 - 19:45	Coffee-Lunch	
JUEVES 4 DE MARZO DE 2010		
08:45 - 09:00	Registro en la secretaría	
09:00 - 10:00	Conferencias Plenarias	
	SALA A: TEMÁTICA ENERGÍA	SALA B: TEMÁTICA LOGÍSTICA
10:00 - 10:30	Pausa café	
10:30 - 12:00	Sesiones orales de Comunicaciones	
	SALA A: TEMÁTICA ENERGÍA E-16, E-27, E-28, E-29, E-10	SALA B: TEMÁTICA LOGÍSTICA TL-4, TL-5, TL-15, TL-19, TL-18
12:00 - 12:10	Pausa	
12:10 - 13:40	Sesiones orales de Comunicaciones	
	SALA A: TEMÁTICA ENERGÍA E-34, E-38, E-24, E-36, E-37	SALA B: TEMÁTICA LOGÍSTICA TL-1, TL-2, TL-7, TL-12, TL-16, TL-35
13:40 - 14:00	Debate	
14:30	Almuerzo Oficial del Congreso	
17:00	Visita a la Medina de Tetuán	
VIERNES 5 DE MARZO DE 2010		
08:45 - 09:00	Registro en la secretaría	
09:00 - 10:00	Conferencias Plenarias	
	SALA A: TEMÁTICA ENERGÍA	SALA B: TEMÁTICA LOGÍSTICA
10:00 - 10:30	Pausa café	
10:30 - 12:00	Sesiones orales de Comunicaciones	
	SALA A: TEMÁTICA ENERGÍA E-9, E-11, E-17, E-47	SALA B: TEMÁTICA LOGÍSTICA TL-25, TL-28, TL-47, TL-26, TL-61, TL-62
12:00 - 12:10	Pausa	
12:10 - 13:40	Sesiones orales de Comunicaciones	
	SALA A: TEMÁTICA ENERGÍA E-1, E-7, E-35, E-52, E-55	SALA B: TEMÁTICA LOGÍSTICA TL-30, TL-42, TL-51, TL-56, TL-60
13:40 - 14:00	Debate	
14:00	Acto de clausura	

MIÉRCOLES 3 DE MARZO DE 2010

17:00 - 18:00 **Recepción al Congreso: Registro en la secretaría.**

18:00 - 18:30 **Acto de inauguración oficial: Ceremonia de Apertura.**

18:30 - 19:00 **Sesión de Posters.**

19:00 - 19:45 **Coffee-Lunch.**

JUEVES 4 DE MARZO DE 2010

08:45 - 09:00 **Registro en la Secretaría.**

09:00 - 10:00 **Conferencias Plenarias.**

SALA A • ENERGÍA

SALA B • TIC-LOGÍSTICA-TELECOM

10:00 - 10:30 **Pausa Café.**

10:30 - 12:30 **Sesiones orales de comunicaciones.**

SALA A • ENERGÍA

E-16. **Estudio jurídico de las energías renovables: El futuro del potencial eólico marino.**
María Eugenia Teijeiro Lillo.
Derecho Público, Universidad de Cádiz, España.

E-27. **Software de análisis de variables eólicas.**
Ramiro Leo J.G., Agüera Pérez A., Palomares Salas J.C.
Grupo de Investigación de Instrumentación Computacional y Electrónica Industrial (ICEI) (PAIDI-TIC-68) Universidad de Cádiz. Escuela Politécnica Superior. Algeciras (Cádiz). España.

E-28. **A new method to demarcate areas with similar wind patterns.**
A. Agüera Pérez, J. C. Palomares Salas, J. J. G. de la Rosa, J. G. Ramiro.
Research Unit PAIDI-TIC-168. University of Cadiz. Electronic Area. Escuela Politécnica Superior -Algeciras-Cádiz (Spain).

E-29. **ARIMA vs. Neural Networks for WIND Speed Forecasting.**
J.C. Palomares, J.J.G. de la Rosa, J.G. Ramiro, J. Melgar and A. Agüera.
Research Unit PAIDI-TIC-168, Department of Systems and Automatic Engineering, Electronics Technology and Electronics, Superior Polytechnic, University of Cadiz, Algeciras (Cádiz), Spain.

E-10. **Proyecto ETAP-ERN: "Evaluación del tratamiento del agua potable mediante energía renovable y nanofiltración".**
López-Ramírez, J. A.; Jiménez Castañeda, R.[1]; Suffo Pino, M.[2]; García-Vaquero Marín, N.; Coello Oviedo, Mª. D.; Rodríguez Barroso. Mª R.; Acevedo Merino, A.; Quiroga Alonso, J. M.; Sales Márquez, D.
Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Cádiz.
1-Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Cádiz.
2-Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial. Universidad de Cádiz.

SALA B • TIC-LOGÍSTICA-TELECOM

TL-04. La seguridad Marítima en el Estrecho de Gibraltar. Taxonomía y evolución de la siniestralidad. (2000-2004).
Jorge Walliser, Francisco Piniella.
Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, Teoría de la Señal y Comunicaciones. Universidad de Cádiz. CASEM – Facultad de Ciencias Náuticas. Puerto Real (Cádiz, España).

TL-05. Aplicaciones prácticas del Código ISPS en la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras.
José Manuel del Río[1], Francisco Piniella[2].
1-Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras, (Cádiz, España).
2-Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, Teoria de la Señal y Comunicaciones. Universidad de Cádiz. CASEM – Facultad de Ciencias Náuticas. Puerto Real (Cádiz, España).

TL-15. Operational optimization in a contanier terminal.
Francisco M. Cañero Cuadrado[1], Francisco Piniella Corbacho[2].
1-APMT, Algeciras – Universidad Cádiz, España.
2-Universidad de Cádiz, España.

TL-19. Impacto económico de la ampliación del Puerto de Tarifa. Análisis de Sensibilidad.
Manuel Acosta, Mª del Mar Cerbán and Daniel Coronado.
Departamento de Economía General, University of Cádiz, Facultad de CC. Económicas y EE, Cádiz, Spain.

TL-18. El modelado de problemas de transporte en entornos portuarios: selección y preprocesado de variables.
Ángel Luis Duarte Sastre[1], José Antonio Moscoso López[1], María del Mar Cerbán Jiménez[2] and Ignacio Turias Domínguez[3].
1-Departamento de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil, Universidad de Cádiz, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, (Cádiz), España.
2-Grupo de Economía de la Innovación y el Transporte, PAIDI-SEJ-295, Departamento de Economía General, Universidad de Cádiz, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, (Cádiz), España.
3-Grupo de Sistemas Inteligentes de Computación, PAIDI-TIC-145, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, (Cádiz), España.

12:00 - 12:10 **Pausa.**

12:10 - 13:40 **Sesiones orales de comunicaciones**

SALA A • ENERGÍA

E-34. Comparación de pre-tratamientos para solubilizar la materia orgánica de residuos agrícolas (alperujo y cosetas de remolacha).
Kaoutar Aboudi, Carlos J. Álvarez-Gallego and Luis I. Romero.
Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias, Campus Río San Pedro, Puerto Real, Cádiz, España,

E-38. Simulación mediante CFD de la combustión de biomasa.
Francisco Javier González Gallero and Ismael Rodríguez Maestre.
Grupo de Investigación en Ingeniería Térmica (TEP221). Universidad de Cádiz. Escuela Politécnica Superior de Algeciras, España.

E-24. Análisis sobre la sensibilidad energética y medioambiental de los parámetros funcionales de los edificios sanitarios.
Justo García Sanz-Calcedo[1]; Cuadros Blázquez, F.[2]; López Rodríguez, F.[3].
1-Dpto. Ingeniería Mecánica, Energética y Materiales. Universidad Extremadura (España).
2-Dpto. Física Aplicada. Universidad Extremadura (España).
3-Dpto. Expresión Gráfica. Universidad Extremadura (España).

E-36. A New Building Energy Performance Simulation Model.
Paloma Cubillas[1], Ismael Rodríguez[1], Juan Francisco Coronel[2], Juan Luis Foncubierta[1], Gabriel González[1].
1-Grupo de Investigación en Ingeniería Térmica (TEP221). Universidad de Cádiz. Escuela Politécnica Superior de Algeciras, España.
2-Grupo de Termotecnia (TEP143). Universidad de Sevilla. Escuela Superior de Ingenieros.

E-37. Validación de un nuevo modelo de simulación térmica de edificios mediante resolución explícita.
Juan Luis Foncubierta Blázquez, Ismael Rodríguez Maestre, Paloma Cubillas Fernández and Gabriel González Siles.
Grupo de Investigación en Ingeniería Térmica (TEP221). Universidad de Cádiz. Escuela Politécnica Superior de Algeciras, España.

SALA B • TIC-LOGÍSTICA-TELECOM

TL-01. Logística en empresas de Fabricación: Una solución al caos.
A. Pastor[1], M. Otero[1], J.M. Portela[1], J.L. Viguera[1], M. Vázquez[2], L. Uriol[2] and C. Correa[3].
1-Dpto Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial. Escuela Superior de Ingeniería. Cádiz.
2-Ingeniería Estratégica de Negocios ICC. Barcelona.
3-Correa & Cifuentes S.L. Torneo Parque Empresarial. Sevilla.

TL-02. Contribution of information system and business intelligence tools to a success implementing SCPMS.
Chafik Okar[1], Said Barrijal[2], Said Mssassi[3].
1-Doctorant au Centre des Etudes Doctorale Sciences et Techniques de l'Ingénieur, FST, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, Maroc.
2-PES à la FST, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, B.P.416, Maroc.
3-HDR à L'Ecole Nationale de Commerce et de Gestion, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, Maroc.

TL-07. The difficulties of developing and implementing SCPMS in Moroccan industry: a literature review.
Chafik Okar[1], Said Barrijal[2], Said Mssassi[3].
1-Doctorant au Centre des Etudes Doctorale Sciences et Techniques de l'Ingénieur, FST, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, Maroc.
2-PES à la FST, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, B.P.416, Maroc.
3-HDR à L'Ecole Nationale de Commerce et de Gestion, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, Maroc.

TL-12. **La logística como elemento diferenciador para aumentar la eficiencia productiva. El caso de los huevos de Mercadona.**
De la Osa, Patricio; Segovia, María Concepción; Monedero, Joaquín.
Universidad de Cádiz, Departamento Economía General, Cádiz, España, Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, Puerto Real (Cádiz)

TL-16. **Solución de problemas logísticos mediante técnicas de inteligencia artificial.**
José Antonio Moscoso López[1], Ángel Luis Duarte Sastre[1], María del Mar Cerbán Jiménez[2] and Ignacio Turias Domínguez[3].
1-Departamento de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil, Universidad de Cádiz, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, (Cádiz), España.
2-Grupo de Economía de la Innovación y el Transporte, PAIDI-SEJ-295, Departamento de Economía General, Universidad de Cádiz, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, (Cádiz), España.
3-Grupo de Sistemas Inteligentes de Computación, PAIDI-TIC-145, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, (Cádiz), España.

TL-35. **Lean Logistics. Diseño e implantación de una Cadena de Suministros Eficiente.**
Victoriano Conde Moro[1], Concepción Guil Marchante[2].
1-Organización de Empresa, Universidad de Cádiz, Duque de Nájera 8, 11002 Cádiz, España.
2-Organización de Empresa, Universidad de Cádiz, Duque de Nájera 8, 11002 Cádiz, España.

13:40 - 14:00 **Debate.**

14:30 **Almuerzo Oficial del Congreso.**

17:00 **Visita a la Medina de Tetuán.**

VIERNES 5 DE MARZO DE 2010

08:45 - 09:00 **Registro en la Secretaría**

09:00 - 10:00 **Conferencias Plenarias**

SALA A • ENERGÍA

SALA B • TIC-LOGÍSTICA-TELECOM

10:00 - 10:30 **Pausa Café.**

10:30 - 12:30 **Sesiones orales de comunicaciones.**

SALA A • ENERGÍA

E-09. **Reduced model of a commercial PEM fuel cell for hybrid systems of urban public transport.**
P. Garcia[1], L.M. Fernández[1], C.A. Garcia[1], J.P. Torreglosa[2], and F. Jurado[2].
1-Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, Algeciras (Cadiz), Spain.
2-Department of Electrical Engineering, University of Jaen, Linares (Jaen), Spain.

E-11. **BCG. Unas siglas poco usadas en España.**
J. M. Portela, A. Pastor, M. Otero, J. L. Viguera , M. Huerta, J. E. Díaz.
Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial, Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería.

E-17. **Sistemas fotovoltaicos de bajo coste para electrificación rural.**
Rafael Jiménez Castañeda[1], Eduardo Romero Bruzón[2], Javier Leal Juárez[3].
1-Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería c/ Chile 1 11002 Cádiz, España.
2-Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería c/ Chile 1 11002 Cádiz, España.
3-Heliotrónica Sistemas S.L. Grupo IGFOTON, Recinto Interior de la Zona Franca de Cádiz, nave 20 i, 11011 Cádiz, España.

E-47. **Extraction of Photovoltaic Solar Cell Physical Parameters and Determination of the Maximum Power Point Coordinates.**
Safae Aazou and El Mahdi Assaid.
Department of Physics, Chouaïb Doukkali University, El Jadida Principale, Morocco.

SALA B • TIC-LOGÍSTICA-TELECOM

TL-25. **Logistique export et PME.**
Mostafa Abakouy
Enseignant – chercheur, Ecole Nationale de Commerce et de Gestion Tanger.

TL-28. **Wireless Sensor Networks and Communication Protocols For Transport Localization.**
M. Bouhorma, A.Boudhir, M. Ben Ahmed
ERIT, Faculty of Sciences and Techniques, Tangier, Morocco,

TL-47. **Etablir un tableau de bord logistique de distribution.**
Mohammed Rajaa
Sciences économiques et gestion, Université Abdelmalek Essadi, Maroc.

TL-26. **Modeling and simulation of Large-Scale Computing Systems environment.**
Chaker El Amrani
Département Génie Informatique, Faculté des Sciences et Techniques de Tanger, Université Abdelmalek Essaadi, Tanger, Morocco.

TL-61. **Le E-learning mixte au service de l'apprentissage.**
Boubker Sbihi and El Kadiri Kamal Eddine
Laboratoire LIROSA, Faculté des Sciences de Tétouan.

TL-62. **Les ontologies pour l'intégration sémantique : Développement d'un modèle ontologique pour le tutorat à distance.**
Aammou Souhaib[1], Khaldi Mohamed[1], El Kadiri Kamal Eddine[2] and Ibrahimi Ahmed[1].
1-Ecole Normale Supéreiure, départemnt d'informatique, UAE, Tétouan-Martil, Maroc.
2-Faculté des Sciences, départemnt de mathématique et d'informatique, UAE, Tétouan, Maroc.

12:00 - 12:10 **Pausa.**

12:10 - 13:40 **Sesiones orales de comunicaciones.**

SALA A • ENERGÍA

E-01. Investigación en procesos de unión para elementos captadores solares.
Antonio Bermejo Romero[1,3], Juan María González Leal[1], Cruz Requena García[3], Cristina Jiménez Aguinaga[4].
1-Grupo de Investigación FQM-154; Física de la Materia Condensada, UCA.
2-SOLARIS, ENERGÍA SOLAR S. A; El Ejido (Almería).
3-INASMET-Tecnalia; Loma Sancti Petri s/n; Chiclana de la Frontera.
4-INASMET-Tecnalia; Parque Tecnológico de Miramón; San Sebastián.

E-07. Efficiency in cutting stock problems.
M. Arana-Jiménez[1], L.L. Salles Neto[2], A. Rufián-Lizana[3], G. Ruiz-Garzón[4] and G.M. Nieto-Gallardo[5].
1-Departamento de Estadística e I.O., Universidad de Cádiz, Cádiz, España,
2-Departamento de Ciencia e Tecnologia, Universidade Federal de Sao Paulo, Brazil,
3-Departamento de Estadística e I.O, Universidad de Sevilla, Sevilla, España,
4-Departamento de Estadística e I.O, Universidad de Cádiz, Cádiz, España,
5-Departamento de Matemáticas, IES Asta Regia, Jerez, España.

E-35. Logiciel de Simulation des systèmes photovoltaïques sous Matlab/Simulink.
Mohsen Ben Ammar[1,2], Majed Ben Ammar[1], Maher Chaabene[1], Abdelhamid Rabhi[2] and Ahmed El Hajjaji[2].
1-Commande de Machines Electriques et Réseaux de Puissance, CMERP-ENIS, Sfax-Tunisie.
2-Laboratoire de recherche, Modélisation, Information et Systèmes, MIS, UPJV, Amiens-France.

E-52. Energy production from biomass: case of bioethanol.
Hikmat Douhri[1], Mohamed Idaomar[1], Mohamed Kazzaz[2] and Noureddine Elmtili[1].
1-Laboratoire de Biologie et Santé, Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc.
2-Laboratoire de Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques, Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc.

E-55. Un método heurístico para la resolución del problema de reconfiguración de redes de distribución.
Antonio José Gil Mena y Juan Andrés Martín García.
Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, EPS de Algeciras, (Cádiz), España.

SALA B • TIC-LOGÍSTICA-TELECOM

TL-30. Conception et réalisation dúne antenne imprimée multistandards.
M. Ben Ahmed[1], M. Bouhorma[1], F. Elouaai[2], A. Mamouni[3] and A.A. Boudhir[1].
1-Equipe de Recherche en informatique et télécommunication ERIT, FSTT BP, Tanger.
2-Laboratoire de Biotechnologie et Pathologie FSTT.
3-DHS/IEMN UMR CNRS 8520 B.P 69 Villeneuve d'Ascq cedex France.

TL-42. Vérification d'une classe de propriétés de réponse sur les systèmes à base de composants.
Adnan Souri[1], Outman El Hichami[2] and Mohammed Al Achhab[2].
1-Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles d'ingénieurs - Tanger, Maroc,
2-Laboratoire Informatique, Statistique et Qualité, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah - Fès, Maroc.

TL-51. **Conception d'une antenne planaire pour lecteurs embarques UHF et micro-ondes à base de résonateurs à anneaux fendus de type spiral.**
Michel Audrey Abaga Abessolo, Noura Aknin, Ahmed El Moussaoui
Laboratoire systèmes d'informations et de télécommunications (LaSIT) Faculté des sciences, Université Abdelmalek Essaadi Tétouan,Maroc.

TL-56. **L'optimisation des réseaux sans fils à l'aide de «Smart Antennas».**
Rida El Messari and Abdellatif Medouri.
Equipe de Modélisation et Théorie de l'Information (EMTI). Faculté Polydisciplinaire, Université Abdelmalek Esaâdi –Tétouan.

TL-60. **SCN-TLM simulation of wave propagation in gain media.**
H. El Faylali, M. Iben Yaich et M. Khalladi.
Groupe Electronique & Micro-ondes, Faculté des sciences, Université abdelmalek Essaâdi, Tétouan, Maroc.

13:40 - 14:00 **Debate.**

14:00 **Acto de Clausura.**

POSTERS

ENERGÍA

E-02. Hybrid Generation Systems based on Renewable Energies and Hydrogen for Stand-alone Applications.

Manuel Castañeda[1], Luis M. Fernandez[1], Higinio Sánchez[2] and Francisco Jurado[3]
1-Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, EPS de Algeciras, (Cádiz), España.
2-Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, ESI de Cádiz, España.
3-Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Jaén, EPS de Linares, (Jaén), España.

E-03. Wind power and energy storage technologies – State of the art.

Raúl Sarrias[1], Luis M. Fernández[1], Carlos A. García[1] and Francisco Jurado[2].
1-Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, EPS Algeciras, (Cádiz), Spain.
2-Department of Electrical Engineering, University of Jaen, EPS Linares, (Jaén), Spain.

E-05. Análisis de la documentación internacional sobre metrología eléctrica.

Máximo Pérez-Braza[1], Miguel Ángel Sebastian Pérez[2], Mariano Marcos Bárcena[3], Higinio Sánchez Sainz[1].
1-Dpto. de Ingeniería Eléctrica (Universidad de Cádiz), Cádiz, España.
2-Dpto. de Ingeniería de Construcción y Fabricación, UNED, Madrid, España.
3-Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial (Universidad de Cádiz), Cádiz, España.

E-06. Influence of the inertia thermal of the buildings on its energy consumption in north of Morocco.

S . Babbah[1], I.R. Maestre[2], A. Draoui[1], P. Cubillas[2], F.J.G. Gallero[2].
1-Laboratoire d'Energétique – Equipe des Transferts Thermiques et Energétique (ETTE) FST de Tanger.
2-Grupo para la Calidad de las Instalaciones Térmicas – EPSA – Universidad de Cádiz.

E-08. Consumption Minimization Strategy for a Hybrid Tramway.

J.P. Torreglosa[1], F. Jurado[1], P. Garcia[2], L.M. Fernández[2], C.A. Garcia[2].
1-Department of Electrical Engineering, University of Jaen, Linares (Jaen), Spain.
2-Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, Algeciras (Cadiz), Spain.

E-12. Comparación del crecimiento y eliminación de nutrientes de las microalgas Chlorella vulgaris y Botriococcus braunii en aguas residuales y médio sintético.

Álvarez, Pablo; Trevisan, Laura; Barragan, Jesus; Garrido, Mª del Carmen; and Perales, José Antonio.
Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de Cádiz, CACYTMAR Centro Andaluz de Ciencia y Tecnología Marinas, Campus Universitario de Puerto Real, Cádiz, España.

E-13. Equivalent model of a fixed-speed wind farm for transient stabilities studies.

Carlos Andrés García and Luis M. Fernández.
Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, EPS Algeciras, (Spain).

E-14. Estudio de eliminación de nitrógeno y fósforo del efluente de estaciones depuradoras de agua residual urbana mediante la microalga Chlorella vulgaris.

J. Ruiz González[1], M. El Kaddouri[2], M. C. Garrido Pérez[1], J. Barragán Sánchez[1,3], Bouyalaoui Jaâfar[2] and J. A. Perales Vargas-Machuca[1].
1-Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Centro Andaluz de Ciencia y Tecnología Marina (CACYTMAR), Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España.
2-Département des Sciences de L'Univers, Faculte des Sciences et Techniques, Université Abdelmalek Essaâdi, Tetuán, Marruecos.
3-Chiclana Natural S.A.M., Chiclana, España.

E-15. **Efecto de la salinidad en la capacidad de eliminación de nutrientes, generación de biomasa y la fijación de CO_2 en la microalga Chlorella Stigmatophora.**

Arbib , Zouhayr ;Barragan, Jesus; Garrido ,Maria del Carmen; Perales , Jose Antonio.
Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente,Universidad de Cádiz .
Centro Andaluz de Ciencia y Tecnología Marinas (CACYTMAR).

E-18. **Metaheuristics Algorithms for the Biomass Power Plant Optimal Location.**

D. Vera[1], J. J. Carabias-Orti[2], F. Jurado[1], N. Ruiz-Reyes[2].
1-Department of Electrical Engineering, University of Jaén, Linares (Jaen), Spain.
2-Department of Telecommunication Engineering, University of Jaén, Linares (Jaen), Spain.

E-19. **Effect of the insulation of the walls on natural convection in a differentially heated cavity.**

A, Raji[1], M. Hasnaoui[2], M. Naïmi[1], S. Goujon-Durand[3] and P. Vasseur[4].
1-Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technologies, Physics Department, Laboratory of Flows and Transfers Modelling (LAMET), Béni-Mellal, Morocco.
2-Faculty of Sciences Semlalia, Department of Physics, University Cadi Ayyad, LMFE, Marrakesh, Morocco.
3-Université Paris XII, France.
4-Ecole Polytechnique de Montréal, Canada.

E-20. **Etude analytique et numérique de la convection doublement diffusive pour un fluide non-Newtonien confiné dans une cavité rectangulaire horizontale soumise à des flux thermique et massique uniformes ascendants.**

Taoufik Makayssi[1], Mohamed Naïmi[1], Mohammed Hasnaoui[2] and Abdelghani Raji[1].
1-Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Physique, Laboratoire de Modélisation des Ecoulements et des Transferts (LAMET), Béni-Mellal, Maroc.
2-Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Département de Physique, Laboratoire de Mécanique des Fluides et Energétique (LMFE), Marrakech, Maroc.

E-21. **On Rheological Behaviour and pressure drop of Paraffin Slurry in a Horizontal Rectangular Channel.**

Mohamed Najib EL Boujaddaini[1,2], Philippe Haberschill[1], Abdelaziz Mimet[2].
1-Centre de Thermique de Lyon CETHIL,Villeurbanne Cedex, France.
2-Laboratoire d'Energétique ; Faculté des Sciences , Tétouan, Maroc.

E-23. **The perspectives of biological methane and hydrogen production for use in electrical energy generation.**

Manuel Beardo Rodriguez de Zuloaga[1], Luis M. Fernández[2] and Francisco Jurado[3].
1-Aqualia Gestión Integral del Agua, S.A., Algeciras (Cádiz), Spain.
2-Dpto. Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, (Cádiz), Spain.
3-Dpto. Ingeniería Eléctrica, Universidad de Jaén, Escuela Politécnica Superior de Linares, (Jaén), Spain.

E-30. **Revisión de Técnicas de Detección de Fallos en Aerogeneradores.**

José Díaz García, José Ramón Sáenz Ruíz y Higinio Sánchez Sainz.
Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, España.

E-31. **Off-Shore Wind Farm: State of art.**

Carlos Luís Luís, Carlos Andrés García and Luis M. Fernández.
Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, EPS Algeciras, (Spain).

E-33. **Short-term prediction of wind farm production using artifical neural networks.**

Ignacio Turias[1] and Luis M. Fernández[2].
1-Department of Computer Science, University of Cadiz, EPS Algeciras, (Spain).
2-Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, EPS Algeciras, (Spain).

E-40. **Ethanol production from grape pomace.**
Ana Díaz, Ricardo Martín, Mª José Muñoz, Ana Blandino, Ignacio de Ory, Ildefonso Caro.
Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz. España.

E-42. **Application of thermal non destructive testing method to control oil conduits.**
N. Laaidi, S. Belattar.
Laboratory of Electronics, Instrumentation and Processing of the Signal Faculty of Sciences, B.P 20. 24000 El Jadida, Morocco.

E-43. **Valorisation énergétique de la margine en génie civil.**
M. Tyouri [1], A. Elbouardi[1], A. Manal[2], N. Kellati[1], H. Ezbakhe[1], T. Ajzoul[1].
1-Laboratoire d'Energétique, Equipe de Thermique Energie solaire et Environnement.Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, B.P 2121, Tétouan, Maroc.
2-Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE), Maroc.

E-44. **Amélioration des performances thermiques et acoustiques du Béton.**
N. Kellati, A. El Bouardi, H. Ezbakhe, T. Ajzoul.
Energetic Laboratory, Thermal, Solar Energy and Environment Team. Abdelmalek Essaadi University, Faculty of Sciences, Tétouan, Morocco.

E-45. **Soret convection in a binary mixture confined in an inclined porous cavity.**
A. Rtibi, M. Hasnaou and A. Amahmid.
Faculty of Sciences Semlalia, LMFE, Laboratory associated to CNRST (URAC 27) BP 2390, Marrakesh, Morocco.

E-50. **On the validity of a model with constant surface heat flux in the case of blocks with uniform volumetric heat generation mounted on the lower wall of a horizontal channel.**
D. Mouhtadi[1,2], A. Amahmid[1], M. Hasnaoui[1] and R. Bennacer[2].
1-University Cadi Ayyad, Faculty of Sciences Semlalia, LMFE, Unit associated to CNRST (URAC 27), Marrakech, Morocco.
2-University of Cergy-Pontoise, France.

E-51. **Modélisation du comportement Thermo – hydraulique des fluides frigoporteur diphasiques avec changement de phase liquide – solide.**
El Amri Abdelouahid, Abdelaziz Mimet, Abdelouahed djebli.
Laboratoire d'Energétique Université Abdel Malek Essaidi, Tétouan – Maroc.

E-53. **Etude d'une machine frigorifique solaire à adsorption d'ammoniac sur charbon actif en fonction de l'irradiation solaire de Tetouan.**
H. El kalkha[1], A. Mimet[1], F. Lemmini [2].
1-Laboratoire d'Energetique, Faculté des Sciences, Tétouan, Université Abdelmalek Essaadi, Maroc.
2-Laboratoire d'Energie Solaire, Faculté des Sciences, Université Mohammed V, Rabat, Maroc.

E-54. **Utilisation du logiciel CODYBA en vue de simuler le comportement thermique d'une cellule d'habitât à plancher solaire direct.**
M. El Jayidi[1], M. Moubark yousif[2], A. Redouane[1], H. Ezbakhe[1], A. Draoui[2], A. El Bouardi[1].
1-Laboratoire d'Energétique, Equipe de Thermique, Energie solaire et Environnement (ETEE), Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc.
2-Laboratoire des Transferts Thermiques et Energétique (LTTE), Université Abdelmalek Essaâdi, FST de Tanger, Maroc.

TIC-LOGÍSTICA-TELECOM

TL-03. AMICA telemedicine platform based on Information and Communication Technologies (CIT) for the efficient control and management of chronic elderly patients with COPD.

L. F. Crespo Foix, M. Crespo Miguel, D. Sánchez Morillo.
Research Group on Biomedical Engineering and Telemedicine, Universidad de Cádiz, ESI Cádiz.

TL-08. La estandarización en las TIC. Ventaja competitiva en la Gestión Empresarial.

M. Otero[1], L. Sevilla[2], M. Marcos[1] and A. Pastor[1].
1-Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial, Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería, Cádiz, España.
2-Departamento de Ingeniería Civil, de Materiales y de Fabricación, Universidad de Málaga, Escuela de Ingenierías ETSII, Málaga, España.

TL-09. Implementation of a Smart Antenna Multiuser Algorithm on a DSP system.

Adil Majdoubi, Mohamed Essaaidi.
Abdelmalek Essaadi University, Tetuan, Morocco, Departement of Physics, Morocco.

TL-10. El capital intelectual y las herramientas web 2.0.

Ángel Cervera Paz[1], Antonio Jesús Sánchez Guirado[1] y Mª Reyes Carvajal[2],
1-Departamento de Organización de Empresas, Universidad de Cádiz, Fac. CC. Económicas y Empresariales, Cádiz, España.
2-Universidad Autónoma de Madrid .

TL-11. Integración del Autómata Celular con Código Aditivo 683 en un Cifrado de Bloques de Tipo Feistel.

Tomeu Hardasmal, A.J.[1], Barrientos Villar, J.M.[2] and Yrayzoz Díaz de Liaño, E.[1].
1-Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz, España.
2-Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática, T.E. y Electrónica, Universidad de Cádiz, España.

TL-13. Encriptación de información usando sincronización y antisincronización.

M. Prian, M.J. López, F.M. Verdulla, J. Terron and E. Romero.
Ingeniería de Sistemas y Automática Tecnología Electrónica y Electrónica, Universidad de Cádiz, España.

TL-14. Buscador texto paralelo.

Eloísa Yráyzoz Díaz de Liaño and Antonio Tomeu Hardasmal.
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Cádiz, España.

TL-20. Gestion et monitorage des réseaux Ad-hoc.

S. Elbrak, M. Bouhorma.
ERIT, Faculté des Sciences et Techniques, Tanger, Maroc.

TL-21. Impact de la stratégie de test sur la fiabilité d'un système contrôlé par un réseau de communication.

Abdelhak Mkhida[1], Badr Bououlid Idrissi[1].
1-Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Meknès (ENSAM), Université Moulay Ismaïl, Equipe : Modélisation, Traitement de l'Information et Commande des Systèmes (MTICS), Maroc.

TL-27. Utilisation des SIG pour la gestion des resources naturelles Cas des phosphates de Youssoufia.

L. Ouadif[1], K. Baba[2] , S. Benchekroun[3].
1-Ecole Mohammadia d'Ingénieur.
2-Ecole Supérieure de Technologie.
3-Centre National Pour la Recherche Scientifique et Technique.

TL-32. **The first step towards a Mathematical Microscope for Denoising Purpose.**
O. Chakkor[1], M.Essaadi[2], C. G. Puntonet[3], N.Raissouni[1], O.Aghzout[1].
1-Dep. Innovation and Telecommunication Engineering , University of Abdelmalek Esssaadi, Morocco.
2-Dep. Physics and Telecommunication, University of Abdelmalek Essaadi, Morocco.

TL-33. **Development of a Linguistic Interface for COPD Patients in AMICA.**
Mario Crespo, Daniel Sánchez, A. Jaime Rodríguez, Diego Sánchez, Alfonso Pazos, L. Felipe Crespo, María Etelvina.
Biomedical Engineeering and Telemedicine Lab, University of Cadiz, Cádiz, España.

TL-36. **Towards a simplified snapshot IP-Cam capturing and instantaneous email alerting system for motion detection.**
S. Hatimi[1], J. Adjibogou[1], A. E. El Alaoui[1], A. Fouzi[1], A. Elourak[1], Mamadou. Sow[1], O. Chakkor[1,2], O. Aghzout[1,2], N. Raissouni[1,2].
1-National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).
2-Innovation & Telecoms Engineering Research Group. National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).

TL-37. **Equitable Distributed Energy-Efficient Clustering with Accurate Topology Control (EDEEC-ATC) for heterogeneous wireless sensor networks.**
M. Yebari, M. Essaaidi.
Information and Telecommunication Systems Laboratory, Abdelmalek Essaadi University, Faculty of Science, Tetuan, Morocco.

TL-39. **Implementation of LPC filter and FFT for students' voice recognition: Application to class presence checking.**
K. Benzaina[1], S. El Barrak[1], B. Jbari[1], A. Setti[1], L. Squali[1], H. Zoulif[1], O. Chakkor[1,2], O. Aghzout[1,2], N. Raissouni[1,2].
1-National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).
2-Innovation & Telecoms Engineering Research Group. National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).

TL-40. **Towards student face recognition for automatic class presence checking using Neural Network and Gabor Filter techniques.**
M. El Bakkali[1], M. O. Benarchid[1], I. Darbaoui[1], A. El Ayyan[1], J. Naghar[1], A. Naghar[1], O. Chakkor[1,2], O. Aghzout[1,2], N. Raissouni[1,2].
1-National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).
2-Innovation & Telecoms Engineering Research Group. National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).

TL-43. **Producción y Logística No-Referenciadas.**
Esther Martín Manzano[1] y Francisco Mesa Varela[2].
1-IES Estuaria, Cortegana 33, 21006 Huelva, España.
2-Departamento de Ingeniería Eléctrica, Chile 1, 11002 Cádiz, España.

TL-45. **The performance of the Goertzel algorithm applied to PSTN Network.**
K. Ben Zaina[1], L. Squali[1], O. Chakkor[1], Carlos G.Puntonet[2], M. Essaadi[3].
1-Dep. Innovation and Telecommunication Engineering , University of Abdelmalek Esssaadi, Morocco.
2-Dep. Architecture and Computer Technology, University of Granada, Spain.
3-Dep. Physics and Telecommunication, University of Abdelmalek Essaadi, Morocco.

TL-46. **Les atouts du transport ferroviaire et combiné pour L'environnement et la qualité de la vie.**
Hamiche Mhamed.
Enseignant chercheur, Université UAE.

TL-50. **Antenne à Résonateur Diélectrique Rectangulaire pour les applications WiMax et WLAN.**

Achraf Jaoujal, Noura Aknin, Ahmed El Moussaoui.
Laboratoire Systèmes d'Informations et de Télécommunications (LaSIT). Faculté des sciences, Tétouan, Université Abdelmalek Essaadi, Maroc.

TL-52. **Conception d'une antenne microruban non-uniforme à ondes de fuite.**

Nahid Bentaibi, Manal Lagziri et Mohamed Boussouis.
Dpt. De physique ; Faculté des sciences ; Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan, Maroc.

TL-53. **Parametre influençant la translation de la BP de l'antenne patch.**

Touh Ahmed Mohamed Salm, Hajraoui Abderrahmane
Equipe Système de communication, Faculté des sciences BP : 2121 Tétouan

TL-54. **Modélisation neuronal non linéaire pour la conception des systèmes de télécommunication.**

M. Lagziri, N. Bentaibi, M. Boussouis.
Dpt. de physique, Université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, Maroc.

TL-55. **Modélisation neuronale d'un dispositif RF en petit signal.**

M. Lagziri, N. Bentaibi, M. Boussouis .
Dpt. de physique, Université Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, Maroc.

TL-57. **Métamatériaux, un meilleur transport de l'information.**

Qarchi Abdelaziz[1], Belkebir Hicham[1] et Mir Abdellah[2].
1-Département AEEE, Université My Ismail, ENSAM, Meknès.
2-Département de physique, université My Ismail, Faculté des sciences, Meknès.

TL-59. **Les Liquides Magnétiques.**

Abdelkarim Oukouiss[1] and Ali. Daanoun[2].
1-Faculté Pluridisciplinaire de Nador, BP.300,62700 Selouane, Nador.
2-Faculté des Sciences et Technique de Tanger, B.P. 416 Tanger.

TL-64. **Les Vblogues : vers une information identiée, validée et classée sur les blogues.**

Boubker Sbihi and El kadiri Kamal Eddine.
Laboratoire LIROSA, Faculté des Sciences de Tétouan.

TL-65. **Conception d'un crypto système embarqué à base de l'AES sur FPGA.**

R. Ledmaoui[1], Z. Alaoui Ismaili[2], A. Moussa[2], A. Elmourabit[2], K. Amechnoue[2], A. Sbihi[1].
1-Laboratoire de Technologie d'Information et de Communication.
2-Laboratoire des Technologies innovantes.
Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Maroc.
Université Abdelmalek Essaadi, Tetouane, Maroc.

TL-66. **Human face recognition using a neuro-fuzzy technique.**

Hanane Ben Rachid, Mohammed Madiafi, Abdelaziz Bouroumi.
Instrumentation and Modelling Laboratory Ben M'sik Faculty of Sciences, Hassan II-Mohammedia University, Casablanca.

TL-67. **Identification, Modélisation, Synthèse de la régulation PI et la Simulation Par l'élaboration du code dans l'environnement Matlab/Simulink Pour la Conception et la réalisation d'un système d'essai des tests de freinage ferroviaires.**

A. Karbal[1] , A. Idrissi Adib[2], I. Atouf[1].
1-UFR Traitement de l'Information faculté des Sciences ben M'sik Casa.
2-Laboratoire des Matériaux Thermostructuraux.

CCII-2010

CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA

Comunicaciones

TEMÁTICA ENERGÍA:
SESIONES ORALES

TEMÁTICA ENERGÍA:
PRIMERA SESIÓN DEL JUEVES

Estudio jurídico de las energías renovables: El futuro del potencial eólico marino

María Eugenia Teijeiro Lillo

Derecho Público, Universidad de Cádiz, España, eugenia.teijeiro@ca.es

Abstract. This communication looks at the administrative procedure for the installation of wind farms in the marine environment, analyzing the main problems for implantation competence, the legal viability difficulties that may arise to potential promoters of this renewable energy and, consequently, uncertainty takeoff of a brand new technology at sea and breach of the commitments made by our State in renewable energy.

Palabras clave: competencias, regulación, inseguridad jurídica y viabilidad.

1. Breve apunte sobre la energía eólica en España

En España la necesidad de replantear el vigente modelo energético puso de manifiesto, para hacer frente al cambio climático y por exigencias del Protocolo de Kioto, la relevancia de las energías renovables [1]. Si bien hace algo más de una década sólo unos pocos creían que las energías renovables llegarían algún día a competir con las energías tradicionales, hoy en día este ideal de transformación del modelo energético nacional es algo más real, gracias al crecimiento experimentado, entre otras, por la energía eólica [2]. Por más que destacamos que la energía eólica ha sido, de todas las energías renovables, la que ha experimentado el mayor crecimiento, de forma paralela, se ha visto inmersa en frenos, barreras y dificultades de naturaleza jurídica a las que el propio Derecho debe darles solución para consolidar el desarrollo de una fuente energética esencial para el desarrollo tecnológico y sostenible de nuestro país [3].

Si particularizamos el uso de los recursos eólicos en el mar la situación es algo menos optimista, ya que su representación se presenta en una proporción muy pequeña[4] y, pese a su expectativa, la puesta en práctica de los parques eólicos marinos levanta conflictos jurídicos, reales o potenciales, que necesitan algunas respuestas [5]. Estamos en presencia de un sector cuya dependencia de la infraestructura jurídica es cada vez mayor y, por tanto, el objetivo de esta comunicación es indagar, sin pretensión de agotar toda la materia, la diversidad de instrumentos jurídicos que regulan la instalación de los parques eólicos, dada la problemática que se deriva no sólo para su implantación sino para el desarrollo real de este potencial disponible. Sin hacer grandes esfuerzos podemos adelantar que la coyuntura actual no va a suponer el final del problema, pero sí deseamos que las propuestas y aportaciones que aquí se brindan sirvan, a través del empleo de fórmulas de colaboración, para afrontar su defensa desde una perspectiva integradora y considerar el desarrollo de la energía eólica marina como un asunto de interés general.

2. Los efectos del ejercicio de las competencias estatales en materia de energía eólica y su incidencia en los espacios marinos

Los instrumentos normativos de regulación de la energía eléctrica en materia de autorización de instalaciones en régimen especial, entre las que pueden incorporarse aquellas que utilicen, ubicadas en tierra o en espacios marinos, exclusivamente la energía eólica, presenta discrepancias sobre el régimen de distribución de competencias. Precisamente el contexto legal construido para el fomento de las energías renovables en España está condicionado por el reparto de competencias, establecido en la Constitución Española, entre el Estado y las Comunidades Autónomas [6]. Según este esquema si bien el Estado ejerce la competencia al dictar la legislación básica de aplicación al régimen energético, la división de las competencias que se desenvuelven a favor de las Comunidades Autónomas se determina, conforme a sus respectivos Estatutos, por razón del territorio [7]. Y por ello, les compete el desarrollo normativo y ejecución en materia energética, así como la autorización de instalaciones cuando su aprovechamiento no afecta a otra comunidad o el transporte sólo transcurra por su territorio [8]. Alejada del criterio espacial de atribución constitucional de competencias, la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, ley básica estatal determina que "en todo caso" la autorización de instalaciones del régimen especial tiene la competencia autonómica. En efecto, en su art. 27.1 destaca que "la construcción, explotación, modificación sustancial, transmisión y cierre de instalaciones de producción de energía eléctrica estará sometida al régimen de autorización administrativa previa", y añade que dichas autorizaciones "serán otorgadas por la Administración Autonómica" (art. 27.3). De este modo, el régimen jurídico-administrativo de aplicación a las instalaciones de energía eólica en tierra es una competencia específica autónoma [9].

Por el contrario, en el tratamiento de los parques eólicos marinos la atribución competencial, centrada en la ubicación de la instalación en un espacio físico muy significativo y con un alto grado de compromiso, discrepa del contenido de la legislación básica separándose del régimen general [10]. Esta excepcionalidad se positiviza en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, que regula el régimen jurídico vigente para las energías renovables. En su contenido recoge estas instalaciones que se encuentren ubicadas en el mar territorial y determina que la competencia será, previa consulta en cada caso a las Comunidades Autónomas afectadas,por la instalación de la Administración del Estado, (art. 4.2) [11].

El desarrollo reglamentario ha dado paso al Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial, que es el régimen jurídico vigente sobre la energía eólica marina [12]. Esta norma reglamentaria regulariza la situación señalando que la ausencia de experiencias previas en el desarrollo de la energía eólica marina y su necesario emplazamiento en el mar territorial son los criterios determinantes de la competencia sustantiva estatal. El legislador estatal se apoya, dejando fuera a las Comunidades Autónomas que sólo tienen reconocido un papel residual, en argumentos que en ningún caso sirven de criterios constitucionales para la delimitación de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas[13]. En caso de instalación de

dichos parques eólicos hay que considerar que en este espacio marino y, por lo tanto, no sólo en tierra firme, se reservan determinadas competencias (pesca, acuicultura, turismo, medio ambiente, etc.) a la Comunidad Autónoma que podrían quedar afectadas [14]. De otro lado, quedan fuera del ámbito de aplicación de este régimen jurídico vigente las aguas interiores, por lo que hay que hacer notar que las futuras actuaciones que puedan realizarse en este ámbito territorial, en coherencia con criterios utilizados con otras materias, como acuicultura o pesca, corresponderán a la competencia de la Administración autonómica [15].

Desde una perspectiva global es indudable que la eficacia en la generación de electricidad y la utilización de la energía eólica marina son cuestiones que trasciende el ámbito territorial de las Comunidades Autónomas, pero no es menos cierto que ambas tienen una incidencia específica en el territorio marino donde ejercen estas ejercen sus competencias [16]. En este sentido nuestra propuesta, en coherencia con las previsiones constitucionales que no impiden las competencias autonómicas en el mar, parte de la declaración del Estado como titular inequívoco e irrenunciable de este espacio, mientras que la confirmación del Estado como titular de las competencias normativas y ejecutivas debería contar con la colaboración de las Comunidades Autónomas y sopesar el interés autonómico comprometido. De esta manera la intervención sería como cotitulares y si bien es cierto que la energía eólica marina encuentra un ámbito de acción adecuado en un nivel supraautonómico, no quiere decir que en éste ámbito se pueda prescindir, mermando así el interés autonómico, de la participación autonómica en el desarrollo de acciones concretas. Bajo un consenso generalizado el Estado no dejaría al margen a las Comunidades Autónomas de tal manera que el régimen de las instalaciones en el mar le correspondería en exclusividad, sólo en el caso de un interés autonómico prácticamente nulo. Para esta nueva aplicación es necesario insistir en la búsqueda de soluciones óptimas para el ejercicio de ambas competencias y la elección de las técnicas más adecuadas: el mutuo intercambio de información, la emisión de informes previos en el ámbito competencial, la creación de órganos de composición mixta, etc., en definitiva, el establecimiento de una cooperación consolidada y sobre todo una coordinación eficaz [17].

3. Los problemas de inseguridad jurídica derivados del régimen competencial y jurídico-administrativo de la energía eólica marina

La primera dificultad para el establecimiento y la puesta en práctica real, ágil y especialmente ejecutable del marco jurídico regulador de la energía eólica se deriva del conflicto de intereses que se plantean, desde la estructura económica y social de nuestro país y de cada una de las Comunidades Autónomas, quienes deben apostar y poder soportar el extracoste de las energías renovables [18].

Pasando al plano jurídico son numerosos los elementos de inseguridad inherentes al procedimiento de autorización de parques marinos. Sirva como punto de partida la regulación legal de la producción de energía eólica marina cuando determina que la producción de energía eléctrica, siempre que utilice como energía primaria, entre otras energías renovables no consumibles, la energía eólica, y siempre que la instalación cuente con una potencia no superior a 50 MW, tendrá la consideración de producción en régimen especial (art. 27 de la

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico). Sobre esta base legal de aplicación al régimen especial, dispone la norma citada que la autorización de las instalaciones eléctrica de generación de potencia eléctrica instalada superior a 50 Mw. corresponderá a la Administración General del Estado (art. 3.2.a de la citada ley), atribuyendo así mismo a las Comunidades Autónomas, en su respectivo ámbito estatutario, autorizar instalaciones con limitación máxima de potencia hasta 50 Mw (art.3.3.c de la citada ley). En el desarrollo normativo de la regulación que estamos analizando se incorporan cambios sustanciales cuando se determina que en aquellos supuestos en los que la instalación energética esté ubica en el mar o se trate de instalaciones con una potencia genérica de 50 MW, previa consulta de las Comunidades Autónomas afectadas por la instalación marina, la competencia corresponderá a la Administración General del Estado. Por último, el cambio de reserva competencial más importante se produce a favor del Estado declarando su competencia exclusiva al confirmar, dejando sin efecto las competencias autonómicas, que las instalaciones eólicas marinas ubicadas en el mar está obligadas a tener una potencia instalada mínima superior a 50 Mw (art. 2. 2º párrafo Real Decreto 1028/2007).

En los términos empleados por la legislación aplicable observamos que se han llegado a soluciones contradictorias en la medida en que si bien en un principio la potencia determinaba el ámbito de reserva competencial, estatal o autonómico, el régimen actual no deja margen alguno exigiendo, sin justificar conforme a criterios técnicos su limitación, una potencia mínima y reservando la tramitación del procedimiento para su autorización a la competencia exclusiva del Estado. Pero según puede verse cabe la posibilidad de que se proyecte, previa habilitación del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, sin que en este caso la competencia pase a manos autonómicas, un parque eólico con un aprovechamiento y eficiencia menor hasta en un 20% (Disposición final segunda Real Decreto 1028/2007). Tampoco se deja margen alguno para la actuación de las Comunidades Autónomas cuando se habilita al mismo Ministerio para autorizar la instalación de aerogeneradores con potencia inferior o igual a 10 Mw [19].

4. Valoración del régimen competencial y jurídico-administrativo de la energía eólica marina

El establecimiento de tecnología en el mar y la envergadura de los proyectos para el establecimiento de estas instalaciones eólicas requieren que los problemas jurídicos que puedan derivarse de la novedosa implantación de los parques marinos puedan superarse mediante la resolución de los conflictos competenciales y la aplicación, a través de procedimientos conjuntos e informes vinculantes, de instrumentos de colaboración. Con referencia al ámbito competencial estamos ante un procedimiento autorizatorio de competencia exclusivamente estatal, donde el papel reservado a las Comunidades Autónomas tiene carácter residual y se presenta condicionada en el sentido de que su intervención se limita a formar parte de las comisiones de valoración de los proyectos en concurrencia presentados. Creemos que el alcance de la valoración realizada hasta el momento debe acompañarse de las propuestas que permitan, a nuestro juicio, la superación del rechazo que se está generalizando por parte de los ejecutivos autonómicos a este tipo de aprovechamiento

energético [20]. En primer lugar suscribimos la necesidad de un nuevo marco normativo encaminado a hacer valer, sin detrimento de los intereses estatales actualmente protegidos, los propiamente autonómicos.

Añadiremos que tanto en el procedimiento administrativo propio de autorización de la instalación energética así como en el de autorización de reserva de las zonas marinas eólicas, ambos dependientes del Estado, serviría como garantía de colaboración interadministrativa, la incorporación de un informe preceptivo y favorable de la Comunidad Autónoma limítrofe con el área marina afectada. No debemos olvidarnos de que la entrega y evacuación de la energía se realiza en los ámbitos territoriales de las respectivas Comunidades Autónomas, de tal modo que ese informe autonómico debería justificar si la capacidad de evacuación producida se ajusta, dado que su transporte debe efectuarse necesariamente mediante líneas terrestre, a su planificación energética [20].

Como hemos adelantado el funcionamiento de los parques eólicos marinos requiere la obtención de una reserva de zona constituyéndose, para la evaluación de las distintas solicitudes presentadas, un Comité de valoración donde interviene, designado por la Consejería con competencias en materia de energía de la Comunidad Autónoma limítrofe con el área eólica marina, un único representante autonómico (art. 15 del citado Real Decreto). Sin embargo no parece justifica esta limitación, ya que la protección de los recursos pesqueros, marisqueros, ambientales y paisajísticos del litoral y del medio marino que pudieran verse afectados por las operaciones de investigación del recurso eólico justificaría, por sí misma, la incorporación de otros representantes con competencias en materia de pesca, medio ambiente y ordenación del territorio, de esta manera la viabilidad de la implantación del potencial eólico marino no se vería frenada y permitiría su consolidación como alternativa a las fuentes tradicionales de producción de energía eléctrica

Para la viabilidad de las instalaciones eólicas marinas cuando su utilización no sea con fines comerciales, sino por el contrario su destino esté vinculado a "la investigación, desarrollo, innovación y demostración de tecnología de aplicación a la generación eólica marina", se contempla un régimen simplificado de autorizaciones que exime de la obtención de reserva de zona, la caracterización del área eólica marina, la evaluación de impacto ambiental y la concesión de ocupación del dominio público marítimo-terrestre, requisitos exigibles para la puesta en funcionamiento de estos parques marinos con fines comerciales. Es criticable que para la determinación del impacto ambiental que estas plataformas puedan causar, aunque en ningún caso nos referimos a un parque eólico funcional, sea suficiente la acreditación de requisitos técnicos y geográficos que sirvan de instrumento diferenciador de éstas instalaciones no comerciales. A pesar del avance que esta medida tiene para los promotores deberían estar sujetas a un análisis ambiental y, en su caso, prestar atención a posibles impactos, como la contaminación lumínica, por el riesgo de accidente o colisión y por los efectos para el ecosistema, más propios de los parques eólicos marinos.

En definitiva, el dibujo de este paisaje, donde las atribuciones de ambas Administraciones aparecen con frecuencia solapadas, produce confusión e inseguridad

jurídica. A esto habría que añadir un conjunto complejo de normativa que impide cumplir las exigencias comunitarias sobre el desarrollo de estas energías. La envergadura y el desafío que supone la explotación de este potencial energético para el desarrollo sostenible y sobre todo su ubicación en un contexto de rápida globalización debería servir de estímulo para proponer un cambio que conlleve la superación de una normativa dividida en compartimentos estancos, cerrados e infranqueables, permitiendo y comprendiendo la necesidad de crear instrumentos comunes que determinen y aprovechen las sinérgias y, sobre todo, eviten y resuelvan los viejos conflictos competenciales.

[1] Para el cumplimiento de sus compromisos en nuestro país se aprueba, abordando diferentes medidas para el desarrollo sostenible en el ámbito de las energías limpias, la Propuesta de Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCEL) horizonte 2007/2011-2020. Al mismo tiempo, asumiendo los objetivos marcados por la Unión Europea adquiere el compromiso de elaboración de un nuevo Plan de Energías Renovables 2011-2020 que permita alcanzar, en el año 2020, el objetivo del 20% de energía renovable.

[2] Por primera vez en su corta vida la energía eólica superaba, al menos en cifras, a la energía nuclear y posicionaba a nuestro país, con más megavatios acumulados e instalados, en el segundo puesto mundial. Con cerca de 400 parques eólicos y casi 11.500 aerogeneradores según datos facilitados por el IDEA en el *Manual Energía Eólica*, publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2006, p. 5 y ss. Una afirmación que se refuerza si tenemos en cuenta que el 6,5% de la energía primaria consumida en el año 2004 en España procedía de fuentes de energía renovable, según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, en adelante IDAE.

[3]. La energía eólica se define como la "punta de lanza y estandarte" de las energías renovables por LÓPEZ SAKO, M. J., "Situación actual y marco normativo de la energía eólica", en TORRES LÓPEZ, M. A., ARANA GARCÍA, E. y MOAL SORIANO, L. (Coords.), *El sector eléctrico en España: competencia y servicio público*, Comares, Granada, 2007, p. 188.

[4] Según datos facilitados por la organización ecologísta Greenpeace, en su documento *Renovables 100%. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica,* 2007, el potencial eólico marino del litoral español asciende a 165.000 Mw. Hoy día ningún parque marino está instalado en España, si bien hay varios proyectos propuestos: Galicia con siete, Tarragona con cinco, Huelva con cuatro, Castellón con tres, pero a la cabeza se sitúa el litoral gaditano donde están proyectados al menos 12 parques, según datos del Centro Nacional de Energía Renovables (CENER).

[5] La Asociación Empresarial Eólica (AEE) ha venido reclamando al Gobierno Central "mayor decisión" para lanzar esta nueva industria energética y la implicación de las Comunidades Autónomas para impulsarla según declaraciones de su director técnico Alberto Ceña, recogidas en el Diario de Cádiz, de 16 de octubre de 2009.

[6] Un sistema de reparto competencial "distorsionado" como sostiene PÉREZ MORENO, A., "Las energías renovables", *El derecho de la energía, XV Congreso Italo-español de Profesores de Derecho Administrativo,* Instituto Andaluz de Administración Pública, Sevilla, 2006, p. 461.

[7] Constitución ex art. 148.2.

[8] Constitución ex arts. 149.1.22 y 149.3.

[9] Sobre la normativa propia autonómica puede verse LÓPEZ SAKO, M. J., *Regulación y autorización de los parques eólicos,* Bosch, Madrid, 2008.

[10] El espacio marino es crucial para la prosperidad y el bienestar de un país que como España está ligado al mar. Por ello, la competencia por el espacio marino es cada vez mayor, el cúmulo de actividades sigue

aumentando y, en consecuencia, los conflictos de utilización, Desde esta perspectiva el procedimiento de toma de decisiones sobre su uso se presenta disperso e inadecuado y exige un planteamiento integrado y en colaboración, permitiendo el desarrollo del conjunto de actividades relacionadas con el mar. En este sentido se declara la Comisión Europea en su análisis sobre el contexto en el que se desarrollará la política marítima comunitaria en *"Un océano de oportunidades. Una política marítima integrada para la Unión Europea"*, Comunidades Europeas, Luxemburgo, 2008, p. 5.

[11] Por tratarse de instalaciones ubicadas en el espacio marino la justificación de la excepcionalidad al régimen general debe ser dudosa, en el sentido dado por la Sentencia del Tribunal Constitucional 102/1995, al señalar que la distinción entre medio marino y terrestre no debería distorsionar la atribución normal de competencias.

[12] Con carácter general el reglamento se refiere al mar territorial si bien incorpora en su regulación la zona contigua y económica exclusiva (Disposición adicional quinta). En línea con la terminología utilizada por la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (art.4) consideramos más acertado el empleo del término espacios o "zonas marinas"

[13]. El Parlamento Gallego aprobó por unanimidad una proposición no de ley que rechaza la instalación de parques eólicos marinos en el litoral de la Comunidad Autónoma. La oposición a la energía eólica marina se justifica "*en el impacto que los proyectos tendrían sobre el sector pesquero y marisquero*", noticia publicada por el Diario "El País"el día 13 de mayo de 2009 y compilada en el *Boletín de Medio Ambiente,* nº 104, 2009.

[14] Desde ámbitos autonómicos se alega que las competencias autonómicas se dejan sin efecto reclamándose la concurrencia de ambas Administraciones para la autorización de los parques eólicos marinos, como señala SANZ LARRUGA, F. "Aproximación al régimen jurídico sobre los parques eólicos marinos: Una asignatura pendiente", *AF.DUDC,* 11, 2007, p. 920.

[15] Del mismo modo este espacio marino no ha sido tenido en cuenta en la elaboración del Estudio Estratégico, cuyos resultados tienen carácter orientativo para las aguas interiores como se confirma en *" Estudio Estratégico Ambiental del Litoral Español para la Instalación de Parques Eólicos Marinos",* 2009, p 6

[16] Sobre la necesidad de superación en los ámbitos marinos de las limitaciones a las competencias autonómicas puede consultarse TEIJEIRO LILLO, Mª E., A*cuicultura marina: Régimen jurídico y ordenación ambiental,* Iustel, Madrid, 2009, p .95 y ss.

[17] La doctrina del Tribunal Constitucional reconoce, en su Sentencia 102/2005 que en la práctica "la cooperación consiste en aunar esfuerzos, y la coordinación, cuya esencia es la unidad de actuaciones, no significan dirección o gestión, ni tampoco por tanto ejecución".

[18] Sirva como ejemplo del rechazo social la Plataforma Ciudadana Antieólica de Trafalgar que se opone, con el apoyo de ayuntamientos de la comarca, cofradías de pescadores, asociaciones de comerciantes, agrupaciones sindicales y asociaciones de vecinos, a la instalación en el litoral gaditano. También el compromiso asumido por el ejecutivo andaluz condicionando su instalación a la existencia de un consenso social e institucional suficiente.

[19] Tras la aprobación del Real Decreto1028/2007 la Administración gallega formularía un requerimiento de incompetencia ante el Gobierno Central basado en las competencias reconocidas a la Comunidad gallega en materia de autorización de instalaciones eléctricas en el art. 27 de su Estatuto de Autonomía y en el art. 149.1.23 de la Norma Constitucional.

[20] Las dificultades del transporte de la energía eólica tierra adentro requieren el reforzamiento de la capacidad de interconexión considerada como uno de los obstáculos para el desarrollo de este tipo de energía por la Comisión Europea en el documento *"Energía eólica marítima: Acciones necesarias para alcanzar los objetivos de la política energética para el año 2020 y los años posteriores",* [COM (2008) 768 final].

Software de análisis de variables eólicas

Ramiro Leo J.G., Agüera Pérez A., Palomares Salas J.C.
Grupo de Investigación de Instrumentación Computacional y Electrónica Industrial (ICEI) (PAIDI-TIC-68)
Universidad de Cádiz. Escuela Politécnica Superior. Avda. Ramón Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Cádiz).
España. gabriel.ramiro@uca.es, agustin.aguera@uca.es, josecarlos.palomares@uca.es

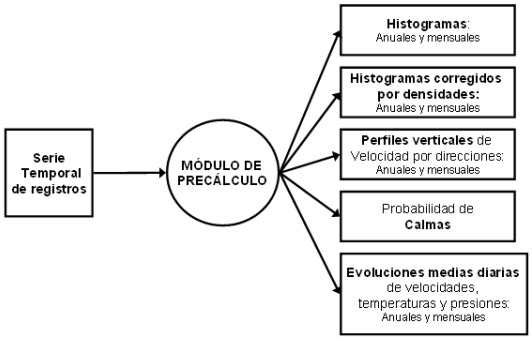
Abstract. The present work places inside the experience that the authors have acquired along the work developed to evaluate of the wind potential based on temporary series of information of very different meteorological stations, both in our country and in other European countries. The aim of the present work is the representation of graphical and amicable form of the treatment of the information gathered in temporary series on side wind measurements. The graphical expression of the information is the principal assignment of the developed software, from the representation of the speed of the wind according to distribution of geographical orientation and frequency up to the obtaining of the energy generated anually by a wind turbine placed in the emplacement of which the information has been obtained, passing for distribution graphical Weibull, effect of cut of the wind with the height, calms and daily evolution of the speed of the wind, temperature, dampness, atmospheric pressure, etc. The information obtained in changeable time is annual, monthly and daily of the set of information, emitting the formless correspondents of an automatic way.
Keywords: wind energy, software, wind power meteorology, sitting and models.

1. Introducción.

La aplicación presentada en este texto puede dividirse en dos módulos bien diferenciados: Módulo de pre-cálculo (MPC), módulo de evaluación y representación (MER). Ambos módulos están conectados a su vez a una base de datos MySQL con la cual interaccionan y de la que se obtienen los datos requeridos.

1.1. Módulo de precálculo (MPC).

En esta parte del programa, los datos registrados en torres eólicas serán organizados y procesados para convertirlos en matrices adaptadas a las necesidades del módulo de representación. De la base de datos MySQL se obtendrá la serie de registros completos de la torre en cuestión. Todos los datos obtenidos en este módulo de pre-cálculo serán insertados en nuevas tablas de la base de datos creadas para este propósito y a las que posteriormente el



MER recurrirá.

Histogramas e histogramas corregidos por densidades. Esta subrutina parte de la serie temporal originaria generando dos matrices (650x16): "matriz" y "matrizNRG". La primera de ella contiene los histogramas mensuales y totales de la serie temporal de entrada divididos

en 16 sectores y en intervalos de 0,5 m/s con una velocidad máxima de 25 m/s. La "matrizNRG" es similar pero corrige las velocidades en función de la presión, temperatura y altura del anemómetro. En el caso de que no se tengan los registros pertinentes para calcular la densidad, los valores no podrán ser corregidos y "matrizNRG" coincidirá con "matriz".

Perfiles verticales. Para ejecutar esta subrutina es necesario que la torre de medición registre datos a diferentes cotas de altura. Se establecen matrices de datos mensuales y anuales según 16 sectores de la rosa de vientos.

Calmas. Esta subrutina nos calcula la probabilidad de que se produzca una calma de un valor y tiempo determinado. Los valores de las velocidades de calma que se registran son: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 m/s.

Evoluciones medias diarias. Se configuran matrices que permiten la representación de la evolución diaria de la velocidad del viento, temperatura y presión atmosférica, dando lugar a un *día tipo* en estas características.

1.2. Módulo de evaluación y representación.

Partiendo de las matrices obtenidas en el módulo de precálculo, este nuevo módulo se ocupa de extraer toda la información necesaria para evaluar las características del viento medido y su posible producción energética en función de las curvas de potencia de distintos aerogeneradores. Este módulo consta de cinco Windows Forms.

FORM 1. El estado inicial de la aplicación se recoge en la figura que sigue. Al iniciarse el programa aparecen cuatro menús en la parte superior de la ventana, los cuales son: Abrir, Ver, Informe y Ayuda.

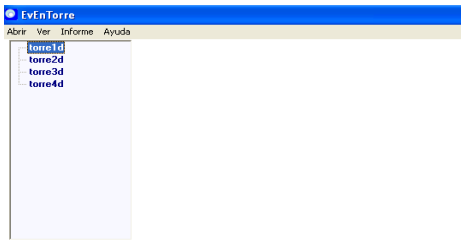


Fig.1. Estado inicial de la aplicación.

Para comenzar, en el cuadro situado en la esquina superior izquierda (TreeView1) aparece la lista de las torres de medición o estaciones disponibles en la base de datos MySQL las cuales han sido procesadas por el MPC. Haciendo doble clic sobre la torre de medición elegida se importa los datos guardados en MySQL correspondientes a dicha torre.

El análisis de datos se lleva a cabo con los datos importados a una hoja Excel (AxSpreadsheet1) donde se realizan los siguientes procesos:

Transformación a Horas. El número de horas del intervalo elegido (año = 8760 horas, Mes = 720 horas) y nº registros es el total de los registros evaluados.

Transformación a Energía. Al transformado a horas en el paso anterior, se le multiplica por la densidad de potencia ½ ρV^3, tomando la densidad estandar, donde ρ = 1.225 Kg/m3 y V es el punto medio del tramo de velocidades que recoge el elemento correspondiente (marca). De esta forma obtenemos la energía contenida en el viento para el tramo de velocidades y dirección de dicho elemento expresada en Wh.

Rosas: Rosa de Frecuencias, representa el número de horas de viento en cada dirección.

Rosa de Velocidades, contiene la velocidad media del viento en cada dirección.

Rosa de Densidad de Energía, contiene la energía por m2 contenida en el viento en cada dirección expresada en KWh.
Rosa de Densidad de Potencia, divide la densidad de energía por dirección entre las horas de viento en dicha dirección obteniéndose así la densidad de potencia por dirección.

Distribuciones de Probabilidad.

Distribución Real de Velocidades, representa la distribución de medidas reales agrupadas por intervalos de velocidad.
Distribución Weibull Teórica, se buscan los parámetros α y β para ajustar esta distribución teórica a la real. Para ello se recorre el parámetro α en un rango de 1 a 3 en pasos de 0,1, y el parámetro β en un rango que va desde Vmed – 1 hasta Vmed + 1 en pasos de 0,1.

$$f(x,\alpha,\beta)=\frac{\alpha}{\beta^{\alpha}}x^{\alpha-1}e^{-(x/\beta)^{\alpha}}$$

Distribución Real Acumulada
Distribución Weibull Teórica Acumulada, el ajuste de esta distribución acumulada viene determinado por el ajuste de la distribución de Weibull teórica.

$$F(x,\alpha,\beta)=1-e^{-(x/\beta)^{\alpha}}$$

Distribución Real de Energías, representa la distribución de medidas reales agrupadas por intervalos de velocidad.
Distribución Teórica de Energía, se buscan los parámetros α' y β' para ajustar esta distribución teórica a la real. Para ello se recorre el parámetro α' en un rango de 1 a 3 en pasos de 0,1, y el parámetro β' en un rango que va desde Vmed – 1 hasta Vmed + 1 en pasos de 0,1. De esta forma se consiguen dos ajustes: el primero vinculado a las velocidades y el segundo a las energías.

$$e(x,\alpha',\beta')=n^{o}\,registros\cdot\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot x^{3}\cdot f(x,\alpha',\beta')$$

Distribución Real de Energías Acumulada.
Distribución Teórica de Energía Acumulada, el ajuste de esta distribución acumulada viene determinado por el ajuste de la distribución teórica de Energías.

Aerogeneradores.

Cada aerogenerador queda definido por su potencia nominal (con unidad W) y curva de potencia. Dicha curva queda representada en un rango que va desde 0 a 25 m/s a intervalos de 0,5 m/s.

Histograma de Producción.

Representa la producción en Wh para cada tramo de velocidad o marca de 0,5 m/s y dirección del viento.
Producción Total.
Horas Equivalentes, razón entre la producción total y la potencia nominal del aerogenerador.
Rosa de Producción, por sectores en dirección del viento.
Rosa de Eficiencia, da la relación entre las horas que sopla el viento en una dirección determinada y las horas equivalentes extraídas en esa dirección según el aerogenerador seleccionado.
Una vez realizados los cálculos anteriores el programa permite tres modos de visualización: Velocidad, Energía y Producción (Fig.2). Para seleccionar estas opciones se tiene que ir al menú Ver → Gráficos. Por defecto se visualiza el modo Velocidad.

Una vez cargados los datos de la torre elegida (TreeView1) pasa a mostrar un árbol de selección donde se muestran 13 ítems. El primero de ellos (Total) analiza el total de los registros de la torre mientras que los otros doce, los cuales se corresponden con los doce meses del año, analizan los datos para el periodo seleccionado.

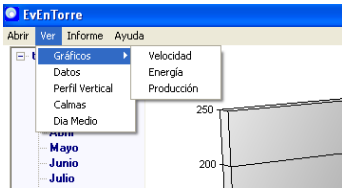


Fig.2 Ventana de opciones.

Una vez realizados los cálculos anteriores el programa permite tres modos de visualización: Velocidad, Energía y Producción, con toda la información que deriba de los cálculos, según puede observarse en la Fig.3.

Cuando se activa la ventana de producción se visualiza ListBox1, en el cual aparece un listado de aerogeneradores con los que estimar la producción. Por defecto aparece seleccionado uno de los muchos generadores actuales. Cuando se elige otro se recalculan *Histograma de Producción, Producción Total, Horas Equivalentes, Rosa de Producción y Rosa de Eficiencia.*

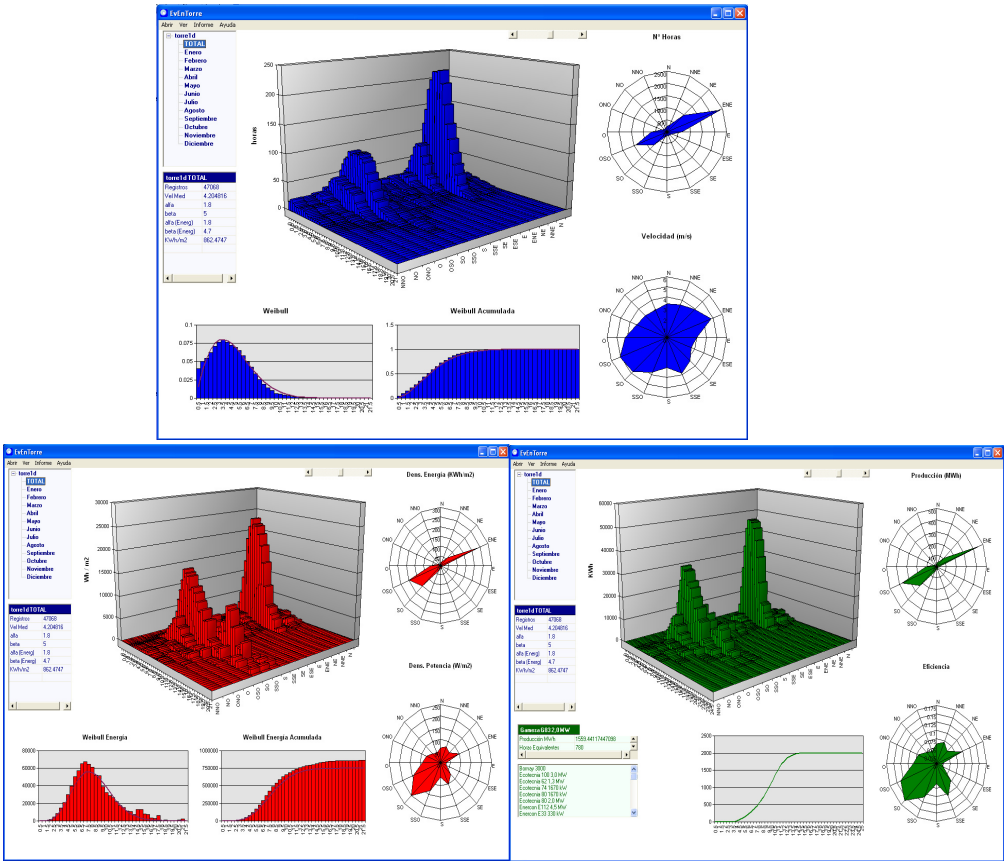


Fig.3 Ventana de representación de datos.

FORM 2. La generación de informes implementada en el Form 2 se realiza a través del menú Informe → Tipo de Formato → Word, tal como se muestra en la Fig 4. Una vez seleccionado aparece el formulario que se muestra en la Fig. 5. donde se permite personalizar el tipo de informe a generar. Este informe se genera capturando imágenes y datos en función de los

CheckBox activados e introduciéndolos en un fichero Word según la siguiente secuencia: Velocidad Gráficos/Datos → Energía Gráficos/Datos → Producción Gráficos/Datos.

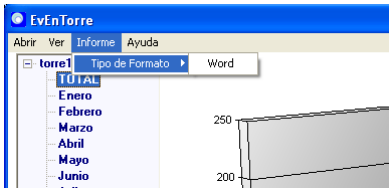


Fig.4. Detalle del menú informes.

Durante este proceso el programa recalculará los datos cuando sea necesario de forma oculta. El informe generado se guardará en el directorio C:\.

Fig.5. Formulario de generación de informe.

FORM 3. Componentes: Los datos referidos a Calmas están representados en el Form 3 al que se accede a través del menú Ver → Calmas, tal como se muestra en la Fig 6.

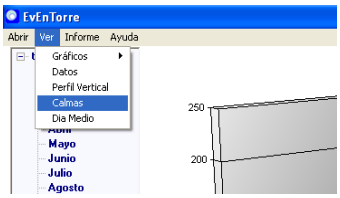


Fig.6. Detalle del menú para calmas.

Los datos de Calmas calculados en el MPC (módulo de precálculo) se importan a la hoja Excel. A continuación aparece un cuadro de diálogo que posibilita la elección de una velocidad por debajo de la cual el viento se considera en calma (Fig. 7) y se representa, Fig.8.

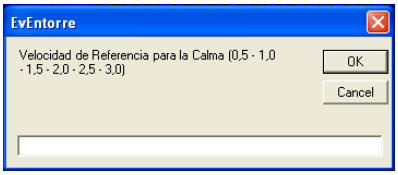


Fig.7. Cuadro de diálogo correspondiente a calmas.

Fig.8. Gráfico Probabilidad – Duración de la calma.

FORM 4. Componentes: Las representaciones y cálculos relativos al perfil vertical se realizan a través del Form 4 al que se accede a través del menú Ver → Perfil Vertical, tal como se muestra en la Fig.9. Para que estos cálculos tengan sentido es necesario que la torre objeto de análisis registre datos a diferentes alturas (h1, h2,…, hn).

Fig.9. Detalle del menú, perfil vertical.

Los datos de perfil vertical calculados en el MPC (módulo de precálculo) y guardados en su correspondiente tabla en MySQL se importan a la hoja Excel. A continuación aparece un cuadro de diálogo en el que se pide una altura de referencia a partir de la cual aproximar los perfiles teóricos al real. El perfil vertical real en una dirección viene determinado por la velocidad media registrada en cada altura en esa dirección. A este perfil real se le ajustan dos perfiles teóricos: *Perfil exponencial*:

$$v_h = v_{href} \cdot \left(\frac{h}{h_{ref}} \right)^{\alpha}$$

Probando con un rango de α entre 0 y 0.5 en pasos de 0.01 se extrae el exponente que mejor ajusta este perfil teórico a los datos observados.

Perfil logarítmico:

$$v_h = v_{href} \left(\frac{\ln\left(h / z_0 \right)}{\ln\left(h_{ref} / z_0 \right)} \right)$$

Para este cálculo se varía el parámetro rugosidad (z_0) entre 0.05 y 3 en pasos de 0.05 eligiéndose el que mejor ajusta este perfil teórico a los datos observados. En la Fig. 10 se muestra una captura de pantalla con la información que muestra este Form 4. Si se selecciona cualquier opción tanto del TreeView1 como del TreeView2 se importarán los datos requeridos y se volverán a calcular y representar los perfiles. Esta parte del programa puede generar un informe independiente con la misma metodología utilizada en el Form 2.

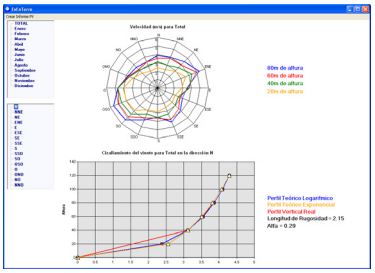


Fig.10. Gráfico del Perfil Vertical.

FORM 5. Componentes: Las representaciones relativas a la *velocidad, temperatura y presión media diaria* se realizan a través del Form 5 al que se accede a través del menú Ver → Día Medio, tal como se muestra en la Fig.11.

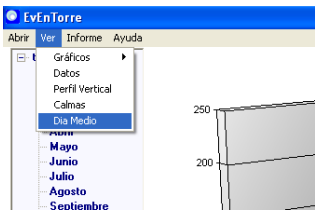


Fig.11. Detalle del menú.

La evolución media diaria de las variables velocidad, temperatura y presión calculadas en el MPC (módulo de precálculo) y guardados en su correspondiente tabla en MySQL se importan a la hoja Excel. Estas evoluciones se representan según se observa en la Fig. 12.

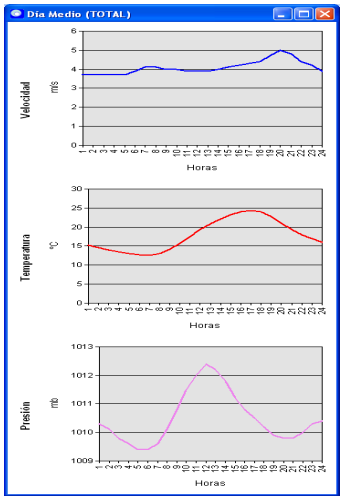


Fig.12. Gráficos del día medio.

BIBLIOGRAFÍA

[1] L. Landberg, G. Giebel, H. Nielsen, T. Nielsen and H. Madsen, Short-term prediction—an overview, *Wind Energy* **6** (2003), pp. 273–280. **Full Text** via CrossRef | View Record in Scopus | Cited By in Scopus (21)

[2] A. Costa, A. Crespo, E. Feitosa, J. Navarro, P. Jiménez and E. García *et al.*, Mathematical and physical wind power forecasting models: a proposal for the UPMPREDICTION project, *Proceedings of the second joint action symposium on wind forecasting techniques*, International Energy Agency (IEA), Lyngby (2004).

[3] Kariniotakis G, Halliday J, Brownsword R, Martí I, Palomares A, Cruz I, et al. Next generation short-term forecasting of wind power—overview of the ANEMOS project. In: Proceedings of European wind energy conference, Athens, 2006.

[4] Martí I, Kariniotakis G, Pinson P, Sánchez I, Nielsen T, Madsen H, et al. Evaluation of advanced wind power forecasting models—results of the ANEMOS project. In: Proceedings of European wind energy conference, Athens, 2006.

[5] Nielsen T, Madsen H, Nielsen H, Pinson P, Kariniotakis G, Siebert N, et al. Short-term wind power forecasting using advanced statistical methods. In: Proceedings of European wind energy conference, Athens, 2006.

[6] Costa A, Crespo A, Navarro J, Palomares A, Madsen H. Modelling the integration of mathematical and physical models for short-term wind power forecasting. In: Proceedings of European wind energy conference, Athens, 2006.

A new method for identification of zones with similar wind patterns using Hierarchical Clustering Techniques

A. Agüera Pérez, J. C. Palomares Salas, J. J. G. de la Rosa, J. G. Ramiro
Research Unit PAIDI-TIC-168. University of Cadiz. Electronic Area. Escuela Politécnica Superior
Avda. Ramón Pujol, S/N. E-11202-Algeciras-Cádiz (Spain)

Abstract. In this paper it is shown a process to demarcate areas with analogous wind conditions. For this purpose measurements of daily mean wind direction recorded in stations of the target area have been acquired. Selecting two random days it is possible to trace dispersion graphs in which stations with similar measurements can be grouped using the hierarchical clustering algorithm. Repeating this process, relations among all these stations can be identified. The obtained information will be used to build a matrix, letting us work with all relations simultaneously. By permutation of elements in this matrix it is possible to group relationed stations and limit areas with similar patterns.

Keywords: Escribir aquí como máximo cuatro palabras clave.

1. Introducción.

Clustering is a method of unsupervised learning, and a common technique for statistical data analysis used, the majority of times, in data mining, machine learning, pattern recognition, image analysis, bioinformatics or dimension reduction [1]. However, in many such problems, there is a little prior information (e.g., statistical models) available about the data, and the decision-maker must make as few assumptions about the data as possible. It is under restrictions that clustering method is particularly appropriate for the exploration of interrelationships among the data points to make an assessment (perhaps preliminary) of their structure [2]. Here we propose its utilization for to selection regions where similar conditions exist.

There are many clustering techniques; the most widely used are hierarchical clustering and dynamic clustering [3]. The first are the called clustering tree and is one of the most widely used clustering approaches due to the great visualization power it offers. Hierarchical clustering produces a nested hierarchy of similar groups of objects, according to a pairwise distance matrix of the objects. One of the advantages of this method is its generality, since the user does not need to provide any parameters such as the number of cluster. However, its application is limited to only small datasets, due to its quadratic computational complexity [4]. The second is the well knows *k*-means. While the algorithm is perhaps the most commonly used clustering algorithm in the literature, it does have several shortcomings, including the fact that the number of cluster must be specified in advance [5], [6]. Both of these clustering approaches, however, require that the length of each time series be identical due to the Euclidean distance calculation requirement, and are unable to deal effectively with

long time series due to poor scalability. As in the supervised classification methods, there is not clustering technique that is universally applicable.
The demarcation of different zones with connected wind patterns could have an important contribution to prediction models based on data acquired in meteorological stations placed in the studied area. When these models are based on the statistical learning of data (Neural Networks, ARMAX, Genetic Fuzzy Learning…), the inclusion of not correlated or erroneous stations can destabilize the process of getting the desired knowledge.

2. Hierarchical Clustering Algorithm

Cluster Analysis, also called data segmentation, has a variety of goals. All relate to grouping or segmenting a collection of objects (also called observations, individuals, cases, or data rows) into subsets or "clusters", such that those within each cluster are more closely related to one another than objects assigned to different clusters. Central to all of the goals of cluster analysis is the notion of degree of similarity (or dissimilarity) between the individual objects being clustered. There are two major methods of clustering: hierarchical clustering and k-means clustering.
In hierarchical clustering the data are not partitioned into a particular cluster in a single step. Instead, a series of partitions takes place, which may run from a single cluster containing all objects to *n* clusters each, containing a single object. Hierarchical Clustering is subdivided into *agglomerative* methods or "bottom up", which begins with each element as a separate cluster and merges them into successively larger clusters, and *divisive* methods or "top down", which begin with the whole, set and proceed to divide it into successively smaller clusters.
To perform this type of analysis in our problem the following procedure has been executed: We choose the wind directions at all stations for two random days yielding a vector of dimension 2x88. The figure 1 depicts a graph of dispersion where is show the pairwise of this vector.

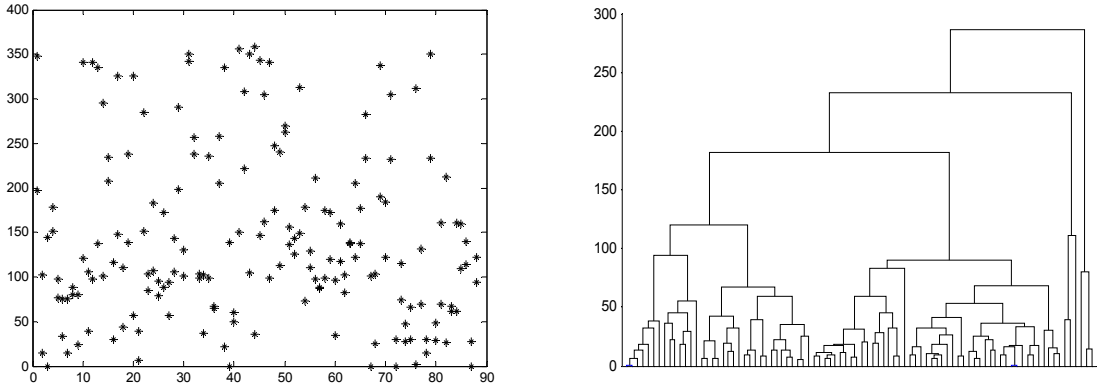


Fig.1. Graph of dispersion for measurement of two random days in the zone of study and dendrogram for data shown in the left figure.

Once we have obtained this vector we apply hierarchical clustering algorithm. This algorithm may be represented by a two dimensional diagram known as dendrogram which illustrates the fusions or divisions made at each successive stage of analysis. For this propose we have selected the Euclidean distance as distance parameter to form the clusters. This algorithm will

return a vector with the clusters associated to each pair of measurement which is shown in the figure 1.

4. Matrix of similarities

The figure 1 (right), showed in the previous section, represents a snapshot of the relations among the stations reduced to the information of two random days. If two new days were chosen, the situation of the stations will change and the clusters will contain different elements. After *n* repetitions of the process, it is possible to determine how many times two stations have been inserted in the same cluster. The higher the number of coincidences, the more similarity between the wind patterns in both locations. Let n_{ij} represent the number of coincidences of the *i*-station and the *j*-station. We propose S_{ij} (5), defined in the range [0, 1], as a measurement of the similarity between their wind patterns:

$$S_{ij} = \frac{n_{ij}}{n} \tag{1}$$

Calculating this parameter for all possible pairs of stations, the matrix S (composed of S_{ij}) can be constructed. This matrix contains the relations among all the wind patterns measured at the stations, and it can be represented as figure 2a shows, grouped by provinces. The order of grouping of the provinces is *Almería* (Alm), *Cádiz* (Cad), *Córdoba* (Cor), *Granada* (Gra), *Huelva* (Hue), *Jaen* (Jae), *Málaga* (Mal), and *Sevilla* (Sev). The dark pixels are associated to a high value of S; therefore, they connect stations with similar patterns. Thus, the white cross observed over *Málaga* (Mal) stations indicates that the most of them have not relations with other stations, even if they are placed in the same province. On the contrary, *Huelva* (Hue) shows strong relations among the stations installed in the area. *Córdoba* (Cor) presents the same pattern in almost all the province, but this pattern is repeated in *Sevilla* (Sev), as it is possible to infer from the dark areas connecting these provinces.

This fact indicates that the classification of the stations according to their provinces is not the best in order to visualize the areas with a similar wind patterns. The actual order of the matrix comes from alphabetical and administrative criteria, but these considerations have not relation with the concerned problem, the wind classification. If the stations were grouped according to the relations among them, by permutation of rows and columns of the matrix, the relations and clusters could be clarified.

5. Ordering the matrix S with Genetic Algorithm

Although the permutation of rows and columns to put in order the S matrix seems to be a simple problem; the reality proves that this process could be compared with a Rubik cube, since the order in a part of the matrix could involve the disorder in other one.

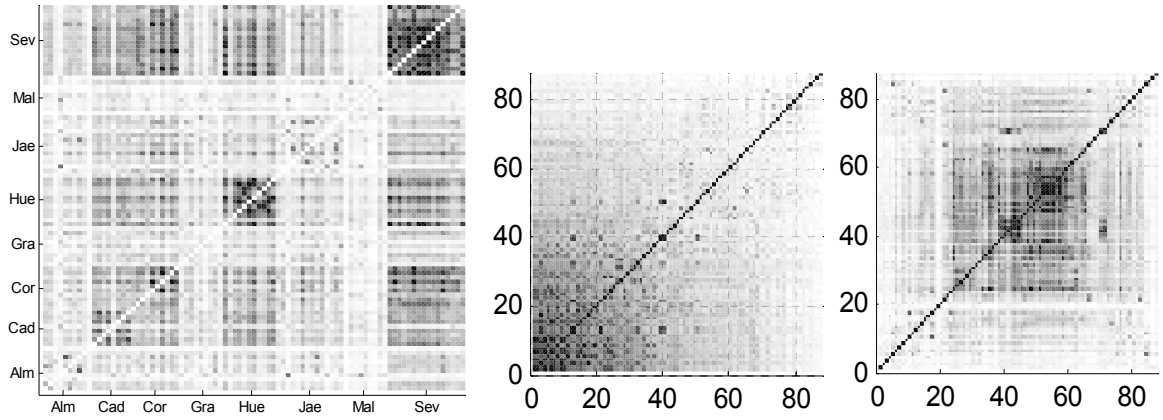


Fig. 2b) Ordination of stations from sparsely relationed to highly relationed (p=0.854). 2c) Ordination according to subjective criteria of permutation (p=0.843).

The result (or objective) of the recombination of rows and columns must be a matrix in which the stations with similar winds patterns and relations will be neighbours, that is, the nearby elements of the obtained matrix must be as similar as possible. Figures 2b and 2c present two possible recombinations of the matrix represented in figure 2a, being 2c closer to the objective explained before. To evaluate this idea of order, the parameter p is proposed in equation 2, where p_0, a and b are constants related to the scale of the problem. In this case p_0 = 25000, a = 100 and b = 415.

$$p = \frac{1}{p_0} \cdot \sum_{j=1}^{88} \sum_{k=-3}^{k=3} \sum_{i=1}^{88} F_{ij} \cdot \left(A_{ijk} + B_{ijk} \right) \tag{2}$$

$$F_{ij} = 1 - \frac{|i-j|}{88} \tag{3}$$

$$A_{ijk} = \frac{a}{a + (S_{ij} + S_{i(j+k)})} \tag{4}$$

$$B_{ijk} = \frac{|S_{ij} - S_{i(j+k)}|}{b} \tag{5}$$

Each column, j, which represents a station, is compared with the six closer columns indexed by j+k=j-3,...,j,...j+3, calculating two factors with their i-th elements, A_{ijk} and B_{ijk}. The resulting value of A_{ijk} + B_{ijk} is low when the sum of the elements is high and the difference low. That is, nearby stations with high similarities among them and with analogous relations with the rest of the stations will contribute with low values to the final result of p. The sum of all these values, covering all the columns, gives an objective measurement of the similarities among the nearby columns and, therefore, an evaluation of the global order of the matrix. For example the value of p for the matrix shown in figure 2a is 0.902. As it was expected, figures 2b and 2c obtain lower values because they have been ordered in some sense. Especially the

combination represented in 5b presents a very low value of p (p=0.843) which indicates a high degree of similarity (or order).

Now the problem of ordering the matrix of similarities has been reduced to find a combination of stations with a minimum value of p. We propose to solve this minimization problem using Genetic Algorithms (GA). Each matrix of similarities can be characterized by a vector of 88 elements containing the position of the stations. This vector could be considered as a genome which defines univocally the associated matrix. Furthermore, using the value of p calculated with these matrixes, a population of these vectors could be tested and ranked. In these conditions, GA could improve this population using evolutive operators as crossover, mutation, migration, etc., in order to obtain the minimum value of p.

As it has been introduced upper, the vectors used as genome of the matrixes contain 88 elements. These elements are non repeated integer numbers between 1 and 88, and each of them is associated to one of the used stations. The positions of this numbers in the vector define the position of the stations in the matrix and, thus, the value of p for this combination can be calculated. Because of the properties of the genome used in this work, the evolutive operator selected to produce the new generations is the Recombination. Recombination permutes one or more elements of the genome, thus, the resulting vector is composed of 88 non repeated integers again; avoiding the repetitions, decimals and values out of range given by other operators (Figure 3).

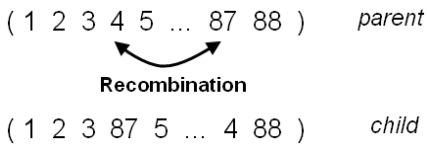


Fig 3. Recombination of one permutation.

5. Results

The matrix selected by the GA as best combination of stations, after 1000 generations and a population of 10^5 individuals is represented in figure 4a. The value of p associated to this matrix is 0.805. In this figure some squares are drown in order to emphasize the obtained clusters. The right figure (4b) shows the areas demarcated by this clusters. The coherence of the distribution is visible in the map. As expected, the algorithm has founded similar wind patterns among stations located in plain terrains, where wind is not affected by obstacles. Inside this area, five different patterns have been defined and stations associated to each of them clearly delimit zones where these patterns are expectable. So, they are advisable to be used as a reference for wind estimations in this zone, avoiding stations of other clusters. Stations placed in complex topography have not been inserted in any cluster because their wind patterns are very peculiar. So, the “white” cluster has been defined in order to show weak relations in this area.

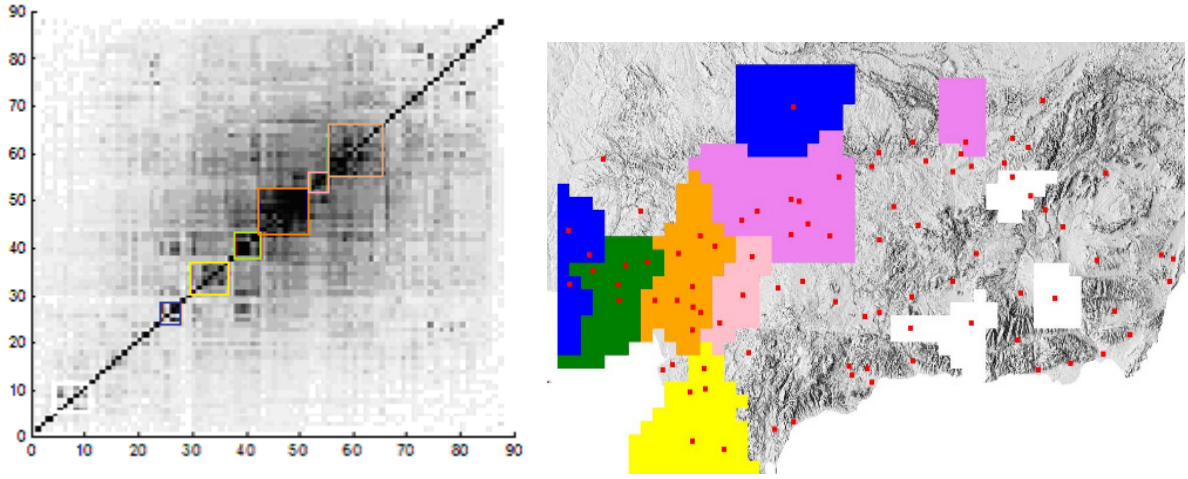


Fig.4. a) Optimized matrix. b) Spatial distribution of clusters.

6. Conclusion

The results obtained demonstrate that the proposed method is able to demarcate areas with analogous wind patterns, even if the data acquired is affected by low quality instruments or locations. Since all the stations inserted in a cluster have strong relations among them and weak relations with the other ones, and they define a specific area, it is expected that the wind pattern measured by a new station located in that area will be similar too. In the same way, erroneous stations, or stations not representative of the wind climate in their zone, will be identified since they will not be included in any cluster. So, this tool could be useful in two aspects:

- In first steps of wind resource assessment, when a preliminary description of the wind climate in a zone is needed. Then, using the information given by this matrix, it is possible to associate the location of the target area with an expected wind pattern.
- When a wind methodology, as Measure-Correlate-Predict or the ones used in wind temporal forecasting, needs support stations to complete or extend the database used. In this situation is very important to exclude stations with errors or not representative of the studied area because it could lead to important differences between results and reality.

References

[1] Leif E. Peterson, Matthew A. Coleman, “Comparison of Gene Identification Based on Artificial Neural Network Pre-processing with k-Means Cluster and Principal Component Analysis”, Lecture Notes in Computer Science (2006), Vol. 3849, pp. 267–276.

[2] Jain, A.K., Murty, M.N., and Flynn, P.J. “Data clustering: A review”. ACM Computing Surveys (1999), 31(3): 265–323.

[3] Xiaozhe Wang, Kate Smith, Rob Hyndman. "Characteristic-Based Clustering for Time Series Data", Data Mining and Knowledge Discovery (2006), Vol. 13, number 3, pp. 335–364.

[4] Keogh, E., Lin, J., and Truppel, W. "Clustering of time series subsequences is meaningless: Implications for past and future research". In Proc. of the 3rd IEEE International Conference on Data Mining, Melbourne, FL, USA (2003), pp. 115–122.

[5] Bradley, P.S. and Fayyad, U.M. "Refining initial points for k-means clustering". In Proc. of the 15th International Conference on Machine Learning, Madison, WI, USA (1998), pp. 91–99.

[6] Halkidi, M., Batistakis, Y., and Vazirgiannis, M. "On clustering validation techniques". Journal of Intelligent Information Systems (2001), 17(2/3): 107–145.

ARIMA vs Neural Networks for Wind Speed Forecasting

J.C. Palomares[1], J.J.G. de la Rosa[1], J.G. Ramiro[1], J. Melgar[1] and A. Agüera[1]

[1] Research Unit PAIDI-TIC-168, Department of Systems and Automatic Engineering, Electronics Technology and Electronics, Superior Polytechnic, University of Cadiz, Avda. Ramón Puyol S/N E-11202 Algeciras (Cádiz), Spain, josecarlos.palomares@uca.es

Abstract. In this paper an ARIMA model is used for time-series forecast involving wind speed measurements. Results are compared with the performance of a back propagation type NNT. Results show that ARIMA model is better than NNT for short time-intervals to forecast (10 minutes, 1 hour, 2 hours and 4 hours). Data was acquired from a unit located in Southern Andalusía (Peñaflor, Sevilla), with a soft orography (10 minutes between measurements). This feature is which makes performance of the ARIMA model and the NNT very similar, so a simple forecasting model could be used in order to administrate energy sources. The paper presents the process of model validation, along with a regression analysis, based in real-life data.

Keywords: Short-term wind speed prediction; ARIMA; Neural Networks; weather forecasting.

1. Introducción.

The use of wind energy has been developed significantly throughout the world, in order to get the ideal for a future with electricity without pollution. But the integration of wind farms in the power networks has become an important problem for the unity of commitment and control of power plants in electric power systems. Wind is considered one of the weather variables which more difficult to be predicted. Intermittent in nature, the electricity produced in a wind farm is difficult to be short-term forecasted. It is even difficult in the next few hours and, in general, any benefits obtained from the wind farms is not optimal, and may be necessary to increase the power plant spinning reserve.

Hence, the need to administer energy resources and the advent of alternative energy, particularly wind power, necessitate the use of advanced tools for short-term prediction of wind speed or what is the same thing, the wind production. End-users (independent power producers, electrical companies, system operator distribution, etc.) which recognize the contribution of wind forecast for a safe and economic operation of the network [2], [3]. Especially, in a liberalized electricity market, forecasting tools improve the position of wind energy compared with other available forms of generation.

2. Experimental Procedure and Results.

2.1. ARIMA model: identification, estimation of parameters, validation and forecasting.

In this section we expose the procedure to obtain the possible models which better explain the time-series behaviour.

The original measurement time-series comprises 18,090 data corresponding to wind speed in meters per second (m/s), acquired each 10 minutes.

The first step is to establish the ARIMA model which best fits the time-series behaviour. With this goal the autocorrelation coefficient and the partial autocorrelation coefficient are evaluated and depicted in Fig. 1. Autocorrelation is a correlation coefficient between two values of the same variable at times *Xt* and *Xt+k*, and the partial autocorrelation coefficient is an estimate of the additional correlation between the data value at time't' and the data value at time *(t-k)*, after adjusting for the correlation of the values between time't' and the data value at time *(t-k)*.

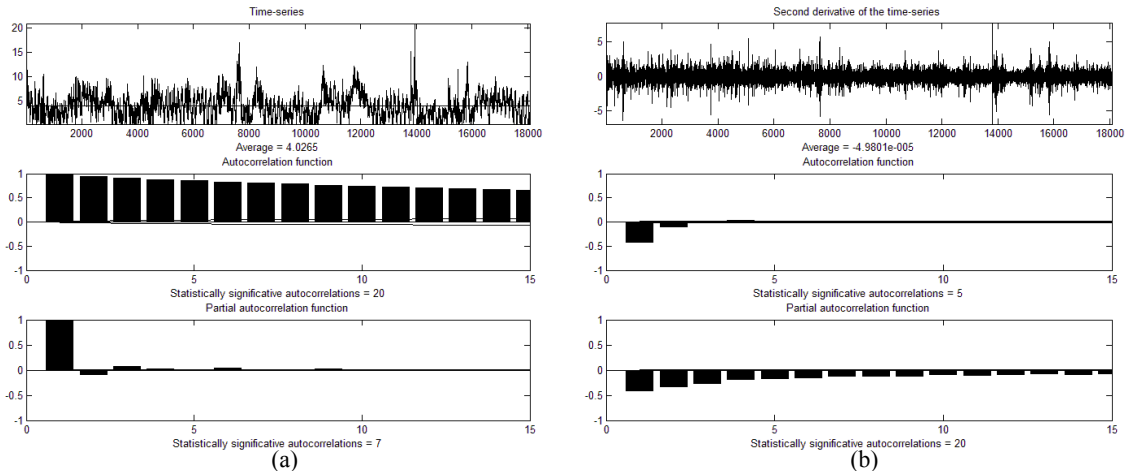


Fig. 1 (a) Original time-series, and autocorrelation functions for model identification. ; (b) The original time-series, two times differentiated, and autocorrelation functions for model identification.

The autocorrelation coefficients shown in Fig. 1(a) decays as the time-lag increases. This conveys the idea, as suggested by Box and Jenkins [1], that it may possible an autoregressive model to fit the time-series; the partial autocorrelation graph confirms that we are in presence of an autoregressive model, because the partial autocorrelation cuts beyond a certain time-lag, which by the way establishes the order of the model. More precisely, as the decay begins in the second lag, this is assumed as the order of the model.

No model is concluded the results of the exploration from the first-derivative of the time-series because both autocorrelation and partial autocorrelation coefficients decay to zero from the very beginning. Fig. 1(b) shows the model prospecting results from the second-derivative time-series. A possible model is an autoregressive-integrated-moving average (2,2,0); because the decay in the partial autocorrelation graph from the second lag. A second possible model is (0,2,1), because the autocorrelation function decay from the first lag. The second index "2" is associated to the order of the integral.

In the estimation process, mistakes of the model computation have also been calculated and assessed, along with the values of the parameters. The values for the autoregressive coefficients are 0.9 and 0.1 (2,0,0). This is the easiest model to implement and the model with least computation-time, in the forecasting procedure. These are the reasons why we have selected this model.

To assess the model the following 3 parameters have been selected. The Pearson correlation coefficient associated with the original N-point time-series (x) and the forecasted series ($\hat{x}$):

$$r_{x,\hat{x}} = \frac{\sigma_{x\hat{x}}}{\sigma_x \sigma_{\hat{x}}} \tag{1}$$

the Index Of Agreement (IOA), Willmot [2]:

$$IOA_{x,\hat{x}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N} (\hat{x}_i - x_i)^2}{\sum_{i=1}^{N} \left(|\hat{x}_i - x_i| + |\hat{x}_i + x_i| \right)^2} \tag{2}$$

and the RMSE (Root Mean Square Error), that is a measure of the deviation of the forecasted value from the actual value:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (\hat{x}_i - x_i)^2} \tag{3}$$

Eqs. (1), (2) and (3), are the quality indexes or indicators used to assess models and in the tables 1, 2 and 3 summarize the assessment results for the three selected models. Two situations are studied: considering null initial conditions (conditional) and conditioned to concrete initial values (none conditioned). These tables have been obtained from forecasting results and for a few horizons of prediction of 10 minutes, 1, 2 and 4 hours.

	Conditional				**Non conditional**			
Forecasting horizon	10 min	1 h	2 h	4 h	10 min	1 h	2 h	4 h
$r_{x,\hat{x}}$	0.97	0.88	0.80	0.67	0.97	0.88	0.79	0.65
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.98	0.93	0.88	0.79	0.98	0.93	0.89	0.80
RMSE	0.57	1.07	1.31	1.55	0.58	1.12	1.41	1.66

Table 1. Model Assessment ARIMA (2,0,0)

	Conditional				**Non conditional**			
Forecasting horizon	10 min	1 h	2 h	4 h	10 min	1 h	2 h	4 h
$r_{x,\hat{x}}$	0.96	0.86	0.79	0.65	0.96	0.86	0.79	0.64
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.98	0.92	0.88	0.79	0.98	0.92	0.88	0.78
RMSE	0.67	1.30	1.63	2.12	0.67	1.30	1.63	2.12

Table 2. Model Assessment ARIMA (2,2,0)

	Conditional				Non conditional			
Forecasting horizon	10 min	1 h	2 h	4 h	10 min	1 h	2 h	4 h
$r_{x,\hat{x}}$	0.93	0.78	0.68	0.57	0.74	0.48	0.45	0.23
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.96	0.87	0.81	0.72	0.83	0.60	0.56	0.40
RMSE	0.90	1.73	2.1	2.56	2.15	4.09	4.39	6.28

Table 3. Model Assessment ARIMA (0,2,1)

Fig. 3(a) shows the time-series forecasting results using the model ARIMA (2,0,0) and the Fig. 3(b) shows the regression of the time series in Fig. 3(a).

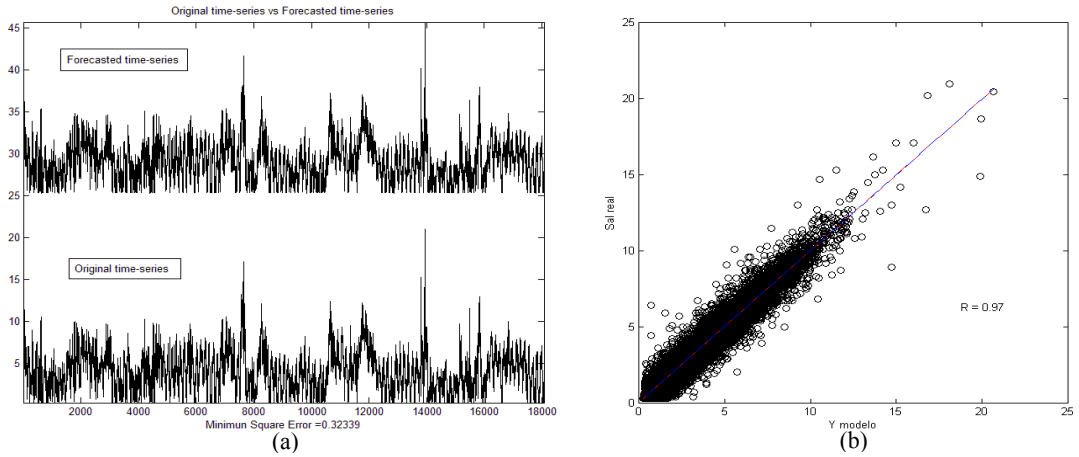


Fig. 3. (a) Original time-series and forecasted data; (b) Regression of the original time-series and forecasted data.

2.2. Neural networks

We used a layer of backpropagation networks in which employs three sampling techniques for conducting training and validating them. These techniques have been: Bootstrap, double cross-validation and 10 cross-validations. The bootstrap analyses repeatedly subsamples data. Each set of training, which has the same size as the original data set is obtained through a selection process with replenishment on all available data. The data not selected for the joint training became part of the overall validation, which makes the size of the latter is not uniform. The double cross-validation [3] is to choose two sets of data available, one for training and another for test. The 10 cross-validations [4] in which breaks down the data set in 10 subsets disjoint. All data have been used at some moment so as to train to validate what we get a more reliable estimate.

The algorithm backpropagation used for the learning has been the method Levenberg-Marquardt [5] for being a numerical technical optimization most powerful and very fast but has the disadvantage that requires a lot of memory to run. The number of employed has been hidden layers of 30 units and we have made management of data for forecasting in the form of parent autoregressive deep N samples. This means that for the prediction of the process in a time t used n previous values of the process. Also normalize the data so that they are in the interval [-1.1] so that training is faster.

The models Backpropagation neuronal network have been, on one hand: the Bootstrap, the double cross-validation and the 10 cross-validations, all with an autoregressive management of n = 6; and on the other hand: the same ones but with a management of n = 12.

Tables 4, 5 and 6 summarize the assessment results for the three selected models, so much with n = 6 as with n = 12. These tables have been obtained from forecasting results and for a few horizons of prediction of 10 minutes, 1, 2 and 4 hours.

	Conditional				**Non conditional**			
Forecasting horizon	10 min	1 h	2 h	4 h	10 min	1 h	2 h	4 h
$r_{x,\hat{x}}$	0.96	0.77	0.59	0.43	0.95	0.72	0.55	0.37
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.98	0.87	0.75	0.61	0.97	0.83	0.72	0.56
RMSE	0.67	1.54	2.17	3.03	0.76	1.82	2.5	3.57

Table 4. Model Assessment Bootstrap

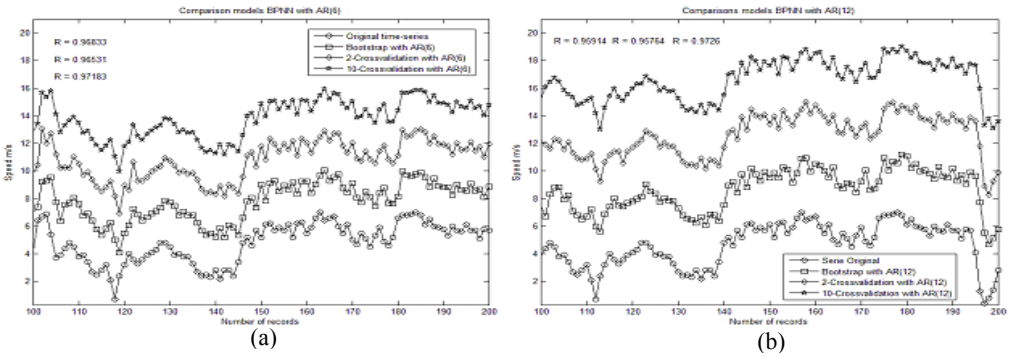
	Conditional				**Non conditional**			
Forecasting horizon	10 min	1 h	2 h	4 h	10 min	1 h	2 h	4 h
$r_{x,\hat{x}}$	0.95	0.65	0.47	0.28	0.93	0.68	0.46	0.33
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.98	0.76	0.66	0.51	0.96	0.81	0.62	0.52
RMSE	0.69	2.34	2.79	3.61	0.89	2.03	3.3	3.88

Table 5. Model Assessment Cross-validation

	Conditional				**Non conditional**			
Forecasting horizon	10 min	1 h	2 h	4 h	10 min	1 h	2 h	4 h
$r_{x,\hat{x}}$	0.96	0.82	0.59	0.4	0.95	0.78	0.56	0.39
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.98	0.9	0.76	0.62	0.97	0.88	0.7	0.59
RMSE	0.66	1.32	2.05	2.76	0.73	1.53	2.74	3.06

Table 6. Model Assessment 10 Cross-validation

Fig. 5(a) presents a window of 100 records of length belonging to the results obtained by the models for a horizon of prediction of 10 minutes. We have also realized the same graph using the same methods of re-sampling but now using an autoregressive management of n = 12, giving us the results showed in the figure 5(b). The coefficients of correlation for every model with regard to the original series have been indicated in the two graphs.



(a) (b)

Fig.5. (a) BPNN with n = 6; (b) BPNN with n = 12.

2.3 Models Comparison

As soon as we have selected the possible models who correspond with our information, so much the ARIMA as the BPNN, we realize a comparison of all of them to choose which or which are better. For it we realize the following procedure: first we apply a test ANOVA [6] which allows us to prove the equality of several averages, being based on an analysis of variability (to deduce if the void hypothesis or the alternative is fulfilled). In case the averages are different, we apply BONFERRONI's adjustment [7], [8], which we are determined what model is better in the average.

We perform 10 experiments for selected model obtaining 10 results for every index of quality and model. We obtain a matrix for every index of 12 rows (models) for 10 columns (values of indexes), with models selected:

- Bootstrap (n = 6)	- ARIMA(2,0,0) conditional estimation
- Bootstrap (n = 12)	- ARIMA(2,2,0) conditional estimation
- 2-fold Crossvalidation (n = 6)	- ARIMA(0,2,1) conditional estimation
- 2-fold Crossvalidation (n = 12)	- ARIMA(2,0,0) not conditional estimation
- 10-fold Crossvalidation (n = 6)	- ARIMA(2,2,0) not conditional estimation
- 10-fold Crossvalidation (n = 12)	- ARIMA(0,2,1) not conditional estimation

We apply to every matrix the test ANOVA and obtain that for all indexes, averages are different. After we apply Bonferroni´s joust in different horizons of prediction which compares models two to two and we obtain which have the best average for every index. Tables 7, 8, 9 and 10 show obtained results.

10 minutes		
Index	**Average**	**Models**
$r_{x,\hat{x}}$	0.97	5 7 10 11 8
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.98	5 7 10 11 8 1
RMSE	0.57	5 7 10

1 hour		
Index	**Average**	**Models**
$r_{x,\hat{x}}$	0.88	7 10 11 8
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.93	7 10 11 8
RMSE	1.07	7 10

Table 1. (a) Horizon of Prediction of 10 minutes; (b) Horizon of Prediction of 1 hour.

2 hours		
Index	**Average**	**Models**
$r_{x,\hat{x}}$	0.80	7 10 11 8
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.89	7 10 11 8
RMSE	1.32	7 10

4 hours		
Index	**Average**	**Models**
$r_{x,\hat{x}}$	0.67	7 10 11 8
$IOA_{x,\hat{x}}$	0.80	7 10 11 8
RMSE	1.55	7 10

Table 2. (a) Horizon of Prediction of 2 hours; (b) Horizon of Prediction of 4 hours.

We verify which models are who repeat themselves in all the indexes and horizons. In this case only there are two models: ARIMA (2,0,0) with conditional estimation and ARIMA (2,0,0) with not conditional estimation. For the reasoning of Occam's razor we choose the model ARIMA (2,0,0) with conditional estimation for being the easiest to implement and the one that minor time of calculation needs.

3. Conclusiones.

There are a few prediction programs very advanced that are integrated combinations of physical models and statistical models which perform very good predictions. These programs are expensive to acquire. So to decide which prediction model use in our area, we should first examine the topography of the site and try out some statistical techniques for prediction (some of them have been seen in this study), and produced very good predictions in areas where the orography is not very complex, and wind flow are mainly due to thermal gradients.

In this paper the ARIMA model and Neural Network have been compared. For this purpose, three ARIMA models have been identified and we have used three methods of re-sampling for NNT. As a general remark, we can say that as the forecasting horizon increases, all quality indexes degenerate. This indicates that models are not valid for long term forecasting with we can say that these models match the short term behaviour of wind speed time-series.

It is shown that the suggested ARIMA model and method adopted for wind speed forecasting are of lower order, easy to implement and with satisfactory accuracy. The model (2,0,0) exhibits the best performance. The validation has been done using three common quality indexes, based in correlation procedures.

The models ARIMA compared with the neuronal Networks have given very similar results but with very low times of calculation. These times depend on the amount of information used and the characteristics of the processor used.

Referencias.

[1] Box G.E.P., Jenkins G.M., Time series analysis: forecasting and control, Ed. Prentice-Hall. New Jersey, 1976.

[2] C. Willmott, On the Validation of models, *Physical Geography* **2** (1981), pp. 183–194.

[3] Bishop C.M. Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford: Oxford University Press, 1995.

[4] Stone, M. Math. Operationsforsch. Statist. Ser. Statistics 9 (1978) 127.

[5] Hagan M. T, Menhaj M. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm, IEEE Transactions on Neural Networks, 1994; 5(6):989-993.

[6] Scheff H. Analysis of variance. New York: Wiley; 1959.

[7] Hochberg Y, Tambane AC. Multiple comparison procedures. New York: Wiley; 1987.

[8] Jobson J.D. Applied Multivariate Data Analysis. Springer Texts in Statistics, Springer-Verlag New-York, 1991;(1).

PROYECTO ETAP-ERN: "EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE MEDIANTE ENERGÍA RENOVABLE Y NANOFILTRACIÓN".

López-Ramírez, J. A.; *Jiménez Castañeda, R.; **Suffo Pino, M.; García-Vaquero Marín, N.; Coello Oviedo, Mª. D.; Rodríguez Barroso. Mª R.; Acevedo Merino, A.; Quiroga Alonso, J. M.; Sales Márquez, D.

Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Cádiz.
*Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Cádiz.
**Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial. Universidad de Cádiz.
Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos, CASEM.
Polig. Río San Pedro s/n. Puerto Real, Cádiz, 11510. España.
e-mail: juanantonio.lopez@uca.es

Abstract.

The research project ETAP-ERN is mainly to evaluate the potential of nanofiltration to complement or replace, if necessary, conventional treatment of drinking water based on the conventional coagulation-flocculation-sedimentation-filtration processes, in order to obtain a higher drinking water quality at a minimum cost. One of the main news of the project lies in the use of renewable energy: wind and photovoltaic, as power sources. The pilot plant will be located at the Drinking Water Treatment Plant facility of "El Montañes" (Puerto Real, Cadiz). It will consist of two subunits, one for energy production (approximately 60 kWh per day) and one for water treatment (50 m^3/day capacity).

Keywords: drinking water, nanofiltration, renewable energy, water quality.

1. Introducción.

El agua constituye una necesidad primordial para la salud y la supervivencia de la humanidad, por lo que no es exagerado considerarla como uno de los derechos humanos básicos. En un país desarrollado, el agua es un recurso natural donde calidad y cantidad son o deben ser características indisociables. La asociación entre la calidad del agua y los riesgos asociados a su consumo es conocida desde las primeras civilizaciones. De ahí que sea una prioridad para los Gobiernos abastecer con suficiente cantidad de agua, y de calidad, a sus ciudadanos. La Directiva Marco del Agua es un buen reflejo de lo anteriormente comentado.

En la actualidad, es alarmante la situación de los recursos hídricos en el mundo. La sociedad debe conocer la importancia de la "calidad" del agua y participar en su cuidado y preservación. El agua se puede considerar como contaminada cuando sus características naturales están alteradas de tal modo que la hacen total o parcialmente inadecuada para el

uso al que es destinada. A lo largo de su ciclo, el agua experimenta de forma absolutamente natural un elevado grado de purificación. Pero también es cierto que esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que se convierta en el vertedero habitual al que se arrojan los residuos producidos por las actividades humanas, como aguas residuales, vertidos industriales, etc. En el mundo actual el consumo de agua sigue estando ligado a enfermedades, ya que sin un tratamiento adecuado los organismos causantes de estas enfermedades no son eliminados. Con suministros suficientes de agua potable y saneamiento adecuado, la incidencia de algunas enfermedades y la muerte podrían reducirse hasta un 75 por ciento.

En general, se puede decir que el agua potable es el agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales. Las dificultades de tratamiento, vertidos incontrolados o situaciones climatológicas extremas pueden hacer posible que ciertos contaminantes entren en los abastecimientos de agua. Con el fin de minimizar estos problemas y conseguir mejoras en la calidad del agua, la investigación en la aplicación de nuevas tecnologías y tratamientos es constante. En ese sentido la Universidad de Cádiz está desarrollando el proyecto denominado ETAP-ERN, o lo que es lo mismo, la "Evaluación del Tratamiento de Aguas Potables mediante Energías Renovables y Nanofiltración". Este proyecto de investigación tiene, entre sus objetivos, obtener agua de mayor calidad, desde un punto de vista sanitario y microbiológico, simplificando el proceso de potabilización, y buscando el mínimo coste, propiciando además el uso de energías renovables para evitar la emisión de dióxido de carbono, aspecto crítico de los procesos de desalación.

Este proyecto ha sido financiado por la Agencia Andaluza del Agua (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía) con casi medio millón de euros y cuenta con la colaboración del Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana puesto que la planta experimental de 50 metros cúbicos al día se instalará en la Estación de Tratamiento de Aguas Potables (ETAP) de El Montañés, en el término municipal de Puerto Real, Cádiz. Las empresas Dinotec y Tyosa serán las encargadas de construir dicha planta, la cual será operativa a finales del mes de Abril del presente año.

2. Técnicas de desalación y consumo de energía.

Como se ha mencionado anteriormente, la desalación en conjunto, y en especial la de agua de mar, conlleva un cierto consumo energético (en la actualidad hay una tendencia hacia su reducción gracias a los avances tecnológicos dentro del sector) y por extensión la emisión de dióxido de carbono (el consumo medio de una desaladora de agua de mar está en torno a los 4,0 kWh/m^3 lo que supondría la emisión de 1,6 Kg. de CO_2. Esto equivale a lo que emite un vehículo con una emisión de 230gr. CO_2/km para recorrer 7 kilómetros, ó el funcionamiento

durante 40 minutos de un equipo de aire acondicionado en un domicilio). Como es sabido, la emisión de dióxido de carbono y otros gases acentúan el efecto invernadero; fenómeno por el cual estos gases retienen parte de la energía que el suelo emite al haber sido calentado por la radiación solar. El incremento del efecto invernadero es la causa del calentamiento global y de los múltiples cambios observados en el entorno natural. La única alternativa viable ante la amenaza del cambio climático es el tránsito hacia otro modelo energético, empleándose otras fuentes de energía que no requieran el uso de combustibles fósiles.

En la Figura 1 aparece reflejado el reparto del consumo de las distintas fuentes de energía a nivel mundial. Una parte importante de éste, en concreto el 82.22%, proviene de fuentes fósiles, siendo el petróleo la fuente más consumida: el 47.94%. Es necesario destacar que hay dos aspectos fundamentales, a parte de los geoestratégicos, que convierten a éste en una fuente no segura de generación de energía a medio plazo: el que "la era del petróleo barato y fácil ha pasado" ("cheap and easy oil age is over") y que su agotamiento es seguro. La evolución de las renovables en 2008 supuso una contribución de estas fuentes a la demanda de energía primaria del 7,64%, lo que a su vez se tradujo en un incremento del 12% respecto año anterior. A ello han contribuido principalmente la energía eólica, solar y biocarburantes, cuyas producciones han aumentado respectivamente un 14,6%, 154% y 55,7%.Es por ello, que el uso de energías renovables, junto con la eficiencia energética, pueden convertirse en solución de parte del problema.

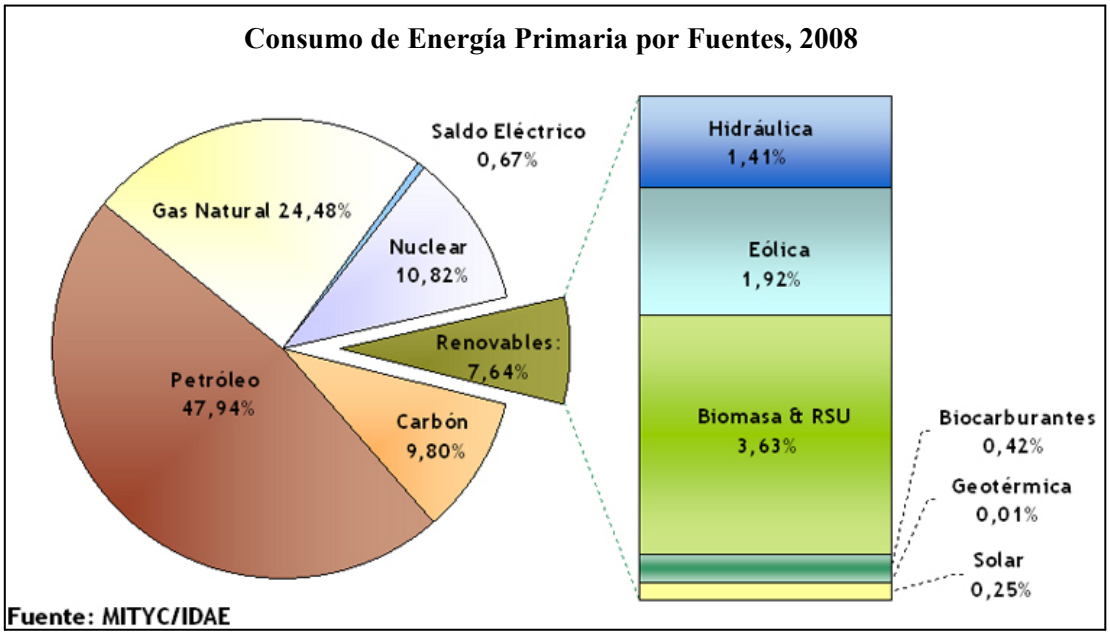


Figura 1. Porcentajes de consumo energético en España.

Por esta razón, los investigadores del proyecto ETAP-ERN de la Universidad de Cádiz proponen el uso pionero de la energía renovable en la aplicación a la nanofiltración en este tipo de estudio piloto, no perjudicando así al medio ambiente y llevando a cabo una investigación de forma respetuosa y sostenible con el entorno y con la visión puesta en el futuro. Para ello se cuenta con el inestimable apoyo del Laboratorio de Energía Solar de la

UCA. Además, con la nanofiltración también se propiciaría la disminución de la huella ecológica a nivel doméstico, ya que con la aplicación de este tipo de membranas se puede reducir el contenido de la dureza en el agua de abastecimiento, lo que reduce la emisión de dióxido de carbono relacionada con el calentamiento del agua en los hogares. Esto podría suponer una reducción en las emisiones a la atmósfera de CO_2 por domicilio de hasta un 10 por ciento. Conviene recordar que la presencia de la cal en los sistemas de calentamiento del agua reduce notablemente la eficacia de los equipos y como consecuencia de ello aumenta el consumo energético. Con un menor contenido de cal en el agua nanofiltrada, se obtendrán mejores rendimientos energéticos en los electrodomésticos, con la consiguiente disminución del consumo eléctrico y de las emisiones.

La condición de un recurso, como el agua, varía en el tiempo y debe ser asociada a la condición del desarrollo tecnológico, de tal forma que la escasez del mismo pueda ser matizada por la aplicación de la tecnología más adecuada. En la actualidad, el grado de desarrollo de las técnicas empleadas en el tratamiento avanzado del agua permite su aplicación a gran escala, y la obtención de la calidad deseada en las aguas de consumo.

3. El agua potable y las tecnologías de membranas.

La producción de agua potable usando las tecnologías de membranas es una excelente alternativa ante las técnicas convencionales de tratamiento, ya que éstas están mostrando algunas limitaciones para cumplir con los exigentes niveles que marca la legislación actual. Los procesos de membranas que más han interesado en el tratamiento del agua han sido la microfiltración, la ultrafiltración, la nanofiltración y ósmosis inversa. Estos procesos son capaces de eliminar diferentes materiales dependiendo de factores tales como el tamaño de la partícula, el tamaño medio de poro de la membrana y la naturaleza química de los materiales. Su uso se está traduciendo en una mejora ostensible de la calidad, confianza, salud y satisfacción de los ciudadanos de aquellas ciudades donde ya se ha abordado el cambio.

En este proyecto se va a proponer la sustitución o la implementación a los sistemas clásicos de tratamiento del agua de coagulación-floculación-sedimentación por una de las tecnologías de membranas: la nanofiltración. Algunas de las ventajas que ofrece este tipo de tecnología son:

- Alta eficacia de las membranas para el rechazo selectivo de ciertas especies, tales como la dureza del agua, hierro, materia orgánica natural, pesticidas, trihalometanos y sus formadores potenciales, materia orgánica que genera color y sabor indeseables en el agua, microorganismos, etc. La eliminación de estos compuestos permite obtener "agua segura".
- Cumplimiento de las normativas más exigentes para la protección de la salud pública y medioambiental.

- La separación tiene lugar a temperatura ambiente y sin cambio de fase.
- No hay acumulación de productos dentro de las membranas, al contrario de procesos como el intercambio iónico.
- La separación no necesita la adición de productos químicos como puede ser el caso de la clarificación del agua mediante procesos de coagulación-floculación.
- Continuamente se están desarrollando nuevos polímeros altamente eficaces y más resistentes.
- La presión de trabajo es menor que si se emplea la ósmosis inversa.

No obstante, existen algunos retos que deben ser afrontados, como es el ensuciamiento de las membranas, al cual se le prestará especial atención en este proyecto, ya que repercute de forma importante sobre el adecuado rendimiento de las unidades, traduciéndose en un aumento de los costes de operación y, por lo tanto, de rentabilidad del proceso.

4. Objetivos del Proyecto ETAP-ERN.

Para la realización de este proyecto se construirá una planta piloto en las instalaciones de la actual ETAP "El Montañés", instalación explotada por el Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana la cual abastece a más de 400.000 habitantes de la Bahía de Cádiz. La planta piloto constará de dos subunidades, una para la producción de energía (60 kWh aproximadamente) y otra con capacidad de tratamiento de 50 m^3/día. Como se ha mencionado una de las principales novedades de la planta experimental potabilizadora radica en el uso de energías renovables: eólica y fotovoltaica, como fuentes de alimentación para su funcionamiento. El tamaño de la planta experimental y los objetivos científicos del proyecto hacen que el proyecto sea pionero a nivel mundial. Otra razón más para emplear las energías renovables en este proyecto, es que la propuesta es congruente con la del Ministerio de Medio Ambiente de no aumentar las emisiones de CO_2 por los proyectos de desalación puestos en marcha con el Programa AGUA.

El objetivo principal del proyecto ETAP-ERN es evaluar el potencial de la nanofiltración para complementar o sustituir, llegado el caso, el tratamiento convencional de aguas potables basado en la coagulación-floculación-sedimentación, con el fin de obtener un agua potable de máxima calidad y garantía sanitaria al mínimo coste. Para ello el proyecto de investigación se extenderá durante un período de tres años. Asimismo, se evaluará la viabilidad de la instalación al trabajar ésta con las energías renovables. Aspectos críticos como la gestión de la energía, el control de la instalación y el modo de operación serán estudiados en profundidad.

La aplicación de la nanofiltración mejorará la calidad del agua, y no sólo desde el punto de vista físico-químico sino también desde el punto de vista organoléptico. Para ello se

realizarán análisis sensoriales del agua obtenida. Puesto que el agua es un producto de consumo la opinión de los futuros consumidores/abonados resulta especialmente importante. Pues puede ocurrir que físico-químicamente el agua sea de buena calidad, pero que no reúna los criterios organolépticos a los que la población está acostumbrada, tras numerosos años de consumo. También durante la investigación se desarrollará un sistema de limpieza que permita regenerar las membranas tras su ensuciamiento químico y microbiológico. Asimismo se probará la durabilidad de éstas en el tiempo, según la calidad del agua de alimentación, y por último se estudiará el efecto sobre las membranas de la discontinuidad del aporte de las fuentes de energía.

Los beneficios derivados de este proyecto podrían suponer un importante avance en diferentes aspectos, los cuales podemos dividir en tres tipos principales:

- Científico: el conocimiento en profundidad de la calidad del agua nanofiltrada resultante, el comportamiento de las membranas con un pretratamiento mínimo, el grado de eliminación de ciertos contaminantes, las formas de evitar el ensuciamiento, etc.
- Técnico: la optimización del funcionamiento de las diferentes variables que pueden influir en el proceso y en los costes, el control del proceso, la viabilidad del tipo de instalación, etc.
- Ambiental: descenso del uso de agentes químicos, la eliminación de la producción de fangos, la eliminación de emisiones de CO_2, etc.

5. Conclusión.

La relevancia del presente proyecto viene dada por la gran importancia que en la actualidad tiene la necesidad de conseguir agua potable de gran calidad respetando el medio ambiente. La pérdida de calidad de las aguas naturales, la presencia de nuevos contaminantes en éstas, junto con el importante desarrollo de las tecnologías de membranas hacen que éstas sean las candidatas idóneas para abanderar el cambio tecnológico del tratamiento del agua del siglo XX al siglo XXI. Asimismo, el uso de energía renovable: fotovoltaica y eólica, supone una mejora desde el punto de vista ambiental y permite un avance sostenible al no requerir la generación de una carga energética asociada a la desalación mediante fuentes sucias. Esta investigación debe servir como proyecto de demostración para la obtención de agua de calidad mediante una fórmula avanzada, sostenible y científica.

Los investigadores de la Universidad de Cádiz conscientes de su responsabilidad apuestan con este proyecto por conjugar dos elementos claves para el futuro de todo el planeta: de un lado, mejorar los procesos de potabilización del agua, en un contexto mundial de pérdida de calidad de las aguas naturales, y por otro lado, aplicar el sol y el viento, recursos abundantes

en Andalucía, para la ejecución de esos procesos, garantizando así la sostenibilidad del proyecto.

6. Agradecimientos.

Los investigadores de la Universidad de Cádiz desean expresar su agradecimiento a la Agencia Andaluza del Agua de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, al Consorcio de Aguas de la Zona Gaditana y al personal de ambas instituciones que ha hecho posible que este proyecto sea una realidad.

Personal científico del proyecto:

Investigador principal: Prof. Dr. D. Juan Antonio López Ramírez

Equipo:

Prof. Dr. D. Diego Sales Márquez
Prof. Dr. D. José María Quiroga Alonso
Prof. Dr. D. Rafael Jiménez Castañeda
Prof. D. Miguel Suffo Pino
Prof. Dra. Dª. María Dolores Coello Oviedo
Prof. Dra. Dª. María Rocío Rodríguez Barroso
Prof. Dra. Dª. Asunción Acevedo Merino
Becaria investigación.: Nieves García-Vaquero Marín

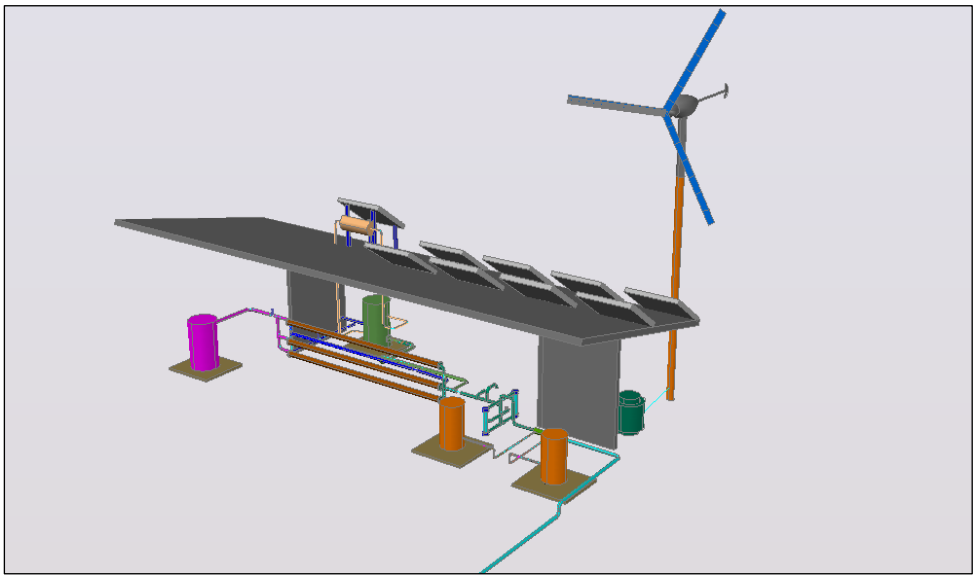


Figura 2. Imagen tridimensional de la planta piloto del proyecto ETAPERN. Universidad de Cádiz

TEMÁTICA ENERGÍA:
SEGUNDA SESIÓN DEL JUEVES

Comparación de pre-tratamientos para solubilizar la materia orgánica de residuos agrícolas (Alperujo y cosetas de remolacha).

Kaoutar Aboudi, Carlos J. Álvarez-Gallego and Luis I. Romero

Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos**,** Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias, República Saharaoui s/n, Campus Río San Pedro, 11510 Puerto Real, Cádiz, España, luisisidoro.romero@uca.es

Abstract. Although anaerobic digestion of agricultural organic wastes is a very attractive waste treatment for pollution control and energy recovery, the high levels of recalcitrant matter which is contained into a lot of them cause problems such as low methane yield and process instability. In addition, the hydrolysis of the organic matter has been identified as the rate limiting step of the anaerobic treatment for this type of wastes.

The present study evaluate the effect of four pretreatments (mechanical, chemical, biological and ultrasonic) on olive mill waste (OMW) and sugar beet pulp waste (SBPW) to enhance the hydrolysis and solubilization of organic matter.

The solubilization yields reached on every pretreatment were measured, as COD, and were compared to determine the optimum operation conditions. The comparison of the different pretreatments effectiveness shows than the ultrasonic pre-treatment was the best, achieving increases for the organic matter solubilization of 1038,1% and 1483% for the OMW and SBPW, respectively.

Keywords: Pretratamiento, hidrólisis, alperujo, cosetas de remolacha.

1. Introducción.

El proceso de digestión anaerobia de la materia orgánica representa una alternativa a los métodos convencionales de tratamiento de residuos con un enorme potencial e interés no sólo para minimizar el impacto ecológico de la gestión de los residuos orgánicos, sino para obtener energía limpia, en forma de biogás. Adicionalmente, el uso de la tecnología de digestión anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos implica la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como de amoníaco, compuestos orgánicos volátiles y de compuestos que causan malos olores.

En este contexto se propone el presente trabajo, que tiene como objetivo la mejora de la producción de biogás mediante la aplicación de pretratamientos de diferente naturaleza para aumentar la solubilización de la materia orgánica contenida en los residuos previamente a su digestión anaerobia. Los residuos agrícolas seleccionados para el estudio han sido el alperujo,

generado en la obtención de aceite de oliva, y la coseta de remolacha agotada, tras la extracción del azúcar.

2. Desarrollo del problema.

En general, los residuos agrarios son los residuos orgánicos con mayor volumen de producción recibiendo generalmente los tratamientos más económicos para su destrucción (combustión, enterramiento, etc.), a pesar de no ser los más adecuados para el medio ambiente. La mayoría de estos residuos van a parar a vertederos municipales, cuyo destino final es el enterramiento, junto con el resto de los residuos urbanos, o en algunos casos su deposición directa al suelo como fertilizantes como es el caso del alperujo o su utilización como alimento de animales como es el caso de la pulpa de remolacha agotada.

Los planes actuales de gestión de residuos tienen como objetivo mejorar las prácticas agrícolas, aprovechando los residuos como fuente de energía para producir biogás. Sin embargo, uno de los aspectos limitantes de la velocidad y rendimiento del proceso de degradación anaerobia de residuos orgánicos sólidos es la transferencia de materia sólido-líquido, a menudo, el residuo se encuentra formado por una serie de conglomerados sólidos, que deben ser colonizados y disgregados por los microorganismos (que suelen desarrollarse en el medio líquido), para proceder a la degradación de la materia orgánica. La colonización de estos sólidos, y la posterior solubilización de la materia orgánica en el medio líquido constituye una etapa limitante [1]. En este sentido, la aplicación de distintos pretratamientos a residuos complejos [2], [3], como los residuos agrícolas, que impliquen la hidrólisis de la materia orgánica sólida de los mismos redunda no sólo en la cinética del proceso sino también en el rendimiento final por cuanto contribuye a mejorar la biodegradabilidad.

En este trabajo se pretende aplicar distintos tipos de pre-tratamientos con el objetivo de favorecer la hidrólisis de la materia orgánica contenida en dichos residuos y facilitar su posterior tratamiento anaerobio, así se aplicaron pretratamientos mecánicos, químicos, biológicos y físico-químicos (ultrasonicación combinado a la adición de agente alcalino).

2.1. Pretratamiento mecánico

Este pretratamiento se realizó mediante molturación y tamizado de los residuos, empleando como variable del proceso el tamaño de partícula. El alperujo posee un alto grado de humedad (68%) y para posibilitar su adecuada molturación se optó por secarlo hasta el nivel de la humedad propio de la coseta de remolacha (13%). El secado se realizó en una estufa a 40º C durante 2días, en los que se alcanzó la humedad deseada de forma controlada. A continuación, ambos residuos se trituraron en un molino de cuchillas empleando rejillas de 4, 2 y 1mm de paso de luz, a continuación se ha realizado un fraccionamiento por tamizado mediante una tamizadora orbital del residuo molturado separando las fracciones obtenidas por la molturación hasta 100 µm. Los incrementos de la solubilización de la materia orgánica en las fracciones obtenidas por este pre-tratamiento, expresados en término de DQO, se presentan en la tabla 1.

	Alperujo				Cosetas de remolacha			
	2mm	**1mm**	**500µm**	**200µm**	**2mm**	**1mm**	**500µm**	**200µm**
Δ DQO (%)	95,4	181	214	232	8,06	9,3	21,9	31,2

Tabla 1. Incremento en DQO tras el fraccionamiento de los residuos.

Como se puede observar, de forma general, se produce una mayor solubilización de materia orgánica, a medida que disminuye el tamaño de partícula. El pretratamiento mecánico de molturación únicamente mejora la solubilización de la materia orgánica en el caso del alperujo con aumentos de solubilización de la materia orgánica medida como DQO, del 200% cuando el tamaño de partícula se reduce por debajo de 1 mm. Sin embargo para las cosetas de remolacha no se han encontrado mejoras significativas de la solubilización de la materia orgánica para ninguno de los niveles de molturación ensayados, por lo que no resulta un pretratamiento aconsejable para este residuo.

2.2. Pretratamiento químico

En el pre-tratamiento químico se utilizaron diferentes agentes químicos (NaOH, KOH, Na2CO3 y H3PO4), empleando como variable del estudio la dosis empleada. El tiempo del ensayo probado fue de 24 horas y se analizaron muestras al principio y final del proceso. Se probaron concentraciones de 0,0625N, 0,1875 N y 0,375 N para el alperujo y 0,125 N, 0,1875 N, 0,25N, 0,3125 N y 0,375 N para la coseta de remolacha. Se emplearon como recipientes de ensayo reactores con agitación por palas de 0,75 L de por el alperujo y vasos de precipitado de 0,5 L de volumen útil con agitación magnética en el caso de las cosetas. Los ensayos se realizaron al 20% en Sólidos totales en el caso del alperujo y al 5% en Sólidos totales en el caso de la coseta de remolacha. Los resultados expresados en términos de DQO se presentan en las figuras 1 y 2 respectivamente para las cosetas de remolacha y el alperujo.

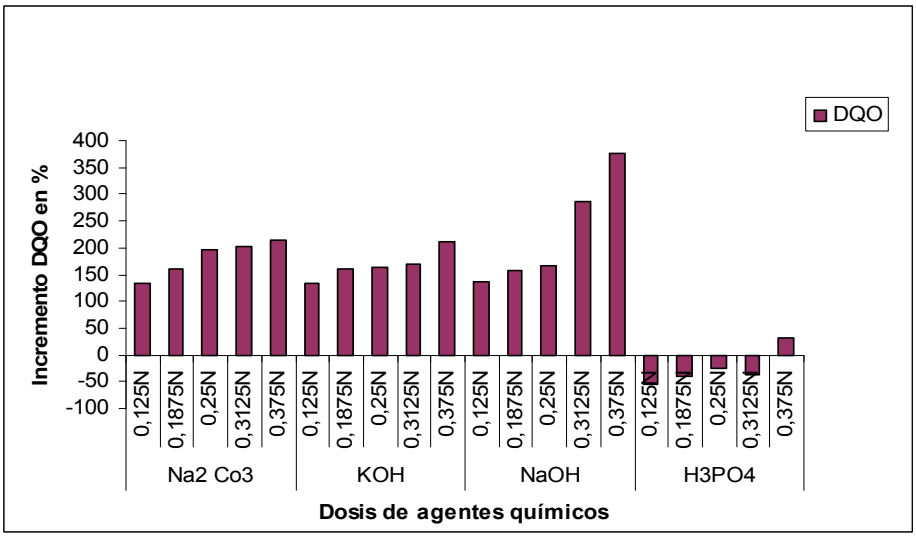


Figura 1. Incremento de DQO en muestras de cosetas de remolacha pretratada con varios agentes químicos a distintas dosis

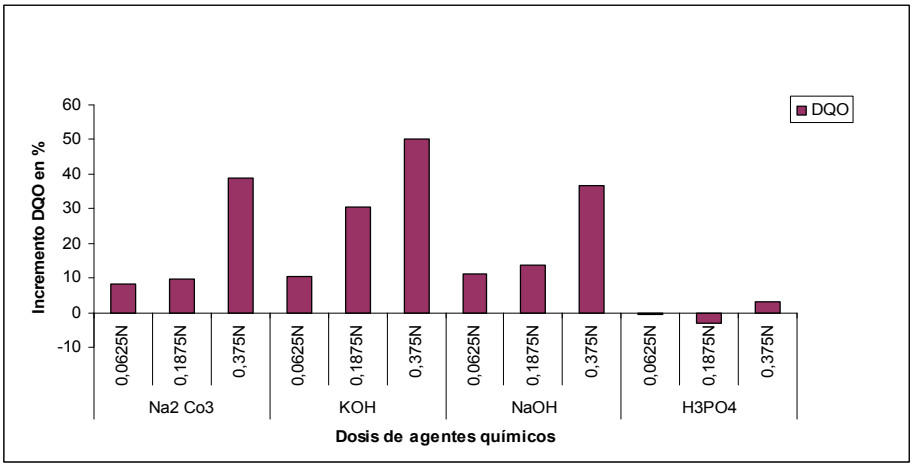


Figura 2. Incremento de DQO en muestras de alperujo pretratado con distintas dosis de los agentes químicos.

Los pretratamientos químicos únicamente tienen un efecto significativo en la solubilización de la materia orgánica de las cosetas de remolacha y que los agentes alcalinos empleados (Na_2CO_3, KOH y NaOH) fomentan la solubilización de la materia orgánica, lográndose los mejores resultados (con un aumento de la DQO soluble del 376%) cuando se utiliza una concentración de 0,375N de hidróxido sódico. La utilidad de este pretratamiento para el alperujo es muy limitada.

2.3. Pretratamiento biológico

Para este pretratamiento se utilizó el hongo Aspergillus awamori, dosificando tres concentraciones de esporas a los ensayos. Los tiempos de contacto ensayados fueron de 12, 24 y 48 horas y los ensayos se realizaron a temperatura ambiente, presión atmosférica y sin aeración forzada. Se utilizó una batería de 6 reactores con un volumen útil de 1,5L. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 2.

		Cosetas de remolacha	Alperujo
Conc. Esporas	**Tiempo (horas)**	**Δ DQO%**	**Δ DQO%**
10^6 esporas/ml	**12**	40,5	7,3
	24	47,6	15,5
	48	59,5	-0,4
10^7 esporas/ml	**12**	35,7	15,1
	24	195,3	-4,5
	48	45,3	5,5
10^8 esporas/ml	**12**	330,9	13,3
	24	107,2	-2,3
	48	85,7	-3,2

Tabla 2. Incrementos de DQO de los residuos a distintas concentraciones de esporas.el hongo *Aspergillus awamori*

El pretratamiento biológico de los residuos con Aspergillus awamori, al igual que en el caso anterior, sólo tiene efectos significativos para las cosetas de remolacha con aumentos de hasta el 330% de la DQO soluble, mientras que para el alperujo los incrementos máximos son del orden del 15%.

2.4. Pretratamiento con ultrasonicación

En el caso de los pretratamientos de sonicación, el estudio se ha estructurado en dos tandas de ensayos. En el primer ensayo se ha estudiado la influencia de la temperatura en la eficacia del pretratamiento por ultrasonidos probando la temperatura ambiente (25º C) y a 45º C y la selección del tiempo óptimo de contacto. La duración de este ensayo fue de dos horas, y se tomaron muestras cada 10 minutos durante la primera hora de ensayo y cada 30 minutos durante la hora siguiente. Los resultados obtenidos se presentan en las figuras 3 y 4.

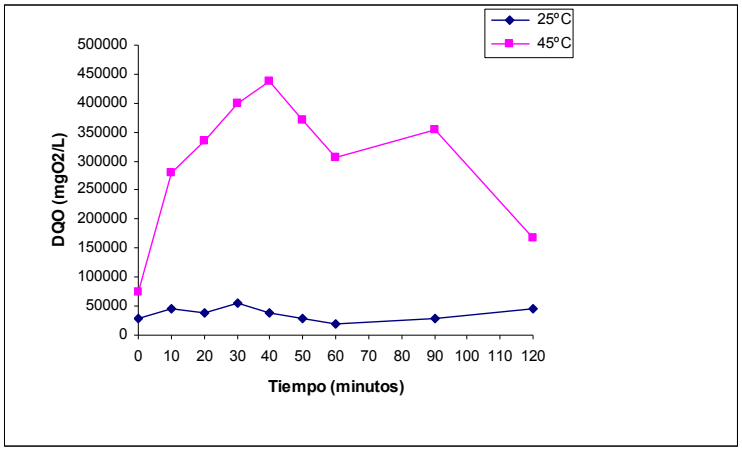


Figura 3. Evolución de la DQO del alperujo tratado con ultrasonido a temperaturas de 25º C y 45º C en función del tiempo.

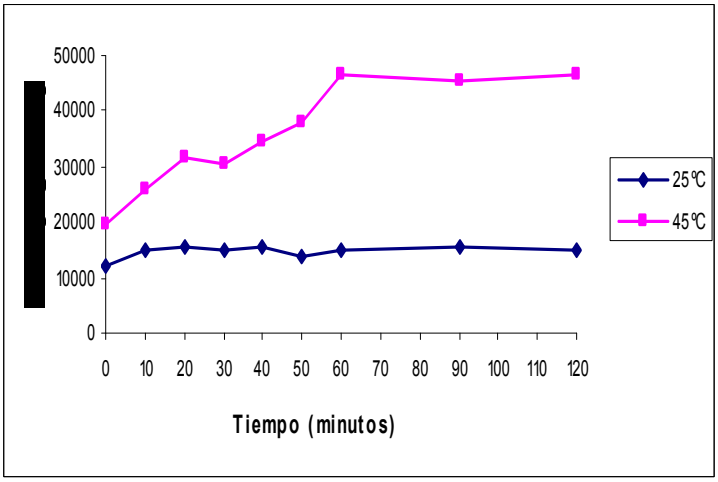


Figura 4. Evolución de la DQO de las cosetas de remolacha tratada con ultrasonido a temperaturas de 25º C y 45º C en función del tiempo.

En las gráficas anteriores se puede observar que la temperatura tiene un efecto significativo en este pretratamiento. Así se observa que al elevar la temperatura (45ºC) se obtiene un mayor incremento en la solubilización de la materia orgánica medida como DQO. Igualmente se puede observar que el tiempo óptimo del pretratamiento es de 40 minutos para el alperujo, dándose incluso un efecto contraproducente a mayor tiempo, y de 60 minutos para las cosetas de remolacha.

A continuación, y después de seleccionar la mejor temperatura y el mejor tiempo de tratamiento, se probó el efecto de la adición de un agente alcalino (NaOH) y se han ensayado concentraciones correspondientes al mismo rango de las utilizadas en el pre-tratamiento químico. En la tabla 3 se muestran los incrementos de solubilización de la materia orgánica medida como DQO en este pre-tratamiento para cada residuo.

Alperujo		**Cosetas de remolacha**	
Dosis NaOH	**Δ % DQO**	**Dosis NaOH**	**Δ % DQO**
0,0625 N	275	0,125 N	716,7
0,1875 N	435	0,25 N	1038,9
0,3125 N	805	0,375 N	444,4
0,375 N	1038,1	0,5 N	1483,3

Tabla 3. Rendimientos de solubilización de materia orgánica del alperujo y cosetas de remolacha utilizando como pretratamiento la sonicación en función de la concentración de NaOH

La aplicación del pretratamiento al alperujo y a las cosetas de remolacha puede llegar a suponer aumentos del orden de 1000 y 1500% de la materia orgánica, medida como DQO, respectivamente, cuando se emplean las condiciones óptimas determinadas en este trabajo: temperatura de 45ºC, concentración de NaOH 0,375 N y períodos de sonicación (a 24 kHz) de 40 y 60 minutos para alperujo y cosetas de remolacha, respectivamente.

2.5. Estudio comparativo y selección de pretratamientos aplicados

En la tabla siguiente se presentan seleccionados los resultados más relevantes obtenidos empleando las mejores condiciones para cada pretratamiento y tipo de residuo.

Tipo de pretratamiento	**Condiciones Alperujo - Cosetas de remolacha**	**Δ DQO (%)**	
		Alperujo	**Cosetas de remolacha**
Mecánico	< 1 mm	198	17,1
Químico	NaOH 0,375 N	36,8	213
Biológico	Alperujo: 10^7esporas/ mL - Cosetas de remolacha: 10^8esporas /mL	15,1	331
Sonicación	45 ºC – NaOH (Alperujo: 0,375N - Cosetas de remolacha: 0,5N)	1038,1	1483

Tabla4. Comparación de rendimientos de mejores condiciones de distintos pretratamientos.

El pretratamiento de sonicación, combinado con la adición de hidróxido sódico como agente químico, ha resultado el más eficaz de todos los ensayados en este estudio, tomando como base los incrementos de materia orgánica disuelta para ambos residuos.

3. Conclusiones.

-Los residuos agrícolas son residuos muy heterogéneos y de difícil degradación, por lo que en este trabajo, se ha optado por la aplicación de distintos tipos de pretratamientos con el objetivo de favorecer la hidrólisis de la materia orgánica contenida en dichos residuos y facilitar su posterior tratamiento anaerobio.

-Los resultados de este estudio han alcanzado los objetivos requeridos y se han conseguido aumentos significativos de solubilización de la materia orgánica contenida en los residuos agrícolas estudiados.

-Este trabajo constituye la primera etapa de un trabajo amplio, donde se pretende estudiar la viabilidad del pretratamiento con ultrasonicación como el que daba mejores rendimientos de solubilización de la materia orgánica, y realizar ensayos de biodegradabilidad de residuos pretratados frente a los que están sin pretratar con el objetivo de fomentar la producción de biogas.

Agradecimientos.

A la AECI, Agencia Española de Cooperación Internacional, por su apoyo financiero que ha permitido la culminación del presente trabajo de investigación.

Referencias.

[1] Fernández J., M. Pérez, L.I. Romero. (2008). Effect of substrate concentration on dry mesophilic anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) Bioresource Technology 99, (pp6075–6080).

[2] Michael P. Coughlan Animal Feed (1991). Mechanisms of cellulose degradation by fungi and Bacteria. Science and Technology 32, (pp77-100).

[3] Godliving Y. S. Mtui. (2009). Recent advances in pretreatment of lignocellulosic wastes and production of value added products. African Journal of Biotechnology Vol. 8, (pp. 1398-1415).

Análisis sobre la sensibilidad energética de los parámetros de diseño en los edificios sanitarios

Justo García Sanz-Calcedo[1]; Cuadros Blázquez, F.[2] López Rodríguez, F.[3]

[1] Dpto. Ingeniería Mecánica, Energética y Materiales. Universidad Extremadura (España). jgsanz@unex.es

[2] Dpto. Física Aplicada. Universidad Extremadura (España). cuadros1@unex.es

[3] Dpto. Expresión Gráfica. Universidad Extremadura (España). ferlopez@unex.es

Abstract. We analyze the energy and environmental sensitivity of the functional parameters of health centers, taking into account the peculiarities of these types constructive health, energy and environmental indicators proposed, based on the number of users who make use of each health center. The use of this technique to identify what parameters and variables must devote more effort, both in the planning process of a medical building, as in the design process and management.

Keywords: Energetic management; energy efficiency; environmental management

1. Introducción.

El incremento de consumos experimentado en el sector de la edificación pública en los últimos años, responde a una mejora generalizada de las condiciones de confort de los centros de trabajo, impulsado por una normativa cada vez más exigente en este sentido, así como a la poca motivación de los trabajadores en materia de ahorro y eficiencia energética y a la habitual falta de sensibilidad del diseño arquitectónico con estas tecnologías.

Aunque en los últimos años se han publicado multitud de estudios relacionados con diversa tipología de edificios, sistemáticamente se ha ido dejando de lado a un edificio singular, el Centro de Salud, edificio en el que se desarrollan las actividades propias de la Atención Primaria de Salud en los terrenos de la promoción, prevención, curación y rehabilitación de la salud a la población [1].

Se trata de una estructura sanitaria incardinada en el medio social del usuario, y por lo tanto, muy próxima al mismo, cuyas principales señas de identidad son la accesibilidad y la capacidad de resolución de los problemas de salud de la población a la que se atiende, desde una perspectiva de atención integral, que engloba aspectos preventivos, terapéuticos y rehabilitadores.

El Sistema Sanitario Público se ordena en demarcaciones territoriales denominadas áreas de salud, dentro de las cuales se dispone de las dotaciones necesarias para prestar atención

sanitaria a la población que tiene asignada cada una. Para conseguir la máxima operatividad y eficacia en el funcionamiento de los servicios de atención primaria, las áreas de salud se dividen en zonas de salud, también denominadas zonas básicas de salud [2].

La zona de salud es el marco territorial y poblacional de la atención primaria, donde se recibe la prestación sanitaria mediante acceso directo de la población y en el que se proporciona una atención continuada, integral y permanente, a través de los profesionales integrantes del equipo de atención primaria. Constituye una demarcación sanitaria única, que engloba los diferentes núcleos poblacionales asignados a cada equipo y dispone de una cabecera, en la que se ubica un Centro de Salud, estructura física y funcional que da soporte a las actividades comunes de los profesionales del equipo de atención primaria y una serie de consultorios médicos locales, donde se presta asistencia sanitaria primaria a los usuarios de una zona de básica de salud, en poblaciones distintas a la de cabecera.

Así pues, cualquier medida de mejora de la eficiencia energética de un Centro de Salud, debe tener en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades locales, así como el entorno interior y la relación coste-eficacia, y no debe contravenir otros requisitos esenciales aplicables a este tipo de edificios, tales como la accesibilidad, la seguridad y la fiabilidad de sus instalaciones.

2. Desarrollo del problema.

Los procedimientos para medir la eficiencia energética y medioambiental de edificios del sector terciario, basados tanto en cálculos a mano como en complejos programas informáticos, evalúan la eficacia mediante índices basados en el consumo de energía referidos a la unidad de superficie, construida o útil, de un edificio. Este sistema de evaluación induce a errores, pues considera un uso similar en todos los edificios y en ningún momento se tiene en cuenta otras consideraciones.

Tras un detallado análisis de la situación energética y medioambiental de los Centros de Salud de Extremadura (España), y tras establecer unos criterios generales de diseño, se ha analizado la sensibilidad energética y medioambiental de los parámetros funcionales en los mismos, teniendo en cuenta las peculiaridades sanitarias de éstas tipologías constructivas, proponiendo indicadores energéticos y medioambientales, basados en el número de usuarios que hacen uso de cada Centro de Salud.

Para poder comparar las variables energéticas de diferentes edificios, se ha procedido a identificar los consumos finales de energía eléctrica, así como los correspondientes a consumo de otros tipos de combustibles, tales como gasóleos y gas natural. Una vez identificados estos consumos, correspondientes a los años 2006 y 2007, se ha calculado el consumo medio anual, la media aritmética de los consumos de ambos años, tanto de energía eléctrica, como de combustible para calefacción.

Para calcular el consumo energético final del Centro de Salud, se ha transformado el consumo energético correspondiente de energía térmica a energía eléctrica; para ello, se ha establecido una correspondencia en función del Coeficiente de Operación (COP) de la Bomba de Calor, que suponemos un valor de 2,6 [3]. De ésta forma, se puede calcular el consumo energético

final de cada edificio, en kWh eléctricos, referido en todos los casos a un periodo de tiempo de un año.

Para poder contrastar resultados y extraer conclusiones, se ha procedido a normalizar el consumo energético anual de los Centros de Salud de la muestra en función del tamaño real del mismo, habida cuenta que se ha detectado que gran parte del parque de edificios sanitarios de Extremadura o está sobredimensionado o infradimensionado [4].

Posteriormente, se ha efectuado un análisis de sensibilidad, examinando cómo el cambio de una o varias variables afecta al resultado, como primer paso para reconocer la incertidumbre, identificando las variables más críticas y construyendo escenarios posibles que permitan analizar el comportamiento de un resultado bajo diferentes supuestos, comprobándose mediante técnicas matemáticas de análisis de sensibilidad las relaciones empíricas entre los indicadores energéticos y los parámetros funcionales, y comprobando mediante Sistemas de Información Geográfica (GIS) la posible influencia de aquellos factores relacionados con la ubicación geográfica.

La utilización de esta técnica permite identificar sobre qué parámetros y variables se debe dedicar más esfuerzo, tanto en el procedimiento de planificación de un edificio sanitario, como en el proceso de diseño y gestión del mismo.

2.1. Número de usuarios de un Centro de Salud

En un Centro de Salud se pueden distinguir dos tipos de usuarios perfectamente diferenciados: Por un lado, los usuarios correspondientes a la población en la que está ubicado en el edificio, que utilizan todos los servicios del mismo y, por otro lado, los usuarios perteneciente a la Zona Básica de Salud de referencia; estos últimos utilizan todos los servicios del Centro de Salud, excepto las consultas de medicina general en horario diurno, que las realizan en su población de residencia, siendo el médico y el enfermero los que se traslada al Consultorio Médico ubicado en ésta [5].

Se consideran unidades de apoyo, aquellas unidades que de forma independiente y contando con recursos humanos y técnico-asistenciales propios, prestan una asistencia sociosanitaria a una población de referencia en el Centro Sanitario, y que entre otras, son Radiología, Fisioterapia, Salud Mental, el Centro de Orientación y Planificación Familiar y el Centro de Atención a la Drogodependencia.

Para determinar cuál es el número real de usuarios de un Centro de Salud, se ha realizado un estudio sobre la demanda asistencial en cada uno de ellos, que se ha cotejado con los datos históricos disponibles en los archivos y fuentes documentales del sistema de información sanitaria del Servicio Extremeño de Salud.

Se ha comprobado que el número de usuarios es un parámetro cierto, que prácticamente se mantiene constante durante toda la vida útil del edificio, debido al nulo crecimiento vegetativo de la población en las zonas rurales en Extremadura [6], por lo que se puede utilizar como referencia para dimensionar el Centro de Salud.

Por otro lado, en base al análisis de los parámetros funcionales y de los datos históricos disponibles en los archivos y fuentes documentales, se ha comprobado que el número real de usuarios de los Centros de Salud, depende de tres variables: El número de habitantes de la población cabecera, el número de usuarios de la Zona Básica de Salud y el número de unidades de apoyo del Centro de Salud. En el desarrollo de la investigación, se ha comprobado que existe una relación proporcional entre las anteriores variables, demostrando de forma empírica que responden a la ecuación:

$$Us = (P_B+(0,07AP+0,5)(P_{ZBS}-P_B)) \quad (1)$$

Siendo Us el número real de usuarios, P_B el número de habitantes censados en la localidad de cabecera, AP el número de unidades de apoyo del Centro de Salud, y P_{ZBS} el número de habitantes de la Zona Básica de Salud.

2.2. *Dimensionado del Centro de Salud en función del número de usuarios*

En el transcurso de la investigación, se ha comprobado que existe una relación proporcional entre el número de usuarios del Centro de Salud y su tamaño [7]. Para ello, se ha representado gráficamente ambos parámetros, utilizando el diagrama de dispersión que se puede observar en la figura 1.

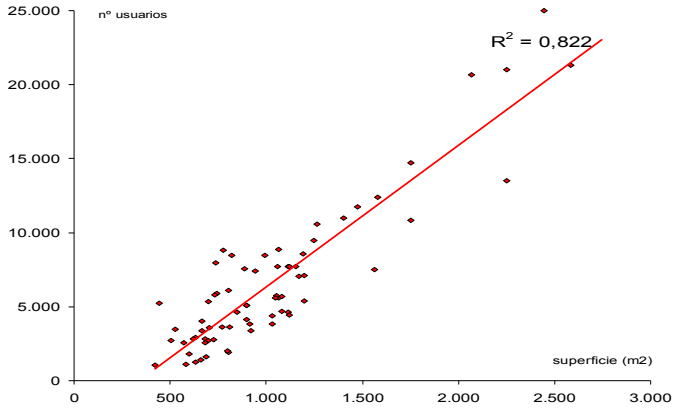


Fig. 1. Relación entre el número de usuarios y la superficie construida del Centro de Salud

Para comprobar si hay una ecuación que relacione las anteriores variables, se han utilizando herramientas informáticas de proceso de datos para calcular y trazar la recta de regresión que con una R^2 de 0,822, responde a la ecuación:

$$y = 9,58\ Us - 3.260 \quad (2)$$

Para detectar si existe alguna relación entre la ratio superficie construida por usuario y el número de usuarios del Centro de Salud, se ha procedido a representar ambos parámetros en el diagrama de dispersión mostrado en la figura 2, en la que se identifica la existencia de correlación entre los datos extraídos de los Centros de Salud de la muestra analizada, respondiendo a una curva de tipo exponencial de ecuación:

$$y = 7,48\ Us^{-0,426} \quad (3)$$

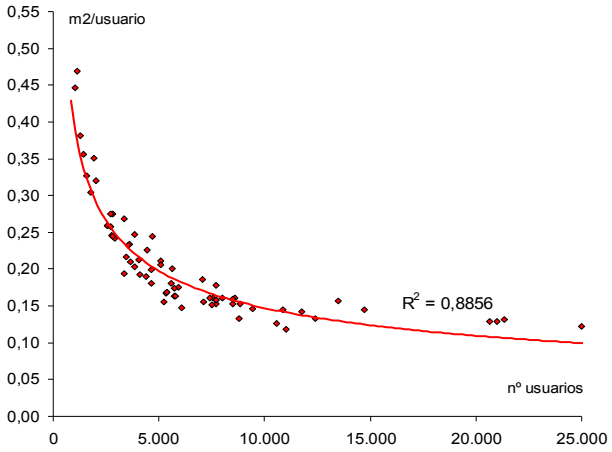


Fig. 2. Relación entre el ratio m^2/usuario y el nº de usuarios de un Centro de Salud

La muestra presenta una $R^2 = 0{,}8856$, y se observa que a menor número de usuarios es necesario disponer de más espacio por cada uno de ellos. Esto es debido a que hay ciertas unidades asistenciales que tienen una superficie mínima independiente del número de usuarios, siendo los Centros de Salud de inferior número de usuarios los que presentan un mayor ratio.

2.3. *Relación entre consumo energético anual y el número de usuarios*

El cociente entre la energía consumida anualmente por el edificio en condiciones normales, tanto climáticas como de ocupación y funcionamiento y el número de usuarios, es un indicador energético que se puede utilizar para comparar la eficiencia energética, que como se puede observar en la figura 3 tiene una gran correlación en los Centros de Salud analizados en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

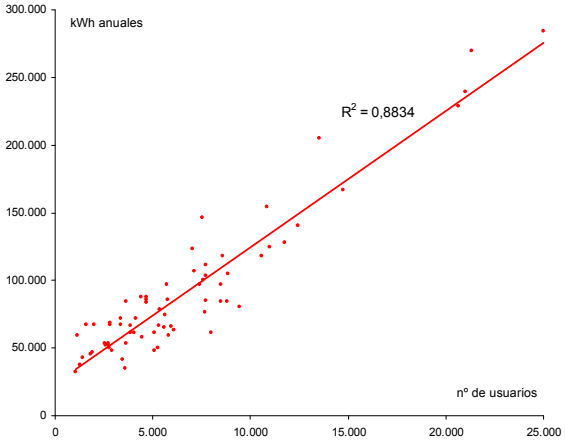


Fig. 3. Relación entre consumo energético anual y nº de usuarios del Centro de Salud

Esta relación indica que, al menos desde el punto de vista del consumo de energía final, es factible utilizar como variable independiente el número de usuarios que utilizan las instalaciones de un Centro Sanitario.

2.4. *Relación entre consumo energético por unidad de superficie y número de usuarios*

La relación entre el consumo anual de energía por unidad de superficie, medida en kWh/m^2 y el número de usuarios de cada Centro de Salud se puede observar en la figura 4, en la que se comprueba que existe una tendencia a incrementarse el consumo de energía por unidad de superficie al aumentar el número de usuarios.

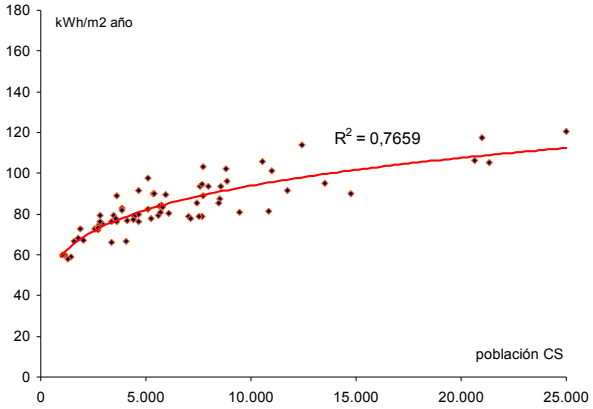


Fig. 4. Relación entre consumo energético por unidad de superficie y el nº de usuarios del Centro de Salud

Sin embargo, a partir de 7.000 usuarios aproximadamente, la tendencia se transforma prácticamente en una relación lineal. Esto es debido a que cuanto mayor es la población, el número de médicos y enfermeros es superior, lo que redunda en un mejor reparto de los usuarios por cada facultativo [8].

2.5. *Relación entre consumo energético por usuario y número de usuarios*

Para identificar si existe una relación proporcional entre el consumo anual de energía primaria por usuario (kWh/usuario) y el número de usuarios de cada Centro de Salud, se ha interrelacionado ambas variables, como se puede observar en el diagrama de dispersión mostrado en la figura 5.

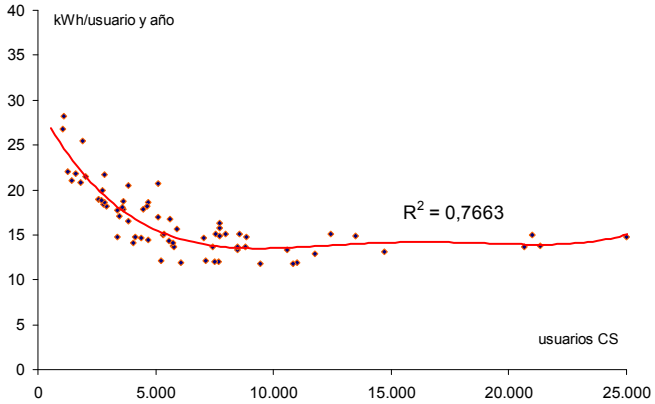


Fig. 5. Relación entre el consumo energético por usuario y el nº de usuarios del Centro de Salud

Se observa que existe correlación (R^2 = 0,7663) entre ambos parámetros, por lo que se ha procedido a calcular la curva que responde al ajuste, de tipo potencial, que responde a la ecuación:

$$y = 2.857{,}2\ x^{-0{,}5886} \qquad (4)$$

Del análisis del gráfico anterior, se deduce que los Centros de Salud de población inferior a los 5.000 usuarios, tienen un índice de eficiencia energética anual por usuario que crece de manera exponencial hasta límites insostenibles.

3. Conclusiones.

El reconocimiento de la importancia del Centro de Salud, como agente consumidor de energía durante su vida operativa y un diseño bioclimático permite una reducción en la potencia y tamaño de la instalación de iluminación, climatización y ventilación, reducción que admite sistemas de energías renovables de menor tamaño y, por ello, económicamente abordables. El empleo de sistemas de producción térmica energéticamente eficientes, la implementación de planes de mantenimiento para las instalaciones, junto con la introducción de técnicas de gestión que permitan un uso racional de la energía consumida en el edificio permitirían alcanzar, a costes razonables de actuación, un ahorro energético superior al 30 % respecto a las construcciones actuales.

Mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de los parámetros energéticos del Centro de Salud, se ha comprobado que la utilización como indicador energético principal del consumo anual de energía por unidad de superficie, es válido para analizar la eficiencia energética en los Centros de Salud existentes, pero en la construcción de nuevos edificios, estos deben dimensionarse en función del número de usuarios que realmente los utilice.

La utilización como indicador de eficiencia energética del consumo anual de energía final por usuario permite limitar el gasto energético por edificio en fase de diseño.

Referencias.

[1] PRITCHARD, P.; LOW, K.; WHALEN, M.; “Management in General Practice”. Instituto Nacional de la Salud. España (1990)

[2] JUNTA DE EXTREMADURA. “Plan de Salud de Extremadura 2009-2012”. Consejería de Sanidad y Dependencia (2009)

[3] REY MARTINEZ, F.; VELASCO GOMEZ, E.; “Eficiencia energética en edificios. Certificación y Auditorías Energéticas”. Thomson. (2006)

[4] GARCIA SANZ-CALCEDO, J.; “Análisis sobre la sensibilidad energética y medioambiental de los parámetros funcionales en los Centros Salud de Extremadura”. Tesis Doctoral. (2009)

[5] HUANG YL.; MCLAUGHLIN, C.P.; “Relative efficiency in rural primary health care: an application of data envelopment analysis”. Health Serv Res (1989)

[6] NIETO, A.; GURRIA, J.L.; “Análisis de la población de los programas de desarrollo rural en Extremadura mediante sistemas de información geográfica”. Universidad de Granada. Cuadernos Gráficos nº 36. pp. 479-495. (2005)

[7] GARCÍA SANZ-CALCEDO, J.; GARRIDO, S.; PÉREZ, C.; LÓPEZ, F.; “Gestión Energética en Servicios de Salud”. Revista Ingeniería Hospitalaria nº 34. pp. 31-38 (2007)

[8] LÓPEZ-RODRÍGUEZ, F.; GARCÍA SANZ-CALCEDO, J.; PÉREZ, C.; RUIZ, A.; “Gestión Energética en Centros Sanitarios” Revista El Médico nº 997. pp. 12-18 (2006)

A New Building Energy Performance Simulation Model

Paloma Cubillas[1], Ismael Rodríguez[1], Juan Francisco Coronel[2], Juan Luis Foncubierta[1], Gabriel González[1]

[1] Grupo de Investigación en Ingeniería Térmica (TEP221). Universidad de Cádiz. Escuela Politécnica Superior de Algeciras. Av. Ramón Puyol s/n, España, tep221@uca.es

[2] Grupo de Termotecnia (TEP143). Universidad de Sevilla. Escuela Superior de Ingenieros. Av. De los Descubrimientos. 41092, Sevilla, jfc@us.es

Abstract.

A new Whole Building Simulation Program has been developed. It reaches three fundamentals objectives that are relevant for the most important Whole Building Simulation Tools, these are: to play the real performance between the build and its HVAC systems, to be computational fast, and to let an interdisciplinary tools strategy. These objectives have been reached thanks to the no iterative and explicit nature of the simulation model, which has been developed in a modular structure base, programmed in an object oriented programming (JAVA). The new model has been validated with the ANSI/ASHRAE Standard 140-2004 "Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs".

Keywords: Software, Explicit, No Iterative.

1.- Introducción

Actualmente existen muchos programas de simulación térmica de edificios. Su uso, y la creación de nuevos simuladores ha crecido en los últimos años debido a las exigencias que la directiva 2002/91/CE [1] impuso a los países comunitarios con la intención de limitar el consumo energético del sector residencial, el cual en el año 2003 supuso el 37% de la energía final consumida en la Unión Europea [2].

La simulación térmica de un edificio implica la conjunción de los distintos sistemas que condicionan su estado termodinámico (epidermis, sistemas de climatización, condiciones medioambientales, ocupación, iluminación,...). Las ecuaciones termodinámicas que representan el comportamiento de todos éstos deberán ser resueltas para cada intervalo de tiempo de la simulación, pudiendo ser los procedimientos de resolución adoptados muy variados: secuenciales o simultáneos, explícitos o implícitos, iterativos o no iterativos, con intervalos de simulación horarios o inferiores, etc.

Los programas basados en procedimientos secuenciales trabajan, por lo general, con intervalos de tiempo horarios. Éstos, resuelven primero, para todo el año, un *módulo de cálculo de cargas* cuyos resultados alimentarán un *módulo de sistemas* que calculará el consumo energético para cada hora preciso para mantener el aire dentro de las condiciones de confort. Programas conocidos cuya metodología responde a estas características son DOE-2 [3] o BLAST[4].

Por otro lado, programas basados en procedimientos simultáneos entienden el edificio como un único sistema en el que todos los subsistemas que lo conforman interactúan de forma

dinámica (incluidos los sistemas de climatización). Así pues resuelven de forma simultánea, para cada intervalo de tiempo, el global de modelos matemáticos que caracterizan los intercambios de energía en el edificio. La filosofía del programa EnergyPlus es un ejemplo que encaja en este grupo. EnergyPlus surgió como un intento de aunar las ventajas de DOE-2 y BLAST pero pretendiendo conseguir una simulación más representativa de la realidad [5]. Para ello se basó en un procedimiento de resolución simultáneo trabajando con intervalos de simulación cortos. El acortar los intervalos de tiempo de la simulación permite además considerar el comportamiento de las estrategias de control de los sistemas de climatización, posibilitando así aproximarse aun más al objetivo de conseguir una simulación más "realista". Otros programas de reconocido prestigio que pueden ser englobados en esta categoría son el EES [6] o el TRNSYS [7].

La característica del procedimiento de ser iterativo o no iterativo, de forma indirecta, condicionará el que la metodología sea explícita o implícita, y los tiempos computacionales empleados. Un procedimiento de resolución iterativo resolverá, para cada intervalo de tiempo el global de las ecuaciones que determinan el estado termodinámico del edificio de forma independiente a los instantes de tiempo anterior y posterior (procedimiento implícito). Sin embargo, un procedimiento de resolución no iterativo precisará de información conocida del instante de tiempo anterior (procedimiento explícito). Además, lógicamente, el primer caso consumirá mayores tiempos computacionales que la opción no iterativa. El programa EnergyPlus sería un ejemplo de una metodología que recurre a un procedimiento iterativo e implícito (iteraciones sucesivas que para cada instante de tiempo reconciliarán los lados de impulsión y demanda usando la filosofía de Gauss-Seidell) [5]. Éste trabajará con intervalos típicos entre 0,1 y 0,25 horas, asumiendo mayores tiempos computacionales que para las metodologías secuenciales, en pro de conseguir una simulación físicamente más realista [5]. Por otro lado, el programa EES sería un ejemplo de metodología no iterativa y explícita, recurriendo para ello a resolver dicho conjunto de ecuaciones a partir de información de variables del instante de tiempo anterior.

Pretendiendo profundizar y avanzar en la labor investigadora dentro del marco de la optimización del consumo energético de los sistemas de climatización y ACS en la edificación, se hace necesario disponer de una herramienta de simulación que aúne como características fundamentales: una simulación representativa de la realidad que permita considerar la influencia de las estrategias de control, que sea rápida computacionalmente, y que facilite la adición de sistemas térmicos varios (nuevos elementos constructivos, sistemas de climatización y ACS, o partes de éstos) de forma sencilla y modular.

En este escenario, y teniendo como objetivos el disponer de una herramienta de simulación propia con las características enunciadas, el Grupo de Investigación de Ingeniería Térmica de la Universidad de Cádiz ha desarrollado una herramienta de simulación que alcanza dichos objetivos. Dicha herramienta ha sido validada con el estándar ANSI/ASHRAE 140-2004 "Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs", coloquialmente conocido como el "Best-Test" [8].

Esta comunicación recoge las principales características de la nueva herramienta de simulación desarrollada, además de mostrar algunos resultados de la validación positiva.

2.- Principales Características del Modelo de Simulación Térmica Desarrollado

Las principales características de la herramienta desarrollada son: poseer un procedimiento resolutivo simultáneo, explícito para el acoplamiento, e intervalos de tiempo de simulación cortos (características que la dotan de la posibilidad de considerar los efectos de los sistemas de control, y de la rapidez computacional perseguidas). Por otro lado, ésta ha sido desarrollada en base a una estructura modular y sencilla en un lenguaje de programación orientado a objetos (lo que la dota de la facilidad de adición de nuevos sistemas térmicos).

A la hora de determinar el estado térmico de un edificio, el nuevo modelo distingue entre sistemas térmicos (espacios, cerramientos opacos y semitransparentes, puentes térmicos, sistemas de climatización, etc.), solicitaciones (conjunto de excitaciones que condicionan el estado térmico de un sistema: convección superficial, radiación solar incidente exterior e interior, radiación de onda larga exterior e interior, sombras propias y arrojadas, y cargas de internas de ocupación, iluminación y equipos domésticos) y las interacciones entre éstos (flujos másicos, convectivos y radiantes).

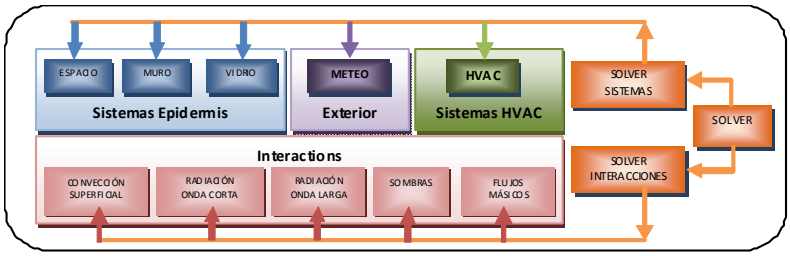


Figura 1.- Esquema del procedimiento seguido por el modelo desarrollado

Un solver genérico se encargará de dar la orden a sendos solver de sistemas e interacciones, que serán los encargados de solucionar el conjunto de sistemas participantes, y el conjunto de interacciones, respectivamente (Figura 1).

El procedimiento de resolución empleado en los solver será, como ya se ha adelantado, no iterativo y explícito para el acoplamiento, con una metodología idéntica para cada uno de los sistemas e interacciones participantes, independientemente de la naturaleza de estos. Cada uno de ellos será una "caja negra" a la que llegará la información del instante de tiempo anterior de los sistemas (y/o interacciones) con que se encuentre acoplado. Información a partir de la que resolverán las ecuaciones que caracterizan su comportamiento en base a una expresión equivalente a:

$$X_i^t = F\left(Y_1^{t-1}, Y_2^{t-1}, \ldots, Y_j^{t-1}, f \cdot X_i^t, (f-1) \cdot X_i^{t-1}\right) \qquad (1)$$

donde:

X_i^t : variable de acoplamiento del sistema objeto de estudio.

Y_j^{t-1} : variables de acoplamiento de los sistemas que interaccionan con él, que serán supuestas conocidas e iguales a las del instante de tiempo anterior.

f: factor de estabilidad, que determina la proporción en que influye el valor del instante de tiempo anterior de la variable objeto de estudio (X_i^{t-1}) en el cálculo de las solicitaciones que afectan al estado del sistema objeto de estudio para el instante t. Un valor de $f=0$ implicará un procedimiento de resolución explícito puro.

Nótese que al hablar de las características del procedimiento implementado éste se ha descrito como "explícito para el acoplamiento". El factor f justifica dicha expresión. Véase como en lo referente a las variables de los sistemas acoplados con el que es objeto de estudio (Y_j^{t-1}), éstas son siempre del instante de tiempo anterior. Sin embargo, en lo referente a la variable objeto de estudio (X_i) ésta participará en los cálculos de forma explícita (X_i^{t-1}) y/ o de forma implícita (X_i^t) en función del *factor de estabilidad* adoptado. Es por ello que el método se asegura "explícito para el acoplamiento", pero no así para las variables objeto de estudio.

Consecuencia de la naturaleza explícita de la metodología, es la necesidad de emplear intervalos de tiempo de simulación lo suficientemente pequeños como para asegurar que la evolución de las variables implicadas en el procedimiento de resolución sea suave para cada salto de tiempo (no sería lógico recurrir a información del instante de tiempo anterior para resolver un instante determinado si la evolución de los sistemas implicados no fuera suave en el "salto"). Así pues, cuanto inferior sea el intervalo de tiempo utilizado mejores serán los resultados obtenidos, pero sin embargo, mayores serán los tiempos de CPU empleados. Por tanto, habrá de encontrarse un equilibrio entre ambos conceptos (precisión y rapidez computacional). Un intervalo de simulación de 5 minutos consigue dicho equilibrio, en base a lo que éste es el intervalo de tiempo de simulación por defecto del programa, (que podrá ser modificado según las necesidades circunstanciales).

En base pues a la metodología representada con la ecuación 1, cada uno de los sistemas partícipes resolverá, de forma independiente (dentro de su particular "caja negra"), su estado térmico para cada instante de tiempo. A continuación, y a modo de ejemplo, se muestra la implementación detallada del método para el caso del sistema cerramiento opaco.

3.- Implementación del método en el sistema cerramiento opaco

El modelo implementado para la resolución de la transferencia de calor transitoria en muros consiste en el Método de los Factores de Respuesta, empleando las Transformadas de Laplace para el cálculo de los coeficientes, para el que se ha optimizado el proceso de obtención de raíces adecuándolo a simulaciones con intervalos de tiempo inferiores a una hora [9].

Las metodologías de conducción transitoria para cerramientos opacos permiten el cálculo de los flujos de calor superficiales a partir de las temperaturas superficiales. Éstas igualmente, permiten el sentido inverso, es decir, la obtención de las temperaturas superficiales a partir de los valores de flujo de calor superficial. Así para este caso se obtiene que:

$$\begin{aligned} T_1^t &= a_1 \cdot q_1^t + b_1 \cdot q_2^t + c_1 \\ T_2^t &= a_2 \cdot q_1^t + b_2 \cdot q_2(t) + c_2 \end{aligned} \qquad (2)$$

donde:

$$a_1 = \left(\frac{X^0}{X^0 \cdot Z^0 + (Y^0)^2} \right) \quad b_1 = -\left(\frac{Y^0}{X^0 \cdot Z^0 + (Y^0)^2} \right) \quad c_1 = -\left(\frac{(X^0 \cdot D1 - Y^0 \cdot D2)}{X^0 \cdot Z_0 + (Y^0)^2} \right)$$
$$a_2 = \left(\frac{Y^0}{X^0 \cdot Z^0 + (Y^0)^2} \right) \quad b_2 = \left(\frac{Z^0}{X^0 \cdot Z^0 + (Y^0)^2} \right) \quad c_2 = -\left(\frac{(Y^0 \cdot D1 + Z^0 \cdot D2)}{X^0 \cdot Z^0 + (Y^0)^2} \right) \qquad (3)$$

$$D_1 = c\, q_1^{t-1} + \sum_{j=1}^{p} T_1^{t-j}\left(Z^j - c\, Z^{j-1}\right) + \sum_{j=1}^{p} T_2^{t-j}\left(Y^j - c\, Y^{j-1}\right)$$
$$D_2 = c\, q_2^{t-1} + \sum_{j=1}^{p} T_2^{t-j}\left(X^j - c\, X^{j-1}\right) - \sum_{j=1}^{p} T_1^{t-j}\left(Y^j - c\, Y^{j-1}\right) \quad (4)$$

y donde a su vez:

$$q_1^t = q_{cv,1}^t + q_{RL,1}^t + q_{RC,1}^t$$
$$q_2^t = q_{cv,2}^t + q_{RL,2}^t + q_{RC,2}^t \quad (5)$$

Puesto que el procedimiento de resolución propuesto es no iterativo y explícito para el acoplamiento, en el cálculo de los flujos de calor, las temperaturas de los sistemas acoplados serán supuestas conocidas e iguales a las del instante de tiempo anterior. Respecto a las temperaturas superficiales del muro objeto de estudio, que en este caso son las incógnitas, se recurre al uso del factor de estabilidad *f* para determinar la influencia del valor de dichas variables en el instante de tiempo anterior.

En lo referente al cálculo del flujo convectivo *(q_{cv})*, éste se obtiene fácilmente a partir de la Ley de Newton a la que se aplica el concepto del *factor de estabilidad*, en la forma:

$$q_{cv,1}^t = h_1 \cdot \left[\left(f \cdot T_1^t + (1-f) T_1^{t-1}\right) - T_{\infty,1}^{t-1}\right]$$
$$q_{cv,2}^t = h_2 \cdot \left[\left(f \cdot T_2^t + (1-f) T_2^{t-1}\right) - T_{\infty,2}^{t-1}\right] \quad (6)$$

En lo referente a los flujos de calor de radiación de onda corta *(q_{RC})*, éstos serán calculados a partir de información procedente de los ficheros meteorológicos (la irradiación de onda corta incidente sobre una superficie horizontal). Un módulo de cálculo de irradiaciones estimará la inclinación del rayo sobre cada superficie del edificio, así como las sombras proyectadas en el mismo, información que permitirá calcular el total de radiación de onda corta incidente sobre cada superficie para cada instante de tiempo.

La expresión para el cálculo de los flujos de calor de onda larga *(q_{RL})* es el resultado de una reformulación del intercambio de onda larga para adaptarse al procedimiento implementado. El desarrollo de la adaptación llevada a cabo se resumirá en el siguiente apartado. La expresión resultante final será:

$$q_{RL,1}^t = m_1 \cdot \left[f \cdot T_1^t + (1-f) T_1^{t-1}\right] + n_1$$
$$q_{RL,2}^t = m_2 \cdot \left[f \cdot T_2^t + (1-f) T_2^{t-1}\right] + n_2 \quad (7)$$

Así pues, calculando los flujos calor en base a lo expuesto, la ecuación 2 podrá expresarse como:

$$\begin{aligned} T_1(t) = {} & a_1 \cdot h_1 \cdot \left(\left[f \cdot T_1(t) + (1-f) T_1(t-1)\right] - T_1^{\infty}(t-1)\right) + a_1 \cdot \left(m_1 \cdot \left[f \cdot T_1(t) + (1-f) T_1(t-1)\right] + n_1\right) + \\ & + a_1 \cdot q_1^{RC}(t) + b_1 \cdot h_2 \cdot \left(\left[f \cdot T_2(t) + (1-f) T_2(t-1)\right] - T_2^{\infty}(t-1)\right) + b_1 \cdot \left(m_2 \cdot \left[f \cdot T_2(t) + (1-f) T_2(t-1)\right] + n_2\right) \\ & + b_1 \cdot q_2^{RC}(t) + c_1 \\ T_2(t) = {} & a_2 \cdot h_1 \cdot \left(\left[f \cdot T_1(t) + (1-f) T_1(t-1)\right] - T_1^{\infty}(t-1)\right) + a_2 \cdot \left(m_1 \cdot \left[f \cdot T_1(t) + (1-f) T_1(t-1)\right] + n_1\right) + \\ & + a_2 \cdot q_1^{RC}(t) + b_2 \cdot h_2 \cdot \left(\left[f \cdot T_2(t) + (1-f) T_2(t-1)\right] - T_2^{\infty}(t-1)\right) + b_2 \cdot \left(m_2 \cdot \left[f \cdot T_2(t) + (1-f) T_2(t-1)\right] + n_2\right) \\ & + b_2 \cdot q_2^{RC}(t) + c_2 \end{aligned} \quad (8)$$

Como puede observarse, se consigue la resolución del problema del cálculo de las temperaturas superficiales del cerramiento opaco, adaptándose al procedimiento no iterativo y

explicito para el acoplamiento. Véase como, efectivamente, la ecuación 7 responde a la expresión genérica del método (ecuación 1) de la siguiente forma:

$$T_1^t = F\left(T_i^{t-1}, T_\infty^{t-1}, q_{RC}^{t-1}, f\cdot T_1^t, (1-f)\cdot T_1^{t-1}\right)$$
$$T_2^t = F\left(T_i^{t-1}, T_\infty^{t-1}, q_{RC}^{t-1}, f\cdot T_2^t, (1-f)\cdot T_2^{t-1}\right) \quad (9)$$

4.- Acoplamiento de la Radiación de Onda Larga a la Metodología Explícita no Iterativa

El cálculo del intercambio radiante de larga debía reformularse para adaptar el cálculo del flujo de radiación de onda larga a la filosofía del procedimiento implementado. El flujo de calor de radiación de onda larga en una superficie "i" determinada será función de:

$$q_i^{RL} = f\left[\left(T_i^t\right)^4, \left(T_1^t\right)^4, \left(T_2^t\right)^4, \ldots, \left(T_n^t\right)^4\right] \quad (10)$$

Sin embargo, para poder acoplar éste flujo al procedimiento no iterativo y explícito para el acoplamiento, se precisa que la expresión para su cálculo responda a:

$$q_i^{RL} = F\left[f\cdot T_i^t, (1-f)T_i^{t-1}, T_1^{t-1}, T_2^{t-1}, \ldots, T_n^{t-1}\right] \quad (11)$$

Para conseguir esto se procedió a la reformulación del Método de la Radiación Neta [10]. Con éste, se alcanza una expresión matricial que relaciona los flujos de calor de radiación de onda larga y las temperaturas superficiales de todas las superficies participantes en el intercambio, de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_i \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A1_{11} & \cdots & \cdots & \cdots & A1_{1n} \\ \vdots & \ddots & & & \vdots \\ A1_{i1} & \cdots & A1_{ii} & \cdots & A1_{in} \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ A1_{n1} & \cdots & \cdots & \cdots & A1_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} T_1^4 \\ \vdots \\ T_i^4 \\ \vdots \\ T_n^4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A2_1 \\ \vdots \\ A2_i \\ \vdots \\ A2_n \end{bmatrix} \quad (12)$$

Expresión, a partir de la que puede verse como el flujo de calor de radiación de onda larga para una superficie *i* determinada será calculado tal que:

$$q_i = \left(A1_{i1}\cdot T_1^4 + \ldots + A1_{ii}\cdot T_i^4 + \ldots + A1_{in}\cdot T_n^4\right) + A2_i \quad (13)$$

Considerando conocidas del instante de tiempo anterior las temperaturas superficiales de todos los medios participantes (a excepción de la temperatura de la superficie de la que se esté calculando el flujo radiante), se tendrá que:

$$q_i^{RL} = f\left(\left(T_i^t\right)^4, \left(T_1^{t-1}\right)^4, \left(T_2^{t-1}\right)^4, \ldots, \left(T_n^{t-1}\right)^4\right) \quad (14)$$

En base a esto, linealizando y reagrupando la ecuación 13, se consigue una expresión para el flujo de calor de superficie *i*, en función tan sólo de la temperatura de dicha superficie y de unas constantes que han sido denominadas *m* y *n,* en la forma:

$$q_i^{RL}(t) = m_i\cdot\left[f\cdot T_i^t + (1-f)T_i^t\right] + n_i \quad (15)$$

donde:

$$m_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n} -A1_{ij}\cdot 4\cdot T_{m,ij}^{t-1} \quad ; \quad n_i = A2_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n} A1_{ij}\cdot 4\cdot\left(T_{m,ij}^{t-1}\right)^3\cdot T_j^{t-1} \quad (16)$$

5.- Validación

La validación del método de simulación térmica de edificios propuesto se ha llevado a cabo con el procedimiento establecido en el Estándar de ASHRAE para la Evaluación de Programas de Análisis Energético en la Edificación [8].

Los resultados obtenidos para todos los casos han sido correctos, estando todos ellos dentro de la tendencia seguida por los programas referenciados en el Standard. A continuación se muestran alguno de ellos:

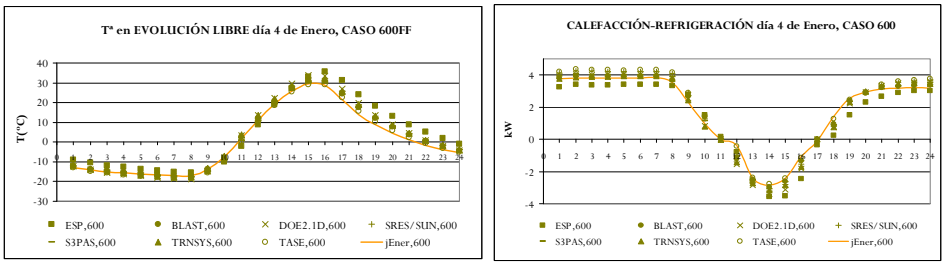


Gráfico 1.- Evolución del día 4 de Enero para el caso 600FF

6.- Conclusiones:

Se ha desarrollado un nuevo modelo de simulación térmica de edificios en el seno del Grupo de Investigación de Ingeniería Térmica de la Universidad de Cádiz, que consigue los objetivos de ofrecer una simulación representativa de la realidad permitiendo considerar los sistemas de control de los equipos de climatización y ACS, que trabaja con tiempos computacionales ajustados, y que facilita la adición de nuevos sistemas y componentes adicionales. Sus principales características son: un procedimiento no iterativo y explícito para el acoplamiento, intervalos de simulación cortos, tratamiento homogéneo de todos los sistemas térmicos participantes independientemente de su naturaleza, y estructura modular.

7.- Referencias:

[1] *Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de Diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.*

[2] *Energy Information Administration*. Información disponible en <www.eia.doe.gov>

[3] Energy and Environment Division Building Energy Simulation Group, *DOE-2 Engineers Manual*, Version2.1A, November 1982

[4] *BLAST, Building loads analysis and system thermodynamics, version 3*. University of Illinois, Urbana-Champain, Blast Support Office, IL, USA, 1986.

[5] *EnergyPlus Engineering Reference. The References to EnergyPlus Calculations*. University of Illinois. U.S. Department of Energy. Disponible en <www.energyplus.gov>

[6] Energy System Research Unit. 2002. The ESP-r System for Building Energy Simulation, User Guide Version 10 Series, October 2002. Glasgow: University of Strathclyde. Disponible en < http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm>

[7] Klein at all. *TRNSYS 16 – A TRaNsient System Simulation program, User manual*. Solar Energy Laboratory. Madison: University of Wisconsin-Madison. 2004.

[8] *ANSI/ASHRAE Standard 140-2004. Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.*

[9] R. Maestre I., Cubillas P.R., Pérez-Lombard L., "*Transient heat conduction in multi-layer walls: An efficient strategy for Laplace's method*", Energy and Buildings, DOI: 10.1016/J.ENBUILD.2009.10.023

[10] Siegel R and Howell J R 2002 *Thermal Radiation Heat Transfer* (New York: Taylor and Francis) ch 6 section 3.1.

Validación de un nuevo software de simulación de edificios mediante método explícito.

Juan Luis Foncubierta Blázquez[1], Ismael Rodríguez Maestre[1], Paloma Cubillas Fernández[1] and Gabriel González Siles[1]

[1] Departamento de Máquinas y Motores Térmicos, Universidad de Cádiz, Av. Ramón Puyol s/n, España, tep221@uca.es

Abstract. The research group of Thermal Engineering of the University of Cadiz has developed a thermal simulation software for buildings based on the explicit resolution of the system through simulation steps in short time intervals. There are not many existing programs currently using this simulation method is therefore more interest charged by the study of the procedure and open up a new route in terms of such programs is concerned. So this article makes a comparison with several reference programs used, and adjusted the program developed for a simulation time interval of five minutes. Simple cases will be studied in several free evolutions by comparing the pre-defined parameters of interest and some examples with the introduction of a small model of autonomous system to study the influence of non-inertial systems in the explicit method.

Keywords: Building simulation.

Introducción

En el presente artículo se procede a la comparación de dos modelos de simulación térmica de edificios a través de dos de los programas con más prestigio existentes en la actualidad. Además, se validarán los resultados obtenidos con el programa jEner desarrollado por el grupo de investigación de Ingeniería Térmica de la Universidad de Cádiz.

Los programas de simulación térmica y energética de edificios han adquirido mayor importancia en los últimos años debido principalmente a las nuevas directivas de ahorro energético propuesta por la Directiva Europea CE 91/2002 .

Por ello desde el grupo de investigación de Ingeniería Térmica de la Universidad de Cádiz se ha desarrollado un software de simulación térmica de edificios basado en la resolución explícita del sistema mediante pasos de simulación en intervalos de tiempo corto. No son muchos los programas existentes en la actualidad que utilizan este método de simulación, es por ello, que cobra más interés el estudio de dicho modelo.

Así la validación es un procedimiento necesario para cualquier proceso de desarrollo de software con el fin de garantizar el buen funcionamiento de los mismos y dotarlos de credibilidad y confianza para que puedan ser utilizados por los usuarios correctamente [1]. Existen numerosos tipos de tests y procedimientos para validar este tipo de software [2, 3, 4 y 5], entre los que destaca el procedimiento IEA BESTEST [6], adaptado y publicado por

ASHRAE como un método estándar de validación de programas de evaluación energética en edificios.

Estas metodologías para la validación de software de simulación de edificios se clasifican en [1]:

- *Validación empírica*: Los datos obtenidos son comparados con una edificación real, o con un experimento en celdas test.
- *Validación analítica*: Comparación de los datos obtenidos con un ejemplo o situación cuya solución analítica exacta sea conocida o cuya solución implique el uso de métodos numéricos generalmente aceptados. Esta solución solo se limita a casos muy sencillos donde son pocas las variables implicadas.
- *Test comparativo*: El programa objeto es comparado con otros programas similares de reconocido prestigio.

BESTEST comprende una batería de pruebas y cuyo veredicto se realiza mediante test comparativo. Dicha validación se ha realizado satisfactoriamente sobre jEner, y aunque no es objeto del presente artículo, hay que destacar que en algunas pruebas la diferencia entre los programas de referencia se encuentra en torno al 20%.

Así el presente artículo tiene como objeto realizar una comparativa entre los métodos más utilizados en la simulación térmica de edificios para el cálculo de cargas térmicas, para varios casos simulados, incidiendo en los parámetros principales que provocan la diferencia entre ambos, así como la realización de una validación preliminar del software propuesto con equipos activos.

La validación preliminar que se presenta en el artículo se realiza mediante *test comparativo* con dos programas de referencia, de prestigio internacional, como son DOE2 [7] y ENERGYPLUS [8 y 9].

DOE2 es un motor de simulación desarrollado por el Departamento de Energía de EEUU. Escrito en FORTRAN, su principal característica es la utilización del método "Weighting Factors" [10] para el cálculo de las cargas térmicas del edificio. Además DOE2 utiliza un período de una hora de simulación.

Por otra parte, ENERGYPLUS utiliza programación modular (FORTRAN 90) y se diferencia del anterior por utilizar un balance másico y energético para el cálculo de las cargas térmicas así como un proceso de simulación mediante pasos de tiempo corto variables. Cabe destacar la gran similitud del método de simulación de ENERGYPLUS con jEner.

Software a validar [jEner]

El modelo de simulación térmica, jENER, se caracteriza por poseer un esquema de resolución que integra los balances energéticos de todos los sistemas térmicos participantes para cada intervalo de tiempo de la simulación. Dicho intervalo es configurable por el usuario, y permite considerar la evolución real de los equipos HVAC. Destacar la diferencia fundamental entre

este tipo de estrategia de resolución y las utilizadas por programas de simulación horarios (lo cuales aproximan el consumo horario del equipo mediante curvas de comportamiento).

En cuanto a la estructura, esta herramienta se encuentra programada en JAVA, lenguaje actual orientado a objetos que ha permitido añadirle modularidad y agilidad.

Metodología

Una vez definidos los objetivos principales del estudio, se procede a la elección del software de referencia que se va a utilizar. Como se ha apuntado anteriormente, los programas de referencia son DOE2 y ENERGYPLUS. La elección de estos programas se ha basado en sus modelos de simulación, ya que usan los métodos más extendidos para el cálculo de cargas térmicas y temperatura del aire, y por ser a su vez, dos programas de referencia internacional. Así DOE utiliza el método de los Weighting Factors, mientras que ENERGYPLUS utiliza el balance energético del aire para el mismo cometido. Este último método y software cobran más relevancia en el estudio ya que es el método utilizado por jENER.

A continuación se han elegido los casos a simular. Para ello se han elegido dos tipologías de edificios, una más compacta y pequeña, y otra de mayor volumen, con el fin de poder evaluar la influencia del tipo de edificación en los dos métodos. Dichos edificios se simularán para tres localidades representativas del clima español, durante un período de un año, en evolución libre y con un sistema autónomo de climatización con el fin de evaluar la influencia de éste.

Con la definición de los casos, se ha procedido a estandarizar las propiedades que caracterizan cada caso mediante un proceso sistemático de comprobación de datos meteorológicos, coeficientes de película, propiedades térmicas de los materiales implicados, etc. Así se asegura una perfecta comparativa entre los programas evaluados.

Propiedad	Oficina	Centro Comercial
Resistencia Fachadas exteriores (m^2K/W)	0.5313	0.089
Resistencia Cubierta exteriores (m^2K/W)	0.5313	0.089
Conductividad Vidrios (W/mK)	300	300
Coeficiente de convección exterior (W/m^2K)	17	17
Coeficiente de convección interior (W/m^2K)	8.34	8.34
Perfil de Ocupación y Equipos (h)	8-19	8-22

Tabla 1. Propiedades térmicas principales de los casos estudiados.

Por último se ha procedido al análisis de los resultados obtenidos mediante el estudio de la evolución de la temperatura interna del edificio en los tres programas.

Software de comparación

Se han utilizado dos programas de referencia para comparar resultados. Dichos programas son DOE2 y ENERGYPLUS, programas recomendados por el Departamento de Energía de los EEUU [11].

Se han utilizado estos programas ya que son actualmente un referente internacional y de reconocido prestigio en la simulación energética de edificios, y utilizan los dos métodos más extendidos para el cálculo de cargas en los edificios.

Método de balance energético

Este método se basa en el principio de la conservación de la energía. Para la aplicación de este método se supone: Mezcla perfecta del aire, distribución uniforme de temperaturas en las superficies, irradiación uniforme tanto en onda corta como en onda larga, radiación difusa en superficies y conducción unidimensional.

Generalmente, el balance energético se realiza en cada cerramiento de la zona térmica, más la ecuación de balance en el aire. Resolviendo este conjunto de ecuaciones podemos calcular las temperaturas de las superficies en los cerramientos así como la temperatura del aire. Suponiendo que el aporte energético del sistema de climatización es función de un control lineal del mismo se obtiene la siguiente expresión para el balance de aire:

$$q_{sysj} = a + bt_{aj} \tag{1}$$

$$t_{aj} = \frac{a + \sum_{i=1}^{N} A_i h_{ci} t_{si_{,j}} + \rho c V_{\inf il_j} t_{o_j} + \rho c V_{vent_j} t_{v_j} + q_{c,\mathrm{int}_j}}{-b + \sum_{i=1}^{N} A_i h_{ci} + \rho c V_{\inf il_j} + \rho c V_{vent_j}} \tag{2}$$

Estas ecuaciones deben acoplarse con el balance de calor en el exterior y balance en zonas adyacentes. Así el sistema puede incurrir en un proceso iterativo para su resolución implícita, o en un proceso secuencial para la resolución explícita. En la práctica es común asumir diversas simplificaciones que facilitan el proceso de cálculo. Una de las más comunes trata de resolver la ecuación suponiendo la temperatura de los sistemas no inerciales constante en dicho período de simulación.

Weighting-Factors

Este es un método para el cálculo instantáneo de las cargas sobre la zona así como su temperatura. Se encuentra entre, los métodos más sencillos (cálculo en régimen permanente) y los más complejos (método de balance de energía).

Los weighting-factors representan las funciones transformadas en Z de las ecuaciones diferenciales que modelan las características físicas del edificio, el exterior y su comportamiento. Dos grupos de factores son usados normalmente: cálculo de ganancia térmica y temperatura de la zona.

Para el cálculo de cargas térmicas, los factores se determinan mediante la aplicación de un pulso unitario de energía en el modelo de la zona. Este modelo se compone de un conjunto de ecuaciones en Z que representan el balance energético de la zona. Para cada paso de tiempo (normalmente 1 hora) el flujo de energía en la zona se obtiene como la fracción de pulso que

se transforma en ganancia de refrigeración/calefacción. Manteniendo una temperatura de referencia en la zona, se calculan las ganancias. La carga de refrigeración/calefacción se calcula como la cantidad de energía que hace falta remover o añadir para mantener dicha temperatura de referencia en base a las ganancias previamente calculadas.

$$Q_\theta = v_0 q_\theta + v_1 q_{\theta-1} + \ldots - w_1 Q_{\theta-1} - w_2 Q_{\theta-2} - \ldots \quad (3)$$

Una vez calculada la carga de refrigeración/calefacción se procede a calcular la verdadera desviación de la temperatura de la zona con respecto a la supuesta anteriormente de referencia mediante los factores de la temperatura de la zona.

$$t_\theta = 1/g_0 + [(Q_\theta - ER_\theta) + P_1(Q_{\theta-1} - ER_{\theta-1}) + P_2(Q_{\theta-2} - ER_{\theta-2}) + \ldots - g_1 t_{\theta-1} - g_2 t_{\theta-2} - \ldots] \quad (4)$$

Normalmente estos factores para la temperatura de la zona están tabulados y pueden encontrarse clasificados entre el tipo de construcción del edificio (ligero, mediano y pesado).

El método de balance de calor es más analítico, requiere de menos asunciones iniciales y por ello es más flexible. El método de Weighting factors requiere de menos consumo computacional, por lo tanto es más rápido, requiere de una versión simplificada y linealizada del método de balance para el cálculo de los pesos y además es instantáneo y no necesita de iteraciones.

Casos de estudio

Se procede a definir los casos comparados así como los parámetros de interés estudiados.

La comparativa se realiza en dos ejemplos muy concretos:

- Un edificio de oficina, con un solo espacio de 25m^2 y 3m de altura. Cada fachada dispone de una ventana de 2m^2.
- Un centro comercial de un solo espacio conectado al exterior, de 1618m^2 y con una altura de 10m.

Edificio	Localidad	Caso
Oficina	Sevilla	Evolución libre
Centro comercial	Madrid	Autónomos
	Burgos	

Tabla 2. Casos simulados.

Edificio	Área(m^2)	Volumen(m^3)	Compacidad(m)	U medio (W/m^{2}K)
Oficina	25	75	0.88	1.88
Centro comercial	1618	16180	5	11.24

Tabla 3. Propiedades principales.

Resultados

A continuación se exponen los resultados más interesantes obtenidos de las simulaciones realizadas en los casos de estudio.

Influencia del tipo de edificio: Las características geométricas y funcionales del edificio son uno de los parámetros estudiados. Esta influencia se ve más acentuada en el método de los Weighting-Factors, ya que los factores de ponderación suelen estar tabulados para edificios de características estándar. Por ello la diferencia entre métodos es más acentuada en el caso de los 25m^2 de oficinas (Fig. 1 y 2).

Influencia de la localidad: Las mayores diferencias entre métodos se observan en climas más extremos (Fig. 3 y 4). La diferencia existente se asocia a la misma razón anterior.

Influencia de los sistemas: Como se ha expuesto anteriormente, el cálculo del aporte del sistema al aire de la zona se realiza de forma muy diferente dependiendo del método de cálculo. Mientras que en el método de balance, el aporte del sistema es una variable más en el conjunto de ecuaciones de equilibrio, el método de Weighting-Factors asume en primera instancia que el equipo será capaz de mantener la temperatura de referencia (Fig. 5).

A continuación se representan los resultados obtenidos de las simulaciones. En accisas se muestra la hora del día y en ordenadas la temperatura interior del espacio.

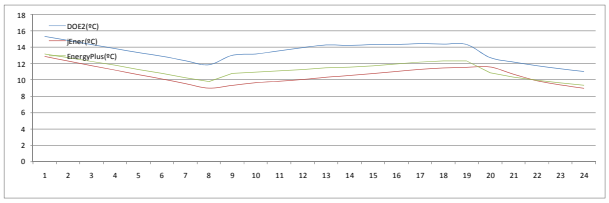


Fig. 1. Oficina-Evolución libre-Madrid-1 Diciembre

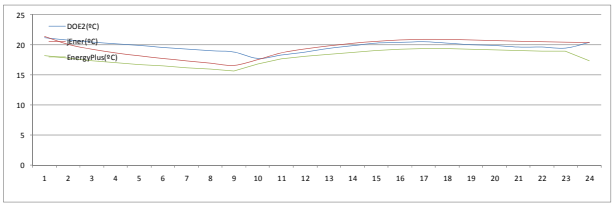


Fig. 2. Centro comercial-Evolución libre-Madrid-1 Diciembre

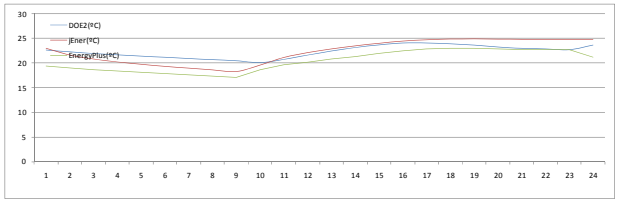


Fig. 3. Centro comercial-Evolución libre-Sevilla-1 Diciembre

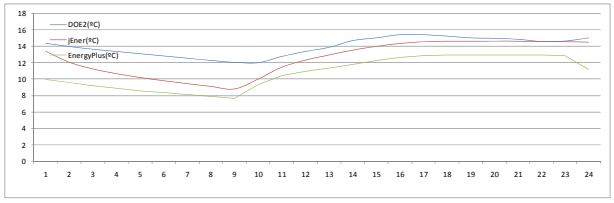


Fig. 4. Centro comercial-Evolución libre-Burgos-1 Diciembre

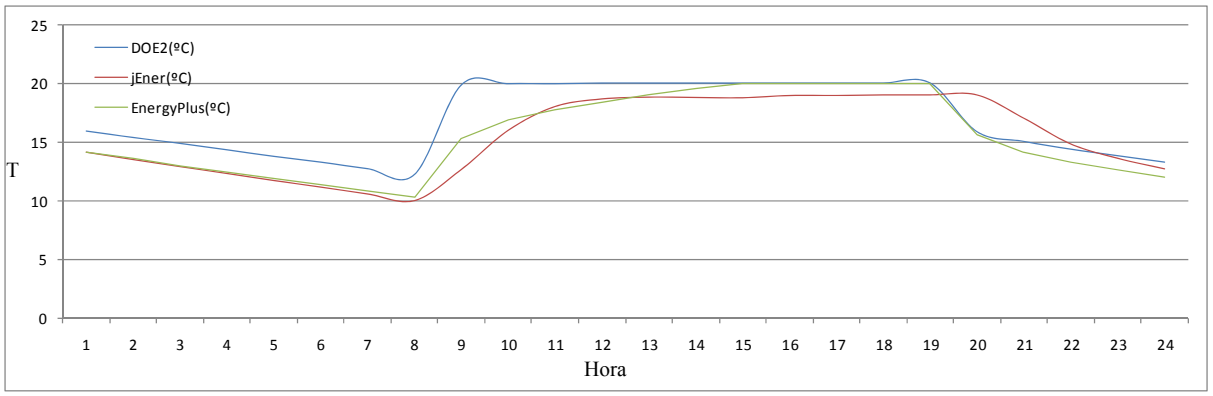


Fig. 5. Centro comercial-Equipo autónomo-Madrid-1 Diciembre

Conclusiones

En el presente artículo se ha mostrado una comparativa de dos de los métodos más extendidos en los programas de simulación térmica de edificios. Así se ha mostrado las diferencias existentes entre ellos, siendo ambos actualmente válidos y recogidos por los procedimientos de validación estándares de ASHRAE, lo que provoca en algunos casos, un gran margen de tolerancia en dicha validación.

Además se ha validado el programa de simulación desarrollado por el grupo de investigación de Ingeniería Térmica de la Universidad de Cádiz, jENER, comprobando su similitud con ENERGYPLUS, ya que como se ha expuesto a lo largo del artículo, y al igual que jENER, utiliza el modelo de simulación por balance energético.

Referencias

[1] J. Neymarka, R. J.-T. Applying the building energy simulation test (BESTEST) diagnostic method to verification of space conditioning equipment models used in whole-building energy simulation programs. Energy and Buildings 34, 2002 , 917–931.

[2] Jensen, S. O. Validation of building energy simulation programs a methodology. Energy and Buildings 22, 1995, 133-144.

[3] R. Judkoff, Validation of Building Energy Analysis Simulation Programs at the Solar Energy Research Institute, Energy and Buildings, Vol. 10, No. 3, Elsevier Sequoia, Lausanne, Switzerland, 1988, p. 235.

[4] RADU ZMEUREANU, P. F. Analytical and Inter-program Validation of a Building Thermal Model. Energy and Buildings 10, 1987, 121 - 133.

[5] Khalef Boulkroune, Y. C. Validation of a building thermal model by using ALLAN. Simulation software. Energy and Buildings 22, 1995, 45-57.

[6] ANSI/ASHRAE Standard 140-2001, Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 2001.

[7] DOE 2. http://www.doe2.com/DOE2/

[8] ENERGYPLUS http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/

[9] Drury B. Crawleya, L. K. EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program. Energy and Buildings 33, 2001, 319-331.

[10] Building Energy Tools Directory (BETD), United States Department of Energy, Washington, DC, Web address ‘‘http://www.eren.doe.gov’’ (‘‘EERE Programs & Offices’’ to ‘‘Building Technology, State and Community Programs’’) 2001.

[11] Building Energy Tools Directory (BETD), United States Department of Energy, Washington, DC, Web address ‘‘http://www.eren.doe.gov’’ (‘‘EERE Programs & Offices’’ to ‘‘Building Technology, State and Community Programs’’) 2001.

TEMÁTICA ENERGÍA:
PRIMERA SESIÓN DEL VIERNES

Reduced model of a commercial PEM fuel cell for hybrid systems of urban public transport

P. Garcia[1a], L.M. Fernández[1b], C.A. Garcia[1c], J.P. Torreglosa[2a], and F. Jurado[2b]

[1] Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, Avda. Ramon Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Cadiz), Spain, pablo.garcia@uca.es[1a], luis.fernandez@uca.es[1b], carlosandres.garcia@uca.es[1c]

[2] Department of Electrical Engineering, University of Jaen, C/Alfonso X, nº 28. 23700 Linares (Jaen), Spain, jtorregl@ujaen.es[2a], fjurado@ujaen.es[2b]

Abstract. This paper realized a reduced model of a commercial Polymer Electrolyte Membrane (PEM) FC from Nuvera, which is specially designed for hybrid systems of urban transport applications. Static and dynamic simulations are realized in order to check the performance of the FC model, thus with the static simulations the FC polarization curve is obtained and compared with the real one. Otherwise, for the dynamic simulations the proposed reduced model is integrated in a hybrid tramway as primary energy source with a Ni-MH battery secondary energy source in order to evaluate the performance of the fuel cell model and compared the obtained results of the internal and external parameters with the real ones of the fuel cell. The drive cycle and the demanded load used in these simulations belong to the tramway that actually serves the centre of Seville, a city in Spain.

Keywords: fuel cell, tramway, battery, energy management.

1. Introduction

Problems relating to oil supply, pollution, and green house effects justify the need for developing of new technologies for transportation as a replacement for the actual technology based on internal combustion engines (ICE). Fuel cells (FC) promises as the best future replacement for ICE in transportation.

A complete model including a detailed dynamic model of the main components of PEMFC system, such as described in [1], can be used to represent its behavior. However, reduced models have been developed in order to approximate the FC response, and thus enabling reduced computation time. A quite complete model is described in [2], where a screw compressor is modeled, and in addition, three valves are used: a valve to control the entering hydrogen, another one controls the cathode pressure, and the third one controls the hydrogen leaving the anode. More reduced models are used by [3,4], where the concentration voltage drops are not considered and the compressor is not modeled. In [5], a second order dynamic system represents the rotational dynamics associated with the lumped model of compressor and motor, and a pressure dependent static map is used to calculate the mass flow of the compressor.

2. PEM FC model

A commercial FC from Nuvera [7] is considered in this work for the realization of the new proposed model and its integration in the tramway hybrid system. FC selected generates a

nominal power of 127 kW-235 V, so that two of these FCs are connected in parallel in order to achieve a total net power around of 200 kW.

Each FC system is composed of the FC core associated with all the auxiliary services necessary for an embedded FC system. The FC core consists of the anode and cathode blocks, which calculates the hydrogen and oxygen partial pressure, respectively, and the stack voltage model. The auxiliary services are the compressor with DC motor controlling the air flow (oxygen) to the cathode and two hydrogen valves, one controlling the hydrogen input flow and another one the hydrogen output flow. Figure 1 shows the configuration of this reduced model.

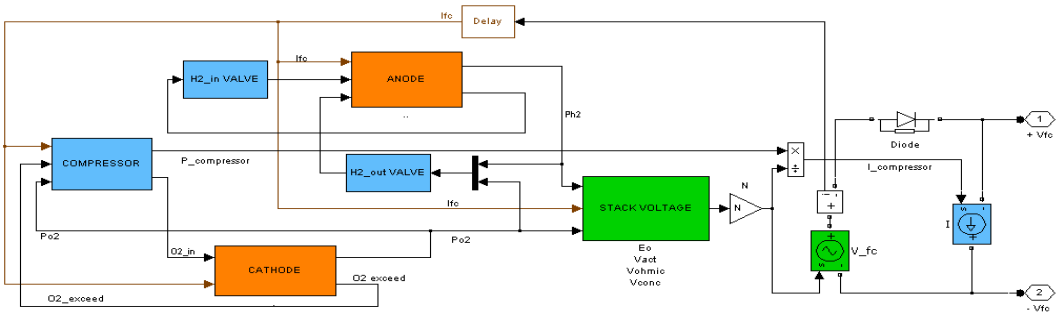


Fig. 1 Purposed reduced model of PEM FC system

2.1. *Hydrogen and Oxygen partial pressure*

The partial pressures in the anode and in the cathode are calculated from the mass conservation law and ideal gas law. In the anode block, the hydrogen partial pressure is calculated from the following equations:

$$\frac{dp_{H2}}{dt} = \frac{R_{H2} \cdot T}{V_{an}} \left(q_{H2}^{in} - q_{H2}^{out} - q_{H2}^{r} \right) \quad (1)$$

where $q_{H2}{}^{r}$ is obtained from the Faraday`s law.

$$q_{H2}^{r} = \frac{N_{cell} \cdot I_{FC}}{2 \cdot F} \quad (2)$$

The hydrogen output flow $q_{H2}{}^{out}$ is calculated from the relation between the molar flow of hydrogen and its partial pressure inside the channel [5,8]:

$$q_{H2}^{out} = K_{H2} \cdot p_{H2} \quad (3)$$

Finally, the hydrogen input flow $q_{H2}{}^{in}$ is calculated as the sum of the hydrogen flow from the upstream valve and the feedback hydrogen flow, which is obtained from Eq. (5).

$$q_{H2}^{in} = q_{H2}^{valve} + q_{H2}^{back} \quad (4)$$

$$q_{H2}^{back} = K_{back} \cdot q_{H2}^{out} \quad (5)$$

where K_{back} is the efficiency of the feedback flow process.

Similarly, the oxygen partial pressure in the cathode can be obtained from equations 1,2, and 3. For the input oxygen flow, the simple model of the compressor is the manager to control this oxygen flow.

Besides, the total pressures in the anode and cathode for the reduced model are obtained from two approximations.

2.2. FC Voltage Model

FC output voltage V_{fc} is calculated as the product of the number of cells N_{cell} and cell voltage V_{cell}. The cell voltage can be expressed from the Nernst's instantaneous voltage E_{cell} and the irreversible voltage or the loss voltage V_{irrev} [7,9]:

$$V_{fc} = N_{cell} \cdot V_{cell} \quad (6)$$

$$V_{cell} = E_{cell} - V_{irrev} \quad (7)$$

$$E_{cell} = E_{cell}^{0} - k_e \cdot (T - T_{ref}) - \frac{R_g \cdot T}{2 \cdot F} \ln\left(\frac{p_{H20}}{p_{02}^{0.5} \cdot p_{H2}} \right) \quad (8)$$

$$V_{irrev} = V_{act} + V_{conc} + V_{ohm} \quad (9)$$

where k_e is a function of the entropy change and the Faraday`s constant.

The irreversible voltage V_{irrev} represents the voltage drop due to several irreversible loss mechanisms, which causes the theoretical FC voltage drop. It is calculated as the sum of the activation voltage V_{act}, concentration voltage V_{conc} and the ohmic voltage V_{ohmic}. A simple way to calculate them is described in [7] and [9].

2.3. Compressor Model

The purpose of the compressor is to supply the inlet air mass flow to the cathode in order to maintain an oxygen excess ratio λ_{O2} equal to 2.5 [1,10], which is defined as the ratio between the oxygen supplied and the oxygen used in the cathode.

2.4. Hydrogen Valves Modelling

Two valves are used for the control of input and output hydrogen flows in order to achieve the desired utilization factor of hydrogen (relationship between the reacted and the incoming hydrogen, U_f). On the other hand, the downstream hydrogen valve controls the output hydrogen flow. The main objective of this valve is to minimize the difference of pressure between the anode and cathode.

3. Hybrid System for the Tramway

The purposed hybrid system for the tramway is composed of:

a) Two PEMFC systems, whose are considered the primary energy sources.
b) A Ni-MH battery as secondary energy source. Practical experience shows that Ni-MH, in spite of its higher cost, is the most suitable system in terms of endurance and reliability for

hybrid vehicles. The battery specifications are: 34 Ah, 756 V. It has been modelled by the Ni-MH battery model included in SimPowerSystems toolbox of Simulink® [11].

c) A classical dc/dc boost converter [12] which adapts the dc voltage supplied by the FC, 375V at its rated power, to the 750V traction standard dc bus.

d) The tramway loads, which are composed by the auxiliary services and the traction system. In this work, both loads have been modeled as controlled dc current source connected to the dc bus.

e) A braking chopper; for dissipate energy during the braking or the high des-accelerations

f) The EMS.

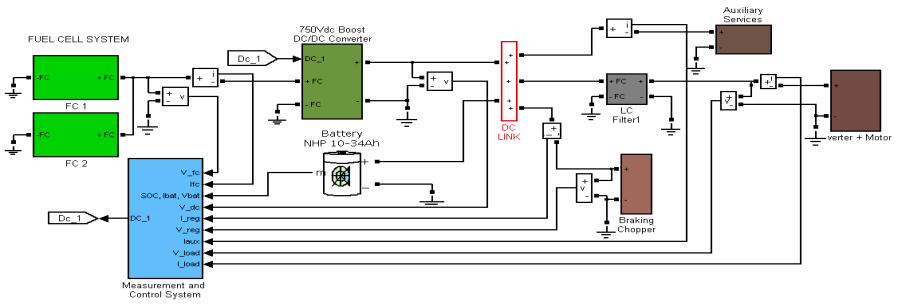


Fig. 2. Purposed model of hybrid tramway

Figure 2 shows the configuration of hybrid system for the tramway.

4. Energy Management System

The EMS determines the reference signals for the FC and the dc/dc boost converter in order to distribute accurately the power from the two electrical sources. This new control strategy presented combines a state machine control strategy based on eight states and a cascade control structure composed of two control loops.

4.1. State Machine Control Strategy

State machine control strategy is based on eight states in order to decide the operating point for each component of hybrid system. It generates the reference power for FC and battery and the power to be dissipated in braking resistor. State machine control determines the operational state according to the demanded load, the tramway speed and the battery SOC. It has been considered three levels for the battery SOC: High SOC (60%-65%), normal SOC (45%-60%) and low SOC (40%-45%). Two hysteresis cycles are used for the changes among these levels. Next table shows the eight states considered in the control strategy are detailed.

SUMMARY OF STATE CONTROL

CONDITIONS			STATE	REFERENCE POWER	
Speed (m/s)	**SOC**	**P_{load} (kW)**		**P_{fc}(kW)**	**P_{bat}(kW)**
-	High	$\leq P_{fc\ max}$	1	L.F $[P_{fc\ min}, P_{fc\ max}]$	$[0, P_{bat\ dis}]$
-	High	$\geq P_{fc\ max}+P_{bat\ dis}$	2	-	$[0, P_{bat\ dis}]$
-	High	$[P_{fc\ max}, P_{fc\ max}+P_{bat\ dis}]$	3	$P_{fc\ max}$	$[0, P_{bat\ dis}]$
-	Normal	$\leq P_{fc\ opt}$	4	$P_{fc\ opt}$	$[P_{bat\ char}, P_{bat\ dis}]$
-	Normal	$[P_{fc\ opt}, P_{fc\ max}]$	5*	L.F or L.L ($P_{fc\ max}$)	$[P_{bat\ char}, P_{bat\ dis}]$
-	Normal	$\geq P_{fc\ max}$	6	$P_{fc\ max}$	$[P_{bat\ char}, P_{bat\ dis}]$
0	Low	-	7	$P_{load}+P_{bat\ char}$	$[P_{bat\ char}, P_{bat\ dis}]$
≠0	Low	-	8	$P_{load}+P_{bat\ char}$	$[P_{bat\ char}, P_{bat\ dis}]$

*In this state FC operates with load leveling or load following control strategy depending on the demanded load. FC operates to its maximum power (load leveling control strategy) when the demanded load is higher than P_{fc_max}-P_{bat_char}, and otherwise it operates with load following.

Table. 1 Summary of states control

4.2. Cascade Control Structure

This control allows FC and battery to achieve the operating points determined by the state machine control strategy according to the operating state. This cascade control is composed of two control loops, as shown in Figure 3. The outer loop controls the battery power and the inner one controls the FC generating current.

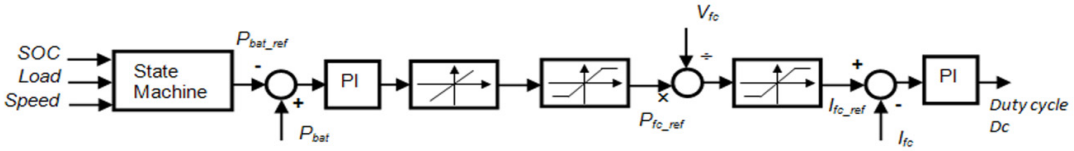


Fig. 3. Cascade control Structure

5. Simulations Results

The proposed model of PEM FC presented in this paper is evaluated in its application to the hybrid propulsion system for a real surface tramway by means of simulations, where the response of the model is compared with the principal parameters which appear in the commercial FC characteristic [7]. With this objective, steady-state and dynamic simulations have been performed implemented in MATLAB-Simulink®.

5.1. Steady-state Simulations

From the steady-state simulations, two FC characteristic curves have been represented 1) the FC polarisation curve (voltage versus current density, Fig 4a); and 2) the FC power curve (output power versus current density, Fig 4c). Output power is calculated as the difference between the power generated by the FC and the power consumed by the compressor in order to impulse air to cathode.

Figure 4a shows the FC polarisation of the commercial FC and the obtained with the purposed reduced model. Note that the FC voltage depends on the voltage losses, and they vary with the current density. Differences between the fuel cells are minimal from the connection of the stack to 1 A/cm^2 approximately, which corresponds to the common work region of the FC. The highest difference (0.03 V) occurs with a low current density; around 0.1 A/cm^2, which corresponds to FC total power of 15 kW approximately (Figure 4c). This checks the right performance of the purposed FC model.

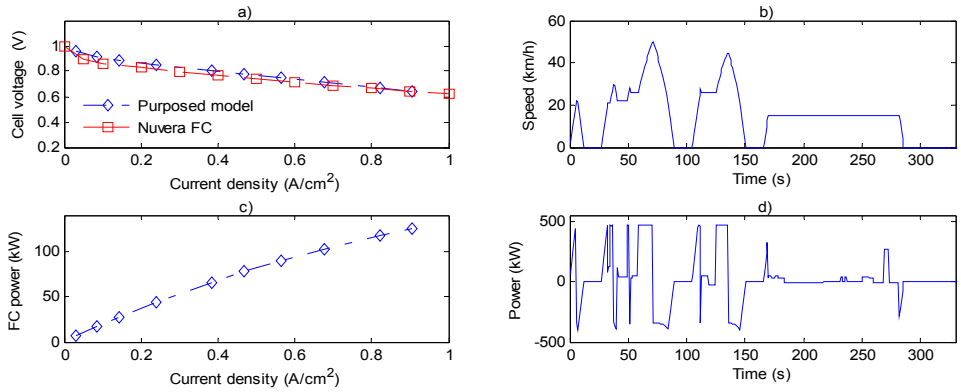


Fig. 4. (a) FC polarisation curve, (b) Tramway speed, (c) FC power curve and (d) mechanical power

5.2. Dynamic Simulations

For dynamic simulations, the model has been integrated in the described hybrid system, and the resulting models have been simulated for the real drive cycle of the Metro Centro tramway, which serves the centre of Seville, a city in Spain.

The tramway follows a symmetrical route of going and return, which last 660 s. Only 330 s have been simulated which corresponds to half of the drive cycle or to the outward route. Figure 4b and 4d show the speed and the mechanical power required by the tramway during this route.

For a better understanding of the behaviour of each FC model, the hydrogen entering and the fuel cell system efficiency are represented in Figure 5. This parameters are calculated according to [13,14], where the power associated to the hydrogen is obtained from the output fuel cell power and the internal efficiency of its. Thus, the final consume obtained is 0.72 kg and a fuel cell efficiencys whit an average value around of 47% along the simulation.

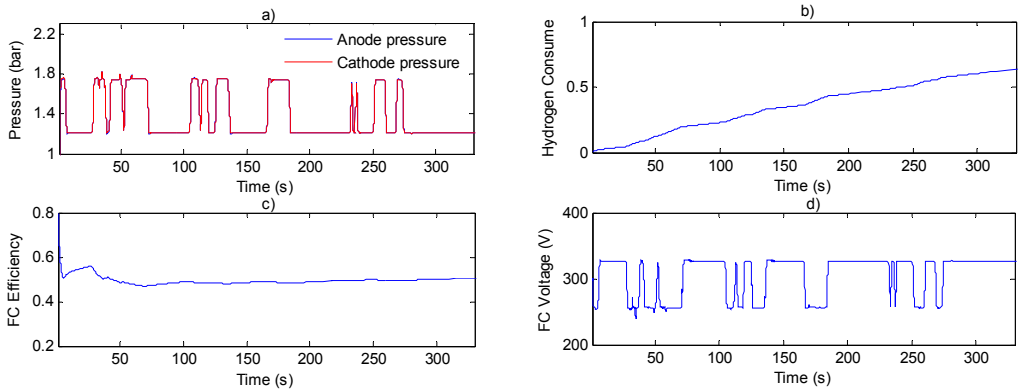


Fig. 5. (a) Total pressures (b) H_2 consume, (c) FC efficiency, and (d) FC output voltage

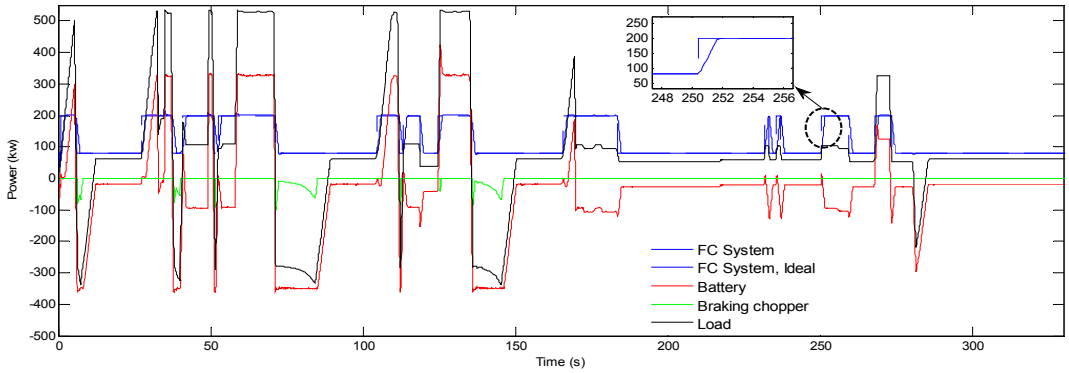


Fig. 6. (a) FC output power, (b) battery power, (c) Load power, and (d) power dissipated at braking chopper.

Figure 6 shows the performance of hybrid system for driving cycle, where the powers of each one of the components of hybrid system (FC, battery, loads and braking chopper) are represented. Note that FC cannot reach the reference power during a quick power changes due to its slow dynamic response. When the tramway accelerates, it demands higher power, so

that the FC tries to generate its maximum power and the battery supplements to FC producing the rest of power required by the tramway during the acceleration. In case of deceleration, it is produced regenerative braking (negative load power), so that part of regenerative power is used to charge the battery (which is limited to its maximum value) and the rest one is dissipated in breaking resistor when the battery achieves its maximum charge power.

6. Conclusions

This paper presents a new reduced model of PEMFC for vehicle propulsion systems, whose performance was evaluated, integrated in a FC-battery powered hybrid system for a real surface tramway.

Simulations show a good performance of the PEM-FC model, with a polarizations curve very similar to the real one. Besides with the dynamic simulations it can be concluded the validity of proposed reduced model in order to represent the behaviour of PEMFC in propulsion system applications.

Acknowledgement

This work was supported in part by Hynergreen Technologies S.A. and by the Cenit Program from the Centre for the Development of Industrial Technology, Spanish Ministry of Science and Technology, under the Ecotrans research project. A national industries consortium, leaded by CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles), and to which belongs Hynergreen Technologies, is working in this project for the development of ecological technologies for urban transport.

References

[1] *J. T. Pukrushpan, H. Peng, A. G. Stefanopoulou, Control of fuel cell power system: Principles, modelling, analysis and feedback design. Springer, New York, 2004.*

[2] *S. Caux, J. Lachaize, M.Fadel, P. Shott, L. Nicod, "Modelling and control of a Fuel Cell System and Storage Elements in transport applications" J of Process Control 2005, pp. 481-491.*

[3] *F. Jurado, "Fuzzy logic applied the inverter of a SOC power plant" Fuel Cells 2004, pp. 378-387.*

[4] *M. Y. El-Sharkh, N. S. Sisworahardjo, T. Yalcinoz. M. S. Alam, "Portable direct hydrogen fed PEM fuel cell model and experimental verification" International Journal Of Energy Research 2009.*

[5] *X. Li, L. Xu, J. Hua, X. Lin, J. Li, M. Ouyang, "Power management strategy for vehicular-applied hybrid fuel cell/battery power system". Journal of Power Sources 2009, pp. 542-549.*

[6] *A. Miotti, A. D. Domenico, Y. G. Guezennec, S. Rajagopalan, "Control-Oriented Model for an Automotive PEM Fuel Cell System with Imbedded 1+1D Membrane Water Transport",Proc. Vehicle Power and Propulsion IEEE Conference, USA, 2005, pp. 611-618*

[7] Nuvera, Andromeda PEM fuel cell, internet http://www.nuvera.com/.

[8] *J. Padulle´s, G.W. Ault, J.R. McDonald, "An integrated SOFC plant dynamic model for power systems simulation" Journal of Power Sources 2000, pp. 495-500*

[9] *C. Spiegel, PEM Fuel Cell Modeling and Simulation Using MATLAB, Academic Press, 2008.*

[10] *E. Hipp, S. Kerschl, T. Pflanz, and C. Gruber, "Hydrogen Supplied ICEs and Fuel Cells for Commercial Vehicles" Fuel Cells 2003, 133-140*

[11] *Hydro-Québec and MathWorks, Inc., SimPowerSystems™, Reference, Natick, MA, 2008.*

[12] *T. L. Skvarenina, The Power Electronics Handbook, CRC, Boca Raton, FL, 2002.*

[13] *C-Y Li, G-P Liu, "Optimal fuzzy power control and management of fuel cell/battery hybrid vehicles" Journal of Power Sources 2009, 525-533*

[14] *P. Corbo, F.E. Corcione, F. Migliardini, O. Veneri, "Experimental assessment of energy-management strategies in fuel-cell propulsion systems", Journal of Power Sources 2006, pp. 799-808.*

BCG. Unas siglas poco usadas en España.

J. M. Portela[(1)], A. Pastor [(1)], M. Otero[(1)], J. L. Viguera[(1)] , M. Huerta[(1)], J. E. Díaz[(1)]

[1] Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial, Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería. C/Chile Nº 1. 11003. Cádiz., josemaria.portela@uca.es.

Abstract. BCG is a technology with more than fifty years of use in other countries like Germany, Sweden, Switzerland, Japan or in North America, but in Spain these technologies have an almost unknown use or a very low use. The use of Low Temperature Geothermal Energy is based on the fact that the earth has a more constant temperature that the outdoor air. When the temperature is measure deeper in the earth, less temperature fluctuation will be observed, for example, about 5 m deep in Spain is possible to get a constant temperature of 288 K during all the year (about 15 m aprox. 290 K). As described and using a geothermal heat pump (GHP or BCG in Spanish language) may use the ground temperature as a heat source in winter or as a source of cooling in summer, achieving a much higher efficiency than current systems.

Keywords: BCG, Energía geotérmica de baja temperatura.

1. Introducción.

La energía geotérmica es una fuente de energía renovable según el Libro Blanco de la Comisión Europea [1], limpia y disponible en casi cualquier lugar. El uso de esta tecnología en España se halla en un estado incipiente. En las estadísticas sobre el uso de esta tecnología en España, no se encuentran instalaciones en marcha aunque esto se puede decir que ocurre más por la ausencia de datos que por la inexistencia de instalaciones.

Se pueden encontrar instalaciones geotérmicas en ciudades como Barcelona, Zaragoza o Sevilla donde por ejemplo el Parlamento Andaluz la usa para su climatización en la tipología de circuito abierto.

En otros países es más frecuente encontrar este sistema de climatización en grandes edificios como por ejemplo el aeropuerto de Zurich, el museo Guggenheim de New York, o el Reichtag de Berlin.

Este tipo de instalaciones aprovecha la energía térmica almacenada bajo la superficie terrestre para usos térmicos, siendo el uso más habitual la climatización de edificios. La temperatura relativamente baja de esta energía por debajo de los 298 K requiere el uso de bombas de calor.

Se empezó usando esta tecnología en los países nórdicos para calefacción que es donde está mas implantado (Suecia con cerca de 300.000 instalaciones) y continuó su uso para calefacción/refrigeración en el resto de países En climas como el nuestro esta relativa baja temperatura tiene la ventaja de poder ser utilizada como refrigeración.

El uso de esta tecnología sigue la línea marcada por Directiva 2002/91/CE (Eficiencia Energética de Edificios) del parlamento Europeo y del Consejo, para limitar las emisiones de dióxido de carbono del sector de la vivienda y de los servicios (este sector supone el 40% del consumo final de energía de la Comunidad Europea).

El 17 de Marzo de 2006 se aprobó el Código Técnico de la Edificación (CTE) en España (incluyendo las directrices de la Directiva 2002/91/CE), con su apartado HE de ahorro de energía, que acota el elevado consumo energético de ciertas construcciones (pretende reducir un 21% la demanda de calefacción y aire acondicionado de las viviendas en bloque y hasta un 37% la de casas aisladas). El CTE centra sus esfuerzos en la envolvente de la edificación y abastecimiento de agua caliente sanitaria (ACS), y sin embargo obvia la fuente generadora de calefacción y refrigeración, según las necesidades y ubicación geográfica del edificio. A pesar de ello, el CTE deja una puerta abierta con las llamadas "alternativas" ante la imposibilidad de ubicar solar térmica, o el uso de una tecnología más eficiente con ventajas a corto-medio plazo la cual no es tenida en cuenta. En el artículo 15.4 del CTE, sección HE 4, apartado 1.1 es donde tienen cabida las instalaciones para el aprovechamiento de energía geotérmica de baja temperatura (sola o combinadas), una tecnología con gran éxito en países, con altos criterios de sostenibilidad y eficiencia energética, como Suecia.

La transformación de la energía geotérmica en ACS proporciona valores superiores al 70% de la demanda que es estipulada por el HE 4, para las zonas climáticas más exigentes con independencia de la irradiación solar de la zona, como en zonas de la cornisa cantábrica supone poder obtener hasta un 300% de su demanda de ACS por un método diferente a la solar térmica.

2. Resultados y discusión.

El calor se suele extraer o entregar al medio a través de un captador o intercambiador geotérmico (IG), siendo las características geológicas, hidrológicas, y de disponibilidad de espacio las que determinaran el mejor tipo de sistema a utilizar.

Los dos grandes tipos de instalaciones que se usan son las abiertas y las cerradas.

Los circuitos abiertos utilizan directamente el agua como sistema portador y se lleva directamente a la bomba de calor. Este agua puede provenir bien de aguas subterráneas, o superficiales siendo este tipo de circuito el más eficiente.

Los circuitos cerrados, en los que el intercambio de calor o frescor se realiza por los circuitos sellados. Estos circuitos funcionan mejor si la capa de suelo en la que se encuentran tiene un contenido elevado de agua (capa freática). Este tipo de circuito se divide en dos grandes grupos: captación horizontal y vertical.

El tipo de captación horizontal es el más utilizado en las viviendas unifamiliares o residenciales. Permite una buena relación coste-prestación. Se suele colocar entre 1m de profundidad y no más de 5m. Dependiendo de cada región y del tipo de suelo hacen falta aproximadamente 20 m^2 por kW de potencia de calefacción. Es decir, para una casa de 100m^2 serian necesarios entre 120-150 m^2, libre de sombras y permeable.

El tipo de captación vertical es recomendable cuando se tiene poca disponibilidad de espacio. Los pozos se suelen hacer entre 50 y 150m de profundidad. Es más costosa que la captación horizontal. La potencia obtenida es de alrededor de 50W por metro de sonda, por ejemplo, 142m para 10kW instalados en 2 perforaciones de 71 m de profundidad. Las configuraciones más empleadas son canalizaciones en forma de U (tienen un coste muy ventajoso) y las canalizaciones coaxiales (simples o con configuración compleja).

Los pilotes energéticos son otro tipo de captación vertical, pero para el caso de almacenamiento de energía térmica subterránea, son los BTES (Borehole Termal Energy Storage), los cuales puede almacenar el calor proveniente de la radiación solar en una superficie y utilizarlo en invierno para derretir la nieve sobre esa superficie, por ejemplo este sistema es usado comúnmente en puentes.

En función del tipo de circuito usado se alcanzan unos valores de rendimiento estacional, Season Performance Factor (SPF), entre menos de 3 para algunos sistemas cerrados horizontales y más de 5 en sistemas abiertos.

El SPF representa la relación entre la energía térmica generada por el sistema y el consumo eléctrico estacional promedio necesario para esta generación.

Para un sistema cerrado vertical se puede esperar un SPF aproximado de 4. Pero también se ha de considerar las pérdidas de generación y distribución eléctrica que son aproximadamente el 60% de la energía primaria consumida en el proceso y el rendimiento del equipo empleado que suele ser del 85%. El resultado es un índice de energía primaria, Primary Energy Ratio (PER), en torno al 1,55. Como comparación se puede observar como una caldera de alta eficiencia alcanza un PER inferior a 0,8 (obtiene 0,8 kWh de calor útil por cada kWh de combustible fósil consumido).

Independientemente de cualquier análisis económico sobre las BCG, hay que tener en cuenta que el ámbito de aplicación de cada energía es distinto, por ejemplo para demandas puntas de ACS o de calefacción en un edificio mal aislado la BCG queda excluida, necesitando para afrontar esta contingencia equipos de apoyo.

En zonas muy frías es conveniente usar equipos de apoyo con la BCG para optimizar el coste de construcción del sistema, y en lugares más calidos es posible la instalación de BCG sin apoyo que cubran la totalidad de la demandada de la vivienda.

Sin embargo una vivienda con un adecuado aislamiento puede ser mucho más barata de climatizar con un suelo radiante y geotermia que con otro sistema.

Por ejemplo si usamos como calefacción biomasa es posible recuperar el sobrecoste de la geotermia en un edificio en algo menos de diez años, pero si además se necesitara refrigeración la amortización se podría realizar en algo más de 5 años.

2.1. Barreras, inconvenientes y ventajas.

Barreras: desconocimiento del público y de las instituciones; falta de experiencia en nuestro entorno (déficit de empresas cualificadas); mayor complejidad (diseño, ejecución,…).

Inconvenientes: elevado coste inicial, amortizable entre 5 a 14 años dependiendo de la demanda cubierta, tipología del circuito, características del terreno y sistema de climatización; limitada temperatura de uso, alrededor de los 323 K; posibilidad de impactos, mezcla de acuíferos, afecciones perforación, etc..; afecciones en la fase de obras, lodos, escorrentías, ruido, etc..

Ventajas: no produce emisiones de CO_2; al no existir torres de refrigeración, se evita cualquier contaminación por legionelosis además del impacto visual; COP muy alto al no depender de la temperatura del aire; arquitectónicamente la BCG no necesita chimeneas de evacuación de humos; dado que la temperatura de trabajo de la instalación no supera los 50ºC, el grado de confort de la vivienda se puede considerar muy alto; se pueden conseguir, comparando con otros sistemas, grandes ahorros como por ejemplo, con el gasoil 75-80% de ahorro, con el gas 60-70% de ahorro, con la electricidad (tarifa nocturna) 60-70% de ahorro, con la bomba calor 50-60% de ahorro; único sistema del mercado basado en una energía limpia capaz de suministrar el 100% de las necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria, sin necesidad de ser complementado con otros sistemas y es totalmente silencioso; al no existir combustibles inflamables se reduce el riesgo de incendio y explosión; coste mínimo del ciclo de vida, bajo coste de mantenimiento y bajo coste de operación (compresor eléctrico con una vida útil superior a veinte años y el IG de 50 años).

2.2. Costes, amortizaciones, rendimientos, mantenimiento y subvenciones.

Bajo ciertas circunstancias los costes de construcción de un sistema geotérmico no justifica el posible ahorro obtenido. Es por eso fundamental, al menos en las instalaciones de más de 50kW, un análisis de viabilidad que recoja los parámetros del diseño y los sobrecostos de ejecución y los ahorros de operación del sistema frente a un sistema convencional.

Los costes de una instalación geotérmica en una vivienda unifamiliar tipo de 150m^2 y una potencia instalada de unos 12 kW varía según la tipología del circuito y el tipo del terreno, oscilando en el año 2009 entre 12.000 y 18.000 € para un circuito horizontal y entre 15.000 y 24.000 € para un circuito vertical.

Para las instalaciones de mediana potencia (>50 kW), los sobrecostes de la instalación de circuito cerrado vertical respecto de la horizontal está entre los 800 y 1.200 € por kW instalado.

Dependiendo de la Comunidad Autonómica y los convenios que tenga con el IDEA, se puede conseguir una subvención del 75% de la potencia instalada, con hasta el 30% del coste de referencia, o sea sobre 3.000 € en una instalación de 12 kW.

El periodo de amortización es muy variable y depende de muchos factores, soliendo ser de 5 años para por ejemplo un hotel con una demanda de calefacción de 1000 MWh año y una carga algo superior en refrigeración, a algo más de 14 años en una vivienda con 1.000 h/año de calefacción y ACS frente a una caldera de condensación con gas natural, pero hay que tener en cuenta que el circuito del sistema geotérmico es mucho más longevo que el otro.

El COP (Coefficient of Performance) de una bomba de calor geotérmica es de 4 a 6 normalmente (algunos autores e instaladores hacen referencia a COP incluso de 10 - 12 bajo

determinadas circunstancias), frente al conseguido por las bombas de calor más eficientes aire-aire de uso doméstico, que están entre 2 y 3. Así, cuando el sistema está calentando, el rendimiento es de un 400% y cuando está enfriando sobre un 500%.

Esta tecnología es especialmente adecuada en edificios con un balance anual calefacción/refrigeración relativamente equilibrado, el ejemplo típico son las edificaciones en la zonas del interior de España con inviernos y veranos muy marcados y que además posean distribuciones a 4 tubos. En estos sistemas las demandas simultáneas de frío y calor se cubren desde la enfriadora conectada al circuito geotérmico y se puede llegar fácilmente a un COP superior a 7.

En una bomba de calor convencional, el rendimiento disminuye en los momentos más calurosos del verano y en los más fríos del invierno, sin embargo en una BCG la eficiencia es más estable dada la uniformidad de temperatura del medio con el que intercambia calor.

Es interesante también en estos sistemas la refrigeración por efecto "free-cooling", es decir, refrescar sin que la bomba funcione, tan sólo aprovechando de manera pasiva el frescor que subiría del subsuelo. Cuando la demanda fuera mayor, la bomba se pondría en funcionamiento. La opción más eficiente para esto es la distribución del calor mediante suelo o paredes radiantes. En estos sistemas es suficiente que el aire de la bomba de calor esté en torno a los 303 K. Finalmente, el sistema de geotermia solar a menudo ya incorpora un acumulador para el agua caliente, dentro del mismo armazón de la bomba de calor.

El mantenimiento de un sistema geotérmico se limita a verificaciones periódicas de la presión y concentración de la solución glicolada del circuito, comprobar el nivel de aceite del compresor y comprobar si existe alguna fuga de refrigerante. La mayoría de las BCG se paran si detectan alguna anomalía de funcionamiento, por lo que el mantenimiento tiene unos costes bastante reducidos respecto a otros sistemas.

La BCG, tiene un consumo energético muy pequeño por lo que esta se podría alimentar mediante paneles solares fotovoltaicos o un mini aerogenerador y un sistema de baterías, de modo que entonces el sistema se convierta en totalmente autónomo, eficiente y renovable.

Aún siendo el mercado Norteamericano y Filipino los que más instalaciones poseen, el mercado europeo aumentó de 40.000 uds. en 1997 a 123.000 uds. en 2004, creciendo la totalidad del mercado un 18% en 2004 [2], y sigue creciendo sobre todo en Suiza con más de un 15% anual desde el 2001 [3] y Suecia con mas de 27.000 uds. instaladas en el 2002.

3. Conclusiones.

La energía geotérmica de baja temperatura se puede utilizar en una gran variedad de sectores, desde la climatización doméstica, climatización de piscinas, climatización de grandes edificios, descongelamiento de estructuras, ACS (agua caliente sanitaria), etc...

Los diseños y la construcción se realizan de forma correcta actualmente, aunque son necesarios unos conocimientos específicos para garantizar la correcta ejecución de la instalación. Resumiendo, lo que esta tecnología nos brinda es "confort sin derroche".

Referencias.

[1] Libro Blanco de la Comisión Europea: Energía para el Futuro Fuentes de Energía Renovables COM(97)599.

[2] CCMI/029 - CESE 1142/2006, Comité Económico y Social Europeo sobre el tema "El desarrollo sostenible, motor de las transformaciones industriales", (14-09-2006).

[3] Kohl, Th., Andermatten, N., Rybach, L., 2002. Statistik Geothermische Nutzung in der Schweiz für die Jahre 2000 und 2001. Report to Swiss Federal Office of Energy Bern, 25 p.

Sistemas fotovoltaicos de bajo coste para electrificación rural

Rafael Jiménez Castañeda[1], Eduardo Romero Bruzón[2], Javier Leal Juárez[3]

[1] Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería c/ Chile 1 11002 Cádiz, España, rafael.castaneda@uca.es

[2] Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería c/ Chile 1 11002 Cádiz, España, eduardo.romero@uca.es

[3] Heliotrónica Sistemas S.L. Grupo IGFOTON, Recinto Interior de la Zona Franca de Cádiz, nave 20 i, 11011 Cádiz, España, j.leal@grupoigfoton.es

Abstract. The PV technology applications for isolated areas, will be the best solution for the future development of rural zones. The new low cost equipment can be the solution for many countries. The new strategy that we propose is based on the possibility of the installation of these PV-systems by the user. This possibility allows both the low cost of installations with new equipment and materials, and minimum maintenance.

Keywords: Stand-alone PV systems, rural electricity, solar energy, low cost PV.

1. Introducción.

La aplicación de las instalaciones fotovoltaicas para electrificación de emplazamientos aislados está más que demostrada, en lo que a solución técnica se refiere.

Cabe preguntarse la razón por la que no se ha implantado masivamente, dada la gran cantidad de viviendas rurales alejadas de la red eléctrica que existen, y que han impedido o en el mejor caso dificultado esta expansión.

En el caso de las instalaciones fotovoltaicas aisladas, incluso desde muy pocos kilómetros de distancia a la red eléctrica, no parece que sea el coste la razón que impide su desarrollo, pues la opción tendido eléctrico supera con mucho a la solución fotovoltaica.

Cabe pensar que son otras razones, más de índole técnica por la aparente complejidad de una instalación fotovoltaica, la necesidad de mantenimiento y sobre todo por la necesidad de disponer de personal medianamente cualificado para su montaje la verdadera barrera que dificulta la aplicación masiva de esta tecnología en las aplicaciones aisladas.

Así en este trabajo se presenta una posible solución, en fase de desarrollo precomercial mediante un proyecto de I+D+i desarrollado entre la empresa Spin-Off de la Universidad de Cádiz, Heliotrónica Sistemas, S.L. y el Laboratorio de Energía Solar de la misma universidad que pretende poner en el mercado un sistema integrado para automontaje de la instalación fotovoltaica por parte del propio usuario, no cualificado, a un coste razonable y con un mantenimiento elemental.

2. Problemática actual de estas instalaciones

Un análisis de la mayoría de las soluciones técnicas ejecutadas en electrificación rural en muchos países en el mundo, permiten ver que entre los problemas más comunes para este tipo de instalaciones están la poca estandarización de los diseños, observándose una enorme variedad de componentes, dimensiones y en muchos casos una no muy acertada selección de

los equipos que componen la instalación. Es decir, no se ha cuidado, con el debido rigor, que tanto módulos fotovoltaicos, como los otros componentes de la instalación, a saber, regulador de carga, inversor y baterías de acumulación sean los apropiados para trabajar juntos en una misma instalación.

Para conseguir un funcionamiento adecuado de estas instalaciones estas deben calcularse con cuidado, partiendo de una adecuada previsión del perfil de carga que el usuario defina junto con el técnico que diseña la solución. Es más, en muchos casos se observa que los reguladores no son los más apropiados para la batería utilizada o que los niveles de tensión de entrada y salida de cada elemento no son los óptimos para conseguir el mejor rendimiento y funcionamiento del conjunto.

Ante esta falta de normalización en los diseños, incluso para instalaciones muy similares, hay que añadir la necesidad de disponer de personal cualificado para proceder al montaje de la instalación, requiriendo el conexionado y montaje correcto de varios elementos bastante sofisticados.

Esta situación detectada llevó a plantear una metodología que desembocara en una propuesta de solución real para poder dar respuesta a estas necesidades resolviendo las dificultades descritas en el párrafo anterior, dicha solución se concretó en la propuesta de un kit compacto para energía solar fotovoltaica en aplicaciones aisladas y a bajo coste.

La definición de este nuevo concepto requería del diseño normalizado de estas instalaciones pensando en grandes áreas objetivo, consiguiendo que en esa zona las instalaciones que se ejecuten serán idénticas facilitando el aprendizaje comunitario que permita resolver pequeñas incidencias evitando la parada de la instalación con la consiguiente frustración para el usuario.

La definición de estas áreas para las que se diseña el equipo compacto se realiza atendiendo a las condiciones climáticas e irradiancia solar que deben ser similares dentro del área definida, pues estas condiciones influyen sensiblemente en el diseño de este tipo de instalaciones. A partir de estos datos de partida se definió una serie de perfiles tipo de consumo una vez estudiados muchos casos reales de consumidores analizando sus necesidades y costumbres de consumo energético, en un intento de normalizar los diseños.

Es evidente que el gran problema a resolver desde este momento era reducir los costes de la instalación y buscar una solución integrada de todos los componentes que lo consiguiera para, además, permitir el automontaje incluso por usuarios nada expertos.

La integración en un único chasis de todos los componentes electrónicos con un acceso inequívoco a las bornas de conexión, incluyendo los conductores eléctricos ya embornados y con las longitudes adecuadas para el correcto funcionamiento, permite disponer de un equipo con la filosofía *"plug and play"* que entre otras cuestiones conlleva el ahorro del coste del montaje.

Es, por tanto, el desarrollo del equipo compacto fotovoltaico *"plug and play"* la aportación original de estos trabajos desarrollados en el marco de la colaboración de la universidad-empresa, presentados de manera resumida en este trabajo.

2.1. Análisis de costes para instalaciones fotovoltaicas aisladas y su distribución en el equipo.

El coste total de una instalación aislada de producción energética mediante tecnología solar fotovoltaica debe incluir todos los costes relativos a materiales, ejecución material e ingeniería. A la hora de evaluar y analizar los mismos, son varios los factores que deben ser tenidos en cuenta, citando a continuación los más significativos:

- En primer lugar, se considera fundamental conocer la tecnología fotovoltaica a emplear. El módulo fotovoltaico es una de las partes esenciales de la instalación y supone porcentualmente uno de los costes más importantes de la misma. Si bien existen diversas tecnologías (Silicio monocristalino y policristalino, CIS, CdTe, Silicio amorfo, micromorfo…), en líneas generales se puede decir que las tecnologías basadas en el polisilicio han dominado el mercado fotovoltaico mundial, si bien las tecnologías fotovoltaicas de capa delgada están ganando en importancia desde el punto de vista de cuota global. Ello es debido en parte al menor coste de estas tecnologías frente a las tradicionales, además presentan un mejor comportamiento desde el punto de vista de producción energética a elevadas temperaturas y orientaciones e inclinaciones no óptimas. Entre sus principales inconvenientes se encuentra su menor eficiencia media, lo que supone la necesidad de una mayor superficie fotovoltaica para obtener la misma potencia.

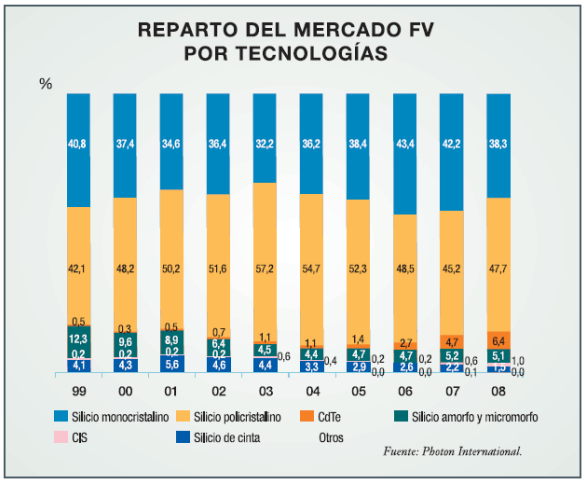


Fig. 1 Reparto del mercado fotovoltaico por tecnologías. ASIF

- Definición adecuada de las cargas. Lógicamente, cuanto mayor sea la demanda energética a satisfacer por la instalación y la autonomía requerida mayor será el coste de la instalación solar fotovoltaica.
- Fuerte demanda de polisilicio desde el año 2003, año del despegue del mercado alemán, experimentando esta materia prima una importante subida de precios. La creación de nuevas fábricas y la coyuntura actual está provocando un ajuste a la baja de los precios de los módulos.
- Tamaño de la instalación, factor de escala. El coste medio de una instalación solar fotovoltaica por vatio pico instalado disminuye a medida que se incrementa la potencia pico instalada.

- Otros aspectos tales como la ubicación de la instalación, accesibilidad, complejidad del montaje o la climatología del lugar deben ser tenidos igualmente en cuenta a la hora de evaluar el coste de este tipo de instalaciones.

La estructura de costes directos resulta uno de los datos económicos más importantes a la hora de controlar el total de costes de la instalación solar fotovoltaica aislada. Teniendo en cuenta la evolución del coste de los materiales en los últimos años, y en especial el de los módulos fotovoltaicos, el coste directo de una instalación solar fotovoltaica aislada típica (instalación de 600 Wp) puede ser el mostrado en la Tabla 1.

Elemento	%
Módulos FV	28
Inversor	10
Regulador	3
Baterías	35
Estructura	8
Pequeño material eléctrico	2
Montaje	10
Otros	4

Tabla 1. Estructura de costes directos de una instalación solar fotovoltaica aislada. HELIOTRÓNICA

2.2. Criterios de diseño del kit fotovoltaico compacto

Conceptualmente el kit fotovoltaico compacto se esquematiza en la fig. 2. Los elementos representados en este diagrama de bloques han sido objeto de un profundo estudio de costes y de especificaciones técnicas de distintas tecnologías, especialmente los módulos fotovoltaicos como se refleja en el punto anterior. Precisamente los módulos fotovoltaicos representan un porcentaje importante de los costes y el análisis del comportamiento de distintas tecnologías fotovoltaicas en países del área mediterránea resulta crítico para seleccionar la tecnología más apropiada para esta área seleccionada.

Así las especificaciones objetivo del primer prototipo se definen para contener como elementos fundamentales :

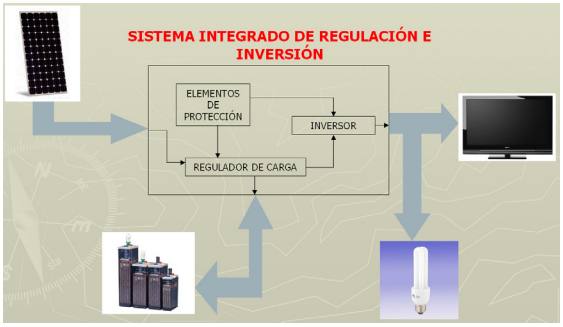


Fig. 2. Diagrama de bloques del kit. HELIOTRÓNICA

- Módulos fotovoltaicos.

- Regulador de carga e inversor integrados, junto con sus elementos de protección.
- Baterías.

Se observa, que el regulador y el inversor, junto con los elementos de protección están integrados en un solo elemento. El sistema integrado de regulación dispondrá de tres leds de señalización:

- Verde (ON): Indica el estado de encendido de la instalación y de operación correcta.
- Rojo (BATERÍA BAJA): Indica que la batería está por debajo del 30% de capacidad de carga.
- Naranja (SOBRECORRIENTE): Indica que existen más cargas conectadas del máximo permitido.

Para realizar los cálculos se seleccionó un perfil de carga tal y como se indica en la tabla 2. Asimismo para un correcto dimensionado del prototipo se consideraron las siguientes pérdidas y requerimientos en el sistema:

- Pérdidas por rendimiento en las baterías.
- Pérdidas en el inversor
- Pérdidas por efecto Joule en el cableado y en los sistemas
- Autonomía y profundidad de descarga diaria de la batería.

Consumo energético estimado				
Elemento	**Unidades**	**Potencia (W)**	**Horas de uso (h)**	**Energía consumida (Wh)**
Lámpara bajo consumo	4	11	4	176 Wh
Televisión	1	100	3	300 Wh
Cargador móvil	1	45	2	90 Wh
(E_T) Consumo energético teórico (diariamente)				566 Wh/dia
Consumo energético teórico medio (mensualmente)				17.0 kWh/mes

Tabla 2. Perfil de consumo definido

Tras realizar los cálculos y su posterior simulación por ordenador se determina que el primer prototipo del kit fotovoltaico compacto deberá cumplir las siguientes especificaciones, para responder al perfil de carga seleccionado:

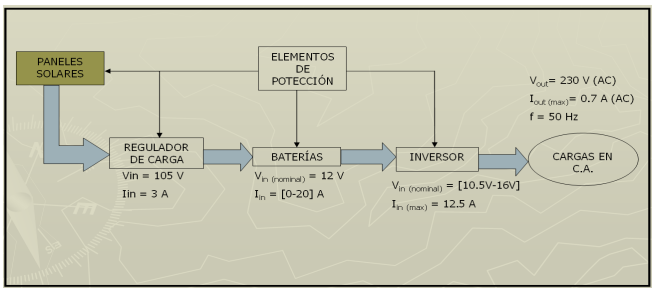


Fig. 3 Requerimientos mínimos

El cálculo riguroso del kit, para las condiciones previstas de operación resulta crítico para ajustar los costes reduciendo el número de módulos fotovoltaicos y el tamaño de las batería de acumulación, que junto con el ahorro de los costes de montaje, automontaje, trasladarán al usuario final un equipo ajustado en el precio final y plenamente competitivo en el mercado.

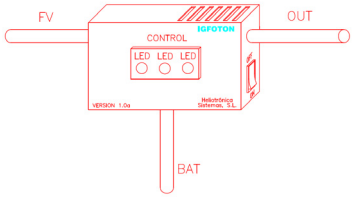
2.3. Integración del sistema de control

La integración del sistema permite conseguir dos cuestiones: la reducción de costes y su fácil instalación. De todos los componentes comentados en el apartado anterior, por su volumen y uso hay dos que son de difícil integración, como son el módulo fotovoltaico y la batería. Lógicamente el primero debe instalarse en una superficie adecuada y en una zona libre de sombras, no muy lejana de la vivienda adonde va a suministrar energía, y la batería debe estar en una zona protegida y cercana al resto de componentes, así como de las cargas a conectar.

El sistema de control está diseñado en base a que la potencia de salida máxima sea de 300W, es decir se piensa en un tipo y nº de cargas básicas y elementales de la vivienda, como sería la iluminación, un cargador de teléfono y un televisor, por ejemplo. Este sistema de control se caracteriza por su simplicidad de uso, y sólo consta de 3 conectores:

1. El primero corresponde a la entrada que viene desde el generador FV
2. El segundo corresponde con la entrada/salida hacia/desde las baterías BAT
3. El tercero corresponde con la salida hacia las cargas OUT

V_{IN} (max) = 45 V
I_{IN} (max) = 10 A



V_{OUT} (nominal) = 230V
I_{OUT} (max) = 1.3 A
f = 50Hz

V_{BAT} (nominal) = 12 V
I_{BAT} = 20 A

Un microcontrolador gobierna las entradas y salidas del regulador a través de un programa que permite que la corriente se dirija del generador fotovoltaico hacia las baterías o bien hacia el inversor. A su vez, se encargará de activar o desactivar los indicadores del panel frontal del equipo que informa al usuario del estado de su instalación.

El inversor integrado es el elemento encargado de cambiar la tensión de entrada de corriente continua a una tensión de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia apropiada para distintos países. Para ello el microcontrolador actúa sobre los transistores de potencia, los cuales se abren y cierran en función de una señal de PWM que éste genera produciendo a la salida la señal alterna deseada. Esta onda una vez filtrada y ajustada al nivel de tensión comercial podrá alimentar a las cargas en corriente alterna.

En un inversor ideal la forma de onda de salida debe ser senoidal. Para conseguir esto se emplea la técnica de PWM logrando que la componente principal senoidal sea mucho más

grande que las armónicas superiores. Se emplean filtros LC para suavizar el flujo de corriente desde y hacia el transformador.

3. Conclusiones.

La disponibilidad de un equipo en forma de kit fotovoltaico integrado reducirá los costes de este tipo de instalaciones favoreciendo su implantación.

La idea desarrollada, de equipo para el automontaje, reducirá la dependencia externa del usuario al no requerir de la participación de un instalador.

La sencillez del sistema de señalización simplifica el seguimiento del estado del equipo.

El uso de este tipo de kit reducirá los costes de mantenimiento del equipo, aumentando la fiabilidad del mismo.

Agradecimientos.

A la empresa Heliotrónica Sistemas S.L. por los recursos dedicados al desarrollo de este proyecto de I+D+i. y a las Universidades de Cádiz y Abdelmalek Essaàdi y al Aula Universitaria del Estrecho la ayuda financiera prestada para la presentación de este trabajo en el congreso.

Referencias.

[1] E. Lorenzo, R. Zilles, E. Caamaño-Martín, “Cuaderno de campo de electrificación rural fotovoltaica”. PROGENSA 2001.
[2] Ingeniería Sin Fronteras, “Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo”. IEPALA 1999.
[3] A. Boni, G. Ferrero, “Introducción a la cooperación al desarrollo”. Universidad Politécnica de Valencia 1997.
[4] F. Anthony, C. Dürschner, K. Remmers, “Fotovoltaica para profesionales”. Solarpraxis, CENSOLAR 2006.
[5] Greenpeace, “Guía Solar”. GREENPEACE 1999.
[6] E. Lorenzo, “Electricidad solar. Ingeniería de los sistemas fotovoltaicos”. PROGENSA 1994.
[7] Informe ASIF 2009, “Hacia la consolidación de la energía solar fotovoltaica en España”

Extraction of Photovoltaic Solar Cell Physical Parameters and Determination of the Maximum Power Point Coordinates

Safae AAZOU[1] and El Mahdi Assaid[2]
Physics Department, Chouaïb Doukkali University,
B.P. 20, El Jadida Principale,
24000, Morocco
[1]aazou.safae@yahoo.fr [2]eassaid@yahoo.fr

Abstract. Actually, it is well known that the photovoltaic solar energy is getting more useful. Indeed, with the crisis of the global-warming effect due to the excessive use of the fossil energy resources, the photovoltaic energy can play the role of renewable, clean and alternative energy. The photovoltaic solar energy is extracted from photovoltaic solar cells. In this study, the physical parameters of a commercial photovoltaic solar cell are determined from the current-voltage characteristics. The one diode model is considered to describe the equivalent electronic circuit of the solar cell. This model contains five physical parameters: the diode reverse saturation current, the diode ideality factor, the photocurrent and the parasitic series and shunt resistances. The starting point of the work is the analytical expression of the output current obtained by solving the characteristic equation of the solar cell. On the next step, the methods of extraction of the physical parameters are presented. Then, a new set of the maximum power point equations is given. Finally, Maple Software is used to study the effects of each physical parameter on the characteristic and on the delivered power of the solar cell.

Keywords: Commercial photovoltaic solar cell. Physical parameters. Maximum power point. Physical parameters effects.

1. Introduction

In the near future, the photovoltaic solar energy will play an important role as an alternative clean and abundant energy, especially if we consider the bad effect threatening the earth caused by the excessive use of fossil origin energy which leads to the global warming effect. The photovoltaic solar energy is the conversion of sunlight to electricity and it is done by solar cells. In order to increase the efficiency of the photovoltaic conversion and to understand better the solar cell behavior, an accurate knowledge of the cell physical parameters is required. Until now, different methods of extraction have been developed to determine the solar cell physical parameters. Several methods are based on the analytical solution of the output current. This analytical solution is given in term of the LambertW function [1]. An exact close form solution of the characteristic equation of the solar cell was presented in 2004 by A. Jain and A. Kapoor [2]. One year after, Vergas-Drechsler has used Maple Software to found the same exact analytical solution as T. C. Banwell and A. Jayakumar [1, 3, 4]. In a previous work, we have presented for the first time to our knowledge, new methods to determine physical parameters of a non-ideal p-n junction and a schottky diode [5, 6, 7]. In the present work, the single diode circuit lumped model is used to determine physical parameters of real photovoltaic solar cell using two methods. The electronic circuit contains a photocurrent generator I_{ph}, a diode with a reverse saturation current I_s and an ideality factor η, a parasitic series R_s and shunt R_{sh} resistances (shunt conductance $G_p=1/R_{sh}$). Next, several original relationships between maximum power point coordinates are presented. At last, the effects of each physical parameter on the current-voltage characteristics and on the output power curve are investigated.

2. Basic equations

For a given illumination, the solar cell is modeled by the single diode circuit model, and the current flow through the series resistance is given by:

$$I_{out} = I_{ph} - I_s\left[\exp\left(\frac{V_{out} + R_s I_{out}}{\eta V_{th}}\right)\right] - \frac{V_{out} + R_s I_{out}}{R_{sh}} \qquad (1)$$

Where $V_{th} = \frac{k_B T}{q}$ is the thermal voltage, q is the electron elementary charge, k_B is the Boltzmann constant and T is the absolute temperature.

Equation (1) is transcendental in nature; hence, it is not solvable analytically in term of elementary functions. However, the exact explicit solution of the current is expressed using the LambertW function.

3. Analytical Resolution

Equation (1) may be written in the form: $w(x)\exp\left(w(x)\right) = x$ (2)

where: $$w(x) = -\frac{R_s I_{out} + V_{out}}{\eta V_{th}} + \frac{R_s(I_s + I_{ph}) + V_{out}}{\eta V_{th}(1 + R_s G_p)}, \qquad (2)$$

and $$x = \frac{R_s I_s}{\eta V_{th}(1 + R_s G_p)}\exp\left(\frac{R_s(I_s + I_{ph}) + V_{out}}{\eta V_{th}(1 + R_s G_p)}\right) \qquad (3)$$

The solution *w(x)* of equation (2) is the multivalued function *LambertW$_k$(x)* [8]. The adequate branch in this work corresponds to $k = 0$ which satisfy $LambertW_0(x) = 0$ for $x = 0$.

The solution *w(x)* of equation (2) is: $w(x) = LambertW[x]$ (4)

Let us put *LambertW=W*, the explicit solution of the output current is:

$$I_{out} = -\frac{\eta V_{th}}{R_s} W\left[\frac{R_s I_s}{\eta V_{th}\left(1 + R_s G_p\right)}\exp\left(\frac{V_{out} + R_s\left(I_s + I_{ph}\right)}{\eta V_{th}\left(1 + R_s G_p\right)}\right)\right] + \frac{I_s + I_{ph} - G_p V_{out}}{1 + R_s G_p} \qquad (5)$$

From equation (6), the short-circuit current is defined as the current corresponding to $V_{out} = 0$.

$$I_{sc} = -\frac{\eta V_{th}}{R_s} W\left[\frac{R_s I_s}{\eta V_{th}\left(1 + R_s G_p\right)}\exp\left(\frac{R_s\left(I_s + I_{ph}\right)}{\eta V_{th}\left(1 + R_s G_p\right)}\right)\right] + \frac{I_s + I_{ph}}{1 + R_s G_p} \qquad (6)$$

Similarly to the output current, the analytical expression of the output voltage is given in term of the LambertW function: $$V_{out} = -\eta V_{th} W\left[\frac{I_s}{G_p \eta V_{th}}\exp\left(\frac{I_s + I_{ph} - I_{out}}{G_p \eta V_{th}}\right)\right] + \frac{I_s + I_{ph}}{G_p} - I_{out}\left(R_s + \frac{1}{G_p}\right) \qquad (7)$$

The open-circuit voltage corresponds to $I_{out} = 0$, it is determined from equation (8):

$$V_{oc} = -\eta V_{th} W\left[\frac{I_s}{G_p \eta V_{th}}\exp\left(\frac{I_s + I_{ph}}{G_p \eta V_{th}}\right)\right] + \frac{I_s + I_{ph}}{G_p} \qquad (8)$$

4. Analytical expressions of the maximum power point coordinates

One of the important points of the solar cell characteristics is the maximum power point. It is the key of the solar cell performance. The maximum power point coordinates are: The maximum current I_{max}, the maximum voltage V_{max}, the maximum load resistance R_{lmp} and the maximum power P_{max}.

In equation (1), I_{out} and V_{out} are substituted by I_{max} and I_{max} R_{lmp}, respectively, we obtain:

$$I_{max} = I_{ph} - I_s\left[\exp\left(\frac{I_{max}R_{lmp} + R_sI_{max}}{\eta V_{th}}\right)\right] - \frac{I_{max}R_{lmp} + R_sI_{max}}{R_{sh}} \qquad (9)$$

By solving the equation (10), an analytical expression of I_{max} in term of R_{lmp} and the five physical parameters is given using the LambertW function [9]:

$$I_{max}\left(R_{lmp}\right) = -\frac{\eta V_{th}}{R_s + R_{lmp}} W\left[\frac{I_s(R_s + R_{lmp})}{\eta V_{th}\left(1 + G_p(R_s + R_{lmp})\right)}\exp\left(\frac{(R_s + R_{lmp})(I_s + I_{ph})}{\eta V_{th}\left(1 + G_p(R_s + R_{lmp})\right)}\right)\right] + \frac{I_s + I_{ph}}{1 + G_p\left(R_s + R_{lmp}\right)} \qquad (10)$$

The resolution of equation (10) for R_{lmp} gives:

$$R_{lmp}\left(I_{max}\right) = -R_s - \frac{\eta V_{th}}{I_{max}} W\left[\frac{I_s}{G_p\eta V_{th}}\exp\left(\frac{-I_{max} + I_s + I_{ph}}{G_p\eta V_{th}}\right)\right] + \frac{-I_{max} + I_s + I_{ph}}{G_pI_{max}} \qquad (11)$$

The maximum voltage V_{max} can be expressed in term of R_{lmp} and the five physical parameters by multiplying the maximum load resistance R_{lmp} with the maximum current I_{max} given in equation (11). And the V_{max} can be expressed in term of I_{max} by multiplying I_{max} with R_{lmp} given in equation (12).

In equation (1), I_{out} and V_{out} are substituted by (V_{max} /R_{lmp}) and V_{max}, respectively, by solving the obtained equation for R_{lmp}, the maximum load resistance R_{lmp} can be expressed in term of V_{max}.

The expression of the output power P_{out} as a function of the output voltage is given by:

$$P_{out}(V_{out}) = V_{out}I_{out}(V_{out}) \qquad (13)$$

and in term of the output current is given by:

$$P_{out}(I_{out}) = V_{out}(I_{out})I_{out} \qquad (14)$$

An expression can be derived of the maximum power in term of the maximum current by substituting I_{out} and V_{out} in equation (1) by I_{max} and (P_{max}/I_{max}), respectively, one gets the expression of P_{max}:

$$P_{\max}\left(I_{max}\right) = -I_{max}\eta V_{th}W\left[\frac{I_s}{\eta V_{th}G_p}\exp\left(\frac{I_s + I_{ph} - I_{max}}{\eta V_{th}G_p}\right)\right] + \frac{I_{max}}{G_p}\left(I_s + I_{ph}\right) - {I_{max}}^2\left(R_s + \frac{1}{G_p}\right) \qquad (15)$$

By substituting I_{out} and V_{out} in equation (1) by the expressions (P_{max}/V_{max}) and V_{max} respectively. P_{max} is then given by:

$$P_{max}\left(V_{max}\right) = \frac{-\eta V_{th}V_{max}}{R_s}\left(W\left[\frac{I_sR_s}{\eta V_{th}\left(1 + G_pR_s\right)}\exp\left(\frac{V_{max} + R_s\left(I_s + I_{ph}\right)}{\eta V_{th}\left(1 + G_pR_s\right)}\right)\right] + \left(\frac{V_{max} + R_s\left(I_s + I_{ph}\right)}{\left(1 + G_pR_s\right)} - V_{max}\right)\frac{V_{max}}{R_s}\right) \qquad (16)$$

By replacing I_{out} and V_{out} in equation (1) by $\sqrt{P_{max}/R_{lmp}}$ and $\sqrt{P_{max}R_{lmp}}$ respectively, equation (1) becomes:

$$\sqrt{\frac{P_{max}}{R_{lmp}}} = I_{ph} - I_s\left[\exp\left(\frac{\left(\sqrt{P_{max}R_{lmp}}\right)+R_s\left(\sqrt{P_{max}/R_{lmp}}\right)}{\eta V_{th}}\right)\right] - \frac{\left(\sqrt{P_{max}R_{lmp}}\right)+R_s\left(\sqrt{P_{max}/R_{lmp}}\right)}{R_{sh}} \quad (17)$$

P_{max} is given by solving equation (17), $R=R_s+R_{lmp}$:

$$P_{\max}\left(R_{lmp}\right) = \left(-\eta V_{th}\left(1+G_pR\right)W\left[\frac{I_sR}{\eta V_{th}\left(1+G_pR\right)}\exp\left(\frac{R\left(I_s+I_{ph}\right)}{\eta V_{th}\left(1+G_pR\right)}\right)\right]+R\left(I_s+I_{ph}\right)\right)^2\frac{R_{lmp}}{R^2\left(1+G_pR\right)} \quad (18)$$

The expression of R_{lmp} as a function of P_{max} and the five physical parameters is given by solving equation (17) for R_{lmp}.

5. Extraction methods

5.1. First method

This method uses the FindFit function in the Mathematica software package [10]. The model equation to fit the experimental data is the analytical expression of the output current shown in equation (5). The FindFit function was previously used to determine the four physical parameters of a schottky diode [11]. The experience was done in our laboratory with a 8cm x 5cm Conrad silicon solar cell [12]. The physical parameters extracted by the FindFit function are presented in the table (Tab.1). In figure (1.a) experimental data and numerical characteristics obtained via this method are drawn against the output voltage. The deviation between these two characteristic is shown in figure (1.b).

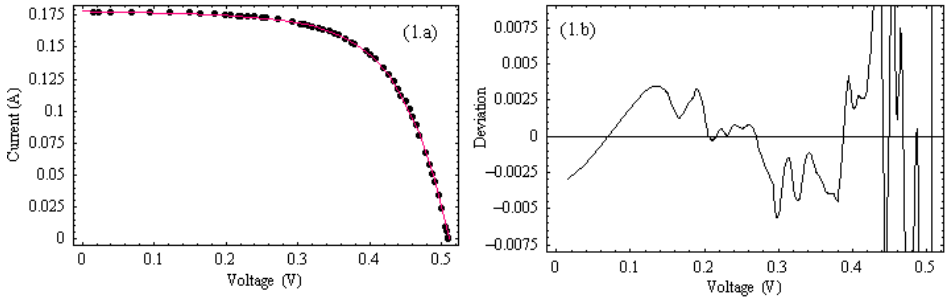


Fig. 1. Experimental data (dots) and numerical characteristics (solid-line) obtained via the first method (1.a). Current deviation between experimental and numerical characteristics (1.b).

5.2. Second method

The purpose of this procedure is to minimize the current error ε using a non linear least square optimization.

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^{i=N}\left(I\left(V_i,p\right)-I_i\right)^2 \quad (19)$$

When N is the measured number of (I_i,V_i) pairs, I (V_i,p) is the theorical current for voltage V_i and p symbolizes the variables which are the five physical parameters utilized to minimize the current error. Maple software is used to minimize the current error ε. The low values of the reverse saturation current and series resistance impose us to introduce initial values of these two parameters to achieve final parameters extraction. Numerical results of the physical parameters are shown in the table (Tab. 1). Experimental data and numerical characteristics obtained via the least square method are drawn against the output voltage in figure (2.a). The deviation between the two characteristics is shown in figure (2.b).

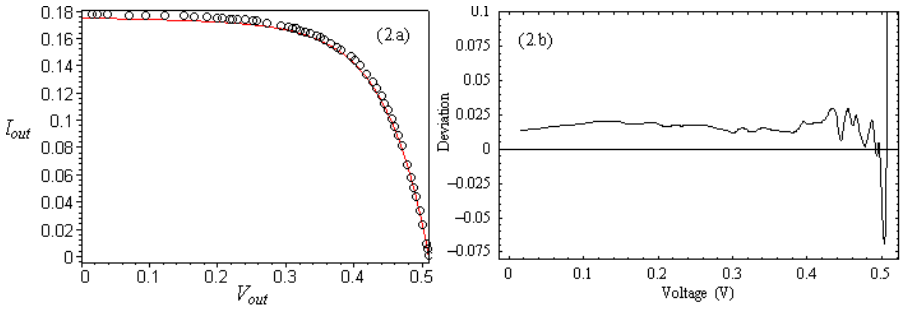


Fig. 2. Experimental data (circles) and numerical characteristics (solid-line) obtained via the second method (2.a). Current deviation between experimental and numerical characteristics (2.b).

6. Results

The table below shows the results for the five physical parameters obtained via the procedures proposed:

	I_{ph} (mA)	I_s (µA)	η	R_s (mΩ)	R_{sh} (Ω)
1st method	178	45.4	2.31	11.6	103.4
2nd method	175	44	2.31	11	105

Tab. 1. The five physical parameters obtained via the methods proposed.

7. Physical parameters effects

7.1. Photocurrent effect

In figures (3. a) and (3. b), the variations of the output current $I_{out}(V_{out})$ and the output power $P_{out}(I_{out})$ are drown for several values of the photocurrent I_{ph}. We can remark that when I_{ph} increases, the short-circuit current, the open-circuit voltage and the maximum power increase.

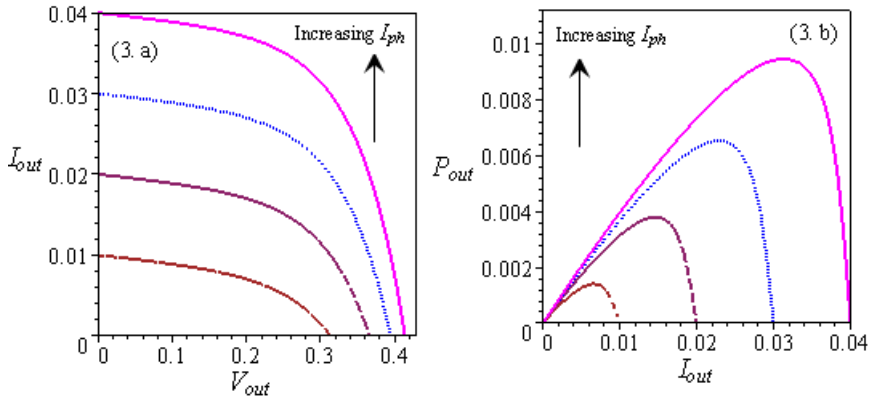


Fig.3. *Variations* of the I-V characteristics (3. a) and the output power (3. b) for different values of photocurrent.

7.2. Reverse saturation current effect

Figure (4. a) and (4. b) show the variations of the output current $I_{out}(V_{out})$ and the output power $P_{out}(I_{out})$ for different values of the reverse saturation current I_s. one can notice that when I_s enhances, it introduces a slight reduction of the short-circuit current and the open-circuit voltage. The maximum power decreases.

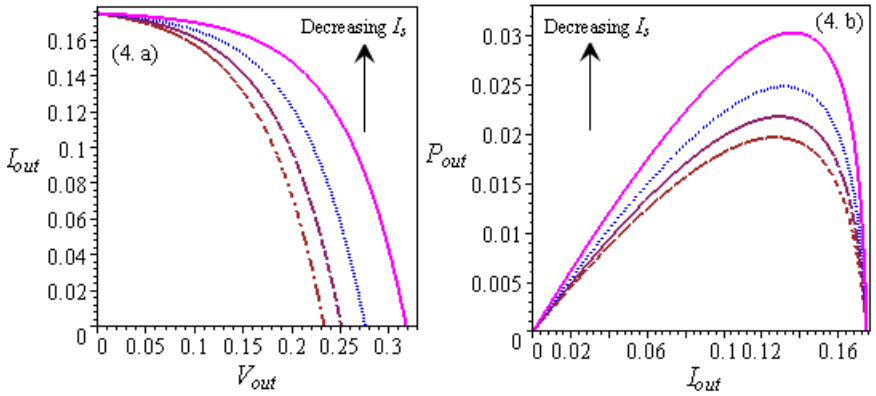


Fig. 4. I-V characteristics (4. a) and output power curves (4. b) for different values of reverse saturation current.

7.3. Ideality factor effect

In figures (5. a) and (5.b), the output current $I_{out}(V_{out})$ and the output power $P_{out}(I_{out})$ are plotted for several values of the ideality factor η. As can be observed in these figures, when η increases, the open-circuit voltage and the maximum power increase, while the short-circuit current remains constant.

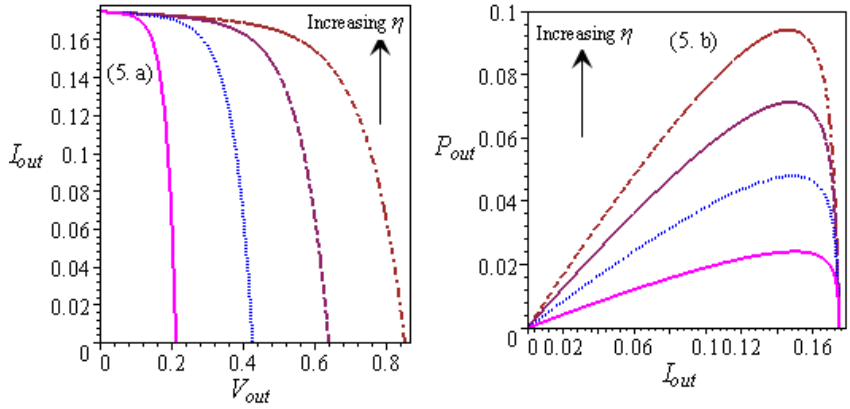


Fig. 5. Effect of the ideality factor on the I-V characteristics (5. a) and the output power curves (5. b).

7.4. Series resistance effect

In order to investigate the series resistance R_s effect, we plot the output current $I_{out}(V_{out})$ (6. a) and the output power $P_{out}(I_{out})$ (6. b) for several values of the series resistance R_s. We can notice that R_s has a great effect on the cell performance. Indeed, when R_s increases the open-circuit voltage, the short-circuit current and the maximum power dramatically decrease.

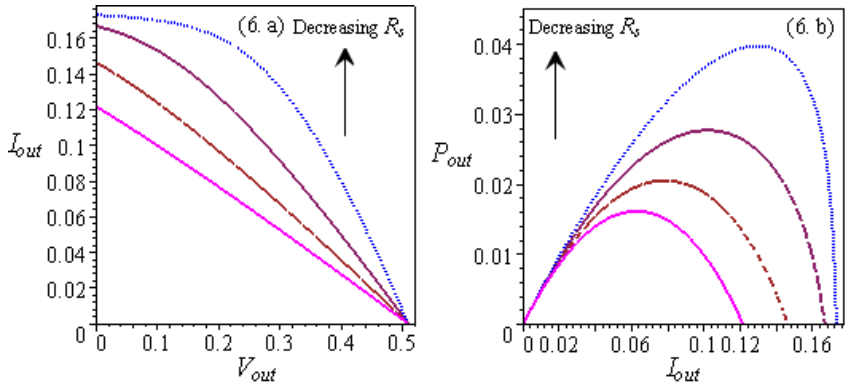


Fig. 6. Variations of the I-V characteristics (6. a) and the output power (6. b) for different values of series resistance.

7.5. Shunt resistance effect

The last effect to be investigated is the shunt resistance R_{sh} effect. In figures (7. a) and (7. b) the output current $I_{out}(V_{out})$ and the output power $P_{out}(I_{out})$ are plotted for different values of the shunt resistance R_{sh}. We can remark that when R_{sh} increases, the open-circuit voltage and the short-circuit current increase slightly while the maximum power increases significantly.

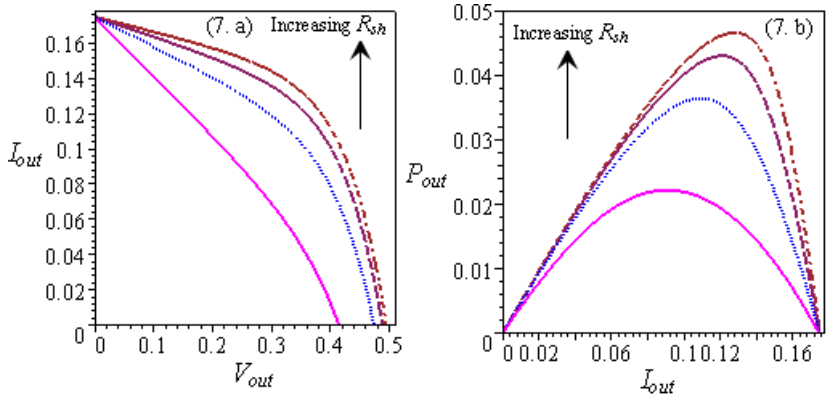


Fig. 7. Effect of shunt resistance on the I-V characteristics (7. a) and the Output Power (7. b).

8. Conclusion

In this paper, the solar cell characteristic equation is solved exactly using Maple. At first step, the exact close form of the output current as a function of the output voltage is given and vice versa. Second, the analytical expressions of the short-circuit current and the open-circuit voltage are determine. Third, several original relationships between maximum power point coordinates are established. After that, new methods of extraction of the physical parameters are presented using Mathematica and Maple. Finally, the effects of each physical parameter on the current-voltage characteristics and on the output power curve are analyzed.

References

[1] T. C Banwell & A. Jayakumar, "Exact analytical solution for current flow through diode with series resistance", Electronics letters, 2000, (pp 291-292).

[2] A. Jain and A. Kapoor, "Exact analitycal solutions of the parameters of real solar cells Using Lambert W-Function", Solar Energy Materials & Solar Cells, 2004, (pp 269-277).

[3] Manuel A. Vargas-Drechsler, "Analytical solution of diode circuits". Maple application center, July 2005. Available online at the electronic address: http://www.maplesoft.com/Applications/appviewer.aspx?F=DiodeNew1.html&ID=969

[4] Maple V Release 4, Copyright 1981-1995, Waterloo Maple Inc.

[5] S. Aazou and E. Assaid, "Méthodes numériques inédites pour l'extraction des paramètres physiques d'une jonction p−n á partir de la caractéristique courant−tension", Neuvièmes Journées d'Analyse Numérique et d'Optimisation, Mohammedia, Maroc, 2008, 17-19 Décembre.

[6] S. Aazou and E. Assaid, "Schottky diode parameters extraction using two different methods", International Conference on Microelectronics, Marrakech, Morocco, 2009, 19-22 december, (pp 234-237).

[7] S. Aazou and E. Assaid, "Extraction of a non ideal p-n junction from its I-V curve", 6ème Rencontre Nationale des Jeunes Chercheurs en Physique, Casablanca, Maroc, 2009, 25-26 Décembre.

[8] R. M. Corless, G. H. Gonnet, D. E. G. Hare, D.J. Jeffrey and D. E. Knuth, "On Lambert's W function", Adv. Comput. Math, 1996, (pp 329-359).

[9] J. Ding and R. Radhakishnan, "A new method to determine the optimum load of a real solar cell using the Lambert W-function", Solar Energy Materials & Solar Cells, 2008, (pp 1566-1569).

[10] Mathematica 5.0, Copyright 1988-2003, Wolfram Research. Inc.

[11] W. Jung and M. Guziewicz, "Schottky diode parameters extraction using Lambert W-function", Materials Science and Engineering B, 2009.

[12] S. Aazou and N. Maouhoub, Master Thesis, Chouaïb Doukkali University, 2008.

TEMÁTICA ENERGÍA:
SEGUNDA SESIÓN DEL VIERNES

Investigación en Procesos de Unión para Elementos Captadores Solares

Antonio Bermejo Romero

Grupo de Investigación FQM-154; Física de la Materia Condensada, UCA

INASMET-Tecnalia; Loma Sancti Petri s/n; Chiclana de la Frontera; abermejo@inasmet.es

Juan María González Leal

Física de la Materia Condensada, UCA, Campus de Puerto Real; juanmaria.gonzalez@uca.es

Cruz Requena García

SOLARIS, ENERGÍA SOLAR S. A.; P. I. La Redonda ; El Ejido (Almería); crequena@solaris.es

Cristina Jiménez Aguinaga

INASMET-Tecnalia; Parque Tecnológico de Miramón; San Sebastián; cjimenez@inasmet.es

Abstract.

The present work takes as an object the diffusion of the results of a research project carried out by INASMET-Tecnalia, the University of Cadiz and SOLARIS on the Cu-Al unions in the industry of solar power, for SOLARIS, Solar Power, S. A. of Almeria, doing special support in the adhesive unions.

The above mentioned research project has partially been founded by the Innovation, Science and Enterprise Council of the Andalucia Regional Government, via the IDEA Agency by the resolution of July 9 of 2.008 (reference 140297), and the CDTI by the resolution of March 6 of 2.009 (reference IDI-20090233).

Keywords: Proceso, Energía, Absorbedor, Solar

1. Introducción.

Los sistemas tradicionales de producción de agua caliente sanitaria con energía solar térmica se basan en el calentamiento y almacenamiento del agua potable de red, una vez caliente debe mantenerse la temperatura de confort para ser consumida posteriormente en aplicaciones como la ducha, lavado, cocina, etc.

El mantenimiento de grandes volúmenes de agua a temperatura elevada conlleva un coste medioambiental y económico elevado, con una eficiencia muy mejorable.

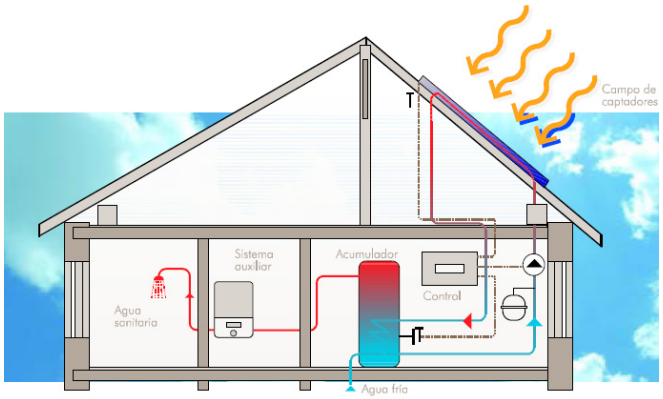


Figura 1. Instalación agua caliente sanitaria

1.1. El absorbedor

Está compuesto por láminas de una aleación de aluminio, con un recubrimiento selectivo, unidas a una parrilla o serpentín de tubos de cobre mediante un proceso de soldeo de soldadura de última generación. Las láminas tienen unos 0,5 mm de espesor sobre las que se deposita una capa selectiva por sputtering o pulverización catódica. El acabado selectivo consiste en aplicar tres capas óptimamente activas sobre las láminas de la aleación, que mejora las propiedades absorbedoras, aumentando la ganancia de radiación en la banda del espectro solar que es susceptible de transformarse en energía térmica. Este recubrimiento selectivo dota al absorbedor de una absorbancia elevada (0,95) y una emisividad baja para las longitudes de onda largas (0,05). Una cuarta capa de acabado anticorrosivo se aplica en la parte trasera de cada lámina.

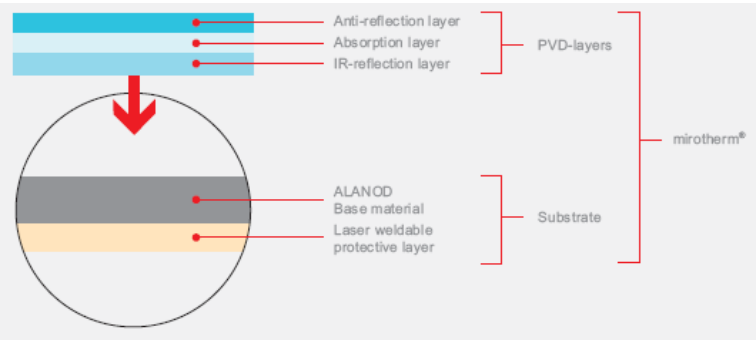


Figura 2. Acabado selectivo

1.2. Necesidades del proyecto

Los planes de expansión de SOLARIS hacen necesario el desarrollo y realización de este Proyecto, pues en la actualidad, aunque los captadores son de desarrollo propio, y se encuentran homologados por el CENER, dependen del suministro de los absorbedores solares por un proveedor alemán, que puede suponer un cuello de botella, en el momento en que se inicie un crecimiento como el previsto para la fabricación de los captadores. Por otro lado, el proyecto pretende analizar la incorporación de oros procesos, bien apoyados en la tecnología

láser, o en otras tecnologías de unión, cuyo objetivo es reducir costos y conseguir una mejora en el rendimiento energético del captador.

El estado tan incipiente de la tecnología exige una puesta a punto detallada, y una selección adecuada de los parámetros de soldadura, que afectan a la calidad del proceso, y que pueden influir en su eficiencia.

SOLARIS es una empresa especializada en el diseño de instalaciones solares térmicas de baja temperatura especializada en la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en el sector residencia y de servicios y calentamiento de piscinas.

1.3. Estado del arte de las tecnologías de unión

La utilización de tecnologías de unión para la fabricación de los absorbedores es fundamental para su máximo rendimiento y aprovechamiento energético (Ensayo de Eficiencia Energética), a la fecha los procesos habituales de soldeo para la fabricación del absorbedor son los siguientes:

- Soldadura LASER pulsado.
- Soldadura por Ultrasonidos.
- Soldadura Blanda.
- Soldadura Fuerte.

2. Desarrollo del problema

2.1. Experimental

2.1.1. Caracterización metalográfica de las uniones soldadas

2.1.1.1. Soldadura láser (placa Al-tubo Cu)

Sobre la muestra soldada mediante el proceso láser se realizan un corte transversal y otro longitudinal que contienen los puntos de soldadura. Después del corte, las probetas son embutidas en frío y pulidas convenientemente para su posterior análisis.

La Figura 3 muestra las macrografías realizadas sobre la sección transversal y longitudinal respectivamente de la unión láser, y revelan los siguientes aspectos:

a. Se trata de una unión puntual en la que el aluminio de la placa por efecto del ángulo del haz incidente se funde uniéndose al tubo de cobre.
b. En la zona de la placa de aluminio, donde se produce la soldadura, se observa un surco irregular en el nivel de la línea de acuerdo de la soldadura, produciendo un efecto de mordedura.

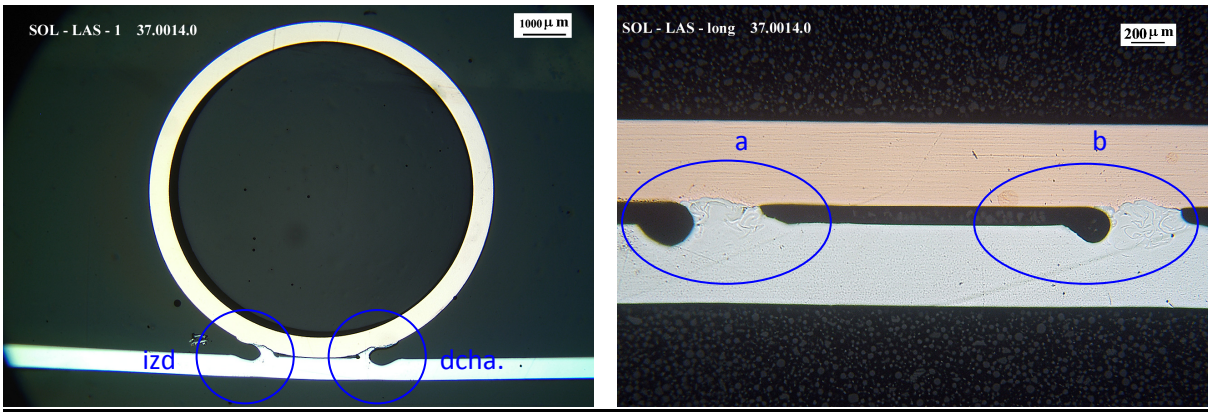


Figura 3. Macrografías sección transversal soldadura láser, x8 y x 32, respectivamente.

2.1.1.2 Soldadura ultrasonidos (placa Cu - tubo Cu)

La Figura 4 muestra unas macrografías a diferentes aumentos de la sección transversal a la soldadura por ultrasonidos, en las cuales se aprecia una superficie de unión mayor que en caso de soldadura láser, si bien también se aprecia una fuerte irregularidad sobre la placa de cobre en su lado exterior. Además, en la zona de soldadura la placa de cobre pierde su recubrimiento.

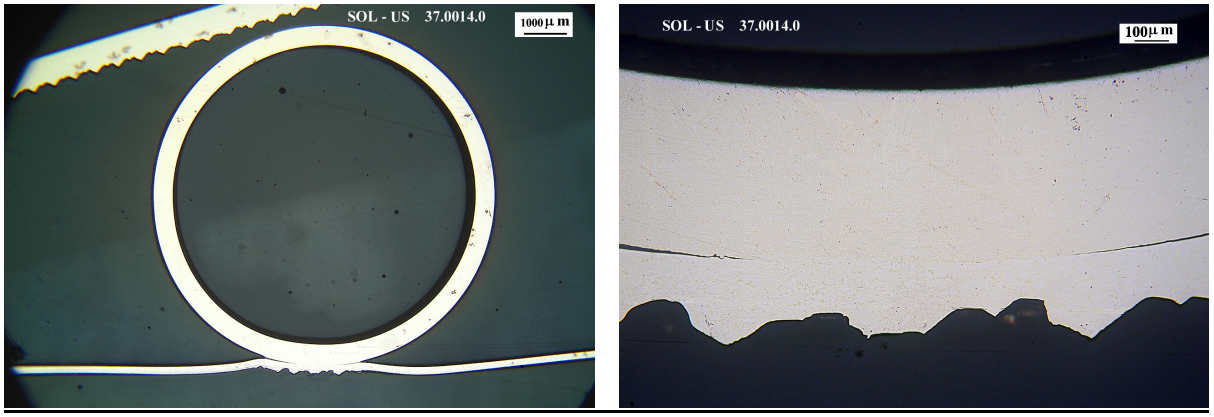


Figura 4. Macrografías sección transversal soldadura por ultrasonidos sin ataque, x8 y x 64, respectivamente.

2.1.1.3 Soldadura fuerte

De las pruebas de soldeo fuerte realizadas, más de 60 cupones de prueba soldados, se extrae un corte de la soldadura, a partir del cual se realiza el análisis metalográfico (ver Figura 5).

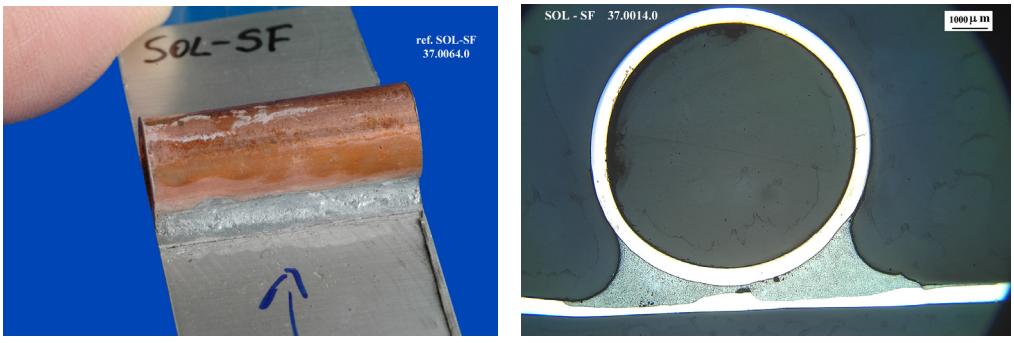


Figura 5. Muestra unión mediante soldadura fuerte sujeta a análisis metalográfico.

La observación de la Figura 5 muestra una superficie de unión mayor que en los casos láser y ultrasonidos y, si bien hay un cierto porcentaje de porosidad sobre todo en la zona de la intercara material de aportación/ material

2.1.1.4 Soldadura blanda

Igualmente, como en la soldadura fuerte de los más de 50 cupones de prueba realizados, se extrae un corte de una zona de soldadura con buen aspecto, a partir del cual se realiza el análisis metalográfico (ver Figura 6).

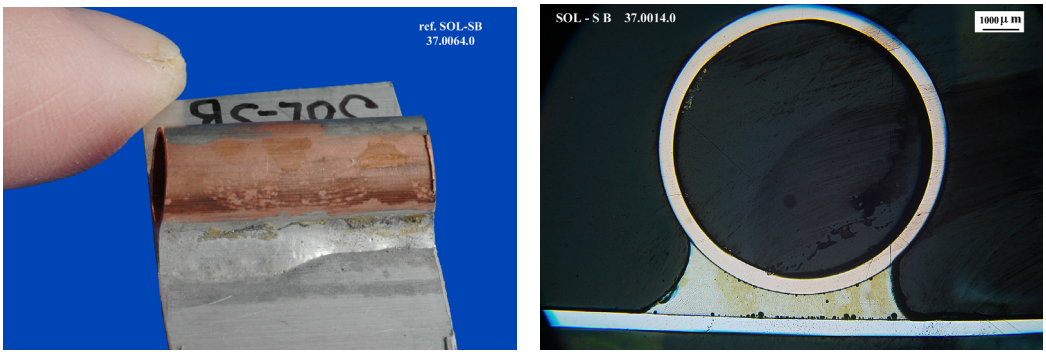


Figura 6. Muestra de la unión con soldadura blanda sujeta a análisis metalográfico y Macrografía sección longitudinal soldadura blanda, x 8.

El resultado obtenido es muy similar al del caso de soldadura fuerte, es decir:

a. Se obtiene una superficie de contacto mayor que en los casos de soldadura láser o por ultrasonidos.
b. Se observa porosidad en la intercara material de aportación/material base, y además en mayor proporción que la observada en la muestra de soldadura fuerte.
c. Reduciendo el grado de porosidad se obtiene una unión sana entre las partes.
d. Para poder industrializar este proceso sería necesario aplicar una fuente de calor controlada que evite la deformación tanto de la placa como del tubo.

3. Conclusiones uniones soldadas

<u>Unión LÁSER</u> (Al-Cu)

1. Se trata de una unión puntual en la que el aluminio de la placa por efecto del ángulo del haz incidente se funde uniéndose al tubo de cobre.
2. La instalación usada es muy costosa del orden de unos 800.000 €, y para su amortización, hay que fabricar muchos miles de placas absorbedoras al mes.

<u>Unión por ULTRASONIDOS</u> (Cu-Cu)

1. Se observa que en la zona de soldadura la placa de cobre pierde su recubrimiento selectivo.
2. No se aprecia fusión entre las dos partes a unir, ya que el proceso de soldadura por ultrasonidos es un proceso en estado sólido.

<u>Unión por SOLDADURA FUERTE</u> (Al-Cu)

1. La observación de la Figura 5 muestra una superficie de unión mayor que en los casos láser y ultrasonidos y, si bien hay un cierto porcentaje de porosidad sobre todo en la zona de la intercara material de aportación/ material base.
2. La inspección visual revela un buen aspecto superficial de la unión, aunque las deformaciones son bastante evidentes, lo que descarta su uso con llama.

Unión por SOLDADURA BLANDA (Al-Cu)

1. Se obtiene una superficie de contacto mayor que en los casos de soldadura láser o por ultrasonidos. (Figura 6).
2. Para poder industrializar este proceso sería necesario aplicar una fuente de calor controlada que evite la deformación tanto de la placa como del tubo.

3.1. Conclusiones uniones adhesivas

3.1.1. Tipo de adhesivos utilizados:

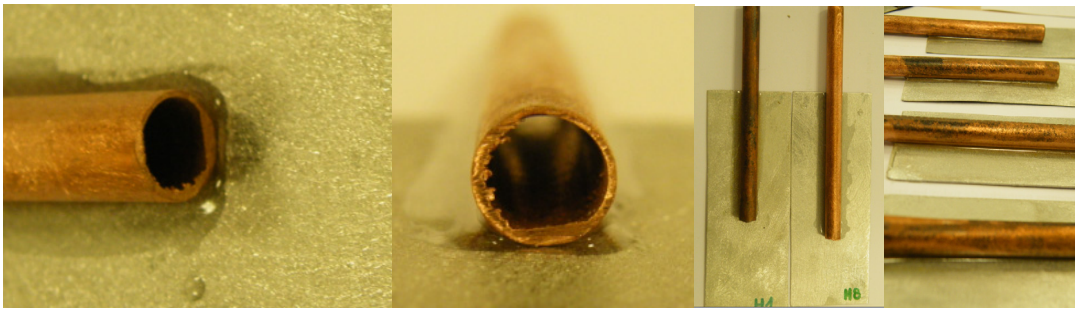
1.- HYSOL 9483 (H): Resina Epoxi bicomponente.
2.- EPOTEK H20E (E): Sistema epoxídico bicomponente cargado con plata.
3.- Uniones mediante omegas:
- Con HYSOL 9483 (H')
- Con KERATHERM KL91 (K): Cinta adhesiva bicara, conductora térmica.

3.1.2. Ciclo de envejecimiento:

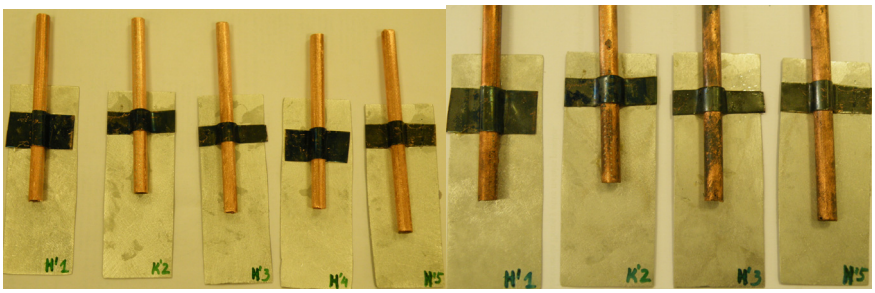
- 20 días en ambiente saturado de humedad a 50º C. (muestras con omegas).
- 30 días en ambiente saturado de humedad a 50º C 8 HYSOL y Adhesivo conductor.

A continuación se muestras las imágenes de las probetas, antes y después del ciclo de envejecimiento

1.- HYSOL 9483:



2.-Uniones mediante omegas: Con HYSOL 9483 (H')



3.2. Decisión final a la vista de los resultados y conclusiones

Una vez estudiada y analizada la fase de ensayos, y estudio de los procesos de unión y debido al avance tan importante en la tecnología de unión por adhesivos termoconductores, y al deseo de SOLARIS de desarrollar esta tecnología, abandonada en el inicio, que puede ser totalmente novedosa y a las posibilidades que presenta, tanto a nivel de automatización y económica, se toma la decisión por unanimidad de los investigadores de Solaris, Inasmet-Tecnalia y UCA, de seguir el proyecto en esa dirección.

Por lo tanto, se decide el estudio, diseño y fabricación de dos prototipos a escala 1:1, (Figura 7), debido a las dimensiones reducidas (2 x 1 m) del absorbedor, realizando las uniones tubo de Cu a placa de Al mediante omegas de Cu unidas a la placa por el adhesivo HYSOL 9438 (H), y para mejorar la conducción del calor de la placa al tubo, se aplanará la zona de contacto del tubo con la placa, para lo cual se deformará el tubo.

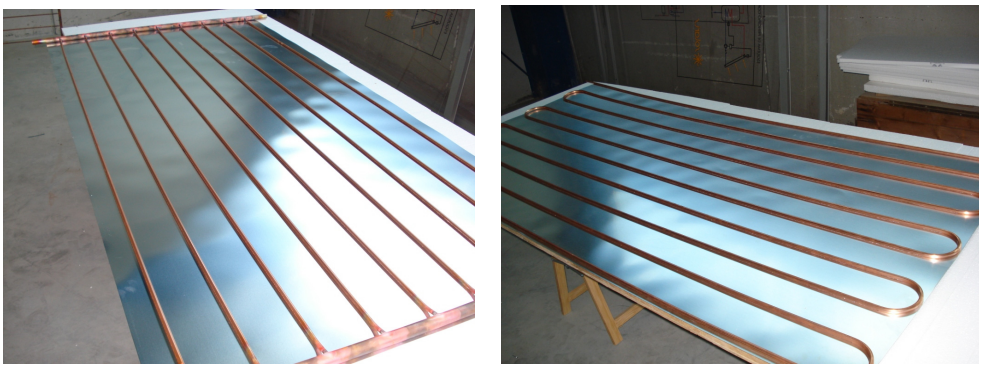


Figura 7. Tubos en forma de parrilla (Prototipo 1) y tubos en forma de serpentín (Prototipo 2), respectivamente.

Referencias.

1. **Behabtu N, Green M J, Pasquali M.** Nanotoday (3)5-6 2008
2. **Baxter, C. F. G**. "Computer Aided Distortion Control". Proceedings 2nd International Conference on Computer Technology in Welding, Paper 20, pp 183-191, The Welding Institute , Cambridge, UK. 8-9 June, 1986.
3. **Bermejo, A.** "Las Segregaciones, Tensiones Residuales e Influencia de los Gases y Parámetros de Soldadura en la Geometría del Cordón y en la Física del Arco, en la Soldadura MIG de la Aleación AA5083". Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. Enero 1.994.
4. **Bermejo, A.** "La Soldadura del Aluminio y sus Aleaciones: Tendencias Actuales". II Jornadas sobre Nuevas Tecnologías de Soldeo y Mejora de Productividad. Cádiz. Febrero 2.003.
5. **Bermejo, A.** "Introducción a la Soldadura por Arco Protegido con Gas". Curso Master de Soldadura Welding Engineer. CES. UCA. 1.992.

Efficiency in cutting stock problems

M. Arana-Jiménez[1], L.L. Salles Neto[2], A. Rufián-Lizana[3],

G. Ruiz-Garzón[4] and G.M. Nieto-Gallardo[5]

[1] Departamento de Estadística e I.O., Universidad de Cádiz, Cádiz, España, manuel.arana@uca.es

[2] Departamento de Ciencia e Tecnologia, Universidade Federal de Sao Paulo, Brazil, luiz.leduino@unifesp.br

[3] Departamento de Estadística e I.O, Universidad de Sevilla, Sevilla, España, rufian@us.es

[4] Departamento de Estadística e I.O, Universidad de Cádiz, Cádiz, España, gabriel.ruiz@uca.es

[5] Departamento de Matemáticas, IES Asta Regia, Jerez, España, otein@ono.com

Abstract. In this work, we present our current developments in the study of conditions for weakly efficient solutions of one-dimensional cutting stock problem with multiple objectives. We consider the following important objectives for an industry: number of processed objects (cost of raw materials), number of different patterns (cost of setup), and therefore, saving energy. To demonstrate these results we also establish new conditions of optimality for vector optimization problem.

Keywords: Cutting stock problem, Efficiency, Mathematical Programming, Vector Optimization.

1. Introduction.

Mathematics plays an important role in Industry and it is necessary for the resolution of real problems. In this process, the real problem has to be modelled and converted into a mathematical problem under an adequate formulation. Then, the mathematical instruments can be applied to find the theoretical solutions, and from these, the real solutions. But this process is often not obvious, and usually needs the study of new approaches.

In this communication, we study a real industry problem: the Cutting Stock Problem and Setup. This problem arises in the production of paper (1975), steel (1960), window manufacturing (1990), etc, which has been studied by different researchers.

We study the mathematical model and new optimality conditions to obtain efficient solutions for this kind of problems. This study could provide new approaches, minimize the number of processed objects and cost of the setup number, and save energy in the cutting and setup processes. In this way, the outline is to reduce the remaining material (Fig. 1) from pieces of raw material (Fig.2) , for example, tubes, paper rolls, wood,…), among others

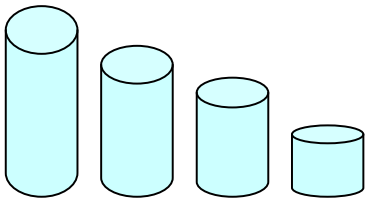


Fig.1: Remaining material

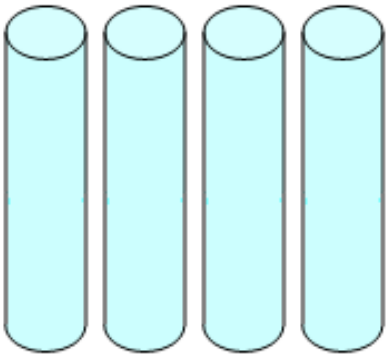


Fig. 2: Raw material

2. Desarrollo del problema.

The Standard Cutting Stock Problem (CSP) is characterized by cutting stock rolls of size W (called objects) into smaller pieces of size w_i (where $W > w_i$, i=1,2,…,m), with the objective of satisfying the demand d_i for each one of these m items. Each combination of items in an object is called cutting pattern and each changing of a cutting pattern has a setup cost to prepare the cutting machine. The setup number has a great importance when we need to meet a large demand of items in a short period of time. We want to find a trade-off between the setup number and the trim loss. This problem arises in the production of paper, steel, window manufacturing, etc.

The mathematical model is as follows:

$$\text{Minimize} \quad c_1 \sum_{j=1}^{n} x_j + c_2 \sum_{j=1}^{n} \delta(x_j)$$

$$\text{s.t.:} \quad \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \geq d_i, \qquad i = 1, ..., m.$$

$$x_j \in \mathbb{N}, \qquad j = 1, ..., n.$$

where c_1 is the cost of the object; a_{ij} is the number of times item i appears in the j^{th} cutting pattern; x_j is the number of objects processed with the cutting pattern j; c_2 is the setup cost and

$$\delta(x_j) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_j > 0, \\ 0 & \text{if } x_j = 0. \end{cases}$$

2.1. A new formulation: multiobjective problema

Under the previous mathematiccal formulation for our cutting stock problema, and according to [1, 4], an exact relation between c_1 and c_2 depends on several factors as: demand, deadlines and labor costs, among others. The major advantage of a multiobjective approach is to give a set of solutions which are not evaluated by a common scalar function, i.e., the optimization process is, in theory, not based toward a particular type of solution that depends on c_1 and c_2. In this purpose, the literature contains some studies using heuristics to generate good solutions

to the cutting stock problema with multiple objectives, but not found papers containing optimality conditions for this problem. More generally, multiobjective combinatorial optimization has not been studied widely and very few theoretical results about the properties of problems are available. In this paper we present sufficient conditions for a solution to be weakly efficient for Multi-objective Cutting Stock Problem (MoCSP):

$$(MoCSP)\begin{cases} x^* = min_x\ f(x) = (f_1(x), f_2(x)) \\ \text{s. t. } x \in X \end{cases}$$

Where

- $f_1(x) = \sum_{j=1}^{n} x_j \equiv$ number of processed objects.
- $f_2(x) = \sum_{j=1}^{n} \delta(x_j) \equiv$ setup.
- $X = \{x \in \mathbb{Z}^n,\ x \geqq 0 : y_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j - d_i \geqq 0, i = 1, ..., m\},\ \mathbb{Z}^n = (z_1, z_2, \ldots, z_n),\ z_i \in \mathbb{Z}$ for $i = 1, \ldots, n$, $\mathbb{Z}$ is the set of integers numbers.

Nowadays, new approaches for multiobjective programming are appearing. Actually, we are studying new properties of the involved vector functions as well as providing new optimality results (see [2,3]) for this kind of problems. To use these new optimality results, we have relaxed the space X to a continuous space. In this situation, we can say that (MoCSP) is included in a more general problem, which is formulated as follows:

$$(VOP)\ \ Min\ f(x)$$
$$Subject\ to:$$
$$g(x) \leqq 0$$
$$x \in S$$

where S is an open subxet of R^n, $f = (f_1,...,f_p) : S \subseteq R^n \to R^p$ and $g = (g_1,...,g_m)) : S \subseteq R^n \to R^m$ are differentiable. The following convention for equalities and inequalities is assumed, for $x=(x_1,...,x_n)$, $y=(y_1,...,y_n)$:

$x = y \Leftrightarrow x_i = y_i, \forall i = 1,...,n$

$x < y \Leftrightarrow x_i < y_i, \forall i = 1,...,n$

$x \leqq y \Leftrightarrow x_i \leq y_i, \forall i = 1,...,n$

$x \leq y \Leftrightarrow x_i \leq y_i, \forall i = 1,...,n$, and there exist j such that $x_j < y_j$.

Here, the concept of solution we are going to use has to be defined, since there are several types in the literature for multiobjective problems. In this way and following, we have one of the most important concepts:

Definition 1
A feasible point, $\bar{x}$, is said to be a weakly efficient solution for (VOP) if there does not exist another feasible point, x, such that f(x) < f($\bar{x}$).

Now we need optimality conditions to obtain weakly efficient solutions for our problem (VOP), and from this, for (MoCSP).

2.2. Optimality conditions
Kuhn-Tucker conditions allow us to obtain weakly efficient solutionsvfor (VOP). To obtain the sufficient condition we need the following definition.

Definition 2
A feasible point $\bar{x}$ for (VOP) is said to be strict Kuhn-Tucker vector critical point, SKTVCP, if there exist $\lambda \in R^p$, $\mu \in R^m$ such that

$$\lambda^T \nabla f(\bar{x}) + \mu^T \nabla g(\bar{x}) = 0$$
$$\mu^T g(\bar{x}) = 0$$
$$\mu \geq 0$$
$$\lambda > 0$$

If we replace $\lambda > 0$ by $\lambda \geq 0$ then $\bar{x}$ is said to be a Kuhn-Tucker vector critical point, KTVCP. Following a similar study by [2,3], to obtain weakly efficient solutions from SKTVCP, we propose (see[5]) the next definition for the involved vector functions of (VOP):

Definition 3
A (VOP) is said to be KT-pseudoinvex-III at $\bar{x}$ if there exists a vector function $\eta : S \times S \to R^n$ such that for all feasible points x

$$f(x) - f(\bar{x}) < 0 \Rightarrow \begin{cases} \nabla f(\bar{x})\eta(x,\bar{x}) \leq 0 \\ \nabla g_j(\bar{x})\eta(x,\bar{x}) \leq 0, \forall j \in I(\bar{x}) \end{cases}$$

Where $I(\bar{x}) = \{j = 1,...,m : g_j(\bar{x}) = 0\}$.

KT-pseudoinvexity-II has got some suitable properties to obtain weakly efficient for our original problem (MoCSP) from critical point. We have established necessary and sufficient conditions. Let us see them.

2.3. Approach 1

We have to use the following auxiliary optimization problem:

$$(AP1)\begin{cases} x^* = min_x\ F_1(x) = (f_1(x), h(x)) \\ \text{s. t. } x \in X_1 \end{cases}$$

Where

- $f_1(x) = \sum_{j=1}^{n} x_j$.
- $h(x) = \sum_{j=1}^{n} h_k(x_j)$, where $h_k(x) = (M+1)sin^2(\pi x)$ if $0 \leq x < 1/2$ and $h_k(x) = 1 + (M)sin^2(\pi x)$ if $1/2 \leq x$, $M > 0$ is a larger number (see figure 1).
- $X_1 = \{x \in R^n,\ x \geqq 0 : b_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j - d_i \geqq 0, i = 1, ..., m\}$.

L.L. Salles Neto, M. Arana-Jiménez, G. Ruiz-Garzón and A. Rufián-Lizana [5] have proved:

Theorem 1

$\bar{x} \in Z^n$ is a feasible point for (AP1) then (AP1) is KT-peudoinvex-III at $\bar{x}$.

Theorem 2

Let $\bar{x} \in Z^n$ be a feasible point for (AP1). If $\bar{x}$ is a SKTVCP for (AP1) then $\bar{x}$ is a weakly efficient solution for (MoCSP).

Therefeore, KT-pseudoinvexity is a necessary condition for a point to be feasible for (AP1). Furthermore, from a feasible point of (AP1) and a SKTVCP condition we obtain a weakly efficient solution for our original problem (MoCSP).

2.4. Approach 2

Let us consider the next auxiliary problem:

$$(AP2)\begin{cases} z^* = min_z\ F_2(z) = (f_1(z), h_2(z)) \\ \text{s. t. } z = (x, y) \in X_2 \end{cases}$$

where

- $f_1(z) = \sum_{j=1}^{n} x_j$.
- $h_2(z) = \sum_{j=1}^{n} y_j$
- $$X_2 = \begin{cases} z \in R^{2n},\ z = (x_1, x_2, \ldots, x_n, y_1, y_2, \ldots, y_n)\ z \geqq 0 \\ b_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j - d_i \geqq 0,\ i = 1, ..., m \\ x_j \leq M y_j, \\ y_j \leq 1,\ j = 1, \ldots n \\ \sum_{j=1}^{n} sin^2(\pi x_j) + \sum_{j=1}^{n} sin^2(\pi y_j) \leq 0 \end{cases}$$

Thanks to this problem, we can find in [5] this multiobjective optimality result, by assuming some complementary condirions:

Theorem 3
Let $\bar{x} \in X$ *and assume a complementary condition. If* $\bar{x}$ *is a KTVCP for (AP2) then* $\bar{x}$ *is a weakly efficient solution for (MoCSP).*

Consequently, this result allows us to obtain weakly efficient solutions from KTVCP instead of SKTVCP.

3. Conclusions.

In this paper we present sufficient conditions for weakly efficient solutions of the cutting stock problem with two objectives: cost of raw material and cost of setup. Such optimality conditions can be used in computational tests of methods that seek to obtain the Pareto curve for this problem. Moreover, the auxiliary problems also can be used in exact or heuristic methods. Finally, the new optimality conditions proved in this paper and the general approach used may be useful in other vector optimization problems.

Acknowledgements.

This work was partially supported by the grant MTM2007-063432 of the Science and Education Spanish Ministry.

References.

[1] R. Golfeto, A. Moretti and L.L. Salles Neto, A genetic symbiotic algorithm applied to the cutting stock multiobjective problems; duality, Nonlinear Analysis 68 (2008) 24-34.

[2] M. Arana, A. Rufián, R. Osuna and G. Ruiz, Pseudoinvexity, optimality conditions and efficiency in multiobjective problems; duality, Nonlinear Analysis 68 (2008) 24-34.
[3] M. Arana, A. Rufi\'an, R. Osuna and G. Ruiz, A characterization of Pseudoinvexity in Multiobjective Programming, Mathematical and Computer Modelling 48(2008) 1719-1723.
[4] A. Diegel, E. Montocchio, E. Walters, S. Schalkwyk, and S. Naidoo, Setup minimising conditions in the trim loss problem, European Journal of Operational Research 95 (1996) 631-640.
[5] L.L. Salles Neto, M. Arana-Jiménez, G. Ruiz-Garzón and A. Rufián-Lizana, Optimality conditions in multiobjective nonlinear cutting stock problem (Submitted).

Logiciel de Simulation de systèmes photovoltaïques sous Matlab/simulink

Mohsen BEN AMMAR[1,2], Majed BEN AMMAR[1],
Maher CHAABENE[1], Abdelhamid RABHI[2] and Ahmed EL HAJJAJI[2]

[1] Commande de Machines Electriques et Réseaux de Puissance, CMERP-ENIS, Sfax-Tunisie
[2] Laboratoire de recherche, Modélisation, Information et Systèmes, MIS, UPJV, Amiens-France

mohsen.benammar@gmail.com, benammarmajed@yahoo.fr,
maherchaabene@yahoo.com, abdelhamid.rabhi@u-picardie.fr

Abstract— This paper presents a software that simulates and characterizes photovoltaic systems (PV). The tool reveals the effect of the climatic parameters and the state of the load on the behaviour of the photovoltaic conversion system. Different approaches are programmed to track the maximum power point such as IncCond, P&O, fuzzy logic etc. Furthermore, several functionalities are supplied such as diagrams of the electric characteristics (current, voltage, power). Simulation is executed using PV parameters according to either a set of PV known companies or by programming specific PV configuration. Validation is ensured thanks to a stored measurement database, taken during the 2008 year which is related to Sfax region in Tunisia. Thanks to his graphic and interactive interface, the software offers a great flexibility when teaching, characterizing or sizing photovoltaic installations.

Keywords*: Solar Energy, Photovoltaic, modelling, MPPT, P&O, IncCond.*

1. Introduction

L'énergie solaire photovoltaïque constitue parmi les énergies renouvelables celle qui possède le plus large potentiel de développement [1]. Ce pendant, la simulation du comportement des systèmes de conversion de ce type d'énergies renouvelables face à la variation des paramètres influents sur leurs fonctionnements constitue une étape primordiale lors de la conduction d'actions sur ces systèmes, à savoir : le dimensionnement, la gestion énergétique, l'optimisation, etc. L'aspect non linéaire de ces systèmes et l'évolution stochastique de leurs variables, imposent la nécessité d'outils informatiques basés sur des algorithmes robustes pour simuler le fonctionnement de ces systèmes. Des logiciels de simulation des systèmes photovoltaïques sont déjà commercialisés et offrent des fonctionnalités très importantes [2]. Toutefois, des limitations sont souvent constatées lors de l'exploitation de ces logiciels, à savoir : l'absence de l'aspect didactique [3], l'impossibilité d'importer ou d'exporter des résultats [4], la non compatibilité avec des logiciels standards de calcul tel que Matlab. De plus, la majorité de ces outils utilisent des modèles spécifiques non accessibles par l'utilisateur [5]. Ainsi, nous proposons un logiciel de simulation basé sur des algorithmes et des modèles standards et qui surmonte toutes les limitations déjà citées. Ce logiciel est entièrement conçu autour de l'interface GUI de Matlab [6]. Il offre des fenêtres graphiques interactives qui délivrent, selon le choix de l'utilisateur, plusieurs types de courbes caractérisant le comportement d'un système photovoltaïque (PV) vis-à-vis : de l'état de la batterie, la variation de la charge, le changement des paramètres climatiques, etc. De même, l'utilisateur peut importer ou exporter des résultats, exploiter des bases de paramètres préprogrammées pour des PV connus ou programmer les paramètres de nouveaux PV. Lors de la validation de la simulation, l'utilisateur peut soit exploiter une base de mesures déjà effectuées soit introduire ses propres mesures. Le simulateur peut être utilisé pour contrôler et

tester les pannes qui peuvent survenir sur les cellules photovoltaïques du panneau. En effet, toute fluctuation permanente des grandeurs mesurées peut être détectée et comparée aux valeurs prédites par le simulateur. En ce qui suit, une deuxième section présente les modèles de distribution de l'ensoleillement et de la température ambiante. La section trois expose le modèle standard utilisé d'un PV. La quatrième section donne les algorithmes de poursuite des points de maximum de puissance exploités par le logiciel. La cinquième section dévoile les fonctionnalités de l'interface du logiciel et quelques résultats de simulation. Enfin, une conclusion résume le travail et propose des perspectives.

2. Modèles de distribution de l'ensoleillement et de la température ambiante

Plusieurs modèles de distribution de l'ensoleillement sont décrits dans la littérature relient l'irradiation globale à la durée du jour. Parmi ces modèles nous avons choisi une distribution gaussienne. Une fois les paramètres météorologiques, pour le jour j sont donnés, des distributions de l'ensoleillement $\hat{G}(j,t)$ et de la température ambiante $\hat{T}(j,t)$ sont estimées [7].

2.1. Modèle de prédiction de l'ensoleillement

L'ensoleillement estimé pour le jour j est déterminé selon une distribution gaussienne (1) :

$$\hat{G}(j,t) = G_{\max}(j)\,\sin(\frac{\pi t}{DL(j)}), \tag{1}$$

où $DL(j)$ est la durée du jour j et $G_{\max}(j)$ est la valeur de $\hat{G}(j,t)$ à $t = DL(j)/2$. Puisque la quantité d'énergie solaire $G_T(j)$ peut être obtenue par l'intégration de $G(j)$ sur tout le jour j, alors [8] :

$$G_T(j) = \int_0^{DL(j)} G_{\max}(j)\,\sin(\frac{\pi t}{DL(j)})\,dt, \tag{2}$$

D'où $$G_{\max}(j) = \frac{\pi\, G(j)}{2D_L(j)}. \tag{3}$$

La durée du jour $DL(j)$ est calculée par :

$$DL(j) = GMT_{coucher}(j) - GMT_{lever}(j), \tag{4}$$

$$GMT(j) = 12 - Te(j) + \frac{L + \gamma\cos^{-1}(tg\delta(j)\,tg\phi)}{15}, \tag{5}$$

$$Te(j) = 0.123\,\cos(N(j)+87) - \frac{\sin(2(N(j)+10))}{6}, \tag{6}$$

$$\delta(j) = 23.45\,\cos(N(j)+10), \tag{7}$$

$$N(j) = 0.988\cdot[D(j) + 30.3\,(M(j)-1)], \tag{8}$$

où $GMT(j)$ est l'heure de coucher et de lever de soleil du jour j avec $\gamma = -1$ pour le coucher du soleil et $\gamma = +1$ pour le lever, L est la longitude, ϕ est la latitude, $Te(j)$ est l'équation du calcul du temps (exprimé en heure), $\delta(j)$ est la déclinaison (en degré), $D(j)$ est le jour du mois, $M(j)$ est le numéro du mois (Janvier = 1), et $N(j)$ le numéro du jour dans le mois.

2.2. Modèle de prédiction de la température ambiante

L'estimateur fournit les valeurs minimale et maximale de la température ambiante $(T_{\min}(j), T_{\max}(j))$ estimées pour le jour j. La température ambiante estimée $\hat{T}(j,t)$ pour le jour j est calculée selon la distribution sinusoïdale suivante [8].

$$\hat{T}(j,t) = \frac{T_{\max}(j)+T_{\min}(j)}{2} + \frac{T_{\max}(j)-T_{\min}(j)}{2}\sin(\frac{\pi(t-1)}{12}), \tag{9}$$

3. Modélisation d'un générateur photovoltaïque

La puissance électrique produite par un panneau photovoltaïque (PV) dépend de l'intensité de l'ensoleillement, de la température de cellule et surtout de la tension de sortie. Le schéma électrique équivalent d'une cellule d'un PV est donné par la figure 1, où I_L représente le photo-courant crée dans les photopiles par le rayonnement solaire. Le courant est proportionnel à l'ensoleillement reçu et opposé au courant de la diode équivalente D. I_d représente le courant de la diode à l'obscurité. R_S est la résistance série due principalement à la difficulté de collecter les charges à la surface photosensible. R_P est la résistance parallèle, qui est une conséquence de l'état de la surface le long du périphérique des photopiles. R_L représente la charge électrique. La caractéristique électrique d'une cellule photovoltaïque sous un ensoleillement est donnée par la relation suivante [9,10] :

$$I = I_L - I_0\left[\exp\left(\frac{V+R_S I}{nK_B T/q}\right)-1\right]-\frac{V+R_S I}{R_P} \tag{10}$$

Où I_0 est le courant de saturation inverse de la diode.

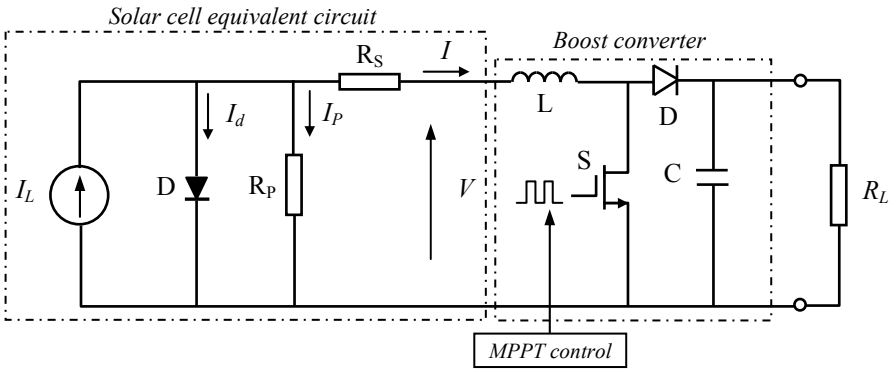


Fig.1 : Schéma électrique d'un module PV.

La tension aux bornes d'un module photovoltaïque de N_S cellules, groupées en série, en fonction du courant de charge est décrite par l'équation suivante :

$$V = N_S \frac{nK_B T}{q}\cdot \ln\left(\frac{I_{SC}-I}{I_0}\right) \tag{11}$$

I_L s'exprime en fonction des variations de la température T et de l'ensoleillement G par :

$$I_L = I_L(T_{1,ref}) + K_0(T - T_{1,ref}) \tag{12}$$

$$I_L = I_{STC}(T_{1,ref,STC})\frac{G}{G_{STC}} \tag{13}$$

$$K_0 = \frac{I_{SC}(T_{2,ref}) - I_{SC}(T_{1,ref})}{(T_{2,ref} - T_{,ref1})} \tag{14}$$

$$I_0 = I_0(T_1)\exp\left(\frac{qV_q(T_{1,ref})}{nk\left(1/T - 1/T_{1,ref}\right)}\right)\left(\frac{T}{T_{1,ref}}\right)^{3/n} \tag{15}$$

$$I_0(T_{1,ref}) = I_{SC}(T_{1,ref})/\left(\exp\left(\frac{qV_{OC}(T_{1,ref})}{nkT_{1,ref}}\right)-1\right) \tag{16}$$

La résistance interne série R_S d'une cellule au point V_{OC} est calculée par l'équation 17:

$$R_S = -\left.\frac{dV}{dI}\right|_{V_{OC}} - \left(\frac{nkT_{1,ref}}{q}\right)/\left(I_0(T_{1,ref})\left(\exp\frac{qV_{OC}(T_{1,ref})}{nkT_{1,ref}}\right)\right) \tag{17}$$

Avec :

I_{SC} – Courant de court-circuit
$I_{SC,STC}$ – Courant de court-circuit dans les conditions standards
V_{OC} – Tension du module en circuit ouvert
q – Charge élémentaire d'électron (=1.6×10^{-19} C)
T – Température ambiante (en Kelvin)
n – Facteur de non idéalité de la diode

STC – Conditions standards (1kW/m^2, 25 °C)
G – Ensoleillement (en W/m^2)
$T_{1,ref}$ – Température de référence à 1kW/m^2, 298K (25°C)
$T_{2,ref}$ – Température de référence pour un 2nd STC
K_B – Constante de Boltzmann (=1.3806×10^{-23} en J/K)
K_0 – Coef. température de variation d'I_{SC} (en %)

4. Méthodes de recherche des points du maximum de puissance

Plusieurs algorithmes permettant la recherche des points de maximum de puissance sont présentés et validés dans la littérature [11-14]. On se propose de présenter les méthodes qui ont été implantées dans notre logiciel de simulation.

4.1. Méthode de perturbation et observation (P&O)

C'est l'algorithme le plus généralement utilisé pour la recherche de l'MPPT (Maximum Power Point Trackers), en raison de sa facilité d'exécution sous sa forme de base [15]. Cette méthode a la particularité d'avoir une structure de régulation simple avec peu de paramètres de mesure. Il opère en perturbant périodiquement la tension du panneau, et en comparant la puissance précédemment délivrée avec la nouvelle après perturbation. Si la perturbation implique une augmentation de la puissance et sa courbe se trouve dans la phase ascendante, alors la tension de sortie devra donc être augmentée (et inversement). Ainsi, l'algorithme de la P&O, représenté par la figure 2, cherche en permanence le point de maximum de puissance [16]. Le système adapte en permanence la tension aux bornes du panneau photovoltaïque afin de se rapprocher de l'MPPT, sans jamais l'atteindre précisément.

4.2. Méthode de la conductance incrémentale (IncCond)

Cette méthode utilise l'ondulation du courant en sortie du hacheur pour maximiser la puissance du panneau en extrapolant dynamiquement la caractéristique du panneau. En effet une variation de 1% en amont provoque une variation d'environ 10% de l'intensité (pentes des caractéristiques). La puissance fournie par le PV est donnée par le produit de la tension à ses bornes par l'intensité du courant délivrée ($P = V \times I$), ce qui permet d'écrire [17]:

$$\frac{1}{V} \times \frac{dP}{dV} = \frac{I}{V} + \frac{dI}{dV}, \quad V > 0 \tag{18}$$

La conductance G s'exprime par :

$$G = I/V \tag{19}$$

Alors, la variation de la conductance sera :

$$\Delta G = -dI/dV \tag{20}$$

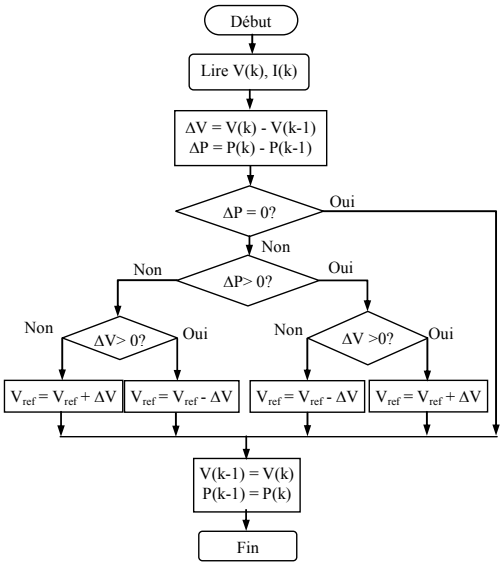


Fig. 2. Algorithme de la méthode P&O.

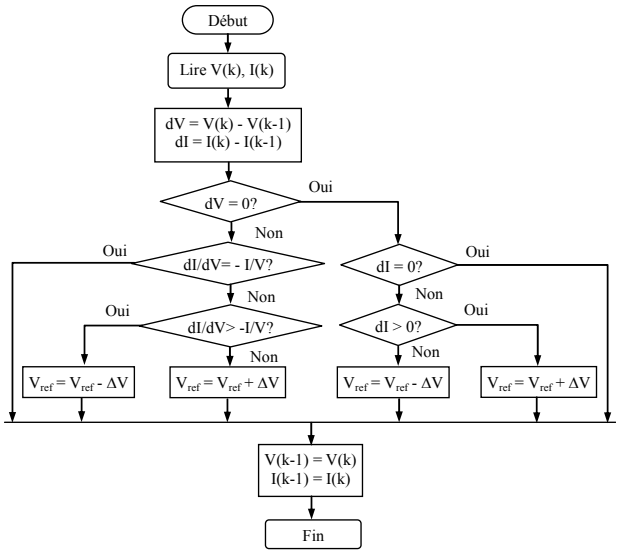


Fig. 3. Algorithme de la méthode de la conductance incrémentale.

$$\begin{cases} dP/dV > 0 & \text{si } G > \Delta G \\ dP/dV = 0 & \text{si } G = \Delta G \\ dP/dV < 0 & \text{si } G < \Delta G \end{cases} \quad (21)$$

Ainsi, Le comportement instantané du panneau, (tension, intensité, puissance) peut être résumé en trois cas : loin, près ou au-delà du maximum de puissance. Les performances du panneau PV sont donc prévues et enregistrés à chaque instant dans un fichier, qui analyse le produit des dérivées de la puissance P et de la tension V. Si ce produit est négatif le courant est en dessous du maximum de puissance et vice-versa. Ainsi, en régulant la tension de manière à avoir le produit de *dP/dt* par *dV/dt* est nul, alors on aura *dP/dV = 0* et la puissance sera maximisée [17]. Cette méthode est plus efficace que la méthode de P&O. Elle est indépendante des caractéristiques des différents composants utilisés. Les tensions et les courants du panneau PV sont monitorés, de telle manière que le contrôleur peut calculer la conductance *G =I/V* et la conductance incrémentale afin de décider de son comportement pour l'incrémentation de *dG*. L'algorithme de la conductance incrémentale est donné par la figure 3 [11].

5. Production des résultats

Basé sur les modèles mathématiques (eq.1 à eq.21) modélisant les paramètres météorologiques (Fig.4) et le comportement des panneaux photovoltaïques et leurs conditionnements, ce logiciel de simulation a été entièrement développé sous Matlab/Simulink [6]. Il permet à l'utilisateur de tracer les principales caractéristiques *I(V)* et *P(V)* des différents types de PV (Fig.5). Grâce à des menus interactifs, l'utilisateur peut fixer l'ensoleillement *G* tout en maintenant la température *T* de cellule constante et inversement, et ce en ajustant les deux sliders correspondants. Exploitant les performances de l'outil GUI de Matlab, le logiciel de simulation dispose de deux fenêtres graphiques d'affichage des caractéristiques *I(V)* et *P(V)* ; ces fenêtres sont programmées pour une variation d'échelle automatique selon le nombre de modules connectés en série et en parallèle.

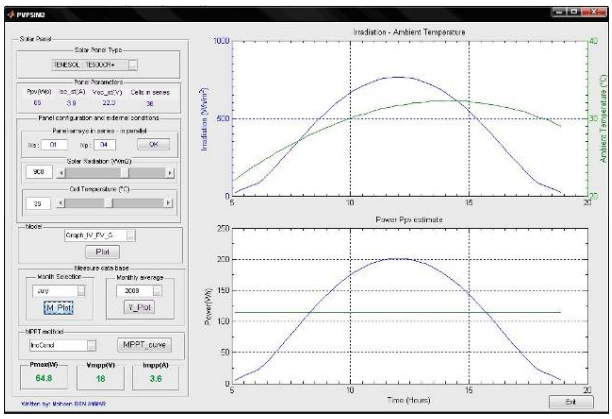


Fig.4. Courbes de distribution de G(t) et de T(t).

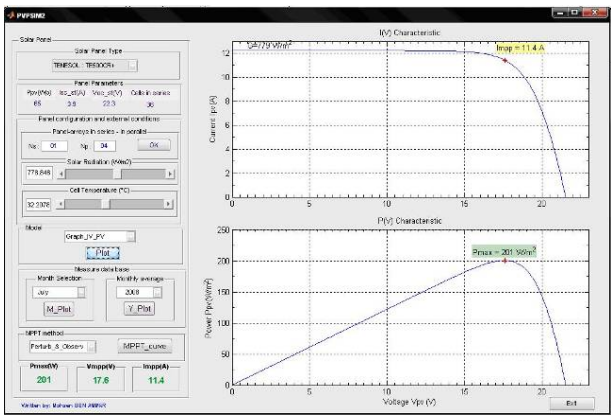


Fig.5. Simulation des caractéristiques I(V) et P(V).

L'interface intègre en plus, une base de données des caractéristiques fournies par les constructeurs des divers types de panneaux PV (Siemens-SM50H, Siemens-SM55, TENESOL-TE500CR+, etc.). Un menu déroulant est programmé de façon à faciliter à l'utilisateur de sélectionner le PV ou bien de saisir les paramètres correspondants à un nouveau panneau en sélectionnant la rubrique '*Other panel*'. Ces options offrent une très grande flexibilité pour la simulation des divers types de panneaux photovoltaïques. En outre, le logiciel de simulation permet aussi de tracer des réseaux de caractéristiques I(V) et P(V) pour différents ensoleillements et différentes températures (Fig.6 & Fig.7).

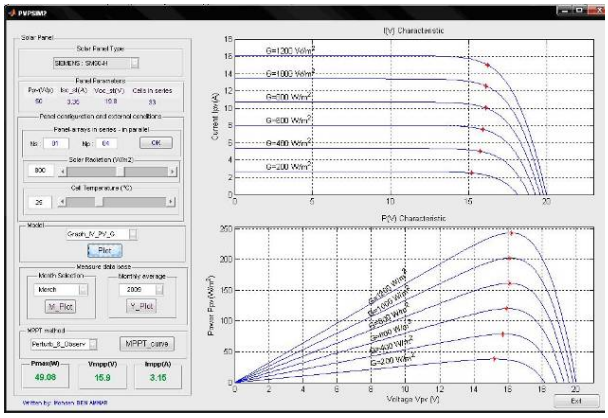


Fig.6. Caractéristiques I(V) et P(V) en fonction de l'ensoleillement.

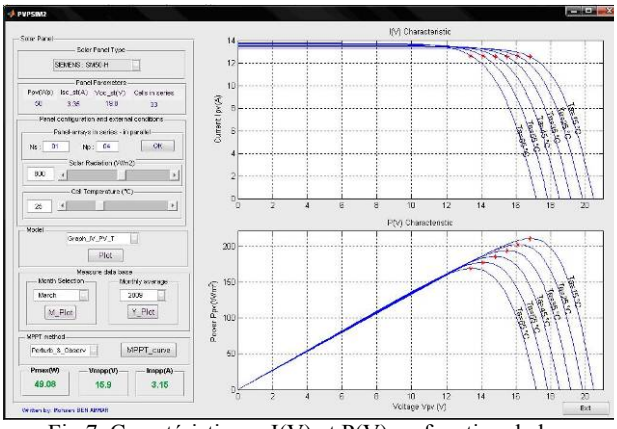


Fig.7. Caractéristiques I(V) et P(V) en fonction de la température.

Les simulations de la recherche des points de maximum de puissance MPPT basées sur les méthodes Perturbation et Observation (P&O) et de la conductance incrémentale (IncCond) sont représentées par les figures ci-dessous (Fig.8 et Fig.9).

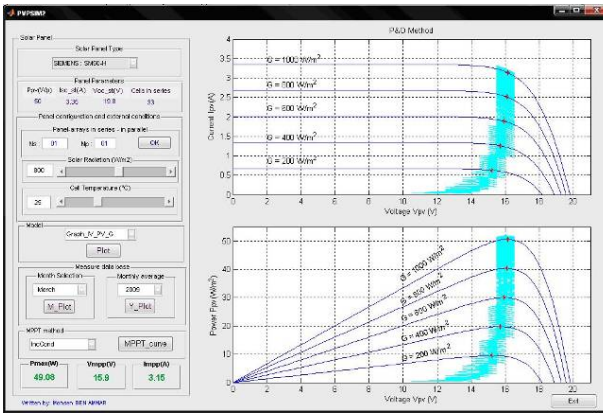


Fig.8. Poursuite du Point de Puissance Maximale du système Photovoltaïque par la méthode P&O.

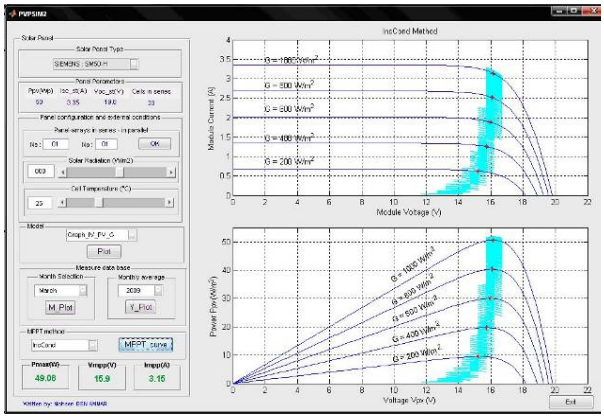


Fig.9. Poursuite du Point de Puissance Maximale du système Photovoltaïque par la méthode IncCond.

Le logiciel de simulation permet de tracer les histogrammes du bilan énergétique annuel en fonction du gisement solaire de la ville de Sfax (*Latitude 34° 44' 24'' Nord, Longitude: 10° 45' 36'' Est*). La figure 10 présente un bilan énergétique pour l'année 2008. Le logiciel ainsi conçu et développé est validé sur le système PV installé à l'unité de recherche : Commande de Machines Electriques et Réseaux de Puissance (CMERP-ENIS) de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax (Fig.11).

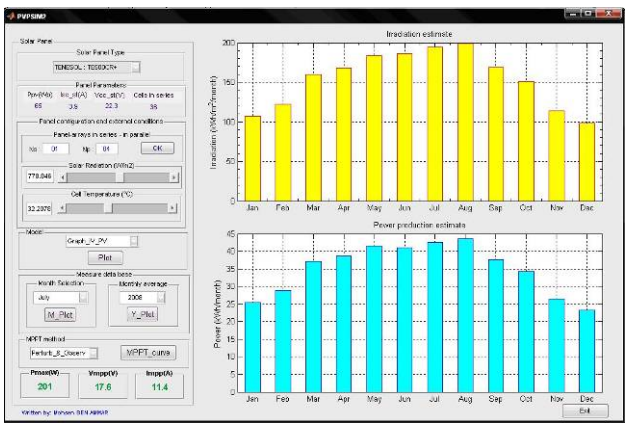


Fig.10. Bilan énergétique annuelle

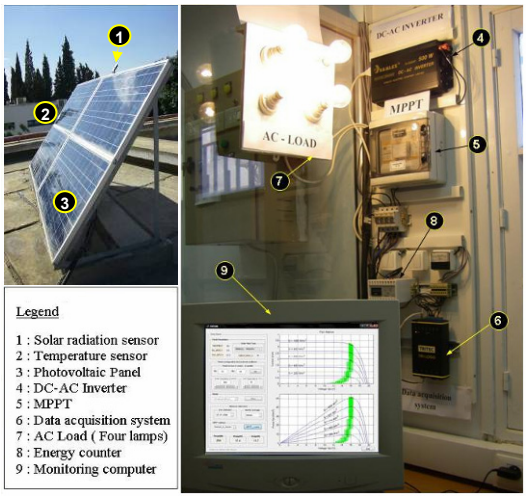


Fig.11. Installation PV : CMERP-ENIS

6. Conclusion

Dans ce papier nous avons proposé un logiciel de simulation de systèmes photovoltaïques complètement conçu et développé sous Matlab/Simulink. Ce logiciel, outre que la simulation des distributions journalières de l'ensoleillement et la température ambiante, il permet aussi d'observer les caractéristiques des panneaux photovoltaïques dans diverses conditions d'ensoleillement et de température. Il assure la validation des simulations obtenues par l'exploitation de mesures préprogrammées ou par la saisie de mesures externes. Ce logiciel offre un outil informatique pour examiner les algorithmes les plus connus de la recherche du maximum de puissance (MPPT), pour divers types de panneaux photovoltaïques. De plus, une souplesse est apportée au niveau de l'importation et l'exploitation des données de ou vers d'autres applications. L'outil est conçu pour être exploité soit pour l'enseignement ou pour simuler et valider des résultats de recherche. Le logiciel de simulation s'apprête à de futures améliorations à savoir la programmation des panneaux photovoltaïques/thermiques et l'implantation d'algorithmes pour d'autres sources d'énergie renouvelables.

Références

[1] P.R. Bauquis, "Un point de vue sur les besoins et les approvisionnements en énergie à l'horizon 2050", Ecole doctorale, Fréjus, Mars 2003.

[2] D. Connolly, H. Lund, B.V. Mathiesen, M. Leahy, "A review of computer tools for analysing the integration of renewable energy into various energy systems", *Applied Energy* 87, 1059–1082, 2010.

[3] F. Sheriff, D.Turcotte and M. Ross, "PV toolbox: a comprehensive set of PV system components for the matlab/simulink environment" *SESCI 2003 conference* Queen's University Kingston, Ontario, Canada August 18 to 20, 2003.

[4] G. Walker, "Evaluating MPPT converter topologies using a MATLAB PV model," *Journal of Electrical & Electronics Engineering, Australia,* IEAust, vol.21, No. 1, pp.49-56, 2001.

[5] N. S. D'Souza, L. A. C. Lopes, and X. Liu, "An intelligent maximum power point tracker using peak current control," in *36th Annual IEEE Power Electron. Specialists Conf.*, pp. 172-177, 2005.

[6] MATLAB Simulink "Creating Graphical User Interfaces" Version 7.9 [Online]. Available: http://www.mathworks.com/access/ helpdesk/ help/ techdoc / creating_guis/ bqz79mu.html

[7] Tariq Muneer, "Solar Radiation and Daylight Models, 2nd Edition", ISBN -0750659742, Butterworth-Heinemann, July 2004.

[8] M. Chaâbane, M. Annabi, "A dynamic model for predicting solar plant performance and optimum control", *Energy*, Volume 22, Issue 6, pp. 567-578, June 1997.

[9] Y.-C. Kuo, T.-J. Liang, and J. F. Chen, "Novel maximum-power-point tracking controller for photovoltaic energy conversion system", *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 48, pp. 594-601, June 2001.

[10] L.A.C Lopes and Lienhardt, A.M. "A simplified nonlinear power source for simulating PV panels". Power Electronics Specialist, PESC'03. *IEEE 34th Annual Conference*, Vol.4, pp.1729-1734, 15-19 June 2003.

[11] Hussein K.H., Muta I., Hoshino T., Osakada, M. "Maximum photovoltaic power tracking: an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions". *Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings*- Volume 142 Issue 1, pp. 59 – 64, Jan. 1995.

[12] S. Lalouni, D. Rekioua, T. Rekioua, E. Matagne, "Fuzzy logic control of stand-alone photovoltaic system with battery storage", *Journal of Power Sources* 193, pp.899–907, 2009.

[13] Syafaruddin, Engin Karatepe, Takashi Hiyama, "Polar coordinated fuzzy controller based real-time maximum-power point control of photovoltaic system", *Renewable Energy*, vol. 34, pp. 2597–2606, 2009.

[14] Souhir Sallem, Mohsen Ben Ammar, Maher Chaabene, "Fuzzy rules based energy management of a PVP/battery/load system", *World Renewable Energy Congress WREC X*, PV63, pp. 1384-1389, Glasgow, Scotland, 19-25 July 2008.

[15] Femia N., Petrone G., Spagnuolo G., Vitelli M, "Optimizing duty-cycle perturbation of P&O MPPT technique" *Power Electronics Specialists Conference, 2004. PESC 04*. IEEE 35th Annual Volume 3, pp.1939 - 1944, 20-25 June 2004.

[16] Liu X., Lopes L.A.C."An improved perturbation and observation maximum power point tracking algorithm for PV arrays" *Power Electronics Specialists Conference, 2004. PESC 04.* IEEE 35th Annual Volume 3, pp. 2005 – 2010, 20-25 June 2004.

[17] Y.-T. Hsiao and C.-H. Chen, "Maximum power tracking for photovoltaic power system," in *Conf. Record of the 37th IAS Annual Meeting Ind. Applicat. Conf.*, pp. 1035-1040, 2002.

[18] T.-Y. Kim, H.-G. Ahn, S. K. Park, and Y.-K. Lee, "A novel maximum power point tracking control for photovoltaic power system under rapidly changing solar radiation," in *IEEE International Symp. on Ind. Electron*, pp. 1011-1014., 2001.

Energy production from biomass: case of bioethanol

Hikmat Douhri[1], Mohamed Idaomar[1], Mohamed Kazzaz[2] and Noureddine Elmtili[1]

[1] Laboratoire de Biologie et Santé, Faculté des Sciences, BP 2121, Tétouan 93002, Maroc.

E-mail: hdouhri@gmail.com

[2] Laboratoire de Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques, Faculté des Sciences, BP 2121, Tétouan 93002, Maroc.

Abstract

Energy is crucial in human development. In view of the high fossil fuel prices, the depletion of resources and the environmental pollution, considerable attention is being focused on alternative energy ecologically sustainable. Our investigation is focused on the bioethanol production by fermentaion of carob residues (*Ceratonia siliqua L.*), using two strains of the bacteria *Zymomonas mobilis* (CP4 and ATCC10988), under different conditions. The culture conditions were optimized and the quantity of this biofuel produced was determined. Our results seem interesting and very promising, although preliminary. This work is now in progress.

Keywords: Biofuel, fermentation, bioethanol, *Zymomonas mobilis.*

1. Introduction

La question énergétique est au cœur des préoccupations internationales. En effet, allier développement énergétique et protection de l'environnement est de plus en plus sujet d'actualité [1].

En raison du prix élevé des carburants fossiles, de l'épuisement des ressources et de la pollution de l'environnement, la recherche de nouvelles sources de carburants écologiquement durables est devenue une nécessité urgente [2]. D'où l'intérêt des biocombustibles qui peuvent être une solution d´avenir.

La production de biocarburants se faisait habituellemnt par transformation des sucres des végétaux (betterave, canne à sucre, blé, dattes, maïs,…). Néanmoins, étant donné que ces substrats sont comestibles, les biocarburants ont été accusés à répétition d'entrer en compétition avec la nourriture [3]. D'où l'intérêt de chercher des substrats alternatifs non alimentaires, notamment les déchets du caroubier.

Ainsi, la présente investigation a pour objectif la valorisation des déchets du caroubier *Ceratonia siliqua L.* afin d'optimiser la production du bioéthanol, en utilisant deux souches bactériennes autement éthanologènes: *Zymomonas mobilis CP4* et *Zymomonas mobilis ATCC10988*. Cette biovalorisation peut être hautement rentable au secteur énegrétique.

2. Bioéthanol : une alternative aux combustibles fossiles

La demande mondiale en énergies est en croissance continue. Dans le cadre de l'efficacité énergétique et environnementale, la recherche de nouvelles alternatives aux carburants fossiles est devenue une nécessité urgente [4]. En effet, le développement des énergies renouvelables tel que le bioéthanol s'annonce prometeur.

Produits habituellement à partir des biomasses alimentaires, les biocarburants ont été accusés à répétition d'entrer en compétition avec la nourriture [5]. D'où l'intérêt de chercher des substrats alternatifs non alimentaires.

Le Maroc est le deuxième pays producteur mondial de caroubes après l'Espagne [6]. La valorisation des déchets du caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) pour la production de l'énergie est très intéressante, compte-tenu de sa richesse en sucres.

En plus de son utilisation dans les synthèses chimiques, le bioéthanol peut être mélangé à l'essence pour produire un carburant propre tout en améliorant son indice d'octane [7].

2. 1. Procédés biotechnologiques pour la valorisation des déchets du caroubier

La biotechnologie peut jouer un rôle important pour régler les soucis énergitiques de façon économique [8]. Les procédés biotechnologiques pour la valorisation des déchets du caroubier ne requièrent pas d'investissements importants. La figure 1 représente le procédé choisi pour la production du bioéthanol à partir des résidus du caroubier.

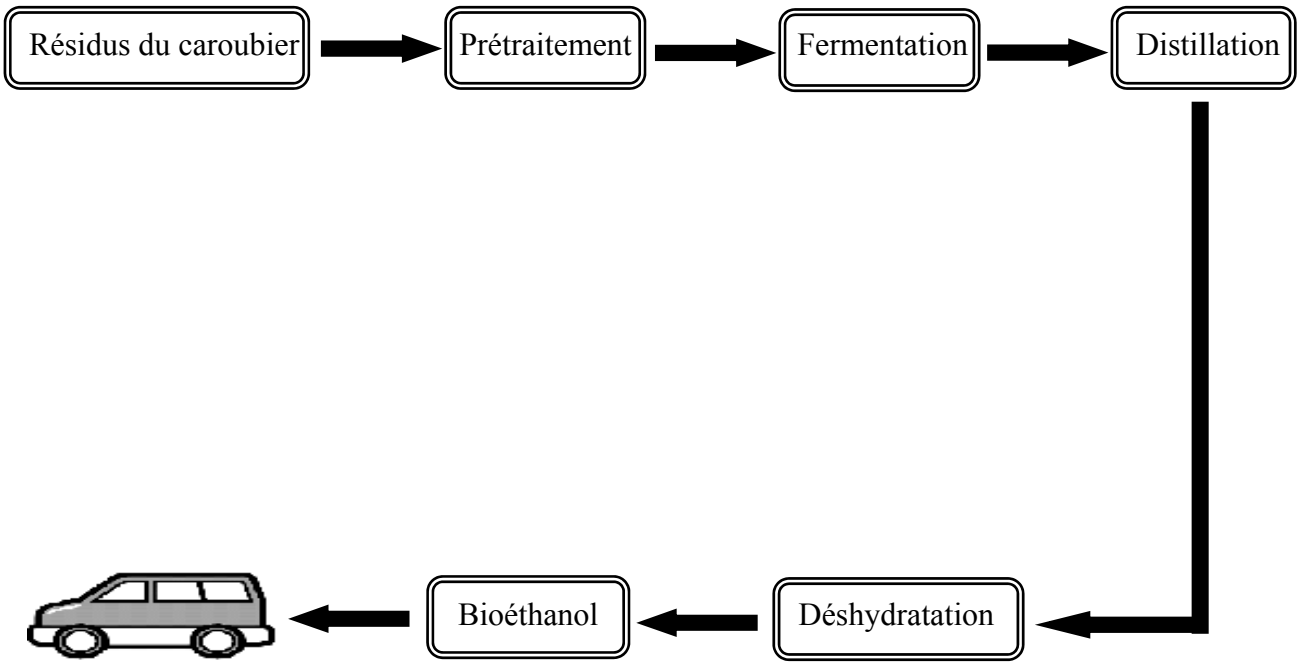


Figure 1 : Procédé de production du bioéthanol à partir des résidus du caroubier

2. 2. Microorganismes utilisés

En raison de ses divers avantages par rapport à la levure *Saccharomyces cerevisiae*, nous avons choisi pour notre investigation la bactérie *Zymomonas mobilis*, souches (*CP4* et *ATCC10988*).

En effet, *Zymomonas mobilis est* une bactérie Gram-, en forme de bâtonnets et réputée par son importante capacité de production de bioéthanol. Sa gamme de substrats utilisables comprend le glucose, le fructose et le saccharose.

2. 3. Substrat utilisé

Le substrat choisi pour cette étude est le caroubier *Ceratonia siliqua L.* Réputés par leur richesse en sucre, les déchets du caroubier méritent d'être valorisés pour la prodcution de bioéthanol.

En effet, *Ceratonia siliqua L.* peut contenir jusqu'à 50% de sucres.

2. 4. Conditions de fermentation et d'analyses

Fermentation alcoolique est une bioréaction qui permet de dégrader les sucres en alccol et CO_2. La conversion se fait selon la réaction suivante :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

La fermentation a été réalisée, en conditions aseptiques, en utilisant deux souches de la bactérie *Zymomonas mobilis ATCC10988* et *CP4* suivant les méthodes respectives de Gunasekaran et al. [9] et de Bravo et al. [10].

Les échantillons de fermentation ont été congelés jusqu'au dosage. Le taux de l'éthanol produit a été mesuré par polarimétrie. Notre étude sera décrite en détails lors de notre présentation.

2. 5. Cinétique de la fermentation

Nombreux sont les paramètres qui doivent être prises en compte pour mener la fermentation dans les meilleures conditions. Les variables initiales et les conditions opératoires de la cinétique de fermentation sont d'une grande importance. Parmi les principaux paramètres influant la cinétique de la fermentation on peut citer, le pH, la température de fermentation, l'oxygène et la quantité de substrat utilisé. Plus de détails seront présentés lors de notre exposé.

3. Conclusions

Les déchets du caroubier constituent un substrat de choix pour la mise au point du bioéthanol, substance à forte valeur ajoutée, et la mise au point d'un procédé de fabrication qui permettrait une meilleure maîtrise du procédé industriel.

Après traitement statistique des résultats obtenus, ils se sont avérés significativement importants et très prometteurs. Notre recherche est en cours de développement.

Remerciements

Nous tenons à remercier Dr. Anna Irini Koukkou, Professeur à l'Université d'Ioannina en Grèce, pour nous avoir fourni gracieusement les deux souches de *Zymomonas mobilis*.

Références

[1] A.M. Omer, "Energy, environment and sustainable development", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2008, pages (pp. 2265-2300).

[2] R. Blessing Mangoyana, "Bioenergy for sustainable developement: an African context", Physics and Chemistry of the Earth, 2009, pages (pp.59-64).

[3] H. Stichnothe et A. Azapagic, "Bioethanol from waste: Life cycle estimation of the greenhouse gas saving potential", Resources, Conservation and Recycling, 2009, pages (pp. 624-630).

[4] M.I. Blanco et D. Azqueta, "Can the environmental benefits of biomass support agriculture? - The case of cereals for electricity and bioethanol production in Northern Spain", Energy Policy, 2008, pages (pp. 357-366).

[5] L. Brennan et P. Owende, "Biofuels from microalgae – A review of technologies for production, processing and extractions of biofuels and co-products", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010, pages (pp. 557-577).

[6] M. Ait Chitt, M. Belmir, et A. Lazrak, "Production des plantes sélectionnés et greffés du caroubier", Transfert de technologie en Agriculture, 2007, pages (pp. 1-4).

[7] M. Balat et H. Balat, "Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel", Applied Energy, 2009, Pages (pp. 2273-2282).

[8] H.J. Vázquez et O. Dacosta, "Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas", Ingeniería Investigación y Tecnología, 2007, pages (pp. 249-259).

[9] P. Gunasekaran, T. Karunakaran et M. Kasthuribai, "Fermentation pattern of *Zymomonas mobilis* strains on different substrates - a comparative study", Journal of Biosciences, 1986, pages (pp. 181-186).

[10] S. Bravo, A. Mahn et C. Shene, "Effect of feeding strategy on *Zymomonas mobilis CP4* fed-batch fermentations and mathematical modeling of the system", Applied Microbiology and Biotechnology, 2000, pages (pp. 487-493).

Un método heurístico para la resolución del problema de reconfiguración de redes de distribución

Antonio José Gil Mena[1] and Juan Andrés Martín García[2]

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, Avda. Ramón Puyol s/n, 11202 Algeciras, España, [1] antonio.gil@uca.es [2] juanandres.martin@uca.es

Abstract. This paper presents a new approach to solve the reconfiguration problem by a switching operation in order to reduce the power loss of distribution systems. By using the proposed heuristic technique, based on the direction of the branch power flows, a better network configuration is obtained. At each step, the heuristic procedure establishes the switching-options significantly reducing (in most cases) the number of candidate branches to be opened within a loop. Several test systems used by others authors are included to demonstrate the effectiveness of the proposed method. The results obtained are satisfactory and show that the method is very robust, in spite of its simplicity.

Keywords: Reconfiguration, Heuristics, Distribution systems, Loss minimization.

1. Introducción.

La topología de las redes eléctricas de distribución se diseña de forma mallada. Sin embargo, su operación es radial, es decir, no se permite alimentar a una carga mediante dos alimentadores diferentes. Esta disposición radial permite un dimensionamiento y coste de los elementos de protección más económicos que en el caso de que la explotación fuese mallada.

En una configuración radial, ante un determinado fallo en alguna de las líneas, existen receptores que dejan de tener suministro. Con el objeto de restablecer el servicio, es necesario cerrar otra línea de la red que alimente a dichos receptores. Ante esta situación existen varias soluciones, es decir, varias configuraciones radiales que permiten dar suministro a todas las cargas o receptores.

El problema de reconfiguración tiene como objetivo obtener la red radial que alimenta a todos los receptores y que a su vez posea las menores pérdidas en las líneas.

En la literatura técnica existen numerosos trabajos para resolver el problema de reconfiguración de redes de distribución. El objetivo de todos los métodos existentes consiste en lograr una solución cerca del óptimo global en un tiempo de computación razonable.

Atendiendo a las técnicas y métodos de optimización, los diferentes algoritmos analizados en la literatura técnica se pueden agrupar en:

- Técnicas que utilizan la programación matemática para resolver un problema de optimización junto con heurísticas para limitar el espacio de búsqueda.
- Técnicas que plantean sólo reglas heurísticas para la búsqueda de una solución.
- Técnicas basadas en inteligencia artificial.
- Otras técnicas: Un conjunto de métodos que no se clasifican en los apartados anteriores.

Respecto a los algoritmos de optimización puros, es decir, sin tener en cuenta ningún tipo de heurísticas, éstos sólo son viables para un conjunto reducido de las operaciones de conmutación de las redes o bien para redes pequeñas, necesitando de un tiempo elevado de computación para redes grandes.

Las técnicas que presentan un mejor comportamiento (tiempo de computación y optimalidad) para resolver el problema de reconfiguración de redes corresponden con aquéllas que utilizan alguna heurística que encamina la búsqueda mediante la reducción del espacio de búsqueda.

Las técnicas basadas en inteligencia artificial (redes neuronales, computación evolutiva y sistemas expertos) alcanzan soluciones óptimas, incluso la óptima global aunque poseen la desventaja de necesitar un elevado tiempo computacional o bien necesitan de un entrenamiento o ajuste de un conjunto de parámetros específicos propios de la red eléctrica bajo estudio. Igualmente ocurre con otras técnicas como el recocido simulado y la búsqueda tabú.

2. Concepto de nudo de ruptura.

Considerando una red de corriente continua con un único lazo, ésta se puede representar como un grafo dirigido basándose en el sentido de los flujos de potencia por las ramas de la red. En la figura 1 se representa una red ejemplo, donde se ha indicado en cada rama el flujo de potencia. Se observa que existe un único nudo (k) donde las potencias son entrantes. Este nudo es el que se define como nudo de ruptura de la red.

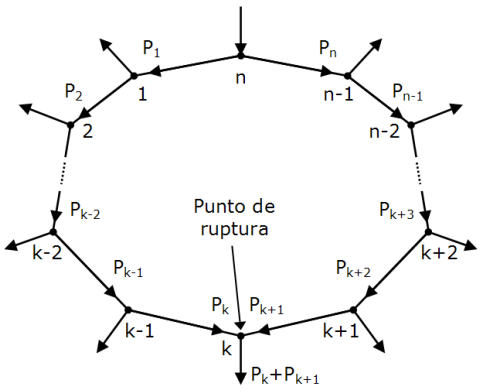


Fig. 1 Grafo dirigido de una red DC de un solo lazo

Para la generalización del problema a una red de corriente alterna con un sólo lazo, se tendrán en cuenta las consideraciones expuestas para la red de corriente continua. La principal diferencia con respecto a una red DC es que en la red AC se tienen dos flujos de potencia por

las ramas; la potencia activa y la potencia reactiva. Para tratar este inconveniente, los flujos de potencia de una red AC se representan mediante dos grafos dirigidos, uno para el flujo de potencia activa y otro para el flujo de potencia reactiva, como se muestra en la figura 2.

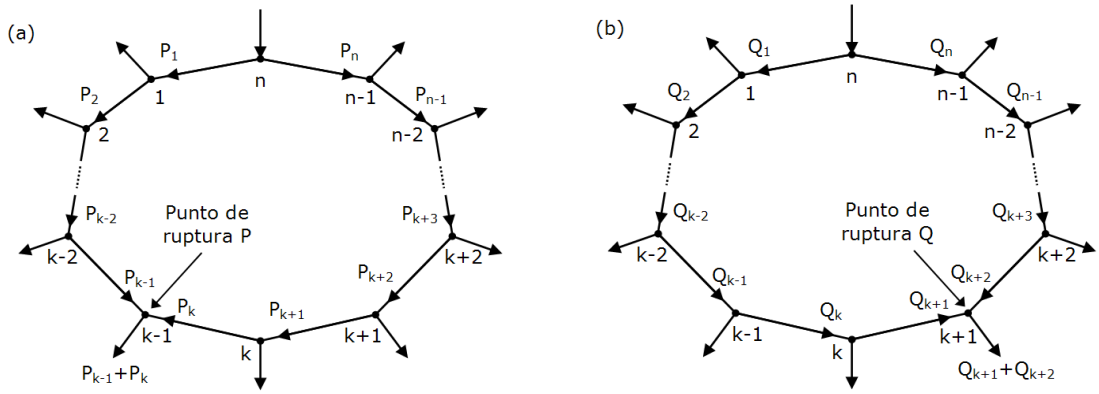


Fig. 2 Grafo dirigido de una red AC. (a) potencia activa y (b) potencia reactiva

Se puede apreciar que aparecen dos nudos de ruptura; un nudo de ruptura para la potencia activa y otro para la potencia reactiva. Por analogía con el problema de corriente continua, habría que considerar como ramas candidatas las ramas con flujos de potencia entrante en los nudos de ruptura. Sin embargo, en el problema de alterna, al no tener por qué coincidir los nudos de ruptura P y Q, la elección de las ramas candidatas en principio no es evidente.

3. Selección de la heurística

Se ha analizado el problema en corriente continua para una red de un solo lazo. En este caso la red radial de mínimas pérdidas es la red obtenida al abrir la rama por la que circula menor corriente. Esta rama es una de las dos ramas que confluyen en el nudo de ruptura. En el caso de una red de corriente continua con un número de lazos superior a 2, elegir abrir la rama del lazo por la que circula menor corriente no asegura la red de mínimas pérdidas. Una aproximación a la hora de buscar ramas candidatas a abrir en cada lazo sería probar con las dos ramas que confluyen en el nudo de ruptura de cada lazo. En este caso, se tendría un número de ramas candidatas igual al doble del número de lazos de la red. Aún así, no se asegura que la solución óptima del problema se encuentre entre el conjunto de ramas candidatas. Ahora bien, se pueden realizar algoritmos de forma que en cada iteración pueda acercarse a una solución si no la óptima, cerca del óptimo global.

En el caso de una red de corriente alterna, como se ha visto en el apartado anterior, aparece un problema añadido; se poseen dos nudos de ruptura, uno para la potencia activa y otro para la potencia reactiva. Estos nudos de ruptura, a veces pueden coincidir y otras no, e incluso pueden aparecer múltiples nudos de ruptura de potencia reactiva para el caso de que la red posea cargas capacitivas, dado que éstas se comportan como generadores de potencia reactiva.

Teniendo presente lo anterior, y sabiendo que las ramas adyacentes a los nudos de ruptura no tienen por qué ser las ramas a abrir de la solución óptima, se diseñarán algoritmos basados en

la propiedad que poseen dichos nudos de ruptura, y es que en ellos confluyen los flujos de potencia.

Por tanto, la heurística a desarrollar se basará en la selección como ramas candidatas, las ramas adyacentes a los nudos de ruptura.

El objetivo de esta heurística persigue reducir el número de ramas candidatas a abrir para cada lazo, y no tener que probar con todas las ramas. Esto reduce considerablemente el número de combinaciones a evaluar y con ello el tiempo de cálculo para alcanzar la solución.

4. Análisis de los nudos de ruptura y selección de las ramas candidatas

En el supuesto de que los nudos P y los nudos Q coincidan, las ramas candidatas serán el conjunto formado por las ramas adyacentes a cada nudo de ruptura. Sin embargo, dado que los nudos de ruptura de activa y reactiva no tienen por qué coincidir, y teniendo en cuenta que el número de nudos de ruptura de activa tampoco tiene por qué coincidir con el número de nudos de ruptura de reactiva, es necesario, de alguna manera, asociar los nudos P y los nudos Q con el objeto de obtener un conjunto de ramas candidatas.

Para solucionar el problema anteriormente mencionado se plantean dos alternativas:

- Asociar y obtener pares de nudos P y Q, tantos como eslabones o enlaces posea la red.
- Formar un grafo dirigido para una combinación de los flujos de activa y reactiva.

4.1 Asociación de pares de nudos P y Q: Nudos P-Q

En la figura 3 se han representado los dos grafos dirigidos para la potencia activa y la potencia reactiva de forma superpuesta. Los sentidos de color negro corresponden con los sentidos de los flujos de la potencia activa y reactiva, ambos coincidentes en dichas ramas. En azul aparecen los sentidos de los flujos de la potencia activa y en rojo los de la potencia reactiva. Igualmente, se han representado los nudos de ruptura de potencia activa en azul y los nudos de potencia reactiva en rojo.

Para la asociación de nudos de activa con nudos de reactiva se tendrán en cuenta las siguientes reglas:

1. El número de veces que será emparejado un nudo será igual al grado de entrada menos uno y existirán tantos emparejamientos como eslabones o enlaces posea la red.
2. Se emparejan en primer lugar los nudos de activa y reactiva coincidentes y se les asigna el menor grado de los nudos emparejados.
3. Cada vez que se realice un emparejamiento se elimina de la tabla de nudos que queda por emparejar, siempre teniendo en cuenta que un nudo se emparejará tantas veces como el grado de entrada menos uno.

4. Se comienza con un nudo de activa y se busca un camino simple a través únicamente de las ramas que posean sentidos contrarios hacia un nudo de reactiva que quede por emparejar, quedando dichos nudos emparejados.

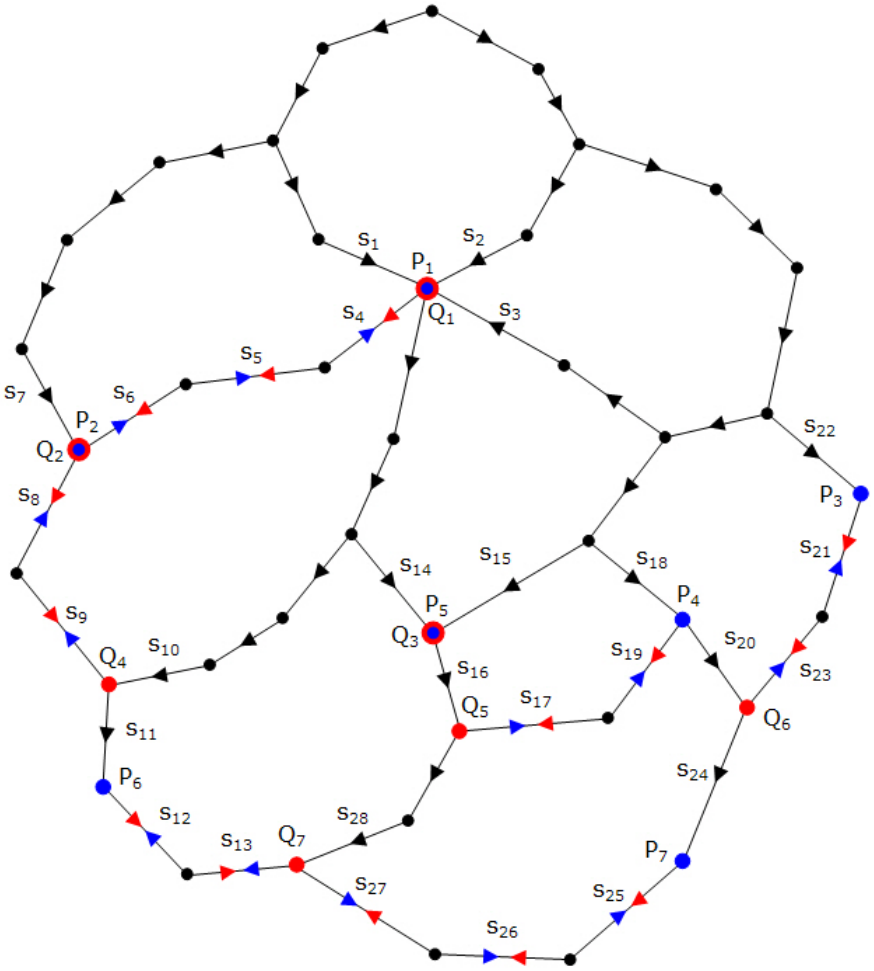


Fig. 3 Nudos de ruptura de activa y reactiva

En la tabla 1 se resumen los emparejamientos junto con las ramas candidatas para cada par de nudos emparejados.

Emparejamientos	Ramas candidatas
P_1-Q_1	S_1-S_2-S_3-S_4
P_1-Q_1	S_1-S_2-S_3-S_4
P_2-Q_2	S_6-S_7-S_8
P_5-Q_3	S_{14}-S_{15}
P_1-Q_4	S_1-S_2-S_3-S_4-S_5-S_6-S_8-S_9-S_{10}
P_3-Q_6	S_{20}-S_{21}-S_{22}-S_{23}
P_4-Q_5	S_{16}-S_{17}-S_{18}-S_{19}
P_6-Q_7	S_{11}-S_{12}-S_{13}-S_{27}-S_{28}
P_7-Q_7	S_{13}-S_{24}-S_{25}-S_{26}-S_{27}-S_{28}

Tabla 1. Emparejamientos de nudos de ruptura P y Q

4.1 Grafo dirigido único para los flujos de activa y reactiva: Nudos PQ

Otra alternativa para obtener las ramas candidatas es buscar una función que relacione los flujos de activa y reactiva, obteniéndose un único sentido para los flujos de potencia.

Para ello, cuando se posean flujos de activa y reactiva con sentidos opuestos, se asignará el sentido del flujo que posea mayor valor absoluto. En otras palabras, tomando un sentido de referencia se realizará la suma algebraica de las potencias activa y reactiva. Si dicha suma es positiva se asignará un sentido de referencia, y por el contrario si la suma es negativa se invertirá el sentido.

Tras aplicar dicho criterio a la red de la figura 3, un resultado posible hubiera sido el representado en la figura 4. En dicha red todos los nudos de ruptura son de grado 2 salvo el nudo PQ_1 que es de grado 3. Para este nudo, de entre las ramas candidatas a la hora de abrir se eligen dos de entre las tres posibles.

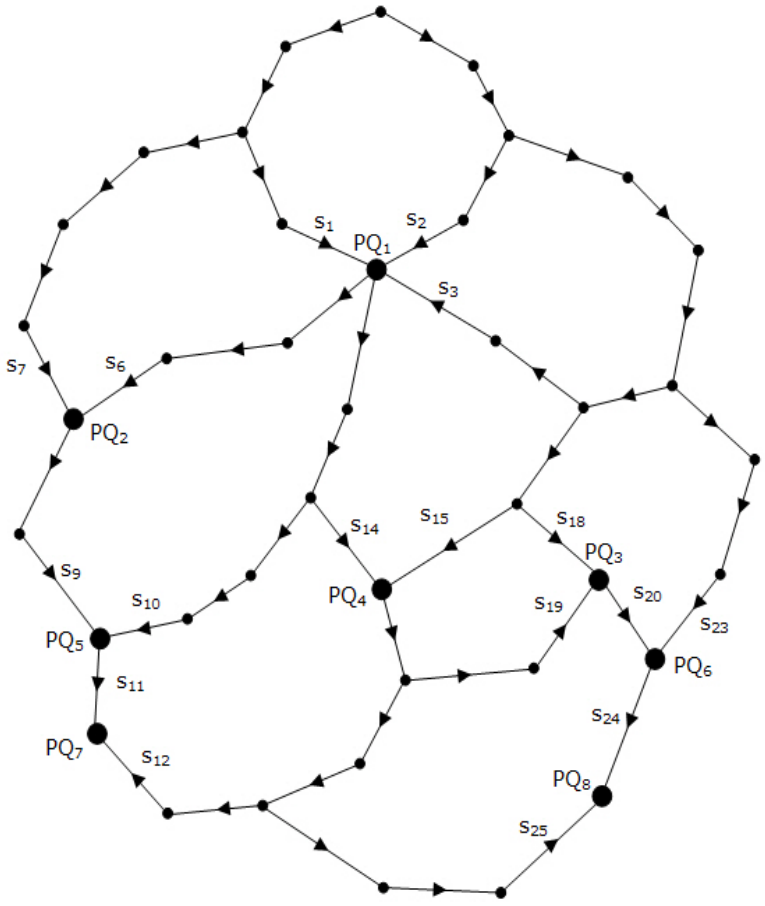


Fig. 4 Grafo dirigido único para los flujos de activa y reactiva

5. Algoritmos.

Una vez establecida la heurística, se realizarán diferentes búsquedas de la solución, basándose en los nudos de ruptura. Cada una de estas búsquedas se abordará planteando diferentes algoritmos. Principalmente, existen dos grandes grupos de algoritmos, aquéllos que parten de una solución dada (algoritmos radiales) y aquéllos que parten de la red mallada.

En los algoritmos mallados, inicialmente se considera la red con todas las ramas cerradas. Para dicha red, se obtienen los nudos de ruptura, estableciendo el conjunto de ramas candidatas a abrir como la unión de las ramas candidatas de cada nudo de ruptura.

En los algoritmos radiales se comienza cerrando una rama. Al cerrar una rama se crea un solo lazo. Se obtiene el nudo de ruptura para este lazo y se selecciona la rama de entre las candidatas que produzcan las menores pérdidas. Este proceso se repite mientras se consiga una reducción de las pérdidas, momento en el que se alcanza la solución.

6. Resultados y conclusiones

Para evaluar los resultados, se ha diseñado un algoritmo radial basado en los nudos de ruptura P y Q. Este algoritmo se ha probado con varias redes recogidas de la literatura técnica; red de Baran and Wu [1], Chiang and Jean-Jumeau [2], Das [3] and Su and Lee [5]. Los resultados obtenidos [4] muestran soluciones iguales o mejores que las publicadas en la literatura técnica usando otros enfoques o métodos.

Finalmente, este trabajo presenta un nuevo método heurístico para minimizar las pérdidas en redes de distribución. Los algoritmos que se proponen, tanto los mallados como los radiales se basan en los sentidos de los flujos de potencia y en definitiva en la obtención de los nudos de ruptura de una red.

Referencias.

[1] M.E. Baran, F.F. Wu, Network reconfiguration in distribution systems for loss reduction and load balancing, IEEE Trans. Power Delivery, 4 (2) (1989) 1401 - 1407.

[2] H.D. Chiang, R.M. Jean-Jumeau, Optimal network reconfiguration in distribution systems. Part 2. Solution algorithms and numerical results, IEEE Trans. Power Delivery, 5 (1990) 1568 - 1574.

[3] D. Das, A Fuzzy Multi objective Approach for Network Reconfiguration of Distribution Systems, IEEE Trans. Power Delivery 21 (1) (2006) 202 - 209.

[4] J.A. Martín, A.J. Gil, A new heuristic approach for distribution systems loss reduction, Electric Power Systems Research, 78 (2) (2008) 1953-1958.

[5] C.T. Su, C.S. Lee, Network reconfiguration of distribution systems using improved mixed-integer hybrid differential evolution, IEEE Trans. on Power Delivery, 18 (3) (2003) 1022 - 1027.

TEMÁTICA ENERGÍA:

SESION DE POSTERS

Hybrid Generation Systems based on Renewable Energies and Hydrogen for Stand-alone Applications

Manuel Castañeda[1], Luis M. Fernandez[1], Higinio Sánchez[2], and Francisco Jurado[3]

[1] Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, EPS de Algeciras, Avda. Ramón Puyol, s/n, 11202 Algeciras (Cádiz), España, manuel.castaneda.balbuena@gmail.com; luis.fernandez@uca.es

[2] Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, ESI de Cádiz, C/Chile, nº 1, 11002 Cádiz, España, higinio.sanchez@uca.es

[3] Dpto. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Jaén, EPS de Linares, C/ Alfonso X El Sabio, nº 28, 23700 Linares (Jaén), España, fjurado@ujaen.es

Abstract. This paper describes the configuration of a hybrid generation system based on renewable energies and hydrogen storage for a stand-alone application. The hybrid system combines photovoltaic cells, wind turbine and hydrogen-based energy storage system composed of electrolyser and hydrogen storage tank, and fuel cell for power generation. It has been designed for typical Spanish residential load demands, and simulation studies have been carried out to verify the hybrid system performance under different scenarios using real weather data.

Keywords: Renewable energy, hybrid system, hydrogen energy, energy storage system.

1. Introduction.

Wind and solar power generation are two of the most promising renewable power generation technologies. Wind and solar energy are clean and abundantly available in nature, are now well developed, cost effective and are being widely used. One of the major issues confronting users and designers of wind PV energy systems is the random, fluctuating nature of the energy sources. This makes them unpredictable or even unreliable in the eyes of some compared to traditional systems of electric energy [1]. Integrating PV and wind energy sources with the use of hydrogen as storage energy system replacing the conventional huge lead-acid batteries, leads to a non-polluting reliable energy source and reduces the total maintenance costs [2]. Hydrogen is produced by an electrolyser powered by the excess electrical energy from the renewable energy source. The hydrogen can then be used to feed a fuel cell (FC), which will act as a secondary power source in periods of high demand.

This paper presents a hybrid generation system based on renewable energies (PVs and WT) and hydrogen-based energy storage system (electrolyser and hydrogen storage tank, and FC for power generation) for a stand-alone application. The hybrid system components have been designed for the power consumption of a typical Spanish residential. The modelling of components and the control system are also described. The hybrid generation system is evaluated for typical residential load demand and under different scenarios using real weather data.

2. Hybrid system: configuration and unit-sizing.

2.1. System configuration.

Fig. 1 shows the configuration of hybrid generation system proposed in this work to meet energy demand for a typical Spanish residential. Both WT and PV are used as primary energy sources, while FC is used as a secondary source or storage system. The electrolyser produces hydrogen needed for FC. In the case presented here, the different systems have been attached to a common DC bus via power converters. These converters are responsible for maximum energy transfer from primary sources to the bus. Also, in the case of excess production of energy, converters are responsible for sending the excess energy from the bus to the electrolyser. In the case of energy production deficit, they also sent the energy produced by the FC to the bus. In a first approximation, the efficiency of all converters has been considered equal to unity.

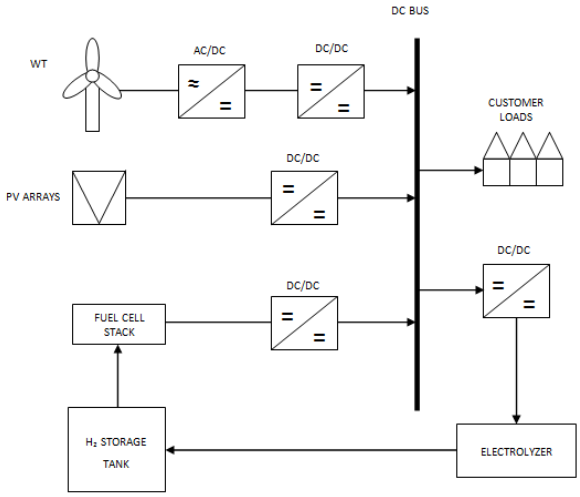


Fig. 1. Configuration of purposed hybrid generation system

2.2. System unit-sizing.

The dimensioning procedure presented here assumes that the system works in a stand-alone mode, supplying electricity to a typical Spanish residential. In this design we have not been considered the economic aspects related with the election of the various subsystems. The annual average load demand of a typical Spanish home is: minimum demand, 0.71 kW; average demand, 2.30 kW; maximum demand, 3.22 kW.

In the system unit-sizing we initially considered using a 7.5 kW wind turbine for the hybrid system. From here, the following procedure, which is based on the described in [3], explains how to determine the minimum size for the other subsystems of the hybrid system: PV array, FC stack and electrolyser.

First it is important to define the concept of capacity factor (k_{cf}) of a renewable energy system. This factor is defined as

$$k_{cf} = \frac{\overline{P}}{P_{rated}} \tag{1}$$

where $\overline{P}$ is the actual average output power over a period of time, and P_{rated} is the nominal power rating of the renewable energy system.

In our case, it is assumed that the capacity factor of the wind turbine (k_{cf_wt}) is 0.2; and the capacity factor of the PV (k_{cf_PV}) is 0.15. The goal of unit-sizing is to minimize the difference between the generated power ($\overline{P}_{gen}$) and the demand ($\overline{P}_{dem}$) over a given period of time T.

$$\Delta P = \overline{P}_{gen} - \overline{P}_{dem} = (k_{cf_wtg} \times P_{wtg,rated} + k_{cf_PV} \times P_{PV,rated}) - \overline{P}_{dem} \quad (2)$$

where $P_{wt,rated}$ is the power rating of the wind turbine generator, and $P_{PV,rated}$ is the power rating of the PV array.

As a result of the above, in order to balance demand and generation, the rated power of PV array is calculated from both the averaged demand power and the equation (2),

$$P_{PV,rated} = \frac{\overline{P}_{dem} - k_{cf_wtg} \times P_{wtg,rated}}{k_{cf_PV}} = \frac{2{,}30 - 0{,}2 \times 7{,}5}{0{,}15} = 5{,}33kW \quad (3)$$

In our hybrid system we use a commercial PV array, whose rated power is 5.75 kW.

The FC should be able to supply the peak load in the absence of energy production, either by wind or solar radiation. Therefore the FC rated power should be 3.22 kW. In order to leave some safe margin, we have oversized the FC array about 20%. So, the rated power of the FC array is 4 kW.

The electrolyser should be able to handle the excess power generated by the primary sources. The maximum excess power that must manage the electrolyser is given by equation (4).

$$P_{gen,\max} - P_{dem,\min} = 7{,}5 + 5{,}75 - 0{,}71 = 12{,}54kW \quad (4)$$

Although this is true, the possibility that both wind and solar production of energy reaches their maximum values at the same time that demand for energy takes the minimum value is very small. From statistics we know that normally the excess energy available is less than half the maximum value. Since the electrolyser is very expensive, in our hybrid system we choose a 7.5-kW electrolyser. This rated power is about 60% of the power calculated in equation (4).

3. Hybrid system: Modelling and control.

3.1. Solar photovoltaic arrays (PV).

A photovoltaic module converts the sun's rays or photons directly into electrical energy. In this work, 36 BP 3160S photovoltaic modules were used. This module presents a rated power of 160 W, so that the PV system rated power is 5.76 kW. Fig. 2 shows the power curve (power versus irradiance) of PV system, which represents the power that can be obtained when the modules operate at maximum power point.

3.2. Wind turbine (WT).

The wind turbine converts the energy associated in wind into mechanical energy. In this work, a Bergey XL-R 7.5 kW type wind turbine is considered. This wind turbine presents a rated

power of 7.5 kW, and maximum power of 8.5 kW. It operates between 3.4 and 15.6 m/s. Fig. 3 shows the power curve of the wind turbine used in this work.

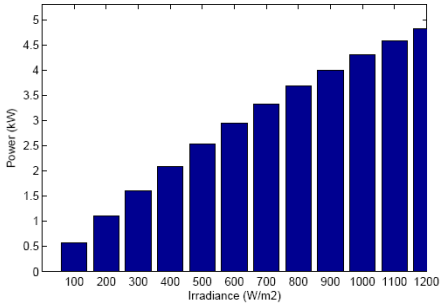


Fig 2. BWC Excel-R type turbine power curve.

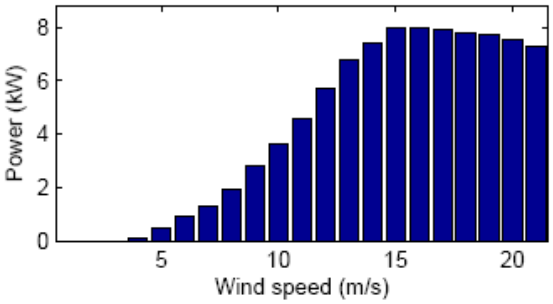


Fig 3. Power curve of the PV system.

3.3. Fuel cell (FC).

FCs are electrochemical devices that convert energy contained in a fuel (typically hydrogen) directly into electrical and thermal energy. The FC system consumes hydrogen according to the power demand. The hydrogen is obtained from the high-pressure hydrogen tanks. The hydrogen consumption depends on the current generated by the FC, given by

$$n_{H_2} = \frac{n_c i_{FC}}{2F} \tag{5}$$

Depending on the FC system configuration, and the flow of hydrogen and oxygen, the FC system produces the DC output power. In this paper, a Ballard Proton Exchange Membrane FCgen-1020ACS system (4 kW, 95 cells) is considered. Each cell presents a rated power of 42 W and DC voltage of 642 mV.

3.4. Electrolyzer.

Water can be decomposed into its elementary components by passing electric current between two electrodes separated by an aqueous electrolyte. According to Faraday's law, hydrogen production rate of an electrolyser cell is directly proportional to the electrical current consumed by the electrolyser, given by

$$n_{H_2} = \frac{\mu_F n_c i_e}{2F} \tag{6}$$

In this work, a PHOEBUS type alkaline electrolyser was used. It presents a rated power of 7.5 kW and 6 cells in stack.

3.5. Hydrogen storage tank.

The amount of hydrogen required by the PEMFC is sent directly from the electrolyser system based on the relationship between the output power and the hydrogen requirement of the PEMFC system. The remaining amount of hydrogen (the difference between the produced and consumed hydrogen) is sent to the storage tank. Hydrogen is stored as compressed hydrogen gas. The tank pressure can be calculated using the ratio of hydrogen flow to the tank

$$P_b - P_{bi} = z\frac{N_{H_2} RT_b}{M_{H_2} V_b} \tag{7}$$

3.6. Hybrid system control strategy.

The energy management strategy is developed based on the system energy balance throughout the year. This strategy is based on an on-off control operation of the energy storage unit. In order to maintain the power supply to the load, the total energy produced by the primary sources is compared (each time) with the load demand. The excess or deficit of energy produced by the primary sources is used to set the operating mode of the storage unit. If there is excess energy produced by primary sources, the electrolyser is started, and this excess energy is used to produce hydrogen which is stored in the tank. In this case the FC does not produce energy. If there is a deficit of energy produced from primary sources, the FC uses hydrogen stored in the tank to produce the lack of energy. In this case the electrolyser does not work.

4. Simulation results.

Simulations were performed to verify the performance of the hybrid system in different scenarios using Spanish typical residential load demand and real weather data.

4.1. Winter scenario.

The electricity demand for a winter day (21-01-09) is given by Fig. 4a. Figs. 4c and 4e show the wind and irradiance for that day. The power generated by wind turbine and PV system are depicted in Figs. 4d and 4f. Fig. 4b shows the generated power (blue) versus the demanded power (red) along day. The most hours of day, the electrolyser stores energy in form of hydrogen, whereas the FC is demanded to provide energy at the end of day, as shown in Fig. 4g. In case of the hydrogen tank pressure (Fig. 4h), it can be observed that the pressure decrease when hydrogen is consumed and the pressure increase when hydrogen is produced.

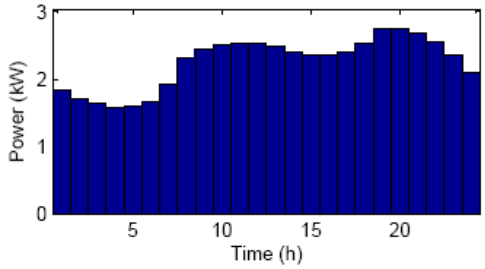


Fig. 4a. Power demand.

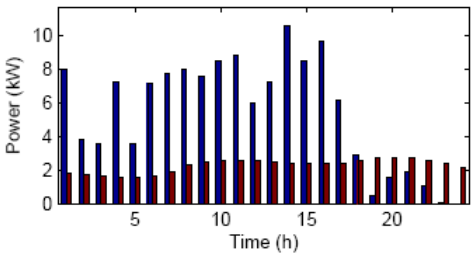


Fig. 4b. Generated power (blue) vs demanded power (red).

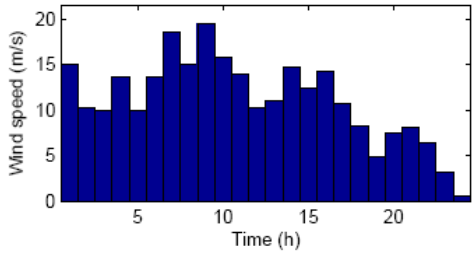


Fig. 4c. Wind speed.

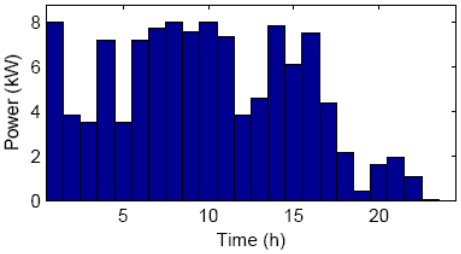


Fig. 4d. Power from wind turbine.

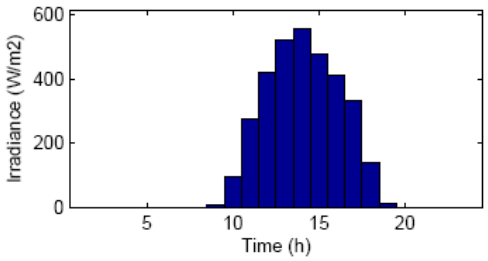


Fig. 4e. Irradiance.

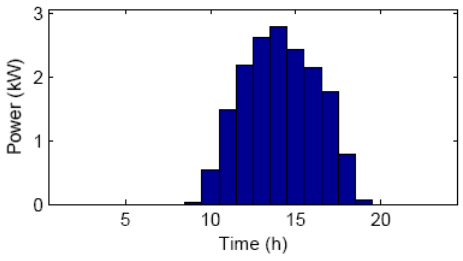


Fig. 4f. Power from solar panel.

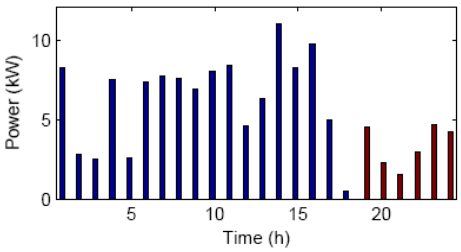


Fig. 4g. Electrolyser power (blue) vs FC power (red).

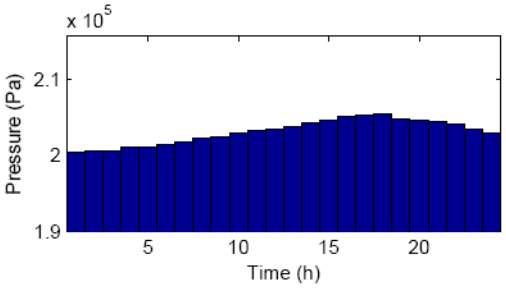


Fig. 4h. Hydrogen tank pressure.

4.2. Summer scenario.

Fig. 5 shows the simulation results for a summer day (24-07-08). In this case, the FC operates at the beginning and the end of the day due to the low available renewable energy. During the middle of day, electrolyser uses the excess renewable energy to produce hydrogen which is stored in the tank.

As it can be observed, the simulation results show the effectiveness of the overall power management and viability of the proposed hybrid generation system for this stand-alone application.

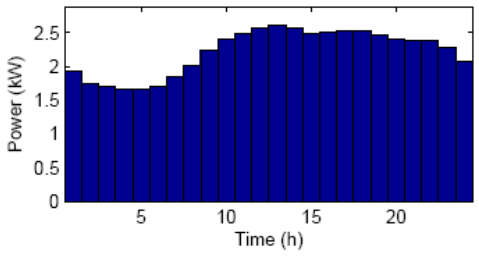


Fig. 5a. Power demand.

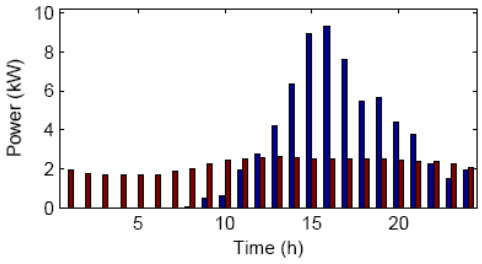


Fig. 5b. Power generated (blue) vs power demanded (red).

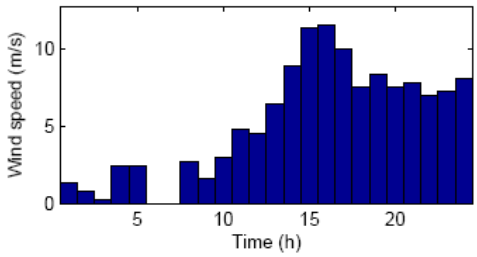


Fig. 5c. Wind speed.

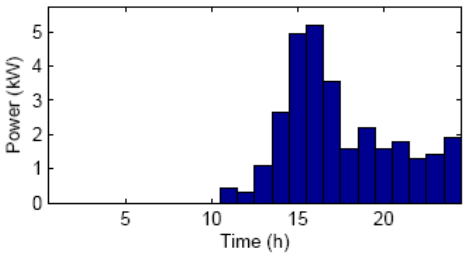


Fig. 5d. Power from wind turbine.

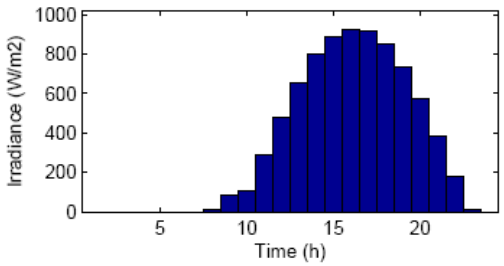


Fig. 5e. Irradiance.

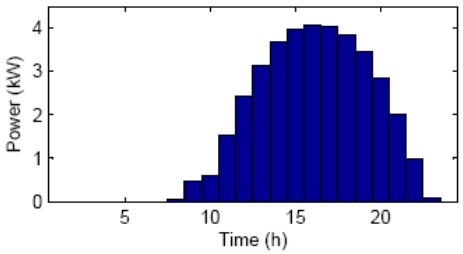


Fig. 5f. Power from solar panel.

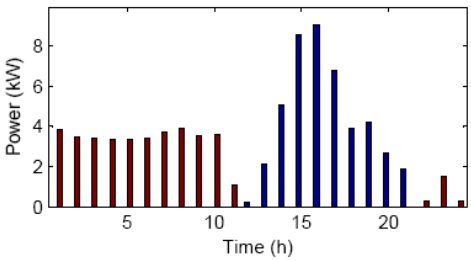


Fig. 5g. Electrolyser power (blue) vs FC power (red).

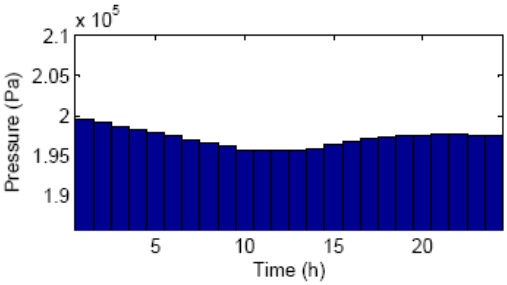


Fig. 5h. Hydrogen tank pressure.

5. Conclusion.

In this paper, a stand-alone WT/PV/FC and electrolyser hybrid energy system is proposed. The WT and PV modules act as primary energy sources. The FC and the electrolyser, along with a hydrogen storage tank, act as energy storage unit. The system configuration, the unit-sizing, and the characteristics of each main element of the system are provided. A power management strategy for the hybrid energy system is proposed, based on an on-off control operation of the energy storage unit. In order to verify the system performance, a simulation model of the hybrid system and its control has been developed using MATLAB/Simulink. In this model we used as load the consumption of a typical Spanish home. Two simulations studies were carried out in two different scenarios, and both of them are presented in this paper. Real weather data of a winter and summer day in the South of the Spain were used as inputs of the hybrid system. The simulation results show both the adequacy of the design of the hybrid system and the effectiveness of the proposed control strategy. Therefore, the feasibility of the proposed hybrid system is proven.

References

[1] K. Mitchell, M. Nagria, and J. Rizk, "Simulation and optimization of renewable energy systems," J Elect Power Energy Syst, 2005, 27(3), pp. 177–88.

[2] N. A. Ahmed, M. Miyatake and A.K. Al-Othman, "Power fluctuations suppression of stand-alone hybrid generation combining solar photovoltaic/wind turbine and fuel cell systems," Energy Conversion Management, 2008, 49, pp. 2711–2719.

[3] C. Wang, and M. H. Nehrir, "Power Management of a Stand-Alone Wind/Photovoltaic/Fuel Cell Energy System," IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 23, no. 3, September 2008.

Wind power and energy storage technologies – State of the art

Raúl Sarrias[1], Luis M. Fernández[1], Carlos A. García[1], and Francisco Jurado[2]

[1] Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, EPS Algeciras,
Avda. Ramón Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Cádiz), Spain
e-mail: raul.sarriasmena@alum.uca.es, luis.fernandez@uca.es, carlosandres.garcia@uca.es

[2] Department of Electrical Engineering, University of Jaen, EPS Linares,
C/ Alfonso X, nº 28. 23700 Linares (Jaén), Spain
e-mail: fjurado@ujaen.es

Abstract. Renewable resources rise as the principal alternative to traditional fossil fuels based energy generation methods, and among them, wind power stands out. Natural resources supply a cleaner energy, although it is necessary to solve the problems they cause on the electricity grid. The inherent variability and unpredictability of wind affect the stability of the power system. Energy storage systems appear to overcome some of these difficulties, since they allow the decoupling between production and demand. Many investigations are being carried out in the field of storage systems. This work will do a review of the most important devices, describing their main characteristics and comparing their ability to operate under different conditions.

Key words: Energy storage, wind power, battery, supercapacitor, flywheel, superconducting magnetic energy storage, hydrogen energy.

1. Introduction.

In an attempt to find less environmentally hazardous resources, renewable energies are supported by authorities and organisations in most of the industrialised countries. Energy storage appears to overcome some of the problems presented by these means of generation. The possibility of keeping energy stored, and releasing it as electricity subsequently, solves the drawbacks of wind power generation, such as random variability, or low accuracy wind forecasts.

In this study, several technologies are analysed. *Electrochemical batteries*, *redox flow batteries*, *sodium sulphur (NaS) batteries*, *flywheel*, *supercapacitor*, *superconducting magnetic energy storage* systems and the *hydrogen technology* are described and compared in order to state whether one or another is preferable under certain working requirements, indicating the conclusions drawn from the research in the last section.

2. Storage technologies.

The most remarkable energy storage technologies currently in use are analysed in this section.

2.1. Electrochemical Batteries.

Attending to their physical structure, electrochemical accumulators are comprised of an arrangement of cells, which are formed basically by electrodes, electrolyte and electrical insulator. Energy is stored in a chemical form when supplying energy to the battery. When necessary, this energy is released as

electricity by connecting a load to the electrodes. Therefore, reversible chemical reactions take place, charging and discharging the battery respectively, by electrons transference. Among the vast variety of electrochemical batteries, lead-acid and lithium-ion stand out.

Lead dioxide and sponge lead are used as positive and negative electrode respectively in lead-acid batteries. Both electrodes are immersed in a sulphuric acid solution which works as electrolyte, while a micro-porous material provides electrical insulation [1].

With large appliance in the field of portable devices, the Li-ion type is currently the most remarkable among the lithium-based batteries. Li-ion batteries consist of a positive electrode made up of a lithium-metal oxide and graphitic carbon as negative electrode, using lithium salts for the electrolyte.

2.2. Redox Flow Batteries.

Its working technique differs from that of the electrochemical batteries. Redox flow batteries are also known as simply flow batteries. The system consists of two tanks where the electrolytes are stored separately. When necessary, both electrolytes are pumped to a cell, where the electrodes and an ion-selective membrane allow the ion exchange between the electrolytes. One of the most outstanding features of this technology is the ability to decouple the energy and power capacities, since energy supply depends on the volume of the reservoir tanks, whereas the power rates are limited by the ions transfer speed through the selective membrane.

2.3. Sodium Sulphur Batteries (NaS).

Sodium sulphur batteries present a solid beta alumina ceramic electrolyte, which is surrounded by molten sulphur in its external surface to form the positive electrode. In the internal surface, the electrolyte contains molten sodium as the negative electrode. A high temperature, from 300 to 350ºC, is needed in order to maintain sulphur and sodium in liquid state. Therefore, to start the reaction heat must be provided; however, once it is running, the heat produced by continuous charging and discharging cycles is enough to maintain temperature in the required range [2], thus avoiding the need for an external heat supply.

2.4. Flywheel.

The flywheel system stores energy in the kinetic form in a rotating mass (Fig. 1). The quantity of stored energy is a function of the spinning velocity of the rotor and its moment of inertia. Attending to the former, these devices can be classified into low or high speed flywheels. Low-speed rotors, made mainly of steel and metal alloys, are much heavier than the high-speed ones, where composite materials are used. In order to reduce internal losses and self-discharge rates, the rotating mass is kept in a vacuum enclosure, what reduces air friction. With the same aim, magnetic bearings are utilised, hence avoiding shaft friction and the subsequent need for cooling the system.

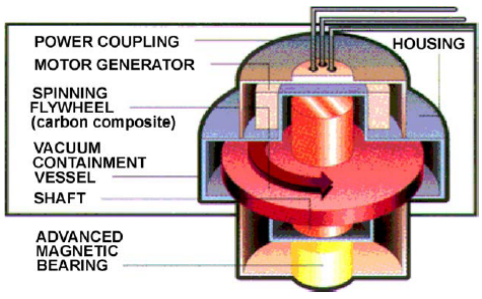


Fig. 1 Flywheel Scheme [2]

A reversible motor/generator couples the rotating system and the electricity grid. When storing energy, the reversible device works as a motor to accelerate the rotor. On the other hand, it generates electricity decelerating the rotor when discharging. As seen in Fig. 1, the rotor and the motor/generator are coupled to the same shaft.

2.5. Supercapacitor.

A supercapacitor stores energy in the electric field created between two electrodes, which are separated by a thin liquid electrolyte layer of only a few Å. Hence, supercapacitors follow the same principles as common capacitors. Nevertheless, specific electrode structures and materials allow high rates of capacitance per unit volume. They present a longer lifespan than batteries when operating under frequent charge/discharge cycles, due to the fact that no chemical reactions are needed to store or release energy. Among the different types, it is the Electrochemical Double Layer Capacitor (EDLC) that stands out.

2.6. Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES).

Huge magnetic fields store energy that can be released as electricity using the SMES system. Complex processes and equipment are needed to create and maintain magnetic fields that can range up to several Tesla. The device is based on the principles of electromagnetism, using a direct current flow through a superconducting coil to generate magnetic fields. A cooling system is needed for the superconducting material to be kept at about -270ºC. Liquid helium in a vacuum enclosure is used to reach this exigency. In this operation, the cooling system consumes considerable amounts of energy, what increases the running costs of the whole system, thus reducing its economic competitiveness against other technologies.

2.7. Hydrogen Technology.

Three main stages can be distinguished. These are hydrogen production, hydrogen storage and electricity generation. These stages require specific equipment and can be developed in different locations.

An electrolyzer splits hydrogen and oxygen from water when supplying electric energy. As a consequence, oxygen is released to the atmosphere and hydrogen is stored, which is the second stage of the process. Currently, four storage technologies are available [2]: Hydrogen pressurisation and adsorption in metal hydrides are more developed, while liquefaction and adsorption on carbon nanofibres are still under research. In a final stage, stored hydrogen reacts with oxygen in a fuel cell, generating electricity via inverse electrolysis. As a result, water is wasted without hazardous effects on the environment. Fuel cells consist of a two electrodes-electrolyte structure. Depending on the materials utilised, different types exist.

The hydrogen technology is expected to be largely used in massive wind power generation. In Fig. 2, a combined wind-hydrogen scheme is shown.

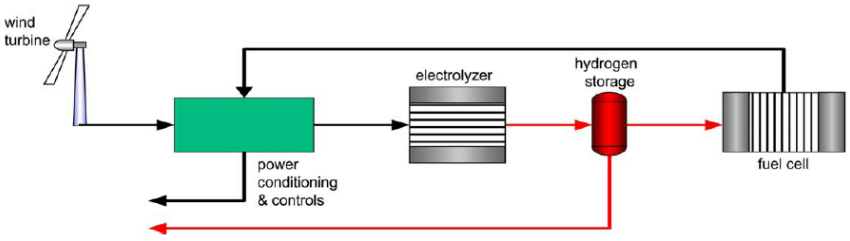


Fig. 2 Combined Wind-Hydrogen Scheme [3]

As seen in Fig. 2, a combined wind-hydrogen system can operate either connected to grid or isolated. Moreover, hydrogen can be stored and consumed in a fuel cell, completing the whole energetic cycle in the same wind farm; or otherwise, transported to a different location and used in an external system.

3. Working requirements.

In order to choose the most suitable storage system for a certain application, it is necessary to clarify the requirements needed for the devices to have an appropriate performance. As a consequence, the following classification settles the basic working features for large-scale energy storage devices:

- Power Quality: By this application, a proper quality in the electricity supplied to the consumers is ensured. Stored energy is released to the grid for only a few seconds or less. Due to the fast response, short-term fluctuations produced in wind power generation can be easily reduced when using storage for this application.
- Bridging Power: The stored energy is used as an emergency buffer able to release energy ranging from seconds to a few minutes when switching between different energy sources.
- Energy Management: The basic idea is to store energy when generation exceeds consumption, being available subsequently when required. Energy is released for a longer period of time, typically ranging from several minutes to hours. This technique allows decoupling the stages of energy generation and consumption, which is also known as load levelling. Therefore, a profit can be made by storing energy during off-peak hours, when the cost of electricity is lower, and then releasing during peak hours, obtaining economic surpluses in the process. This alternative will solve some of the complications caused by the long-term variability of wind, being especially useful for isolated wind generation, and enhancing the advantages of wind power connected to network as well.

In Table I [4] is shown the importance of a few parameters, in order for the devices to be used in a power or energy application.

	POWER	ENERGY
Large storage capacity	-	+
Large power capacity	-	+
Power gradient	++	-
Calendar lifetime	+	+
Access time	++	-
Low self-discharging	-	+

++ very important + important - less important

Table I. Energy and Power Requirements [4]

As seen, for energy usages it is essential for the device to have a large storage capacity. As well, low self-discharging rates and long lifetime are desirable. On the other hand, a short access time and a high power gradient are crucial if the device is expected to have a proper performance under power quality requirements.

4. Comparison of the technologies.

It is necessary to compare the performance of the storage systems. Attending to their behaviour, one device or another will be more suitable for each use. In this section the main characteristics of the systems will be analysed in detail, in order to state the application that better adapts to their possibilities.

In this work the devices are compared in terms of the key factors that make the difference between a power or energy application. For the chosen storage systems, the value of these parameters is shown in Table II.

	Electro-chemical	Redox Flow	NaS	Flywheel	Super-capacitor	SMES	Fuel Cell
Storage Capacity [kWh]	0.5 - 10^4	500 - 10^5	up to $2 \cdot 10^5$	1 - 30	0.1 - 0.6	10 - 50	several 10^3
Available Power [kW]	0.5 - 10^3	10 - $3 \cdot 10^4$	10 - $8 \cdot 10^3$	1 - 10^4	0.9 - 200	10^3 - $2 \cdot 10^5$	5 - 10^4
Discharge Time	sec - hours	min - days	sec - hours	sec - min	seconds	sec - min	min - days
Lifespan [years]	5 - 15	15	15	20	15	20	10
Access Time [ms]	20	1	5 - 15	2 - 5	0.5	0.5 - 5	20
Self-discharging	2% - 5% per month	None	None	20% per hour	14% per month	Cooling power	3% per day (tank)

Table II. Storage technologies characteristics

In the wide group of electrochemical batteries, only lead-acid and Li-ion batteries have been considered, since the rest have not shown an adequate behaviour in industrial usages yet. Lead-acid batteries are currently the most mature storage technology. They have been used with positive results in both energy and power applications. Their massive use is based on the low self-discharge rates they present, as well as their long experience. Nevertheless, their relatively short lifespan limits their use when continuous charge/discharge cycles are required. The Li-ion technology has proved to be an interesting alternative to lead-acid. Li-ion batteries are lighter and present a higher energy-volume rate than lead-acid ones. In addition, their superior efficiency, close to 100%, makes them the most popular choice for portable devices. A more extensive use of this technology is hindered by the remarkably high costs they deal with, reaching values up to 4,000$/kWh, in contrast to a maximum of 1,000$/kWh for lead-acid [5]. Moreover, these batteries may suffer serious damages under certain conditions –i.e. deep discharge. This electrical fragility prevents their use as a large-scale storage system.

Two new options appear with redox flow and sodium sulphur batteries, which are already in use as an alternative to the traditional large-scale storage systems. Both are still growing technologies and need to improve their performance to reach a higher commercial penetration. Sodium sulphur batteries are able to provide a power pulse in a short instant, or otherwise, an energy supply for a longer period with high efficiency. This feature, together with a short access time, makes them suitable for reducing wind power fluctuations. Their main shortcoming is the need for frequent heat supply to maintain electrolytes molten, thus increasing running costs. Flow batteries present notable energy and power capacity, furthermore, it is essential to highlight their ability to decouple these two features in the design stage. A long discharge time, the lack of self-discharge and total absence of deep discharge damaging, are their major advantages to operate as long duration storages. However, the need for pumping the electrolytes involves considerable running costs that hamper a broader development of this system.

Hydrogen technology is currently under intensive research. It is considered to be an adequate energy supply for the near future, since fuel cells are able to provide electricity for a few days time, producing

no polluting wastes. However, this technology is not recommended for power applications, since impurity in hydrogen may appear if operating under constant switching charge/discharge cycles. Among its main drawbacks, the low efficiency it presents is remarkable, approaching 40% for the entire system. Besides, high capital costs are required when installing the system. These shortcomings prevent from a wider expansion of this technology. Nonetheless, as stated in [6], fuel cells show acceptable performance for mid-power utilities in isolated areas.

With regard to the power applications, there are different options which present better performance than the previously indicated devices. These are mainly the supercapacitors, the SMES system and the flywheels, since they are able to supply high power rates for a short period of a few minutes as maximum. These three devices are especially suitable to curtail the effects of wind power fluctuation, due to their fast response.

Supercapacitors possess an exceptional power density –up to 10,000 W/kg [2]– and energy density, what compensates for their low storage capacity and power availability. They appear as a good option for peak power supply, when sudden power demands occur [2]. However, this technology is still under development and deals with excessively high costs, what sometimes hamper its broader utilisation.

With regard to SMES systems, their fast response and notable overall efficiency are remarkable. This device is especially recommended when complete charge/discharge cycles are required on a continuous basis [6], due to the fact that its lifespan is not affected by frequent and deep discharges. In addition, their ability to operate for a few minutes time, allows small-scale energy supply, as well as power quality control with intermittent sources, such us wind power generation. However, cryogenic temperatures are needed in the system. This requires a considerable energy consumption that affects negatively, due to the operational costs it involves. Moreover, the huge magnetic fields produced are sometimes unstable, and demand special infrastructures –i.e. underground location. These drawbacks make the SMES be less used than other more developed technologies.

Flywheels have shown proper performance in a number of industrial applications, being currently the leading technology in the field of power quality control and power back up for renewable generation. Their principal advantages remain in a short access time, remarkable power rating and long lifetime. Even though capital costs for high-power flywheels are lower than for supercapacitors or SMES systems, a reduction is still needed for them to be able to compete with other more mature technologies.

5. Conclusions.

It has been deduced from the analysis that energy storage is already physically feasible and economically affordable in the majority of the cases [6]. Moreover, it is an alternative that will grow in the future as the technology develops.

As concluded in many of the references utilised, lead-acid batteries are the chosen device in most of the applications, either under power or energy requirements. This preponderance is based on the large experience acquired with this technology, which allows reduced investment costs as well.

For energy management applications, an attempt to substitute lead-acid with other devices is being done. In this respect, the hydrogen technology, and redox flow and sodium sulphur batteries are better positioned. Nevertheless, further R&D work must be done for all these options. NaS and flow batteries need to reduce running costs by improving operation techniques. In the case of hydrogen, it is

necessary to improve in efficiency. Its weak development leads to an expensive system as well. Therefore, a costs reduction is essential for this technology to become commercially affordable.

In the field of power applications, flywheels, SMES and supercapacitors will replace lead-acid as soon as they become more economical, since they are more reliable and long-durable technologies compared to the latter. Flywheels present larger experience, showing satisfactory results in industrial applications. On the other hand, supercapacitors perform extraordinarily with frequent and deep charge/discharge cycles. Both these technologies are currently more spread than SMES, which faces considerable difficulties with the use of large magnetic fields. The stability problems produced by magnetism may be solved by improving the power electronics used in these systems. In addition, more economically attractive options must be found for this technology to be utilised broadly.

When the storage is designed to work in bridging power applications, a mixture of all the previously indicated characteristics would be the ideal situation. However, since none of the devices presents a high performance in all these aspects, it is necessary to couple two or more systems in order to compensate for each other deficiencies. Therefore, flow batteries and SMES or flywheels are able to operate together. Especially in wind farms, coupled systems optimise electricity generation, due to the number of storage possibilities and the ability to release energy during long periods or short instants. Besides, a more efficient use of wind resources reduces generation costs as well, hence becoming wind power a more economically competitive source.

In conclusion, wind power generation penetration will increase as the different storage technologies develop. The costs of electricity production, based on renewable energies, are reduced by energy storage, since the use of these devices, either alone or coupled, optimises the use of the available resources. The systems here described have proved to be the most suitable alternatives for the working features considered. Nevertheless, strong investment in R&D is required. At the same time, further fieldwork is necessary to gain in experience and knowledge of the performance of the storage systems presented in this study under real operating conditions.

References.

[1] K. C. Divya and J. Østergaard, “Battery energy storage technology for power systems – An overview”, Electric Power System Research 79 (2009), pp. 511-520.
[2] I. Hadjipaschalis, A. Poullikkas and V. Efthimiou, “Overview of current and future energy storage technologies for electric power applications”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009), pp. 1513-1522.
[3] S. A. Sherif, F. Barbir and T. N. Veziroglu, “Wind energy and the hydrogen economy - Review of the technology”, Solar Energy 78 (2005), pp. 647-660.
[4] E. Spahić, G. Balzer, B. Hellmich and W. Münch, “Wind energy storages - Possibilities”, PowerTech 2007, pp. 615-620.
[5] http://www.electricitystorage.org
[6] H. Ibrahim, A. Ilinca and J. Perron, “Energy storage systems - Characteristics and comparisons”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 12 (2008), pp. 1221-1250.

Análisis de la documentación internacional sobre metrología eléctrica

Máximo Pérez-Braza [(1)], Miguel Ángel Sebastian Pérez [(2)], Mariano Marcos Bárcena [(3)], Higinio Sánchez Sainz [(4)]

[(1)] Dpto. de Ingeniería Eléctrica (Universidad de Cádiz), C/ Chile, 1 - 11002 Cádiz (España), maximo.perez@uca.es

[(2)] Dpto. de Ingeniería de Construcción y Fabricación (Universidad Nacional de Educación a Distancia), C/ Juan del Rosal, 12 - 28040 Madrid (España), msebastian@ind.uned.es

[(3)] Dpto. de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial (Universidad de Cádiz), C/ Chile, 1 - 11002 Cádiz (España), mariano.marcos@uca.es

[(4)] Dpto. de Ingeniería Eléctrica (Universidad de Cádiz), C/ Chile, 1 - 11002 Cádiz (España), higinio.sanchez@uca.es

Abstract. In recent years, institutions and national and international associations related to Metrology, particularly in the field of Electrical Engineering, has devoted special efforts to prepare all the documentation associated with this discipline in electronic form using mainly pdf format. However, the generation of Electrical Metrology documents has not been realized in a fully coordinated manner. So, it can be detected some dispersion in the control and treatment of the documentation. Moreover, different forms of classification and management can be found. Moreover, the nature of the associated files (manuals, handbooks, procedures, legislation,...) is not proper and hierarchically structured, being sometimes difficult to find points of convergence and divergence for being or not applied in different contexts.

Keywords: metrology, electricity, database.

1. Introducción.

La documentación existente actualmente sobre la metrología eléctrica (guías, manuales, procedimientos, normativas, …) se ha realizado por entidades de reconocido prestigio en el campo de la metrología. La mayoría de esta documentación se encuentra disponible en ficheros electrónicos con el formato pdf, pero debido a los diferentes objetivos de estas entidades (normalización, acreditación, calidad, certificación, …) no se ha generado de una forma uniforme y similar, sino todo lo contrario cada entidad ha desarrollado su documentación según el campo de aplicación y las necesidades que necesita cubrir.

El objetivo principal de esta comunicación es presentar un proyecto de análisis de la documentación existente, en el ámbito de la metrología eléctrica, mediante un estudio comparativo. El estudio, inicialmente, abarcará la documentación generada a nivel nacional en los distintos organismos implicados en el campo de la metrología eléctrica y,

posteriormente, se realizará una intercomparación con la normativa similar generada por organismos metrológicos internacionales.

2. Desarrollo.

En España una de las principales fuentes de información es el Centro Español de Metrología (CEM), que es el Instituto Nacional de Metrología (National Metrology Institutes, NMI) que pertenece a la Asociación Europea de Institutos Nacionales de Metrología (European Association of National Metrology Institutes, EURAMET) que es una de las Organizaciones Regionales de Metrología (Regional Metrology Organisation, RMO) que constituyen el Sistema Metrológico Internacional (Fig. 1).

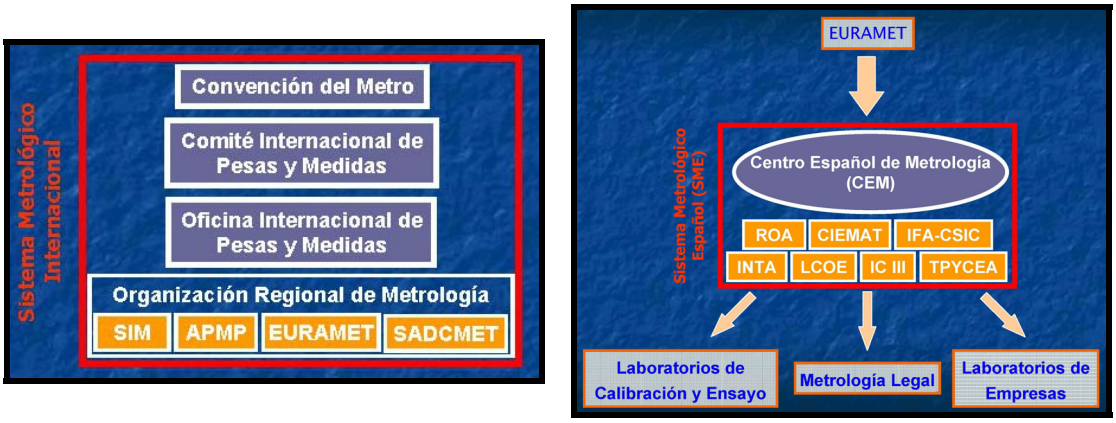


Fig. 1. Sistema Metrológico Internacional y Sistema Metrológico Español

Otras fuentes de información son los organismos, tanto nacionales como internacionales, dedicados a la normalización, a la certificación o a la calidad: AENOR, ENAC, AEC, CEN, CENELEN, IEC, EA, ISO, EUROLAB, ILAC, IQNET, …

El desarrollo del objetivo principal del proyecto se realizará en las siguientes etapas:

1) Determinar los organismos que generan la documentación específica.
2) Acceder a la documentación.
3) Estructurar y estudiar los contenidos.
4) Análisis de los contenidos.
5) Realizar una base documental con la documentación obtenida.
6) Obtener unas conclusiones y propuestas finales.

Para realizar una gestión eficaz, de toda la documentación necesaria para desarrollar el análisis, se realizará previamente el diseño de un sistema de consulta de la información, el cual debe permitir un fácil acceso y consulta de la documentación, así como disponer de herramientas de mantenimiento que permitan realizar las correspondientes tareas de actualización de la información y las posteriores modificaciones del diseño.

El acceso a la documentación y la gestión eficaz de la misma se realizará haciendo uso de un sistema de bases de datos, el cual debe ser independiente del sistema operativo y del hardware del ordenador donde se ejecuta, permitiendo su empleo en el mayor número posible de equipos informáticos.

Por otro lado, en el diseño de la base de datos, se ha prestado especial cuidado en mantener una estructura sencilla, incorporando toda la información en una única tabla, cuyos campos (Tabla 1) se han establecido a partir de los términos de mayor interés de la documentación empleada en un laboratorio o centro de investigación.

Nombre	Descripción
Índice	Es la clave primaria de la base de datos. Es de tipo numérico, con incremento automático y es el único campo que no se puede editar.
Año	Indica el año de publicación.
Organismo	Se archivan las siglas y el nombre de la entidad responsable de la documentación
Título	Contiene el título de la documentación.
Texto	Se archiva el texto, sin formato, de la documentación para permitir búsquedas dentro de él.
Fichero	El nombre del fichero PDF que contiene la documentación original.
En vigor	Indica el estado de la documentación, en vigor o derogada. Es de tipo boleano y por defecto está activado (en vigor).
Observaciones	Contiene todas las anotaciones que se consideren importantes: número de revisión, documento al que sustituye, documento al que complementa o modifica, disposiciones transitorias o entrada en vigor, etc., ...

Tabla 1. Campos de la base de datos

El sistema de gestión de la documentación se realizará empleando una base de datos integrada en un paquete informático que permite su interacción con un editor de informes y con una hoja de cálculo para su empleo en el trabajo diario de un laboratorio de calibración en una empresa. Una característica a considerar en la selección del paquete informático es que permita un fácil transporte, junto con toda la documentación generada, mediante cualquier soporte informático estándar (CD-ROM, memorias USB, …).

3. Conclusiones.

Para el desarrollo de la base de datos del sistema de consulta de la documentación, se ha seleccionado la aplicación OOo Base del paquete informático OpenOffice.org (OOo) [1].

El paquete informático OpenOffice.org al estar disponible en una gran variedad de sistemas operativos y ejecutarse en muchas plataformas de hardware, permite que la base de datos desarrollada sea independiente del sistema operativo y del hardware del ordenador.

OpenOffice.org es una suite ofimática de software libre y código abierto de distribución gratuita que incluye herramientas como procesador de textos, hoja de cálculo, presentaciones, herramientas para el dibujo vectorial y base de datos. Está disponible para muchas plataformas: como Microsoft Windows, sistemas de tipo Unix con el sistema de ventanas X Window como: GNU/Linux, BSD, Solaris y Mac OS X. Soporta el estándar ISO OpenDocument (ISO/IEC 26300:2006) y maneja el formato abierto de documentos llamado ODF (Open Document Format), basado en el estándar XML, con lo que se facilita el intercambio de documentos con muchos otros programas, y puede ser utilizado sin costo alguno.

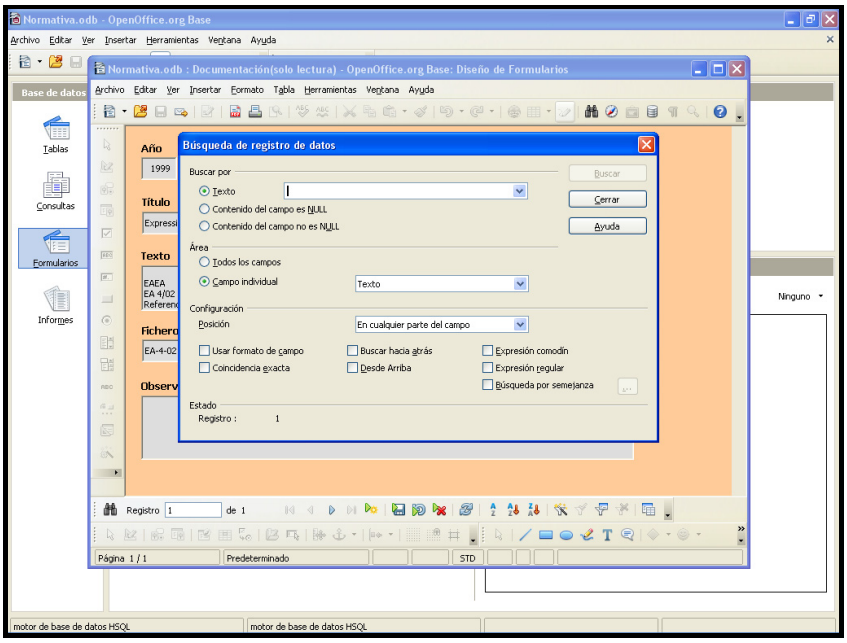


Fig. 2. Sistema de consulta de la documentación

La base de datos creada mediante OOo Base permite realizar búsquedas de cadenas de texto, en todos los campos o en un campo en concreto, de forma secuencial registro a registro. Para realizar búsquedas más complejas la aplicación incluye una versión completa del sistema de gestión de bases de datos relacionales HSQLDB (Hyperthreaded Structured Query Language Database) que permite realizar consultas dentro de la base de datos utilizando el lenguaje de consulta estructurado SQL (Structured Query Language). También se puede realizar otro tipo de gestión en el sistema de consulta utilizando el lenguaje de macros OOo Basic o el lenguaje de programación Python.

Referencias.

[1] OpenOffice.org (OOo). Página web, [en línea]. Disponible en: http://www.openoffice.org/ [consulta: enero 2010].

[2] The OpenOffice.org Documentation Project. Página web, [en línea]. Disponible en: http://documentation.openoffice.org/ [consulta: enero 2010].

Influence de l'inertie thermique sur le confort thermique dans les batiments Au nord du maroc

S. Babbah*, I.R. Maestre**, A. Draoui*, P. Cubillas**, F.J.G. Gallero**

* Laboratoire d'Energétique – Equipe des Transferts Thermiques et Energétique **(ETTE)**
FST de Tanger – BP 416 – Tanger (Maroc)
**Grupo para la Calidad de las Instalaciones Térmicas –
Escuela Politécnica Superior de Algeciras – Universidad de Cádiz **(UCA) – (**Espagne**)**
E-mail: ***babbahsomia@yahoo.fr***

Abstract

The building sector (residential and tertiary), one of the fastest growing in terms of energy consumption, accounts for over 36% of Moroccan national consumption in final energy, a figure which is growing, and emits 39,80% of gases to produce the Greenhouse Effect responsible for the global warming of the planetary climate. Morocco is confronted with a strong energy constraint due to its total dependence (more than 97%) from the outside for its provision. These numbers tend to increase due to the urban and industrial developments which Morocco has known these last years. This gives a clear view of the need and priority that the Morocco has for reducing the consumption of energy through an improvement of energy efficiency particularly in the sector of the building.

Keywords**:** energy efficiency, buildings simulation, Energy classification.

1. Introduction

Le Maroc est confronté à une forte contrainte énergétique causée par sa dépendance en importation de ses besoins en énergies commerciales (**97,5% de la consommation totale en 2008**), une production en énergie primaire conventionnelle faible (**7%** des besoins en consommation), l'utilisation extensive de la biomasse estimée à **30%** du bilan énergétique national et le développement modeste des énergies renouvelables. Le développement de l'agriculture, du tourisme et de l'industrie, la tertiarisation de l'économie, la pression démographique, l'équipement des ménages… Sont autant de facteurs qui ont contribué à une forte croissance des besoins en énergie au Maroc durant les dernières décennies. Face à cette évolution, il est nécessaire de conduire des campagnes de sensibilisation et de réaliser des actions concrètes de maîtrise de l'énergie. Et comme le secteur de l'habitat (résidentiel et tertiaire) représente près de **36%** de la consommation nationale marocaine en énergie totale et émet **39,80%** des Gaz à Effet de Serre (IEA 2006) responsable du réchauffement du climat planétaire. Ces chiffres ont tendance à augmenter à cause des développements urbain et industriel que connaît le Maroc ces dernières années. Il est par conséquent indispensable de réduire la consommation de l'énergie à travers l'amélioration de l'efficacité énergétique notamment dans le secteur du bâtiment.

L'étude présentée dans ce travail constitue les résultats obtenus dans le cadre du projet de recherche commun (PCI) : « ***Caractérisation de la demande énergétique des bâtiments au Nord du Maroc*** » (***A/3047/05***) financé par l'Agence Espagnole de Coopération Internationale

(***AECI***) en 2006 et 2007. Un des objectifs principaux de ce projet était de faire des propositions concrètes pour une éventuelle future législation marocaine pour la thermique des bâtiments.

Ainsi, notre objectif consiste à chercher à l'aide des simulations numériques les moyens simples pour assurer un niveau de confort thermique acceptable avec une consommation énergétique réduite en étudiant l'influence de l'inertie thermique du bâtiment sur sa consommation énergétique. Dans cette étude, les simulations ont été effectuées sur deux types différents de constructions des bâtiments les plus utilisés au Nord du Maroc (Individuelle et Collective).

Nos simulations numériques ont été réalisées à l'aide du logiciel eQUEST basé sur le moteur de calcul DOE2.2. [1, 3, 4, 5]. Avant d'effectuer ces simulations, nous avons d'abord réalisé une base des données climatiques de notre région d'étude.

2. Impact de l'inertie thermique sur le confort d'été dans l'habitat

L'inertie thermique de la construction est un des paramètres qui influent sur le confort thermique d'été dans l'habitat. En ce qui concerne les matériaux de construction couramment utilisés, l'inertie thermique d'un bâtiment se juge en première approximation par la masse inerte de matériau mis en œuvre. Plus celle-ci est importante, plus l'inertie est forte. La composition des parois verticales et horizontales participe donc explicitement à la plus ou moins forte inertie d'une habitation, qu'il s'agisse d'une maison individuelle ou d'un logement collectif.

L'inertie thermique d'un matériau correspond à sa capacité d'accumuler puis à restituer un flux thermique chaud ou froid. Cette capacité d'accumulation est d'autant plus importante – et par conséquent la restitution au fil du temps du flux thermique est d'autant plus lissée – que le matériau est inerte.

On comprend alors que l'intérêt de l'inertie thermique d'un bâtiment au regard du confort d'été. En effet, pendant la journée, cette inertie permet de stocker l'énergie solaire. L'air et les parois sont alors chauffés moins rapidement.

3. Types des Logements étudies

Nous avons choisi une construction typique considérée comme la plus répandue dans la région du Nord du Maroc [7].

3.1. Maison individuelle

Il s'agit d'une maison individuelle constituée de quatre niveaux (rez-de-chaussée plus 3 étages) (voir figure 1-a) qui a la distribution suivante :

- Le rez-de-chaussée d'une superficie de 146 m² est destiné pour usage commercial.
- Le premier, le deuxième et le troisième étage ont la même superficie de 140 m² et sont destinés à l'habitation. Ils sont constitués de plusieurs chambres, de salons, cuisine, salle de bain et WC.

3.2. Logements collectifs

Il concerne un immeuble de dix niveaux (rez de chaussée + 9 étages) (voir figure1-b) réservé à l'habitation et dont les étages ont la même distribution que ceux du premier type avec une superficie de 140m² pour chaque étage.

La hauteur des étages est de 3 mètres pour les deux types de bâtiment dont les appartements ont une occupation moyenne de 6 personnes par logement.

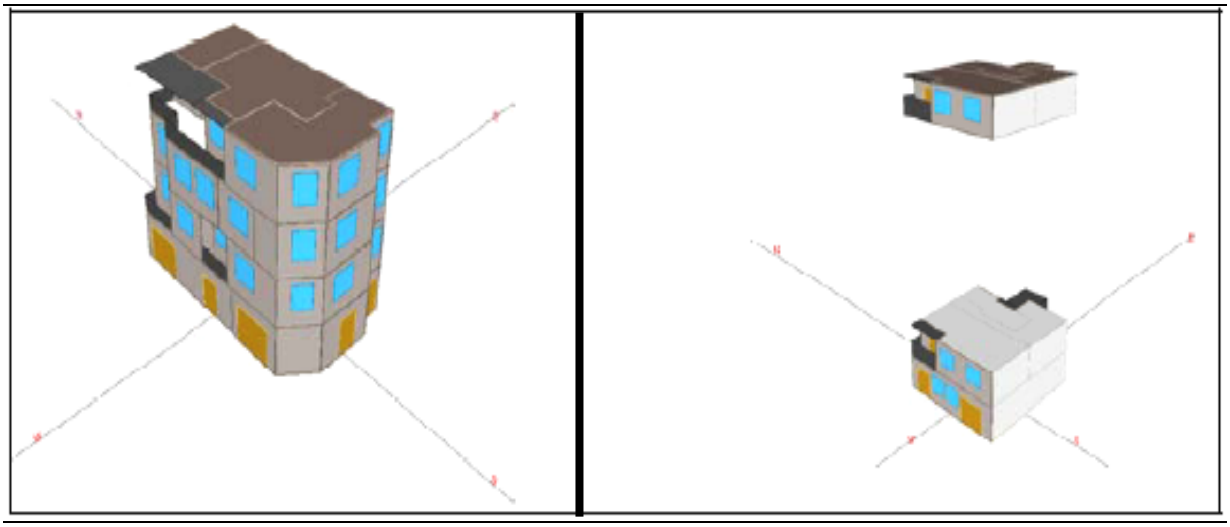


Figure 1a : Vue en 3D du bâtiment à 4 étages

Figure 1b : Vue en 3D de l'immeuble à 10 étages

4. Zones Climatiques

Dans notre étude, comme étape préliminaire nous nous sommes limités à caractériser le climat des principales villes du nord du Maroc : Tanger, Tétouan, Nador et Chaouen. Ce choix est dû essentiellement à la population importante de ces villes, comme donnée expérimentales nous disposons seulement des données météorologiques expérimentales de la ville de Tanger (des années 2003, 2004, 2005 et 2006) que nous avons obtenues par nos propres enregistreurs installés à la station météorologique de l'aéroport de Tanger.

Pour les autres villes, nous avons décidé de générer des années synthétiques à partir des données proportionnelles de la NASA Surface Meteorology and Solar Energy, disponibles sur le site web : http://eosweb.larc.gov/sse/ .

5. Caractéristiques des composants des parois

Pour notre cas, on prend les caractéristiques thermophysiques de quelques matériaux de construction utilisé au Nord et qui ont été mesurés au Laboratoire de Thermique, Energie solaire et Environnement (LTEE) de la Faculté des Sciences de Tétouan comme : la terre, le liège, la brique creuse (à six ouvertures), le plâtre. Pour les autres matériaux ces caractéristiques sont données par les documents du thermique du bâtiment [2, 6].

Le tableau (1) donne les valeurs du coefficient de conductivité thermique, la masse volumique et de la chaleur massique.

Matériaux	Conductivité (W/m²/K)	Masse Volumique (kg/m^3)	Chaleur Massique (J/kg. °C)
Enduit Ciment	1,15	1000	1000
Brique Rouge	0,725	204	2732
Lame d'air (non ventilée)	0,18	1,2	1007
Plâtre	0.37	1076	1899
Carrelage	1,7	2300	700
Béton	1,75	2100	653
Liège	0.08	120	5050

Tableau 1 : Caractéristiques des Matériaux de Construction Utilisés au Nord du Maroc

6. Compositions des parois des bâtiments

La composition des différentes parois utilisées pour les deux types de bâtiments de références est présentée dans le tableau suivant (*tableau 2*) :

Types de parois	*Matériaux*	*Epaisseur (m)*
Murs Extérieurs	Enduit Ciment	0,015
	Brique Rouge	0,075
	Lame d'air	0,01
	Brique Rouge	0,075
	Enduit Ciment	0,015
Murs Intérieurs	Enduit Ciment	0,01
	Brique Rouge	0,075
	Enduit Ciment	0,01
Planchers	Pierre	0,1
	Béton	0,2
	Enduit Ciment	0,05
	Carrelage	0,004
Toitures	Carrelage	0,004
	Enduit Ciment	0,015
	Béton	0,2
	Brique Rouge	0,075
	Enduit Ciment	0,015

Tableau 2 : Composition des parois des deux types des bâtiments de références.

Nous avons utilisé pour les bâtiments de références un vitrage simple.

Pour les parois opaques, nous avons remplacé la structure de construction de référence par la structure suivante (10 cm puis 20 cm) du Béton dans toutes les parois opaques, à savoir les murs extérieurs, le plancher et la toiture pour pouvoir réaliser les différentes variantes possibles de leurs compositions.

7. Résultats

Dans notre étude, nous avons choisi de montrer une série de graphiques qui illustrent l'influence de certains paramètres d'intérêt dans le comportement de l'ensemble

bâtiment/système. Nous nous limitons dans cette présentation à l'analyse de l'influence de l'inertie thermique sur la consommation de l'énergie finale c'est-à-dire sur les valeurs maximales de chauffage et de réfrigération.

7-1- Influence de l'inertie thermique sur la consommation en énergie dans le cas du Bâtiment de type 1:

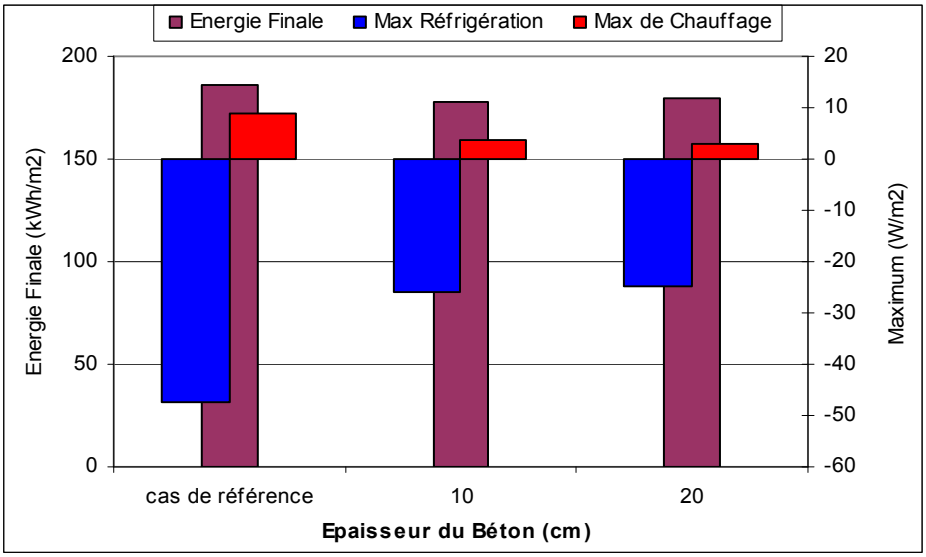


Figure 2 : Variation de l'énergie finale et des valeurs maximales des besoins du chauffage et de la réfrigération en fonction de l'épaisseur du Béton des parois pour le Bâtiment de type 1.

7-2- Influence de l'inertie thermique sur la consommation en énergie dans le cas du Bâtiment de type 2:

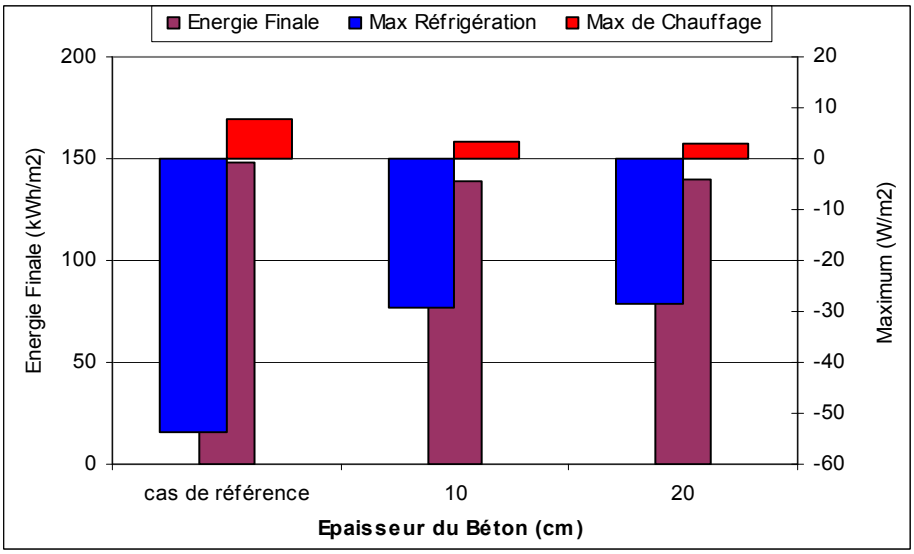


Figure 2 : Variation de l'énergie finale et des valeurs maximales *des besoins du chauffage et de la réfrigération en fonction de l'épaisseur du Béton des* parois *pour le Bâtiment de type 2.*

Lors de la modification de la qualité constructive (remplacement de la construction de référence dans les parois opaques des bâtiments : Murs extérieurs, Planchers et Toitures par

10 cm puis 20 cm du béton), nous observons que la variation de l'énergie finale est moins accentuée que les valeurs maximales consommées par le chauffage et la réfrigération. On observe que l'augmentation de l'inertie des parois réduit les besoins en chauffage et les besoins en réfrigération.

8. Conclusions

Comme la consommation totale par an des bâtiments n'est pas tellement dépendante de l'inertie thermique du bâtiment (remplacement de la construction de référence dans les parois opaques des bâtiments : Murs extérieurs, Planchers et Toitures par 10 cm puis 20 cm du béton), la composition des parois des deux types des bâtiments de références reste la plus adéquate (10 cm de la lame d'air) avec un minimum du coût économique dans la construction.

Nos premiers résultats sont très encourageants et les objectifs ont été globalement atteints. Les résultats obtenus s'intègrent parfaitement dans les objectifs fixés par le Ministère de l'Energie et des Mines, à travers les axes de recherche prioritaire du CDER (Centre de Développement des Energies Renouvelables).

Nous sommes conscients de cette problématique et de ses conséquences sur l'économie de l'énergie (donc de la facture énergétique du Maroc) et nous adhérons parfaitement aux objectifs du CDER qui sont l'Utilisation des Energies Renouvelables pour une meilleure Efficacité Energétique des bâtiments au Maroc.

Remerciements :

Les auteurs tiennent à remercier l'AECI (Agence Espagnole de Coopération Internationale) qui a financé ce projet de recherche pour les années 2006 et 2007.

Références bibliographiques

1. **ASHRAE Standard 90.1-2004**: "*Energy Standard for Buildings except Low-Rise Residential Buildings, SI Edition"*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta, GA.
2. **A. El Bakkouri**, « Caractéristique thermophysique et mécanique de quelques matériaux locaux utilisés dans l'isolation et la construction au Maroc: Le plâtre, le liège et la brique creuse. ***Thèse de 3ème Cycle***, Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc, 1999.
3. Hirsch.J.J. & Associates. *eQuest (Quick energy analysis simulation tool)*. Versión 3.52. California 2004. Disponible en http://www.doe2.com.
4. **J. Harry, Jr. Sauer, et al**, "*Principles of heating ventilating and air conditioning"*, 2001.
5. **J.J. Hirsch & Associates**, ***DOE-2.2. Building Energy Use and Cost Analysis Program*** – Volume1: Basic, Volume2: Dictionary and Volume 3: Topics Lawrence Berkeley National Laboratory.
6. «*Réglementation Thermique 2000* », Centre Scientifique et Technique du bâtiment, 2000.
7. **S. Babbah, A. Draoui, Ch. Menezo, R. Yezou, J. Benabdelouahab,** « Evaluation Energétique des Bâtiments au Nord du Maroc ». ***11ème JITH, 16-18 novembre 2005***, Tanger, Maroc.

Site web : http://eosweb.larc.gov/sse/.

Consumption Minimization Strategy for a Hybrid Tramway

J. P. Torreglosa [a], F. Jurado [a*], P. García[b], L.M. Fernández[b]

[a] Department of Electrical Engineering, EPS Linares, University of Jaén,
C/ Alfonso X, nº 28. 23700 Linares (Jaén), Spain
[b] Department of Electrical Engineering, EPS Algeciras, University of Cádiz,
Avda. Ramón Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Cádiz), Spain

Abstract

This paper describes a control strategy for a Fuel Cell (FC)-battery hybrid tramway. The strategy's objective is reducing the hydrogen consumption of the FC in order to improve the FC and vehicle efficiencies. This control strategy is assessed by simulations in MATLAB/SIMULINK environment for the real driving cycle of this tramway.

The typical Power-Speed curve, recorded from the bidirectional Tramway route can be considered as starting point for design of tramway hybrid system. Starting from it, all components are dimensioned and modeled.

Keywords: Fuel cells, batteries, energy management, energy storage, transportation, control systems.

1. Introduction

This paper focuses on describing a control strategy for a FC-battery powered hybrid system for a real surface tramway and also briefly describes the configuration and modeling of all principal components. This tramway, called Metro Centro, serves the centre of Seville, a city in Spain. Currently, it operates as catenary-powered tramway. One of the objectives of the Ecotrans research project, leaded by a Spanish consortium and supported by the Spanish Ministry of Science and Technology, is to retrofit it to FC-battery hybrid tramway. This paper presents the advances made in control for energy management of the hybrid system. This control strategy is assessed by simulations for the real driving cycle of this tramway.

This paper is organized as follows. After introduction, a brief description of the tramway is presented and a summary of the degree of hybridization of the tramway in section 2. In section 3 are presented a description of each component model. Section 4 presents the control strategy. Experimental results are shown in section 5. Finally, conclusions are presented in section 6.

2. Tramway Description

Metro Centro is a surface tramway serving the centre of the city Seville, in Andalusia, Spain. At the present time, the service consists of just four stops, but it is expected to be extended to high speed train station and including five new stops. The project works began in Mid-2005 and its first phase was completed by autumn 2007. It covers 1.4 km and is served by 7 trains, all of them were manufactured by the Spanish rail equipment manufacturer 'Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles' (CAF).

The typical Power-Speed curve, recorder from the bidirectional Tramway route, is shown in Fig. 1. This curve can be considered as starting point for design of tramway hybrid system.

Fig. 1. Driving cycle of the tramway

The FC size must be up the average power requirements and avoid increased energy requirements for the battery. On the other hand, these requirements depend on the specific roles that would be expected to fill in the control system strategy (García, Fernández, Garcia, & Jurado, 2009). According with this two premise and after considering some simulated scenarios, a rated power of 200 kW has been considered to be generated by the FCs and fifty eight 34 Ah Ni-MH batteries connected in series as ESS with a rated power of 450 kW.

3. Fuel cell-Battery Hybrid System

Figure 2 shows the proposed configuration of FC-battery powered hybrid system for the tramway.

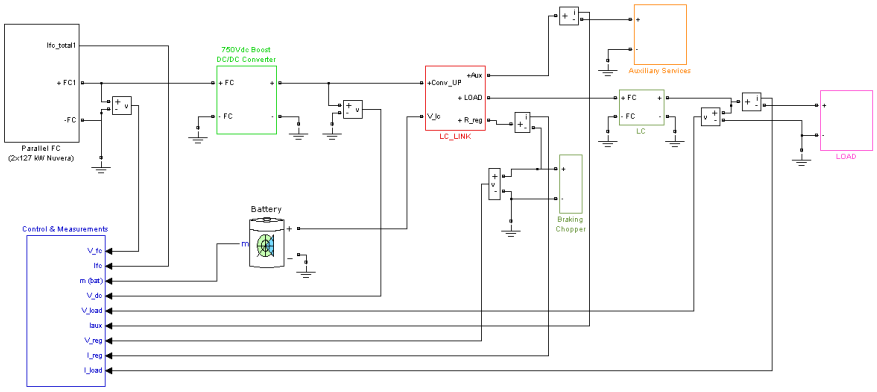


Fig. 2.Configuration of tramway model

A. Fuel Cell

The PEM FC is the best option to be used in public transport due to their high power density, specific power, low operating temperature, longevity, efficiency, good dynamic behavior and the relativity ability to rapidly adjust to changes in power demand (Hoogers, 2003), (Emadi, Lee, & Rajashekara, 2008). Thus, a commercial FC from Nuvera is considered and used in this work (Nuvera, 2006). Fuel cell selected generates a nominal power of 127 kW-235 V, so two of these fuel cells are connected in parallel in order to achieve a total net power around of 200kW[1]. .

[1] For this work, total net power is the power generated by the fuel cell minus the power absorber by the compressor.

A reduced model of PEM-FC obtained from a quite completed one (Pukrushpan, Stefanopoulou, & Peng, 2002) is used for the simulations realized.

Other FC components to be modeled are the compressor, humidifier and air cooler.

B. Battery

Batteries such as nickel metal hydride can be charged very rapidly which makes them ideal for use in hybrid cars, with range extenders, or for a vehicle such as a bus or tram which can be recharged during frequent stops (Lowry & Larminie, 2003).

It has been modeled by the generic battery model included in Simulink®. In Matlab® R2009a, the battery model has been improved accurately represent the battery dynamics during the charge and the discharge processes. The model parameters of some detailed parameters have changed since the last release (Mathworks, 2009).

The battery characteristics have been selected from a commercial battery module: Saft's "NHP 10-340 12 V, 34 Ah" Ni-MH batteries (Saft Industrial Battery Group, 2009). These are specifically designed for high power applications, e.g. hybrid tramways.

C. Boost Converter

A classical dc/dc boost converter (Skvarenina, 2002; Thounthong, Rael, & Davat, 2006) is selected as FC power converter, which adapts the dc voltage delivered by the FC, 235V at its rated power, to the 750V traction standard dc bus. The boost converter is composed of a high frequency inductor L1, an output filtering capacitor C1, a diode D1, and a main switch S1.

D. Braking Chopper

In regenerative braking, some of the kinetic energy is converted into electrical energy and stored in the battery, in order to be used during the next acceleration, or whenever else needed. However, part of the regenerative braking energy must be dissipated in braking resistance when it cannot be absorbed by the battery due to its limitations. Moreover, it avoids the voltage rise over the desire level.

E. Traction Motor Drives and Auxiliary Services

In this work, these loads have been modeled so simple because the goal of this paper is the behavior of the control strategy. Thus, the loads have been modeled as a controlled dc current source connected to de dc bus. This current is a function of the power consumption and the dc bus voltage.

4. Equivalent Consumption Minimization Strategy

In the modeled tramway both hydrogen energy (from the FC) and electrical energy (from the battery) can be used. In one hand, when the battery supplies energy its State Of Charge (SOC) decreases, so the battery will need to be recharged to maintain a desired SOC by the energy proceeded from the FC or tramway braking. Therefore, extra hydrogen consumption could be needed. In the other hand, when the battery is recharged its SOC increases, so the battery will need to discharge to maintain the desired SOC. This energy will supply to the system in accelerations or start-ups. Therefore, a reduction of the hydrogen consumption will be achieved. The electrical energy consumption of the battery is transformed into an equivalent hydrogen consumption to make the two comparable.

An optimal FC power $P_{FC,opt}$ is calculated to minimize the hydrogen consumption of the hybrid powertrain C. This consumption includes both hydrogen consumption C_{FC} and the battery equivalent hydrogen consumption C_{bat}. A mathematically problem can be formulated to minimize the vehicle hydrogen consumption:

$$P_{FC,opt} = \underset{P_{FC}}{\arg\min} C = \underset{P_{FC}}{\arg\min}(C_{FC} + k \cdot C_{bat}) \tag{4}$$

where P_{FC} is the FC output power (kW), k is a penalty coefficient, which modifies the battery equivalent fuel consumption up or down depending on the battery SOC deviation from the target (He & Yang, 2006).

The optimization problem is subject to several constrains, such as battery maximum and minimum desired SOC and FC dynamics' limitations:

$$subject \quad to \begin{cases} SOC_L \le SOC \le SOC_H \\ V_{FC,\min} \le V_{FC} \le V_{FC,\max} \\ 0 \le P_{FC} \le P_{FC,\max} \end{cases} \tag{5}$$

where SOC_L is the lower limit of SOC (55% has been selected), SOC_H is the upper limit of SOC (65% has been selected), V_{FC} is the FC voltage, $V_{FC,max}$ and $V_{FC,min}$ are the maximal and minimal voltage allowed value of V_{FC} and $P_{FC,max}$ is the maximal output power of the FC.

According to experimental data, the fuel cell hydrogen consumption C_{FC} can be written as:

$$C_{FC} = \begin{cases} a \cdot P_{FC} + b & P_{FC} \ge P_{FC0} \\ c \cdot P_{FC}^2 + d \cdot P_{FC} + f & P_{FC} < P_{FC0} \end{cases} \tag{6}$$

where a, b, c, d, f and P_{FC0} are fit coefficients.

The battery equivalent hydrogen consumption C_{bat} can be written as (Xu, Li, Hua, Li, & Ouyang, 2009):

$$C_{bat} = \begin{cases} \dfrac{P_{bat}}{\eta_{chg,avg}} \cdot \dfrac{C_{FC,avg}}{P_{FC,avg}} \left(\dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{2} \sqrt{1 - \dfrac{R_{dis} \cdot P_{bat}}{V_{OCV}^2}} \right)^{-1} & P_{bat} \ge 0 \\ P_{bat} \cdot \eta_{dis,avg} \dfrac{C_{FC,avg}}{P_{FC,avg}} \left(\dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{2} \sqrt{1 - \dfrac{R_{chg} \cdot P_{bat}}{V_{OCV}^2}} \right)^{-1} & P_{bat} < 0 \end{cases} \tag{7}$$

where P_{bat} is the battery power (kW), $C_{fc,avg}$ is the average FC hydrogen consumption (g s^{-1}), $\eta_{chg,avg}$ is the average charging efficiency, $\eta_{dis,avg}$ is the average discharging efficiency, R_{chg} is the battery charging resistance, R_{dis} is the battery discharging resistance, $P_{fc,avg}$ is the average FC power (kW) and V_{OCV} is the battery open circuit voltage.

The penalty coefficient k cited above is defined as:

$$k = 1 - 2\mu \frac{(SOC - 0.5(SOC_H + SOC_L))}{SOC_H + SOC_L} \tag{8}$$

where μ is a constant, which can be adjusted to reflect the battery charge and discharge characteristics (He & Yang, 2006). A value of 0.6 has been selected.

The hybrid tramway works in the linear area during the most of the time, so the optimization problem (Eqs. (4) and (5)) could be simplified and the solution would be:

$$P_{bat,opt} = \begin{cases} V_{bus,\min}\dfrac{(V_{OCV}-V_{bus,\min})}{R_{dis}}, & K_1 \le x_{\min} \\ \dfrac{V_{OCV}^2(1-K_1^2)}{4R_{dis}}, & x_{\min} < K_1 \le 1 \\ 0, & 1 < K_1 \le \dfrac{1}{\eta_{chg,avg}\eta_{dis,avg}} \\ \dfrac{V_{OCV}^2(1-(K_1\eta_{chg,avg}\eta_{dis,avg})^2)}{4R_{dis}}, & \dfrac{1}{\eta_{chg,avg}\eta_{dis,avg}} < K_1 < \dfrac{x_{\max}}{\eta_{chg,avg}\eta_{dis,avg}} \\ -\dfrac{V_{bus,\max}(V_{bus,\max}-V_{OCV})}{R_{chg}}, & K_1 \ge \dfrac{x_{\max}}{\eta_{chg,avg}\eta_{dis,avg}} \end{cases} \quad (9)$$

$$P_{FC,opt} = \max(\min(P_m + P_{aux} - P_{bat,opt}, P_{FC,\max}), 0)$$

where P_{aux} is the vehicle auxiliary power (kW), $P_{bat,opt}$ is the battery optimal power for minimum equivalent hydrogen consumption(kW), V_{OCV} is the open circuit voltage of the battery (V) and K_1, x_{min}, x_{max} are custom defined variables defined as:

$$\begin{cases} x_{\min} = \sqrt{1+4V_{bus,\min}\left(\dfrac{V_{bus,\min}-V_{OCV}}{V_{OCV}^2}\right)} \\ x_{\max} = \sqrt{1+4V_{bus,\max}\left(\dfrac{V_{bus,\max}-V_{OCV}}{V_{OCV}^2}\right)} \\ K_1 = \dfrac{k}{\eta_{chg,avg}} \end{cases} \quad (10)$$

$V_{bus,min}$ and $V_{bus,max}$ are the minimal and the maximal bus voltages allowed in the hybrid tramway. V_{OCV} is the open circuit voltage of the battery, which has been obtained from its characteristics.

The optimum FC power, $P_{FC,opt}$, is limited between a maximum and minimum FC power and in slope according to the FC dynamic characteristics. The resulting power is called FC reference power, $P_{FC,ref}$, and is compared with the actual FC power. The difference between them is introduced in a PI controller which generates the duty cycle for controlling the DC/DC converter.

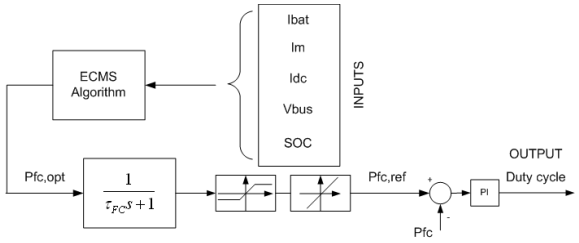


Fig 3. Control Scheme

The reference battery power can be calculated by subtracting the reference FC power from the total power required by the bus.

5. Simulations

The following figures show the simulation results. In Fig.5 are depicted the bus voltage (the biggest) and FC voltage during the cycle and, furthermore, the duty cycle. In figure 6 the load power and the dissipated power at braking resistor are shown.

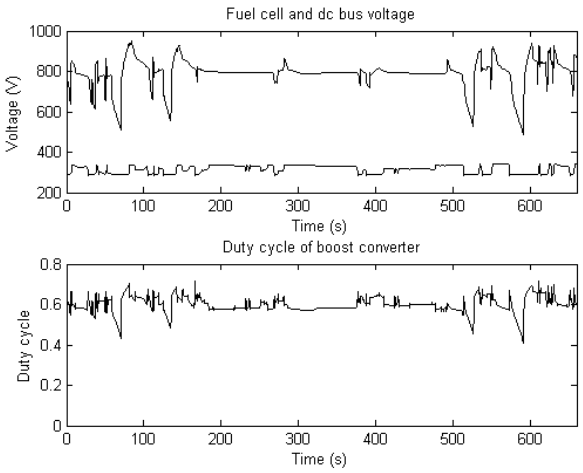


Fig.5. (a) Voltages at dc bus and FC, and (b) duty cycle of boost converter.

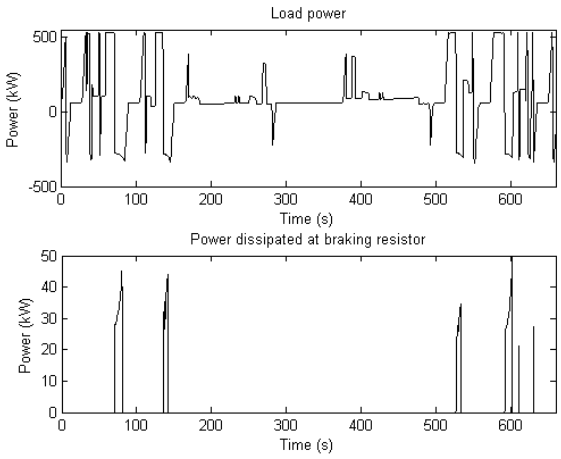


Fig.6. (a) Load power, (b) power dissipated at braking chopper

In figure 7, the FC and battery power are depicted. Besides, the reference powers are shown. The battery SOC evolution is shown in figure 8.

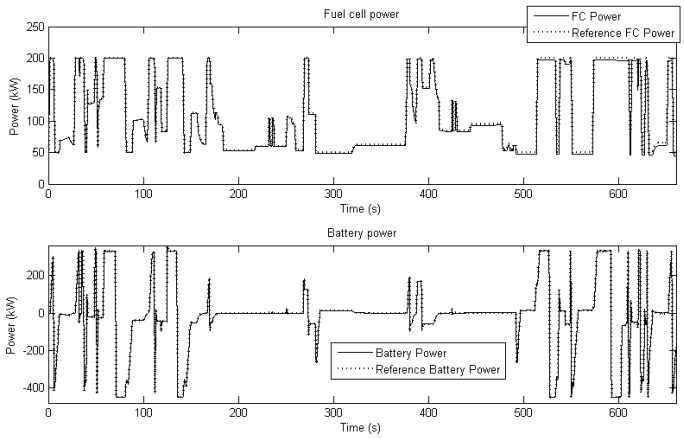


Fig.7. (a) Fuel cell power, and (b) battery power.

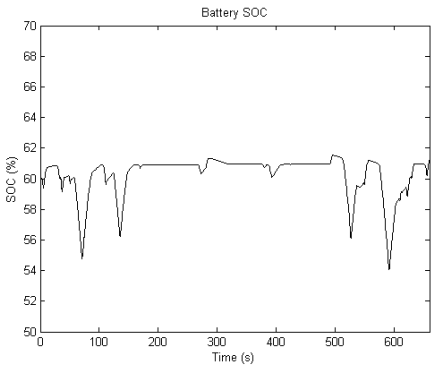


Fig.8. Battery SOC

Three subplots compose the figure 9 which represents: the total hydrogen mass consumed in the group of FC, the HV efficiency (η_{HV}) and the FC efficiency (η_{FC}).

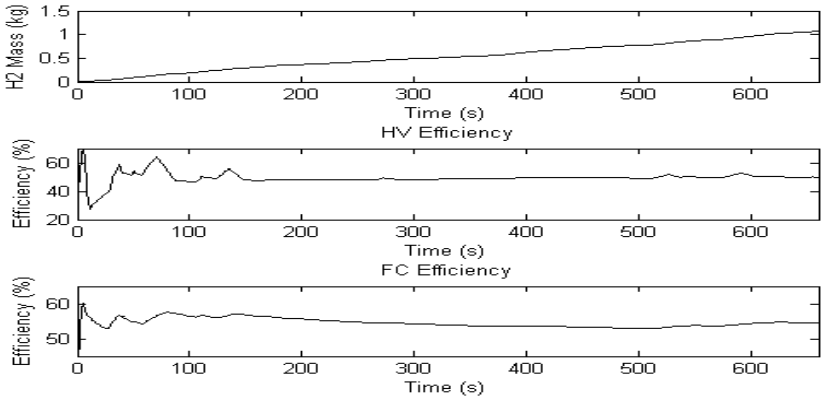


Fig.9. (a) Hydrogen mass consumed, (b) HV Efficiency, and (c) FC Efficiency

The HV efficiency reaches a final value of 49.6% and the FC efficiency 54.64%.

6. Conclusions

Despite the control strategy goal wasn't maintaining the SOC at a desired value, the final SOC value (61.3%) is near the initial (60%). It means the capacity of the group of batteries selected is right owing to it wouldn't need to be charged at the end of the cycle.

The efficiency values obtained can be considered very good owing to in previous experiments based on cascade control (Thounthong, Rael, & Davat, 2008) or a fuzzy logic based controller (Chun-Yan Li & Guo-Ping Liu, 2009) the efficiencies obtained were worse. The hydrogen consumption achieved at the end of the cycle is 1.0707 kg. In the cascade and in the fuzzy based control were obtained 1.2088 kg and 1.2064 kg respectively so the objective of optimizing the hydrogen consumption has been largely achieved.

References

Emadi A, Lee YJ, & Rajashekara K. Power electronics and motor drives in electric, hybrid electric, and plug-in hybrid electric vehicles. IEEE Transactions on Industrial Electronics 2009; vol. 55, pp. 2237-2245.

García P, Fernández LM, Garcia CA, & Jurado F. Energy management system of fuel cell-battery hybrid tramway. IEEE Transactions on Industrial Electronics in press 2009.

He B &Yang M. Optimisation-based energy management of series hybrid vehicles considering transient behaviour. International Journal of Alternative Propulsion 2006; vol. 1, no. 1.

Lin CC, Peng H, Grizzle JW, & Kang J. A stochastic control strategy for hybrid electric vehicles. In American Control Conference 2004; vol. 5, pp. 4710 - 4715.

Lowry J & Larminie J. Electric vehicle technology explained. John Willey & Sons Ltd.; 2003.

Nuvera, ForzaTM Rail Power Module (2006). [Online]. Avaliable: http://www.hydrogentrain.dk/Files/System/Hydrogen%20Train/Filer/7_Roberto_Minicuci.pdf

Pukrushpan JT, Stefanopoulou AG, & Peng H. Control of Fuel Cell Power Systems: Principles, Modeling, Analysis, and Feedback Design. London: Springer Verlag; 2002.

Saft Industrial Battery Group, "NHP Module High power Nickel-metal hybride module," November 2005. [Online]. Available: http://www.saftbatteries.com/doc/Documents/rail/Cube786/NHP_pdt_en_1105.dd0725e3-bf9e-453a-a218-d96f64ef6675.pdf

Skvarenina TL. The Power Electronics Handbook. Boca Raton, FL: CRC; 2002.

The MathWorks, Inc., SimPowerSystems Blocks, Battery (2009). [Online]. Available: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/physmod/powersys/index.html?/access/helpdesk/help/toolbox/physmod/powersys/&http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/helpdesk.html.

Thounthong P, Rael S, & Davat B. Test of a PEM fuel cell with low voltage static converter. Journal of Power Sources 2006 , vol. 153, pp. 145-150.

Thounthong P, Rael S, & Davat B. Control algorithm of fuel cell and batteries for distributed generation system. IEEE Transactions on Energy Conversion 2008; vol. 23, no. 1, pp. 148-155.

Xu L, Li J, Hua J, Li X, & Ouyang M. Adaptive supervisory control strategy of a fuel cell/battery-powered city bus. Journal of Power Sources 2009, vol. 194, no.1, pp. 360-368.

Comparación del crecimiento y eliminación de nutrientes de las microalgas *Chlorella vulgaris* y *Botryococcus braunii* en aguas residuales y medio sintético

Álvarez, Pablo [1]; Trevisan, Laura[1]; Barragan, Jesus[1]; Garrido, Mª del Carmen[1]; and Perales, José Antonio[1]

[1] Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de Cádiz, CACYTMAR Centro Andaluz de Ciencia y Tecnología Marinas, Campus Universitario de Puerto Real s/n, 11510 Puerto Real. Cádiz., España, pablo.alvarez@uca.es

Abstract. The microalgal strains *Botryococcus braunii* (SAG-30.81) and *Chlorella vulgaris* (SAG 211-12) were cultured in synthetic growth medium (CHU13) and urban wastewater to compare their growing capabilities. A fully crossed factorial design was used to plan and carry out the tests, resulting in 36 tests. The results obtained were statistically analysed (at 95% statistical significance) to identify the most significant factors that affect growth of microalgal strains and to search for the main affected growth parameters. Results indicate that both strains are able to grow in wastewaters and reduce their nutrient content, resulting in similar growth parameters (growth kinetics, CO_2 fixation) as in synthetic culture mediums. Considering the results of this research, new technologies based microalgae nutrient removal (as a process complement of conventional wastewater treatment) are capable of minimizing anthropogenic environmental pollution load and avoiding the reuse of the generated biomass.
Keywords: Microalgae – Waste water treatement - CO_2 fixation

1. Introducción.

Las microalgas poseen un gran potencial industrial y económico dado que suponen importantes recursos para productos farmacéuticos, comidas saludables, tintes, productos químicos, biocombustibles y otras aplicaciones ([1], [2]).

La utilización de microalgas en tratamiento biológico secundario y terciario de aguas residuales urbanas ([3], [4], [5], [6]) se concibe desde una triple perspectiva, eliminación de nutrientes de aguas residuales, fijación de CO_2 y producción de biomasa potencialmente aprovechable.

Las aguas residuales contienen abundante fosfato y nitrógeno que además son unas de las mayores causas significativas de procesos de eutrofización en masas de agua [7]. Las microalgas han sido utilizadas como agentes biorremediantes en la eliminación de nutrientes inorgánicos de aguas contaminadas mejorando su calidad a corto plazo [8]. Este tipo de aguas residuales también ha sido utilizado como medio de cultivo de microalgas ([9],[10],[11]). Estos estudios se han dirigido principalmente a la capacidad de eliminación de nutrientes inorgánicos, particularmente aquellos provenientes de aguas residuales de origen urbano o residual.

En el presente trabajo se ha estudiado a través de un diseño experimental factorial 2^k la cinética de crecimiento de 2 especies de microalgas *Chlorella vulgaris* y *Botryococcus*

braunii en 2 medios de cultivo diferentes, el efluente de una estación depuradora de aguas residuales urbanas y un medio de cultivo sintético (CHU13).

2. Desarrollo del problema.

Procedimiento experimental desarrollado para determinar el potencial de crecimiento de microalgas en aguas residuales.

2.1. Metodología experimental seguida

2.1.1. Microalgas

B.braunii (SAG-30.81) y *C. vulgaris* (SAG 211-12) se obtuvieron de la colección de cultivos de algas del Pflanzenphysiologisches Institut, de la Universidad de Gotinga, Alemania. Los cultivos se mantuvieron rutinariamente en medios de sólidos y líquidos de CHU 13 modificado procediendo a su reinoculación en intervalos de 2 semanas, en una cámara termostatizada a una temperatura constante de 20±1ºC, con un fotoperiodo de 16:8 horas luz:oscuridad y con una intensidad lumínica de 143 µmol/m^2•s.

2.1.2. Medios de cultivo

En las siguientes tabla se muestra las características del agua residual utilizada en el experimento, procedente de la EDAR de Arcos de la Frontera (Cádiz)

	DQO (mg/L)	**SS (mg/L)**	**% SV**	**NH_4^+ (mg/L)**	**NO_2^- (mg/L)**	**NO_3^- (mg/L)**	**N-Total (mg/L)**	**PO_4^{3-} (mg/L)**	**P-Total (mg/L)**
AR Salida	55.67	6.80	100	22.40	0.83	3.02	18.40	5.77	1.82

Tabla 1. Características del agua residual de Arcos de la Frontera a la salida de la EDAR.

A continuación se muestra la composición teórica del medio de cultivo CHU13 utilizado en el experimento:

Componentes	**KNO_3**	**K_2HPO_4**	**$MgSO_4 \cdot 7H_2O$**	**$CaCl_2 \cdot 6H_2O$**	**Fe Citrato**	**Acido Citrico**	**B**
g/L	0,2	0,04	0,1	0,08	0,01	0,1	0,5

Componentes	**Mn**	**Co**	**Cu**	**Mo**	**Zn**	**N-Total**	**P-Total**
g/L	0,5	0,02	0,02	0,02	0,05	0.028	0.007

Tabla 2.Composición teórica del medio de cultivo CHU13

2.1.3. Diseño experimental factorial 2^2

La experimentación fue llevada a cabo bajo un diseño experimental factorial completo 2^k, esta estrategia permite explorar una zona dentro del dominio experimental y encontrar una dirección prometedora para la optimización posterior. Este tipo de diseño describe los experimentos más adecuados para conocer simultáneamente qué efecto tienen k factores sobre una respuesta experimental y descubrir si hay una interacción entre ellos. Cada factor se estudia a dos niveles y la experimentación contempla todas las combinaciones de cada nivel de un factor con todos los niveles de los otros factores.

El objetivo del estudio es evaluar la cinética de crecimiento de *Chlorella vulgaris* y *Botryococcus braunii* en 2 medios de cultivo diferentes, aguas residuales y un medio de

cultivo sintético CHU13, por lo tanto identificamos los factores del experimento que son la especie de microalga y el medio de cultivo. Además se pretende estudiar la viabilidad de los cultivos mixtos de algas, por lo que uno de los niveles del factor microalga será un cultivo mixto de ambas especies.

De tal manera, teniendo en cuenta los diferentes factores y los diferentes niveles de cada factor, el diseño experimental queda comprendido por 3 experimentos cuyos factores y niveles se resumen en la tabla 3. Resultan un total de 12 experimentos diferentes, que han sido realizados por triplicado.

Experimento 1		
Factor	**Nivel**	**Signo**
Alga	*B. braunii*	+
	C. vulgaris	-
Medio	CHU 13	+
	Agua Residual	-

Experimento 2		
Factor	**Nivel**	**Signo**
Alga	*B. braunii*	+
	Cultivo Mixto	-
Medio	CHU 13	+
	Agua Residual	-

Experimento 3		
Factor	**Nivel**	**Signo**
Alga	*C. vulgaris*	+
	Cultivo Mixto	-
Medio	CHU 13	+
	Agua Residual	-

Tabla 3. Diseño experimental identificando los factores a estudiar, sus niveles y el signo de su variación.

Por lo tanto la matriz de experimentos es la siguiente:

Matriz de experimentos												
Experimento 1				Experimento 2				Experimento 3				
Factores				Factores				Factores				
Alga	Medio		Reactor	Alga	Medio		Reactor	Alga	Medio		Reactor
-	-	1	Cv + AR	-	-	1	Mix + AR	-	-	1	Mix + AR
+	-	2	Bot + AR	+	-	2	Bot + AR	+	-	2	Cv + AR
-	+	3	Cv + CHU	-	+	3	Mix + CHU	-	+	3	Mix + CHU
+	+	4	Bot + CHU	+	+	4	Bot + CHU	+	+	4	Cv + CHU

Tabla 4. Matriz de experimentos realizados

2.1.4. Desarrollo experimental

Los experimentos se llevaron a cabo utilizando frascos de vidrio pyrex de 2000 ml como fotobiorreactores, iluminados desde la parte superior mediante ocho lamparas fluorescentes (cuatro PHILIPS Master TLD 58W/840 and four SYLVANIA Gro-Lux F 58W/GRO-T8) presentando una intensidad lumínica de 143 µmol/m^2•s y un fotoperiodo de 12:12 horas luz:oscuridad a una temperatura constante de 20 ±2 ºC en una cámara termostatizada.

La aieración de los reactores se realizó a través de un compresor de aire atmosférico, siendo aplicada para todos los reactores desde el fondo de los mismos. Se mantuvo una relación de 1 v/v (volumen aire/volumen medio) por minuto.

Al comienzo de cada serie de los reactores fueron llenados con 1500 ml del correspondiente medio de cultivo e inoculados con 90 ml de suspensión de células previamente cultivada y en fase exponencial de crecimiento.

2.1.5. Métodos analíticos

Aproximadamente cada 12 horas durante las primeras 120 horas y cada 24 horas durante el resto del ensayo se tomaron muestras a las que se les midió su densidad óptica a 680 nm

(DO_{680}) en espectrofotómetro y sólidos en suspensión (SS) según el procedimiento estandarizado de Sólidos totales en suspensión secados a 103-105ºC. Las ecuaciones obtenidas a partir del ajuste de valores entre la DO (680) y los SS se representan en la siguiente tabla:

C. vulgaris	*B. braunii*	Cultivo Mixto
SS(g/L) = 0,4897·**DO_{680}** - 0,0307 **R^2** = 0,9908	**SS(g/L)** = 0,9293·**DO_{680}** - 0,0624 **R^2** = 0,9993	**SS(g/L)** = 0,4615·**DO_{680}** - 0,0405 **R^2** = 0,9813

Tabla 5: Ecuaciones del ajuste lineal de los diferentes cultivos

En la Fig.1. se observan la evolución de la biomasa en los reactores durantes los experimentos:

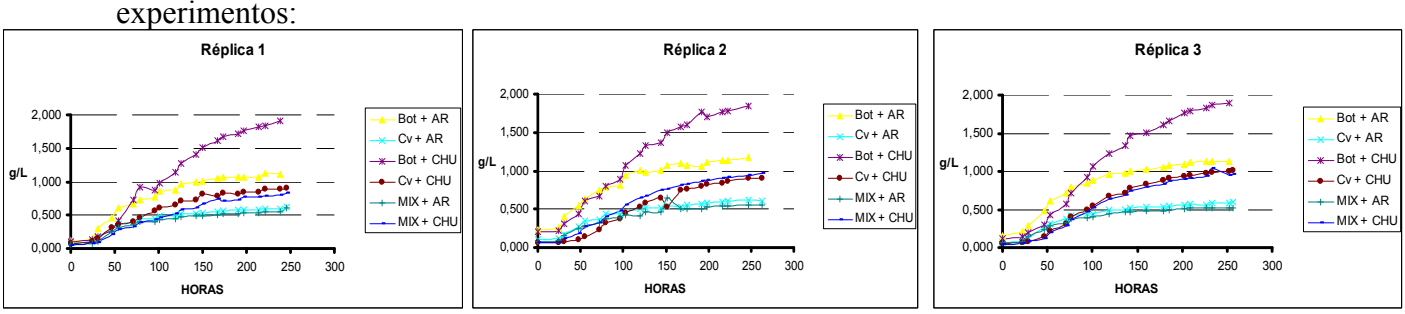


Fig. 1 Evolución de la biomasa (g/L) en los cultivos en las tres réplicas del experimento

Tras finalizar la experimentación, una vez alcanzada la fase estacionaria de crecimiento de las microalgas, se procedió al centrifugado de los cultivos y retirado de la biomasa, posteriormente, tras su liofilización, se realiza un análisis elemental de cada muestra correspondiente a cada reactor CHNS (LECO - CHNS-932)

2.2. Modelización del crecimiento y parámetros cinéticos

Se han determinado los coeficientes cinéticos en discontinuo de crecimiento de las microalgas utilizando el Modelo de Crecimiento Logístico de Verlhust, correspondiéndose con la siguiente ecuación:

$$\frac{dX(t)}{dt} = \mu X(t)\left[1 - \frac{X(t)}{Xm}\right] \qquad (1)$$

Siendo dX(t)/dt la concentración de microorganismos con respecto al tiempo (mg SS.L-1.h-1), μ es el velocidad específica de crecimiento de la biomasa (h-1), X(t) es la concentración de microalgas en un instante t (mg SS.L-1) y Xm la máxima concentración de microalgas alcanzada en el reactor en discontinuo (mg SS.L-1).

Para la obtención de los parámetros cinéticos se utilizado el Software STATISTICA, los parámetros obtenidos tras la modelización son los siguientes:

Parámetros cinéticos N=21				
Reactor	Réplica	**Xm ($DO_{(680)}$)**	**μ**	**R^2**
BOT + AR	1	1,250	0,029	0,990
	2	1,290	0,027	0,992
	3	1,263	0,031	0,993

Parámetros cinéticos N=21				
Reactor	Réplica	**Xm ($DO_{(680)}$)**	**μ**	**R^2**
CV + AR	1	1,243	0,033	0,987
	2	1,268	0,028	0,988
	3	1,219	0,032	0,989

Parámetros cinéticos N=21				
Reactor	Réplica	**Xm ($DO_{(680)}$)**	**μ**	**R^2**
BOT + CHU	1	2,171	0,025	0,994
	2	2,102	0,023	0,997
	3	2,171	0,025	0,994

Parámetros cinéticos N=21					Parámetros cinéticos N=21					Parámetros cinéticos N=21				
Reactor	Réplica	Xm ($DO_{(680)}$)	μ	R^2	Reactor	Réplica	Xm ($DO_{(680)}$)	μ	R^2	Reactor	Réplica	Xm ($DO_{(680)}$)	μ	R^2
CV + CHU	1	1,860	0,027	0,994	MIX + AR	1	1,243	0,033	0,982	MIX + CHU	1	1,866	0,024	0,995
	2	1,950	0,024	0,992		2	1,263	0,029	1,000		2	2,134	0,026	0,998
	3	2,105	0,028	0,998		3	1,195	0,031	0,992		3	2,187	0,027	0,996

Tabla 6: Parámetros cinéticos obtenidos de los ajustes según el modelo de Verlhust

2.3. Análisis factorial de los experimentos

Tal y como se explica en el apartado de diseño experimental, se realiza un análisis factorial de los resultados obtenidos en la experimentación para determinar el efecto de los factores. Las variables obtenidas a partir de la experimentación anterior y sometidas al análisis factorial se resumen en la siguiente tabla, para dicho análisis se utilizó el software STATGRAPHICS.

Variables objeto del análisis factorial			
Variables	**Unidades**	**Variables**	**Unidades**
Capacidad de carga del sistema	(g/L)	% Carbono	(%)
Tasa intrínseca de crecimiento	(h-1)	% Nitrógeno	(%)
Productividad	(g/L·h)	Tasa de fijación CO_2	(mg CO_2/L·h)

Tabla 7. Variables objeto del análisis factorial

2.3.1. Efectos de los factores estudiados

Los siguientes gráficos resumen los efectos tipificados de cada factor o combinación de factores sobre las variables anteriormente mencionadas, los efectos resultantes de los diversos análisis estadísticos han sido tipificados para permitir su comparación. De todos los efectos y todas sus combinaciones, solo se han tomado como representativos los que presenten un P-valor en el estudio de su varianza menor de 0,05. Los restantes han sido descartados.

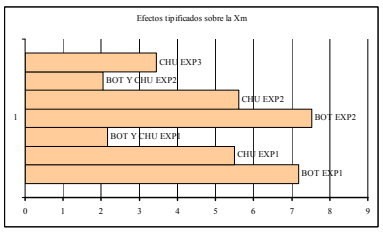


Fig.2 Grafico de Efectos Tipificados para Xm

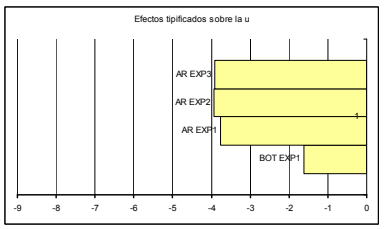


Fig.3 Grafico de Efectos Tipificados para μ

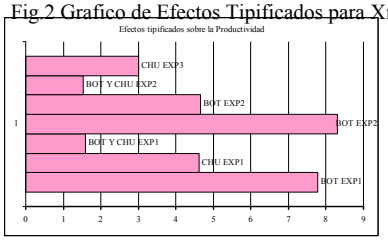


Fig.4 Grafico de Efectos Tipificados para Productividad

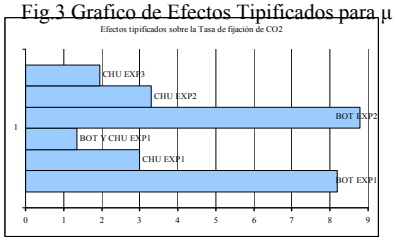


Fig.5 Grafico de Efectos Tipificados para Tasa de Fijación de CO_2

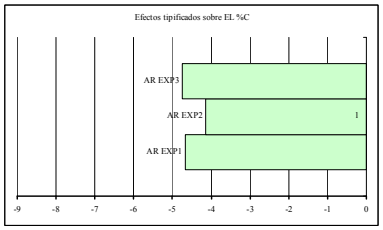


Fig.6 Grafico de Efectos Tipificados para % Carbono

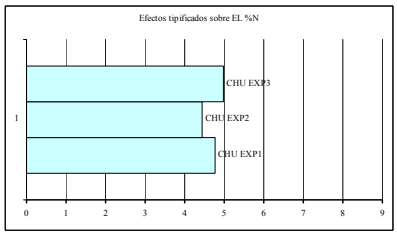


Fig.7 Grafico de Efectos Tipificados para % Nitrógeno

Es necesario contemplar el signo de los factores en la leyenda par atribuir el efecto de los factores hacia un sentido otro, valores negativos no implican menor efecto sino un efecto en otro sentido, en el sentido que dictamina el diseño experimental.

En las gráficas de la figura 2 son diversas las observaciones que pueden realizarse. En primer lugar se puede apreciar como el patrón de comportamiento es similar cuando se analiza el efecto significativo de las variables sobre la máxima concentración de biomasa alcanzada (Fig. 2), la productividad (Fig. 4) y la velocidad de asimilación de CO_2 (Fig. 5). En estos tres casos vemos como no solo las variables que más efecto significativo tienen son las mismas (la presencia de *B. braunii*) sino que su importancia relativa respecto al resto de variables significativas es análoga.

En estos casos (Fig. 2, 4 y 5) podemos observar que las variables que más influyen son BOT exp 2 y BOT exp 1, esto es, que en los ensayos en los que se cultivó *B. braunii* la productividad del sistema, la máxima concentración de biomasa alcanzada y la máxima velocidad de asimilación de CO_2 han sido significativamente superiores a aquellos tests en los que se cultivó *C. vulgaris* o cultivo mixto, independientemente de que el medio empleado fuese sintético o agua residual.

No obstante, si observamos el comportamiento de la velocidad específica de crecimiento (Fig. 4) podemos apreciar como en este caso el factor que más afecta (en frecuencia e intensidad) es el medio de cultivo. Así en todos los ensayos en los que se empleó agua residual como medio de cultivo la velocidad de crecimiento del mismo fue superior, independientemente de la especie cultivada o de si el cultivo era monoespecífico o mixto.

Si comparamos el efecto del medio de cultivo sobre la máxima concentración de biomasa (Fig. 2) y la velocidad específica de crecimiento de las microalgas (Fig. 3) puede observarse como para el primer caso, cuando las microalgas son cultivadas en medio sintético, se alcanzan valores superiores de Xm (CHU exp 1, 2 y 3 en Fig. 2) mientras que, como hemos comentado en el párrafo anterior, es en agua residual donde se alcanzan mayores velocidades de crecimiento. Una posible explicación de este efecto contrario puede deberse a que si bien en el medio sintético las concentraciones de nitrógeno y fósforo son mayores (Tabla 2) y por lo tanto se puede producir más biomasa, el agua residual es un medio de cultivo menos limitante para el crecimiento de las microalgas puesto que presenta una matriz más compleja (aporte de oligoelementos), aunque su menor concentración de N y P hace que la máxima concentración de biomasa alcanzable sea menor.

Si fijamos la nuestra atención en el efecto de las variables estudiadas sobre la composición elemental de la biomasa producida (Fig. 6 y 7) observamos que no solo son las mismas variables las que afectan a la riqueza en C y N de la biomasa sino que lo hacen en la misma intensidad relativa pero de signo contrario. Así podemos apreciar como cuando las dos especies de microalgas, bien individualmente o en cultivo mixto, son cultivadas en agua residual, su riqueza en C es superior (Fig. 6) mientras que los valores más elevados en % en N de estos cultivos son superiores cuando se cultivan en medio sintético. La razón de este comportamiento podría volver a radicar en el diferente contenido en nutrientes de ambos medios. Así cuando se emplea agua residual, un medio con menos N, es de esperar que se

obtengan cultivos menos ricos en N además como otros autores han observado [12] cuando los cultivos de microalgas se realizan en condiciones limitantes de nutrientes el contenido en lípidos de las mismas aumenta y un mayor contenido en lípidos suele estar relacionado con un mayor contenido en Carbono [12].

3. Conclusiones.

Cuando son cultivadas las microalgas *Chlorella vulgaris* y *Botryococcus braunii* en aguas residuales éstas presentan valores de velocidades de crecimiento significativamente superiores cuando se comparan con un medio sintético, además en agua residual la riqueza en carbono de las microalgas resulta superior lo que implica una mayor tasa específica de biofijación de CO_2 (mg CO_2 /mg SS·h). Estos resultados indican que existe un importante potencial en la utilización de estas dos especies de microalgas en fotobiorreactores para la depuración de aguas residuales y/o fijación de CO_2.

Referencias.

[1] Faulkner, D. J. (1986) "Marine natural products". *Nature Prod. Rep.* 3: (pp 1-31).

[2] Markov, S. A., P. F. Weaver, and M. Seibert, (1998) "Spiral tubular bioreactor for hydrogen production by photosynthetic microorganisms: Design and operation." *Fuel Energy Abstracts* Jan: 25.

[3] Goldman, J. C. (1979). "Outdoor algal mass cultures. I. Application". *Water Research,* 13, (pp 1-19).

[4] Shelef, G. & Soeder, C. J. (eds) (1980). *Algae biomass: Production and Use,* Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, The Netherlands.

[5] de la Noüe, J. & Ni Eidhin, D. (1988). Improved performance of intensive semicontinuous cultures of Sc*enedesmus* by biomass recirculation. *BiotechnoL Bioeng., 31* ,(pp 397-406).

[6] Oswald, W. J. (1989). The role of microalgae in liquid waste treatment and reclamation. In *Algae and Human Affairs,*ed. C. A. Lembi & J. R. Waaland. Cambridge University Press, Cambridge, UK, (pp. 255-81.)

[7] Kim, M.K., Park, J.W., Park, C.S., Kim, S.J., Jeune, K.H., Chang, M.U., Acreman, J., 2007. Enhanced production of Scenedesmus spp. (green microalgae) using a new medium containing fermented swine wastewater. Bioresource Technology 98 (11), (pp. 2220-2228).

[8] Martinez, M.E., Sanchez, S., Jimenez, J.M., Yousfi, F.E., Munoz, L., 2000. Nitrogen and phosphorus removal from urban wastewater by the microalga Scenedesmus obliquus. Bioresource Technol. 73, pp (263–272).

[9] Olguin, E.J., Galicia, S., Angulo-Guerrero, O., Hemanez, E., 2001. The effect of low light flux and nitrogen deficiency on the chemical composition of Spirulinasp. (Arthrospira) grown on pig waste. Bioresource Technol. 77, (pp 19–24).

[10] Olguin, E.J., Galicia, S., Mercado, G., Perez, T., 2003. Annual productivity of Spirulina (Arthrospira) and nutrient removal in a pig wastewater reclycling process under tropical conditions. J. Appl. Phycol. 15, (pp-249–257).

[11] An, J.Y., Sim, S.J., Lee, J.S., Kim, B.W., 2003. Hydrocarbon production from secondarily treated piggery wastewater by the green alga Botryococcus braunii. J. Appl. Phycol. 15, (185–191).

[12] Kilham, S.S., Kreeger, D.A., Goulden, C.E., Lynn, S.G. 1997. "Effects of nutrient limitation on biochemical constituents of Ankistrodesmus falcatus". Freshwater Biology 38 (3), (pp. 591-596)

Equivalent model of a fixed-speed wind farm for transient stabilities studies

Carlos Andrés García and Luis M. Fernández

Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, EPS Algeciras, Avda. Ramon Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Spain). carlosandres.garcia@uca.es, luis.fernandez@uca.es

Abstract. High degree of wind power penetration in electric power system has interested to system operator to know its behavior and its influence in transient stability studies (TSS). For representation of wind farms in TSS, equivalent models of wind farms are commonly used. In this paper an equivalent model of a fixed speed wind farm with different wind turbines and experiencing different wind speeds in each one is developed. This equivalent model is validated by means of comparison with the complete model of the wind farm, both for wind fluctuations and grid disturbances.

Keywords: Equivalent model, wind farm, aggregated wind turbines.

1. Introduction.

An import aspect to consider in wind power is how its high degree of penetration can influence in the behavior of the electrical power system. The quality of the energy generated by wind farms and injected to the network can be affected by fluctuations of incoming winds and behavior during disturbances in the grid that can influence in the power system stability [1].

For that reason, system operators and producers have interested to know its behavior and its influence through different studies. The major or minor complexity of the wind farm model will depend on the temporary scope of study. Transient stability studies consider the influence on the electrical power system from the point of view of its stability. In these studies, it is usual to represent the electrical variables by its fundamental component to: reduce the number of differential equations of the model, increase steps in simulations and apply load flow algorithms.

In this paper a new equivalent model of fixed speed wind farms with different wind turbines and experiencing different wind speeds in each one is developed. This model only considers the aggregation of the generation systems, but not the mechanical systems for wind turbines with different rated power. It implies the necessity to obtain a suitable model of the aggregated generation system and an adjustment of the reactive power and generation voltage.

The evaluation of equivalent models has been carried out under different operation conditions: normal conditions (wind fluctuations) and grid disturbances (voltage dips). In both

cases, the tests for validating equivalent model capability to simulate wind farm response follow recommendations of the IEA Wind Task 21 [1].

2. Reference model: Complete wind farm model.

Complete models of fixed speed wind farms, which need the representation of all the individual wind turbines and the electrical network, are used as references to compare the collective response with the reduced models studied in this work.

The individual wind turbine model is the common in TSS, composed of a mechanical system with a rotor model that expresses the power extracted from de incoming wind as an ideal rotor disk:

$$P_w = \frac{1}{2}\rho A v^3 c_p(\lambda) \tag{1}$$

with P_{wt} the power extracted from the wind (W), ρ the air density (kg/m^3), A the rotor disk area (m^2), v the wind speed (m/s) and c_p the power coefficient that is a function of the tip speed ratio λ.

The mechanical system is completed by the drive train model, represented, as usual, by the two-masses model [2]:

$$T_w - T_m = 2H_r \frac{d\omega_r}{dt} \tag{2}$$

$$T_m = D(\omega_r - \omega_g) + K\int(\omega_r - \omega_g)dt \tag{3}$$

$$T_m - T_e = 2H_g \frac{d\omega_g}{dt} \tag{4}$$

where T_w is the mechanical torque from the wind turbine rotor shaft, T_m is the mechanical torque from the generator shaft, Te is the generator electrical torque, K and D are the stiffness and damping of mechanical coupling.

Another element of the individual wind turbine model is the generation system, composed of a Squirrel Cage Induction Generator (SCIG) directly connected to the internal network and a local power-factor-correction capacitors to provide the induction generator magnetizing current. Standard practices are well established for modelling the generator with the third order model:

$$\frac{de'_d}{dt} = -\frac{1}{T'_o}\cdot(e'_d - (X_s - X'_s)\cdot i_{qs}) + s\cdot\omega_s\cdot e'_q \tag{5}$$

$$\frac{de'_q}{dt} = -\frac{1}{T'_o}\cdot(e'_q + (X_s - X'_s)\cdot i_{ds}) - s\cdot\omega_s\cdot e'_d \tag{6}$$

$$T_e = \frac{1}{\omega_s} \cdot (e'_d \cdot i_{ds} + e'_q \cdot i_{qs}) \quad (7)$$

The wind farm electrical network was modelled by the static model of its electric lines and transformers, represented by constant impedances, as usual for power systems dynamic simulations.

3. Equivalent wind farm model.

Modelling fixed speed wind farms representing all of the wind turbines is commonly denominated one to one approach and, in case of a great amount of machines, it supposes high computation exigencies. Thus, reduced models of wind farms based on aggregating individual wind turbines in one equivalent can simplify the complexity. The aggregation of identical wind turbines working, all under the same incoming wind conditions, and their substitution by an equivalent, receiving the same wind that the individual ones, has been used in numerous works [3]. Nevertheless, a wind farm usually work under different incoming winds and even some wind farms can contain wind turbines with different rated power or with different parameters. In this case, it is usual to aggregate every group of identical machines that work in similar conditions in an equivalent (Clustering) and therefore modelling the wind farm, not by a single machine but by several, whose number depends on the clusters that have been formed [4]. A step further consists on not aggregating the mechanical system of the wind turbines, considering the no-linearity of its model, but aggregating the generation systems in an equivalent one [5], in case of wind farm with identical wind turbines.

In this work an equivalent model is proposed for a wind farm with different wind turbines. Fig. 1 shows the wind farm considered in this work. It is composed of a cluster structure of two radial clusters composed of six wind turbines of 350 kW and 2 MW each one.

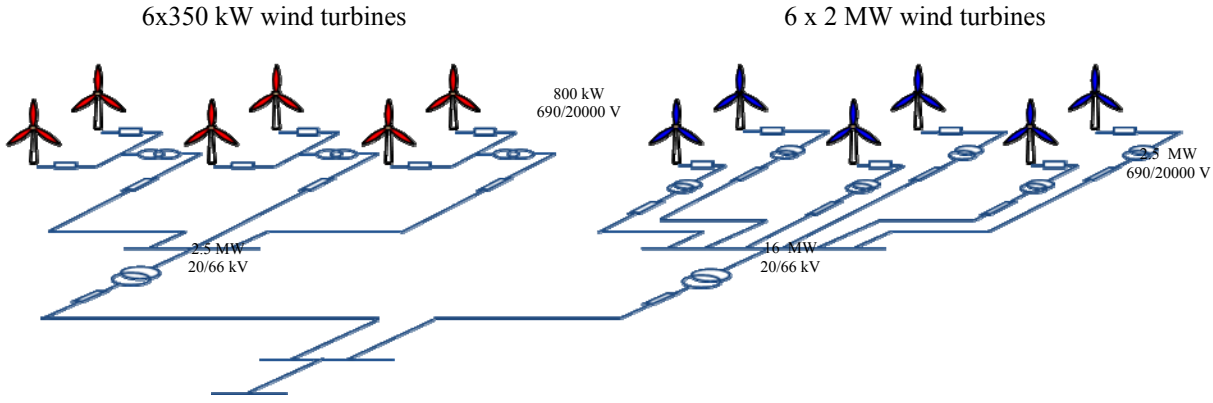


Figure 1: Complete wind farm structure

It corresponds to an old wind farm in which some wind turbines have been replaced by others of higher rated power, to improve the use of wind resources.

3.1. Mechanical system model without aggregation.

In this case, individual mechanical system is represented separately by means of a simplified model of each individual wind turbine that approximates operational points of each one according to the incoming wind speed, to obtain the mechanical torque of each wind turbine [5]. Nevertheless, the approximation of the reactive power is not adapted, because in SCIG, it depends on active power and generation voltage and these vary with wind fluctuations. As can be seen in [6], a variable reactance capacitor must generate the difference between the total reactive power obtained of the aggregated simplified models of the wind turbines and the reactive power obtained from the equivalent generation model.

When the generation systems are very different, like in the proposed wind farm model, a voltage adjust is needed in each group of similar wind turbines, because the generation voltage of each one can be very different and the variable reactance capacitor calculated in [5] is not sufficiently accurate. One of the goals of this work is that the generation voltage is calculated from medium voltage in the equivalent network from the Blondel approximation as can be seen in (8):

$$U_{gi} = U_{me} + (P_{gi} \cdot R_{mi} + Q_{gi} \cdot X_{mi}) \tag{8}$$

where U_{me} is equivalent medium voltage, R_{mi} and X_{mi} are the equivalent resistor and reactance of the wind farm network from the common medium voltage node to each group of wind turbines; and P_{gi} and Q_{gi} are the active and reactive powers.

3.2. Aggregated generation system model.

When all the wind turbines of the wind farm are identical, the parameters of the equivalent generation system model are the same as the individual with a rescaling to the rated power of the equivalent [5]. When the wind turbines are not identical others methods of aggregation are necessary, as shown in papers that investigates dynamic representation of groups of induction motors.

One of the goals of this work is a method of aggregating the individual generation systems. The assumptions considered in this work in order to determine the parameters of the equivalent SCIG to be used in the generator third order model described by equations (5) to (7) are the following:

- Equivalent magnetizing reactance can be easily obtained as the parallel of the individual ones.
- In the same way, the right branch impedance can be parallel combined, assuming constant slip operation at rated power.
- It is assumed the active power equivalence between the aggregated generation system and all the individual generation systems [7].
- It is considered that the leakage reactances as well as resistances of rotor and stator are related by a constant value [8], which is obtained from the rated power weighted average of the constant values of the individual generation systems.

3.3. Equivalent Wind Farm Electrical Network.

The aggregated internal electrical network is calculated as an equivalent impedance, assuming that the short-circuit impedance of the aggregated wind farm must be equal to the short-circuit impedance of the complete wind farm. The equivalent impedance must to be divided in a series combination impedances, each one obtained from the equivalent impedance, before and after the common medium voltage.

4. Simulations results

The equivalent wind farm model proposed in this work is shown in Fig. 2. It has been verified by comparing their responses with that of the complete wind farm. These wind farm models have been implemented and simulated by using MATLAB/Simulink.

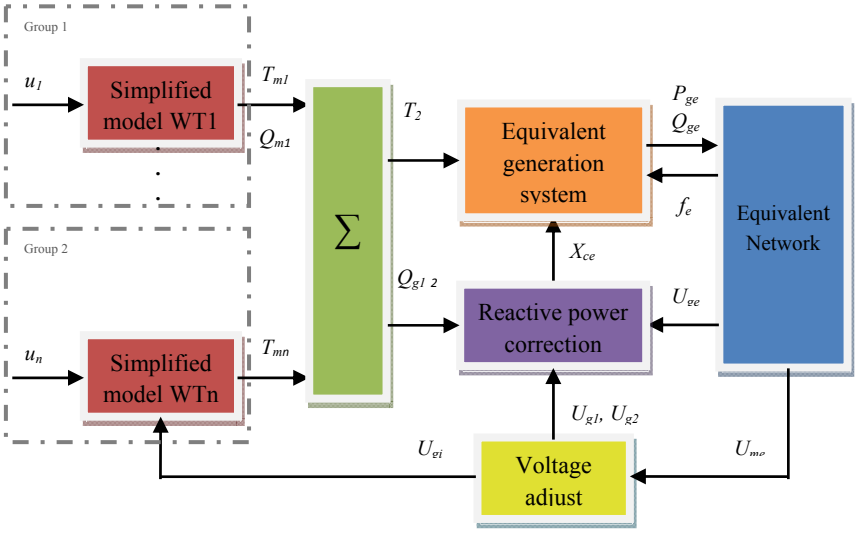


Figure 2: Equivalent wind farm model

The evaluation of equivalent models has been carried out under different operation conditions: normal conditions (wind fluctuations) and grid disturbances (voltage dips). In both cases, the tests for validating equivalent model capability to simulate wind farm response follow recommendations of the IEA Wind Task 21.

Wind fluctuations considered in this work for testing the models are shown in Fig. 3. Significant differences in the winds incident on each wind turbine can be observed, which would correspond to one of the worst scenario of a wind farm, e.g., a wind farm situated on topographically complex terrains.

Fig. 4 shows the active and reactive powers response of the complete and equivalent wind farm model with the wind turbines experiencing the incoming wind speeds depicted in Fig. 3. Simulations results are very similar, with great agreements in active power and little differences in reactive powers due to the voltage adjust in the cluster. The great differences between the incoming wind speeds of every wind turbine in the cluster force to generation voltage differences.

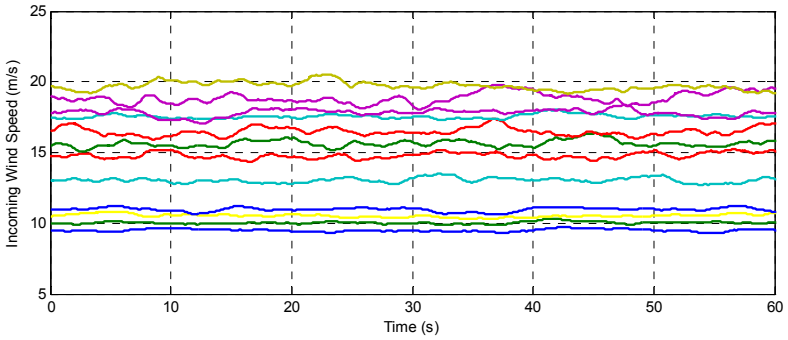


Figure 3: Wind Speed time series.

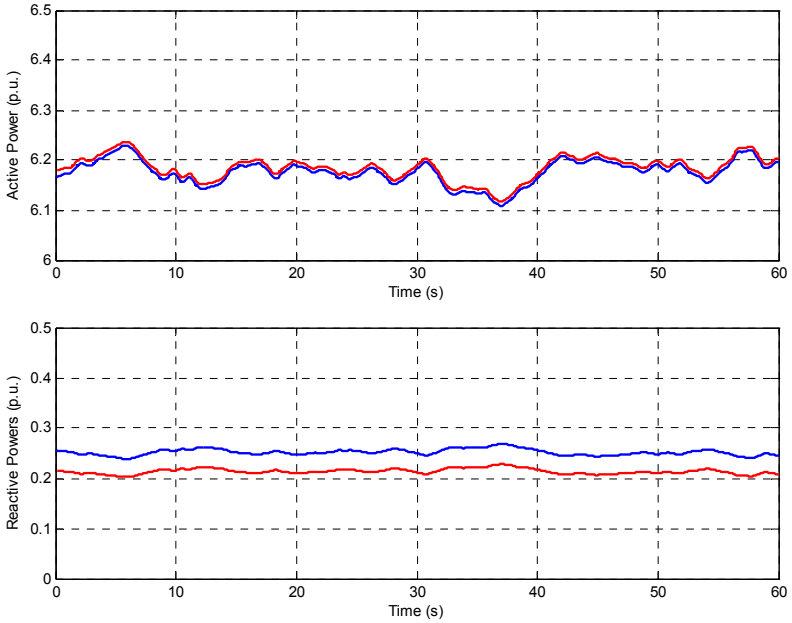


Figure 4: Comparison of powers between complete (—) and equivalent model (—) during wind fluctuations.

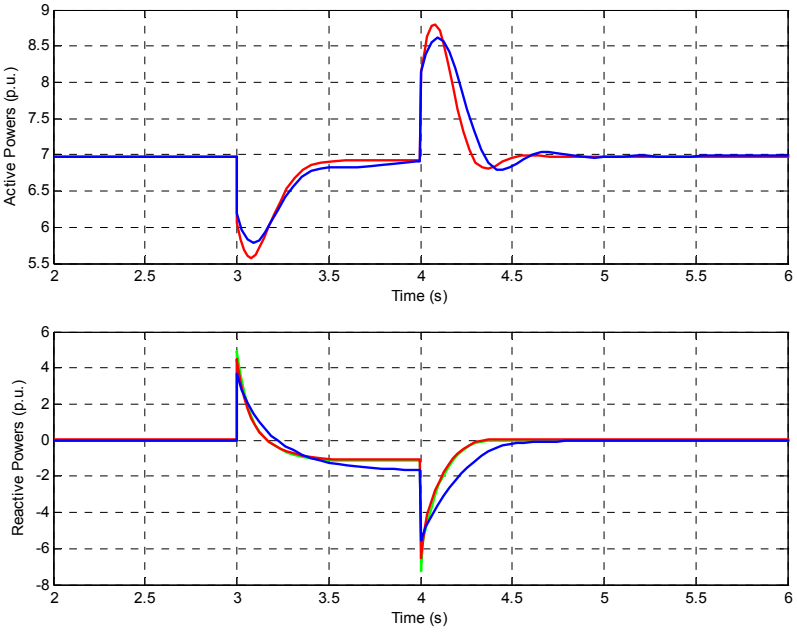


Figure 5: Comparison of powers between complete (—) and equivalent model (—) during voltage dip.

To study short-term stability responses of the equivalent model, a voltage dip of 0.8 p.u. with a duration of 1 second was considered on the grid, in accordance with the Spanish grid codes requirements. As can be seen in Fig. 5, the behaviour of the equivalent model present less damping and dynamic time constant than complete model, with an oversized response, that being next to safety.

5. Conclusions.

This paper presents an equivalent model of a fixed speed wind farms for dynamic studies, from the point of view of the transient stability of the electrical power system. The proposed equivalent model has the particularity that it considers different wind turbines in the wind farm layout and different incoming winds. It is based on the generation system aggregation, but the individual mechanical systems of each wind turbine are kept in order to preserve its no linearity. The results obtained in simulations demonstrate the effectiveness of the equivalent model to represent the collective response of the wind farm response at point of common coupling to grid.

References:

[1] International Energy Agency. “IEA WIND ENERGY. Annual Report 2007”. July 2008.
[2] M. Martins et al. “Validation of Fixed Speed Wind Turbine Dynamic Models with Measured Data”. Renewable Energy 32 (2007) 1301-1316.
[3] A. Shafiu et al. “Aggregated Wind Turbine Models for Power System Dynamic Studies”. Wind Engineering 30 (2006) 171-186.
[4] E. Muljadi and B. Parsons. “Comparing single and Multiple Turbine Representations in a Wind Farm Simulation”. European Wind Energy Conference. March 2006.
[5] L.M. Fernández, J.R. Saenz and F. Jurado. “Dynamic Models of Wind Farms with Fixed Speed Wind Turbines”. Renewable Energy 31 (2006) 1203-1230.
[6] L.M. Fernández et al. “Equivalent models of wind farms by using aggregated wind turbines and equivalent winds”. Energy Conversion and Management 50 (2009) 691–704.
[7] D.C. Franklin and A. Morelato. “Improving dynamic aggregation of induction motor models”. IEEE Trans. on Power System Vol. 9(4) (1994) 1934-1941.
[8] J. Pedrá and F. Córcoles. “Estimation of Induction Motor Double-Cage Model Parameters from Manufactures Data”. IEEE Trans. on Energy Conversion 19(2) (2004) 310-317.

Estudio de eliminación de nitrógeno y fósforo del efluente de estaciones depuradoras de agua residual urbana mediante la microalga *Chlorella vulgaris*.

J. Ruiz González[1], M. El Kaddouri[2], M. C. Garrido Pérez[1], J. Barragán Sánchez[1,3], Bouyalaoui Jaâfar[2] and J. A. Perales Vargas-Machuca[1].

[1] Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Centro Andaluz de Ciencia y Tecnología Marina (CACYTMAR), Universidad de Cádiz, Puerto Real, Cádiz, España. jesus.ruizgonzalez@uca.es

[2] Département des Sciences de L'Univers, Faculte des Sciences et Techniques, Université Abdelmalek Essaâdi, Tetuán, Marruecos.

[3] Chiclana Natural S.A.M., Chiclana, España.

Abstract. Urban sewage submitted to secondary wastewater treatment contains nutrients (nitrogen and phosphorus compounds) which are the main causes leading to eutrophication in the bodies of water receiving the effluents. Rarely these nutrients are removed by means of tertiary treatment processes. Laboratory experiments were performed in batch cultures to study the effect of initial nitrogen and phosphorus concentrations on reduction of nutrients performance and growth of microalgae *Chlorella vulgaris*. Trials where the microalga was cultivated in wastewater containing different phosphorus (1,3-143,5 mg $P\text{-}PO_4^{3-}$/L), ammonium (5,8-226,8 mg $N\text{-}NH_4^+$/L) and nitrate (1,5-198,3 mg $N\text{-}NO_3^-$) concentrations have been done. The growing kinetic and nutrient removal have been studied. The results suggested that *Chlorella vulgaris* has a high potential to reduce nutrients loads in secondary wastewater treatment plant effluents.

Keywords: Microalgae, wastewater treatment, nutrients, Chlorella vulgaris.

1. Introducción.

El impacto de los vertidos de agua residual en ríos, lagos, estuarios y el mar es un tema de gran preocupación en el mundo [1]. Muchas agencias de regulación basadas en el medio ambiente exigen la eliminación de nutrientes [2], siendo el exceso de nutrientes es la principal causa de eutrofización de los cuerpos de agua receptores.

La contaminación provocada por agua residual industrial puede ser prevenida o reducida desde su fuente, lo cual puede realizarse utilizando las Mejores Técnicas Disponibles (Best Available Technique, IPPC Directive). Por el contrario, en aguas residuales urbanas, la reducción de la carga de sustancias contaminantes desde el origen no es una estrategia fácil, por lo que la solución pasa por una eficaz técnica de eliminación da contaminantes.

Durante más de cuarenta años la investigación de sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en algas han demostrado poseer el potencial de mejorar la protección de nuestros ecosistemas acuáticos.

Mientras que la eliminación de lodos en las plantas de tratamiento de agua residual es uno de los mayores retos de la ingeniería de depuración de aguas, estos sistemas producen biomasa de algas en exceso, fuente potencial de productos de alto valor [3], pudiendo constituir materia prima energética como biogás o combustibles, en la agricultura (fertilizantes y acondicionadores de suelo), como farmacéuticos, cosméticos y otros compuestos químicos de valor [4].

En este trabajo se trata de evaluar la viabilidad de eliminar nutrientes por medio de la microalga *Chlorella vulgaris*, utilizándose agua residual real como fuente de nutrientes, concretamente el efluente previamente sometido a un tratamiento biológico secundario. Los resultados se han modelizado para obtener los parámetros cinéticos que puedan evaluar el potencial del uso de microalgas en la eliminación de nutrientes del agua residual.

2. Desarrollo del problema.

2.1. Material y método.

Para la consecución de los objetivos se realizaron distintos ensayos en discontinuo a escala de laboratorio en los que se estudió el crecimiento de las microalgas y la eliminación de nutrientes del sistema por las mismas.

El microalga objeto de estudio fue el alga verde *Chlorella vulgaris* (SAG 211-12); los ensayos se realizaron en fotobiorreactores de 1000 ml, aireados a una tasa de flujo de 1 vvm (litros de aire.litros de reactor^{-1}. minuto^{-1}) y a una temperatura de 20 ºC. Los fotobiorreactores estuvieron iluminados artificialmente mediante lámparas (tipo Cool White y Daylight), con una intensidad de luz de 143 µmol.m^{-2}.s^{-1} y un fotoperiodo de luz/oscuridad de 14/10.

Los experimentos se llevaron a cabo utilizando agua residual urbana como medio de cultivo, más concretamente el efluente, filtrado y esterilizado, de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Arcos de la Frontera (Cádiz). Se realizaron varios ensayos en los que se varió la carga de amonio (NH_4^+), fósforo (PO_4^{3-}) y nitrato (NO_3^-) del agua residual, con el objetivo de estudiar el efecto de los mismos sobre la cinética de crecimiento de las microalgas y su eliminación. Los ensayos se pueden clasificar en tres series ($(PO4)_{0-6}$, $(NH4)_{0-6}$ y $(NO3)_{0-6}$), en función de la concentración de los tres nutrientes objeto de estudio, como se muestra en la tabla 1.

EXPERIMENTO	P-PO_4^{3-} (mg.L^{-1})	N-NH_4^+ (mg.L^{-1})	N-NO_3^- (mg.L^{-1})
$(PO4)_0$	1,3	205	200
$(PO4)_1$	2,0	205	200
$(PO4)_2$	5,3	205	200
$(PO4)_3$	9,7	205	200
$(PO4)_4$	25,3	205	200
$(PO4)_5$	51,4	205	200

$(PO4)_6$	143,5	205	200
$(NH4)_0$	110,0	5,8	200
$(NH4)_1$	110,0	11,8	200
$(NH4)_2$	110,0	19,7	200
$(NH4)_3$	110,0	23,9	200
$(NH4)_4$	110,0	48,2	200
$(NH4)_5$	110,0	117,5	200
$(NH4)_6$	110,0	226,8	200
$(NO3)_0$	110,0	205,0	1,5
$(NO3)_1$	110,0	205,0	4,5
$(NO3)_2$	110,0	205,0	9,0
$(NO3)_3$	110,0	205,0	17,4
$(NO3)_4$	110,0	205,0	42,9
$(NO3)_5$	110,0	205,0	92,3
$(NO3)_6$	110,0	205,0	198,3

Tabla 1. Concentración inicial de amonio, nitrato y fosfato en cada ensayo.

La concentración de microalgas inoculada fue la misma para cada serie de experimentos y su evolución con respecto al tiempo se determinó indirectamente mediante la absorbancia de la suspensión a la longitud de onda de 680 nm. Previamente se había realizado una recta de regresión entre la densidad óptica y el peso seco de algas (SS = 467,1534 x D.O. – 18,2409 R^2=0,9981).

Igualmente se realizó un seguimiento de la evolución de los nutrientes, determinándose el nitrato, amonio y fosfato de muestras filtradas de acuerdo con los métodos estandarizados de la APHA [5].

2.2. Resultados y discusión.

2.2.1. Efecto del nitrógeno y fósforo inorgánico en el crecimiento.

La microalga *Chlorella vulgaris* ha demostrado un buen crecimiento en el agua residual, pero en distinta medida en función de la concentración de nutrientes inicial, como se muestra en la figura 1(a, b y c). La mayor concentración de biomasa alcanzada fue de más de 1300 mg $SS.L^{-1}$ (ensayos $(NO3)_2$, $(NO3)_5$ y $(NO3)_6$) y la menor de 711 mg $SS.L^{-1}$ (ensayo $(NH4)_0$) como puede comprobarse en la figura 1 (a y c). La concentración de biomasa obtenida en el resto de ensayos fluctuó entre estos valores.

El crecimiento puede ser descrito mediante el modelo de Verhulst, ya que los resultados experimentales se ajustan a los datos modelizados, siendo el valor más bajo de R2 de 0,95. El modelo de Verhulst (1) ha sido muy utilizado como modelo de crecimiento fundamental en estudios ecológicos.

$$\frac{dX(t)}{dt} = \mu X(t)\left[1 - \frac{X(t)}{Xm}\right] \qquad (1)$$

Siendo dX(t)/dt la variación de microorganismos con respecto al tiempo (mg $SS.L^{-1}.h^{-1}$), μ es el coeficiente específico de crecimiento de la biomasa (h^{-1}), X(t) es la concentración de

microalgas en un instante t (mg $SS.L^{-1}$) y Xm la máxima concentración de microalgas alcanzada en el reactor en discontinuo (mg $SS.L^{-1}$). Esta ecuación permite la obtención de los parámetros cinéticos de crecimiento de biomasa como son la tasa de crecimiento (μ), concentración máxima de biomasa en el sistema (Xm) y la producción de biomasa (Productividad) que se obtiene del producto de estos dos valores, que son recogidos en la tabla 2.

En la figura 1 (a, b y c) aparecen representados los resultados de crecimiento de biomasa en los diferentes ensayos, tanto los resultados experimentales como los obtenidos mediante el modelo.

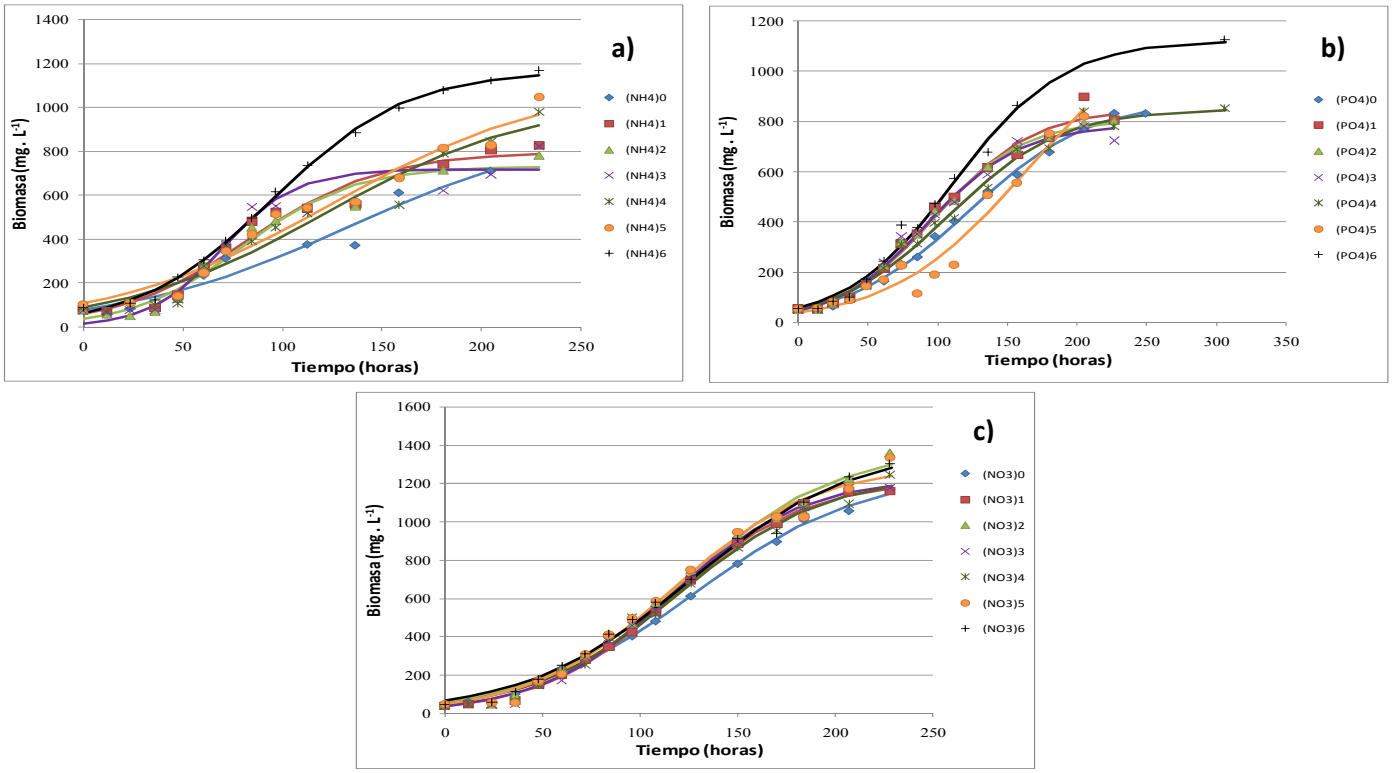


Figura 1. Evolución con respecto al tiempo de la biomasa en ensayos (NH4) (a), (PO4) (b) y (NO3) (c). Los puntos muestran los resultados experimentales y las líneas los datos predichos por el modelo.

EXPERIMENTO	$(NH4)_0$	$(NH4)_1$	$(NH4)_2$	$(NH4)_3$	$(NH4)_4$	$(NH4)_5$	$(NH4)_6$
Xm (mg SS . L^{-1})	918	800	732	717	1034	1114	1168
μ (h^{-1})	0,018	0,030	0,036	0,055	0,019	0,018	0,030
Productividad (gr SS . (L . día)$^{-1}$	0,39	0,58	0,64	0,95	0,48	0,48	0,84

EXPERIMENTO	$(PO4)_0$	$(PO4)_1$	$(PO4)_2$	$(PO4)_3$	$(PO4)_4$	$(PO4)_5$	$(PO4)_6$
Xm (mg SS . L^{-1})	883	852	808	788	853	1209	1124
μ (h^{-1})	0,023	0,028	0,030	0,030	0,025	0,021	0,026
Productividad (gr SS . (L . día)$^{-1}$	0,49	0,58	0,58	0,57	0,51	0,60	0,70

EXPERIMENTO	$(NO3)_0$	$(NO3)_1$	$(NO3)_2$	$(NO3)_3$	$(NO3)_4$	$(NO3)_5$	$(NO3)_6$
Xm (mg SS . L^{-1})	1263	1220	1388	1228	1249	1295	1390
μ (h^{-1})	0,023	0,029	0,025	0,030	0,026	0,028	0,024

Productividad (gr SS . (L . día)$^{-1}$	0,70	0,86	0,85	0,88	0,79	0,85	0,79

Tabla 2. Resultados de los parámetros de crecimiento obtenidos mediante modelización

Se observa que el crecimiento de biomasa en todos los ensayos (NO3) en los que se varía la concentración de nitrato, manteniendo constante la concentración de amonio y fosfato es prácticamente idéntico. Esto, unido a que el coeficiente de variación ((desviación estándar/ promedio)*100) de µ y productividad entre estos ensayos es muy bajo (10% y 7% respectivamente) en comparación con el resto de series de ensayos (46% y 33% para (NH4) y 14% y 12% para (PO4)), indica que la variación de la concentración de nitrato en el medio apenas le afecta al alga en su crecimiento. Por tanto, se observa que *Chlorella vulgaris* toma principalmente como fuente de nitrógeno del medio nitrógeno amoniacal cuando están presentes tanto fuentes de nitrato como de amonio. Este hecho también ha sido observado para otras microalgas y/o en otras condiciones [6] [7] [8] [9] [10] [11].

Las máximas tasas de crecimiento en las series de ensayos (NH4) y (PO4) se obtienen cuando la concentración de amonio y fosfatos respectivamente es similar a la típica de salida de una EDAR, es decir, 23,9 mg $N\text{-}NH_4^+.L^{-1}$ y entre 5,26 y 9,74 mg $P\text{-}PO_4^{3-}.L^{-1}$. Esto es muy positivo desde el punto de vista de la obtención de una biomasa valorable a partir del agua residual, puesto que indica que con la concentración de nutrientes del agua residual el crecimiento de las algas es óptimo.

2.2.2. Eliminación de amonio y fósforo.

En la figura 2 (a, b y c) se representa la evolución de los nutrientes estudiados a lo largo del ensayo.

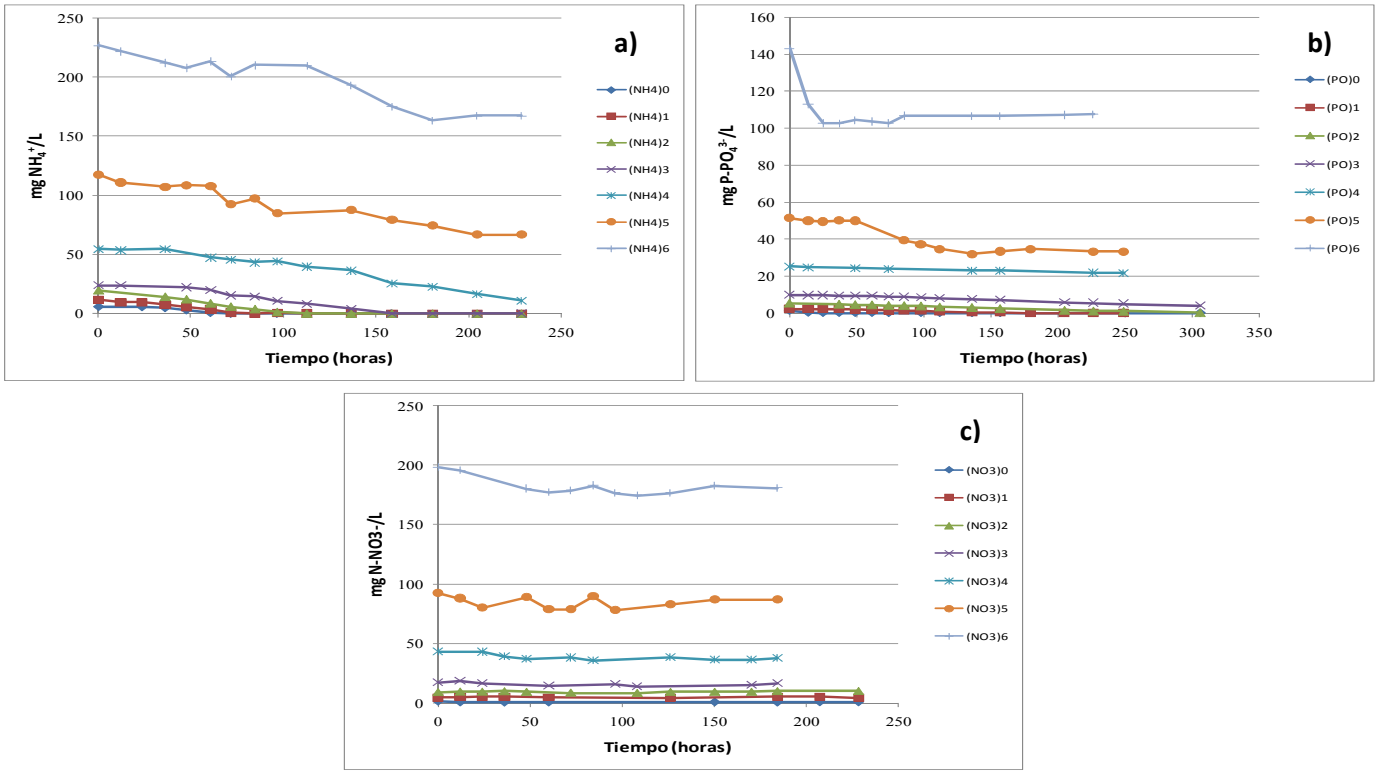


Figura 2 (a, b y c). Evolución con respecto al tiempo de la concentración de amonio en ensayos (NH4) (a), de fosfato en ensayos (PO4) (b) y de nitrato en ensayos (NO3) (c).

Los datos de evolución de nitrato en los ensayos (NO3) confirman la hipótesis de que el nitrato no está siendo apenas consumido por las microalgas, asimilando preferentemente el amonio presente en el medio.

Como se puede observar en la figura 2 (a y b) se han obtenido reducciones considerables de amonio y fosfato en este trabajo, disminuyendo la concentración de amonio en casi 60 mg N-NH_4^+.L^{-1} en el mejor de los casos (ensayo $(NH4)_6$ en 228,5 horas) y reduciéndose el fosfato presente en algo más de 35 mg P-PO_4^{3-}.L^{-1} (ensayo $(PO4)_6$ en 226,5 horas). *Chlorella vulgaris* es capaz de eliminar nitrógeno del agua residual con una eficacia mucho mayor que el fósforo, resultado consistente con la composición elemental de un alga (Ratio Redfield C:N:P de 106:16:1 aproximadamente) [12], siendo el nitrógeno un orden de magnitud mayor en su composición.

3. Conclusiones.

De este estudio se extrae la posible aplicación de un sistema alternativo de eliminación de nutrientes de efluentes de depuradoras en el que juegue un papel fundamental la microalga *Chlorella vulgaris*. Las reducciones de nutrientes aportan datos alentadores acerca del uso de microalgas con el objetivo de evitar la eutrofización de las aguas receptoras y el cumplimiento de la normativa vigente de vertidos. Se observa además un crecimiento bastante rápido de la biomasa, lo que permite obtener un producto valorable del que puede obtenerse un beneficio económico.

Debido a la preferencia de la microalga por el nitrógeno en forma de amonio, no sería necesario llevar a cabo una nitrificación previa a la asimilación de nitrógeno, lo cual reduciría costes de operación en la depuradora.

La eliminación de nitrógeno es bastante más rápida que la de fósforo, hecho beneficioso desde un punto de vista depurativo, ya que la diferencia entre la concentración típica de salida de una depuradora y la marcada por la legislación [2] es mayor para el caso del nitrógeno.

Agradecimientos.

Este proyecto ha sido financiado por la agencia española de cooperación internacional (Código A/011201/07).

Referencias.

[1] Marcos von Sperling y Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, “Urban wastewater treatment technologies and the implementation of discharge standards in developing countries”, Urban Water 4, 2002, (pp. 105–114).

[2] European Commision Directive 98/15/EC of 27 February 1998. Official Journal of the European Communities. (1998).

[3] Asterio Sánchez Mirón, Marie-Carmen Cerón García, Francisco García Camacho, Emilio Molina Grima y Yusuf Chisti, "Growth and biochemical characterization of microalgal biomass produced in bubble column and airlift photobioreactors: studies in fed-batch culture", Enzyme and Microbial Technology 31, 2002, (pp. 1015–1023).

[4] Nirupama Mallick, "Biotechnological potential of immobilized algae for wastewater N, P and metal removal: A review", BioMetals 15, 2002, (pp. 377–390).

[5] APHA,AWWA,WPCF., Standard methods for the examination of water and wastewater (18th ed.). American Public Health Association. Washington, DC (1992).

[6] Hyenstrand P., Burkert U., Pettersson A., Blomqvist P., "Competition between the green alga Scenedesmus and the cyanobacterium Synechococcus under different modes of inorganic nitrogen supply", Hydrobiologia 435, 2000 (pp. 91–98).

[7] Cromar N.J., Fallowfield H.J., Martin N.J., "Influence of environmental parameters on biomass production and nutrient removal in a high rate algal pond operated by continuous culture", Water Science and Technology 34 (11), 1996, (pp. 133–140).

[8] Dortch Q., J.R. Clayton, S.S. Thoreson, S.L. Bressler, S.I. Ahmed, "Response of marine phytoplankton to nitrogen deficiency: decreased nitrate uptake vs. enhanced ammonium uptake", Marine Biology 70, 1982, (pp. 13–19).

[9] Dortch Q., P. A. Thompson, P. J. Harrison, "Short-term interaction between nitrate and ammonium uptake in Thalassiosira pseudonana: effect of preconditioning nitrogen source and growth rate", Marine Biology 110, 1991, (pp. 183–193).

[10] J.D.H. Strickland, O. Holm-Hansen, R.W. Eppley, R.J. Linn, "The use of a deep tank in phytoplankton ecology. I. Studies of the growth and composition of phytoplankton crops at low nutrient levels", Limnology and Oceanography 14, 1969, (pp. 23–34).

[11] Caperon J., Meyer J., "Nitrogen limited growth of marine phytoplankton -II. Uptake kinetics and their role in nutrient limited growth of phytoplankton. Deep-Sea Research. 19, 1972, (pp. 619-632).

[12] A. C. Redfield, "The biological control of chemical factors in the environment", American Scientist 46, 1958 (pp. 205–21).

Efecto de la salinidad en la capacidad de eliminación de nutrientes, generación de biomasa y la fijación de CO2 en la microalga Chlorella Stigmatophora

Arbib, Zouhayr[(1)] ;Barragan, Jesus; Garrido, Maria del Carmen; Perales, Jose Antonio
Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente,Universidad de Cádiz

Centro Andaluz de Ciencia y Tecnología Marinas (CACYTMAR)

e-mail: howhayr.arbib@uca.es

Abstract.
Batch experiments in bubble column were carried out to investigate the effect of salinity on biomass growth rate, nutrient removal (N and P) , carbon dioxide bio-fixation of the marine microalgae *Chlorella stigmatophora*. Four different cultures at different salinities were tested. The result showed a good growth under all the experiments, except with synthetic wastewater were an inhibition was observed due to the low salinity. The *Chlorella stigmatophora* grow very good in wastewater with a productivity of 1134 mg /l day and $\mu_{max} = 0.041\ h^{-1}$, and a high nutrient removal rate.

Keyword s: Microalgae, Nutrients, Wastewater, Chlorella Stigmatophora.

1. Introducción.

Debido a la continua industrialización y el crecimiento demográfico de los países se está generando un gran volumen de aguas residuales urbanas e industriales , estas aguas no pueden verterse directamente en los ríos ,lagos y mares , sino que deben de ser tratados para reducir los contaminantes a valores ambientalmente seguros .Especial interés requieren los compuestos inorgánicos como el amonio ,nitratos ,nitritos y fosfatos, que contribuyen a la eutrofización .La eutrofización de los ecosistemas acuáticos causa el crecimiento desmedido de algas y plantas acuáticas . Las elevadas concentraciones de nitrógeno en efluentes de aguas residuales tratadas tiene efecto un bloom de microalgas que a medio plazo provoca la reducción de la concentración de oxigeno disuelto en las aguas receptoras (desoxigenación) , la presencia de oxigeno disuelto en las agua natural es vital para mantener las distintas formas de vida . Por esta razón números estudios se están centrando en el estudio de procesos alternativos de eliminación de nitrógeno y fósforo de las aguas residuales,la mayoría de estos estudios están basados en procesos biológicos con diferentes combinaciones de zonas aerobias, anóxicas y anaerobias, tales como el Bardenpho, A2O, UCT y sus derivados . Los reactores secuenciales (SBR) también han sido utilizados por muchos investigadores con el objeto de eliminar nutrientes (Kargi y Uygur, 2003; Obaja y col., 2005) Estos métodos convencionales presentan inconvenientes tanto económico como técnicos, Para su implantación en las plantas de tratamiento de aguas residuales hay que hacer modificaciones en las instalaciones. Como alternativa los sistemas descritos anteriormente , se han realizado numerosos estudios acerca de la capacidad de asimilación de nutrientes de las microalgas en las aguas residuales (Cañizares et al ,1994; De la Noue & Pauw ,1988; Oswald ,1988), estos cultivos han demostrado ser muy versátiles , lo cual les permite participar en distintos

procesos, tales como tratamiento de aguas residuales, producción de alimentos para animales, fijación de CO2, producción de fertilizantes y además de materia primas para química fina (De la Noue & Pauw ,1988) . Las principales ventajas de los tratamientos de aguas residuales con microalgas es que no genera contaminantes adicionales cuando se cosecha la biomasa y permite una eficiente recirculación de nutrientes residuales (Cañizares et al ,1994;De la Noue et al ,1993; De la Noue & Proulx ,1988;Serodes et al 1986; Oswald ,1988).Para la realización del estudio se ha empleado un microalga del género Chlrophycae , la eficacia de asimilación de nutrientes de esta especie esta extensamente demostrado (Lee y Lee, 2001;Cañizares & Casas ,1991), y dentro del género Chlorephycae se ha seleccionado la Chlorella Stigmatophora .

2. Desarrollo del problema.

2.1.Material y método.

En el desarrollo del experimento se ha estudiado la influencia de la salinidad en la capacidad de eliminación de nutrientes, generación de biomasa y fijación de CO2 de la microalga marina *Chlorella stigmatophora*.Para la modelización de la evolución de la biomasa se ha empleado el modelo logístico de Verlhust (Liu et al ,2003), .

2.1.1. Microalaga.

La especie utilizada fue la Chlorella Stigmatophora sumistrada por los servicios de cultivos marinos de la facultad de ciencias del mar y ambientales de la universidad de Cádiz. Los cultivos se mantuvieron en un medio marino sintético enriquecido con medio F/2 :NaNO3 75 mg, NaH2- PO4 Æ 2H2O 5.65 mg, Na2 EDTA 4.16 mg, FeCl3 Æ 6H2O 3.15 mg, CuSO4 Æ 5H2O 0.01 mg, ZnSO4 Æ 7H2O 0.022 mg, CoCl2 Æ 6H2O 0.01 mg, MnCl2 Æ 4H2O 0.18 mg, Na2MoO4 Æ 2H2O 0.006 mg, Vitamin B12 0.0005 mg, Vitamin B1 0.1 mg and Biotin 0.0005 mg per litre descrito por (Guillard and Ryther (1962)).

2.1.2.-Diseño experimental.

Par a la realización de los ensayos se emplearon cuatro medios de cultivo diferentes , agua residual urbana (AR), agua residual sintética (ARS) , agua de mar(AM) , agua de mar diluida (AMD) a la misma salinidad que el agua residual (Tabla 1) .También se preparo un reactor de control sin inocular .El agua residual procede del efluente de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de la localidad de Arcos de la Frontera en la provincia de Cádiz (sur de España) .El agua de mar se tomo de la bahía de Cádiz y se enriqueció con medio F2 para alcanzar las mismas concentración nutrientes que en agua residual .El agua residual sintético se preparó empleando medio sintético F2 y agua destilada , calidad miliQ.

M.C	N- NH_4^+ (mg/l)	N- NO_3^- (mg/l)	P- PO_4^{3-} (mg /l)	Conductividad (µS/cm)
AR	20,457	0,352	3,34	1200
ARS	0,114	19,675	2,99	50
AM	0,157	23,08	3,65	53200
AMD	0,175	22,34	3,5	1200
CTR	0,117	19,612	3,813	50

Tabla 1: Características de los medios de cultivo empleados.

Los ensayos se realizaron en columnas de burbujeo de polimetacrito (Figura 1) , de 70 mm de diámetro interior y 770 mm de altura .Los reactores se sometieron a una aireación constante para garantizar el mezclado , la penetración eficiente de la luz y aporte CO2 al sistema (0.036 % CO2 en aire) , el caudal de aire fue de 1 vvm (litro minuto de aire por litro de reactor) , para lo cual se utilizan bombas de membrana .Los reactores estuvieron localizados dentro de una camara termostatizada a 20±1ºC y con un fotoperiodo de 16:8 (luz/ oscuridad) empleando 8 lámparas fluorescentes (4 philips master tld 58w/840 y 4 sylvania gro-lux f 58w/gro-t8) con una intensidad total de 11000 lux.

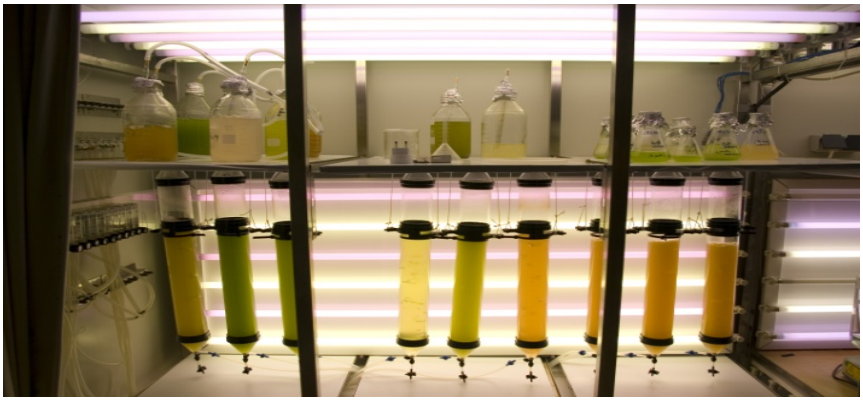


Figura 1:Diseño experimental

2.1.3-Técnicas analíticas.

La caracterización de las muestras consistió en la medida de la concentración de nitrato, amonio, fosfato, biomasa y un análisis elemental.

Para el estudio de la evolución de biomasa se empleo un método indirecto basado en la medida de la densidad óptica a 680 nm y su relación con la biomasa mediante rectas de calibrado previamente obtenidas mediante gravimetría (APHA 2540D).En cuanto al análisis de nutrientes, éstos se analizaron utilizando kits de la casa comercial Merck. Los tres parámetros se calibraron en el laboratorio utilizando los reactivos en kits.Los fosfatos se analizaron según APHA y col. (1989) (APHA 4500-P E). El amonio se analizó con el método según método APHA y col. (1989) (APHA 4500-NH_3). Para los nitratos se emplearon dos métodos diferentes , uno para agua de mar y otro para agua residual . Los nitratos para AR y ARS se analizaron según el método SpectroQuant 14773 Merck. Para AM y AMD se analizaron según el método SpectroQuant 14942 Merck.

Una vez finalizados los ensayos , se realiza un análisis elemental de los reactores , para lo cual se centrifuga el cultivo a 4500 rpm durante 15 minutos, los pellets obtenidos (libres de agua) se liofilizan , proceso de desecación por sublimación , una vez liofilizadas las muestras se deben homogeneizar y se les realiza un análisis elemental (analizador CHNS leco 932).

2.2. Resultado y discusión.

2.2.1. Evolución de la biomasa.

Se ha estudiado la evolución de la biomasa mediante la monitorización diaria de la densidad óptica a 680nm de longitud de onda , con estos datos y mediante el empleo de rectas de calibrado se determino el evolución de los sólidos en suspensión (SS) .Para la modelización se empleo un modelo logístico, el modelo de Verlhust este modelo es indepediente de las concentraciones de sustrato .Los datos obtenidos reflejan un buen ajuste de todos los experimentos , excepto el del medio ARS donde se produce una inhibición total debida posiblemente a la baja salinidad, en los restantes ensayos se consiguen ajustes en todos los casos superiores R^2= 0.998 como se puede observar la Tabla 2.En la tabla de resultados se puede observar que los datos de productividades para todos los ensayos , excepto para el de ARS , son bastante semejantes , Solo se produce una influencia destacada de la salinidad en la generación de biomasa en los casos de salinidades muy bajas ,llegando a provocar la inhibición total, como la del ARS.

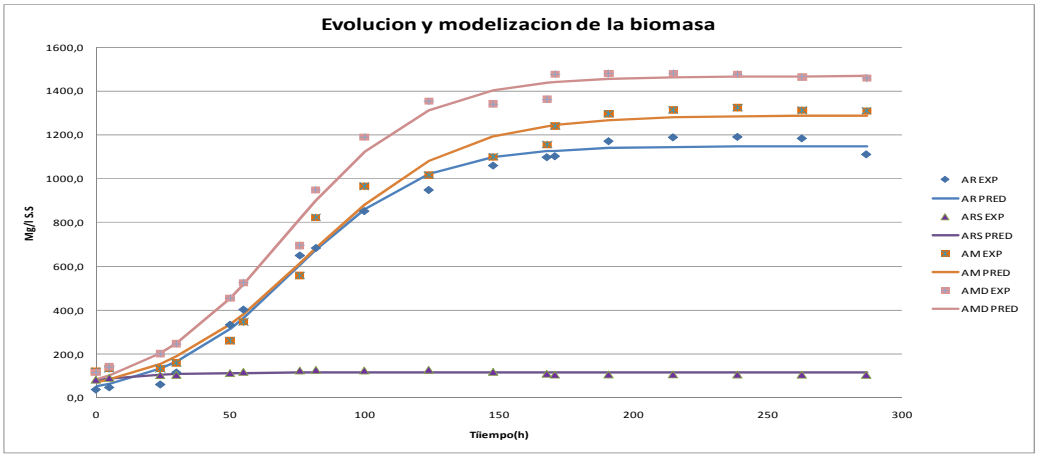


Figura 2 : Evolución y modelización de la biomasa con modelo logístico de Verlhust .

	XO(mg/l)	Xmax(mg/l)	μmax(h -1)	θ(h)	Pv (mg/l h)	Pv(mg/l day)	R^2
WW	52,83	1148,28	0,041	24,22	47,41	1137,92	0,9920
SWW	82,80	114,87	0,065	15,37	7,47	179,32	0,5568
SW	70,18	1288,60	0,036	27,57	46,73	1121,63	0,9834
DSW	86,02	1468,17	0,040	25,31	58,01	1392,15	0,9925

Tabla 2: Resultados de la modelización de la biomasa empleando modelo logístico de Velhust .

2.2.2.Consumo de nutrientes .

Se ha tomado como parámetro de control del nitrógeno y del fosforo los valores de Directiva 914/271/CEE .Para el nitrógeno se determina el tiempo necesario para alcanzar 10 mg/L , y para el fosforo el tiempo en alcanzar 1 mg/l.

2.2.2.1. Consumo N-NH_4^++N-NO_3^-.

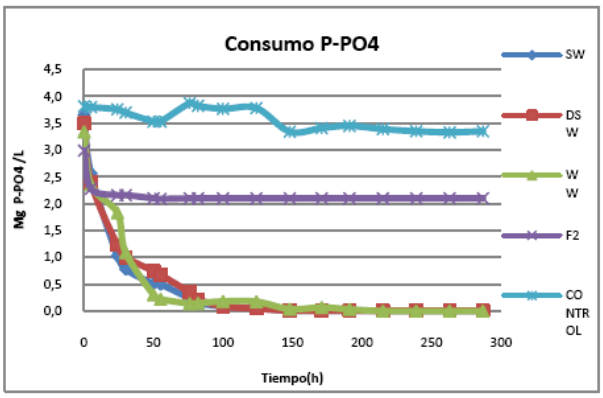
No se observa influencia de la salinidad en la velocidad de consumo de $N\text{-}NH_4^+ + N\text{-}NO_3^-$., en todos los ensayos se obtienen valores bastante semejantes en lo relaciona al consumo de $N\text{-}\ N\text{-}NH_4^+ + N\text{-}NO_3^-$. Los valores obtenidos para el t_{10} viene reflejados en la Tabla3.En el caso del AR el tiempo requerido para alcanzar 10mg/L en agua residual es de 45.15 horas. Además se ha observado que la velocidad de consumo de $N\text{-}NH_4^+ + N\text{-}NO_3^-$.en el AR es ligeramente superior que la de los demás cultivos, esto está relacionado con la ratio $N\text{-}NH_4^+ + N\text{-}NO_3^-$. (Tabla3) , en el caso de AR dicha ratio es superior a 56 , y en los demás ensayos esta en torno al 0.006, esto quiere decir que en el AR cerca del 100% de la fuente de nitrógeno esta en forma amoniacal , Con lo que se puede concluir que la microalga tienen mayor afinidad por el nitrógeno amoniacal que por los demás compuestos de nitrógeno Figura 3.

2.2.2.2. *Consumo P- PO_4^{3-}.*

En cuanto al consumo de $P\text{-}\ PO_4^{3-}$., se observa que transcurridos 5 horas de cultivo se consigue asimilar cerca del 30% de todo el $P\text{-}\ PO_4^{3-}$.disponible , esto se puede deber a fenómenos de absorción por parte de las microalgas y posterior asimilación o a la precipitación sobre la superificie del reactor, para identificar cual de los fenómenos ha tenido lugar en el ensayo se prepararon reactores de control, en los reactores de control no se observo variación de $P\text{-}\ PO_4^{3-}$., por lo que el fenómeno de precipitación no ha tenido lugar y se puede identificar la bajada brusca del $P\text{-}\ PO_4^{3-}$.a fenómenos de adsorción por las microalgas .No se observa una influencia significativa de la salinidad sobre la velocidad de consumo de $P\text{-}\ PO_4^{3-}$.

Parámetro	AM	AMD	ARS	AR
$N\text{-}NH_4^+$ (MG/L)	0,156	0,175	0,114	19,747
$N\text{-}NO_3^-$ (MG /L)	23,081	22,342	19,67	0,352
t $10_{N-NH_4^+ + N-NO_3^-}$ (h)	60,21	57,45	Inhibición	45,15
t $1_{P-\ PO_4^{3-}}$ (h)	24,72	30	Inhibición	32,27
RATIO($N\text{-}NH_4^+$/ $N\text{-}NO_3^-$)	0,006	0,008	0,006	56,163

Tabla 3 : RATIO ($N\text{-}\boldsymbol{NH_4^+}$/ $N\text{-}\boldsymbol{NO_3^-}$), t $\mathbf{10}_{N-NH_4^+ + N-NO_3^-}$ (h) y t $\mathbf{1}_{P-\ PO_4^{3-}}$ (h).



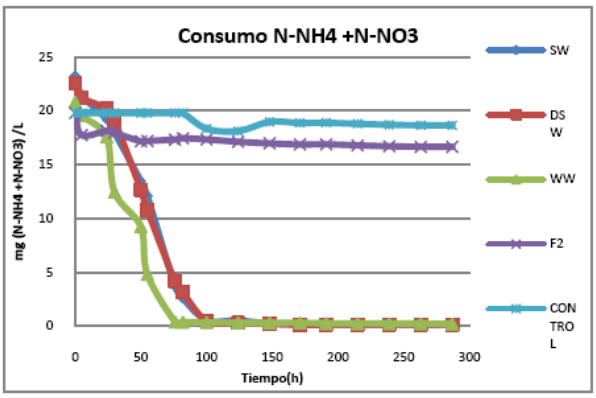


Figura 3: Evolución del consumo de nutrientes ; (a) Consumo de P-PO4 ; (b) Consumo de N-NH+N-NO3

2.2.3. Análisis elemental .

Los resultados obtenidos con el analizador elemental (Tabla 4). reflejan que en el caso de AM , con alta salinidad , el porcentaje de carbono fijado es menos que en el caso de los medios donde la salinidad era inferior , esto es debido a que la solubilidad del CO2 disminuye con el aumento de la salinidad .Así pues los valores obtenidos para el AR y el AMD , que tienen salinidades semejantes (Tabla 1) , el porcentaje de carbono fijado en ambos casos es semejante.

C.M	%C	%H	%N	%S
AR	54,34	8,89	1,89	0,37
ARS	37,50	7,15	1,08	0,50
AM	47,86	7,62	2,53	0,82
AMD	54,54	8,41	2,54	0,58

Tabla 4.Resultado obtenidos mediante el analizador elemental CHNS Leco 932 .

Los datos representan la media de tres replicas

3. Conclusiones.

Después del análisis de los resultados se observa un buen crecimiento de la CS en todos los medios de cultivo, excepto en el medio de ARS donde se produce una inhibición debida al bajo valor de la salinidad .En AR se consigue altos valores de biomasa con productividades de 1137,92 $^{mg}/_{l\ dia}$ y $\mu_{max} = 0.041\ h^{-1}$ valores semejantes a los obtenidos para el AM y AMD , con lo que se concluye que la salinidad influye en la generación de biomasa solo para valores muy bajos de salinidad .En cuanto a la capacidad de eliminación de nutrientes, no se ha observado influencia de la salinidad , pero Se ha observado que la velocidad de consumo de (N-NH4+N-No3) en el AR es más rápida que la de los demás cultivos , esto es debido a la ratio N-NH4/N-NO3 (Tabla 1) que en el caso de AR es de 56, esto significa que casi el 100 % de la fuente de nitrógeno en el AR es en forma amoniacal , la CS tienen mayor apetencia por el nitrógeno amoniacal que por los demás compuestos de nitrógeno. Para el caso del AR se han obtenido valores de $t_{10} = 45.15\ h$ y $t_1 = 32.27\ h$ para el nitrógeno y el fosforo respectivamente.

En lo referente a la fijación de CO2 ,Se ha observado una influecia de la salinidad en la capacidad de fijación de CO2 , en el caso de concentración muy altas de salinidad disminuye el porcentaje en carbono fijado , obteniendo los valores más altos de porcentaje de carbono en el microalga para el AR y el AMD 54.34 y 54.54 %respectivamente , los cuales presentan valores semejantes de salinidad.

Los resultado parecen indicar que la utilización de agua residual urbana para el cultivo de la microalga marina Chlorella Stigmatophora proporciona productividades y velocidades de asimilación de nutrientes (N,P ,CO2) comparables o superiores a los obtenidos bajo las mismas condiciones de cultivo empleando agua de mar , lo que abre una puerta al estudio del

uso de la Chlorella *Stigmatophora* en biotecnología ambiental para la depuración de aguas residuales y fijacionde CO2 atmosférico.

Referencias.

[1] APHA, AWWA, WPCF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (18th ed.), American Public Health Association, Washington, DC (1992).Biotechnol 1988;29:292–7.

[2]Chevalier P, De la Noüe J. ``Wastewater nutrient removal with microalgae immobilized in carrageenan´´. Enzyme Microb Technol 1985;7:621–4.

[3] D. Obaja, S. Macé and J. Mata-Alvarez, ``Biological nutrient removal by a sequencing batch reactor (SBR) using an internal organic carbon source in digested piggery wastewater´´, *Bioresource Techl.* **96** (2005), pp. 7–14

[4] De La NOUE and DE PAUW, ``the potential of microalgal biotechnology: a review of production and uses of microalgae´´. biotech. adv. vol. 6, pp. 725-770, 1988

[5] De la Noüe J , Proulx D. ``Biological tertiary treatment of urban wastewaters with chitosan-immobilized *Phormidium´´*. Appl Microbiol

[6] E.W. Becker, ``Microalgae Biotechnology and Microbiology´´, London Cambridge University Press (1994).

[7] F. Kargi and A. Uygur, ``Effect of carbon source on biological nutrient removal in a sequencing batch reactor´´, *Bioresource Technol.* **89** (2003), pp. 89–93

[8] Gonzales, L.E., Cañizares, R.O., Baena, S., 1997. ``Efficiency of ammonia and phosphorus removal from a Colombian agroindustrial wastewater by the microlagae Chlorealla vulgaris and Scenedesmus dimorphus´´. Bioresource Technol. 60, 259–262.

[9] Hoffmann JP. ``Wastewater treatment with suspended and nonsuspended algae´´. J Phycol 1998;34:757–63.

[10] K. Lee and C.G. Lee,`` Effect of light/dark cycles on wastewater treatments by microalgae´´. *Biotechnol. Bioprocess Eng* **6** (2001), pp. 194–199.

[11] Liu et al .`` A mathematical model for gluconic acid fermentationby *Aspergillus niger´´.Biochemical engineering journal . (2003) 137–141*

[12] M.E. Martinez, J.M. Castillo and E.F. Yousfi,`` Photoautotrophic consumption of phosphorus by *Scenedesmus obliquus* in a continuous culture. Influence of light intensity´´, *Process Biochem.* **34** (1999), pp. 811–818.

[13] M.E. Martinez, S. Sanchez, J.M. Jimenez, F. El Yousfi and L. Muñoz.``Nitrogen and phosphorus removal from urban wastewater by the microalga *Scenedesmus obliquus´´*, *Bioresource Technol.* **73** (2000), pp. 263–272.

[14] Proulx D, De la Noüe J. ``Removal of macronutrients from wastewater by immobilized microalgae´´. In: Moo-Young M, editor. Bioreactor immobilized enzymes and cells: fundamentals and applications. New York: Elsevier Applied Science, 1988. p. 301–10.

[15] Sebnen,A, Kapdan,I,K.(2005).``Batch kinetic of nitrogen and phosphorus removal from synthetic wastewater by algae´´ .Ecological engineering , No 28, pp 64-70.

[16] Yakup Nurdogan and William J. Oswald,: Enhanced nutrient removal in high-rate ponds . Water Science and Technology, Volume 31, Issue 12, 1995, Pages 33-43

Metaheuristics Algorithms for the Biomass Power Plant Optimal Location

D. Vera[1], J. J. Carabias-Orti[2], F. Jurado[1], N. Ruiz-Reyes[2]

[1] Department of Electrical Engineering, University of Jaén, C/Alfonso X, nº 28. 23700 Linares (Jaen), Spain, dvera@ujaen.es, fjurado@ujaen.es,

[2] Department of Telecommunication Engineering, University of Jaén, C/Alfonso X, nº 28. 23700 Linares (Jaen), Spain, carabias@ujaen.es, nicolas@ujaen.es

Abstract. This paper presents a practical metaheuristic algorithm (Particle swarm Optimization, PSO) for optimal placement and supply area estimation of a distributed generation plant; in especial olive tree by-products fuelled system (gasifier-gas turbine).

This method is a modern AI-based method, Particle Swarm Optimization (PSO), to solve the problem of deciding the optimal location and size of a biomass power plant in Jaén (a province of Andalusia). For each power constraint, optimal location and supply area of the biomass plant, net present value and generated electric power are determined. In this work, Matlab® is used to run all simulations. The fitness function for the PSO algorithm is the profitability index (PI).

Keywords: olive tree biomass, population methods, distributed generation.

Introduction

Recently, the supply of primary biomass has increased in Andalusia (Spanish autonomous community), especially from the olive tree prunings and forest residues. Something that should be considered normal, because this region has a large forest area, in addition to the predominantly agricultural land use. In particular, the second paragraph, agricultural wastes add 43 percent of the Andalusia biomass potential [1].

There are several options to produce electricity from biomass: combustion, gasification and pyrolysis, gasification being the most efficient one. Gasification of biomass is a thermal treatment, which ensues in a high production of gaseous products and small amounts of char and ash. Steam reforming of hydrocarbons, partial oxidation of heavy oil residues, selected steam reforming of aromatic compounds, and gasification of coals and solid wastes to yield a mixture of H_2 and CO, accompanied by water–gas shift conversion to produce H_2 and CO_2, are well-proved processes [2]. Also, the use of olive tree residues, like that of any other biomass, can contribute to sustainable development in rural areas.

In particular, Úbeda is a Spanish town in the province of Jaén, in autonomous community of Andalusia. The Úbeda extension is 400 km^2 approximately. The city is near the geographic centre of the province of Jaén, and it is the administrative seat of the surrounding "Loma de Úbeda comarca".

PSO is a nature-inspired evolutionary stochastic algorithm developed by James Kennedy and Russel Eberhart in 1995 [3]. This technique, motivated by social behavior of organisms such as bird flocking and fish schooling, has been shown to be effective in optimizing multidimensional problems. PSO, as an optimization tool, provides a population-based search procedure in which individuals, called particles, change their positions (states) with time. In a PSO system, particles fly around in a multidimensional search space. During flight, each particle adjusts its position according to its own experience, and the experience of neighboring particles, making use of the best position encountered by itself and its neighbors. The main advantages of PSO are: it is very easy to implement and there are few parameters to adjust. In addition, PSO has been successfully applied in many

different areas, such as artificial neural network training, fuzzy system control and mainly function optimization.

2. The proposed method (applied)

The classical version of the PSO algorithm [3, 4] operates in a continuous search space. In order to solve optimization problems in discrete search spaces, several binary discrete PSO algorithms have been proposed. In a binary discrete space the position of a particle is represented by a *N*-length bit string and the movement of the particle consists of flipping some of these bits. Kennedy and Eberhart proposed in [5] the first binary version of PSO.

In this paper, we have developed and applied a improved version of the binary PSO algorithm proposed in [6], which incorporates a inertia weight factor, like the classical continuous approach [3,4]. Now, particle position (x_i) and particle velocity (v_i) are *N*-length binary vectors. The algorithm uses the Hamming distance, and the logical AND ('·'), OR ('+') and XOR ('⊕') operators. Particle position is updated by using the XOR operator instead of the sum-operator, as in [6].

$$x_{i,j}^{t} = x_{i,j}^{t-1} \oplus v_{i,j}^{t}, \quad i = 1,...,P \quad j = 1,...,Z \tag{1}$$

Z represents the number of variables of the function to be optimized and *P* the number of particles in the swarm.

In this algorithm, the velocity vector can be interpreted as a change vector. Thus, if $v_{i,j}^{t} = '1'$, then $x_{i,j}^{t} = \overline{x_{i,j}^{t-1}}$, $\overline{x_{i,j}^{t-1}}$ being the logical negation of $x_{i,j}^{t-1}$. However, if $v_{i,j}^{t} = '0'$, then $x_{i,j}^{t} = x_{i,j}^{t-1}$ (no change happens). The velocity vector (change vector) is updated by applying the following equation [7]:

$$v_{i,j}^{t} = \overline{\omega_{i,j}} + \omega_{i,j} \cdot \left(c1_{i,j} \cdot \left(pbest_{i,j}^{t-1} \oplus x_{i,j}^{t-1} \right) + c2_{i,j} \cdot \left(gbest_{j}^{t-1} \oplus x_{i,j}^{t-1} \right) \right) \tag{2}$$

where:

- $c1_i = \left[c1_{i,1},...,c1_{i,N} \right]$ and $c2_i = \left[c2_{i,1},...,c2_{i,N} \right]$ are random *N*-length binary strings, whose components have the same probability.
- $pbest_i^{t-1} = \left[pbest_{i,1}^{t-1},..., pbest_{i,N}^{t-1} \right]$, $gbest^{t-1} = \left[gbest_1^{t-1},..., gbest_N^{t-1} \right]$ are also *N*-length binary strings.
- $\omega_i = \left[\omega_{i,1},..., \omega_{i,N} \right]$ is the inertial vector of the *i*-th particle. It is a random *N*-length binary vector, whose components are '0' with probability P_ω.
- $\overline{\omega_i} = \left[\overline{\omega_{i,1}},..., \overline{\omega_{i,N}} \right]$ is the one's complement of inertial vector ω_i.

In this Binary PSO approach [7], a very important parameter is probability P_ω, here called inertial probability. As just stated, bits in $\boldsymbol{\omega}_i$ are '0' with probability P_ω. Inertial probability decreases with the number of iterations, in such a way that at the initial iterations (high P_ω values) the algorithm explores the search space and at the last iterations (low P_ω values) the algorithm exploits the search space.

It must be noted that if $\omega_{i,j} = '0'$, then $v_{i,j}^{t} = '1'$, and so position of the *i*-th particle is changed. However, if $\omega_{i,j} = '1'$, the movement of the *i*-th particle at the *t*-th iteration is conducted by $pbest_i^{t-1}$ and $gbest^{t-1}$ solutions, with a partially stochastic behaviour due to the random learning vectors $c1_i$ and $c2_i$. The idea is to

allow particle swarm to perform a random exploration over the space search at the initial iterations. Later, when the swarm has acquired enough knowledge about the problem, the movement of each particle is mainly conducted by $pbest_i$ and $gbest$ solutions. In this paper, an exponentially decreasing function is used for probability P_ω.

3. Problem description

The problem to be solved consists on comparing three commonly used systems for biomass-based power generation. The system to be compared is: gasifier with gas turbine. We are interested in determining the optimal location and supply area of the electric generation plant for this fuelled system. The net present value and the electric power generated from the three biomass fuelled systems will also be computed.

In this paper, the size of the electric generation system depends on: a) Biomass quantity that can be collected from a given region mainly covered by natural forest vegetation, b) Technology to produce electricity from biomass.

The values of the variables involved in the problem are obtained from databases or Geographic Information Systems (GIS), [8, 9]. These are the following:

- S_i : Area of parcel *i* (km^2).
- U_i : Usability coefficient of parcel *i*. It is applied to take into account only the usable surface.
- D_i : Net density of dry biomass obtained from parcel *i* (ton/(km^2·yr)).
- LHV_i : Lower heat value of biomass in parcel *i* (MWh/ton).
- L_p : Length of the electric line that connects the power plant to the grid (km).
- $dist(p,i)$: Distance between parcel *i* and the power plant, which is located in parcel *p* (km).
- C_{cu_i} : Biomass collection unit cost in parcel *i* (Euro/ton).

Therefore, given the total mean efficiency of the electric generation system (gasifier-gas turbine), η, the produced electricity, E_g (MWh/yr), is equal to:

$$E_g = \eta \cdot \sum_{i=1}^{K} S_i \cdot U_i \cdot D_i \cdot LHV_i \tag{3}$$

Assuming a plant running time of T (h/yr), the electric power, P_e (MW) is:

$$P_e = \frac{E_g}{T} \tag{4}$$

4. Objective function: profitability index

The objective function takes into consideration costs and benefits. Specifically, initial investment and collection, transportation, maintenance and operation costs are considered, together with benefits from the sale of electrical energy. Therefore, the profitability index is chosen as the objective function.

In this section some interesting parameters to evaluate the profitability index of the project are reviewed. The initial investment, the present value of cash inflows (benefits) and cash outflows (costs) are defined and adapted to the particularities of this work.

4.1 Initial investment

The initial investment (INV) for the design, construction and equipment of the generation plant is expressed as:

$$INV = INV_f + I_s \cdot P_e + C_L \cdot L_p \tag{5}$$

where INV_f is the fixed investment (€), I_s the specific investment (€/MW), and C_L the electric line cost (€/km).

4.2 Cash inflows

The present value of cash inflows PV_{IN} is obtained from the sold electric energy during the useful lifetime, V_u (yr). It can be written as:

$$PV_{IN} = p_g \cdot E_g \cdot \frac{K_g \cdot \left(1 - K_g^{V_u}\right)}{1 - K_g} \tag{6}$$

where p_g is the selling price of the electric energy injected to the network (€/MWh), E_g the sold and produced electric energy (MWh/yr) and $K_g = \frac{1 + r_g}{1 + d}$, r_g being the annual increase rate of the sold energy price and d the nominal discount rate.

4.3 Cash outflows

The present value of cash outflows (PV_{OUT}) is the sum of the following costs during the useful lifetime of the plant: annual collection cost, C_c , annual transport cost, C_t , and annual maintenance and operation costs, C_{mo} .

Finally, the present value of cash outflows is:

$$PV_{OUT} = C_c \cdot \frac{K_c \cdot \left(1 - K_c^{V_u}\right)}{1 - K_c} + C_t \cdot \frac{K_t \cdot \left(1 - K_t^{V_u}\right)}{1 - K_t} + C_{mo} \cdot \frac{K_{mo} \cdot \left(1 - K_{mo}^{V_u}\right)}{1 - K_{mo}} \tag{7}$$

where $K_c = \frac{1 + r_c}{1 + d}$, $K_t = \frac{1 + r_t}{1 + d}$ and $K_{mo} = \frac{1 + r_{mo}}{1 + d}$, r_c being the annual increase rate of C_c , r_t the annual increase rate of C_t and r_{mo} the annual increase rate of C_{mo} .

4.4 Net present value

The net present value (NPV) of an investment is defined as follows:

$$NPV = PV - INV \tag{8}$$

$PV = PV_{IN} - PV_{OUT}$ being the present value. An investment is profitable when $NPV > 0$.

4.5 Profitability index

The profitability index (PI) is chosen in this work as objective fitness function. It is defined as follows:

$$PI = \frac{NPV}{INV} = \frac{PV}{INV} - 1 \tag{9}$$

We can also say that an investment is profitable when $PI > 0$.

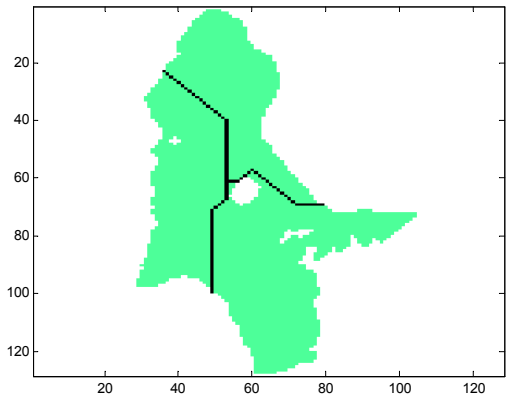
5. Experimental results

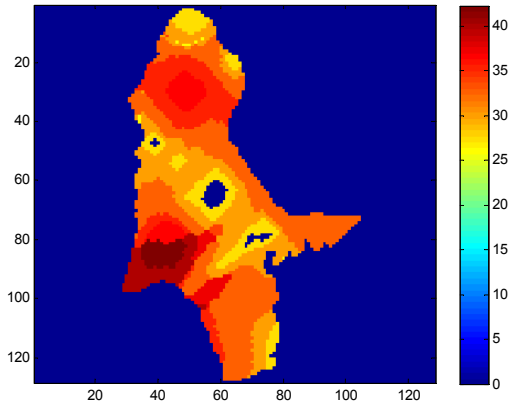
The region considered to apply the proposed method consists of 128x128 = 16384 parcels of constant surface, S_i = 0.09766 km^2. The region is covered by olive tree prunings; therefore it constitutes the biomass type. The available information for each parcel comprises S_i, U_i, D_i, LHV_i, L_p, $dist(p,i)$ and C_{cu_i}. The remaining parameters values to compute the profitability index are listed in table 1.

Table 1
Standard values for parameters

Parameter	Value	Parameter	Value
C_{tui} (€/t·km)	0.3	r_c	0.06
C_{cui} (€/t)	40	r_t	0.08
C_L (€/km)	3.10^4	r_{mo}	0.04
T (h/yr)	7500	C_{mof} (€)	$1.5.10^5$
INV_f (€)	$1.5.10^6$	m (€/MWh)	4.0
p_g (€/MWh)	128-100	η	0.28
d	0.08	I_s (€/MW)	$1.225.10^6$
r_g	0.04	V_u (yr)	15

The region under study and the single line diagram illustrating the topology of the test distribution network are shown in fig. 1 (left). Fig. 1 (right) presents the available biomass potential. It has been created taking the following parameters into account: D_i *(ton/(km2 yr))*, U_i, S_i *(km2)* and LHV_i *(MWh/ton)*. Multiplying the four variables for all parcels that comprise the entire region, it results the available biomass potential, expressed in *(MWh/yr)*.





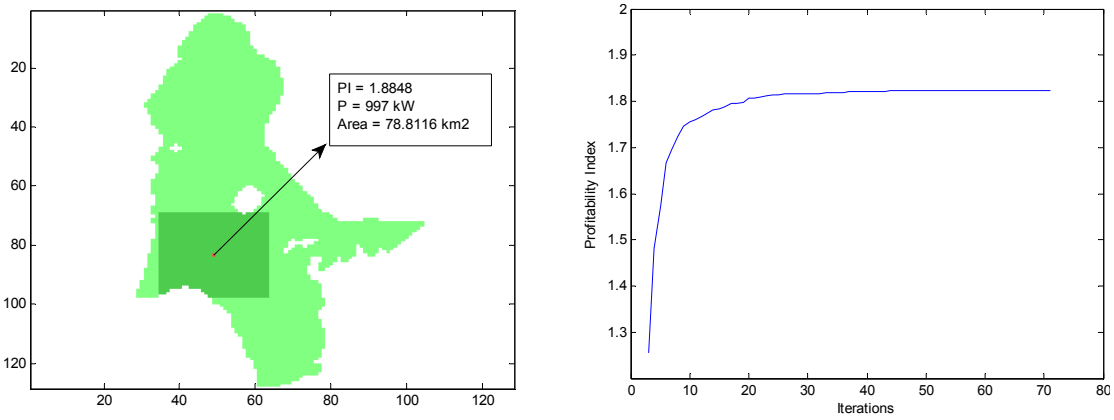


Fig. 1. *Region under study and location of electrical lines (left)and available biomass potential (MWh/yr)) (right).*

Simulation parameters are: population size (P) = 30, and 70 iterations. The technical constraints to be considered in the first simulation are: 1) The electric power generated by the plant is limited to 1MW, 2) The generation system must be located inside the supply area.

In Spain, electric energy price for a biomass power plant (maximum 2 MW) is 128 €/MWh (p_{g1}), on the other hand, for plants over 2 MW of generated power the price is 100 €/MWh (p_{g2}) [10].

Figure 4 (left) shows the optimal location of the biomass power plant for the best found solution.

Fig. 4. *Optimal location of the biomass power plant (left) and profitability index evolution (right).*

As shown in figure 4 (right), the proposed binary PSO algorithm converges to good solutions in a few iterations.

6. Conclusions

This report has presented a new approach to determine the optimal supply area and location for an electric generation system based on biomass. The proposed new approach is a discrete binary version of the PSO algorithm, which makes use of the profitability index as objective function. The proposed approach have been assessed using a grid map (land area of Úbeda, province of Jaén, Spain) composed also of 16384 parcels, all of them with the same area (S_i = 0.09766 km^2). Computer simulations have shown the good performance of the proposed method. Convergence is reached in a few iterations, typically, a maximum of 25 iterations (fig. 4), which is equivalent to a computational cost, given by the number of fitness function evaluations, more than 1390 times lower than that required for exhaustive comparison.

As lower limit it has been established the minimum generated power to be 600 kW, under this power generation level, the profitability index will be negative. Consequently, under 600 kW, a biomass power plant wouldn´t be profitable.

On the other hand, maximum generated power would be around 4-4.5MW. This top limit is not established for the profitability index, but it would be a geographic constraint. In other words, the supply area for a power plant over 4.5 MW will be greater than extension of Úbeda (approximately 400 km^2).

The optimal simulation achieves for a maximum 2 MW biomass power plant, in this case, the PI value is 3.2802. Finally, table 2 presents the PI values and supply area values for all simulations (for different power constraints values).

Table 2
PI, supply area and other data for all simulations

P_e (MW)	Biomass Supply Area (km^2)	Best Location Coordinates	PI	CO_2 Emissions Reduction (tCO_2/yr)	Electric Energy Price (€/MWh)
0.5	39.4546	(49, 93)	-0.0056	2100	128
1	78.5186	(49, 89)	1.8848	4200	128
2	161.3343	(49, 97)	3.2802	8400	128
3	247.0798	(79, 70)	2.1710	12600	100
4	325.3055	(53, 50)	2.4403	16800	100
4.5	364.9554	(53, 57)	2.5335	18900	100

References:

[1] Adaptation of renewable energy solutions for the olive oil industry, RESOLIVE. Available from: http://www.resolive.com. 2009.

[2] Jurado F., Ortega M., Cano A., Carpio J. Biomass gasification, gas turbine, and diesel engine. Energy Sources. 23, 897-905. 2001.

[3] Kennedy J., Eberhart R.C. Particle Swarm Optimization. Proceedings of IEEE Int. Conf. on Neural Networks, Piscataway, NJ 1995; pp. 1942-8.

[4] Eberhart R.C., Kennedy J. A new optimizer using particle swarm theory, Proceedings of the IEEE Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science, 1995; pp. 39-43.

[5] Kennedy J., Eberhart R.C. A Discrete Binary Version of The Particle Swarm Algorithm. 1997, Proceedings of IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp. 4104-4108.

[6] Afshinmanesh, F., Marandi, A. and Rahimi-Kian, A. A Novel Binary Particle Swarm Optimization Method Using Artificial Immune System. 2005, Proceedings of IEEE International Conference on Computer as a Tool (EUROCON 2005), pp. 217-220.

[7] Reche López P., Gómez González M., Ruiz Reyes N., Jurado F.Optimization of biomass fuelled systems for distributed power generation using Particle Swarm Optimization. 2008, Electric Power Systems Research. 78, 1448-1455.

[8] Geographic Information Systems of farming plots (SIGPAC). Available from: http://www.mapa.es/es/sig/pags/sig/intro2.htm. 2009. In Spanish.

[9] Geographic Information Systems of Andalusia (SIGPAC). Available from: http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/sigpacandalucia/. 2009. In Spanish.

[10] RD 661/2007, Boletín Oficial del Estado (BOE), 25th May, 2007. In Spanish.

Effect of the insulation of the walls on natural convection in a differentially heated cavity

A, Raji[1], M. Hasnaoui[2], M. Naïmi[1], S. Goujon-Durand[3] and P. Vasseur[4]

[1] Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Technologies, Physics Department, Laboratory of Flows and Transfers Modelling (LAMET), B.P. 523, Béni-Mellal, Morocco, E-mail: abderaji@fstbm.ac.ma

[2] Faculty of Sciences Semlalia, Department of Physics, University Cadi Ayyad, LMFE, BP 2390 Marrakesh, Morocco, Email: hasnaoui@ucam.ac.ma

[3] Université Paris XII, France

[4] Ecole Polytechnique de Montréal, Canada

Abstract. In this work, we study numerically the natural convection in a square cavity using the Navier-Stokes equations with the Boussinesq approximation. A finite difference method based on the control volume notion is used to resolve, in nondimensional forms, the natural convection equations. The numerical simulations of natural convection in a cavity having walls of finite width have shown the possibility to reduce significantly the heat transfer by using appropriate isolation techniques.

Keywords: Natural convection – Numerical study – Reduction of heat transfer.

1. Introduction.

During the last decades, natural convection in closed cavities has received great efforts of research. This special attention was dictated by the importance of this phenomenon in the design of the physical models related to the field of solar engineering, the cooling of the printed circuit boards and the design of buildings. Hence in several practical applications, the use of materials with high thermal conductivity will lead to an undesirable increase of the fluid temperature inside the cavity. The maintenance of a desirable temperature can be achieved if an adequate insulation of the walls of the cavity is taken into account. Heat exchange between the walls of the cavity and the fluid can be controlled by recourse to thermally insulating materials. A basic problem well documented in the literature specialized in heat transfer is that of a rectangular enclosure without partition [1-2]. Cavities partially or completely partitioned are relatively less documented. It is obvious that the addition of one or more partitions has a considerable effect on the heat transfer and the fluid flow structure inside the cavity [3-6]. Thereafter, the subject needs to be further explored and other works are necessary to improve our knowledge in this field by taking account of the influence of partitions.

The main goal of this study consists in numerically simulating the two-dimensional natural convection in a differentially heated cavity whose vertical walls have a finite conductivity and

a thickness. The effect of the insertion of an insulating material on the internal surfaces of the walls will be also investigated in parallel with the technique of the thermal boarding (use of a double wall separated by an insulator). The effects of these various techniques of insulation will be studied for various values of the Rayleigh number, Ra, the relative thermal conductivities r_w and r_{ins} and for various combinations of the geometrical parameters.

2. Problem formulation.

The configurations under study with the system of coordinates are sketched in Figs. 1a-1c. They consist of a differentially heated cavity whose vertical walls have a finite thickness without insulation (1a), with an internal insulation (1b) and with an insulation using the thermal boarding technique (1c). For these three types of configurations, the horizontal walls are adiabatic. The geometrical and thermophysical parameters are also reported in these figures. The fluid flow is assumed to be laminar and two-dimensional and the Boussinesq approximation is adopted. The non-dimensional governing equations are written as:

$$u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{\partial P}{\partial x}+\Gamma\left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right] \tag{1}$$

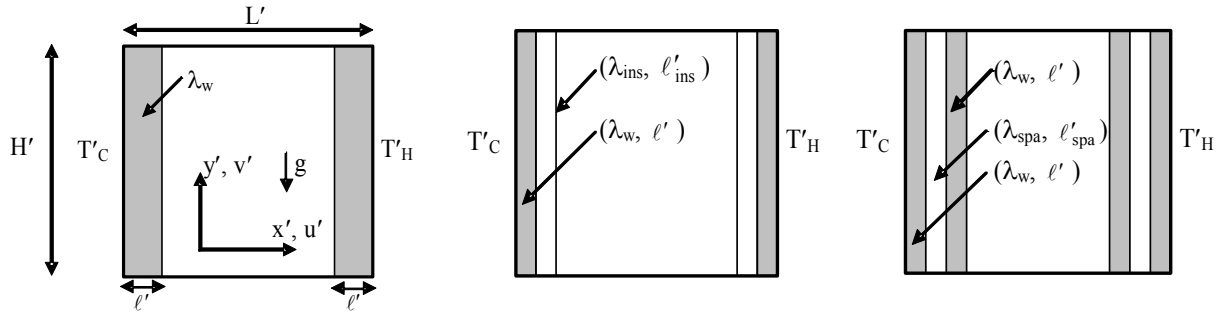
$$u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-\frac{\partial P}{\partial y}+\Gamma\left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right]+Ra\,Pr\,\theta \tag{2}$$

$$u\frac{\partial \theta}{\partial x}+v\frac{\partial \theta}{\partial y}=K\left[\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2}\right] \tag{3}$$

The parameters Γ and K are respectively the diffusion coefficient and the relative thermal conductivity. A value of unity is allotted to Γ in the fluid area while an "infinite" value (10^{15}) is affected for it in the solid area. The parameter K is equal to unity in the fluid medium and its value is k_Γ in the solid walls. The thermal and dynamic boundary conditions associated to this problem are: $\theta = 0$ for $x = 0$, $\theta = 1$ for $x = 1$, $\partial\theta/\partial y = 0$ for $y = 0$ and $y = 1$ and $u = v = \Psi = 0$ on the solid walls. The average heat quantity transferred through the heated wall, Q, and the normalized mean Nusselt number, Nu, are defined respectively as:

$$Q=\int_0^1 \left.\frac{\partial \theta}{\partial x}\right|_{x=1} dy \qquad , \qquad Nu=\frac{Q}{Q_{cond}} \tag{4}$$

where Q_{cond} is the heat flux by conduction evaluated as Q for Ra = 0.



a) b) c)

Fig. 1 Studied configurations

3. Numerics.

The discretization of the governing equations is carried out by using a finite difference method and the numerical integration is based on the control-volume approach. The numerical code was validated by comparing our results with those of the references [7-9] in the case of a cavity containing an obstacle placed at its centre. The comparative results, presented in Table 1, show an excellent agreement with a maximum deviation less than 1%.

Ra	k_r	Present study	House et al. [7]	Merrikh and Lage [8]	Lee and Ha [9]
10^5	0.2	4.623	4.624	4.605	4.631
10^5	5	4.317	4.324	4.280	4.324

Table 1. Comparative results of the average heat quantity for a square enclosure with a square solid body at the centre

4. Results and discussion.

4.1. 1st configuration: walls without insulation.

Streamlines and isotherms illustrating the effect of the relative conductivity of the walls are presented in figures 2a-2d for Ra = 10^6, e = l'/L' = 0.05 and $r_w = \lambda_{wall} / \lambda_{fluid}$ ranging between 0.1 and 50. For walls with a low thermal conductivity ($r_w = 0.1$), figure 2a shows that the fluid circulation is relatively weak. The corresponding isotherms indicate that the horizontal heat gradients in the solid walls are important indicating a limited interaction with the fluid inside the cavity. For $r_w = 1$, figure 2b shows an improvement of the fluid circulation characterized by higher values of Ψ_{max} and a spacing of the isotherms at the level of the walls as a consequence of the reduction in their thermal resistance. By increasing r_w to 10 and 50, figures 2c and 2d show that the fluid circulation continues to be intensified. The corresponding isotherms show a better interaction between the two walls and the fluid.

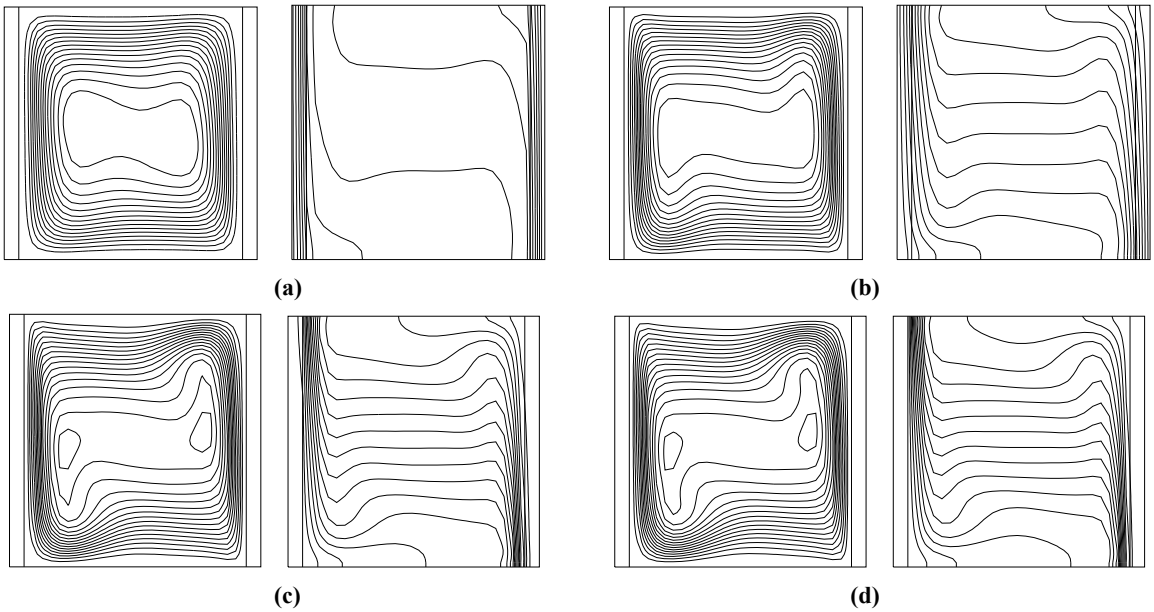


Fig. 2 Streamlines and isotherms for Ra = 10^6, e = 0.05 and different values of r_w: a) $r_w = 0.1$ ($\Psi_{max} = 6.62$, Nu = 1.46), b) $r_w = 1$ ($\Psi_{max} = 11.42$, Nu = 3.92), c) $r_w = 10$ ($\Psi_{max} = 16.01$, Nu = 7.13) and d) $r_w = 50$ ($\Psi_{max} = 16.85$, Nu = 7.76).

The thickness of the walls was varied in the range $0 \leq e = l'/L' \leq 0.2$ in order to analyze its effect on the fluid flow and heat transfer. The results obtained are presented in figure 3 in terms of variations of Nu and Ψ_{max} with Ra for $r_w = 50$ and various values of e. The results of base obtained for e = 0 (absence of conduction in the walls) are also presented for a comparison purpose. For values of $Ra \leq 1500$, the heat transfer is done mainly by conduction and is slightly affected by the thickness of the walls. For higher values of Ra, the effect of the thickness becomes visible and the Nusselt number decreases when this last parameter increases. For $Ra = 10^6$ and e = 0.2, the reduction of Nu reaches approximately 48% when compared to the reference case (e = 0). This tendency is a consequence of the increase in the conductive thermal resistance of the walls with the thickness.

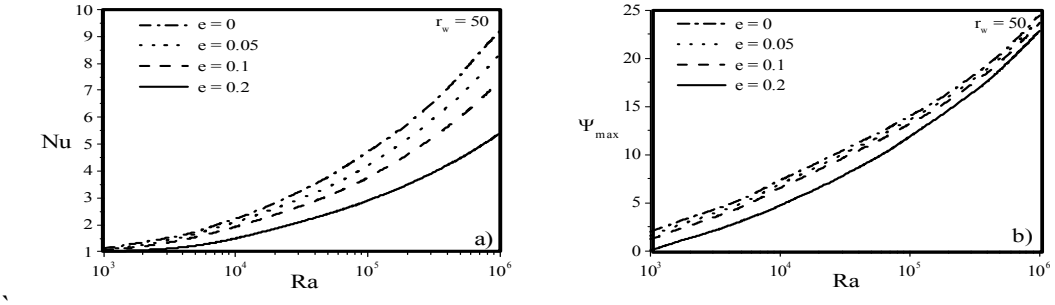


Fig. 3 Variations of Nu and Ψ_{max} with Ra for e = 0.05, $r_w = 50$ and different values of the relative width of the walls.

The effect of the Rayleigh number on the Nusselt number and the maximum stream function is presented in figure 4 for e = 0.05 and various values of relative conductivity r_w of the walls. For the lower considered value of r_w ($r_w = 0.1$), the Nusselt numbers remain generally close to unity, showing thus the resistant effect of the walls to the heat transfer and this even for high values of the Rayleigh number. For a given value of Ra, we can note an increase in the heat quantity restored to the fluid by the active surfaces. This increase of Nu with r_w ceases as soon as this last parameter becomes higher than 50 and the Nusselt number and the maximum stream function are found to tend asymptotically to limiting values (results not presented).

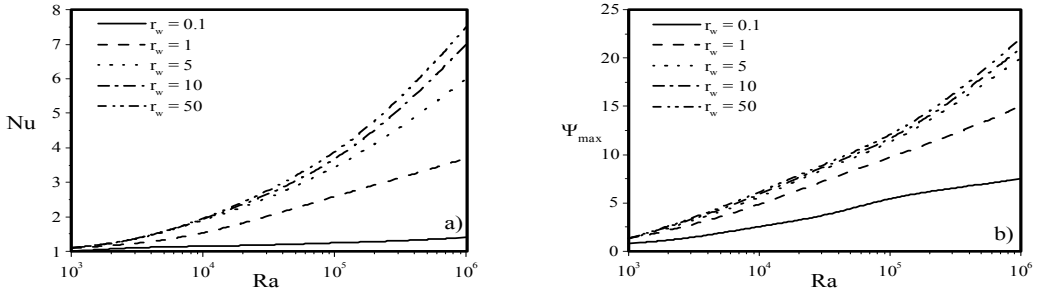


Fig. 4 Variations of Nu and Ψ_{max} with Ra for e = 0.05 and different values of the relative conductivity r_w of the walls.

4.2. 2nd configuration: walls with insulation.

In this section, we will examine the effect of the increase of the thermal resistance of the walls by adding an insulating layer on the interior surfaces. The conductivity of this layer will be varied in order to obtain a rate of heat transfer comparable or lower than that obtained by

using materials of relative conductivities of r_w = 5 or 10. The thicknesses of the insulating layer and that of the wall are fixed respectively at $e_{ins} = l'_{ins}/L' = 0.0125$ and e = 0.0375, such that the total thickness remains equal to that of the already studied configuration (e_{ins}+e=0.05). Hence, the effect of the addition of an insulating layer on internal surfaces of the walls is examined for a relative conductivity of the walls fixed at $r_w = 50$ and a thickness e = 0.0375. Variations of Nu and Ψ_{max} with Ra are shown in figure 5 for $e_{ins} = 0.0125$ and various values of the relative conductivity of the insulator. It can be seen that for the low values of Ra, the Nusselt number is practically independent of the relative conductivity of the insulator since conduction contributes largely to the heat transfer. The increase of Ra supports the fluid circulation within the cavity and generates consequently an increase of Nu. Also, for a given value of Ra, the Nusselt number decreases when relative conductivity of the insulator decreases. A comparison with the results of the already studied configuration shows an appreciable reduction of the rate of heat transfer. The percentages of this reduction compared to walls of different relative conductivities are presented in Table 2 for Ra = 10^6 and for various values of the relative conductivity of the insulator.

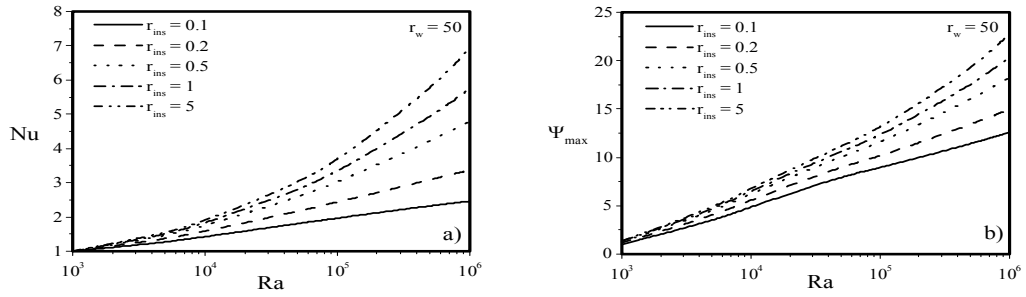


Fig. 5 Effect of Ra on Nu and Ψ_{max} for r_w = 50 and various values of the thermal conductivity r_{ins} of the insulating layer.

$\frac{\lvert Nu - Nu_{ins}\rvert}{Nu} \times 100$	r_{ins} = 0.1	r_{ins} = 0.2	r_{ins} = 0.5	r_{ins} = 1	r_{ins} = 5
r_w = 50	68.3	56.6	38.4	26.2	11.2
r_w = 10	64.8	52.0	31.6	18.1	1.6
r_w = 5	62.0	48.1	26.1	11.4	----

Table 2. Percentage of reduction of Nu for Ra = 10^6 and various values of the relative conductivity of the insulator

4.3. 3rd configuration: case of thermal boarding.

Another technique of insulation consists in using two walls separated by a fluid or solid layer playing the role of an insulator. Hence, the effect of the spacing between the walls is examined by producing streamlines and isotherms for Ra = 5×10^6, r_w = 50 and different values of $e_{spa} = l'_{spa} / L'$. The walls have each one a thickness equal to e = 0.025 so that the total thickness is equal to that of the wall of figure 1a. For an air layer of thickness $e_{spa} = 0.05$, figure 6a shows a structure close to that obtained for a differentially heated cavity. The corresponding isotherms show a clear stratification in the central part of the cavity. An increase of e_{spa} to 0.1 supports the formation of convective cells of low intensities in the

insulating layers (6b). From figure 6c, it can be seen that an increase of e_{spa} to 0.15 is accompanied by an improvement of the fluid circulation in the insulating fluid layers and of a reduction of the general circulation of the fluid within the cavity which will lead to a reduction of the Nusselt number. The numerical tests carried out showed that $e_{spa} = 0.15$ is the optimum value which tolerates a weaker thermal interaction between the active walls of the enclosure for the considered value of Ra. A spacing beyond this critical value supports the role of natural convection in the insulating layers and generates a better interaction between the active walls of the cavity and the fluid. The figure 6d corresponding to $e_{spa} = 0.2$, shows a distortion of the isotherms between the walls and a stratification of the temperature better than that observed in the case of figure 6c.

The effect Ra on the Nusselt number and the maximum stream function is presented in figure 7 for $r_w = 50$ and various values of e_{spa}. It can be seen that, for a fixed value of Ra, the Nusselt number decreases with the increase of the thickness of separation. Compared to the case of a wall without insulation, the technique of the boarding appears effective to reduce the rate of heat transfer through the cavity. This technique leads to performances better than those of materials having conductivities of $r_W = 5$ and 10. Quantitatively, the percentage of this reduction is presented in Table 3.

$\frac{\lvert Nu - Nu_{board} \rvert}{Nu} \times 100$ ↘	$e_{spa} = 0.05$	$e_{spa} = 0.1$	$e_{spa} = 0.2$	$e_{spa} = 0.3$
$r_w = 50$	39.88	62.03	74.22	70.36

Table 3. Percentage of reduction of Nu in comparison with a cavity without insulation for $r_W = 50$, $Ra = 10^6$.

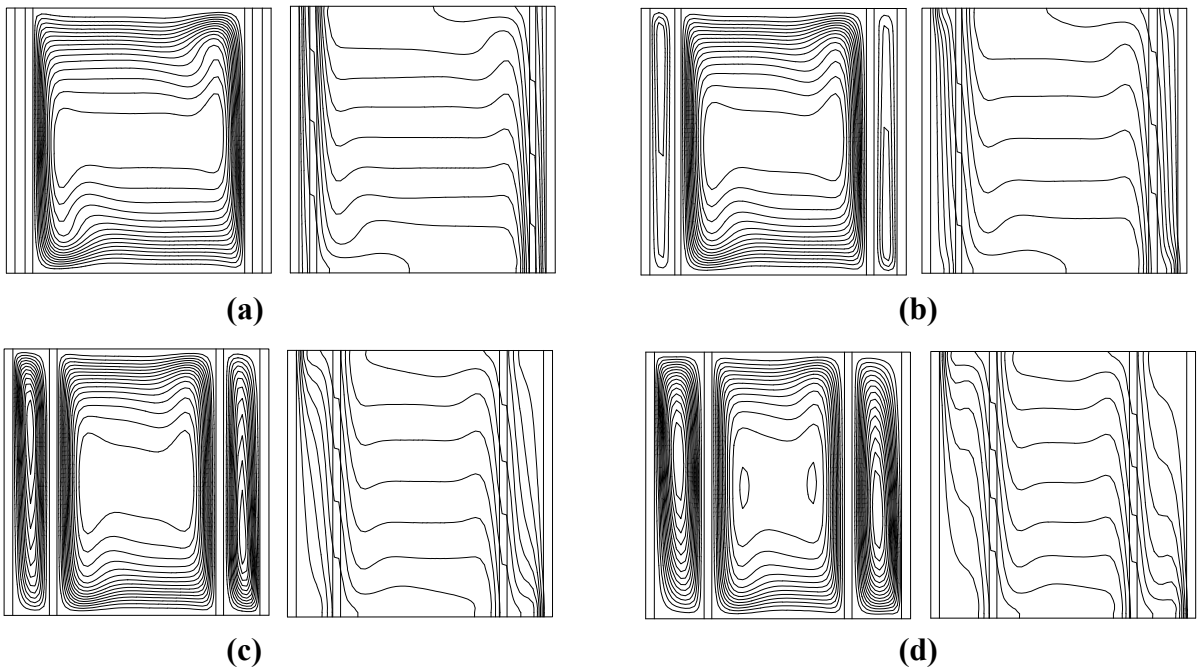


Figure 6: Streamlines and isotherms for $Ra = 5\times10^6$, $r_w = 50$, $e = 0.05$ and different values of the spacing between the walls: (a) $e_{spa} = 0.05$ ($\Psi_{max} = 18.78$, Nu = 6.82), (b) $e_{spa} = 0.1$ ($\Psi_{max} = 14.96$, Nu = 4.17), (c) $e_{spa} = 0.15$ ($\Psi_{max} = 12.82$, Nu = 3.90) and (d) $e_{spa} = 0.2$ ($\Psi_{max} = 15.28$, Nu = 4.13).

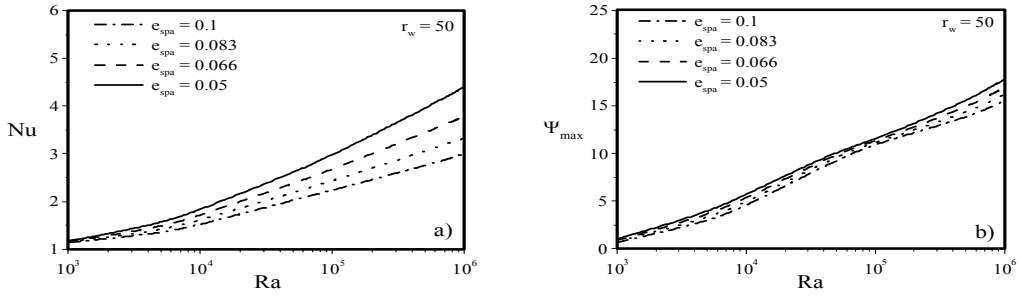


Fig. 7. Effect of the Rayleigh number on Nu and Ψ_{max} for $r_w = 50$ and various values of the spacing between the walls.

Conclusion

In this work, a numerical study was carried of on the natural convection in a square cavity with conducting vertical walls by using two techniques of heat insulation. The obtained results show that the thermal performances of walls with high relative conductivities can be improved considerably by using an insulating layer. The technique of the thermal boarding was found interesting to reduce in an appreciable way the heat transfer in comparison to the cases of the walls with or without insulation. In this technique, the existence of a range of the spacing between the walls which generates weak interactions with fluid medium was observed.

References

[1] A. Bejan, Convective heat transfer. John Wiley & Sons, (1984).
[2] K. T. Yang, Natural convection in enclosures, In Hand Book of Single Phase Convective Heat Transfer. New York (1987).
[3] E. Ntibarufata, M. Hasnaoui, E. Bilgen and P. Vasseur, "Natural convection in partitioned enclosures with localized heating", Int. J. for Numerical Methods for Heat & Fluid Flow, 1993, (vol. 3, pp. 133–143).
[4] P. Vasseur, M. Hasnaoui and E. Bilgen, "Analytical and Numerical study of natural convection heat transfer in inclined composite enclosures", Applied Scientific Research, 1994, (vol. 52, pp. 187–207).
[5] M. Mamou, M. Hasnaoui, E. Bilgen and P. Vasseur, "Natural convection heat transfer in inclined enclosures with multiple conducting solid partitions", Num. Heat Transfer A, 1994, (vol. 25, pp. 295–315).
[6] A. Raji, M. Hasnaoui and Z. Zrikem, "Natural convection in interacting cavities heated from below", Int. J. for Numerical Methods for Heat & Fluid Flow, 1997, (vol. 7, no. 6, pp. 580–597).
[7] J.M. House, C. Beckermann and T.F. Smith, "Effect of a centered conducting body on natural convection heat transfer in an enclosure", Num. Heat Transfer A, 1990, (vol. 18, pp. 213–225).
[8] A.A. Merrikh and J.L. Lage, "Natural convection in an enclosure with disconnected and conducting solid blocks", Int. J. Heat Mass Transfer, 2005, (vol. 48, no. 7, pp. 1361–1372).
[9] J.R. Lee and M.Y. Ha, "Numerical simulation of natural convection in a horizontal enclosure with a heat-generating conducting body", Int. J. Heat Mass Transfer, 2006, (vol. 49, pp. 2684–2702).

Etude analytique et numérique de la convection doublement diffusive pour un fluide non-Newtonien confiné dans une cavité rectangulaire horizontale soumise à des flux thermique et massique uniformes ascendants

Taoufik MAKAYSSI[1], Mohamed NAÏMI[1], Mohammed HASNAOUI[2], Abdelghani RAJI[1]

[1]Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Physique, Laboratoire de Modélisation des Ecoulements et des Transferts (LAMET), B.P. 523, Béni-Mellal, Maroc, email : tmkayssi@fstbm.ac.ma, naimi@fstbm.ac.ma, abderaji@fstbm.ac.ma

[3]Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Département de Physique, Laboratoire de Mécanique des Fluides et Energétique (LMFE), B.P. 2390, Marrakech, Maroc, email : hasnaoui@ucam.ac.ma

Abstract. L'étude de la convection doublement diffusive, pour un fluide non-Newtonien confiné dans une cavité rectangulaire de grande extension dans la direction horizontale, est entreprise. La cavité est soumise, sur ses faces horizontales, à des flux de chaleur et de masse uniformes et ascendants, alors que celles verticales sont supposées adiabatiques et imperméables. Les équations de la convection sont résolues numériquement par le biais d'une méthode aux différences finies. Dans la limite des valeurs des paramètres gouvernants, la convection présente des aspects parallèle et stratifiés, ce qui simplifie les équations et offre une solution analytique, laquelle est en parfait accord avec celle numérique. L'influence du comportement rhéologique sur la situation est également examinée.

Keywords: Convection doublement diffusive, cavité allongée, fluides non-Newtoniens, étude analytique et numérique.

1. INTRODUCTION.

Dans beaucoup de situations physiques, naturelles ou pratiques, telles que les éruptions volcaniques, l'océanographie, la métallurgie, les procédés de séchage, de thermochimie et bien d'autres [1], la convection doublement diffusive se trouve à l'origine des écoulements des fluides et des transferts de chaleur et de masse. Ceci a suscité l'intérêt de la communauté scientifique dont les travaux se sont accumulés au fur des années. A ce titre la cavité rectangulaire est un exemple de configuration géométrique qui a fait l'objet de plus d'investigations [2]. En effet, la recherche s'y rapportant apporte souvent des renseignements précieux et montre que les connaissances déjà acquises restent loin d'être suffisantes pour prédire correctement l'état de l'écoulement du fluide et les transferts thermosolutaux dans une telle configuration. Aussi, la recherche actuelle témoigne-t-elle de la carence relative des études se rapportant aux fluides non-Newtoniens [3], dont la présence couvre divers secteurs industriels (industries agro-alimentaires, industries chimiques, etc…).

Dans le but de contribuer au remplissage de cette lacune, au moins en partie, la présente étude traite, par voies numérique et analytique, de la double diffusion coopérante au sein d'une cavité rectangulaire horizontale allongée de longueur L' et de hauteur H' (Fig. 1), confinant un fluide non-Newtonien dont le comportement rhéologique peut être décrit par le modèle en loi de puissance d'Ostwald-De Waele. La convection est consécutive à l'application, sur les parois horizontales, de densités de flux de chaleur, q', et de masse, j', uniformes et ascendantes. Les faces verticales, elles, sont maintenues adiabatiques et imperméables.

2. EQUATIONS GOUVERNANTES.

En supposant valable l'hypothèse de Boussinesq et la dissipation visqueuse est négligeable, les équations adimensionnelles de la convection naturelle, écrites en formulation (ψ,Ω,T) dans un système de coordonnées cartésiennes, sont :

$$\frac{\partial \Omega}{\partial t}+\frac{\partial (u\Omega)}{\partial x}+\frac{\partial (v\Omega)}{\partial y}=Pr\left[\mu_a\nabla^2\Omega+2\left[\frac{\partial \mu_a}{\partial x}\frac{\partial \Omega}{\partial x}+\frac{\partial \mu_a}{\partial y}\frac{\partial \Omega}{\partial y}\right]\right]+S_\Omega \tag{1}$$

pour le transport de la vorticité,

$$\frac{\partial T}{\partial t}+\frac{\partial (uT)}{\partial x}+\frac{\partial (vT)}{\partial y}=\nabla^2 T \tag{2}$$

pour l'énergie,

$$\frac{\partial S}{\partial t}+\frac{\partial (uS)}{\partial x}+\frac{\partial (vS)}{\partial y}=\frac{1}{Le}\nabla^2 S \tag{3}$$

pour la concentration et

$$\nabla^2\psi=-\Omega \tag{4}$$

pour la fonction de courant (équation de Poisson), où

$$u=\frac{\partial \psi}{\partial y},\ v=-\frac{\partial \psi}{\partial x},\ \Omega=\frac{\partial v}{\partial x}-\frac{\partial u}{\partial y},\ \mu_a=\left[2\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2\right]+\left[\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right]^2\right]^{\frac{n-1}{2}} \text{ et}$$

$$S_\Omega=Pr\left[\left[\frac{\partial^2 \mu_a}{\partial x^2}-\frac{\partial^2 \mu_a}{\partial y^2}\right]\left[\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right]-2\frac{\partial^2 \mu_a}{\partial x\partial y}\left[\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial v}{\partial y}\right]\right]+PrRa_T\left(\frac{\partial T}{\partial x}+N\frac{\partial S}{\partial x}\right) \tag{5}$$

A ces équations, il faut ajouter les conditions aux limites appropriées suivantes :

$$u=v=\psi=\frac{\partial T}{\partial x}=\frac{\partial S}{\partial x}=0 \text{ pour } x=0 \text{ et } A \tag{6}$$

$$u=v=\psi=\frac{\partial T}{\partial y}+1=\frac{\partial S}{\partial y}+1=0 \text{ pour } y=0 \text{ et } 1 \tag{7}$$

Les groupements adimensionnels A, Le, N, Pr et Ra_T représentent respectivement le rapport d'aspect de la cavité, le nombre de Lewis, le rapport des forces de volume et les nombres de Prandtl et de Rayleigh thermique généralisés. Ils sont définis comme suit :

$$A=\frac{L'}{H'},\ Le=\frac{\alpha}{D},\ N=\frac{\beta_S\Delta S'}{\beta_T\Delta T'},\ Pr=\frac{(k/\rho)H'^{2-2n}}{\alpha^{2-n}} \text{ et } Ra_T=\frac{g\,\beta\,H'^{2n+2}q'}{(k/\rho)\alpha^n\,\lambda} \tag{8}$$

où D, g, k, n, α, β_T, β_S, λ et ρ sont respectivement la diffusivité massique, l'intensité de la pesanteur, la consistance, l'indice de comportement, la diffusivité thermique, , le coefficient d'expansion solutale, le coefficient d'expansion thermique, la conductivité thermique et la masse volumique du fluide aux conditions de référence.

3. APPROCHE NUMERIQUE.

Les équations gouvernantes sont résolues numériquement en utilisant la méthode des différences finies centrées avec un maillage régulier. L'intégration des équations de la vorticité (1), de l'énergie (2) et de la concentration (3) est effectuée à l'aide de la méthode implicite des directions alternées (**ADI**). Pour satisfaire la conservation de la masse, l'équation de Poisson (4) est traitée par la méthode de sur-relaxation successive par point (**PSOR**) avec un facteur de relaxation optimum calculé par la formule de Franckel [4]. Le choix de la grille de maillage dépend du rapport d'aspect, A, de la cavité et aussi de la nature de la solution. Des essais numériques ont été nécessaires pour optimiser le temps et la précision des calculs. Ainsi, un maillage uniforme de 321×81 a été trouvé suffisant pour modéliser raisonnablement (la solution analytique constituant la référence) les champs d'écoulement, de température et de concentration dans une cavité de rapport de forme A = 16.

4. APPROCHE DE L'ECOULEMENT PARALLELE.

En s'appuyant sur les résultats de la figure 2, il est possible d'effectuer les simplifications appropriées suivantes :

$$u(x,y)=u(y), v(x,y)=0, \psi(x,y)=\psi(y), T(x,y)=C_T x+\theta_T(y) \text{ et } S(x,y)=C_S x+\theta_S(y) \quad (9)$$

où les constantes C_T et C_S ne sont autre que les gradients horizontaux de température et de concentration dans la région centrale de la cavité. Moyennant une telle approximation, le système d'équations (1)-(7) devient :

$$\frac{d^2}{dy^2}\left[\left|\frac{du}{dy}\right|^{n-1}\frac{du}{dy}\right]=Ra_T\left(C_T+NC_S\right)=Ra_T E \quad \text{avec } E=\left(C_T+NC_S\right) \quad (10)$$

$$C_T u=\frac{d^2\theta_T}{dy^2} \quad (11)$$

$$LeC_S u=\frac{d^2\theta_S}{dy^2} \quad (12)$$

$$u=\frac{d\theta_T}{dy}+1=\frac{d\theta_S}{dy}+1=0 \text{ pour } y=0 \text{ et } 1 \quad (13)$$

auquel s'ajoute la condition d'écoulement de retour (conservation de la matière) suivante :

$$\int_0^1 u(y)dy=0 \quad (14)$$

L'intégration des équations (10)-(12) associées aux conditions (13) et (14), conduit aux expressions de la vitesse, de la température et de la concentration. Cette intégration est complexe et requiert un traitement numérique spécial. En effet, la non-linéarité du

comportement et le changement du signe de gradient de vitesse, dû à l'écoulement de retour, imposent que les expressions de la vitesse, de la température et de la concentration soient différentes selon que $0 \le y \le y_0$, $y_0 \le y \le y_1$ ou $y_1 \le y \le 1$, où y_0 et $y_1 = 1 - y_0$ (à cause de la centro-symétrie du problème) sont les valeurs de la coordonnée transversale pour lesquelles le gradient de la vitesse est nul. Elles correspondent donc aux positions où la vitesse est extrémale, et elles sont obtenues à partir de l'équation (14) qui est résolue numériquement en combinant les méthodes itératives de Regula-Falsi et Wegstein [5] et la méthode d'intégration de Gauss-Legendre [6]. Pour simplifier les expressions des grandeurs recherchées, il est utile d'introduire la fonction $f(y) = y^2/2 - y/2 + y_0 y_1/2$. Ainsi,

- pour $0 \le y \le y_0$,

$$u(y) = E^{1/n}\ Ra_T^{1/n} \left[\int_0^y [f(y)]^{1/n}\, dy \right] \tag{15}$$

$$\theta_T(y) = C_T E^{1/n}\ Ra_T^{1/n} \left[\int_0^y \left[\int_0^y \left[\int_0^y [f(y)]^{1/n}\, dy \right] dy \right] dy \right] - y + \theta_T(0) \tag{16}$$

- pour $y_0 \le y \le y_1$

$$u(y) = E^{1/n}\ Ra_T^{1/n} \left[\int_0^{y_0} [f(y)]^{1/n}\, dy + \int_y^{y_0} [-f(y)]^{1/n}\, dy \right] \tag{17}$$

$$\begin{aligned} \theta_T(y) = C_T E^{1/n}\ Ra_T^{1/n} \Bigg[& \frac{(y-y_0)^2}{2} \int_0^{y_0} [f(y)]^{1/n}\, dy + \int_{y_0}^y \left[\int_{y_0}^y \left[\int_y^{y_0} [-f(y)]^{1/n}\, dy \right] dy \right] dy \\ & + (y-y_0) \int_0^{y_0} \left[\int_0^y [f(y)]^{1/n}\, dy \right] dy + \int_0^{y_0} \left[\int_0^y \left[\int_0^y [f(y)]^{1/n}\, dy \right] dy \right] dy \Bigg] - y + \theta_T(0) \end{aligned} \tag{18}$$

- pour $y_1 \le y \le 1$

$$u(y) = E^{1/n}\ Ra_T^{1/n} \left[\int_0^{y_0} [f(y)]^{1/n}\, dy + \int_{y_1}^{y_0} [-f(y)]^{1/n}\, dy + \int_{y_1}^{y} [f(y)]^{1/n}\, dy \right] \tag{19}$$

$$\begin{aligned} \theta_T(y) = C_T E^{1/n}\ Ra_T^{1/n} \Bigg[& \frac{1}{2}(y-y_1)(y+y_1-2) \left[\int_0^{y_0} [f(y)]^{1/n}\, dy + \int_{y_1}^{y_0} [-f(y)]^{1/n}\, dy \right] \\ & + \int_{y_1}^y \left[\int_1^y \left[\int_{y_1}^y [f(y)]^{1/n}\, dy \right] dy \right] dy + \int_{y_0}^{y_1} \left[\int_{y_0}^y \left[\int_y^{y_0} [-f(y)]^{1/n}\, dy \right] dy \right] dy \\ & + \frac{1}{2}(y_1-y_0)^2 \int_0^{y_0} [f(y)]^{1/n}\, dy + (y_1-y_0) \int_0^{y_0} \left[\int_0^y [f(y)]^{1/n}\, dy \right] dy \\ & + \int_0^{y_0} \left[\int_0^y \left[\int_0^y [f(y)]^{1/n}\, dy \right] dy \right] dy \Bigg] - y + \theta_T(0) \end{aligned} \tag{20}$$

L'expression de $\theta_S(y)$ pour les trois domaines est donnée par :

$$\theta_S(y) = Le\frac{C_S}{C_T}\left[\theta_T(y) + y - \frac{1}{2}\right] + \left(\frac{1}{2} - y\right) \tag{21}$$

Les constantes C_T, C_S, $\theta_T(0)$ et $\theta_S(0)$ sont déterminées, respectivement, en remarquant qu'il n'y a pas de transferts de chaleur et de masse dans la direction horizontale et que l'écoulement présente une symétrie centrale. Ainsi :

$$C_T = \int_0^1 u(y)\,\theta_T(y)\,dy \text{ et } C_S = Le\int_0^1 u(y)\,\theta_S(y)\,dy \tag{22}$$

$$\theta_T(0) = 1/2 - C_T E^{1/n}\ Ra^{1/n}\left[\frac{(1/2-y_0)^2}{2}\int_0^{y_0}[f(y)]^{1/n}\,dy + \int_{y_0}^{1/2}\left[\int_{y_0}^{y}\left[\int_{y}^{y_0}[-f(y)]^{1/n}\,dy\right]dy\right]dy\right]$$

$$+(1/2-y_0)\int_0^{y_0}\left[\int_0^{y}[f(y)]^{1/n}\,dy\right]dy + \int_0^{y_0}\left[\int_0^{y}\left[\int_0^{y}[f(y)]^{1/n}\,dy\right]dy\right]dy\Bigg] - C_T A/2 \tag{23}$$

et compte tenu de (21)

$$\theta_S(0) = Le\frac{C_S}{C_T}\left[\theta_T(0) - \frac{1}{2}\right] + \frac{1}{2} \tag{24}$$

5. RESULTATS ET DISCUTIONS.

Le problème de convection naturelle au sein de la cavité considérée est gouverné par le rapport d'aspect, *A*, le nombre de Lewis, *Le,* l'indice de comportement, n, et le rapport des forces volumiques *N*, le nombre de Prandtl, *Pr*, et le nombre Rayleigh thermique, Ra_T. Pour inclure les comportements pseudo-plastique ($0 < n < 1$), Newtonien ($n = 1$) et dilatant ($n > 1$), on a affecté à n les valeurs respectives 0.6, 1 et 1.4. Pour les fluides non- Newtoniens, les valeurs rencontrées pour *Pr* sont très élevées ce qui rend négligeable la contribution des termes convectifs dans l'équation (1). Par conséquent, la convection devient insensible aux variations de ce paramètre pour les grandes valeurs de celui-ci [7]. Aussi, les simulations numériques ont montré qu'à partir de *A* = 16, l'influence du confinement latéral ne se fait plus sentir et l'écoulement garde un aspect parallèle et des stratifications thermique et solutale dans la région centrale de la cavité, ce qui justifie, donc, le choix de cette valeur de *A*. Il en résulte que les paramètres de contrôle de l'étude sont *Le*, *n*, *N* et Ra_T.

Des configurations d'écoulement, de température et de concentration, obtenues numériquement, sont présentées dans la figure 2. Ainsi comme on peut le voir, l'écoulement présente un aspect parallèle et des stratifications thermique et solutale, dans la région centrale de la cavité, pour les différentes valeurs de *n*, prouvant ainsi l'existence d'une solution analytique. La figure 3, dans laquelle sont reportés les résultats analytiques et numériques relatifs aux profils centraux de la vitesse horizontale, de la température et de la concentration montrent bien l'excellent accord entre les deux solutions, témoignant ainsi de la validité de l'approximation et du code de calcul utilisés. Ces résultats indiquent aussi que, le comportement pseudo-plastique amplifie la convection thermosolutale alors que celui dilatant la réduit.

6. CONCLUSION.

L'étude de la convection doublement diffusive dans une cavité rectangulaire horizontale allongée soumise à des gradients verticaux de température et de concentration sur ses faces horizontales et remplie d'un fluide non-Newtonien, est entreprise numériquement et analytiquement. L'objectif essentiel de l'étude, qui consiste à prouver l'existence d'une solution analytique pour le présent problème et aussi la validation du code numérique, est atteint. L'influence du comportement rhéologique non-Newtonien est tel que la convection est favorisée par le comportement pseudo-plastique et défavorisée par celui dilatant.

7. REFERENCES.

[1] I. Pop and D.B. Ingham, Convective Heat Transfer: Mathematical and Computational Modeling of Viscous Fluids and Porous Media. Oxford, UK: Elsevier Science & Technology Books (2001).

[2] M. Mamou, P. Vasseur and M. Hasnaoui, "On numerical stability analysis of double-diffusive convection in confined enclosures", Journal of Fluid Mechanics 433, 2001, (pp. 209-250)

[3] T. Makayssi, M. Lamsaadi, M. Naïmi, M. Hasnaoui, A., Raji and A. Bahlaoui, "Natural double-diffusive convection in a shallow horizontal rectangular cavity uniformly heated and salted from the side and filled with non-Newtonian power-law fluids: the cooperating case", Energy conversion and Management 49, 2008, (pp. 2016-2025).

[4] P. J. Roache, Computational fluid dynamics. Hermosa Publishers, Albuquerque, New Mexico (1982).

[5] A. Gourdin, and M. Boumahrat, Méthodes numériques appliquées. Paris, Lavoisier (1989).

[6] M. Sibony and J.-CI. Mardon, Approximation et équations différentielles. Paris, Hermann (1982).

[7] M. Lamsaadi, M. Naïmi and M. Hasnaoui, Natural convection of non-Newtonian power-law fluids in a shallow horizontal rectangular cavity uniformly heated from below, Heat and Mass Transfer 41, 2005, (pp. 239–249).

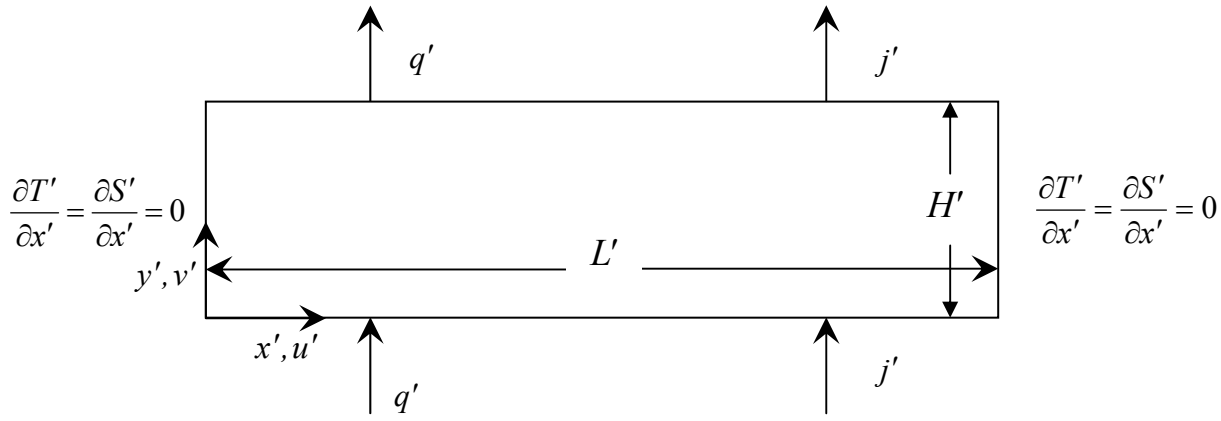


Fig. 1 : Modèle physique et système de coordonnées.

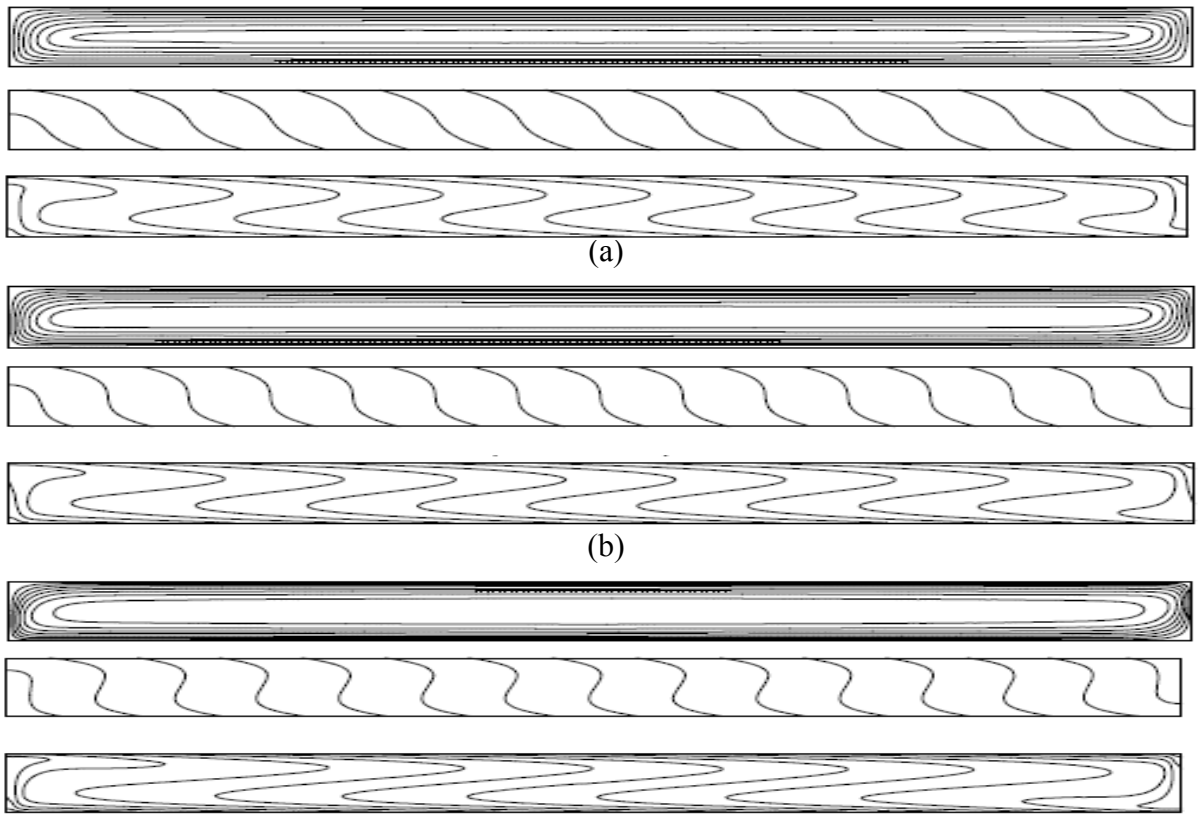


Fig. 2 : Lignes de courant (en haut), isothermes (au milieu) et iso-concentrations (en bas) pour $A=16$, $Le=10$, $N=1$, $Ra_T=10^5$ et différentes valeurs de n ((a) $n=0.6$, (b) $n=1.0$ et (c) $n=1.4$).

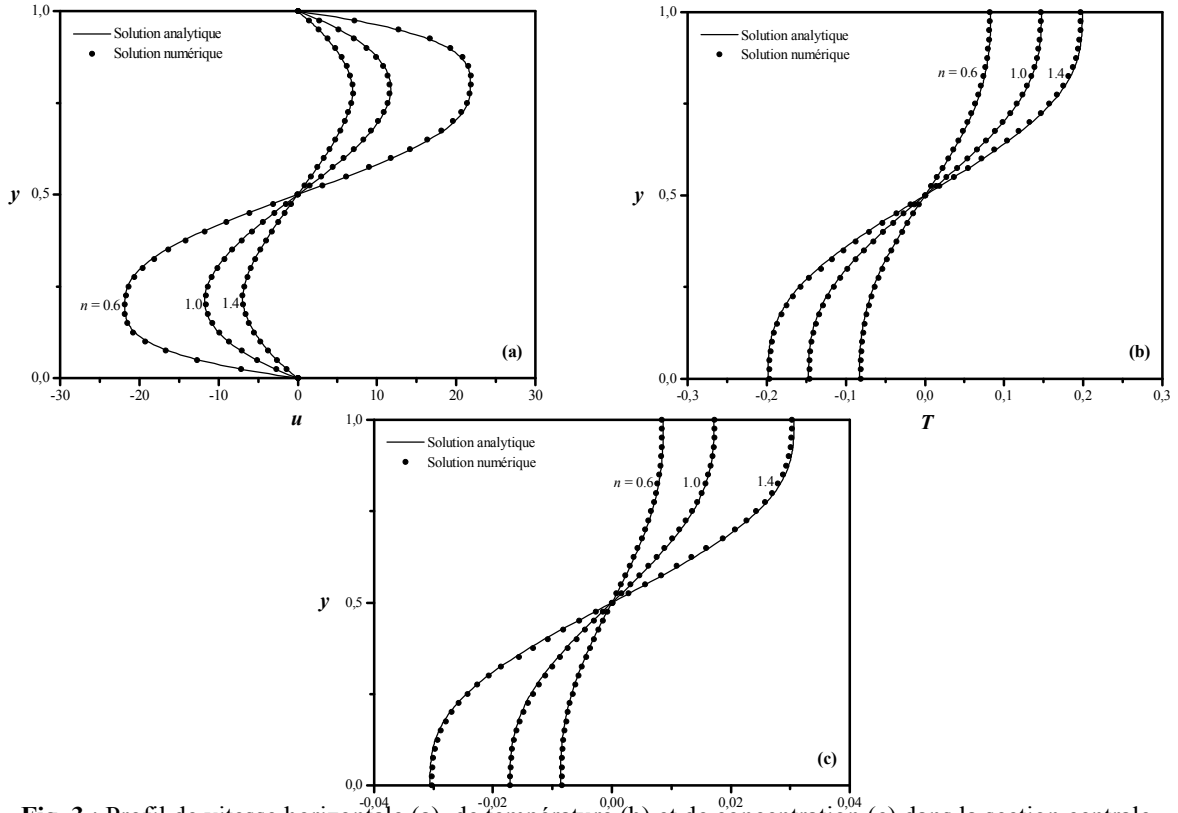


Fig. 3 : Profil de vitesse horizontale (a), de température (b) et de concentration (c) dans la section centrale transversale de la cavité (Comparaison entre les solutions analytique et numérique.) pour $A=16$, $Le=10$, $N=1$, $Ra_T=10^5$ et différentes valeurs de n.

On Rheological Behaviour and pressure drop of Paraffin Slurry in Horizontal Rectangular Channel

Mohamed Najib EL Boujaddaini[1,2*], Philippe Haberschill[1] ,Abdelaziz Mimet[2]

[1] Centre de Thermique de Lyon CETHIL UMR 5008 / INSA – UCBL – CNRS / ,Bat Sadi Carnot, 20 Avenue Albert Einstein 69621, Villeurbanne Cedex, France

[2] Laboratoire d'Energétique ; Faculté des Sciences , BP 2121 -93000, Tétouan, Maroc

*Correspondence author. Email: najib_elboujaddaini@yahoo.fr

Abstract. The mathematical modeling of liquid-solid flows is very complex because the solid particles distribution in the carrier liquid is heterogeneous or even when moving beds occurs. In this paper, a mathematical modelling and a numerical simulation of the flow behaviour of the paraffin slurry in a horizontal rectangular channel is presented. The momentum equation was solved and the pressure drop presented and analyzed. The conservation equation of particles have been solved, and the concentrations of suspended solid particles in the mixture have been given for several values of the mixture's average velocities.

Keywords: : Paraffin slurry; two-phase flow; phase change material; suspension.

1. Introduction.

Recently, a new technology of using the phase change materials (PCM) in energy storage and transport arises in many industrial and engineering applications such as cooling and air conditioning [1], [2].

This technique offers many advantages such as a high cooling capacity, the possibility of using the same medium for both energy transport and storage (thereby reducing losses during the heat exchange process), a constant temperature during heat exchange, high heat transfer rates to the phase change component due to the large surface area to weight ratio, a lower pumping rate and a higher heat transfer coefficient than a conventional single phase working fluid.

It is still difficult to give reliable predictions of flow characteristics in these systems, because the problem is heavily dependent on the system geometry and the experimental parameters such as flow and particle Reynolds numbers, particle size, and solids loading. Most of the existing correlations are entirely empirical, yielding poor accuracies when applied to systems other than those for which they were obtained [3]. These kind of technologies require an understanding of both the mixture flow and relative flow between the liquid and the solid phases.However, the mathematical modelling of solid-liquid two phase flow remains complex. In fact the distribution of suspended solid particles is not homogenous, which make changing the mixture thermal and rheological properties.

2. Modelling the paraffin slurry flow .

2.1. System description

The paraffin slurries are made of small particles of paraffin, stabilized in an organic porous polymeric matrix, suspended in water (Fig .1). The size of the particles is millimetric in order to minimize the supercooling phenomenon effect.

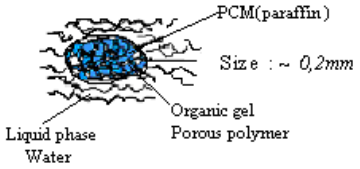


Fig. 1 Scheme of PCM particle in the paraffin slurry

The paraffin used in this work is a commercial product manufactured by EXXON it's called NORPAR 15. A spectrometric analysis shows that this product is a mixture of five paraffins: tetradecane (33%), pentadecane (43%), hexadecane (17%), heptadecane (5%) and octadecane (2%) . The melting temperature of this paraffin is close to that of the tetradecane (about 6 °C), and supercooling is less than 1 K, its latent heat of melting is about 134 kJ/kg.

In the present work, the rheoligical behaviour and the pressure drop of the stabilized paraffin slurry flowing inhorizontal rectangular channel of 1-m(Length)x0,08-m(Width)x0,006-m(Gap) have been analyzed (fig .2) .

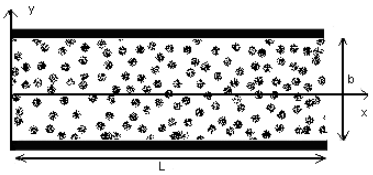


Fig. 2 Paraffin and water mixture flow in a rectangular horizontal channel

The slurry transportation is divided into three flow patterns (Fig. 3): homogenous flow, heterogeneous flow and stationary bed flow [4]. For the homogenous flow the slurry has high average velocity values and the distribution of solid particles is nearly uniform across the channel cross-section. But when the slurry flow rate decreases, the heterogeneous flow occurs because of the gradient distribution of suspended solid particles in the perpendicular direction to the channel axis with more particles in the upper part. For a reduced slurry flow rate, the moving bed layer at the top occurs with a heterogeneous flow in the bottom, for very low flow rate, the stationary bed at the upper part of the channel is observed [5].

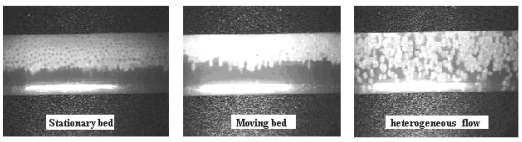


Fig. 3 Flow pattern of the paraffin slurry for 6% particles mass fraction

2.2. Governing equations.

The basic assumptions for the mathematical model are:

- The binary mixture of PCM paraffin particles and water is cosidered as continuous fluid.
- The PCM particles are supposed to be rigid spheres, with homogenous average diameter d_p verry smaller than the channel dimensions .
- The two phase steady state fluid flow is isothermal and incompressible.

The mixture model, based on a single fluid two phase approach, is employed in the simulation by assuming that he coupling between phases is strong, and particles closely follow the flow.The two phases are assumed to be interpenetrating, meaning that each phase has its own velocity vector field, and within any control volume there is a volume fraction of primary phase and also a volume fraction of the secondary phase. Instead of utilizing the governing equations of each separately, the continuity, momentum and energy equations for the mixture are employed. Therefore, the dimensional equations for steady state mean conditions are:

Continuity equation: $$\nabla(\rho_m \vec{v}_m) = 0 \quad (1)$$

Momentum equation: $$\nabla(\rho_m \vec{v}_m \vec{v}_m) = -\nabla p + \nabla \tau + \rho_m \vec{g} + \nabla(\sum_{k=1}^{n} \rho_k \varphi_k \vec{v}_{dr,k} \vec{v}_{dr,k}) \quad (2)$$

In equation (2), $\vec{v}_{dr,k}$ denotes the drift velocity for the secondary phase k, Paraffin particles in this study ,it's given by: $$\vec{v}_{dr,k} = \vec{v}_k - \vec{v}_m \quad (3)$$

ρ_m denotes the mixture density, it is expressed as follows:

$$\rho_m = \sum_{k=1}^{n} x_k \rho_k = x_p \rho_p + (1 - x_p)\rho_l \quad (4)$$

Where ρ_p and ρ_l are the paraffin particles and the liquid densities. ρ_l depends on the temperature θ expressed in Celsius in the range values from 0 to 50°C,it is given by :

$$\rho_l = 3.10^{-5}\theta^3 - 7,3.10^{-3}\theta^2 + 5,04.10^{-2}\theta + 999,1 \quad (5)$$

x_p denotes the PCM particles mass fraction.

The tensor stress τ is given by: $$\tau = \mu_m \nabla \vec{v}_m \quad (6)$$

In this work, the Bingham model has been used for describing the rheoligical behaviour of the paraffin slurry,where where the shear stress τ is given by the following equation:

$$\tau = \tau_0 + \mu_m \frac{du}{dy} \quad (7)$$

μ_m is the mixture's viscosity given by Thomas equation [6] and τ_0 denotes the yield stress.

Thomas equation takes into account the interactions between particles; it is given as follow:

$$\mu_m = \mu_l \left(1 + 2{,}5\,C + 10{,}05C^2 + 0{,}00273\exp(16{,}6C)\right) \quad (8)$$

The model is valid for the particles average concentrations up to C=0.625 and particle size ranging from 0.1 to 435µm. It considers that the flow is homogenous,but here ,the viscosity depends on the vertical coordinate (y) because C=C(y) changes in the vertical direction (heterogenous flow).The concentration C(y) is solution of the conservation equation for the dispersed particles which is expressed as :

$$\frac{\partial(\rho C)}{\partial t} + \nabla(\rho C\vec{v}_m) = -\nabla(\rho D_c \nabla C) + \nabla(\rho C(1-C)\vec{V}_r) \quad (9)$$

Here Dc is the local diffusion coefficient, and v_r is the relative velocity of the particles which is given by:

$$\vec{v_r} = \frac{\rho_p - \rho_m}{18\mu_l f_{drag}} d_p^2 (\vec{g} - \frac{\partial \vec{v_m}}{\partial t} - \vec{v_m}\vec{\nabla}\vec{v_m}) \quad (10)$$

The drag function f_{drag} is calculated by using Schiller and Naumann equations [7]:

$$f_{drag} = 1 + 0.15\,\mathrm{Re}_p^{0.687} \quad \text{if} \quad \mathrm{Re}_p \le 1000 \quad (11)$$

And

$$f_{drag} = 0.0183\,\mathrm{Re}_p \quad \text{if} \quad \mathrm{Re}_p \succ 1000 \quad (12)$$

After writing the governing equations, a numerical solution based on a code written in FORTRAN have been used to present the pressure drop for different values of mass fraction PCM mixture. The conservation equation of particles have been solved as well, and the concentrations of PCM solid particles have been given for some values of the fluid's average velocities.

3. Results and discussions.

Numerical resolution of equation (10) gives the particles concentration distribution in paraffin slurries with average mass fraction of 6% (fig.4) and 12% (fig .5) for some mean velocity values.For an average velocity of about 0,004ms^{-1} a moving bed appears both for concentrations of 6 and 12 %.However, when the velocity increases the heterogeneous flow occurs , it becomes nearly homogenous for high values of about 2,4m/s.

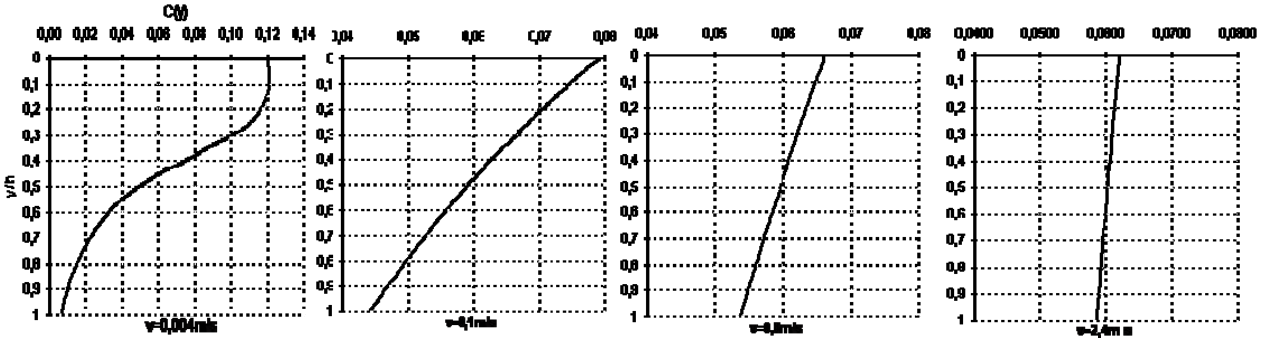


Fig. 4 Concentration profiles in horizontal rectangular channel (6% PCM particles)

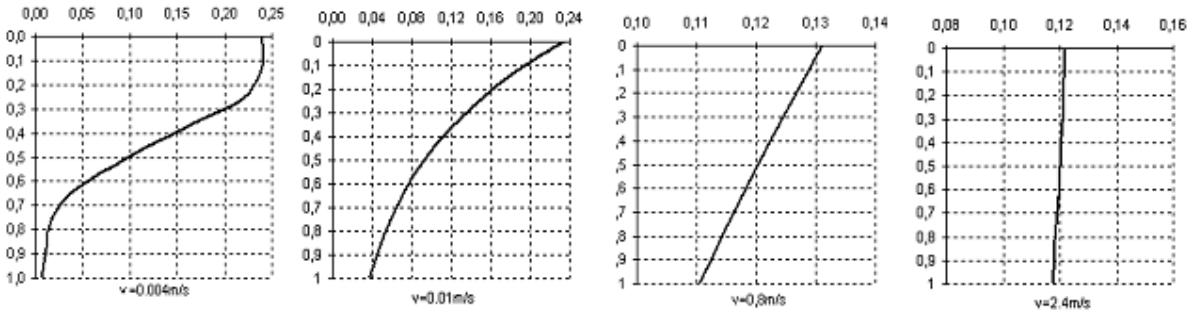


Fig. 5 Concentration profiles in horizontal rectangular channel (12% PCM particles)

The pressure drop of the paraffin slurry flow was numerically calculated .The first test was done for pure water(0%) and fig .6 gives the Pressure drop versus Reynolds number .A comparison between numerical and experimental data shows that they are in good agreement, and this validate the used model .

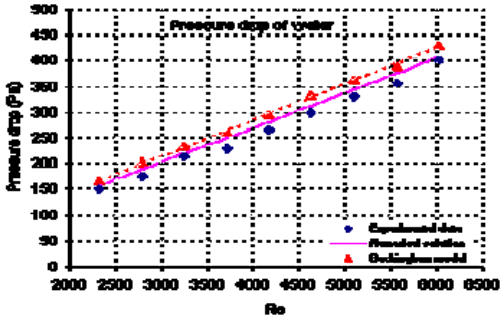


Fig.6: Pressure drop versus Reynolds number for water (Experimental and numerical results)

The fig.7 gives the calculated pressure drop compared to the experimental results for different values of concentration 0%, 6% and 12%.

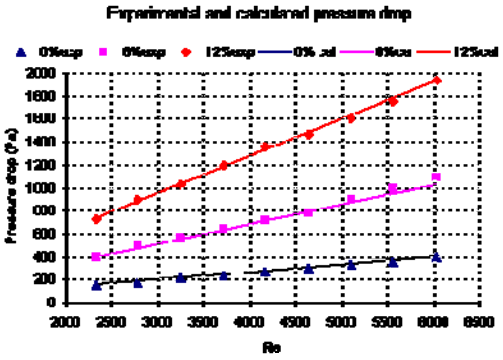


Fig .7: Pressure drop versus Reynolds number (Experimental and numerical results for water, 6% and 12%)

As it is shown in the fig.8, when the concentration decreases and the flow rate increases the pressure drop increases also, this means that the optimisation of the pumping power must be taken into account by choosing the best values of average concentration and flow rate in the channel for minimisation of the pressure drop, if we choose 6% for example, we can say that the pressure drop increases of about two times and a half, when the flow rate goes from 500Kg/h to 1500Kg/h.The pressure drop is an important quantity in the design of pumping

systems for slurries and liquid-solid flows. In addition to this pressure drop, settling of particles is an important concern for economical transport of liquid-solid flows bec ause

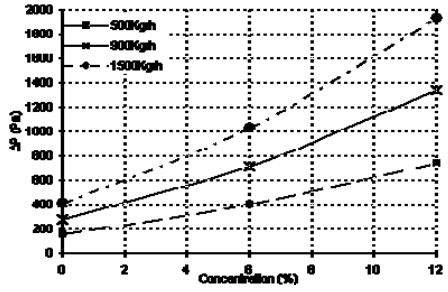


Fig.8: Pressure drop versus concentration for different flow rate values

it needs generally additional pumping power, flow blockage through restricted sections, and some other difficulties. In the present work, we have used non settling paraffin particles so there is no need to more supplied power for pumping the mixture through the cooling loop.

4. Conclusion.

In this study, the rheological behaviour of the paraffin and water mixture have been analyzed and the Binghamian model was valid by comparison of the experimental and the calculated results of pressure drop for water and paraffin slurries with 6% and 12 % average mass fraction.The gradient of concentration caused by the buoyancy effects has been studied and the paraffin concentrations presented. For low concentration values where stationary and moving beds are involved, or even for heterogeneous flows, so many repercussions would affect the heat transfer in the channel.

References.

[1] G Guiffant, P Flaud, L Royon. A phenomenological description of the progression of a freezing front in a slab. Application to a new heat storage material. Int Comm Mass Heat Transfer 1991;18:11–7.

[2] M.C. Roco ,"Multiphase Flow: Summary Paper".Powder Technology 88, 275-284, 1996.

[3] F.M. Julian, and A.E Dukler,"An Eddy Viscosity Model for the Friction in Gas-solid Flow". AIChE J. 11, 853-858, 1965

[4] P. Doron and D.Barnea, Flow pattern maps for solid-liquid flow in pipes , International journal of multiphase flow, 1996

[5] J.J.Vocaldo and M.E.charles. Prediction of pressure gradient for the horizontal turbulent flow of slurries.Proceeding of the 2nd international conference on the hydraulic transport of solids in pipes, Coventry, England. Paper no, C1,pp,1-12

[6] Thomas DG. Transport characteristics of suspension. Journal of Colloid Science 1965;20.

[7] L. Schiller, A. Naumann. A drag coefficient correlation. Z. Ver. Deutsch.Ing, 318-320.

The perspectives of biological methane and hydrogen production for use in electrical energy generation

Manuel Beardo Rodriguez de Zuloaga [1], Luis M. Fernández [2] and Francisco Jurado [3]

[1] Aqualia Gestión Integral del Agua, S.A., Avda. Virgen del Carmen, s/n 11201 Algeciras (Cádiz), Spain, mbeardor@fcc.es,

[2] Dpto. Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, Escuela Politécnica Superior de Algeciras, España, Avda. Ramón Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Cádiz), Spain, luis.fernandez@uca.es,

[3] Dpto. Ingeniería Eléctrica, Universidad de Jaén, Escuela Politécnica Superior de Linares, C/ Alfonso X, nº 28. 23700 Linares (Jaén), Spain, fjurado@ujaen.es.

Abstract.

Hydrogen will have an important role in the future energy system as a clean, CO_2-neutral energy source for use in fuel cell vehicles and for decentralized electricity generation in stationary fuel cell systems. Although the hydrogen can be actually produced from fossil sources, for the future, it would preferably be produced from renewable sources such as the electrolysis of water with renewable electricity, or by means of biomass gasification or (photo)biological hydrogen production. This paper presents a review of the status and perspectives of research and development (R&D) in the field of biological production of methane and hydrogen from biomass and/or sunlight for electrical energy production.

Keywords: bio - hydrogen, bio - methane, CO2-free, and renewable sources.

1. Introduction.

The future energy economy will have an important role for hydrogen as a clean and efficient replacement for the petroleum based economy we now live under.

99% of the hydrogen produced today comes from fossil fuels, primarily natural gas, with chemical production and renewable energy sources accounting for the rest. Catalytic steam reforming of naphtha or natural gas, gasification of coal, and electrolysis of water are some of the classical methods of hydrogen manufacturing currently in vogue. But all these methods are highly energy intensive, thereby incurring higher cost and not always environmentally benign [1]. On the contrary, biological processes are particularly useful for this application because they are catalyzed by microorganisms in an aqueous environment at ambient temperature and pressure. From thermodynamic perspective, as the organic substrates dissolved and diluted in wastewater are in a high entropy state, it is somewhat difficult to obtain their combustion enthalpy by mechanical means. Here comes the importance of biological hydrogen production process where microorganisms can recover and concentrate

the energy from high water content organic resources such as, industrial wastewater and sludges in a usable form [1].

The aim of this paper is to review the status and perspectives of research and development (R&D) in the field of biological production of methane and hydrogen from biomass and/or sunlight. The final products are designated bio-methane (biological methane) and bio-hydrogen (biological hydrogen) respectively.

Bio-methane and bio-hydrogen production methods are inherently extensive processes i.e. requiring relatively large process volumes. Furthermore the feedstock (wet biomass or biowaste) cannot be easily transported over large distances. Based on these two characteristics relatively small-scale production systems, located where bio-wastes or other biomass sources are available, are most likely. This leads to two possible configurations for the 'production to end-use chain'. Either the gas is used directly at the point of production or the gas is supplied to an existing grid for use at another location. The first type of system is indicated as 'stand-alone system' and the second as 'grid-connected production systems'.

The highest small-scale conversion efficiency from gas to electricity can be achieved by using hydrogen as a fuel for fuel cells. Polymer Electrolyte Membrane (PEM) fuel cells is characterized by high power density, specific power, low operating temperature, longevity, efficiency, good dynamic behaviour and the relativity ability to rapidly adjust to changes in power demand [2]. As a result of these characteristics, PEM fuel cells tend to be the best candidates for cars, buildings and smaller stationary applications [3].

In the conversion of biomass into hydrogen or methane, the energy conversion efficiency of bio-hydrogen production is higher than for bio-methane [3]. This would favour bio-hydrogen production, especially when hydrogen is the preferred energy carrier for electricity generation in low temperature Proton Exchange Membrane (PEM) fuel cells. Bio-hydrogen can be used directly in these cells, while methane requires reforming which will reduce the amount of generated electricity. "Green" bio-methane on the other hand has the advantage that it can be applied in the existing natural gas infrastructure, while a substantial market demand for hydrogen will only arise in 20 years or more. A further potential advantage of (bio)hydrogen is the possibility for CO_2 capture in the production phase as an additional, "bonus" opportunity to reduce overall CO2-emissions.

2. Hydrogen production processes.

At this section, we will overview biological methane (bio-methane) and some biological hydrogen (bio-hydrogen) production processes, and try to conclude which one will be worth to analyze and develop in the near future.

Methane production through anaerobic digestion of wastewater and residues is already broadly applied. In this process, hydrogen is an intermediary product that is, however, not available because it is rapidly taken up and converted into methane by methane-producing microorganisms.

In biological hydrogen production processes, hydrogen formation and consumption are uncoupled, so that hydrogen is available as the final product [3], [4].

Table 1 gives an overview of biological hydrogen production processes that are being explored in fundamental and applied research.

It is clear that this line of development can make a valuable contribution to a future hydrogen economy and to the targets for CO_2-free energy generation, through the intelligent exploitation of natural systems.

2.1. Photobiological hydrogen production

Photobiological production of hydrogen can be performed by photoautotrophic and photoheterotrophic microorganisms.

In photoautotrophic hydrogen production, solar energy captured by the photosystem is used to produce hydrogen and oxygen from water (biophotolysis of water). The main drawback of the process is that hydrogen and oxygen are produced simultaneously, which causes oxygen inhibition of the hydrogen producing enzymes. The efficiency can be increased to 3 - 10% by the immediate removal of the produced oxygen.

Photoheterotrophic hydrogen production uses captured solar energy and organic compounds as substrates. The maximum photochemical efficiency of photoheterotrophic hydrogen production can be calculated theoretically, and is approximately 10% (on full solar spectrum basis). With use of the theoretical photochemical efficiency and climatic data on sunlight irradiance, the theoretical maximum hydrogen production for a given location can be estimated. The area where we live Spain and Morocco should be good places for the development of this process. According to preliminary economic evaluations in the literature photobiohydrogen could potentially be produced at a cost of US $ 10-15/GJ. The development of low cost photobioreactors (Fig. 1) and the optimization of photosynthetic efficiency are major R&D challenges.

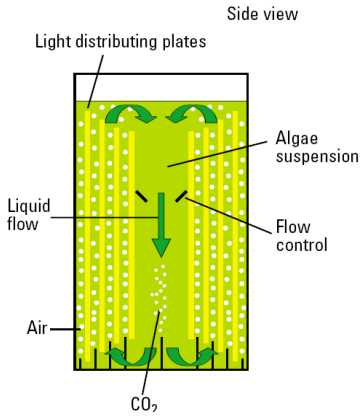


Figure 1. The design of the large-scale flat-plate photobioreactor

Table 1. Comparison of biological hydrogen production processes [5]

Process	**General reaction**	**Advantages**	**Microorganisms used**	**Maximum reported rate (mmol H_2/L h)**
Direct biophotolysis	$2\ H_2O + light \rightarrow 2\ H_2 + O_2$	Can produce H_2 directly from water and sunlight Solar conversion energy increased by tenfold as compared to trees, crops	Microalgae	0.07
Indirect biophotolysis	a) $6\ H_2O + 6\ CO_2 + light \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$ b) $C_6H_{12}O_6 + 2\ H_2O \rightarrow 4\ H_2 + 2\ CH_3COOH + 2\ CO_2$ c) $2\ CH_3COOH + 4\ H_2O + light \rightarrow 8\ H_2 + 4\ CO_2$ Overall reaction: $12\ H_2O + light \rightarrow 12\ H_2 + 6\ O_2$	Can produce H_2 from water Has the ability to fix N_2 from atmosphere	Microalgae, Cyanobacteria	0.36
Photo fermentation	$CH_3COOH + 2\ H_2O + light \rightarrow 4\ H_2 + 2\ CO_2$	A wide spectral light energy can be used by these bacteria Can use different waste materials like distillery effluents, waste, etc.	Purple bacteria, Microalgae	0.16
Dark fermentation	$C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O \rightarrow 12\ H_2 + 6\ CO_2$	It can produce H2 all day long without light A variety of carbon sources can be used as substrates It produces valuable metabolites such as butyric, lactic and acetic acids as by products It is anaerobic process, so there is no O2 limitation problem	Fermentative bacteria,	64.50-75.60
Two-stage fermentation (dark+photo)	a) $C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O \rightarrow 12\ H_2 + 6\ CO_2$ b) $CH_3COOH + 2\ H_2O + light \rightarrow 4\ H_2 + 2\ CO_2$	Stoichiometric yield of 12 mol H2 per mol hexose represents the ultimate target for biohydrogen	Fermentative bacteria, Purple bacteria	51.20

When the photochemical efficiency (PE) would be maximal (calculated as 10%) at all light intensities, still a large surface would be needed to reach a reasonable hydrogen production volume. In the southern Spain, 220 hectares would be needed for the production of 1 PJ (1015J) of hydrogen per year. The potential for renewable energy production is limited, but certainly not negligible. Furthermore the energy production potential per hectare is approx. 10-fold higher than for alternative energy crops while the output consists of clean H_2 (with 10-20 vol% CO_2) that can be applied directly in fuel cells. However, calculations have been done with favourable assumptions that are doubtfully met in practice.

2.2. Direct and indirect biophotolysis

A variety of microalgae and cyanobacteria are able to split water into hydrogen and oxygen with the aid of absorbed light energy. A bottleneck in this "direct biophotolysis" process is that the enzyme responsible for hydrogen production (hydrogenase) is inhibited by the oxygen produced. As a consequence, the photochemical efficiency (the fraction of the light energy that is stored in the produced hydrogen.) of this process is thus far much lower (<1% on solar light) than theoretically possible (10%). Several process variants are under development in which the inhibition of hydrogen production is prevented by separating the hydrogen from the oxygen production phase in space or time ("indirect biophotolysis").

To know more about direct biophotolysis (the photosystem of green algae), the structure of the photosynthetic machinery is shown in detail in Fig. 2.

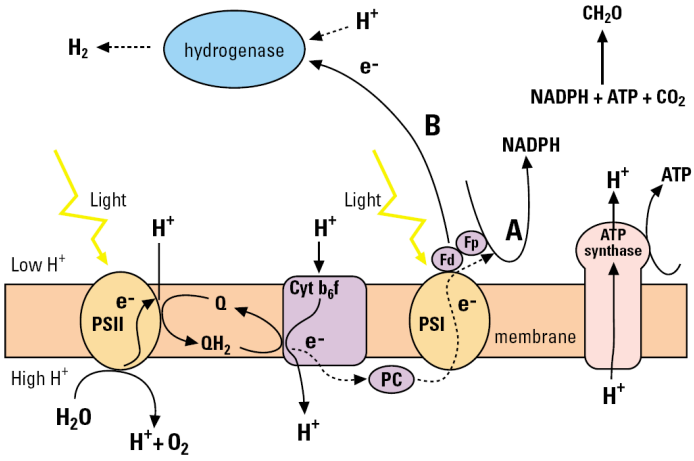


Fig. 2. The site of the 'light reactions': the thylakoidmembrane, linear electron transport and production of adenosine triphosphate (ATP) via a proton driving force.

In the case of indirect biophotolytic, the processes are being developed which separate the oxygen and hydrogen evolution stages in either space or time thus preventing O_2 inhibition. A well-studied indirect biophotolysis process employing spatial separation is based on green microalgae. In the first stage (consisting of open ponds) microalgae reduce CO_2 through photosynthesis into carbohydrates. In this phase O_2 is generated as a by-product of photosynthesis. In a second, anaerobic phase in closed (photo) bioreactors the stored carbohydrates are first converted into acetic acid in the dark. This step is followed by

conversion of the acetate in a photobioreactor with the aid of sunlight into H_2 and CO_2. The algal cells can then be recycled to the open growth ponds. The reactions are:

$$6\ H_2O + 6\ CO_2 + \text{light} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ H_2O \rightarrow 4\ H_2 + 2\ CH_3COOH + 2\ CO_2$$

$$2\ CH_3COOH + 4\ H_2O + \text{light} \rightarrow 8\ H_2 + 4\ CO_2$$

The 'overall' reaction is: $12\ H_2O + \text{light} \rightarrow 12\ H_2 + 6\ O_2$

A recent development of a process employing temporal separation is based on alternating the green microalga *Chlamydomonas reinhardtii* between a phase of photosynthetic O_2 evolution and carbohydrate storage and a phase of H_2 production in which metabolites are consumed. The H_2 production phase is enforced by sulphur (S) deprivation of the growth medium.

2.3. Dark fermentation and photofermentation

Many species of microorganisms are capable of producing hydrogen, which in nature is taken up immediately by hydrogen-consuming microorganisms. Therefore, development of a bio-hydrogen production process requires uncoupling of the action of hydrogen producers and hydrogen consumers, as well as optimization of the amount of hydrogen produced per unit of feedstock.

As mentioned previously, the final products of the (dark) fermentation are hydrogen but also acetic acid. This acetic acid can be further converted in a second reactor into hydrogen (and CO_2) by photosynthetic bacteria with the aid of absorbed light energy in a process called photofermentation. Photofermentations are processes in which organic compounds, like acetic acid, are converted into hydrogen and CO2 with sunlight by bacteria. Fig. 3 shows the photofermentation process by purple bacteria.

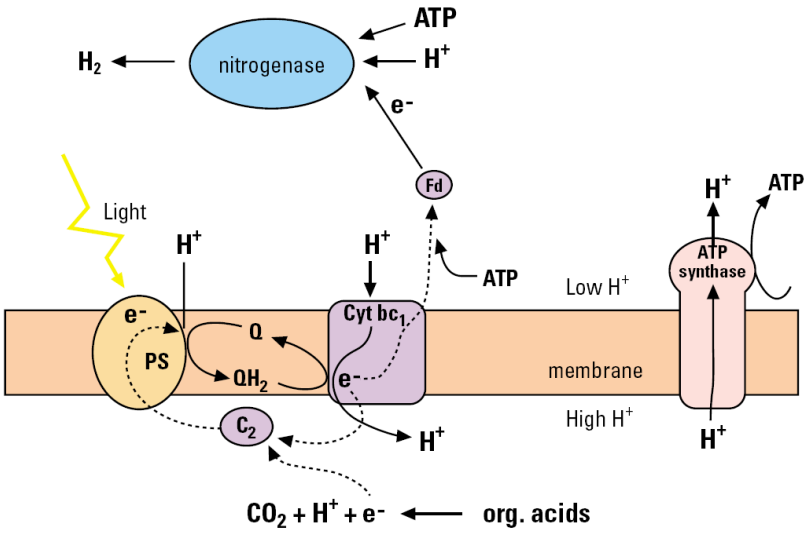


Figure 3. Photofermentation by purple bacteria.

It is shown in Fig. 4 the outline of the bioprocess for production of hydrogen from biomass in a 2 stage fermentation. Stage 1 is for heterotrophic fermentation of carbohydrates to hydrogen, carbon dioxide and organic acids. In stage 2 the photoheterotrophic fermentation of organic acids to hydrogen and carbon dioxide takes place.

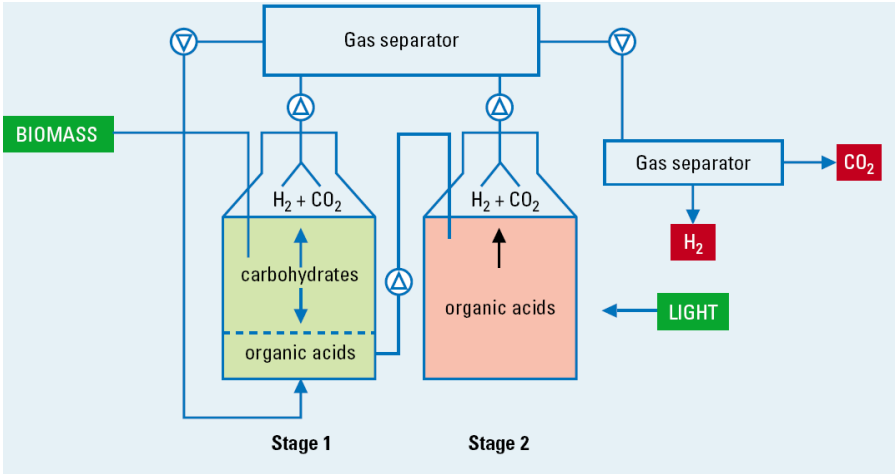


Figure 4. Outline of the bioprocess for production of hydrogen from biomass in a 2 stage fermentation

The two-stage bioprocess with hydrogen as the sole final product shows potential for sustainable hydrogen production which is favourable as compared to other sustainable hydrogen production processes. The energy demand of the bioprocess should be covered by utilization of the non-fermentable residual biomass. Further development is however required, particularly for the photofermentation stage.

3. Conclusions.

Biohydrogen holds the promise for a substantial contribution to the future renewable energy demands. However, extensive research and development efforts are required for developing biohydrogen production methods for commercialization.

References

[1] K. Nath, D. Das. Biohydrogen production as a potential energy source – Present state of art. Journal of Scientific & Industrial Research, vol. 63, September 2004, pp. 729-738.
[2] G. Hoogers, Fuel Cell Technology Handbook, Ed. CRC, 2003.
[3] J. H. Reith, R. H. Wijffels and H. Barten. Bio-methane & Bio-hydrogen. Dutch Biological Hydrogen Foundation, 2003.
[4] R. Cammack, M. Frey, and R. Robson. Hydrogen as a fuel: learning from nature. Taylor and Francis, London. 2001.
[5] S. M Kotaya, D. Das. Biohydrogen as a renewable energy resource – Prospects and potentials. International Journal of Hydrogen Energy, vol. 33, no. 1, January 2008, pp. 258-263.

Revisión de Técnicas de Detección de Fallos en Aerogeneradores

José Díaz García[1], José Ramón Sáenz Ruíz[2] y Higinio Sánchez Sainz[3]

[1] Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, Chile, 1, España, jose.diaz@uca.es
[2] Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, Chile, 1, España, joseramon.saenz@uca.es
[3] Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cádiz, Chile, 1, España, higinio.sanchez@uca.es

Abstract. Nowdays, wind energy is one of the most relevant ways to obtain power energy from renewable resources. Once the wind turbine is working, one of the most important issues is the maintenance of this system. Obviously, between the different types of maintenance, the most important is the predictive maintenance in order to preserve the continuity of the production. So, it is very important to know the different types of maintenance techniques that we can apply in these devices. This work present an overview of the main maintenance techniques used with induction electric machines.

Keywords: wind generators, inductions machines, on-line maintenance, faults detection.

1. Introducción

Los combustibles fósiles, en los que se basa nuestro modelo energético actual, son altamente contaminantes y además tienen fecha de caducidad.

Dos son las herramientas fundamentales para resolver los problemas anteriormente reseñados:

Desarrollo de energías alternativas y un consumo más racional de las mismas.

El estudio de la energía eólica encuentra justificación tanto en el importante y rápido desarrollo tanto a nivel nacional (Tabla I), como internacional (Tabla II).

En Marruecos por ejemplo: en el sureste de Tánger disponen 165 aerogeneradores con una potencia total de 140MW. En Tarfaya genera una potencia de 200MW ampliable a 300MW para 2011 [1]

Ventajas de la energía eólica: no contaminante, no produce residuos, puede instalarse en espacios no aptos para otras fuentes, puede convivir con otros usos del suelo (zonas montañosas, granjas marinas, cultivos), genera puestos de trabajo, son rápidas de modificar, cambiar o desmontar.
Puede combinarse con otros tipos de energías (solar, maremotriz, hidrógeno o fotovoltaica). Permite su instalación en lugares cercanos a los puntos de consumo y es una energía autóctona, lo que permite mayor independencia tanto económica como política de otros países.

Tabla I. Desarrollo a nivel nacional

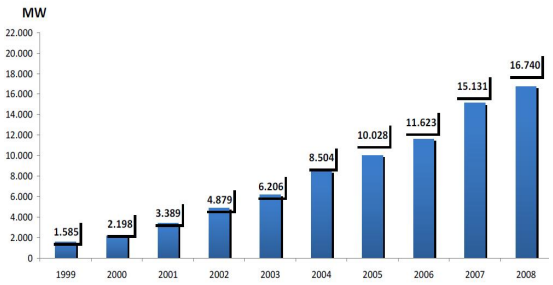
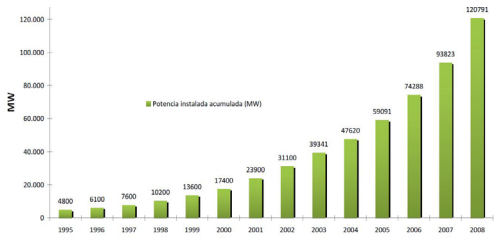


Tabla II. Producción mundial



Las directrices en España en el futuro más próximo de la energía eólica son:

I) Permiso de instalación de nuevos parques en donde no existan.
II) Incremento de la potencia en los parques ya instalados.
III) Instalación de nuevos parques en la mar.

El tercer punto de la anterior lista de directrices, la producción de energía eólica en la mar, conlleva una mayor dificultad en las labores de mantenimiento debido a: mayores distancia a los centros de mantenimiento, mayores dificultades para los accesos, la dependencia del tiempo climatológico así como el gran inconveniente de los medios necesarios en caso de tener que izar grandes piezas para su cambio.

Por ello deberemos aprender de la experiencia del mantenimiento de los parques ya existentes en tierra y aplicarlos a los aerogeneradores ubicados en los parques marinos; sobre todo en lo concerniente al mantenimiento on-line

Los objetivos de la futura Tesis son investigar los diferentes componentes de tren de potencia, formado por la multiplicadora y el generador (Fig. 1) de los aerogeneradores para identificar la/s posible/s variable/s que puedan ser investigadas y desarrolladas cono herramientas para detectar prefallos en el funcionamiento del mismo.

Una vez detectada el prefallo, un sistema SCADA (Control supervisado y adquisición de datos) posibilita su información de forma instantánea al punto de supervisión del parque eólico.

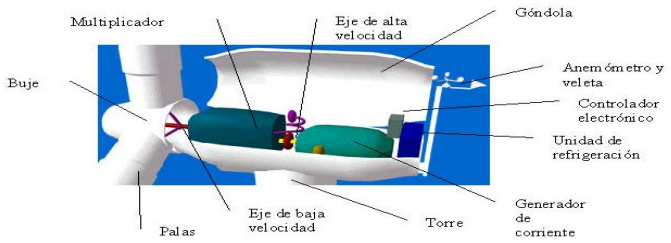


Figura 1. Componentes de un aerogenerador

La justificación de dicha elección viene motivada porque dentro de los diferentes componentes que integran un aerogenerador, el tren de potencia, formado básicamente por la

multiplicadora y el generador eléctrico, es de los componentes que sin ser el de mayor índice de averías si es de los que mayor tiempo de parada producen en el aerogenerador [2-5]

1.1. *Precedentes del tema*

Estudios realizados por "KTH School of Electric Engineering" entre 1997/2004 en diferentes parques eólicos situados en Suecia, Finlandia y Alemania demostraron que el conjunto formado por la multiplicadora y el generador eléctrico tenían el mayor índice de averías (sumando los dos componentes), y el que mayor tiempo de parada producía entre los diferentes componentes del aerogenerador[5].

1.2. *Estado actual del tema*

En la actualidad se está trabajando en los fallos del tren de potencia, en parte buscando un mejor diseño y en parte buscando una mejor atención en su mantenimiento.

La multiplicadora es un elemento muy fiable y si se realiza correctamente su mantenimiento no suele dar problemas. No obstante habría que intentar dentro de lo posible la estandarización de sus componentes, ya que debido al gran número de fabricantes, así como al aumento constante de tamaño de los aerogeneradores (para conseguir mayor potencia), existe cierta dificultad a la hora de encontrar repuestos, lo que incrementa los tiempos de paradas.

El otro elemento importante del tren de potencia es el generador eléctrico. Es el elegido por este doctorando para localizar una/s variable/s que permita la detección de prefallos.

Los aerogeneradores actuales suelen tener montados en su gran mayoría generadores asíncronos de inducción con rotor Jaula de Ardilla.

Los motores de inducción tienen la ventaja de su fiabilidad, bajo precio y fácil mantenimiento y reparación frente a otros tipos de motores, y a ello deben su gran nivel de utilización, ya que suponen alrededor de un 80% de las máquinas eléctricas existentes en el mercado.[6-7]

En cuanto a la aplicación de dichos motores en la obtención de energía eléctrica no, debe olvidársenos el régimen transitorio al que se ven sometidas dichas unidades como consecuencia de la no uniformidad del viento

1.3. *Referencias.*

Dos grandes grupos de investigación, entre otros, vienen trabajando en España sobre la localización de averías en máquinas eléctricas rotativas.

A) Universidad de Tecnología Industrial, Campus de Viesques Gijón. Formado por: Manés Fernández Cabanas, Manuel E. García Melero, Gonzalo A. Alonso Orcajo, José Manuel Cano Rodríguez.

B) Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Ingeniería Eléctrica. Formados por Manuel Pineda Sánchez, Elías Hurtado Pérez, Rubén Puche Panadero, J. Roger Folch, Pérez Cruz.

Dichos grupos se han centrado en encontrar variables eléctricas que permitan detectar el inicio de algún tipo de fallo y con ello tomar las siguientes medidas: clasificación del tipo de avería, determinación del personal necesario para la reparación, información técnica, localización de repuestos, tiempo estimado de reparación, previsión de medios auxiliares (carretillas, cabrias).

Tres son las variables básicas existentes entre las máquinas eléctricas rotativas estudiadas por los grupos anteriormente citados y los utilizados en los aerogeneradores:

1ª) Los estudios están realizados sobre motores y no sobre generadores.

2ª) La potencia de los motores, sobre todo los experimentados por la Universidad de Valencia, se circunscribe a motores de pequeña potencia frente a los de gran potencia utilizados en los aerogeneradores, 350kW, 500kW e incluso la tendencia a alcanzar los 2MW.

3) Existe una gran diferencia en cuanto al régimen de trabajo. El funcionamiento de los motores estudiados, sobre todo Gijón, es en régimen permanente y los generadores en los aerogeneradores están sometidos a regímenes transitorios**.**

2. Metodología Experimental

2.1. *Posibles métodos de detección de prefallos on-line.*

A) Obtención del espectro de frecuencias de la corriente del estator

Se sabe que la corriente realimentación de la máquina eléctrica es una de las magnitudes que contiene más información sobre el estado de la misma. Por ello está siendo una de las magnitudes más utilizadas, para detectar y diagnosticar posibles fallos en la misma. [6-7]]

B) Vector complejo de Park

Permite referir las variables de una máquina trifásica a un sistema de dos ejes en cuadratura. El módulo de la corriente del Vector de Park contiene una dominante en continua y una componente alterna cuya existencia está directamente relacionada con las asimetrías del motor, sirviendo a su vez para detectar cortocircuitos en los devanados del estator. [7-8]

C) Flujo Axial

Debido a las pequeñas imperfecciones en la fase de construcción de los motores, existen pequeños desequilibrios en las corrientes. Todo ello genera la presencia de corrientes de secuencia negativa en el motor, sumando a este efecto el desequilibrio en las corrientes en las cabezas de las bobinas, lo que crea un flujo en el sentido axial del motor. Si colocamos unas bobinas en el extremo del motor de forma concéntrica a su eje, podremos medir el flujo axial y como consecuencia, reconocer prefallos. [6][8]

D) Par electromagnético

El par de un motor de inducción se crea a partir de los enlaces de series de armónicos estatóricos y rotóricos, como consecuencia de dichas interacciones se produce el giro de la máquina.

Mediante el par interno electromagnético que se obtiene a partir de las medidas de las corrientes y tensiones instantáneas de la máquina y su comparación con los valores patrones podremos detectar desbalanceos. [7]

E) Potencia instantánea

El análisis de la potencia total consumida por el motor, de algunas potencias parciales sirven para detectar prefallos en las máquinas de indución. [8]

F) Impedancia de secuencia inversa

Todo sistema trifásico desequilibrado puede descomponerse en dos sistemas trifásicos equilibrados de distinta secuencia más un conjunto de fasores con igual fase. Los primeros son llamados sistemas de secuencia directa e inversa y los últimos, sistemas de secuencia cero u homopolar. Las relaciones entre las corrientes y los voltajes de secuencia quedan determinadas por las impedancias de secuencia directa, inversa y cero.

Mientras la impedancia de secuencia directa resulta muy dependiente del estado de carga del motor, la de la secuencia inversa es prácticamente independiente y además es muy susceptible a cortocircuitos en los devanados del estator. Por ello es adecuada para la obtención de prefallo.[6] [8]

G) Redes neuronales

Se prepara las red neuronal para que pueda predecir el valor de la corriente de secuencia negativa del motor y extraer conclusiones basadas en reglas que son desarrolladas a partir de conocimientos empíricos.[8]

2.2. *Equipos*

Lo ideal sería contar al menos con dos generadores similares a los montados en los aerogeneradores, una unidad sana que nos serviría como referencia y otra para provocar averías similares a las que usualmente se suelen producir, pero ello indudablemente sería costoso.

También resultaría complejo contar con los demás medios (sobre todo la reductora) que forman el tren de potencia en el aerogenerador. Por todo ello deberemos realizar simulaciones que nos permitan acercarnos lo más posible a la realizar simulaciones que nos realidad del aerogenerador.

Como herramienta de simulación utilizaremos MATLAB/SIMULINK. Esta es una herramienta que nos permite la simulación del funcionamiento del sistema aerogenerador en régimen transitorio mediante el correspondiente modelado de todos sus elementos.

Dichas simulaciones las completaremos con ensayos en los laboratorios de la Escuela Superior de Ingeniería así como con los posibles datos que podamos obtener de parques eólicos y de los fabricantes de aerogeneradores.

3. Ventajas e inconvenientes de los métodos de detección.

Cada técnica de diagnóstico antes reseñadas tienen sus ventajas y desventajas en función del tipo de máquina a estudiar y al tipo de prefallos a localizar. En todos los casos es interesante realizar seguimientos periódicos de las variables a estudiar.

A) Espectros de frecuencias de la corriente de estator

Sirve para detectar barras cortadas en el rotor, cortocircuitos en el estator, excentricidades, desalineación entre ejes.

Inconvenientes. Los cortocircuitos se desarrollan con mucha rapidez. En el caso de las barras rotas y la excentricidad hay que realizar un filtrado de aquellas frecuencias originales que tienen todos los motores, así como de las introducidas por los aparatos de medidas. [6-7]

B) Vector de Park

Sirve para detectar barras cortadas en el rotor, cortocircuitos en el estator y excentricidades.

Inconvenientes. El diagnóstico se ve condicionado por el estado de la carga, funciona mejor cuanto más se acerca a su carga nominal. Para detectar la excentricidad es preciso siempre que el motor cuente con más de dos polos. [7-8]

C) Flujo axial

Sirve para detectar barras cortadas, asimetrías rotóricas

Inconvenientes. Hay quien opina que es un método invasivo. Es necesario investigar más a fondo el efecto que tiene sobre el flujo los aspectos constructivos de la máquina. [6][8]

D)Par electromagnético

Detecta cortocircuitos en el devanado estatórico y fallos en el sistema de transmisión mecánica.

Inconveniente. Comprobado solo en pequeños motores y un par de polos. [7]

E) Potencia del motor

Detecta fallos del rotor.

Inconveniente. Presenta mayor complejidad y se requieren tanto la medida de las corrientes de estator como de los voltajes aplicados en bornes del motor. [8]

F) Impedancia de secuencia inversa

Sirve para detectar cortocircuitos en el estator.

Inconvenientes. La medida de la impedancia inversa entraña una gran dificultad debido a la influencia que presentan los pequeños errores de cálculo. Los regimenes transitorios térmicos influyen considerablemente en su valor por lo que su medida presenta un cierto grado de dispersión. [6][8]

G)Redes Neuronales

Sirve para detectar cortocircuitos en devanados de estator.

Inconvenientes. Requiere monitoreo constante de las variables eléctricas del motor. [8]

4. Conclusiones

Dadas las desfavorables condiciones a las que se ven sometidos los aerogeneradores, en cuanto a trabajo se refiere (variación constante de carga, par, inercia,..etc) tendremos que valorar la posibilidad de aplicar conjuntamente varias de las técnicas anteriormente descritas. Espectro de frecuencia de la corriente de estator y flujo axial [9], así como

complementarlas con otra/s variable/s ej, vibraciones, temperaturas, revoluciones,… etc. Todo ello con el fin de desarrollar sistemas expertos capaces de detectar prefallos en el tren de potencia y así poder actuar a tiempo en su pronta reparación.

5. Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a "EL AULA DEL ESTRECHO" por permitir la exposición del trabajo, así como su aporte financiero.

6. Referencias.

[1] Sandra Varela Fernández; "Avanza energía eólica en Marruecos", Erenovables.com; http://erenovable.com/2009/10/22; 22/10/2009.

[2] Ribrant,Johan;Berttling;LinaMargareta.,"Survey of failures in wind power systems with focus on Swedish wind power plants during 1997/2005".IEEE Transactions on nergy Conversión.,v22,n1,Marc ,2007;p 167-173.

[3] Reliability performance and maintenance-A survey of failures in power systems. Johan Ribrant. KTH School of Electrical Engineering 2005/2006.

[4] Robb, Drew; "Big offshore wind turbine test well". Engineering Village, Power eng Barrington III, v108, July 200[1] Avanza la energía eólica en Maruecos. Revista de energías renovables. http://renovables.com/2009 4, p 16-18

[5] Infield David, "Condition Monitoring of Wind Turbine" Loughborough Unniversity –CREST- 205/2007. http://www.hie.co.uk.

[6] Manés Fernández Cabanas, Manuel E. García Melero; Gonzalo A. Alonso Orcajo, José Manuel Cano Rodríguez; Univ. de Tecnología industrial, Campus de Viesques Gijón.

[7] Manuel Pineda Sánchez; Elías Hurtado Pérez; Rubén Puche Panadero; J.Roger Folch; Pérez Cruz; M. Riera Guasp; Univ. Politécnica de Valencia. Dpto. de Ingeniería Eléctrica.

[8] C. J. Veruchhi; G. G. Acosta; "Técnicas de Detección y Diagnóstico de Fallos en Máquinas Eléctricas de Inducción. IEEE Latin America Transactions, March2 NO.1, March 2007.

[9] Carlo Concari; Giovanni Franceschini; Carla Tassoni; "Diferencial Diagnosis Base on Multivariable Monitoring to Asess Inducton Machine Rotor Conditions" ; IEEE Transactions On Industriual Electronics, Vol 55, Nº 12, December 2008.

Off-Shore Wind Farm: State of art

Carlos Luís Luís, Carlos Andrés García and Luis M. Fernández

Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, EPS Algeciras, Av. Ramon Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Spain). carlosandres.garcia@uca.es, luis.fernandez@uca.es

Abstract. The development and implementation of the renewable energy resources, have reduced emission of millions of tonnes of CO2 as well as a significantly reduction of fossil fuel imports. Of all the renewable sources, wind energy is the most sustainable alternative to the current and future demand. Nowadays, onshore wind farms have a proven technology, but with a limited development; instead of that offshore wind farms are becoming a perfect alternative. Today, the costs of offshore wind energy production are higher than those of onshore: expectations are that several factors working together will make the development of offshore wind energy sources more cost-effective, reducing some barriers and risks; with challenges in policy, market, technological development, grid integration and environmental requirements.

Keywords: Wind energy, Off-shore wind farms, electrical systems, grid support

1. Introducción.

Las energías renovables evitan la emisión de millones de toneladas de CO2 a la atmósfera, nos ahorran una importante factura exterior al no tener que importar combustibles fósiles, no generan residuos y contribuyen a una mejor distribución territorial de la riqueza. Son, en definitiva, una oportunidad y una obligación para asegurar un desarrollo sostenible.

Dentro de las posibilidades energéticas y medioambientales de las distintas energías renovables, la eólica por su carácter limpio e inagotable, permite un gran desarrollo como recurso endógeno en aquellas áreas que cuentan con el potencial necesario para su aplicación. La tecnología evoluciona hacia una mayor eficiencia en la recuperación de la energía del viento y hacia una apertura de nuevos horizontes en la búsqueda de nuevos emplazamientos.

La energía eólica terrestre ha crecido enormemente durante esta década llegando a ser un considerable porcentaje de la producción eléctrica en ciertas regiones (como Dinamarca, Schleswig-Holstein en Alemania y Gotland en Suecia). Sin embargo, presenta inconvenientes como el uso del suelo, reducción del ruido e impacto visual. Una solución a estos inconvenientes es la tecnología eólica marina que, en una franja marina próxima a la costa, ya es una alternativa. Entre otras, tiene las siguientes ventajas:

- La disponibilidad de áreas grandes continuas, convenientes para proyectos principales.

- Velocidades de viento más altas, que generalmente aumentan con la distancia a la orilla.
- Menos turbulencia, por lo tanto aerogeneradores más eficaces y con menos cargas de fatiga.
- Menor cizalladura del viento, por lo tanto se pueden utilizar torres más bajas.

La mayor desventaja actualmente está relacionada con:

- Las instalaciones marítimas son más caras
- La integración a la red eléctrica es más compleja. Escasez de puntos de conexión o sin capacidad para absorber la energía generada.
- Los procedimientos de instalación son más caros y restringidos, debido a condiciones meteorológicas
- Operación y mantenimiento de la instalación debido a un acceso limitado durante la explotación.

Sin embargo, el coste de los aerogeneradores está disminuyendo y se espera que esto siga siendo así durante esta década y una vez que se adquiera la suficiente experiencia en la construcción de este tipo de instalaciones, la industria de la construcción reducirá los costes económicos.

La integración a la red eléctrica muestra mayor complejidad al estar en medio marino, por lo que será necesario analizar el comportamiento del aerogenerador en su conjunto. Se estudiará el comportamiento eléctrico de los aerogeneradores ante las distintas variaciones de carga que puede sufrir y analizar el comportamiento de los distintos componentes del sistema eléctrico para corregir comportamientos anómalos y poder optimizar el acoplamiento a la red.

2. Condiciones marinas.

Las velocidades de los vientos offshore son mayores que los vientos costeros a nivel de mar. A diez kilómetros de la costa, las velocidades de los vientos aumentan hasta en un 25%, además presentan menos turbulencias que los terrestres y los vientos cortantes son menores.
Los vientos extremos en el mar son generalmente muy parecidos a los que se encuentran próximos a las costas. El bajo nivel de turbulencias hace que la probabilidad de tener rachas de viento sea pequeña, aunque en general la velocidad media total sea mayor.

El diseño de los parques *offshore* también obliga al conocimiento del oleaje, sobre todo de las condiciones extremas del mismo. Generalmente, la altura de las olas aumenta con la velocidad del viento.

En las zonas donde se congela totalmente el mar, no se va a tener acceso a los generadores durante estos períodos de tiempo, que pueden llegar a durar incluso meses.

Otros factores que se tienen en cuenta son:
• La profundidad y la distancia a tierra
• El tipo de suelo
• Rutas marítimas
• Zonas de prácticas militares
• Zonas de dragado
• Zonas conocidas en las que puede haber municiones, explosivos o materiales peligrosos

• Zonas en las que hay conducciones de gas, electricidad
• Reservas naturales

Estos factores son aditivos y hacen que se vayan descartando áreas.

Otro punto que ha ido adquiriendo mayor importancia en los últimos años es la unión a la red eléctrica terrestre. Esto puede descartar zonas costeras en las que instalar los parques eólicos.

3. Tecnología de aerogeneradores

Inicialmente se partió de los modelos *onshore* y se adaptaron para que pudiesen funcionar como *offshore*. Esta adaptación principalmente consistió en adecuar las estructuras para protegerlas contra la corrosión y en evitar la entrada de aire con salitre en los instrumentos de control. En la mayor parte de los estudios posteriores se crearon máquinas optimizadas para el ambiente marino en las que además se tenía en cuenta la mayor velocidad de los vientos. La mayor capacidad de las máquinas y su mayor tamaño permitía obtener mejoras en el rendimiento de las mismas.

Algunas de las modificaciones que se hicieron son:
• Torres y góndolas herméticas
• Sistemas deshumidificadores
• Acabados superficiales anticorrosión
• Una pequeña grúa en la góndola para poder subir elementos de poco peso.
• Transformadores y equipos eléctricos dentro de las góndolas
• Intercambiadores de calor para refrigerar la góndola
• Mayores puertas de acceso para evitar en invierno su congelación

Además, la velocidad de giro de los rotores se aumentó en un 10 %. De este modo se aumenta la energía capturada. Esto es factible debido a la mayor velocidad de los vientos.

Una vez que los parques offshore se empezaron a analizar e inspeccionar, se comenzó a hacer más cambios en el diseño. Por ejemplo, generadores de 2 palas. Estos son más ligeros y el transporte es más sencillo ya que se tiene una pieza de gran tamaño menos.

Generalmente, este tipo de máquinas tienen una velocidad de rotación más grande y por lo tanto niveles de ruidos más elevados, no siendo este un factor tan importante como en los *onshore*. El impacto visual de los generadores de 2 palas también es menor que el de 3 palas, aunque su eficiencia energética está entre 1-2 % menos que los otros. Este factor puede compensarse por el hecho de que sea menor su peso y las facilidades que presentan para transportarlos.

4. Estructuras de soporte *Offshore*

Se han propuesto una gran cantidad de virolas diferentes en proyectos offshore. No hay unas reglas establecidas ni unas claves para escoger un tipo u otro, ya que esto depende entre otras cosas, del tipo de suelo (cama) que tenemos en el lecho marino, de la distancia a tierra y de las cargas que va a soportar debido al viento y el oleaje. Podemos distinguir tres tipos diferentes de virolas:

• De gravedad (GBS – *Gravity Base Structures).* No tienen porqué ser estructuras macizas originalmente, pueden ser grandes estructuras huecas que se flotan para llevarlas a su sitio y entonces se rellenan con arena u otros elementos pesados para que se queden fijas en su sitio definitivo. El inconveniente es que estas estructuras suelen ser caras debido al gran volumen del material. La forma cónica de la estructura favorece la no formación de hielo.

• Estructuras tubulares: De este tipo hay varias diferentes. Desde la más sencilla, "monopilar", hasta los diferentes tipos de trípodes que distribuyen las cargas en grandes áreas.

• Estructuras flotantes: Constan, básicamente, de un gran cilindro que hace de contrapeso al resto de la estructura. La estructura se ancla al fondo marino en tres puntos para evitar que sea arrastrado por los vientos y/o corrientes marinas. La primera estructura flotante se ha instalado el pasado mes de diciembre en las costas de Dinamarca.

Hasta el momento, la mayor parte de los parques offshore se han construido con estructuras apoyadas en el fondo (GBS) en aguas poco profundas (hasta 5 m de profundidad) y con estructuras de tipo monopilar en profundidades medias (más de 5 metros).

El diseño de estructuras no rígidas puede ser beneficioso ya que se reducen las cargas y por tanto se reducen los costes, pero esto tiene como parte negativa que se produce fatiga siendo este un elemento difícil de analizar.

5. Conexión a red

Podemos inicialmente definir que existen dos soluciones completamente diferentes para la interconexión de dos redes de potencia:

1. Un enlace en corriente alterna, HVAC (High Voltage Alternating Current)
2. Un enlace en corriente directa, HVDC (High Voltage Direct Current)

Un enlace en corriente alterna (HVAC) es la solución natural si las frecuencias de las dos redes a interconectar son las mismas. Si no fuera así la solución natural es un enlace en corriente continua (HVDC). Aún siendo las frecuencias de las dos redes a interconectar la misma, hay casos donde un enlace en HVAC no satisface los requerimientos impuestos a la interconexión o es más cara que un enlace en HVDC.

5.1. Interconexión con HVAC

Una interconexión en corriente alterna obligará a los dos sistemas, previamente independientes, a operar en sincronismo. Por lo tanto será necesario coordinar sus controles de frecuencia, establecer reglas comunes para la generación de reserva primaria y secundaria, rechazo de carga y límites para la variación de frecuencia en estado estacionario y transitorio, etc. Esto implica posibles modificaciones en el control de generadores y procedimientos de operación en los centros de despacho.

El control del flujo de potencia en una interconexión en corriente alterna puede ser indirectamente controlado con los generadores en una de las redes para obtener el intercambio deseado con la otra red. Sin embargo, cualquier perturbación, como la pérdida de una máquina o de carga en uno de los sistemas causará un desequilibrio que resultará en un cambio de flujo de potencia en la interconexión. Esto implica que una interconexión en corriente alterna solamente funcionará correctamente si es suficientemente fuerte para mantener los dos sistemas en sincronismo durante diferentes contingencias.

El estado transitorio de una interconexión es igualmente importante de considerar. La situación es especialmente difícil si el enlace es de gran longitud.

5.2. Interconexión con HVDC

Un enlace de HVDC tiene normalmente dos (o más) estaciones de conversión, conectadas a las redes de corriente alterna. Estas estaciones están interconectadas por medio de líneas aéreas, cables submarinos o subterráneos o en configuración "Back-to-Back", donde el rectificador y el inversor se encuentran en la misma subestación.

La mayoría de los enlaces HVDC con línea aérea son construidos en forma bipolar. Éstos son equivalentes a un doble circuito en corriente alterna ya que cada polo puede ser operado en forma independiente del otro.
El nivel de voltaje de HVDC es elegido para obtener la mejor solución técnico-económica del enlace completo y no es necesario coordinarlo en el nivel de voltaje del lado de CA. Al contrario de la corriente alterna, donde se encuentran dificultades cuando la distancia a transmitir es considerable, con HVDC no hay límites técnicos.
Una de las características fundamentales de un enlace con HVDC es su asincronismo, las redes conectadas al rectificador y al inversor no necesitan estar sincronizadas. Interconectando dos redes con HVDC permite mantener el control de frecuencias separado. Una perturbación en una de las redes que resulte en un cambio de frecuencia no afectará la potencia transmitida por el enlace y no hay ningún riesgo de inestabilidad en la interconexión.
La posibilidad de controlar exactamente el nivel de potencia transmitida es una de las ventajas del HVDC. Este control es realizado electrónicamente por los sistemas de control en las estaciones de conversión. El hecho de que la potencia transmitida por el enlace de HVDC sea controlada de forma continua imposibilita la sobrecarga del enlace y la consecuente pérdida de éste cuando más se necesita.

5.3. Transmisión de la energía

La conexión de un parque eólico marino con la costa también puede realizarse en corriente alterna de alta tensión HVAC o en corriente continua de alta tensión HVDC. Con esta última tecnología tenemos dos opciones: convertidor de línea conmutada (LCC) y convertidor fuente de tensión (VSC).

5.3.1. Transmisión en corriente alterna, HVAC. Un sistema de transmisión en HVAC lo componen los siguientes elementos: un sistema de recogida en corriente alterna dentro del parque, posiblemente un centro de transformación en el mar que incluya compensación de potencia reactiva, cables trifásicos HVAC, y ya en la costa un compensador estático de potencia reactiva (VAR).
Para distancias grandes a la costa, la compensación de la potencia reactiva se hace indispensable y además necesaria en la parte terrestre y marítima.
Es preciso mencionar que la principal desventaja de la solución HVAC en parques eólicos de gran capacidad y a cierta distancia de la costa, sería la significativa pérdida de carga. Además de suponer que un aumento en el nivel de tensión, implicaría un costoso equipamiento y cables submarinos más caros.

5.3.2. Convertidor de línea conmutada (LCC), basada en HVDC. Esta tecnología requiere comparativamente grandes estaciones convertidoras tanto en tierra como en mar, además de un servicio auxiliar en las estaciones marinas, que debe ser capaz de mantener en operación los convertidores de línea conmutada incluso en periodos de ninguno o bajo viento. Este sistema auxiliar es el que necesita continuamente una fuente eléctrica.
La ventaja de esta solución son las bajas pérdidas, además de la alta capacidad de los cables en continua comparado con la transmisión HVAC o VSC. Por el contrario, requiere una fuerte red y una gran estación convertidora.

5.3.3. Convertidor de fuente de tensión (VSC), basado en HVDC. Es la tecnología más reciente de HVDC, se basa en convertidores de conmutación forzada y su comportamiento se asemeja al de las máquinas síncronas. Usando componentes de alta frecuencia de conmutación, es posible usar tecnología PWM (Modulación del Ancho de Pulso) para producir el voltaje de CA como una conmutación ultra-rápida entre dos voltajes fijos. Con

esta rápida conmutación se presentan bajos niveles de armónicos y una baja necesidad de filtros.

6. Operatividad y Mantenimiento

La disponibilidad de una turbina depende de la estrategia de operación y mantenimiento adoptada, para lo cual existe una clasificación de las distintas estrategias:

1. Sin mantenimiento. No se aplica ningún tipo de mantenimiento, ni preventivo ni correctivo, únicamente se efectúa una supervisión completa cada cinco años de operación. Dado los actuales porcentajes de fallos, esta estrategia es inviable.

2. Correctivo con mantenimiento. Llevar a cabo la reparación tan pronto como una turbina falle o esperar a que un número de turbinas fallen. No es necesaria una tripulación de mantenimiento permanente.

3. Oportunidad de mantenimiento. Al ejecutar un mantenimiento correctivo aprovechar la oportunidad y realizar un mantenimiento preventivo al mismo tiempo. No es necesaria una tripulación de mantenimiento permanente.

4. Mantenimiento periódico. Una tripulación permanente realiza una programación de las acciones preventivas y correctivas según se vaya necesitando.

La falta de accesibilidad puede dirigir las mejoras hacia una mayor fiabilidad de la turbina y por tanto de la disponibilidad.

6.1. Componentes

- Palas de rotor. La configuración de dos palas permite una mayor velocidad en el rotor y disminuye el impacto visual, la mayor ventaja es la reducción de componentes, disminuyendo la complejidad del buje y logrando un rotor más ligero.
- Caja de engranajes. Es uno de los componentes mecánicos que más fallan. Hay fabricantes que la han eliminado en los generadores síncronos para parques eólicos onshore.
- Generadores. Para protegerlos de las condiciones marinas, se recubren de un aislante que evita que la sal y la humedad penetren en el interior.
- Sistemas síncronos. Aunque estos sistemas se desarrollaron para las máquinas instaladas en tierra, presenta ventajas que los hacen atractivos para parques offshore. Algunas ventajas son: no disponer del cambio de engranaje, no tiene contaminación por posibles fugas de aceite y las rutinas de mantenimiento son menores.
- Componentes eléctricos y electrónicos. Los sistemas eléctricos y de control son los de mayor porcentaje de fallos. Una mayor protección de los circuitos y una reducción del número de componentes es un requisito imprescindible en las instalaciones marinas.

6.2. Protección frente a la corrosión

Selección de materiales resistentes a la corrosión, recubrimiento con dos capas de epoxi, protección catódica, y la creación de ambientes controlados para el equipamiento sensible, son algunos de los métodos empleados en plataformas marinas para evitar la corrosión. Sin embargo, es preciso todavía investigar sobre la protección de las estructuras de soporte, que están sometidas al estrés debido a las fuertes cargas del viento y del oleaje que soportan.

6.3. Control y monitorización

Con el fin de reducir el número de visitas a los parques eólicos, se están instalando en las nuevas turbinas, sistemas remotos y automáticos que sean capaces de resetear los equipos. Usando el sistema SCADA (Sistema de Control y Adquisición de Datos) las señales y alarmas monitorizadas se transmiten de la turbina a la estación de control en tierra, de forma que el personal puede interactuar de una forma rápida y cómoda con el parque.

7. Medio ambiente

Muchos de los problemas medioambientales asociados a los parques *onshore* son comunes a los proyectos *offshore*, otros son exclusivos de estos últimos como el ruido submarino y las vibraciones.

No podemos olvidar también otro tipo de factores no medioambientales, pero si muy importantes: los factores socio-económicos. Algunos de estos son las interferencias a las señales de radar, seguridad en el mar o daños a la pesca.

Al igual que en los parques *onshore,* los parques offshore también tienen problemas de impacto ambiental del tipo:

- Impacto visual
- Ruido (factor menos importante que en los *onshore*)
- Vida animal (aves)
- Interferencias a emisiones electromagnéticas (ondas de radio)
- Interferencias a microondas
- Ruidos y vibraciones subacuáticas.
- Instalación del cableado en el fondo marino.

8. Conclusiones.

La energía eólica es la fuente de energía renovable que más rápido está creciendo en todo el mundo, esto se debe a la alta capacidad de generación de energía frente a la inversión económica y el impacto medioambiental.

El apoyo de los gobiernos es otro factor importante. Recientemente se ha aprobado el "Estudio estratégico Ambiental del litoral español", cuyo objetivo es determinar las zonas del dominio público marítimo-terrestre que, sólo a efectos ambientales, reúnen condiciones favorables para la instalación de instalaciones eólicas marinas.

Con la reciente instalación de un generador flotante en las costas de Dinamarca y los proyectos de parques eólicos marinos en las costas de Reino Unido, se demuestra la capacidad de crecimiento, la viabilidad económica y el próspero futuro de los parques eólicos marinos.

A pesar de la implicación de gobiernos y empresas y la viabilidad económica se deben mejorar ciertos inconvenientes de carácter técnico, como la construcción y protección de los componentes en el agresivo medio marino, la interconexión de los distintos aerogeneradores, el sistema de conexión a red, el control y mantenimiento de las instalaciones, etc.

Referencias.

[1] www.offshorewindenergy.org

[2] "Efficient Development of Offshore Windfarms (ENDOW)", Risø National Laboratory

[3] "Floating Offshore Wind Energy" Andrew R. Henderson and Minoo H. Patel, Department of Mechanical Engineering, University College London

[4] "Electrical and Control Aspects of Offshore Wind Farms", Pierik, Damen, Bauer, H. de Haan, Junio 2001

Short-term prediction of wind farm production using artificial neural networks

Ignacio Turias[1] and Luis M. Fernández[2]

[1] Department of Computer Science, University of Cadiz, EPS Algeciras, Avda. Ramon Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Spain). ignacio.turias@uca.es

[2] Department of Electrical Engineering, University of Cadiz, EPS Algeciras, Avda. Ramon Puyol, s/n. 11202 Algeciras (Spain). luis.fernandez@uca.es

Abstract. Wind's intermittency is the best-known challenge and is considered as a major barrier against further wind power penetration. The accuracy of short-term wind power forecasts is very important to facilitate the integration of wind power into the grid. In addition, it is an important tool to help producers make the best decisions when selling the energy produced. This paper presents a method for short-term prediction of wind farm production based on artificial neural networks (ANNs). Wind farm production forecasting results in time horizons of 1 and 24 hours are shown in this paper.

Keywords: Forecasting, wind farm, wind power production, artificial neural network.

1. Introduction

Global warming is considered as one of the most critical environmental problems that people will face in the next 50 years. The use of renewable energy sources for the production of electrical energy can contribute significantly to the reduction of greenhouse emissions such as carbon dioxide and nitrogen oxides and protect the environment from further degradation. One of the hopes for the future is that renewably based approaches for energy can be used as replacements for our currently more-widely used sources.

Among the renewable energy sources, wind energy is the fastest growing energy technology in terms of percentage of yearly growth of installed capacity. However, one of the main problems of wind power generation are the continuous fluctuations of the wind speed. This point makes very difficult to forecast the power that the wind turbines and wind farms will inject into the grid [1]. Therefore, the accuracy of short-term wind power forecasts is very important to facilitate the integration of wind power into the grid. In addition, it is an important tool to help producers make the best decisions when selling the energy produced.

The study presented here is essentially focused on the power of neural techniques for the identification of short-term and medium-term prediction models based on recorded time-series data of wind power generation. The potential of Artificial Neural Networks (ANNs) as

a predictive tool has also been tested in this work. ANNs require no priori assumptions about the model in terms of mathematical relationships or data distribution.

Neural networks have found many applications on time series prediction in the literature. The most widespread ANN design is a multilayer perceptron (MLP) with a learning procedure based on the back-propagation algorithm.

In general, ANNs are currently recognized as state-of-the-art approach [1-9] for statistical prediction of wind turbine power generation.

2. Methodology

The main objective was the prediction of wind power generation. Another objective was the development of a multiple comparison scheme. Many model selection algorithms have been proposed in the literature [10]. The existing procedures can roughly be categorized as analytical or resampling based methods. Analytical approaches require certain assumptions of the underlying statistical model. Resampling based methods involve much more computation, but they remove the risk of making faulty statements due to unsatisfied assumptions [11]. With the computer power currently available, this does not seem to be an obstacle. Although there is an active debate within the research community regarding the best method for comparison, statistical model selection is a reasonable approach [12]. A procedure of random resampling simulation was designed to avoid variation coming from different sources, thus independence and randomness were guaranteed.

ARIMA and Multiple Linear Regression (MLR) models share the major limitation of the pre-assumed linear form of the model. The approximation of linear models to real-world time series is not always satisfactory. ANN models with different hidden units were compared to determine the impact of the addition of non-linear processing capabilities on model performance.

There are many methods to estimate the generalization performance of a model (hold-out, crossvalidation, leave-one-out, penalization strategies...). The complete strategy used in this paper repeats 30 times a similar process: random splitting of data into a pair of equal sized portions (training and test sets) and two-fold crossvalidation for the estimation of generalization error using different indices: the standard correlation coefficient (R), the index of agreement (d) and the mean squared error (MSE) and the root mean squared error (RMSE), the mean absolute error (MAE), the mean gross error (MGE) and the mean absolute prediction error (MAPE) of each different prediction model. The parameters of each model were estimated using one of the groups (the training set) while its performance was tested using the remaining one (the test set). Therefore, the performance was measured over test data not used in the training or design of the model.

The procedure (for I models) can be summarize as follows:

```
for v := 1 to 30
Data := Selection (Datos,nsamples)
Shuffle (Data)
```

```
(S1,S2) := Divide(Data)
       for k := 1 to
              for fold := 1 to 2
              β := EstimateParameters(S1)
              Perror := ErrorEstimate(β,S2)
                     Error(fold):= RobustMean(PError)
              Swap(S1,S2)
       FPara
       MError (k,v) := Mean(Error)
FPara
FPara
```

Therefore, the performance of each model is computed from a set of 600 (30×10×2) samples. In the case of the neural approach, the tested models had only one hidden layer with different numbers of hidden units while the number of epochs was fixed at a maximum of 1000. Levenberg–Marquardt method [13] was used as a minimization strategy. The resampling procedure was designed in order to compare different models and to determine (by analyzing the mean and the variance) if differences between them were statistically significant. Obviously, the main goal was to find out which models were better on average using a statistical multiple comparison test.

3. Results and discussion

The simulations were run in MATLAB environment. A preliminary experiment was developed to prove the approach efficiency and reliability for the wind turbine power generation.

In this section results obtained are shown. The variables used as inputs were: the number of lags in the past, wind speed, wind direction and the power wind generation. It is interesting to observe the transformation considered to avoid the discontinuity wind direction variable could cause. The experiments presented here use the same expression as Ziomas [14].

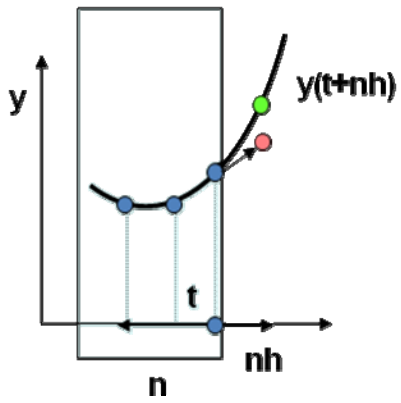


Figure 1. Forecasting nh-ahead scheme. Forecast horizon: *nh*, size of the autoregressive window: *n*

The database of examples (year 2007) has the following form:

$$y(t+nh) = f\,(y(t), y(t-1), \ldots, y(t-n), x(t), x(t-1), \ldots, x(t-n), \ldots) \quad (1)$$

In this section 1-h (short term) and 24-h (medium term) ahead prediction estimates of hourly wind turbine power generation are reported.

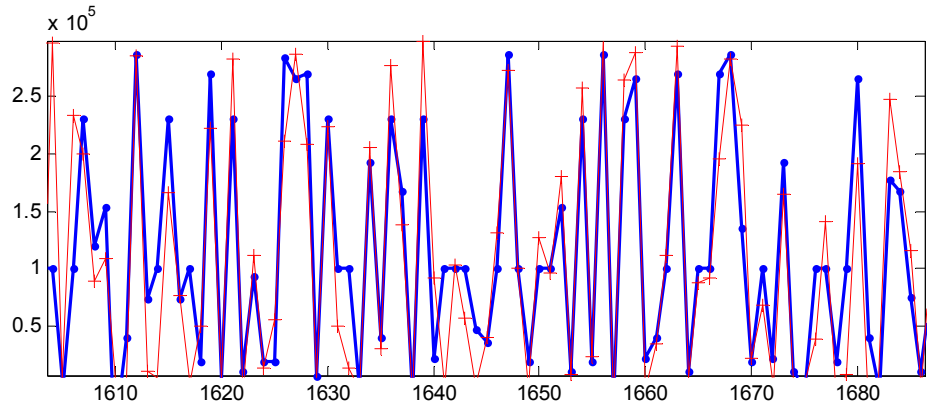


Figure 2. 1-h ahead prediction results. Hourly power wind (W) generation. These results are for the test set of examples. Blue color: test results, red: real values.

Table 1. 1-h ahead prediction indexes. Hourly wind power generation.

R	D	MSE	RMSE	MAE	MBE	MAPE	sMAPE
0.91	0.95	2.01e+09	4.48e+04	3.58e+04	-1.09e+04	61.13	0.47

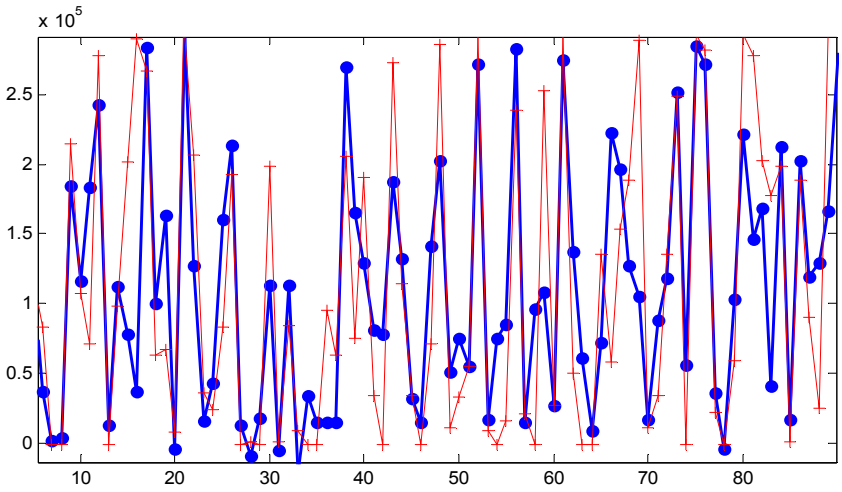


Figure 3. 24-h ahead prediction results. Hourly power wind (W) generation. These results are for the test set of examples. Blue color: test results, red: real values.

Table 2. 24-h ahead prediction indexes. Hourly wind power generation.

R	D	MSE	RMSE	MAE	MBE	MAPE	sMAPE
0.78	0.87	4.42e+09	6.65e+04	5.05e+04	-8.71e+04	49.44	0.39

4. Conclusions

The following concluding remarks can be made from the results discussed above:

- Neural networks are useful for modelling wind power generation due to their ability to be trained using historical data and their capability for modelling non-linear relationships.
- The random resampling procedure used in this paper assures the accuracy of the results obtained and the certainty that the selected model in each case is the most suitable.

These results suggest that the selected neural models provide a properly and alternative procedure to compute effective wind power generation estimates.

References

[1] S. Salcedo-Sanz, A. M. Pérez-Bellido, E. G. Ortiz-García, A. Portilla-Figueras, L. Prieto and F. Correoso. Accurate short-term wind speed prediction by exploiting diversity in input data using banks of artificial neural networks. Neurocomputing, vol. 72, pp. 1336-1341, 2009.

[2] Kalogirou Soteris A. Artificial neural networks in renewable energy systems applications: a review. Renew Sust Energy Reviews 2001;5:373–401.

[3] Kariniotakis, G. N; Stavrakakis, G. S; Nogaret, E.F. Wind power forecasting using advanced neural networks models. IEEE Trans. Energy Conversion, vol. 11, no. 4, pp. 762–767, Dec. 1996.

[4] Katsigiannis, Y.A.; Tsikalakis, A.G.; Georgilakis, P.S.;Hatziargyriou, N.D. Improved Wind Power Forecasting Using a Combined Neuro-fuzzy and Artificial Neural Network Model. SETN 2006, LNAI 3955, pp. 105 – 115, 2006.

[5] Li, S.; Wunsch, D.C.; O'Hair, E.A.; Giesselmann, M.G. Using Neural Networks to Estimate Wind Turbine Power Generation. IEEE transactions on energy conversion, vol. 16, no. 3, 2001, 276-282.

[6] Mabel, M.C.; Fernandez, E. Analysis of wind power generation and prediction using ANN: A case study. Renewable Energy 33 (2008) 986–992.

[7] Methaprayoon, K.; Yingvivatanapong, C. ; Lee, W.; Liao, J.R. An Integration of ANN Wind Power Estimation Into Unit Commitment Considering the Forecasting Uncertainty. IEEE transactions on industry applications, vol. 43, no. 6, 2007. 1441-1448.

[8] Sfetsos A. A novel approach for the forecasting of mean hourly wind speed time series. Renew Energy 2002; 27:63–74.

[9] Von Bremen, L. Combination of Deterministic and Probabilistic Meteorological Models to enhance Wind Farm Power Forecasts. The Science of Making Torque from Wind IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series 75 (2007) 012050.

[10] Zucchini, W. (2000). An introduction to model selection. Journal of Mathematical Psychology, 44,1.

[11] Feelders, A., Verkooijen, W. (1996). On the statistical comparison of inductive learning methods. Learning from data, Artificial intelligence and statistics V. Lecture notes in statistics, vol. 112 (pp. 271–279). Berlin: Springer.

[12] Pizarro, J., Guerrero, E., Galindo, P. (2002). Multiple comparison procedures applied to model selection. Neurocomputing, 48, 155–173.

[13] Hagan, M. T., Menhaj, M. (1994). Training feedforward networks with the Marquardt algorithm. IEEE Transactions on Neural Networks, 5(6), 989–993.

[14] Ziomas, I. C., Melas, D., Zerefos, C. S., Bais, A. F., Paliatsos, A. G. (1995). Forecasting peak pollutant levels from meteorological variables. Atmospheric Environment, 29(24), 3703–3711.

Bioethanol production from grape pomace

Ana Díaz, Ricardo Martín, Mª José Muñoz, Ana Blandino, Ignacio de Ory, Ildefonso Caro

Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos

Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz

Polígono Río San Pedro s/n, Apdo.40 - Puerto Real, 11510 - Cádiz, España.

anabelen.diaz@uca.es

Abstract

Grape pomace, the main residue of the wine-making industry, is proposed to be used for bioethanol production. Prior alcoholic fermentation, it is necessary to break down the vegetable fibre into sugars. This step was carried out by using pure enzymes and commercial crude enzymes. Among them, a pectinase from *Aspergillus niger* provided the highest yield of grape pomace hydrolysis into sugars.

Keywords: orujo de uva, enzimas, bioetanol.

1. Introducción

El bioetanol es uno de los combustibles renovables más estudiados en la actualidad. Dicho interés está probablemente impulsado por las facilidades que presenta a la hora de su incorporación a las gasolinas de automoción y por las ventajas medio ambientales que su uso conlleva. Este alcohol se puede obtener industrialmente a partir de tres tipos de materias primas: las azucaradas, como la caña de azúcar, el maíz, la remolacha o el sorgo; las amiláceas, como la patata, el arroz o la pataca; y las celulósicas, como los residuos forestales, los de la industria papelera o algunos otros de la industria agroalimentaria [1]. Cada una de ellas exige un proceso ligeramente diferente para la obtención del producto final, que es más complejo desde el primer tipo de materias primas a las últimas.

El progresivo desarrollo de las plantas de producción de etanol basadas en materias primas de carácter alimentario y la consecuente subida de precios de estas materias, ha provocado recientes reacciones sociales ante la implantación de dicho biocombustible de forma paralela al biodiesel [2]. Por tanto, se ha iniciado una fuerte tendencia al desarrollo de biocombustibles de segunda generación, que no estén basados en tales materias primas.

La mayoría de las alternativas que se están estudiando como materias primas para la producción de bioetanol están basadas en residuos de tipo lignocelulósico, como son los residuos forestales, los residuos de poda en cultivos intensivos o algunos residuos de la industria agroalimentaria [3,4]. Estas materias, a pesar de su mayor coste de procesado, presentan en general la ventaja de tener un menor coste inicial, dado su carácter de residuos industriales. Se elimina así el conflicto alimentario y se potencia, por otra parte, una vía de reutilización de resi-

duos que coloca al bioetanol nuevamente en consonancia con los principios del desarrollo sostenible.

Nuestro grupo de investigación ha estado trabajando en los últimos años en el aprovechamiento del orujo de uva como medio sólido de fermentación para la producción de enzimas hidrolíticas de interés industrial. El orujo de uva es el residuo sólido obtenido tras la extracción del zumo de la uva y constituye el principal subproducto del proceso de elaboración del vino [5,6]; se trata por tanto de un residuo lignocelulósico de gran implantación en los países del área mediterránea. Está formado por la piel, las semillas y el raspón de los racimos de uva, llegando a alcanzar un 13 % del peso de la materia prima procesada [7]. Su composición química es bastante compleja: alcoholes, ácidos, aldehidos, ésteres, polifenoles, sustancias minerales, azúcares, etc [7,8,9]. Su composición incluye carbohidratos, fibra, grasas, proteínas y sales minerales. El principal componente de la fibra es la lignina, seguida de hemicelulosa, celulosa y pectina [10].

Dado que el orujo de uva contiene un 31,6 % aproximadamente de carbohidratos, incluyendo celulosa y hemicelulosa, nuestro grupo de investigación ha iniciado una nueva línea de trabajo para estudiar la obtención de bioetanol a partir de este residuo. Hasta el momento el orujo de uva no se ha estudiado en profundidad como materia prima para la producción de bioetanol, a pesar de que conforme a su composición se podría esperar del mismo un buen rendimiento en carburante. De hecho, cabría alcanzar unos 15 L de alcohol por cada 100 kg de orujo, si se mantiene el rendimiento general medio obtenido en este tipo de procesos [11].

La etapa crítica del proceso de obtención de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos es la digestión de la hemicelulosa y la celulosa hasta azúcares. El rendimiento de esta etapa es determinante de la productividad global del sistema. Las dos vías principales para hidrolizar el orujo de uva son la digestión ácida y la hidrólisis enzimática. En este trabajo concretamente se muestra el rendimiento de este último proceso al emplear distintas enzimas puras y preparados enzimáticos comerciales. De todas las enzimas probadas, la pectinasa (enzima responsable de la hidrólisis de la pectina) proporcionó los mejores resultados, con la cual se obtuvo un rendimiento del proceso de hidrólisis del 16,35 %. Este valor se vio reducido a la mitad con los preparados enzimáticos comerciales utilizados.

2. Desarrollo del problema

Como consecuencia de la compleja estructura del orujo de uva, es necesario un paso previo de hidrólisis de la celulosa y la hemicelulosa que contiene el residuo en azúcares fermentables, a partir de los cuales, mediante fermentación, se obtenga el bioetanol. Por lo tanto, en este trabajo se pretende estudiar la eficacia de hidrólisis de determinadas enzimas hidrolíticas puras y algunos preparados enzimáticos comerciales. Dadas las características de especificidad de dichas sustancias, deben presentar alta actividad hidrolítica sobre los principales polisacáridos presentes en el orujo de uva: hemicelulosa, celulosa y pectina.

En la actualidad, el tratamiento de hidrólisis enzimática se considera una barrera económica para la comercialización del bioetanol de segunda generación en procesos de gran escala [12,13]. Por este motivo, tanto las empresas de fabricación de enzimas como los centros de

investigación, están desarrollando programas dirigidos a reducir los costes de producción, mediante el aumento de las actividades específicas o mediante la mejora de la estabilidad de las preparaciones. En este mismo sentido, nuestro grupo de investigación ha venido trabajando en los últimos años en la producción de extractos enzimáticos baratos y estables, con alta actividad tanto pectinasa, como xilanasa o celulasa, y ha venido usando para ello diversos hongos en fermentación en estado sólido.

2.1. Desarrollo experimental

De forma general, en el presente trabajo se estudia el comportamiento de determinadas enzimas comerciales puras y de determinados preparados enzimáticos comerciales, en el proceso de hidrólisis enzimática del orujo de uva, para la obtención de azúcares fermentables.

2.1.1. Preparación del orujo de uva

Para estudiar la eficacia de la hidrólisis se utilizó orujo de uva blanca, de la variedad Palomino Fino, procedente de las bodegas Pedro Domecq, situadas en Jerez de la Frontera (Cádiz, España). La distribución promedio en peso del orujo seco fue la siguiente: 47,9 % de hollejo, 43,7 % de semilla y 8,4 % de raspón.

El sólido fue recogido a la salida de una prensa horizontal de los lagares de la empresa mencionada, en los cuales la uva se procesa para la extracción del mosto. Posteriormente, el orujo se almacenó en un congelador a –20 ºC para su conservación hasta su uso. Antes de los experimentos, se secó en estufa a 70 ºC, durante 24 horas, y se molió en un triturador comercial de semillas de uso alimentario. Finalmente, el sólido molido y seco se esterilizó en el autoclave (120 ºC, 20 min) para evitar el desarrollo de microorganismos.

2.1.2. Enzimas empleadas

Se analizó la actividad hidrolítica de las siguientes enzimas puras y preparados enzimáticos comerciales:

- Enzimas puras:
  - xilanasa de *Thermomyces lanuginosus* (Sigma-Aldrich, EE.UU.).
  - pectinasa de *Aspergillus niger* (Fluka, EE.UU.).
  - β-glucosidasa de almendras (Sigma-Aldrich, EE.UU.).
- Preparados enzimáticos comerciales de *Aspergillus niger*:
  - Enovin Clar (Agrovin, España). Combina diversas actividades pectinolíticas: pectinliasa, poligalacturonasa y pectinestera.
  - Enozym Vintage (Agrovin, España). Contiene una proporción equilibrada de actividades enzimáticas pectinolíticas: pectinliasa, poligalacturonasa y pectinesterasa. Además, cuenta con las actividades secundarias celulasa y hemicelulasa.

Para los ensayos de actividad hidrolítica, en todos los casos se realizaron experimentos por triplicado; de forma que a cada erlenmeyer se añadieron 10 g de orujo de uva (preparado según el protocolo descrito), 50 mL de disolución tampón de acetato 0,1 M (pH 5,0), y 10 mg de la enzima o del preparado enzimático correspondiente. Los frascos se introdujeron en un agitador orbital, a 40 ºC y 150 rpm, para efectuar el proceso de hidrólisis. Periódicamente se tomaron muestras del líquido de digestión, mediante jeringa provista de un filtro (0,45 µm). Las condiciones de digestión empleadas son las que generalmente se describen en la bibliografía para la medida de actividad de las enzimas objeto de estudio [14,15,16]. Los resultados obtenidos en todos los casos presentaron una desviación estándar relativa inferior al 5 %.

2.1.3. Determinación de azúcares

En cada muestra de líquido de digestión se analizó la concentración de azúcares reductores, formados tras la acción de las enzimas hidrolíticas sobre el orujo. Para ello se utilizó una modificación del método clásico del ácido dinitrosalicílico (DNS) [17].

2.2. Discusión de resultados

Las actividades de las distintas enzimas se comparan mediante el rendimiento en azúcares obtenido tras la hidrólisis del sólido. Este valor se calcula como el porcentaje de hidrólisis alcanzado en cada caso, respecto del máximo teórico. Es decir, los gramos de azúcares reductores obtenidos en disolución, respecto a los que se deberían de haber obtenido si toda la celulosa y la hemicelulosa contenidas en el sólido se hubieran hidrolizado en su totalidad. En este sentido, las referencias bibliográficas indican que cada gramo de orujo contiene 0,098 g de celulosa y 0,218 g de hemicelulosa; lo que supone un total de 0,316 g de sólido que podrían hidrolizarse a azúcares [18].

En la Figura 1 se presenta la evolución temporal del rendimiento de hidrólisis en cada caso. Se muestra de forma comparada la actividad de las enzimas puras, los preparados enzimáticos y algunas combinaciones de los mismos. Como se puede observar, ya a tiempo cero se obtiene un rendimiento de hidrólisis del 9 % en todos los casos; que se mantiene incluso durante todo el proceso en el experimento de control. En realidad, este valor indica que existen azúcares reductores que forman parte del sólido desde el principio. Es posible que dichos azúcares procedan de los restos de mosto que quedan impregnando al orujo, tras la prensa de la uva.

Por otra parte, se pone de manifiesto que las enzimas puras xilanasa y glucosidasa utilizadas en este trabajo no presentan actividad alguna sobre el orujo de uva, en las condiciones de operación ensayadas. La xilanasa hidroliza al azar los enlaces glicosídicos β-1,4 del xilano, para producir xilo-oligómeros, mientras que la glucosidasa hidroliza selectivamente los enlaces D-glucosídicos. En este sentido, estudios anteriores llevados a cabo por nuestro grupo de investigación, revelaron que la enzima xilanasa, producida mediante fermentación en estado sólido del hongo *Aspergillus awamori* sobre orujo de uva, se inactiva muy rápidamente por efecto térmico. A 50 ºC, dicha enzima pierde el 50 % de su actividad en sólo 2,75 horas. Por el con-

trario, la pectinasa presenta mayor estabilidad térmica que aquellas. A 45 ºC, su actividad se reduce a la mitad tras 10,5 horas.

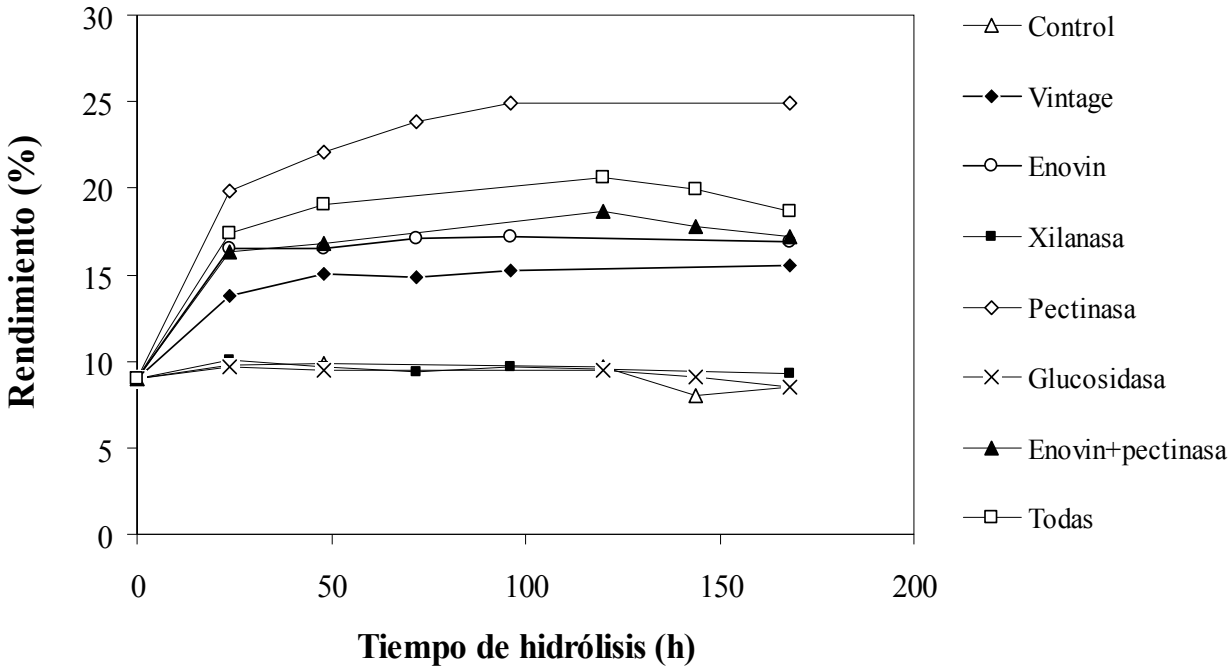


Fig. 1 Rendimiento de hidrólisis de las enzimas puras xilanasa, pectinasa y glucosidasa y los preparados enzimáticos comerciales Enovin Clar y Enozym Vintage.

Por otra parte, la ausencia de actividad hidrolítica de estas enzimas también podría deberse a inhibición por lignina, presente en el sólido. Se ha descrito por ejemplo, que se forman fácilmente complejos lignina-xilanasa que, si se insolubilizan y precipitan, conducen a la reducción de la actividad hidrolítica [19].

Como se pone de manifiesto en la Figura 1, el resto de las enzimas puras y de los preparados enzimáticos comerciales analizados presentan un rendimiento de hidrólisis creciente hasta aproximadamente las primeras 100 horas. Los mejores resultados se obtuvieron con pectinasa, con la que se alcanzó un rendimiento del 25 % en ese tiempo. Sin embargo, con los preparados enzimáticos comerciales se midieron rendimientos de hidrólisis inferiores, a pesar de que poseen cierta actividad pectinolítica. Este hecho podría deberse a las impurezas presentes en los mismos, ya que se trata de extractos muy poco purificados. Por el contrario, éstos presentan como principal ventaja sus menores costes.

Con idea de facilitar la hidrólisis simultánea de los distintos componentes del orujo, se realizaron también ensayos de hidrólisis utilizando mezclas de las enzimas analizadas. En la misma Figura 1 se pone de manifiesto que la mezcla total de las enzimas anteriores presenta un rendimiento de hidrólisis del 21 %, tras 100 horas de hidrólisis. Este resultado es mayor que el obtenido cuando se emplearon las enzimas o preparados de forma independiente, a excepción del obtenido con pectinasa. El resultado podría reflejar simplemente el valor de actividad promedio de las enzimas estudiadas, ya que en las mezclas se usaron las mismas cantidades totales de enzima, pero con igual fracción de cada una. No obstante, se obtiene en ambos ca-

sos un resultado superior al promedio esperado. Así, la mezcla total presenta un rendimiento del 21 %, mientras el promedio esperado estaría en torno al 11 % (25, 17, 15, 0 y 0). Igualmente en la mezcla binaria presenta un rendimiento del 21 %, mientras lo esperado sería el 19 % (25 y 17). Todo ello parece indicar que existe en realidad un cierto efecto sinérgico en el ataque de la fibra por la combinación de enzimas.

Finalmente, en algunos de los casos estudiados se observa que el rendimiento de hidrólisis disminuye al final del proceso, aproximadamente a partir de las 100 horas. Este efecto puede ser debido a la transformación de los azúcares ya hidrolizados en otros compuestos derivados (furfural, metil-furfural, hidroximetil-furfural, etc.), que pueden llegar a formarse con el tiempo y que harían disminuir el rendimiento de hidrólisis observado.

3. Conclusiones

El trabajo presentado forma parte de un estudio más amplio, cuyo objetivo es el análisis de la viabilidad del proceso de hidrólisis del orujo de uva, mediante la utilización de enzimas y preparados enzimáticos comerciales. En este sentido, los rendimientos obtenidos se muestran prometedores. Así, la pectinasa proporcionó los mayores rendimientos de hidrólisis (25 % en 100 horas), mientras que xilanasa y glucosidasa no presentaron actividad en las condiciones de trabajo; posiblemente por desactivación térmica.

Los preparados enzimáticos comerciales (Enovin Clar y Enozyme Vintage) presentaron cierta actividad hidrolítica, pero en ambos casos inferior a la de pectinasa. Finalmente, las mezclas de enzimas presentaron una actividad superior a la esperada por simple combinación; lo que indica que podrían existir ciertos efectos sinérgicos en la digestión combinada de la fibra.

Referencias

[1] G. Gil. “Energías del siglo XXI”. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 2008, pp. 353-380.
[2] C. Aranzadi, B. Calzada, J. Díez. “Energía. Una visión económica”. Ed. EnerClub, Instituto Español de la Energía, 2008, pp. 67-102.
[3] T. Kroner, S. Prechtl, R. Igelspacher. “Bioethanol production from lignocellulose”. BWK-Das Energie, 2006, pp. 50-54.
[4] T. Georgieva, B. Ahring. “Potential of agroindustrial waste from olive oil industry for fuel ethanol production”. Biotechnology Journal, 2007, pp. 1547-55.
[5] M. Soto, A. Moure, H. Domínguez, J. Parajó, J. “Charcoal adsorption of phenolic compounds present in distilled grape pomace”. Journal of Food Engineering, 2008, pp. 156-163.
[6] A. Rice. “Solid waste generation and by-product recovery potential from winery residues”. American Journal of Enology Viticulture, 1976, pp. 21–26.
[7] G. Ruberto, A. Renda, V. Amico, C. Tringali. “Volatile components of grape pomaces from different cultivars of Sicilian Vitis vinifera L”. Bioresource Technology, 2008, pp. 260-268.
[8] F. Bonilla, M. Mayene, J. Merida, M. Mulina, M. “Extraction of phenolic compounds from red grape marc for use as food lipid antioxidant”. Food Chemistry, 1999, pp. 209-215.

[9] C. Mantell, M. Rodriguez, E. de la Ossa. "A screening analysis of the high-pressure extraction of anthocyanins from red grape pomace with carbon dioxide and cosolvent". Engineering in Life Science, 2003, pp. 38-42.
[10] C. Botella, I. de Ory, C. Webb, D. Cantero, A. Blandino. "Hydrolytic enzyme production by Aspergillus awamori on grape pomace". Biochemical Engineering Journal, 2005, pp.100-106.
[11] M. Galbe, G. Zacchi. "A review of the production of ethanol from softwood". Applied Microbiology and Biotechnology, 2002,pp. 618–628.
[12] A. Berlin, M. Balakshin, N. Gilkes, J. Kadla, V. Maximenko, S. Kubo, J. Saddler. "Inhibition of cellulase, xylanase and β-glucosidase activities by softwood lignin preparations", Journal of Biotechnology, 2006, pp. 198-209.

[13] D. Gregg, A. Boussaid, J. Saddler. "Techno-economic evaluations of a generic wood-to-ethanol process: effect of increased cellulose yields and enzyme recycle". Bioresource Technology, 1998, pp. 712.

[14] W. Masoud, L. Jespersen. "Pectin degrading enzymes in yeasts involved in fermentation of Coffea arabica in East Africa". International Journal of Food Microbiology, 2006, pp. 291-296.

[15] S. Gao, L. Shain. "Characterization of an endopolygalacturonase produced by the chestnut blight fungus". Physiological and Molecular Plant Pathology. 1994, pp. 169-179.

[16] L. He, G. Bickerstaff, A. Paterson, J. Buswell. "Purification and partial characterization of two xylanases that differ in hydrolysis of soluble and insoluble xylan fractions". Enzyme and Microbial Technology, 1993, pp. 13-18.
[17] G. Miller. "Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars". Analytical Chemistry, 1959, pp. 426-428.
[18] J. Igartuburu, G. Massanet, J. Montiel. "Azúcares y fibra en subproductos agricolas. III. Desarrollo de un método gravimétrico para la determinación de la composición de la fibra alimentaria". Grasas y Aceites, 1989, pp. 169-172.
[19] F. Kaya, J. Heitmann, T. Joyce. "Influence of lignin and its degradation products on enzymatic hydrolysis of xylan". Journal of Biotechnology, 2000, pp. 241-247.

Application of thermal non destructive testing method to control oil conduits

N.LAAIDI, S. BELATTAR*

Laboratory of Electronics, Instrumentation and Processing of the Signal
Faculty of Sciences, B.P 20. 24000 El Jadida, Morocco
naouar.laaidi@yahoo.fr
* Corresponding autor: belattars@hotmail.com

Abstract. In this article, one will present a thermal method of non destructive testing of oil conduits, based on the principle of infrared thermography and the numerical modeling method in three dimensions.

The purpose of the study is to detect spherical defect, like vacuum, which can occur inside of conduit layers by applying an excitation in form of a thermal pulse on the considered structure and then to analyze the response in form of a surface temperature of this conduit. For various simulated configurations, the thermographical images, as well as the space evolution of the temperature on the entry face of these structures, are presented and analyzed.

The numerical resolution of this problem was carried out using numerical computation software based on the finite element method.

Keywords: defect, vacuum, conduits, infra-red thermography, finite elements.

1. Introduction.

The maintenance and the design of the conduits take more and more importance in oil industry seen their role in the prediction of the lifespan and the prevention of possible property damages, social and environmental which can be produced because of a bad operation of these conduits installed. Several methods were developed in order to find the means adequate which will guarantee perennial structure and function for this type of industry [1].

The vacuums and the spots of rust being among the obstacles which undergoes the conduits of steel, are most responsible for this damage, namely corrosion is the vacuums represent the most serious threats to the oil industry. Such defects can produce serious damages on all sides, this is why it is so important to detect them as soon as possible to avoid these losses, from where need for developing a nondestructive technique of evaluation to detect these hidden defects [2,3].

In this study, one will present a simulation of the behavior of rust and vacuums in conduits of steel in transitory mode based on the principle of infra-red thermography, by using the finite element method to solve this problem and by adopting a simulation in three dimensions of a cylindrical model representing a steel pipeline [4].

2. Principle of the method.

When a material is thermically requested (artificial excitation in the case of Laboratory measurements or in-situ measurements), the heat diffuse in uniform way in material. The presence of a defect within the material (e.g. a crack or a rusted layer) acts like a heat insulator and idle this diffusion. It follows from there the appearance of a hotter region on the surface compared to the close one without anomaly [5].

In this case of study one will use active infra-red thermography, since the conduits, subject of study, don't generate heat spontaneously [6]. The idea is to subject the structure to an external, thermal excitation, and to analyze the propagation of heat in this one. If the observed structure presents a defect, the distribution of heat inside is modified and a fine analysis of the thermogram makes it possible to highlight it.

3. Mathematical model.

To solve the following thermal equation:

$$a\nabla^2 T = \frac{dT}{dt} \qquad (1)$$

Were the report $a = \frac{\lambda}{\rho c}$ is called thermal diffusivity.

We call upon the numerical method of the finite elements [7,8]. The analytical resolution is indeed impossible being given the geometry of the problem. The method consists in using an approximation by finite elements of the unknown functions T to discretize the variational form of the equation (1) and to transform it into system of algebraic equations of the form:

$$[A]T = F \qquad (2)$$

With:

A square matrix of dimension [Nh, Nh].

F a vector of Nh components.

T the vector of the temperatures to be calculated

We start by building the variation form of the equation (1). We carry out a spatial discretization which consists in calculating the elementary integrals by using the finite element and a temporal discretization.

There are many specialized softwares which make it possible to implement the method of resolution of problems by finite elements in a more or less simple and convivial way. They take care in particular of the grid of the studied object, the automatic numbering of the elements and the nodes, the calculation of a solution then of the chart of the results.

In this study, we used commercial software "Comsol" based on the finite element method and which makes it possible to calculate the evolution of temperature at any moment and in any point of

material. The material is considered isotropic. The calculation of the thermal answer in transient analysis, is made in the case of a portion of oil pipe, subjected to a level of flow on the outer face, the Inner surface of the pipe were subjected to convectional heat transfer with heat transfer coefficient, h=10 W/m².K. The initial temperature is of T0=30 °C.

4. Results of simulation.

4.1. Considered model.

In order to detect the thermal behavior of rust and the vacuums in transitory mode, on the level of the steel conduits, several situations were considered. The study relates to the defects effect of the rusts type and vacuum on the thermographical images taken that is inside or outside the pipe.

Generally, from a thermal point of view, the element rust is compared with water, since both have close thermal characteristics [9]. When rust tackles a cylindrical structure of steel, its section decreases with the increase in the layer of rust [10], which causes a nonhomogeneous reduction of steel accompanied by an embrittlement and a modification by the physical properties by the interface [11].

Concerning the defects of the vacuum type, one compares them to the air considering which they have in the same way, of the similar thermal characteristics.

Simulations were carried out on steel pipelines, of internal diameter of 82mm and walls thickness of 4.5mm. To simulate the layers of corrosion, four defects of cylindrical form of depth of 0.5mm and a diameter of 2mm were considered initially, and of 1mm of depth and 4mm of diameter in the second time. Thus for the vacuums, four defects of depth of 0.5mm and a diameter of 2mm were selected.

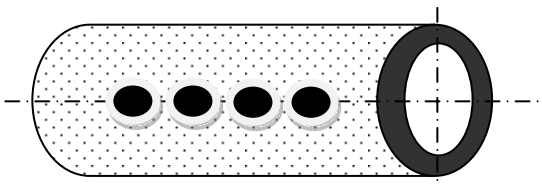


Fig. 1 Considered structure'

This study is based on the finite element method in order to determine the applicability of the impulse infra-red thermography in the detection of the defects in the metal conduits. The option of conduction in transitory mode in Comsol 3.5 was chosen, and we have applied a flow of 6000W/m ² for one duration lower or equal to 1s over a total time of 180s, the interior of pipe is supposed in convection with the air.

Initially one will study the effect of the existence of defect of the vacuum type in these conduits by studying the thermograms and the curve of the change of the temperature taken inside and outside.

In the same way, in the second part, one will study the effect of the layers of corrosion by examining the thermograms and the curves of the change of the temperature taken inside and outside the conduits.

4.2. Vacuum effect.

In order to detect the effect of the vacuums in transitory mode, an impulse of one duration flow of 1s is applied and one studies the impulse response of the system. Thermographical images of the entry face of the flow and the interior face of pipe, and the curve of evolution of temperature, are presented and discussed.

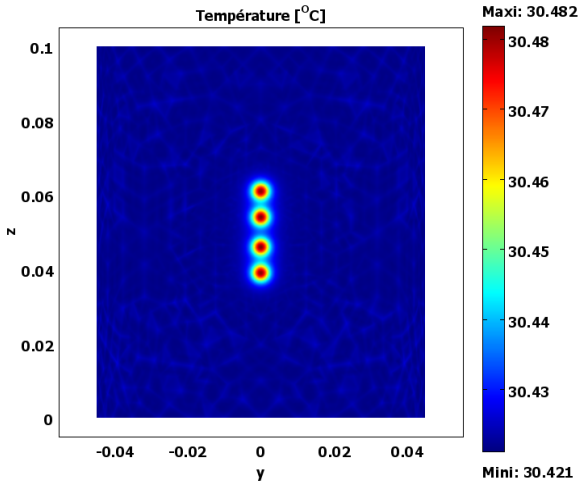


Fig. 2 thermographical image of the outside of pipe in t=1s

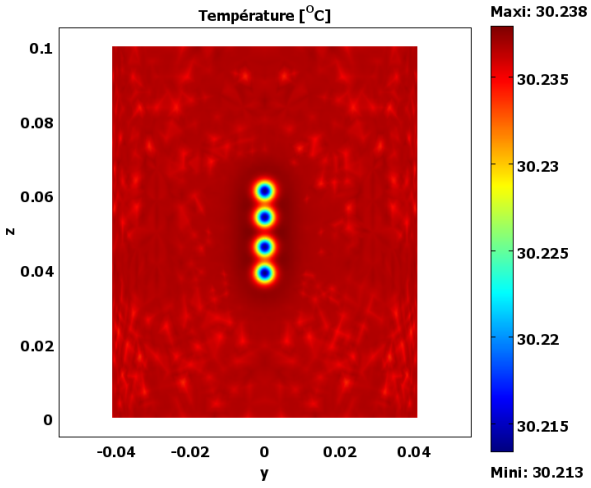


Fig. 3 thermographical image of the interior face of pipe in T =1s

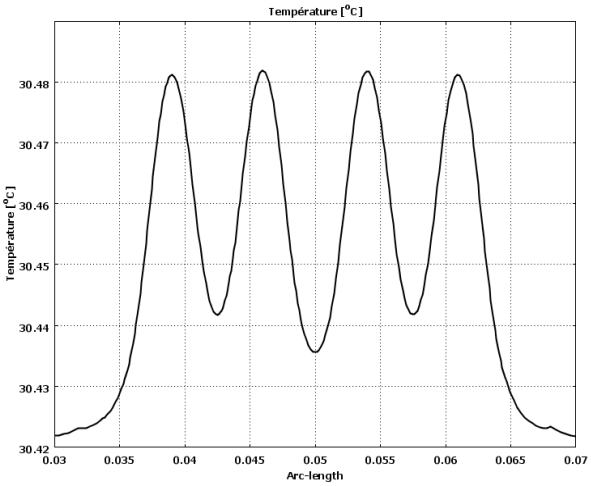


Fig. 4 change of the temperature on external surface of pipe in t=1s

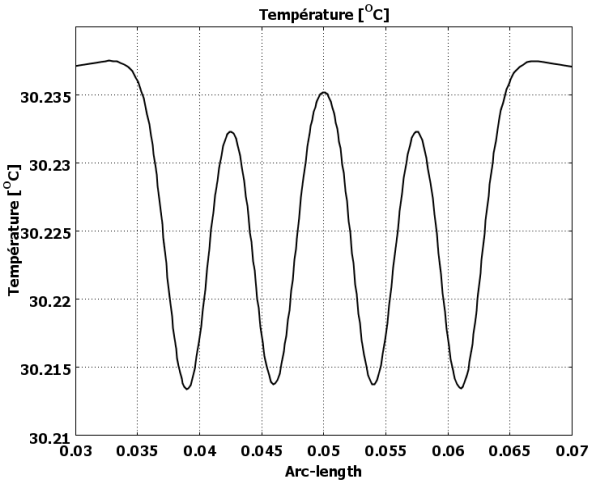


Fig. 5 change of the temperature on interior surface of pipe in t=1s

It is noticed that the temperature on the level of discontinuities (vacuum) in the face of application of flow (outside) is slightly higher than the temperature in the remainder of pipe (figures 2,4). The difference in temperature is about 0.06°C, and if one takes the thermographical image and the curves of evolution of temperature inside the pipe (figures 3,5), one notices that in this case discontinuities have a temperature lower than that of the remainder of pipe. The difference in temperature in this case is about 0.03°C.

This phenomenon is due to the opposition of the propagation of heat in the structure because of the very small thermal conductivity of the air (0.002w/m.K) compared to the steel (44.5w/m.K).

These defects being resistive, oppose to heat flow what explains high temperature with level of vacuums in the face of application of flow, whereas they maintain their temperature in the inner

face of pipe compared to the steel, which is a very conducting material, which justifies the increase in the temperature to interior of pipe.

The differences in temperature, 0.06°C outside the pipe and 0.03°C with interior, show that the detection of the defects is relatively much easier with the input face of flow than to the output face.

4.3. Rust effect.

In this investigation one will study the rust effect, one keeps the same initial conditions and limits adopted in the preceding case and one chooses four layers of the same rust cuts and one examines the response of the rusted pipe compared to an impulse of flow.

In order to highlight this effect well, one increases dimensions of rust compared to that of the vacuums. In this study one considers four layers of rust, diameter 4mm and depth 1mm. .

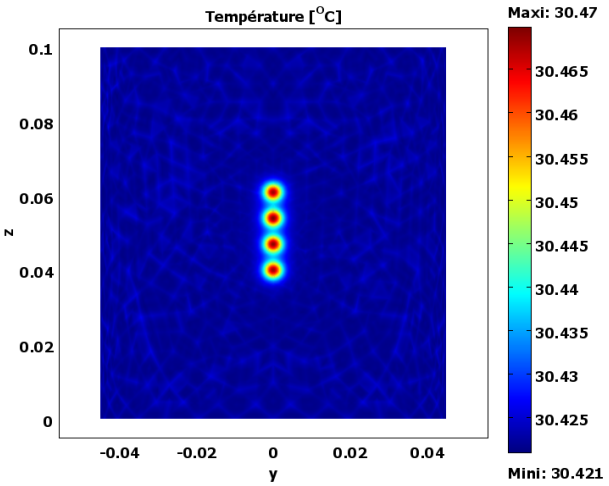


Fig. 5 thermographical image of the outside of pipe in t=1s

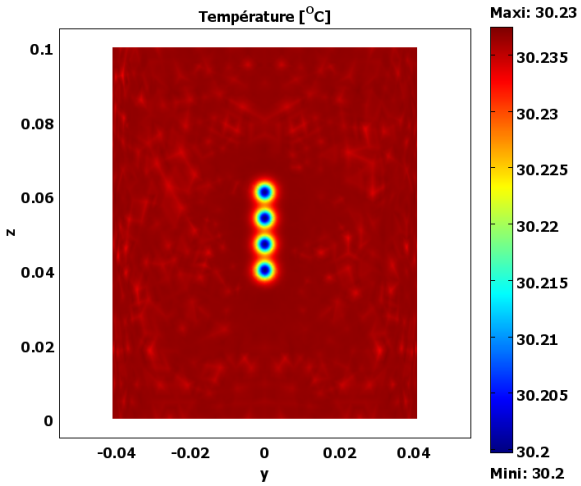


Fig. 6 thermographical image of the interior face of pipe in T =1s

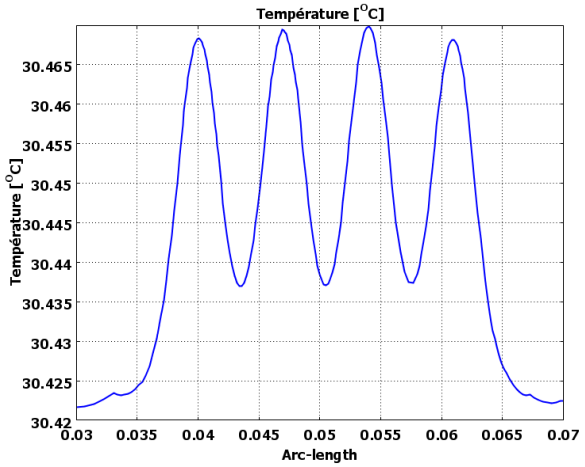


Fig. 7 change of the temperature on external surface of pipe in t=1s

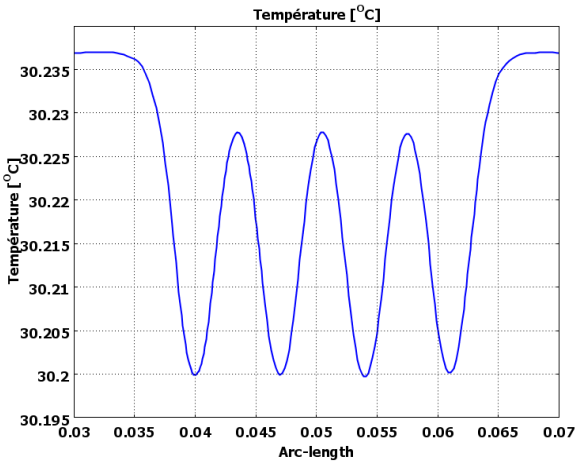


Fig. 8 change of the temperature on interior surface of pipe in t=1s

Just as the preceding case, it is noticed that the temperature on the outside of pipe with the level of rust is higher than that of steel, whereas inside the pipe, the temperature of steel is larger than that on the level of rust.

The differences in temperature 0.05°C outside and 0.03°C inside the pipe show that the detection of the defects is relatively simple on the input face of flow that on the output face.

By putting the question which is the most detectable defect by infra-red thermography between the two defects quoted previously, one has to make another investigation, this time by using rusts layers of the same dimension as the vacuums used before.

In this case one adopts layers of cylindrical rust of form, depth 0.5mm and diameter 2mm.

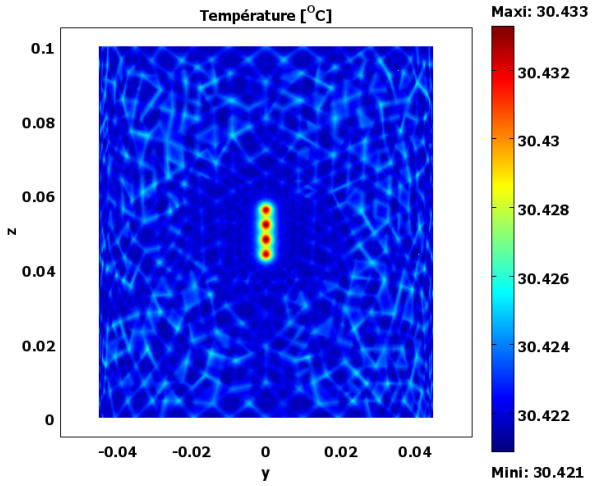


Fig. 9 thermographical image of the outside of pipe in t=1s

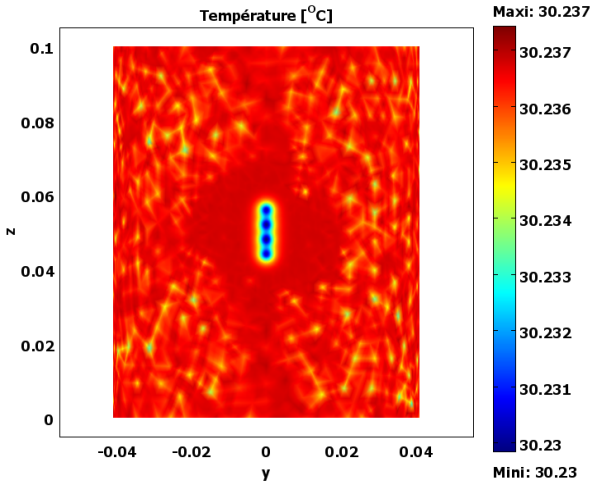


Fig. 10 thermographical image of the interior face of pipe in T =1s

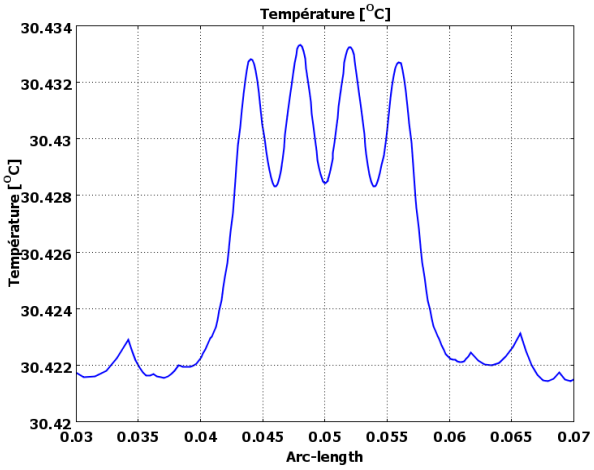


Fig. 11 change of the temperature on external surface of pipe in t=1s

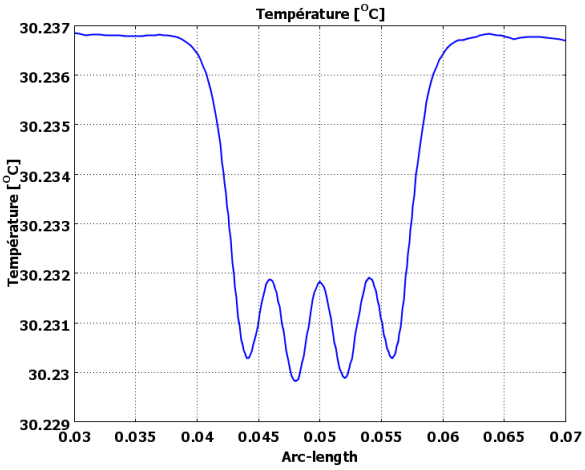


Fig. 12 change of the temperature on interior surface of pipe in t=1s

By comparing the differences in temperatures between the vacuum and rust, those having the same dimensions, one finds that for the vacuum one has 0.06° C in the entry face whereas for rust one has 0.01°C, and for the output face in the case of the vacuum one has 0.03°C and 0.007°C for rust. So this shows clearly that the vacuums are more detectable than rust by using infra-red thermography like a means of examination.

5. Conclusion

In this study one has showed that

- The detection of the defects that are vacuum or corrosion type is relatively simpler starting from the entry face of flow.
- The detection of the vacuums is relatively simpler than the rust.

References.

[1] RUDI HERIANSYAH, S.A.R. ABU-BAKAR, Defect detection in thermal image for nondestructive evaluation of Petrochemical equipments, NDT&E International, 42, 729–740, 2009.

[2] E. GRINZATO, V. VAVILOV, P.G. BISON, S. MARINETTI, Hidden corrosion detection in thick metallic components by transient IR thermography, Infrared Physics & Technology, 49, 234–238, 2007.

[3] E. GRINZATO, V. VAVILOV, Corrosion evaluation by thermal image processing and 3D modelling, Rev. Gin. Therm, 37, 669-679, 1998.

[4] J. DUMOULIN, L. IBOS, M. MARCHETTI, S. LUDWIG, A.MAZIOUD, Active Infrared Thermography applied to detection and characterization of non emergent defects on asphalt pavement, NDTCE'09, Non-Destructive Testing in Civil Engineering, June 30th–July 3rd, Nantes, France, 2009.

[5] J. RHAZI, S. NAAR, Aptitude de la thermographie infrarouge à détecter les fissures et nids d'abeille dans le béton, 12éme colloque sur la progression de la recherche québécoise sur les ouvrages d'art, Québec, Canada, 13p, 10-11 mai, 2005.

[6] S. MAILLARD, J.CADITH, H.WALASZEK, A. DILLENZ, J.L BODNAR, La Thermographie Infrarouge Stimulée, une nouvelle technique de contrôle sur les lignes de production?, Cofrend 2008,Toulouse, 20-23 Mai, 2008.

[7] A. ELBALLOUTI, S. BELATTAR, PCN 35, 43-47, May 2007.

[8] A. ELBALLOUTI, S. BELATTAR, IJMPT, Manuscript Reference No.IJMPT-4NDT-02, (to be published).

[9] F.J MOLINA, C. ALONSO, C. ANDRADE, Cover cracking as a function of rebar corrosión, Part 2 - Numerical model. Materials and Structures, vol. 26 (1993), p. 532-548, 1993.

[10] M. DEKOSTER, O. BLANPAIN, F. BUYLE-BODIN, O. MAUREL, Etude de l'évolution des coefficients de sécurité des ouvrages en béton armé dégradé selon différents scénarios de corrosion. XXIIiemes Rencontres Universitaires de Génie Civil, VILLE & GENIE CIVIL, 2004.

[11] Q. T. NGUYEN, S. CARE, Y. BERTHAUD, A. MILLARD, Fissuration du béton soumis à la corrosion. L'objet, Volume 8 – n◦2, 2005.

Valorisation énergétique de la margine en génie civil

M. Tyouri [1*], A. Elbouardi[1], A. Manal[2], N. Kellati[1], H. Ezbakhe[1], T. Ajzoul[1].

[1]Laboratoire d'Energétique, Equipe de Thermique Energie solaire et Environnement
Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, B.P 2121, Tétouan, Maroc

[2] Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE)
25, Rue d'Azilal Casablanca, Maroc

*mtyouri@gmail.com

Abstract. This work presents an experimental study to valorize olive mill wastewater (O.M.W) in civil engineering. Sewage of olive oil is rich in polyphenols and the treated one in a thermal way has been characterized and used in the stabilization of different types of soil.

We started with the characterization and classification of different soils in different regions in Morocco, where the production of the O.M.W is abundant.

In this study of consolidation, we measured the axial distortion of some samples in accordance with time in a constant load of each type of soil. To determine consolidation coefficients we applied the Casagrande's and Taylor's method.

The experimental results show that the use of O.M.W in the consolidation of soils is an encouraging solution to build paths in rural areas.

Key words: Soil, Olive Mill Wastewater (O.M.W), Consolidation of soils, Agricultural path.

1. Introduction

L'amélioration des caractéristiques physiques des sols par l'incorporation des margines a fait l'objet de nombreux travaux, essentiellement depuis 1986. Ces travaux sont réalisés dans le but de modifier les caractéristiques physiques des sols par ces effluents (les margines) des moulins à huiles d'olive, afin de L'exploiter dans la fabrication des briques de terre stabilisées avec les margines, matériau de construction pour un habitat économique ou dans la réalisation des pistes agricoles en milieu rural.

2. Matériaux et Méthode

Nous avons préparé des éprouvettes avec les sols extraites de différents sites du Maroc (Fès – Boulmane, Marrakech – Tensift - El Haouz, Tanger – Tétouan) où la production de la margine est abondante, avec un pourcentage de 5,5% des margines.

Les matériaux utilisés sont préchauffés en étuve à 160°C et les margines brutes sont chauffés d'une façon modéré de 30 à 45 min. lors de l'enrobage, on homogénéise dans un premier temps les graves (filler compris), ce qui occasionne une chute de température. Les margines sont ajoutés aux matériaux à froid et le mélange et malaxé vigoureusement. Après le malaxage du chaque matériau, nous avons compacté les matériaux pendant 5min sous une force de 60KN.

L'étude de la résistance en compression avec l'âge de chaque matériau, consiste à fabriquer un nombre suffisant des échantillons, permet de déterminer les coefficients de consolidation des sols selon deux méthodes.

Fig.1 : Exemples des éprouvettes étudiés

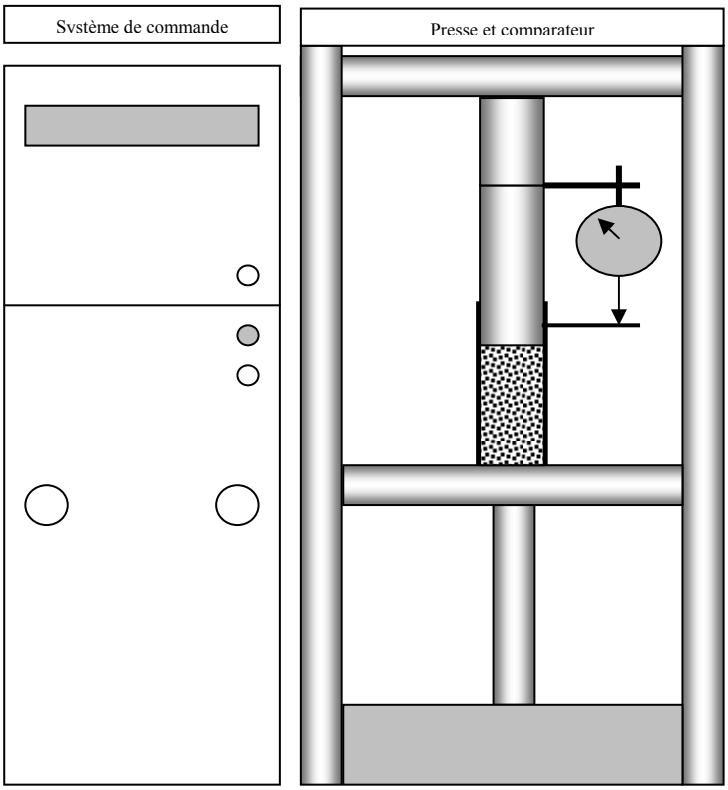


Fig. 1 : Schéma de la machine de compression PERRIER modifiée.

La machine de compression PERRIER modifiée, nous a permis de déterminer la hauteur (tassement) de l'éprouvette en fonction de la charge appliquée afin d'extraire d'autres paramètres.

3. Résultats

3.1 Compacité des matériaux étudiés

Des caractéristiques intrinsèques des matériaux telles que la résistance à la compression. La résistance aux agressions extérieures est fonction de la compacité du matériau.
Les mélanges margineux effectués doivent donc être compacts pour assurer une bonne résistance aux agressions extérieures physico-chimiques.
De nombreuses études réalisées sur la composition granulométrique des bétons ont montré que pour un G /S élevé (>2), on obtient une meilleure résistance en compression.
Les figures suivantes présentes les évolutions de la compacité des matériaux des régions de Fès – Boulmane, de Marrakech – Tensift - El Haouz et de Tanger – Tétouan (Fig.2 - 4).

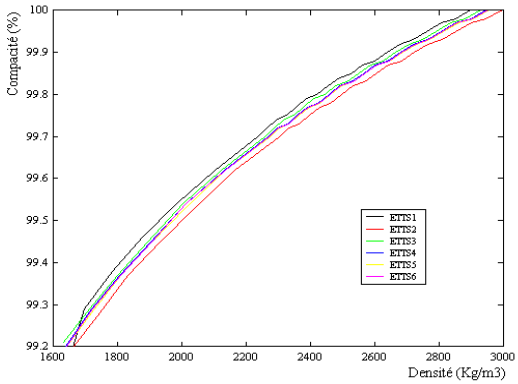


Fig. 2 : Evolution de la compacité des mélanges margineux de la région de Tanger – Tétouan

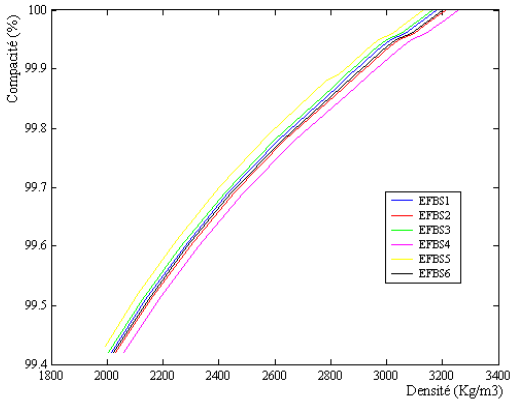


Fig. 3 : Evolution de la compacité des mélanges margineux de la région de Fès - Boulemane

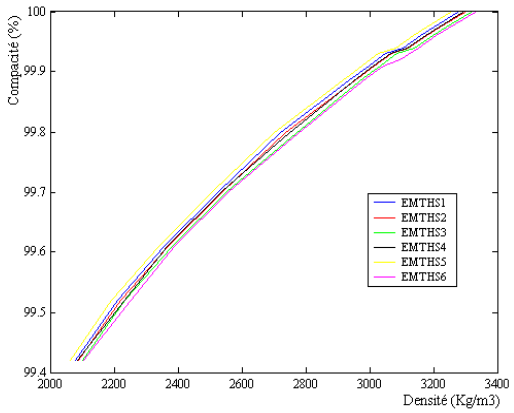


Fig. 4 : Evolution de la compacité des mélanges margineux de la région de Marrakech – Tensift – El Houz

Dans cette partie de travail, les résultats obtenus montrent que la compacité des matériaux augmente avec la densité. Pour les matériaux de la région de Tanger – Tétouan sous l'action des efforts appliqués (contraintes), la densité augmente de 1600 à 3000Kg/m^3, est de 2000 à 3200 Kg/m^3 pour les matériaux de la région de Fès – Boulemane, elle est de 2100 à 3300 Kg/m^3 pour la région de Marrakech - Tensift - El Houz.

- Les échantillons prélevés des sites de Tanger - Tétouan sont fins, elles contiennent dans leur globalité un grand pourcentage de limons et de sables fins.
- Les échantillons prélevés de la région de Fès - Boulemane représentent un pourcentage de sable et de gravier important et le diamètre maximal est nettement supérieur par rapport aux autres terres.
- Les échantillons prélevés des sites de la région de Marrakech – Tensift – El Houz présentent des grains volumineux.

3.2 Déformation axiale

La déformation axiale des sols diminue avec le temps, cette évolution change d'un sol à un autre (Fig.3).

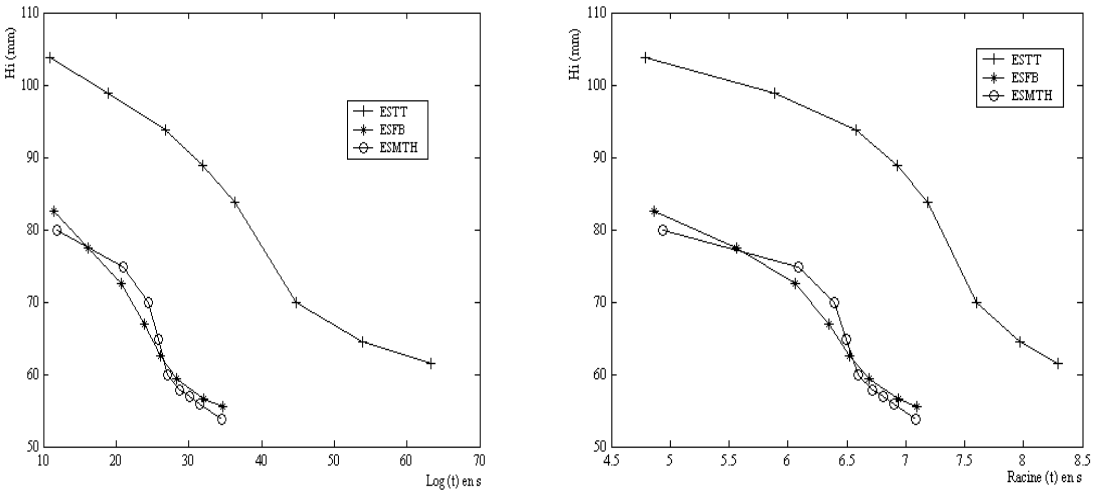


Fig.3 : Courbe de Consolidation des sols

L'enregistrement du tassement des éprouvettes en fonction du temps (Hi – log t) permet l'identification de paramètres liés au comportement rhéologiques du matériau testé.

Le tableau suivant donne les coefficients de consolidation des sols par la méthode de Casagrande comparés à celle de Taylor.

	Coefficient de Consolidation Cv ($10^{-6}m^2/s$)	
	Casagrande (ε_v – log t)	Taylor ($\varepsilon_v - \sqrt{t}$)
Sol de la région de Tanger - Tétouan	1.17	1.48
Sol de la région de Marrakech – Tensift – El Houz	0.156	0.2
Sol de la région de Fès - Boulemane	2.29	2.51

Tableau 1: Valeurs des coefficients de consolidation obtenus.

Les résultats trouvés par la méthode de Casagrande sont semblables à celle obtenus par celle de Taylor.

Les marnes de Fès – Taza ont un coefficient de consolidation important que les coefficients de consolidation des autres régions, Les marnes sont donc plus consolidables que les argiles et les limons.

3. Références

Manal A., Réalisation de prestations d'étude relatives à l'élaboration d'un guide de conception des routes rurales à appliquer pour les études des routes inscrites dans le cadre du PNRR2, Notice géotechnique, Mai 2008.

Nguyen Q.D., Le Bras G., Barbry N., Alexis A., Caractérisation du début de consolidation des sols de très forte teneur en eau, 25ème rencontres de l'AUGC, 23-25 mai 2007, Bordeaux.

Robinson R.G. and Allam M.M., Coefficient of consolidation from the linear segment of the $t^{1/2}$ curve, Can. Geotech. J. 39: 1000–1001, 2002, NRC, Canada.

Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement, Propositions d'actions de lutte contre la pollution générée par les Huileries d'Olives, Cas de la province de Taounate, Maroc.

Mesure de la conductivité thermique et de l'isolement acoustique du béton allégé avec du liège ou avec des grignons d'olive

N. Kellati [1,3], A. EL Bouardi [1], M. Garoum [2], T. Ajzoul [1],

M. Tyouri [1], H. Ezbakhe [1]

[1] Laboratoire d'Energétique, Equipe de Thermique Energie solaire et Environnement Faculté des Sciences Université Abdelmalek Essaâdi BP. 2121 Fax : (212) 539 99 45 00 Tétouan Maroc.

[2] Laboratoire Energétique Matériaux et Environnement Ecole Supérieure de Technologie de Salé - Avenue Prince Héritier Sidi Mohammed B.P. : 227 Tél : (212) 537 88 15 61 / 62 Salé Médina Maroc.

[3] Auteur correspondant : n_kellati@hotmail.com

Abstract

This article presents a general survey that approaches the thermal and acoustic aspects of the concrete alleviated with the cork at a time and with grignonses of olive as being material of construction and insulation of buildings. In thermal it is question to measure the thermal conductivity of this material alleviated by use of the box method experimentally. To this survey we proceeded in the same way by measure of the acoustic isolation, of the material studied through the intermediary of a new technique of measure acoustics. Then we examined the influence of the incorporation, the cork and grignonses of olive, within the concrete at the time of his/her/its wastage, on the power of thermal and acoustic insulation of this material.

Key words: Measurement, Thermal conductivity, acoustic attenuation index, Transmission coefficient, alleviated concrete.

1. Introduction

L'estimation des paramètres acoustiques et thermiques des matériaux de construction et d'isolation joue un rôle primordial dans plusieurs domaines, ainsi l'amélioration des caractéristiques de ces matériaux et le recyclage ce sont deux combinaisons qui représentent un défi pour les nations industrielles et les recherches scientifiques. C'est pour cette raison qu'on a procédé à la confection d'un béton allégé avec du liège et avec des grignons d'olive qui sont des produits 100% naturels et écologiques [1-2], comptés parmi les matériaux les plus abondants au Maroc.

Le liège, un produit qui provient d'une espèce particulière de chêne vert qui croît dans diverses régions du bassin occidental de la méditerranée, Afrique du nord. Offert par la nature, travaillé par l'homme, le liège s'est adapté aux procédés modernes, de construction, tout en maintenant ses qualités naturelles. Sa structure est formée de juxtaposition de cellules microscopiques isolées les unes aux autres et remplies à 95% par de l'air immobile. Celle-ci lui assure à la fois une grande souplesse et un important pouvoir isolant [1].

Les grignons d'olive sont un sous-produit du processus d'extraction de l'huile d'olive composé des peaux, des résidus de la pulpe et des fragments des noyaux. Les grignons sont les résidus solides résultant de l'extraction d'huile, alors que les résidus liquides sont dénommés margine. Parmi Les principales utilisations des grignons on trouve : livraison aux raffineries pour l'extraction de l'huile de grignons, épandage comme amendement sur les terres agricoles et, emploi comme combustible pour le chauffage [1]. Pour le traitement des grignons, actuellement sont disponibles des machines, qui séparent la pulpe et les fragments de noyaux. Permettant l'optimisation d'emploi du sous-produit, en vue de l'utilisation comme combustible. Ce Béton allégé avec du liège ou avec des grignons d'olive, présente une densité moindre que le béton ordinaire, possède aussi de nombreuses propriétés de légèreté, d'isolation thermique et d'absorption acoustique.

2. Techniques de mesure des propriétés thermophysiques

Parmi les techniques de mesure expérimentales utilisées, nous citons la méthode du disque chaud [2], le système flash laser récemment adopté par S. Min et al [3] pour la mesure des propriétés thermophysique. La méthode choisie dans le cadre de notre étude est celle des boîtes [1], Elle permet la mesure simultanée de la conductivité et de la diffusivité thermique d'un ou de deux échantillons, c'est une technique de mesure simple qui permet d'atteindre en régimes permanent et dynamique les propriétés thermophysique de tous les matériaux.

La conductivité thermique est donnée par :

$$\lambda = \frac{e}{S.\Delta T}(q + C.\Delta T') \qquad (1)$$

ΔT : Écart de température entre les faces chaude et froide de l'échantillon.

$\Delta T'$: Écart de température entre les ambiances extérieure et intérieure de la boîte.

La résistance thermique par unité de surface est définie par l'expression :

$$R_{TH} = \frac{e}{\lambda S} \qquad (2)$$

3. Techniques de mesure des propriétés acoustiques

La mesure de l'isolement acoustique d'un matériau consiste à mesurer les différences de niveau sonore de part et d'autre d'un échantillon placé entre les deux boîtes d'émission et de réception. Pour ce faire, Il existe plusieurs méthodes de mesure de l'affaiblissement et en particulier de l'isolement acoustique, on site celle proposée en 1980 par Davies & al [4], d'autres travaux ont été menés plus récemment par Hirosawa & al [5] ils ont cherché à évaluer la transmission du son à travers une paroi en fonction de la direction de l'onde incidente. Un autre dispositif proposé par Iwase [6] pour mesurer l'indice d'affaiblissement de parois simples excités par un haut-parleur, orienté selon un angle d'incidence donné. Enfin, Yoshimura [7], qui a travaillé sur la comparaison de différentes méthodes de mesure, a proposé d'élargir la mesure définie dans la norme ISO 140-5 [8] à des angles d'incidence quelconques.

La figure 2 représente le schéma du dispositif expérimental choisi pour la mesure des propriétés acoustiques des matériaux, ce dernier est constitué d'un caisson acoustique à l'intérieur duquel est affleuré un sonomètre couplé à un micro-ordinateur, utilisé pour mesurer les niveaux de pression acoustique des ondes sonores, créées par un haut parleur (HP), placé dans le caisson et alimenté par un générateur de fréquence (GF).

Après avoir présenté les différentes méthodes expérimentales mises en œuvre pour l'identification des paramètres acoustiques. Nous procédons dans cette partie par mesure de l'isolement acoustique (D) du Béto-liège et du Béto-grignons d'olive brut et épuisé, définit comme étant la soustraction entre le niveau sonore émis et transmis de part et d'autre de l'échantillon placé dans le caisson. En suite nous terminons par l'identification du coefficient de transmission.

Fig. 1: Dispositif expérimental pour la mesure de propriétés acoustiques

L'isolement acoustique définit par :

$$D = L_i - L_t \tag{3}$$

Avec :

$$L_i = 10\log\frac{I_i}{I_0} \quad et \quad L_t = 10\log\frac{I_t}{I_o} \tag{4}$$

Le coefficient de transmission définit par :

$$\tau = \frac{I_t}{I_i} \tag{5}$$

D'après (3) et (4), l'expression (5) peut s'écrire sous cette forme :

$$\tau = 10^{-\frac{D}{10}} \tag{6}$$

4. Résultats et interprétations

Les échantillons de mesure acoustique ont les mêmes dimensions que ceux utilisés pour la mesure de caractéristiques thermophysiques par la méthode des boîtes 27 x 27 x e (cm^3). Les caractéristiques techniques des échantillons sélectionnées aux tests expérimentaux sont regroupées dans le tableau 1. Pour des raisons techniques (mode opératoire adopté) il est difficile de dépasser les valeurs du pourcentage massique X/B mentionnées dans le tableau ci-dessous. Cette fraction ne peut pas dépasser 0,7 % dans le cas d'incorporation avec du liège et 1,3 % dans le cas d'incorporation avec des grignons d'olive (Tableau1).

X/B	X/B (%)	ρ (Kg/m^3)	λ ($W/m°C$)	R_{th} ($°C/W$)
L/B	0	1863,92	0,41	0,84
	0,5	1763,83	0,35	0,94
	0,7	1724,82	0,24	1,37
Gb/B	0	1863,92	0,41	0,84
	0,5	1800,41	0,36	0,91
	0,7	1779,84	0,35	0,94
	1	1771,83	0,33	1,00
	1,3	1728,94	0,24	1,46
Ge/B	0	1863,92	0,41	0,84
	0,5	1700,96	0,40	0,86
	0,7	1644,57	0,39	0,95
	1	1580,55	0,38	0,97
	1,3	1532,09	0,34	1,17

Tableau 1 : Bilan des caractéristiques techniques des matériaux étudiés

Les résultats de la figure 2 montrent une influence notable, des fractions d'allégements L/B, Gb/B et Ge/B sur la conductivité thermique, en effet, plus le béton est allégé avec du liège ou

avec des grignons d'olive, plus sa conductivité thermique diminue, donc plus sa résistance thermique augmente (Tableau1). Il est clair que le facteur déterminant de cette variation est la porosité du matériau, qui accroît au fur et à mesure que le matériau est moins dense. D'où l'amélioration du pouvoir d'isolation thermique du béton. Cela s'explique par le fait que le liège et les grignons d'olives ont une faible conductivité thermique respectivement de l'ordre de 0,035 (W/m°C) et 0,064 (W/m°C). De plus ce sont des matériaux qui favorisent mieux l'existence des pores au sein du matériau facilitant à leurs tours l'existence des lames d'airs.

De même, d'après les figures 3, 4 et 5, l'isolement acoustique varie avec la fréquence pour les différent taux d'allégement, l'isolement peut atteindre des valeurs jusqu'à 45 dB pour les basses fréquences (f=250 Hz) pour le Béto-liège et le Béto-grignons d'olive.

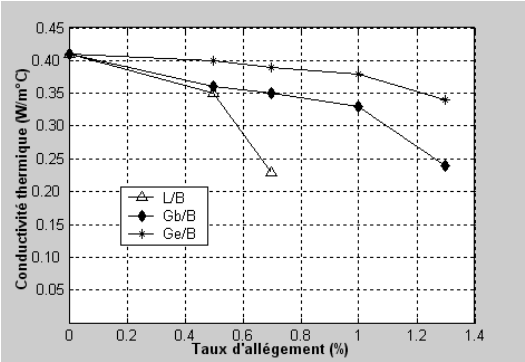


Fig. 2 – Conductivité thermique en fonction de la fraction X/B

D'après les figures 6, 7 et 8 on remarque, pour toutes les gammes de fréquences, une influence notable de la fraction d'allégement du liège et des grignons d'olive brut et épuisé introduite dans le béton sur l'isolement acoustique donc sur le coefficient de transmission. En effet, plus le béton est incorporé avec du liège ou avec des grignons d'olive plus le pouvoir de transmission est grand, cela est due essentiellement à l'existence de plus grand nombre des pores dans le béton allégé que dans le béton ordinaire, qui favorisent la transmission des ondes acoustique, d'où la diminution du pouvoir d'isolation acoustique du matériau allégé.

5. Conclusion

A la lumière de tous ces résultats expérimentaux obtenus sur le matériau étudié, nous pouvons conclure que, la conductivité thermique, contribue à une meilleure connaissance du comportement thermique, contrairement à l'isolement qui présente une grandeur insuffisante pour connaître le comportement acoustique d'un matériau.

Les résultats de mesure montrent que la fraction d'allégement, modifie considérablement les performances du matériau étudié, en particulier ses caractéristiques thermophysiques et acoustiques. Cette incorporation a une influence positive sur le pouvoir d'isolation thermique et négative sur le pouvoir d'isolation acoustique du béton.

Au vue de ces différents résultats obtenus, on peut affirmer que le choix d'une fraction d'allégement pour laquelle le béton allégé présente les qualités optimales, comme matériaux à la fois isolant thermique et acoustique, est nécessaire. D'ou l'importance d'une caractérisation complète des grandeurs acoustiques tel que le pouvoir d'absorption acoustique, qui va nous permettre d'envisager le côté polyvalent de ce matériau allégé, qui peut nous servir à la fois comme isolant thermique et acoustique tout en conservant des propriétés mécaniques correctes.

Nomenclature

L_i : Niveau d'intensité acoustique émis, dB
L_t : Niveau d'intensité transmis, dB
I_i : Intensité acoustique incidente, W/m^2
I_t : Intensité acoustique transmise, W/m^2
I_0 : Intensité de référence, 10^{-12} W/m^2
D : Isolement acoustique, dB
q : Densité de flux de chaleur, W/m^2
T : Température, °C
τ: Coefficient de transmission acoustique
λ: Conductivité thermique, W/m °C
R_{th}: Résistance thermique, °C/W
X/B: Taux d'allégement du béton avec X, %
e : Epaisseur de l'échantillon, cm
S : surface de l'échantillon, m^2

Références bibliographiques

[1] A. EL Bakkouri, Caractérisation hygroscopique, Thermophysique et mécanique des matériaux allégés : le plâtre, le liège, la brique creuse. Thèse de Doctorat en Sciences, Tétouan, Maroc, (2004).
[2] A. Saleh Al-Ajln, Measurements of thermal properties of insulation materials by using transient plane source technique, Applied Thermal Engineering 26 (2006) 2184.
[3] S. Min, J. Blumm, A. Lindemann, A new laser flash system for measurement of the thermophysical properties, Thermochimica Acta 455 (2007) 46.
[4] J.C. Davies and B.M. Gibbs. The oblique incidence meausurement of transmission loss by an impulsive method. Journal of Sound and Vibration, 74(3) : 381-393, 1890.
[5] K .Hirosawa, k. Fuliwara, and k. yamakawa. sound insulation efficiency Of a building's window for diffracted sound. Journal of the Acoustical society of Japan, 56 :324-333 ,2000.
[6] T. Iwase, M. Minowa, T. Maruyama, and K. Yoshihisa. Test method for sound insulation characteristic of light-weight double leaf wall by using small sample. In Inter-Noise2004, Prague, Czech Republic, 2004.
[7] J. Yoshimura and S. Sugie. Measurement methods for sound insulation of windows. In Inter-Noise2004, Prague, Czech Republic, 2004.
[8] NF EN ISO 140-5 Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et éléments de construction. Partie 5: Mesurage in situ de la transmission des bruits aériens par les elements de façade et les façades. 1998.

[9] V. CEREZO, Propriétés mécaniques, thermiques et acoustiques d'un matériau à base de particules végétales : approche expérimentale et modélisation théorique, Thèse de Doctorat, Lyon (2005).

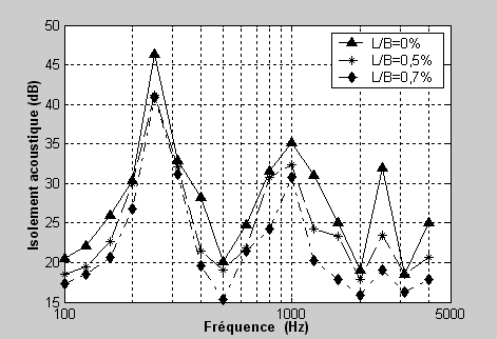


Fig. 3 – Isolement acoustique en fonction de la fréquence cas : du Béto-liège

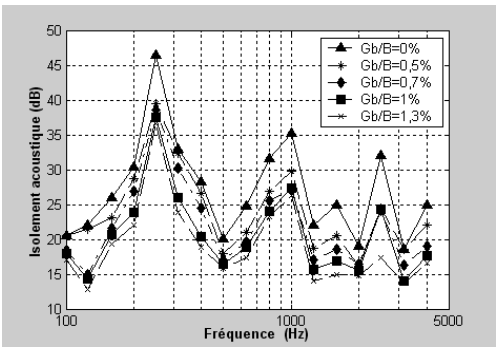


Fig. 4 – Isolement acoustique en fonction de la fréquence cas : du Béto-grignons d'olive brut

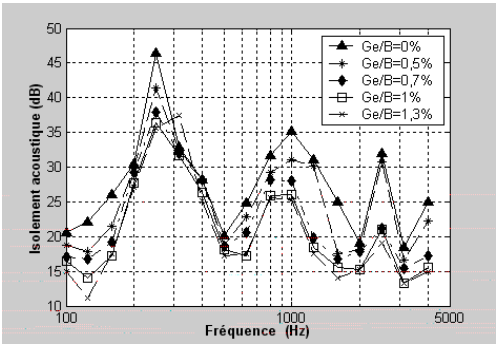


Fig. 5 – Isolement acoustique en fonction de la fréquence cas : du Béto-grignons d'olive épuisé

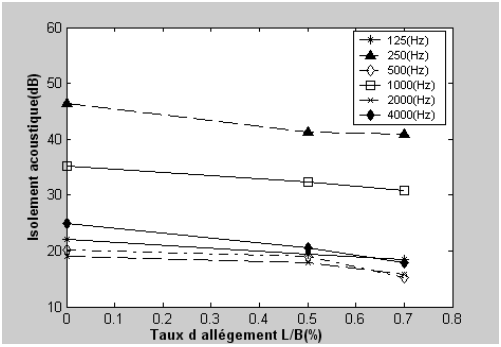


Fig. 6 – Isolement acoustique en fonction de la fraction L/B

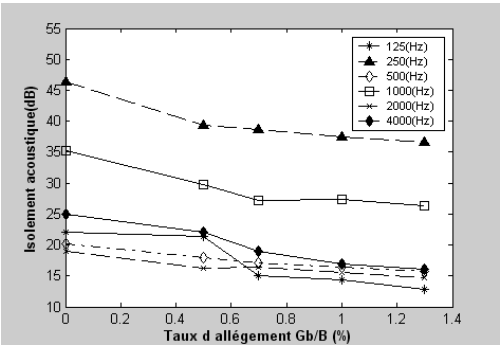


Fig. 7 – Isolement acoustique en fonction de la fraction Gb/B

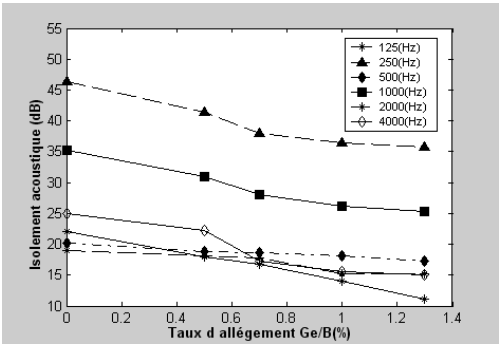


Fig. 8 – Isolement acoustique en fonction de la fraction Ge/B

Soret convection in a binary mixture confined in an inclined porous cavity

A. Rtibi[1], M. Hasnaoui[1]* and A. Amahmid[1]

[1]Faculty of Sciences Semlalia, LMFE, Laboratory associated to CNRST (URAC 27)

BP 2390, Marrakesh, Morocco

* Corresponding author : hasnaoui@ucam.ac.ma

Abstract. Soret convection induced in an inclined rectangular porous cavity filled with a binary mixture and subjected to a constant heat flux is studied analytically and numerically using the Darcy-Brinkman model with the Boussinesq approximation. The governing parameters for the problem are the thermal Rayleigh number, R_T, the Lewis number, Le, the angle of inclination of the cavity, θ, the separation parameter, φ, the Darcy number, Da and the aspect ratio, Ar. A numerical study is performed to validate the results of the analytical predictions based on the parallel flow assumption. It is found that the inclination angle and Soret parameter have a strong effect on heat and mass transfer characteristics.

Keywords- analytical and numerical study, thermosolutal convection, Soret effect, heat and mass transfer

Nomenclature

A_r	aspect ratio

Greek symbols

Le	lewis number
Θ	angle of inclination of the cavity
S	dimensionless concentration
ε	normalized porosity
T	dimensionless temperature
Ψ	dimensionless stream function
R_T	thermal Rayleigh number
Φ	separation parameter

1. Introduction.

Thermodiffusion phenomenon is present in many natural and industrial applications. In the past, numerous studies involving thermosolutal convection have neglected the Soret effect despite the important role it may play in the case of various mixtures submitted to a permanent thermal gradient. In addition, from a theoretical point of view, the Soret effect is attractive by the richness of the phenomena accompanying its presence (oscillating flows, subcritical and super critical bifurcations, hysteresis loops …). Hence, many efforts are underway to better understand and predict behaviours associated to the presence of thermodiffusion.

In saturated porous enclosures, Karcher and Müller [1] studied the Bénard convection of a binary liquid in a porous medium. The authors considered a mixture with negative Soret parameter and showed a non-linear temperature dependence of the binary fluid density.

Thermogravitational separation in a binary mixture contained within a differentially heated enclosure with the presence of obstacles was studied numerically by Chavepeyer and Platten [2]. The Soret coefficient was found to be independent of the presence of the obstacles when considering a pure thermal diffusive regime. The onset of thermogravitational diffusion in a porous medium saturated with a binary mixture subjected to Soret effect was investigated numerically by Marcoux et al. [3]. The case of opposing and equal solutal and thermal buoyancy forces was considered. The thresholds of instability were obtained for various aspect ratios. Benano- Melly et al. [4] considered thermal diffusion induced by a horizontal thermal gradient in a binary mixture within a porous medium. Their study showed that, depending on the Soret coefficient value, multiple convective flow patterns can develop when solutal and thermal buoyancy forces are opposing each other. The onset of Soret-driven convection in a shallow porous enclosure saturated with a binary fluid has been discussed recently by Sovran et al. [5]. Heating from below or from the top, the criteria for the onset of motion via a stationary, Hopf bifurcation and oscillatory convection were derived.

The aim of the present study consists in studying analytically and numerically the effect of the inclination of the cavity on the fluid flow and heat and mass transfer characteristics in a saturated Darcy-Brinkman porous layer, subjected to uniform heat flux and inclined with respect to the horizontal; case remaining poorly documented [6] in the literature. The parallel flow approximation is adopted for the analytical study. The results obtained are presented in terms of the flow intensity and Nusselt and Sherwood numbers versus the inclination angle θ for various values of the separation parameter φ.

2. Mathematical Model and Numerical Method.

The configuration under investigation, sketched in Fig. 1, is a two-dimensional rectangular porous cavity of length L′ and height H′, saturated with a binary mixture and tilted by θ with respect to the horizontal plane and submitted to a uniform heat flux q′ from its long sides.

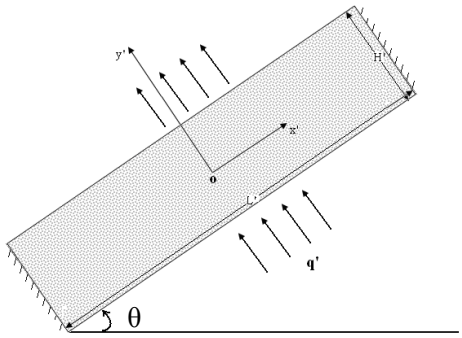


Fig. 1. Schematic diagram of the physical model and coordinates system

The binary fluid that saturates the porous cavity obeys the Boussinesq approximation. Using the vorticity-stream function formulation and the extended Darcy-Brinkman model, the dimensionless governing equations in the stationary regime are given as follows:

$$\xi = R_T\left(\cos\theta\frac{\partial}{\partial x} - \sin\theta\frac{\partial}{\partial y}\right)(T+\varphi S) + Da_{eff}\nabla^2\xi \quad (1)$$

$$u\frac{\partial T}{\partial x} + v\frac{\partial T}{\partial y} = \nabla^2 T \quad (2)$$

$$u\frac{\partial S}{\partial x} + v\frac{\partial S}{\partial y} = \frac{1}{Le}\left(\nabla^2 S - \nabla^2 T\right) \quad (3)$$

$$\xi = -\nabla^2\Psi \quad (4)$$

The hydrodynamic, thermal and solutal boundary conditions are such that:

$$\Psi = 0 \text{ and } \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial S}{\partial x} = 0 \text{ for } x = \pm Ar/2 \quad (5)$$

$$\Psi = 0 \text{and } \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial S}{\partial y} = -1 \text{ for } y = \pm 1/2 \quad (6)$$

In addition to the inclination angle θ of the cavity, the problem is governed by four other dimensionless parameters which are the thermal Darcy-Rayleigh number, R_T, the separation parameter, φ, the Lewis number, Le, and the cavity aspect ratio, Ar. These parameters are defined as:

$R_T = \frac{g\beta_T \Delta T' H'^3}{\alpha\nu}$, $\varphi = \frac{\beta_S \Delta S'}{\beta_T \Delta T'}$, $Le = \frac{\alpha}{D}$, $Da_{eff} = K/H'^2$ and $A_r = \frac{L'}{H'}$ where $\Delta T' = \frac{q'H'}{\lambda}$ and $\Delta S' = \frac{s'_0(1-s'_0)D_T\Delta T'}{D}$.

The numerical solution of the full governing equations is based on a central finite-difference technique. The iterative procedure is performed using the alternate direction implicit method (A.D.I).The stream function field is determined from Eq. (4) using the point successive-over-relaxation method. At the boundaries, the values of the vorticity are calculated using the Wood's relation.

3. Analytical Solution.

In the limit of a shallow enclosure (A_r>>1), it has been demonstrated that the present problem can be significantly simplified and analytically solved using the parallel flow approximation. Therefore, in the central part of the cavity, this approximation leads to the following simplifications: $\Psi(x,y) = \Psi(y)$, $T(x,y) = C_T x + \theta_T(y)$ and $S(x,y) = C_S x + \theta_S(y)$, where C_T and C_S are respectively unknown constant temperature and concentration gradients in x direction. Using these approximations, the integration of Eqs. (2) to (3) under boundary conditions (Eqs. (5)- (6)), and substituting into Eq. (1) yields the following expression:

$$\frac{d^4\Psi}{dx^4} - \frac{1}{Dae}\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{\omega^2}{Dae}\Psi - \frac{G\omega^2}{Dae} = 0 \qquad (7)$$

Where $\omega^2 = (C_T + \varphi(C_T + LeC_S))R_T \sin\theta$ and $G\omega^2 = (C_T + \varphi C_S)R_T \cos\theta + (1+\varphi)R_T \sin\theta$.

The analytical solution predicted by the parallel flow approximation depends on the sign of $\overset{\pm}{\Omega}^2 = \frac{1}{2Dae} \pm (\frac{1}{4Dae^2} - \frac{\omega^2}{Dae})$ and $\frac{1}{4Dae^2} - \frac{\omega^2}{Dae}$. In this study, we consider $\frac{1}{4Dae} \geq \omega^2$ and $\omega^2 \geq 0$. Under these conditions the solution of the problem is obtained as the following:

$$\Psi(y) = G - \overset{+}{B}\overset{+}{\Omega}\cosh\overset{+}{\Omega}y - \overset{-}{B}\overset{-}{\Omega}\sinh\overset{-}{\Omega}y \qquad (8)$$

$$T(x,y) = C_T x + (C_T G - 1)y + C_T(\overset{+}{B}\sinh\overset{+}{\Omega}y + \overset{-}{B}\sinh\overset{-}{\Omega}y) \qquad (9)$$

$$S(x,y) = C_S x + ((C_T + LeC_S)G - 1)y + (C_T + LeC_S)(\overset{+}{B}\sinh\overset{+}{\Omega}y + \overset{-}{B}\sinh\overset{-}{\Omega}y) \qquad (10)$$

Where: $\overset{+}{B} = \frac{GA_1}{\overset{+}{\Omega}}$, $\overset{-}{B} = \frac{GA_2}{\overset{-}{\Omega}}$, $A_1 = \frac{\overset{-}{\Omega}\sinh\overset{-}{\Omega}/2}{\overset{+}{\Omega}\sinh\overset{+}{\Omega}/2\cosh\overset{-}{\Omega}/2 - \overset{-}{\Omega}\sinh\overset{-}{\Omega}/2\cosh\overset{+}{\Omega}/2}$ and

$A_2 = \frac{-\overset{+}{\Omega}\sinh\overset{+}{\Omega}/2}{\overset{+}{\Omega}\sinh\overset{+}{\Omega}/2\cosh\overset{-}{\Omega}/2 - \overset{-}{\Omega}\sinh\overset{-}{\Omega}/2\cosh\overset{+}{\Omega}/2}$

The constants C_T and C_S are, respectively, unknown temperature and concentration gradients in the y direction. Their expressions are obtained as follows:

$$C_T = (1 - GC_T)(\overset{+}{\alpha}_2\overset{+}{B} + \overset{-}{\alpha}_2\overset{-}{B}) + C_T[\overset{+}{\alpha}_1\overset{+}{B}^2 + \overset{-}{\alpha}_1\overset{-}{B}^2 + 2\overset{+}{B}\overset{-}{B}[(\overset{+}{\Omega}^2 + \overset{-}{\Omega}^2)/(\overset{+}{\Omega}^2 - \overset{-}{\Omega}^2)][\overset{+}{\Omega}\sinh\overset{-}{\Omega}/2\cosh\overset{+}{\Omega}/2 - \overset{-}{\Omega}\sinh\overset{+}{\Omega}/2\cosh\overset{-}{\Omega}/2]]$$

$$C_S = C_T + Le[[1 - G(C_T + LeC_S)][\overset{+}{\alpha}_2\overset{+}{B} + \overset{-}{\alpha}_2\overset{-}{B}] + [C_T + LeC_S][\overset{+}{\alpha}_1\overset{+}{B}^2 + \overset{-}{\alpha}_1\overset{-}{B}^2 + 2\overset{+}{B}\overset{-}{B}[(\overset{+}{\Omega}^2 + \overset{-}{\Omega}^2)/(\overset{+}{\Omega}^2 - \overset{-}{\Omega}^2)][\overset{+}{\Omega}\sinh\overset{-}{\Omega}/2\cosh\overset{+}{\Omega}/2 - \overset{-}{\Omega}\sinh\overset{+}{\Omega}/2\cosh\overset{-}{\Omega}/2]]]$$

Where: $\overset{\pm}{\alpha}_1 = \frac{\overset{\pm}{\Omega}}{2}[\sinh\overset{\pm}{\Omega} - \overset{\pm}{\Omega}]$ and $\overset{\pm}{\alpha}_2 = \overset{\pm}{\Omega}\cosh\frac{\overset{\pm}{\Omega}}{2} - 2\sinh\frac{\overset{\pm}{\Omega}}{2}$

Then, the analytical expressions of the Nusselt and Sherwood numbers are given by:

$$Nu^{-1} = 1 - C_T G + 2C_T[\overset{+}{B}\sinh\frac{\overset{+}{\Omega}}{2} + \overset{-}{B}\sinh\frac{\overset{-}{\Omega}}{2}]$$

$$Sh^{-1} = 1 - [C_T + LeC_S]G + 2[C_T + LeC_S][\overset{+}{B}\sinh\frac{\overset{+}{\Omega}}{2} + \overset{-}{B}\sinh\frac{\overset{-}{\Omega}}{2}]$$

4. Results and Discussion.

In the following section, the effects of the inclination angle and the Soret parameter are discussed. The results are presented in terms of Ψ_c, Nu and Sh.

Figs. 2(a)-(c) illustrate evolutions of the flow intensity, Ψ_c (in the centre of the cavity), and heat and mass transfer, characterized by Nu and Sh, versus the inclination angle, θ, for R_T=200, Le=10, Da_{eff}=10-5 and various values of the separation parameter φ. The curves depicted in these graphs are obtained analytically on the basis of the predictions of the parallel flow approximation. The numerical solution of the full governing equations obtained for Ar≥12 and depicted by dots, are seen to be in good agreement with the analytical solution. Different trends are observed in the evolutions of Ψ_c, Nu and Sh with θ. In the case of Ψ_c, its evolution is characterized by a continuous decrease when θ is increased from zero (horizontal cavity heated from below) to 180° (horizontal cavity heated from above). All the trends observed are not affected by the Soret parameter and the impact of the latter could have an important effect on mass transfer depending on the inclination of the cavity. Globally, the inclination angle is seen to have an important quantitative effect on the flow intensity and heat and mass transfer characteristics. The case of $\theta = 0°$ was studied analytically and numerically by Bourich et al. **[7].** Analytically, their study has shown the existence of three regions with specific behaviours and the critical Rayleigh numbers corresponding to the onset of subcritical and super critical flows were determined explicitly as function of the governing parameters. The other limit value of θ ($\theta = 180°$) corresponds to a cavity heated from above. We can see that the convective flow is cancelled ($\varphi_c = 0$) and heat and mass transfers are those of the diffusive regime. The observation of the evolutions of Nu and Sh when θ increases from 0° to 180° shows that they behave differently with this increase. In fact, Nu starts to increase first, passes through a peak (around $\theta = 40°$) and then begins to decrease towards the conductive regime. In the case of Sh, the peaks are observed around $\theta = 130°$ and theirs values are very sensitive to the separation parameter φ. Similar trends have been reported by Mamou et al. [**8**] in the absence of Soret effect while studying double-diffusive convection in an inclined slot filled with a porous medium.

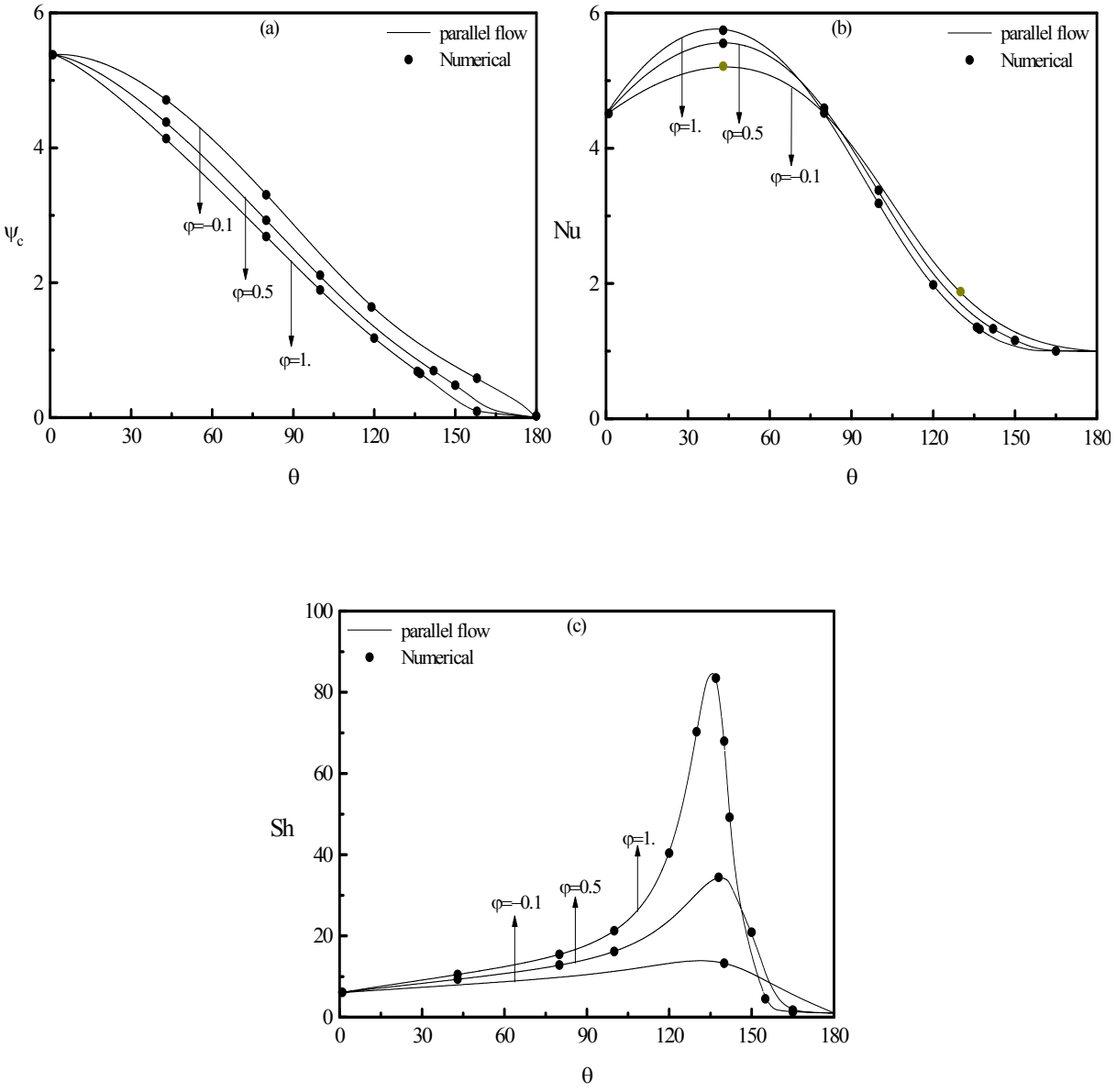


Fig. 2. - The effect of θ on (a) Ψ_c (b) Nu and (c) Sh for Le = 10, R_T = 200, $Da_{eff}=10^{-5}$ and Ar ≥ 12.

As we know, the separation parameter φ could be widely varied by changing the mean solute concentration or the mean temperature of the system. When φ is positive (aiding buoyancy forces), the heavier component migrates towards the cold wall and to the heated wall when φ is negative (opposing thermal and solutal buoyancy forces). Thus, positive values are in general more favourable to mass transfer than its negative values if we except the range $150° \le \theta \le 180°$ where complex behaviours are observed due to complex interaction between gravity and the separation parameter. In the case of Nu, positive values of φ could be favourable or unfavourable to heat transfer and this, dependently of the range of θ.

5. Conclusion.

Soret convection in an inclined Darcy-Brinkman porous layer, filled with a binary fluid and subject to constant flux of heat is studied analytically and numerically. A closed form analytical solution for a shallow enclosure is derived on the basis of the parallel flow assumption. It is found that the combined effects of the inclination angle of the cavity and the thermodiffusion phenomenon are very important on fluid flow and heat and mass transfer characteristics. The flow intensity and heat and mass transfer present different behaviours vis-à-vis of the controlling parameters. Finally, the main features predicted by the analytical solution are confirmed by numerical solutions of the full governing equations.

References.

[1] C. Karcher, U. Müller, Bénard convection in a binary mixture with a nonlinear density–temperature relation, Phys. Rev. E 49, (1994) 4031-4043.

[2] G. Chavepeyer and J.K. Platten, Approche de la se´paration thermogravitationnelle d'un liquide binaire en modèle aléatoire de milieux poreux par moyennes d'ensembles, Entropie 214, (1998) 27–30.

[3] M. Marcoux, M.C. Charrier-Mojtabi and A. Bergeon, Naissance de la thermogravitation dans un mélange binaire imprégnant un milieu poreux, Entropie 214, (1998) 31–36.

[4] L.P. Benano-Melly, J.P. Caltagirone, B. Faissat, F. Montel, and P. Costeseque, Modeling Soret coefficient measurement experiments in porous media considering thermal and solutal convection. Int. J. Heat Mass Transfer 44, (2001) 1285–1297.

[5] O. Sovran, M.C. Charrier-Mojtabi and A. Mojtabi, Naissance de la convection thermosolutante en couche poreuse infinie avec effet Soret, Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, 329, (2001) 287-293.

[6] Ouriemi M., Vasseur P. and Bahloul A., Natural convection of a binary fluid in a slightly inclined shallow cavity, Numerical Heat Transfer, Part A, 48, (2005), 547–565.

[7] M. Bourich, M. Hasnaoui, A. Amahmid and M. Mamou, Onset of convection and finite amplitude flow due to Soret effect within a horizontal sparsely packed porous enclosure heated from below, Int. J. Heat Fluid Flow, 25 (2005) 513-525.

[8] Mamou M., Vasseur P., Bilgen E. and Gobin D., Double-diffusive convection in an inclined slot filled with a porous medium, Eur. J. Mechanics, B/Fluids, Vol. 14, pp. 629-652, 1995.

On the validity of a model with constant surface heat flux in the case of blocks with uniform volumetric heat generation mounted on the lower wall of a horizontal channel

D. Mouhtadi[1, 2], A. Amahmid[1], M. Hasnaoui[1] and R. Bennacer[2]

[1] University Cadi Ayyad, Faculty of Sciences Semlalia, LMFE, Unit associated to CNRST (URAC 27), BP 2390, Marrakech, Morocco, amahmid@ucam.ac.ma

[2] University of Cergy-Pontoise, L2MGC F-95000 Cergy-Pontoise, France, rachid.bennacer@u-cergy.fr

Abstract. This paper presents a numerical study of natural convection in a horizontal channel containing heated blocks periodically distributed on its lower adiabatic wall. The channel upper wall is maintained at a cold constant temperature. Two models are compared in this study. In the first the blocks are submitted to volumetric heat generation, while in the second the blocks release constant surface heat flux. The governing parameters of this problem are the thermal conductivity ratio of the solid block and the fluid ($0.1 \leq K = k_s/k_a \leq 200$), the Rayleigh numbers ($10^4 \leq Ra \leq 10^7$) and the relative blocks height ($1/8 \leq B \leq 1/2$). The effect of these parameters on the validity of the second model is examined. It is demonstrated that the range of thermal conductivity for which the second model is valid is depending on Ra and B.

Keywords: Numerical study, natural convection, horizontal channel, heated blocks, conditions of validity.

1. Introduction.

Convective cooling of heated blocks mounted in a horizontal, vertical or inclined channel is of great interest in different technological and engineering applications related to the cooling of solar systems, electronic components and the production of nuclear or chemical energy. Generally, in practical situations, the heating is due to volumetric heat generation inside the blocks [1-3]. However, the literature review shows that, in many works, the calculations are performed using a model with blocks releasing constant surface heat flux [4-6]. This technique avoids calculations inside the blocks and hereby reduces storage spaces. The aim of the present study is to examine the condition of validity of the model with blocks releasing constant surface flux (denoted model 2 or M_2) in the case of natural convection flows induced in a horizontal channel provided with rectangular blocks on its lower wall. For this purpose calculations are performed first with a model in which the blocks are submitted to volumetric heat generation (denoted model 1 or M_1). The results of the latter model are considered as references in order to determine the range of K for which the model 2 is valid.

2. Configuration and mathematical model.

The geometry of the problem investigated is depicted in Fig. 1. It consists of a horizontal infinite channel of height H', with the upper surface maintained at a constant cold temperature T_F' and the lower one considered adiabatic. Heating blocks (of height h') are periodically mounted on the lower surface of the channel.

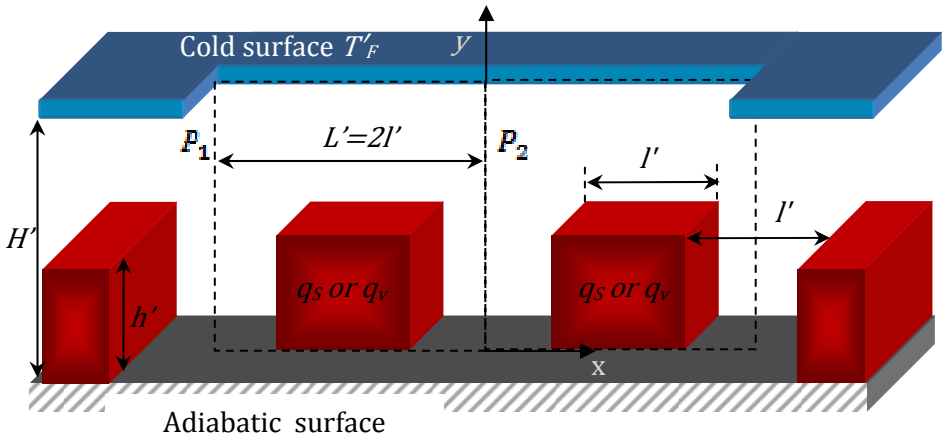


Fig. 1 Studied configuration

Due to the periodic nature of the system and boundary conditions imposed to the channel, the numerical calculations were restricted to the representative module limited by the fictive planes P_1 and P_2. Two models are examined in this study. In the first one, denoted M_1, a uniform volumetric heat generation of density, q_v, is imposed inside the block. The numerical calculations for this case are performed in the whole domain. In the second model, denoted M_2, the block surface releases a constant heat flux, q_s, and the calculations are restricted to the fluid medium only. The surfacic and volumetric quantities q_s and q_v are related by the relation:

$$q_v = \frac{S}{V} q_s = \left(\frac{(2B+C)}{B \times C}\right) q_s \tag{1}$$

such that the total amount of heat leaving the surface of the block in M_2 is exactly identical to that generated inside the block in the case of M_1. In equation (1), the parameters S and V stay respectively for the lateral surface and the volume of the block.

The working fluid (air) is assumed incompressible with constant physical properties and obeying the Boussinesq approximation. In the fluid medium, the dimensionless equations for the laminar flow are written in the stream function-vorticity formulation as:

$$\frac{\partial \Omega}{\partial \tau} + \frac{\partial u\Omega}{\partial x} + \frac{\partial v\Omega}{\partial y} = -Ra\,Pr \frac{\partial T_a}{\partial x} + Pr\left(\frac{\partial^2 \Omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Omega}{\partial y^2}\right) \tag{2}$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -\Omega \tag{3}$$

$$u = -\frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad v = \frac{\partial \psi}{\partial x} \tag{4}$$

$$\frac{\partial T_a}{\partial \tau} + \frac{\partial u T_a}{\partial x} + \frac{\partial v T_a}{\partial y} = \frac{\partial^2 T_a}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_a}{\partial y^2} \tag{5}$$

In the solid blocks the energy equation (used in the case of M_1 only) becomes:

$$\left(\frac{\alpha^*}{k^*}\right)\frac{\partial T_s}{\partial t} = \frac{\partial^2 T_s}{\partial x^{*2}} + \frac{\partial^2 T_s}{\partial y^{*2}} + \frac{1}{k^*} \tag{6}$$

Periodic conditions are applied to the system on the fictive boundaries P_1 and P_2. For the block-air interface, the continuity of both temperature and heat flux is used for the model 1. For the second model, a constant heat flux q_s is imposed on the block-air interface.

The local Nusselt number calculated on the surface of the block is given by:

$$Nu_{loc} = q_s' H' / k_a (T' - T_F') = 1/T \left(\partial T' / \partial n\right) \tag{7}$$

The average Nusselt number, $\overline{Nu}$, is obtained by integrating Nu_{loc} along the surface of the block.

For the numerical resolution, Eqs. (2) and (5-6) are discretized by a finite difference method combined with the Alternate Direction Implicit method (ADI). Equations (3), is solved via a point successive over relaxation procedure (PSOR).

3. Results and Discussion.

The numerical results are presented for $0.1 \leq k^* = k_s/k_a \leq 200$, $10^4 \leq Ra \leq 10^7$ and $1/8 \leq B \leq 1/2$. The geometric parameters A and C and the Prandtl number are kept constant ($A = 1$, $C = 1/2$ and $Pr = 0.72$) in the present work.

3.1. Flow and Temperature Fields.

It should be mentioned that the results corresponding to model 1 depend on both Ra and k^* while the results corresponding to the model 2 depend on Ra only since the heat flux q_s is independent of k^*

Comparisons between flow and temperature fields induced by models 1 and 2 in the case of $B = 1/8$ are presented in Fig. 2 for $k^* = 0.1$ and different Ra. These figures show that the flow structures are similar for both models. Quantitatively, the flow intensity changes weakly from one model to the other for $Ra = 10^6$ and 10^7 (this is true even for larger values of k^*). However, for $Ra = 10^4$, a considerable difference is observed between the flow intensities corresponding to the two models (the difference reaches about 31.5%). This difference decreases however by increasing k^* to drop to 5% at $k^* = 200$. Noted that, for this case of B ($B = 1/8$), the flow structure is not affected by the increase of k^*. For $B = 1/4$, the results presented in Fig. 3 for $k^* = 0.1$ and different Ra show that the flow is dissymmetric for $Ra = 10^6$ and 10^7. The comparison between models 1 and 2 leads to the same deductions as in the case of $B = 1/8$ and $k^* = 0.1$. By increasing k^*, the flow pattern remains the same for model 1 (recall that M_2 results are independent of k^*) except for $Ra = 10^6$ which yield symmetrical four-cells flows for $4 \leq k^* \leq 200$. This means that, in the latter range of k^*, model 2 dose not predict the flow structure of model 1. But this disagreement in terms of flow structure does not affect the mean temperature and Nusselt number on the bloc surface as this will be observed hereafter. For

$B = 1/2$ (results not presented here), it is found that the model 2 predicts the flow pattern for $Ra = 10^4$ only in a small range of k^* ($0.1 \leq k^* \leq 0.3$) for which the resulting flow is qudracellular. In fact, for $k^* > 0.37$ the flow becomes bicellular passing through complex transformations in the range $0.3 < k^* < 0.37$. For $Ra = 10^6$ and 10^7, a multiplicity of solutions, consisting of symmetrical bicellular and dissymmetrical flows, is observed in the case of model 1 (results not presented). However, for these values of Ra, the model 2 predicts only the existence of a symmetrical bicellular flow.

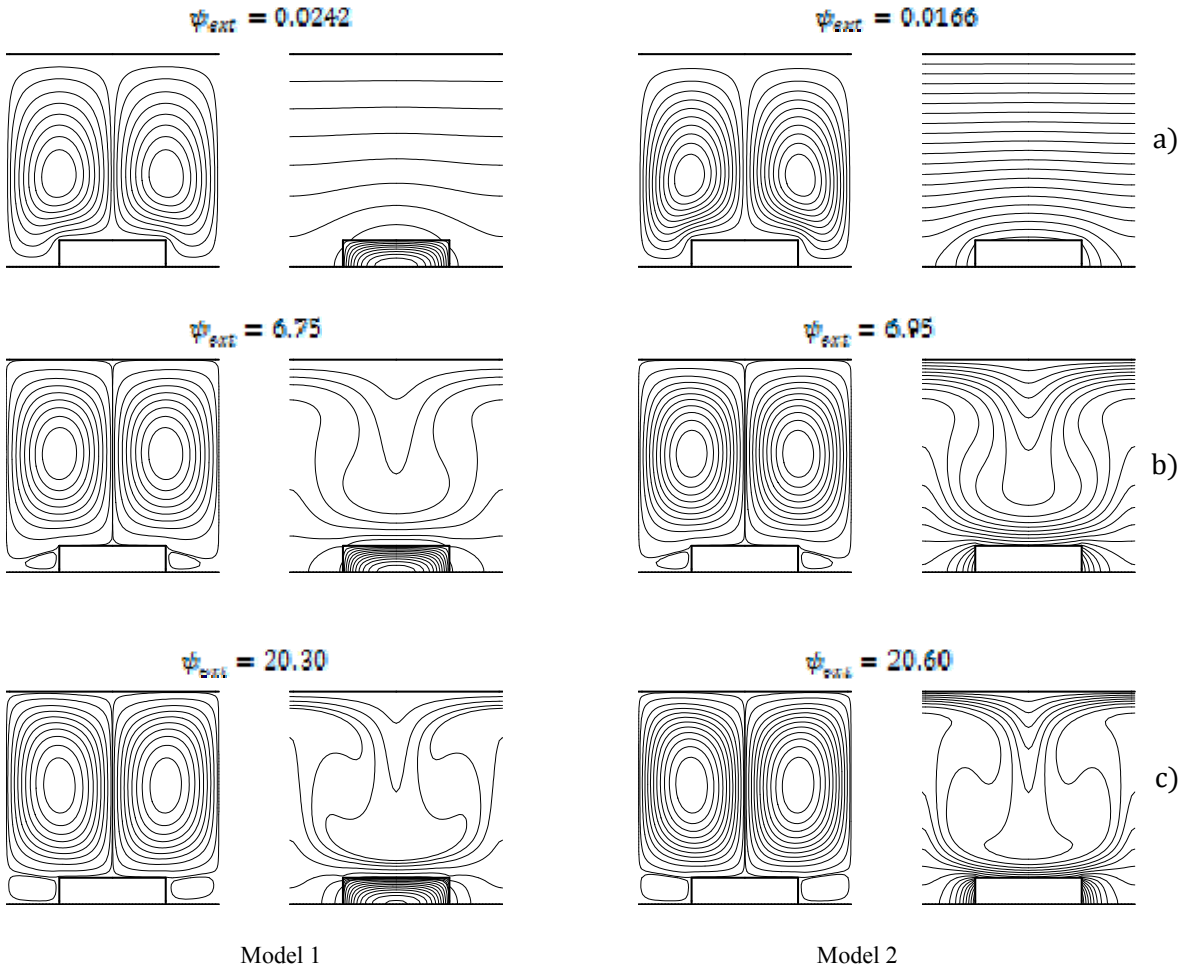


Fig. 2: Streamlines and isotherms for both models with $B = 1/8$ and $k^* = 0.1$ in the case of M_1: a) $Ra = 10^4$, b) $Ra = 10^6$ and c) $Ra = 10^7$.

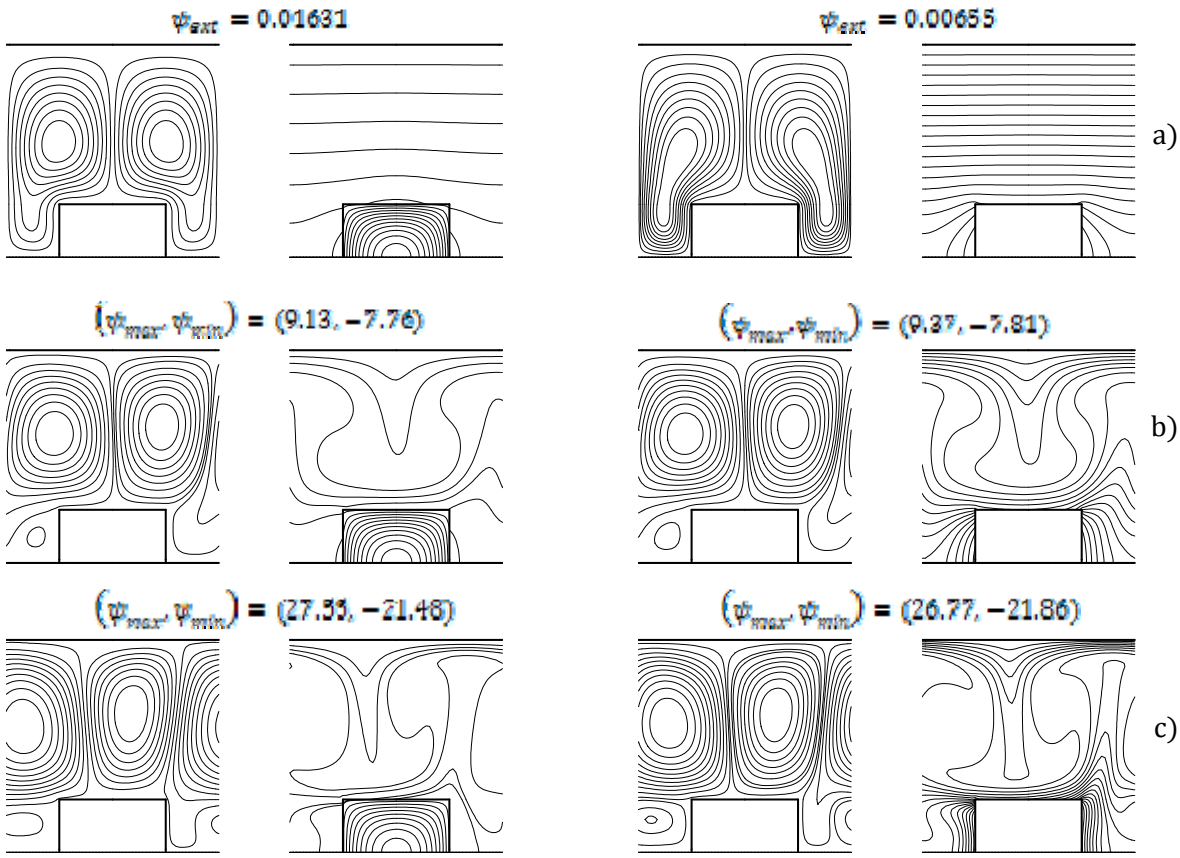


Fig. 3: Streamlines and isotherms for both models with $B = 1/4$ and $k^* = 0.1$ in the case of M_1: a) $Ra = 10^4$, b) $Ra = 10^6$ and c) $Ra = 10^7$.

3.2. Heat Transfer.

The effect of the controlling parameters on the heat transfer induced by both models is presented, in terms of average temperature, $\overline{T}$, and Nusselt number, $\overline{Nu}$, calculated on the surface of the block and presented in Figs. 4 and 5, respectively. For $B = 1/2$ (only the solutions obtained with both models are presented in these figures), it can be observed that the model 2 fails to predict the mean temperature for $k^* = 1$ and 200 at small and intermediate values of Ra. However, good agreement is observed between these models for $k^* = 0.1$ regardless of Ra. For $B = 1/4$ and $1/3$, the increase of k^* affects slightly the values of $\overline{T}$ for all the range of Ra considered. For these values of B, the model 2 leads to satisfactory results independently of k^*. In fact, the maximum difference between the models is observed for $B = 1/8$, $Ra = 5 \times 10^6$ and $k^* = 0.1$ and it is about 7.7%.

In the case of $\overline{Nu}$ variations with Ra, presented in Figs. 5a-c for various k^* and B, it can be seen that, for $B = 1/8$ and $1/4$ the results corresponding to both models exhibit good agreement at relatively small Ra ($Ra < 10^5$) independently of k^*. At large values of Ra, the difference between the two models is visible and varies with k^* but without exceeding 7%. For $B = 1/2$, Fig. 5a shows clearly that the model 2 reproduces well the results of model 1 for

$k^* = 0.1$ at relatively small Ra. For the remaining values of k^*, the difference is significant. For example, at $Ra = 10^4$ and $k^* = 200$, it is about 13%.

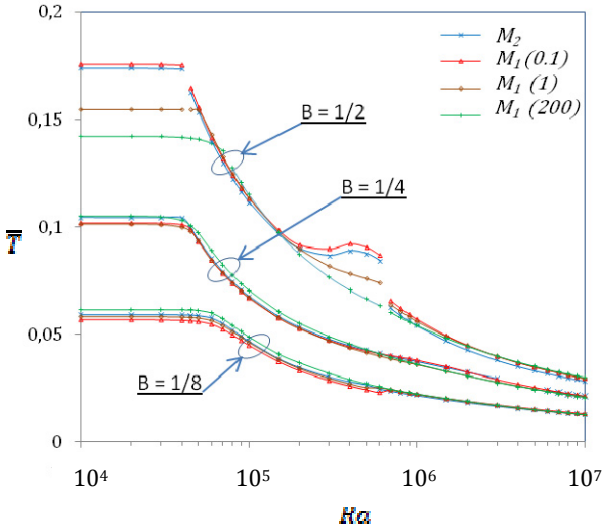


Fig. 4: Variations of $\overline{T}$ with Ra for different k^* and B.

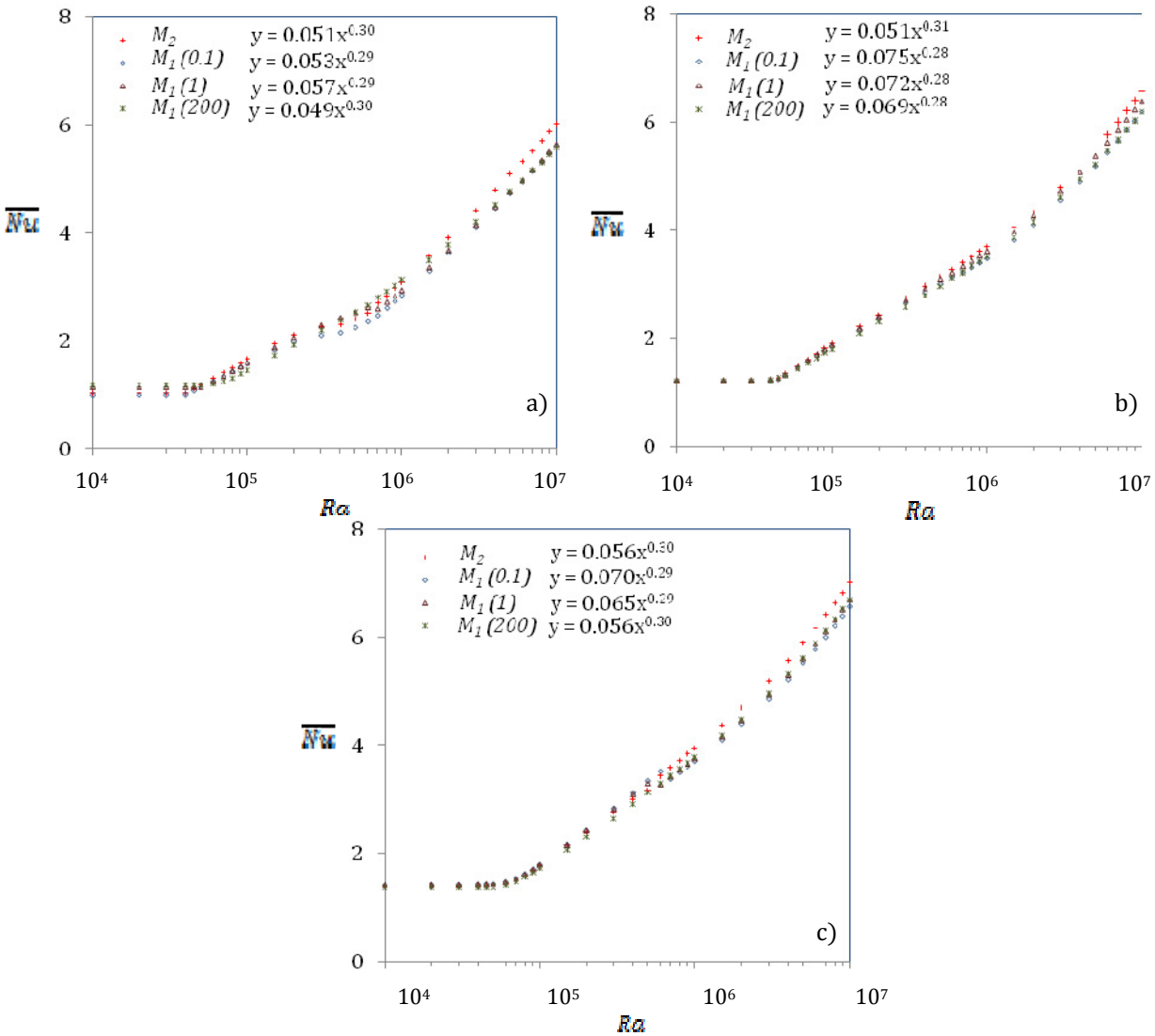


Fig. 5: Variations of $\overline{Nu}$ with Ra for different k^* and B : a) $B = 1/2$, b) $B = 1/4$, c) $B = 1/8$.

4. Conclusion.

Natural convection induced in a horizontal channel provided with rectangular blocks submitted to uniform volumetric heat generation is studied numerically. Comparisons between the results of a model with volumetric heat generation inside the block (M_1) and those of a model with constant heat flux at the block surface (M_2) are achieved. Generally, the model 2 predicts the flow structure for $B = 1/8$ but does not predict its intensity at relatively small Ra. For $B = 1/4$ and $1/2$, such a model fails to predict the flow structure for some ranges of k^* (depending on Ra). Comparisons based on mean temperatures and Nusselt numbers on the surface of the blocks, showed that satisfactory results are obtained with model 2 for $B = 1/4$ and $1/8$ regardless of Ra and k^*.

References

[1] P. N. Madhavan, V. M. K. Sastri, Conjugate natural convection cooling of protruding heat sources mounted on a substrate placed inside an enclosure: a parametric study, Comput. Methods Appl. Mech. Engrg. 188 (2000) 187-202.

[2] R. Rachedi, S. Chikh, Enhancement of electronic cooling by insertion foam materials, Heat Mass Transfer, 37 (2001) 371–378.

[3] T.Y. Lin and S.S. Hsieh, Natural convection of opposing/assisting flows in vertical channel with asymmetrically discrete heated ribs, Int. J. Heat Mass Transfer, 33 (10) (1990) 2295–2309.

[4] M. Najam, M. El Alami, A. Oubarra, Heat transfer in a ‘‘T’’ form cavity with heated rectangular blocks submitted to a vertical jet: the block gap effect on multiple solutions, Energy Conversion and Management 45 (2004) 113–125.

[5] S.K.W. Tou, C.P. Tso, X. Zhang, 3-D numerical analysis of natural convective liquid cooling of a 3×3 heater array in rectangular enclosures, Int. J. Heat Mass Transfer, 42 (1999) 3231-3244.

[6] D. A. Aliaga, J. P. Lamb and D. E. Klein, Convection heat transfer distributions over plates with square ribs from infrared thermography measurements, Int. J. Heat Mass Transfer, 37 (3) (1994) 363-374.

Modélisation du comportement Thermo – hydraulique des fluides frigoporteurs diphasiques avec changement de phase liquide - solide

El Amri Abdelouahid[1*], Abdelaziz Mimet[1*], Abdelouahed djebli[1*]
[1] Laboratoire d'Energétique
Université Abdel Malek Essaidi 90000 Tétouan – Maroc
(*auteur correspondant : pro_amri@yahoo.com)

Abstract :

The object of this work is the study the flow, in an cylindrical heat exchanger , of a diphasic fluid formed by ice slurry constitued with a liquid phase water - ethanol and of a solid crystal phase of ice. We initially developed a physical model based on the approach Euler - Euler which consists in separating the two phases and which is supposed to be a continuous medium. In the considered approach, each phase is described by conservation equations of mass, of energy and momentum. The conservation equations are discretized using the method of finites differences and finites volumes using a SIMPLEC algorithm. We have developed a calculation programme, written in FORTRAN and which permit us to study the mass fraction variation according to the coordinates of space. We also determined the variation of the entropy according to the mass fraction.

Keywords : Ice slurry, Secondary refrigerant, heat transfer, exchanger of heat

1. Introduction:

Les nouvelles réglementations internationales en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre ainsi que de ceux participant à l'appauvrissement de la couche d'ozone (Protocole de Montréal) offrent de nouvelles opportunités quant à l'utilisation de fluides frigorigènes d'origine naturelle (eau, ammoniac, méthanol,éthanol, etc.) . C'est dans cette perspective que s'inscrit ce travail, et dont l'objectif consiste en l'étude d'une machine frigorifique. Notre travail est consacré au coulis de glace et porte sur l'étude d'un comportement thermo- hydraulique des fluides frigoporteurs diphasiques à changement de phase liquide – solide.

La modélisation de ce type d'écoulement (coulis de glace) est très complexe. Pour cela, nous aurons étudié des modèles théoriques issus de la littérature qui permettent la classification des différents types de suspension selon la nature et le régime de l'écoulement.
Le modèle étudié consiste à séparer les deux phases considérées comme un milieu continu en se basant sur une approche Euler- Euler. Dans cette approche chaque phase est décrite par des équations de conservation de masse, de conservation d'énergie et de quantité du mouvement.

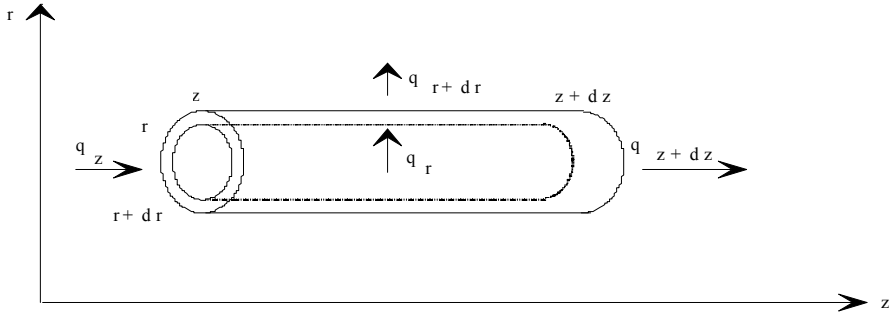
Le but de ce travail est de valider le modèle physique que nous avons choisi pour décrire l'écoulement du coulis dans un échangeur. L'approche que nous avons utilisée pour concrétiser cette étude consiste à considérer chaque phase comme un milieu continu (approche Euler-Euler).

2. Modèle physique

On considère un écoulement de fluide dans un cylindre symétrique supposé infinie.
La suspension en écoulement est composée :

- D'une phase liquide, de masse volumique et viscosité dynamique connues (ρ_l, μ_l).
- D'une phase solide, de masse volumique connue ρ_s différente de celle du liquide.

Les particules, soumises aux effets de la flottabilité et aux forces de traînée, peuvent adopter des trajectoires différentes des lignes de courant de la phase liquide. En effet, si la masse volumique des particules solides est inférieure à celle du liquide, ils peuvent peu à peu se rassembler sur le haut de la conduite et donner lieu à un écoulement stratifié [1], [2].



Équations de continuité :

$$\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{1}{r}\frac{\partial (rv)}{\partial r}=0 \qquad (1)$$

Équations de conservation de la quantité du mouvement :

$$u\frac{\partial u}{\partial z}+v\frac{\partial u}{\partial r}=-\frac{1}{r}\frac{dp}{dz}+\upsilon[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\frac{\partial u}{\partial r})] \qquad (2)$$

Equation de conservation d'énergie :

$$u\frac{\partial T}{\partial z}+v\frac{\partial T}{\partial r}=\frac{k}{\rho c_p}[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\frac{\partial T}{\partial r})]+\mu\Phi \qquad (3)$$

$$\Phi=\left\{2[(\frac{\partial v}{\partial r})^2+\frac{v^2}{r^2}+(\frac{\partial u}{\partial z})^2]+(\frac{\partial u}{\partial r}+\frac{\partial v}{\partial z})^2\right\}$$

Ces équations sont écrites pour les deux phases en présence et qui sont la phase solide et la phase liquide.

Équations de continuité :

Pour la phase liquide :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_l\Phi)+\nabla.(\rho_l\Phi v_l)=0 \qquad (4)$$

Pour la phase solide ;

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_s(1-\Phi))+\nabla.(\rho_s(1-\Phi)v_s)=0 \qquad (5)$$

Équations de conservation de la quantité du mouvement :

Pour la phase liquide :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_l \Phi v_l) + \nabla.(\rho_l \Phi v_l v_l) = -\Phi \nabla p + \nabla.\left[\Phi \mu_l (\nabla v_l + \nabla v_l{}^T)\right] + \Phi \rho_l g - \beta(v_l - v_s) \qquad (6)$$

Pour la phase solide :

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_s (1-\Phi) v_s) + \nabla.(\rho_s (1-\Phi) v_s v_s) = -(1-\Phi)\nabla p + \nabla.\left[(1-\Phi)\mu_s (\nabla v_s + \nabla v_s{}^T)\right] + (1-\Phi)\rho_s g + \beta(v_l - v_s) \qquad (7)$$

$$\beta = 150\frac{\Phi^2 \mu_l}{\Phi \ d_p{}^2} + 1{,}75\frac{\rho_l |u_l - u_s| \Phi}{d_p} \qquad \text{si } \varepsilon \prec 0.8 \qquad [4]$$

L'équation d'états rhéologiques exprimant la réponse, en vitesse de cisaillement $\dot{\gamma}$, à une sollicitation, en contrainte de cisaillement $\frac{\partial u(r)}{\partial r}$ est :

$$\tau = k\left(\frac{\partial u(r)}{\partial r}\right)^n \qquad (8)$$

Avec

$$n = 0.26 + \frac{0.74}{1 + \left(\frac{\Phi}{12}\right)^{8.34}}, \ 0 \le \Phi \le 0.28 \qquad (9)$$

[3]

Φ : La fraction massique de coulis de glace

En remplaçant ce terme par sa valeur dans l'équation de conservation de quantité du mouvement nous obtenons :

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left[r\left(\frac{\partial u(r)}{\partial r}\right)^n\right] = \frac{1}{k}\frac{\partial P}{\partial z} \qquad (10)$$

La solution analytique de cette équation est:

$$u(r) = u_m\left[1 - \left(\frac{r}{r_0}\right)^{\frac{n+1}{n}}\right] \qquad (11)$$

$$\text{Avec } u_m = \left(\frac{1}{2k}\frac{\partial p}{\partial z}\right)^{\frac{1}{n}} r_0{}^{\frac{n+1}{n}} \qquad (12)$$

En remplaçant ce terme par sa valeur dans l'équation de conservation d'énergie on a :

$$u\frac{\partial T(x,r)}{\partial z} = a\frac{\partial^2 T(x,r)}{\partial r^2} + \frac{k}{\rho c_p}\left(\frac{\partial u(r)}{\partial r}\right)^{\frac{n+1}{n}} \qquad (13)$$

En tenant compte les conditions aux limites :

$$T(0,r) = T_0, \quad \frac{\partial T(x,o)}{\partial r} = \frac{-q}{\lambda} \ , \ \frac{\partial T(x,r_0)}{\partial r} = 0$$

Nous nous intéressons dans ce travail à la fonction entropie qui s'écrit sous la forme suivante [6], [5] :

$$S(r,s) = \frac{\lambda}{T_0{}^2}\left[\left(\frac{\partial T(r,z)}{\partial r}\right)^2 + \left(\frac{\partial T(r,z)}{\partial z}\right)^2\right] + \frac{\mu}{T_0}\Phi \qquad (14)$$

=composent thermique +composent visqueux

En remplaçant le terme Φ par sa valeur […] nous avons :

$$=\frac{1}{T_0{}^2}[(\frac{\partial T}{\partial r})^2+(\frac{\partial T}{\partial z})^2]+\frac{\mu}{T_0}\left\{2[(\frac{\partial v}{\partial r})^2+\frac{v^2}{r^2}+(\frac{\partial u}{\partial z})^2]+(\frac{\partial u}{\partial r}+\frac{\partial v}{\partial z})^2\right\} \quad (15)$$

L'équation d'énergie peut être transformée en introduisant les variables suivantes :

$$Z=\frac{az}{u_m r_0{}^2}\ ,R=\frac{r}{r_0}\ ,\Delta T=\frac{qr_0}{\lambda}\ ,U(R)=\frac{u(r)}{u_m}\ ,T(Z,R)=\frac{T(z,r)-T_0}{\Delta T},\Delta T=\frac{qr_0}{\lambda}$$

L'équation d'énergie devient :

$$U(R)\frac{\partial T(Z,R)}{\partial Z}=\frac{k}{\rho.c_p.\upsilon}[\frac{1}{R}\frac{\partial}{\partial R}(R\frac{\partial U(R}{\partial R})^{\frac{n+1}{n}}] \quad (16)$$

$$T(X,R)=T_1(X)T_2(R)+T_1(X)+T_2(R) \quad (17) \quad [7]$$

Le premier terme de l'équation significatif est négligeable pour délabrer des effets initiaux de transition, d'entrée et supposer que le système a déjà passé la transition initiale de décomposition et nous avons :

$$T(X,R)=T_1(X)+T_2(R) \quad (18)$$

$$\frac{\partial T_1(X)}{\partial X}=\alpha$$

$$S_{av}=A(n)+B(n)+C(n)\frac{Br}{\Omega}$$

Le but de ce travail est l'étude de La distribution d'entropie comme fonction de la distance transversale aux différentes valeurs du paramètre de groupe et en fonction de fraction massique de coulis de glace. Les résultats qui ont été obtenue sont

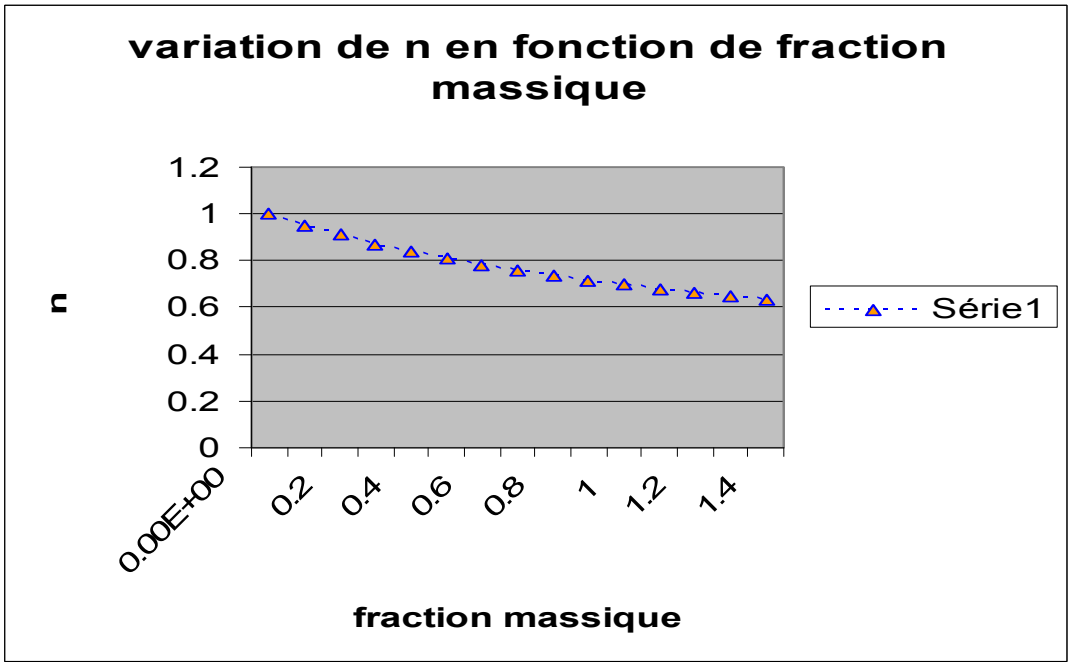


Figure 1 : La variation de n en fonction de la fraction massique

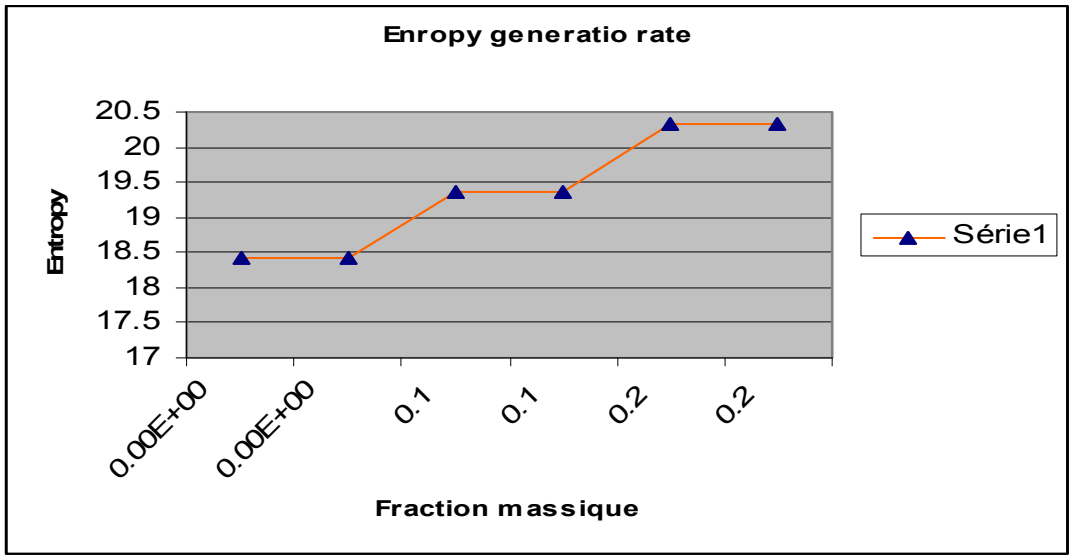


Figure 2 : la variation d'entropie en fonction de fraction massique

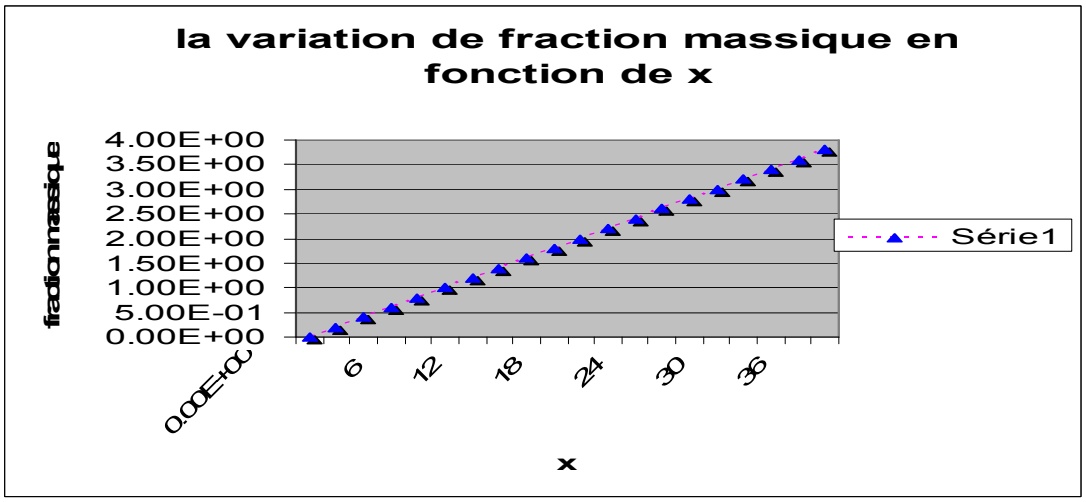


Figure 3 : la variation de la fraction massique en fonction de coordonnées d'espace

3. Conclusion :

Coulis de glace est bien connu comme réfrigérant secondaire qui a des avantages concurrentiels par rapport aux autres liquides frigorigènes utilisés. La conception d'installation adéquate d'un coulis de glace industrielle nécessite la connaissance détaillée des coulis de glace thermodynamique.
D'après les résultats, les conclusions suivantes peuvent être tirées.
(a) fraction massique la glace augmente en fonction de coordonnées d'espace.
(b) Le nombre d'entropie augmente en fonction de la fraction massique de la glace.

Remerciements :
Ce travail a été réalisé grâce au soutien de Laboratoire d'énergétique Mécanique des Fluides et Matériaux à la Faculté des Sciences de Tétouan Maroc. Je remercie tout particulièrement Mon Encadrant A. Mimet qu'il m'a témoignée au cours d'une année de thése.

Références :

[1] : EL-Shaarawi MA,Alkam MK.Transient forced convection in the entrance region of concentric annuli.Int'l J heat mass transfer 1992 ;35(12) :3335-44
[2] :J.H.ferziger et M.Peric,Computational Methods four Fluid dynamics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York,(2002)
[3] :Neuredine Bouzid ,Entropy generation in ice Slurry pipe flow,2008
Journal of refrigeration 3I, I453-I457
[4] :D. Gidaspow, Hydrodynamics of fluidization and heat transfer: supercomputer modelling, Appl. Mech. Rev. 39 (1) (1986) 1-23
[5] : O.M.Haddad,entropy generation due to laminar forced convection in the entrance region of a concentric annuls, Department of Mechanical Engineering, Jordan University of Science and Technology, PO Box 3030, Irbid 22110, Jordan(2002)
[6] :Bejan A.entropy generation through heat and fluid flow.New York:Wiley Interscience;1982.
[7] : Arpaci,V.S.,Larsen,P.S.,convection heat transfer.prentice-hill.Engelwood cliffs,New Jarsey(1984)

Etude d'une machine frigorifique solaire a adsorption d'ammoniac sur charbon actif en fonction de l'irradiation solaire de tetouan

H. EL KALKHA[1], A. MIMET[1], F. LEMMINI [2]

[1] Laboratoire d'Energetique, Faculté des Sciences, B.P 2121, 93000 Tétouan, Université Abdelmalek Essaadi , Maroc.

[2] Laboratoire d'Energie Solaire, Faculté des Sciences, Université Mohammed V , B.P. 1014, Rabat, MAROC

(Auteur correspondant : elkalkha_hanae@yahoo.fr)

Abstract : In this work, we propose a numerical study of real behavior of a cylindrical adsorbor (reactor) of a solar adsorption refrigerating machine using the pair activated carbon/ammonia. The adsorbor is placed within a flat-plate solar collector. We have developed a model, based on heat and mass transfer equations. The model computes, from real solar data, the distribution of temperature, adsorbed mass and the pressure in any point of the adsorber and for any time of the day. That allows us to determine the cycled mass of the refrigerant and the quantity of cold produced in the machine.

Mots-clef : *machine frigorifique solaire à adsorption, conservation d'énergie et de masse, l'énergie solaire.*

1 – Introduction

Pour éviter l'utilisation massive des fluides frigorigènes responsable, à cause des fuites inévitables complètement, d'altération de la couche d'ozone et d'augmentation de l'effet de serre, il a été proposé depuis longtemps d'utiliser les machines frigorifiques à adsorption qui constituent l'objet de sujets de recherche actuelle [1], [2], ces machines constituent une alternative intéressante. L'intérêt essentiel que représentent résulte de la bonne réversibilité des réactions d'adsorption et de leur parfaite adaptation aux énergies thermiques à basse température. L'intermittence du cycle de base d'une machine à adsorption représente une caractéristique utile dans les applications où l'énergie n'est que discontinuement disponible. Ces machines sont parfaitement adaptables à l'énergie solaire.

2. Machine frigorifique solaire à adsorption :

La machine frigorifique solaire à adsorption, objet de notre étude, est constituée d'un capteur solaire plan, dans lequel est enfermé un adsorbeur formé de plusieurs tubes cylindriques

contenant le mélange adsorbant/adsorbat, ces tubes sont reliés à deux échangeurs de chaleur, le condenseur et l'évaporateur (Figure 1).

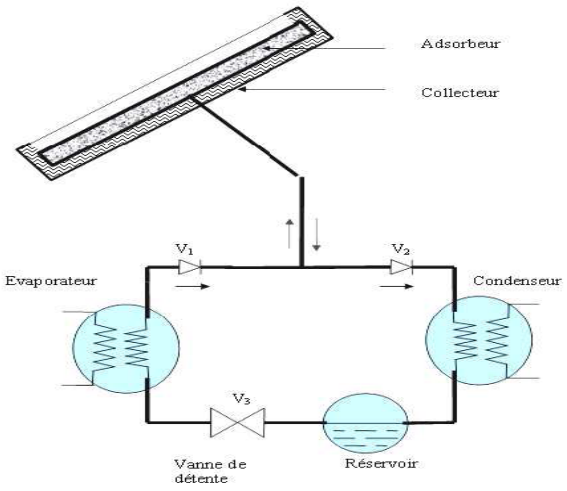


Figure 1 : Machine frigorifique à adsorption

La figure 2 représente le cycle de la machine sur le diagramme (Log(p),1/T), Ce cycle idéal, représente l'évolution de l'état du mélange adsorbant/adsorbat contenu dans le réacteur. Il est constitué de deux isostères (évolution à masse adsorbée constante) (1-2 et 3-4), et deux isobares (2-3 et 4-1).

Période de chauffage désorption :

a/ Phase 1 (A-B) : chauffage isostérique. Au début du cycle (point A), le mélange adsorbant/réfrigérant est à sa température minimale T_{min} et à la pression de l'évaporateur P_{ev}. Sous l'effet du chauffage à l'aide du rayonnement solaire, la pression et la température du mélange augmentent jusqu'à ce que la pression devient égale à celle qui règne dans le condenseur (point B), la température atteinte est dite température seuil de désorption. La masse adsorbée reste constante le long de la transformation (A-B) (transformation isostérique).

b/ Phase 2 (B-C) : désorption-condensation. Au point B commence la désorption du fluide frigorigène qui se condense dans le condenseur à la température et à la pression de condensation (Tcon, Pcon), le réacteur est alors à sa haute pression et suit l'isobare imposée par le condenseur. Toute en continuant le chauffage, la température du mélange augmente jusqu'à la température maximale T_{max}, imposée par le rayonnement solaire.

L'ensemble des deux phases (A-B) et (B-C) correspond à la première période : Chauffage/désorption.

Période de refroidissement/adsorption.

a/ Phase 3 (C-D) : refroidissement isostérique. Au point C, le refroidissement du mélange adsorbant/réfrigérant commence, la température et la pression diminuent jusqu'à ce que la pression devient égale à celle qui règne dans l'évaporateur P_{ev}, la température atteinte est dite température seuil d'adsorption. La masse adsorbée reste constante le long de la transformation (C-D).

b/ Phase 4 (D-A) : adsorption-évaporation. Au point (D) commence l'évaporation du réfrigérant en produisant le froid dans l'évaporateur, la vapeur produite s'adsorbe de nouveau dans l'adsorbeur, jusqu'à ce que la température du mélange adsorbant/réfrigérant devient minimale (T_{min}).

Durant la transformation (D-A) le système suit l'isobare imposée par l'évaporateur, et qui correspond à la pression de saturation du réfrigérant à la température de l'évaporateur Tev.

Les deux phases (C-D) et (D-A) correspondent à la seconde période: refroidissement/adsorption.

L'évaporation a lieu pendant la phase D-A. La quantité de froid produit est proportionnelle à la masse du réfrigérant cyclée dans la machine $\Delta m = m_A - m_C$

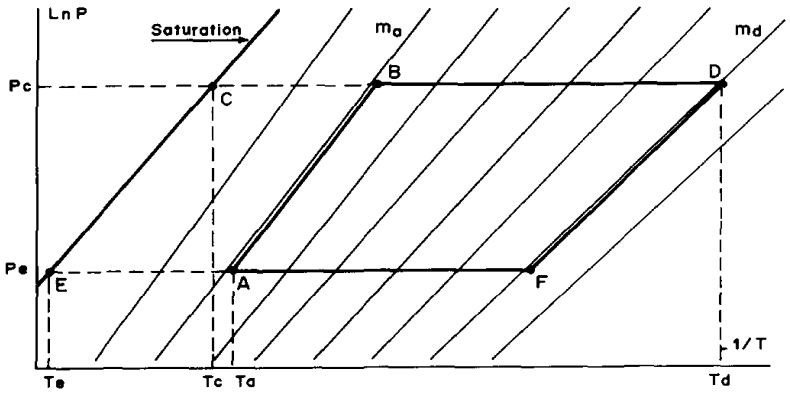


Figure .2 : Cycle intermittent à adsorption

3. Modélisation du transfert de chaleur et de masse à l'intérieur du réacteur:

L'expérience a mis en évidence l'existence d'un gradient de température non négligeable à l'intérieur de l'adsorbeur [3], [4] [5], qui est du essentiellement au caractère variable de l'énergie solaire, en plus des propriétés de transfert de chaleur dans le milieu réactif, cela implique que le réacteur de la machine est à tout instant dans un état transitoire et non uniforme. ce qui veut dire qu'une bonne modélisation passe d'abord par une modélisation du transfert de chaleur et de masse à l'intérieur de l'adsorbeur.

Le mélange adsorbant/adsorbat à l'intérieur de l'adsorbeur est un milieu poreux constitué d'un lit fixe de grain de charbon actif réagissant par adsorption avec l'ammoniac. Le réacteur est enfermé dans un capteur solaire plan ordinaire, constitué d'une isolation arrière et latérale, d'une couverture transparente et d'une surface absorbante (figure.3).

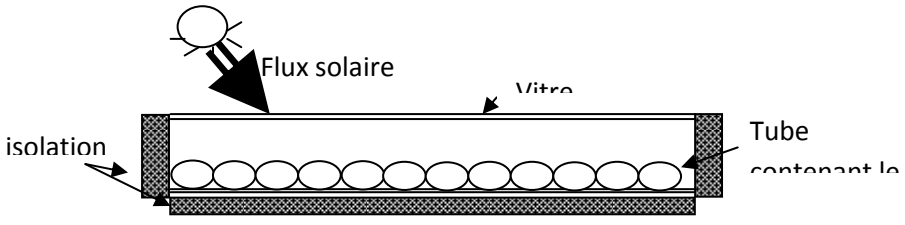


Figure 3 : coupe du capteur solaire

Le modèle décrivant le transfert de chaleur et masse dans l'adsorbeur est basé sur les hypothèses simplificatrices suivantes [3]:

- Les pertes de charges sont négligeables ($\Delta P = 0$) ;
- Les trois phases sont en chaque point en équilibre thermodynamique ; et cela traduit la définition d'un seul champ de température pour les trois phases ;
- Le transfert de chaleur est unidimensionnel et la distribution de la température est radiale ;
- Le transfert de chaleur convectif est négligé.

Le couplage de l'équation d'énergie avec celle de la conservation de masse nous donne l'équation générale de transfert de chaleur et de masse dans le milieu preux (charbon actif/ammoniac) :

$$\left[(1-\varepsilon)\rho_s C_s + (\varepsilon-\alpha)\rho_g C_g + \alpha\rho_a C_a\right]\frac{\partial T}{\partial t} - \frac{\partial\left((\varepsilon-\alpha)\rho_g\right)}{\partial t}\cdot\frac{P}{\rho_g} - \rho_{app}\frac{P}{\rho_a}\frac{\partial m_a}{\partial t} - \Delta H_{ads}\rho_{app}\frac{\partial m_a}{\partial t} = \lambda_e \Delta T \qquad (1)$$

ρ_i et c_i sont respectivement la densité et la chaleur spécifique de la phase i,

α la fraction volumique de la phase adsorbée,

ε et ρ_{app} sont la porosité et la masse volumique apparente du charbon actif et

ΔH_{ads} la chaleur isostérique d'adsorption en (KJ/Kg)

La masse adsorbée *ma* (*kg/kg-CA*) en fonction de la température (*T*) et de la pression (*P*), a été calculée à l'aide du modèle d'adsorption de BRUNAUER, EMMET et TELLER (B.E.T) [6] pour sa bonne description du phénomène d'adsorption pour le couple ammoniac/charbon actif [3].

$$\frac{m}{m_0} = \frac{C.x}{1-x}\cdot\frac{1-(n+1)x^n + n.x^{n+1}}{1+(C-1)x - Cx^{n+1}} \qquad (2)$$

n est le nombre de couches.

$x = \frac{P}{P_s}$: Pression relative ; P est la pression d'équilibre et P_s : Pression de saturation de l'adsorbat liquide.

m_0 : Masse d'adsorbat nécessaire pour couvrir la surface d'une couche monomoléculaire.

C : Constante caractéristique du gaz.

Les équations du modèle forment un système d'équations fortement non linéaires et couplées. La discrétisation est faite à l'aide de la méthode de différences finies utilisant le schéma implicite, la résolution du système d'équations algébriques résultant de la discrétisation est réalisée à l'aide de la méthode de Gauss-Seidel ligne par ligne [7], TDMA (Tridiagonal Matrix Algorithm) dans les directions alternées en linéarisation le système. Nous avons mis au point un code de calcule

numérique (en Fortran) permettant de résoudre nos équations afin de déterminer les champs de température, de pression et de masse adsorbée à l'intérieur du milieu poreux.

Ces équations sont complétées par la condition limite, donnant la température de la paroi T_p de la paroi métallique :

$G(t)$ est le flux solaire (W/m^2), S_C surface de captation, S surface de la paroi supérieure de l'adsorbeur, T_a température ambiante, MC_p capacité calorifique de la paroi métallique, U_L et η_0 sont respectivement le coefficient de perte vers l'ambiance en (W/m^2K) et le rendement optique du collecteur, h (W/m^2) le coefficient d'échange entre le métal et le milieu poreux.

$$\eta_0 S_C G(t) = U_L S\left(T_p - T_a\right) + MC_p \frac{\partial T_p}{\partial t} + S h\left(T_p - T\right)$$

Le flux solaire $G(t)$ est correspond à une journée donnée de la région de Tétouan (au mois du Juin), tiré de la base de données (METEONORM) Figure. 4

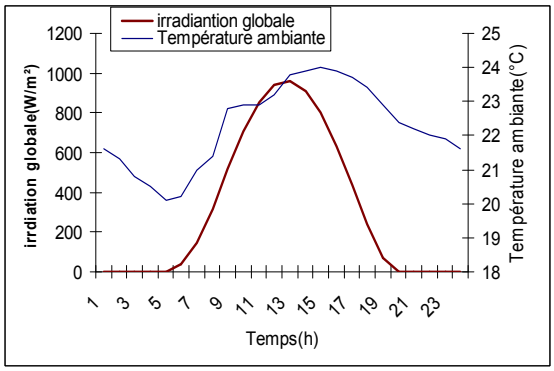


Figure .4 : données climatiques utilisées dans notre simulation

4. Résultats :

Dans notre simulation , nous avons utilisé les données solaires et climatiques (température ambiante) enregistrées à Tétouan (Maroc) pendant le mois de Juin 1990 pour une journée de type claire. La température de condensation est de celle correspondant à la température ambiante enregistrée la même journée, celle d'évaporation est fixée à 0°C.

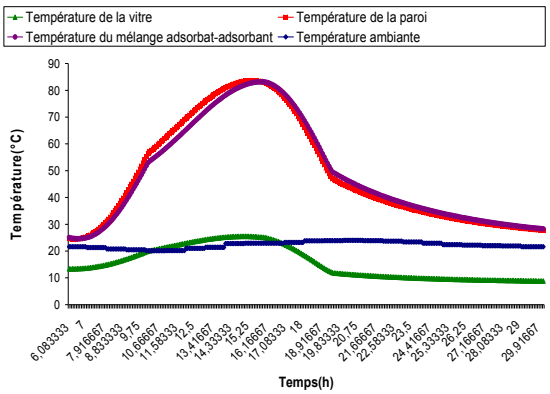


Figure .5 : évolution de la température de la Vitre, de la paroi et du mélange en fonction du temps.

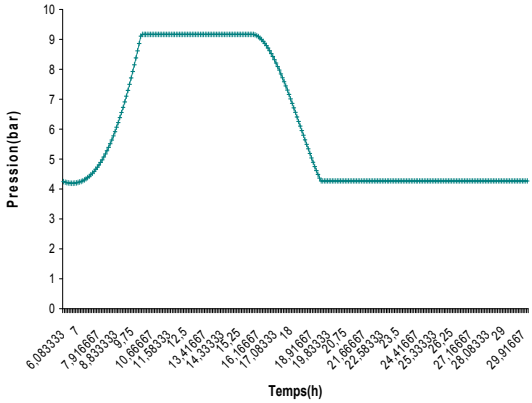


Figure .6 : évolution de la pression en fonction du temps.

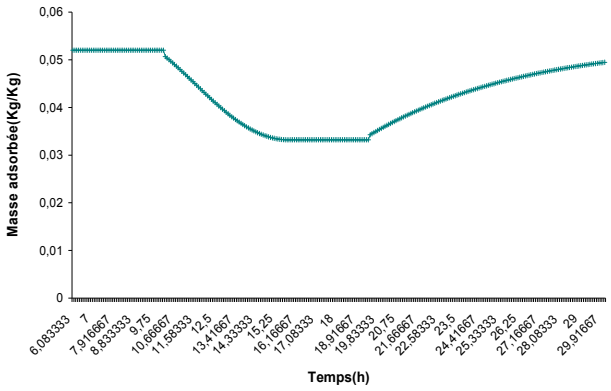


Figure 7 : évolution de masse adsorbée cycle à adsorption.

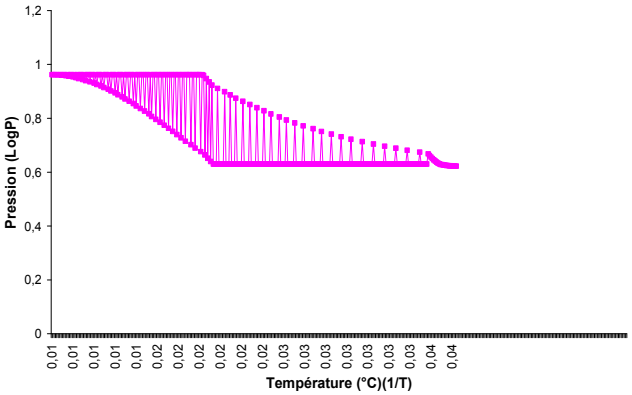


Figure .8 : le diagramme simulé du (T_{ev}=0°C ; T_{cond}=22°C).

Nous présentons sur la figure.5 l'évolution, en fonction du temps, de la température de la paroi, de la vitre et du mélange adsorbat-adsorbant (charbon actif –ammoniac). Nous remarquons que la température maximale atteinte par le charbon actif est de 80°C.

Sur la figure 6, nous représentons L'évolution, en fonction du temps, de la pression à l'intérieur de l'adsorbeur. Nous remarquons l'existence des 4 phases, la pression augmente lorsque l'adsorbeur est fermé. Elle devient constante, à partir de la température seuil, qui correspond à l'égalité des pressions du mélange et du condenseur. Ensuite la pression commence à décroitre au moment du début de refroidissement de l'adsorbeur et la pression devient constante lorsque la température atteint la température seuil d'adsorption.

La figure7 correspond à l'évolution de la masse adsorbée par le charbon actif en fonction du temps, elle nous permet de déterminer la masse cyclée dans la machine qui est égale à la différence entre les deux isostères observées.

La figure 8 présente représente le cycle de la machine dans le diagramme (Logp, 1/T), il est constitué de deux isobares et deux isostères.

L'analyse des résultats obtenus montre que pour augmenter la masse cyclée du réfrigérant dans la machine et par conséquent une quantité de froid la plus grande possible et un coefficient de performance solaire maximum, il faut que la température maximale atteinte par l'adsorbeur pendant la journée soit la plus grande possible et la température minimale de fin de refroidissement soit la plus faible possible. La température atteinte lors de la simulation étudiée est de l'ordre de 80 °C. Pour augmenter cette valeur, nous devons soit augmenter le flux solaire ou diminuer la température minimale d'adsorption, cela nécessite de changer le site géographique, soit utiliser un panneau solaire plan à vitre sélective ou un panneau solaire plan sou vide. Une autre voie à explorer est celle de l'étude des concentrateurs cylindroparaboliques.

Conclusion :

Le présent travail propose une étude du comportement transitoire d'un adsorbeur d'une machine frigorifique solaire à adsorption utilisant le couple charbon actif ammoniac, le modèle est basé sur les équations couplées de transfert de chaleur et de masse dans le milieu poreux constitué par le mélange charbon actif-ammoniac.

Nous avons étudié l'évolution des température, pression et masse adsorbée en fonction du flux solaire pendant un cycle de 24 heures. Nous avons remarqué que la masse adsorbée varie en fonction du flux solaire et la température minimale d'adsorption atteinte dans l'adsorbeur.

Le modèle a mis en évidence l'importance d'une étude de la masse cyclée, de la quantité de froid et du coefficient de performance solaire de la machine en fonction du site d'ensoleillement et aussi en fonction de la nature du capteur solaire.

Le modèle sera appliqué à la détermination d'une carte de froid solaire utilisant la carte d'irradiation solaire marocaine pour une machine frigorifique solaire à adsorption utilisant le couple charbon actif-ammoniac.

Références

[1] A. Boubakri, J.J. Guilleminot and F. Meunier,2000, Adsorptive Solar Powered Ice Maker: Experiments and Model. Solar Energy, Vol. 69, pp . 249-263

[2] A. AL mers, A. Mimet and M. Boussouis,2000, Numerical study of heat and mass transfer in a cubical porous medium heated by solar energy ''Boubnov-Galerkin method'', Computational Methods for Flow and Transport in Porous Media. J.M. Crolet(ed), pp. 175-191.

[3] A. Mimet. Thèse de doctorat, étude théorique et expérimentale d'une machine frigorifique à adsorption d'ammoniac sur charbon actif, FPMS, MONS (Belgique) (1991).

[4] L. M. Sun, F. Meunier et B. Mishler. Etude analytique des distribution de température et de concentration à l'intérieur d'un grain sphérique d'adsorbant solide soumis à un échelon de pression de vapeur adsorbable.(1986)

[5] Kanolt. Euromech. 194. (1985).

[6] S. Brunauer. The adsorption of gases and vapors. Ed. Oxf. University Press, (1943).

[7] S. V. Patankar. Numerical heat transfer and fluid flow, Hemisphere, New York, (1980).

Utilisation du logiciel CODYBA en vue de simuler le comportement thermique d'une cellule d'habitât à plancher solaire direct

M. El Jayidi[1], M. Moubark yousif[2], A. Redouane[1], H. Ezbakhe[1], A. Draoui[2], A. El Bouardi[1]
[1]Laboratoire d'Energétique, Equipe de Thermique, Energie solaire et Environnement (ETEE), Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc
[2] Laboratoire des Transferts Thermiques et Energétique (LTTE), Université Abdelmalek Essaâdi, FST de Tanger, Maroc
e-mail : eljayidimostafa@gmail.com

Abstract. In this work we have simulated the dynamical behavior of one habitat cell under climatically aggressive conditions.

The aim of this study is to evaluate, by analyzing the meteorological data and materials used in the construction of the Moroccan's north buildings, the energetic potential consumptions giving the more comfortable level in both winter and summer seasons.

In this framework we have studied the temperature and humidity effect on the thermal comfort of this cell.

Keywords: solar building, energetic simulation, CODYBA, thermal comfort

1. Introduction

Le confort thermique est défini comme « un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique ». Il dépend donc de la température sous diverses sollicitations thermiques en régime dynamique, de la vitesse de l'air et de l'humidité.

Un bâtiment confortable assure à ses habitants un climat intérieur agréable et peu dépendant des conditions extérieurs. Il faut toutefois insister sur le fait qu'un bon confort n'implique pas automatiquement une grande consommation d'énergie, c'est par une planification intelligente et un bon choix d'utilisation de matériaux locaux et de sources d'énergie alternative, il est possible qu'on assure une excellente qualité de confort intérieur sans avoir recours à une consommation excessive d'énergie.

Ce travail est une simulation du comportement dynamique d'une cellule d'habitat, soumise à des conditions climatiques agressives.

La simulation du comportement thermique de la cellule est basée sur l'utilisation du logiciel **CODYBA** (**Co**mportement **Dy**namique de **Bâ**timent) [1].

Le but est donc d'évaluer, à partir de l'analyse des données météorologiques et des propriétés des matériaux de construction utilisés au Nord du Maroc, les consommations énergétiques potentielles qu'il faudrait pour atteindre actuellement un niveau de confort convenable en période hivernale et en période chaude, en étudiant l'influence de variation de la température et de l'humidité sur le confort thermique de cette cellule.

2. Presentation de la cellule.

Fig. 1 Cellule prototype d'habitât à plancher solaire direct (F.S.de Tétouan)

L'étude menée concerne une cellule d'habitat présentée figure 1. Ses dimensions sont; 7 m de longueur, 4 m de largeur et de 3 m de hauteur. Elle comporte 6 fenêtres (4 sur la face ouest et 2 sur la face sud).

Ce prototype a été construit à la faculté des sciences de Tétouan dans le cadre de trois projet de recherche (PARS, PROTARS II, PROTARS III).

La façade orientée plein nord comporte une porte. Le plafond, le plancher et les quatre parois sont reliées à l'extérieur.

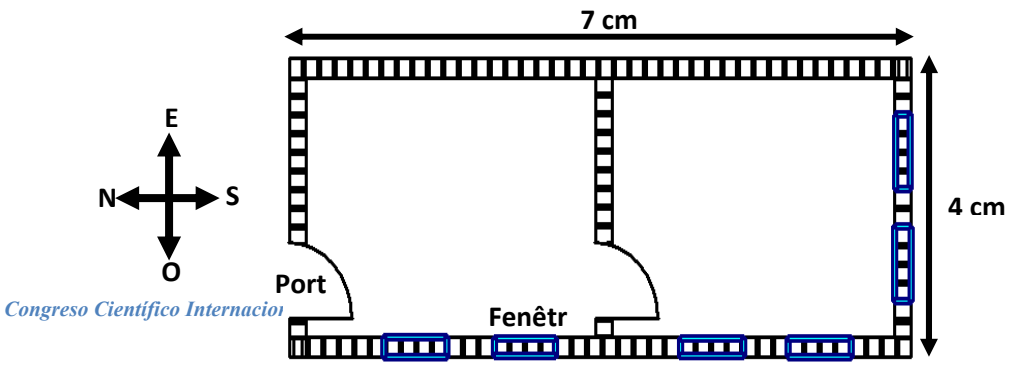


Fig. 2 Plan architectural du prototype

La cellule dispose de quatre murs extérieurs de 27.5 cm d'épaisseur et d'un mur intérieur de 14 cm d'épaisseur.

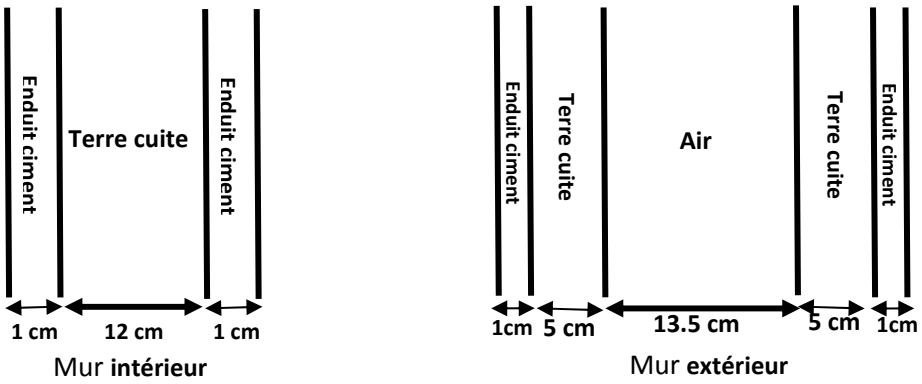


Fig. 3 Structure des murs extérieurs et intérieurs

Les caractéristiques thermo-physiques des matériaux de construction utilisés au Nord du Maroc comme : le liège pour l'isolation du plancher, briques pleines en terre cuite pour construction des parois intérieurs et extérieurs, bloc de béton (plafond), le plâtre...etc. ont été mesurées au Laboratoire de Thermique, Energie solaire et Environnement (LTEE) de la Faculté des Sciences de Tétouan [2;3]. Pour les autres matériaux comme : bois verre carrelage …etc. ces caractéristiques sont données par les documents de la thermique du bâtiment.

3. Données météorologiques.

Les données météorologiques (température et humidité de l'air extérieur, flux solaire direct horizontal, flux solaire diffus horizontal et température du ciel) ont été mesurées sur le site météorologique de Tétouan sur l'année 2008 à la faculté des sciences.

Fig. 4 Station météorologique

4. Simulation numérique : CODYBA

CODYBA est un outil sur PC de simulation des performances énergétiques des bâtiments. Il s'adresse aux bureaux d'études, aux organismes de recherche et d'enseignement.

Ce logiciel est utilisé pour analyser en dynamique les performances thermiques et hydriques d'un bâtiment soumis à des conditions climatiques variées. Il permet des études de chauffage et de refroidissement d'air et de ventilation, de choix de matériaux d'isolation, etc.

L'objectif principal de CODYBA est la prédiction de la consommation d'énergie et des amplitudes de variation de température et d'humidité. A cet effet, il détermine à un instant donné la puissance de chauffage ou de refroidissement nécessaire pour maintenir une consigne donnée, ou les températures intérieures quand le chauffage ou la climatisation deviennent insuffisants. L'humidité est traitée de la même manière.

5. Résultats.

Les simulations ont été effectuées avec un pas de temps de 60 minutes, 5 jours d'initialisation et une précision relative de calcul de 10^{-3}.

Le personnel n'est présent que de 8 h à 12 h et de 14 h à 18 h en semaine. L'éclairage ne fonctionne que dans cette plage de temps.
L'ensemble des résultats concernant différentes grandeurs caractérisant l'atmosphère de ce prototype (la température intérieure, et le taux d'humidité) seront présentés sous forme de graphique. Nous avons déterminé l'évolution de ces indicateurs sur une durée donnée, en vue

d'estimer la consommation annuelle pour le chauffage et la climatisation de chaque type d'habitation.

5.1. Evolution de la température.

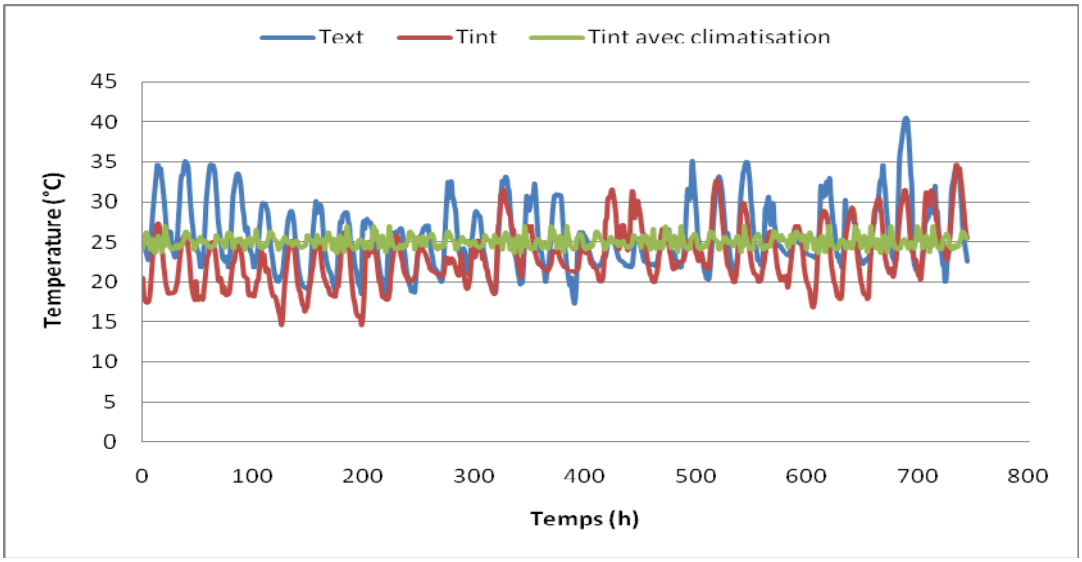


Fig. 4 Variation des températures durant le mois de Juillet 2008

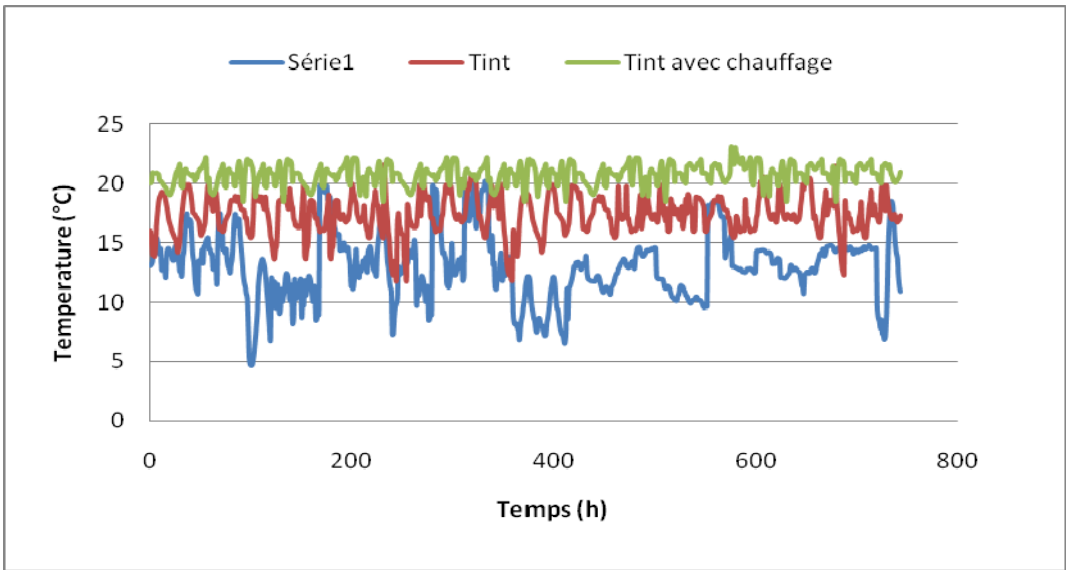


Fig. 5 Variations des températures durant le mois de Janvier 2008

5.2. Evolution de l'humidité relative.

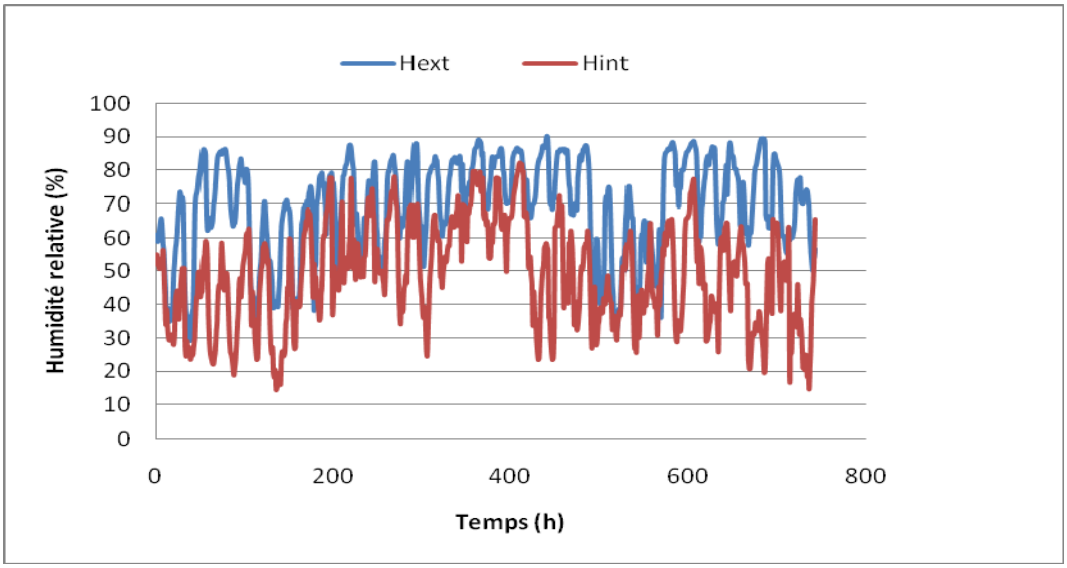


Fig. 6 Variation d'humidité relative durant le mois Juillet 2008

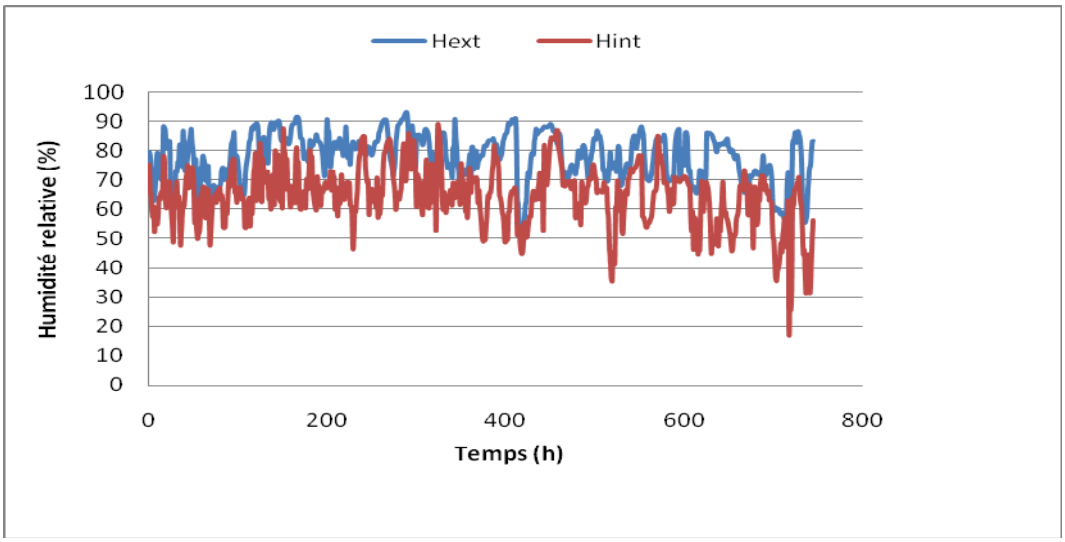


Fig. 7 Variation d'humidité relative durant le mois Janvier 2008

6. Conclusion.

Nous nous sommes proposé dans ce travail de mener une série de mesure des données climatiques en vue de simuler le comportement dynamique d'un prototype d'habitât à plancher solaire.

Les résultats de la simulation obtenues nous ont permis d'estimer la puissance de réchauffement et de refroidissement durant les mois de Janvier et Juillet de l'année 2008.

Les résultats obtenus permettent de mieux prévoir le système de chauffage et de climatisation qu'il faut installer en période hivernal et d'été.

Pour la cellule étudiée ces puissances sont respectivement 2500W et 1500 W. Au dessous de ces valeurs il y a risque d'inconfort des occupants.

Références.

[1] J.Noël, J.J.Roux, " CODYBA Manuel d'utilisateur", Rev.1.00/Nov. (2004).

[2] BOUSSAID. S, "Caractérisation physico-chimique thermo physique et mécanique de la terre utilisée en construction au Nord du Maroc", Thèse de 3ème Cycle, Faculté des Sciences, Tétouan Maroc (1999).

[3] EL BAKKOURI. A, "Caractéristique thermo physique et mécanique de quelques matériaux locaux utilisés dans l'isolation et la construction au Maroc: Le plâtre, le liège et la brique creuse", Thèse de 3ème Cycle, Faculté des Sciences, Tétouan Maroc, (1999).

TEMÁTICA TIC-LOGÍSTICA:

SESIONES ORALES

TEMÁTICA TIC-LOGÍSTICA:
PRIMERA SESION DEL JUEVES

La Seguridad Marítima en el Estrecho de Gibraltar. Taxonomía y evolución de la siniestralidad. (2000-2004)

Jorge Walliser[1], Francisco Piniella[2]

[1] Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, Teoría de la Señal y Comunicaciones. Universidad de Cádiz. CASEM – Facultad de Ciencias Náuticas. 11510 Puerto Real (Cádiz, España). jorge.walliser@uca.es

[2] Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, Teoría de la Señal y Comunicaciones. Universidad de Cádiz. CASEM – Facultad de Ciencias Náuticas. 11510 Puerto Real (Cádiz, España). francisco.piniella@uca.es

Abstract.

SAR convention as well as UNCLOS Convention establishes the juridical and technical foundations for the development of the reactive aspects related with maritime safety response.

On this side, these juridical tools set up the search and rescue regions associated to coastal nations in which these should assume the responsibility to dedicate specific resources human as well as technical and juridical to cover the needs that rise up due to assuming these responsibilities.

Also 2006 amendments to IAMSAR manual volume 1, which entered into force on 2007, June the 1st, established among the practical principles to be follow in risk management, the identification and assessment of risks associated to maritime safety.

The present paper shows the preliminary results obtained in relation with the taxonomy and temporary distribution of incidents and accidents documented by the Spanish Maritime Administration throughout the 200-2004 period.

Keywords: Maritime Safety, Risk analysis, Maritime casualties, Search and Rescue.

Resumen

Existen dos instrumentos jurídicos básicos que establecen el marco regulador y técnico del desarrollo de los aspectos reactivos en la respuesta a situaciones de emergencia en el ámbito marítimo.

Estos son el Convenio internacional de búsqueda y salvamento marítimo de Hamburgo de 1979 (Convenio SAR´79) [1] y la Convención de las Naciones Unidas para el Derecho del Mar, Montego Bay, Jamaica, 1982 [2].

En ambos textos se establece el principio de la división del entorno marítimo, delimitando zonas de responsabilidad en materia de búsqueda y salvamento marítimo asociadas a las correspondientes naciones ribereñas, las cuales deberán dedicar recursos específicos tanto humanos como técnicos y jurídicos para dar cobertura a las necesidades que surgen como resultado de la responsabilidades adquiridas por los estados en esta materia.

Para facilitar la adopción de las medidas necesarias y favorecer la armonización de las mismas en un entorno global, la Organización Marítima Internacional (IMO) y la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) publicaron, en 1999, el Manual Internacional para los servicios de aeronáuticos y marítimos de búsqueda y salvamento (Manual IAMSAR) [3], documento dinámico que a lo largo de los años ha sufrido varias modificaciones que han permitido su mejora y adaptación a la cambiante realidad.

Entre estas modificaciones cabe destacar las enmiendas del año 2006 [4], en vigor desde el 1 de Junio de 2007, que establecen los principios de orden prácticos a seguir en la implementación de dicho servicio y que contempla la necesidad de proceder a la identificación y evaluación de aquellos riesgos asociados a la seguridad marítima, condicionando la eficacia de la respuesta a las situaciones de emergencia marítima, entre otras cosas, al conocimiento de la tipología y la frecuencia de aquellos sucesos marítimos que puedan suponer un riesgo tanto para la vida humana en el mar como para la seguridad en la navegación y la protección del medio ambiente marino y costero.

La presente ponencia presenta los resultados preliminares del estudio realizado respecto de la clasificación cualitativa y distribución temporal de los incidentes y accidentes documentados por la Administración Marítima española durante los años 2000 a 2004 en el área geográfica delimitada por el Estrecho de Gibraltar.

El trabajo se estructura en 4 secciones, en la primera de las cuales se introduce el objetivo principal del estudio y los procesos complementarios al mismo. La segunda sección describe someramente las características del entorno de estudio.

En la sección 3 se introduce la metodología seguida en la caracterización y análisis de la siniestralidad marítima en la zona de interés mientras que en la sección cuarta se exponen los resultados preliminares relativos a la categorización y evolución de los sucesos documentados en el periodo de referencia, enunciándose las principales conclusiones de dicho estudio.

1. Introducción.

La implicación activa de los estados marítimos en la salvaguarda de la seguridad de la vida humana, medio ambiente y bienes asociados a la navegación marítima dentro de las aguas en las que ejerzan jurisdicción, soberanía o derechos soberanos [5], [6], [7] queda recogida en diversos textos jurídicos de ámbito internacional, entre ellos el Convenio internacional de búsqueda y salvamento marítimo, Hamburgo 1979, conocido como Convenio SAR´79, al que España se adhirió en 1993 [8], en el que se establecen las directrices básicas a seguir las Administraciones en el diseño e implementación de los servicios de búsqueda y salvamento marítimo.

El texto del convenio ha sido objeto de diversas modificaciones entre las que cabe destacar las enmiendas aprobadas en 1998 por las que se reconoce la necesidad de dotar a los centros responsables de las operaciones de búsqueda y salvamento marítimo de planes operacionales detallados y adecuados a las particularidades de cada área de responsabilidad, que permitan acometer estas actuaciones de una forma eficaz.

Estos planes, además de establecer los procedimientos a seguir en la movilización de las unidades de salvamento, también contemplarán la metodología a utilizar en el desarrollo las operaciones de búsqueda y salvamento, el establecimiento de instrumentos de coordinación entre centros de salvamento adyacentes, los procedimientos y criterios a utilizar en la obtención y evaluación de la información pertinente a la emergencia y aquellos que tienen por objeto alertar a los buques y aeronaves en tránsito por la zona del siniestro y solicitar su colaboración en las operaciones [6], [9], [10].

La aproximación rigurosa a la formulación y el desarrollo de planes y protocolos de actuación ante situaciones de emergencia [11], [12] necesita de la aplicación de instrumentos metodológicos específicos que permitan la identificación, clasificación y categorización de los riesgos a controlar o mitigar.

Entre estos métodos, el análisis histórico de siniestralidad permite, mediante el estudio de series históricas de accidentes e incidentes relacionados de forma directa con el entorno de estudio, establecer el perfil de siniestralidad del mismo en función de la frecuencia y características de los sucesos. Así se establece en el manual IAMSAR que en sus enmiendas del año 2006 recomienda el estudio de las series históricas de siniestralidad para identificar y evaluar situaciones de emergencia, accidentes e incidentes, en el entorno de la seguridad marítima.

2. El entorno de estudio.

El Estrecho de Gibraltar es el canal natural que comunica el Mar Mediterráneo con el Océano Atlántico. Su límite occidental está definido por la oposición Cabo Trafalgar – Cabo Espartel y el oriental por la oposición Punta Europa – Punta Almina.

La zona de anchura máxima, 24.2 millas náuticas, comprende la embocadura occidental, mientras que el punto más angosto está localizado en la mediana entre Tarifa y el río Guadalmesí y Punta Cires.

Su eje longitudinal está dividido en dos tramos; el occidental, de 18 millas náuticas de longitud y una orientación aproximada este – oeste, discurre desde la embocadura occidental hasta la línea que une la Isla de Tarifa, con Cala Grande en la costa africana. El segundo

tramo discurre en sentido oeste – suroeste a este – noreste, extendiéndose unas 15 millas náuticas hasta alcanzar el límite de la embocadura oriental.

La costa norte presenta importantes bajos y zonas de arrecifes que se alternan con amplias ensenadas y playas arenosas. Sobre la misma se localizan los puertos de Algeciras, Tarifa y La Línea y el puerto de Gibraltar.

La costa meridional, geológicamente, muy parecida a la septentrional presenta, sin embargo, un litoral mucho más escarpado e inaccesible. En ella se ubican los puertos de Tánger, a levante de Punta Malabata, Tánger – Mediterráneo o Tánger – Med, próximo a punta Cires parcialmente operativo desde julio de 2007 y el de Ceuta, en el extremo oriental.

El tráfico marítimo a través del Estrecho sigue un patrón claramente definido cuyo flujo sigue dos ejes elementales. El primero de ellos por densidad de tráfico es el que se desarrolla en sentido longitudinal, es decir, la navegación desde al Mar Mediterráneo hacia el Océano Atlántico y viceversa. El segundo sería el seguido por el tráfico marítimo entre los puestos que unen las costas meridional y septentrional.

Debido a elevada densidad del tráfico (cerca de 91.000 buques identificados en el año 2004), a la existencia de frecuentes situaciones de cruce, y como elementos de apoyo a la seguridad en la navegación marítima en la zona, se han adoptado diversas medidas de organización del tráfico marítimo – un dispositivo de separación de derrotas, con varias zonas de precaución asociadas, un servicio de tráfico marítimo y un sistema de notificación obligatoria –, todo ello complementando a una importante red de señales marítimas que cubren tanto la costa norte como la costa sur.

3.- Análisis histórico de la siniestralidad en el Estrecho de Gibraltar.

3.1-. Fuentes documentales y estructura.

El análisis histórico de la siniestralidad en el Estrecho se ha realizado en base a la información obtenida a través de tres grupos de series históricas: las bases de datos de la Dirección General de la Marina Mercante, las memorias anuales del Centro de Coordinación de Salvamento de Tarifa y las memorias anuales del Centro de Coordinación de Salvamento de Algeciras.

Los tres grupos de series de datos adolecen de una cierta falta de armonización, como consecuencia de la cual, si bien se observan grandes similitudes en la estructura básica de las mismas, también se evidencian importantes diferencias en los criterios de clasificación de la información existente. Como ejemplo significativo cabe destacar la inexistencia de información relativa a los sucesos iniciadores o causas de los accidentes y al alcance de los daños a los bienes, pero sin embargo, sí que se dispone de la localización geográfica de cada uno de los sucesos y de una detallada descripción de los medios utilizados.

El elevado grado de dispersión de la información relativa a las emergencias marítimas que han tenido lugar en el Estrecho de Gibraltar y de la falta de vínculos relacionales claramente definidos y consistentes entre las series históricas consultadas, el estudio de estos sucesos ha necesitado, previamente, de la compilación de la información, y de la unificación de criterios

para la clasificación y posterior tratamiento de la misma. Como consecuencia de estas necesidades se ha creado una base de datos específica denominada GIBSAR, que es la herramienta fundamental a partir de la cual se desarrolla el presente análisis histórico de la siniestralidad marítima en el Estrecho de Gibraltar.

Esta base de datos, además de recoger la información facilitada por los centros de salvamento de Tarifa y Algeciras y las series estadísticas de la Dirección General de la Marina Mercante, establece una escala de una valoración de los efectos que las consecuencias de estos sucesos han supuesto tanto para las personas como para las embarcaciones expuestas a las mismas.

3.2. Análisis de las emergencias marítimas. Datos globales.

El análisis de los datos pone de manifiesto que el total de emergencias marítimas constatadas por la Administración Marítima española resueltas en el periodo 2000-2004 en el Estrecho de Gibraltar ascienden a un total de 1.216. De ellas el 23,5%, 284 casos, corresponden a falsas alertas, mientras que en los 922 casos restantes, el 76,5 %, se verificó la materialización de algún peligro (Tabla 1). Su distribución interanual presenta una gran homogeneidad.

El 90,8% del total de las emergencias marítimas reales se corresponden con incidentes, mientras que el 9,2% se corresponden con accidentes marítimos (Tabla 2). También en este caso la distribución es muy homogénea, presentando valores que oscilan entre las 189 emergencias contabilizadas en 2003, y las 181 de los años 2000 y 2002.

En la tabla 3 se muestra la distribución de la totalidad de las emergencias reales atendidas en el periodo 2000 a 2004 según el subtipo de intervención realizada.

Se observa un claro predominio de las intervenciones por fallo mecánico en los sistemas y/o servicios de las embarcaciones, llegando a suponer el 24,1% del total de intervenciones realizadas.

Siguen en orden de importancia las intervenciones en caso de contaminación, el 15,6%. De las asistencias.

También es destacable el número de asistencias relacionadas con la inmigración ilegal, ya sea en la fase preventiva de escolta de las embarcaciones utilizadas, en la fase de asistencia a sus ocupantes o, en su caso, durante la búsqueda, localización y recuperación de los cadáveres de los afectados, llegando a suponer el 12,8% de las intervenciones.

En la horquilla comprendida entre el 5% y el 10% se sitúan las intervenciones relacionadas con objetos a la deriva, el 8,4%, las asistencias a usuarios de artefactos de recreo, el 7,2%, las operaciones de rescate en costa, 5,6%, y las actuaciones relacionadas con embarcaciones a la deriva, que supusieron el 5% del total.

También deben tener en cuenta los *traslados sanitarios*, que han supuesto el 4,6% del total de las intervenciones, porcentaje que casi duplica al de evacuaciones médicas desde buques, el 2,6% del total.

4. Conclusiones.

1.- Las distribuciones anuales de las emergencias, consideradas en términos globales, presentan una tendencia muy estable, oscilando sus valores entre un mínimo de 181 y un máximo de 189 operaciones.

2.- En términos de distribución geográfica es la zona central del área, junto con la Bahía de Algeciras, los que mayor índice de siniestralidad soportan tanto en el aspecto cuantitativo como cualitativo.

3.- Destaca el importante número sucesos, como son los traslados sanitarios, episodios de contaminación en aguas de servicio portuario, operaciones asociadas con el uso de artefactos de recreo, bañistas, actividades subacuáticas y de otras índoles que, no estando consideradas emergencias marítimas han sido resueltos por recursos específicamente adaptado al salvamento marítimo.

4.-Es notorio el bajo índice relativo de emergencias propiamente objeto de un servicio de salvamento marítimo, como son la vía de agua, abordaje o colisión, incendio o explosión, escora o varada, que globalmente, suponen el 7,2% de las intervenciones, que podrían aumentar al 9,8% si se incluyen las evacuaciones médicas realizadas desde buques o embarcaciones.

Referencias.

[1] Instrumento de adhesión de 29 de enero de 1993 de España al Convenio de 27 de abril de 1979 Internacional sobre búsqueda y salvamento marítimo, hecho en Hamburgo. BOE nº 103 de 30 de abril de 1993. Madrid (1993).
[2] Instrumento de ratificación de la Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar, hecho en Montego Bay el 10 de diciembre de 1982. BOE nº 39 de 14 de febrero de 1997. Madrid (1997).
[3] Manual Internacional de los servicios aeronáuticos y marítimos de busqueda y salvamento. IAMSAR. Volumen I. Organización y Gestión. OMI/OACI. Londres/Montreal (1999).
[4] Manual Internacional de los servicios aeronáuticos y marítimos de busqueda y salvamento. IAMSAR. Volumen II. Coordinación de las Misiones. OMI/OACI. Londres/Montreal (2007).
[5] Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar. SOLAS. Edición refundida. OMI. Londres (2004).
[6] Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar. SOLAS. Enmiendas de 2003, 2004 y 2005. OMI. Londres (2006).
[7] Arroyo, I. Legislación marítima y fuentes complementarias. Tecnos. Madrid (2004).
[8] Instrumento de adhesión de España al Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimo de 1979, hecho en Hamburgo el 27 de Abril de 1979. BOE nº 103 de 30 de abril de 1993. Madrid (1993).
[9] Manual Internacional de los servicios aeronáuticos y marítimos de busqueda y salvamento. IAMSAR. Volumen II. Coordinación de las Misiones. OMI/OACI. Londres/Montreal (2007).
[10] Manual Internacional de los servicios aeronáuticos y marítimos de busqueda y salvamento. IAMSAR. Volumen III. Medios Moviles. OMI/OACI. Londres/Montreal (2007).
[11] IALA Guidelines on risk management. International Association of Marine Aids to Navigation, and Lighthouse Management. IALA. German Laye (2000).
[12] Plan Territorial de Emergencias de Andalucia. Servicio de Protección Civil. Dirección General de Política Interior. Consejeria de Gobernación. Junta de Andalucia. Sevilla (1999).

EMERGENCIAS	AÑOS											
	2000		2001		2002		2003		2004		TOTAL	
REALES	181	74,8%	187	73,9%	181	78,0%	189	76,5%	184	79,3%	922	76,5%
FALSAS	61	25,2%	66	26,1%	51	22,0%	58	23,5%	48	20,7%	284	23,5%
TOTAL	242	100%	253	100%	232	100%	247	100%	232	100%	1206	100%

Tabla 1.- Emergencias atendidas en el Estrecho de Gibraltar entre los años 2000 y 2004.
Falsas alarmas y siniestros reales. Base de datos GIBSAR.

EMERGENCIAS	AÑOS											
	2000		2001		2002		2003		2004		TOTAL	
ACCIDENTES	20	11,0%	19	10,2%	14	7,7%	12	6,3%	20	10,9%	85	9,2%
INCIDENTES	16	89,0%	168	89,8%	167	92,3%	177	93,7%	164	89,1%	837	90,8%
TOTAL	18	100%	187	100%	181	100%	189	100%	184	100%	922	100%

Tabla 2.- Emergencias atendidas en el Estrecho de Gibraltar entre los años 2000 y 2004.
Accidentes e Incidentes. Base de datos GIBSAR.

SUBTIPO DE EMERGENCIA	AÑOS											
	2000		2001		2002		2003		2004		TOTAL	
Artefactos de recreo	12	6,6%	11	5,9%	8	4,4%	22	11,6%	13	7,1%	66	7,2%
Asistencia a la navegación	2	1,1%	5	2,7%	3	1,7%	3	1,6%	6	3,3%	19	2,1%
Ausencia de noticias		0,0%	3	1,6%		0,0%	1	0,5%	1	0,5%	5	0,5%
Colisión /Abordaje	2	1,1%	3	1,6%	3	1,7%		0,0%	2	1,1%	10	1,1%
Contaminación	29	16,0%	35	18,7%	35	19,3%	23	12,2%	22	12,0%	144	15,6%
Embarcación a la deriva	12	6,6%	7	3,7%	7	3,9%	11	5,8%	9	4,9%	46	5,0%
Escora		0,0%		0,0%	1	0,6%		0,0%		0,0%	1	0,1%
Evacuación Médica	5	2,8%	9	4,8%	5	2,8%	4	2,1%	1	0,5%	24	2,6%
Traslado Sanitario	4	2,2%	3	1,6%	11	6,1%	7	3,7%	17	9,2%	42	4,6%
Fallo mecánico	37	20,4%	38	20,3%	40	22,1%	50	26,5%	57	31,0%	222	24,1%
Hombre al agua	5	2,8%	4	2,1%	3	1,7%	3	1,6%	4	2,2%	19	2,1%
Hundimiento	2	1,1%	3	1,6%	4	2,2%	3	1,6%	4	2,2%	16	1,7%
Incendio / Explosión	2	1,1%	4	2,1%	2	1,1%		0,0%	2	1,1%	10	1,1%
Inmigración Ilegal	23	12,7%	23	12,3%	19	10,5%	38	20,1%	15	8,2%	118	12,8%
Objetos a la deriva	18	9,9%	18	9,6%	24	13,3%	8	4,2%	9	4,9%	77	8,4%
Petición de socorro	1	0,6%		0,0%		0,0%	2	1,1%		0,0%	3	0,3%
Rescate de náufragos		0,0%		0,0%		0,0%	1	0,5%	1	0,5%	2	0,2%
Rescate en costa	17	9,4%	13	7,0%	8	4,4%	4	2,1%	10	5,4%	52	5,6%
Varada	3	1,7%	3	1,6%	3	1,7%	4	2,1%	6	3,3%	19	2,1%
Vía de agua	4	2,2%	2	1,1%		0,0%	2	1,1%	2	1,1%	10	1,1%
Otros	3	1,7%	3	1,6%	5	2,8%	3	1,6%	3	1,6%	17	1,8%
TOTAL	181	100 %	187	100 %	181	100 %	189	100 %	184	100 %	922	100 %

Tabla 3.- Emergencias atendidas en el Estrecho de Gibraltar entre los años 2000 y 2004.
Tipología. Base de datos GIBSAR.

Aplicaciones prácticas del Código ISPS en la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras

José Manuel del Río[1], Francisco Piniella[2]

[1] Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras
Avda. de la Hispanidad, 2 – 11207 Algeciras (Cádiz, España)
josemanueldelrio@andaluciajunta.es

[2] Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, Teoria de la Señal y Comunicaciones.
Universidad de Cádiz. CASEM – Facultad de Ciencias Náuticas – 11510 Puerto Real (Cádiz, España).
francisco.piniella@uca.es

Abstract.

The fundamental change in the emphasis on maritime security policies took place by terrorist attacks that took place on the infamous date of 11 September 2001 in the city of New York. And thus we come to the 22nd Assembly of the IMO, on 20 November 2001, when a new Resolution A.924 (22) "*Review of measures and procedures to prevent acts of terrorism which threaten the security of passengers and crews and the safety of ships*" was approved. The resolutions of this Assembly only one month after the assault of 9/11 crystallised a year later (on 13 December 2002) in a Diplomatic Conference on Maritime Security, which put into effect the following new international instruments: the amendments to the SOLAS Chapter V, with the program for the accelerated implementation of the Automatic Identification System (AIS), the new amended SOLAS Chapters XI-1 "*Special measures to enhance maritime safety*" and SOLAS XI-2 "*Special measures to enhance maritime security*", together with the new International Ship and Port Facility Security Code (ISPS). In Spain, the ports of general interest of the State initially drew up a Security Plan prepared on the basis of the results of a prior "Assessment of the Security of the Port Facility". Evidently Spain has opted for the implementation of the measures of maritime security approved at the international level by the International Maritime Organisation and adhesion to some of the programs of the USA in the matter of detection in containers, such as the CSI, which have been put into operation first in the port of Algeciras, and later Valencia and Barcelona. This paper will focus on the practical application of these measures in Algeciras Bay Port.

Keywords: Maritime Security, Algeciras Bay Port, ISPS Code, Terrorism.

1. Introducción.

En la lengua española una sola palabra "Seguridad" engloba dos términos que en inglés tienen acepciones diferentes "Safety" y "Security". En los términos del lenguaje marítimo siempre se había hablado de "Safety of life at sea" (Convenio SOLAS). "Security" ha sido un término que se ha asociado a la legislación marítima sólo a partir de los tristes atentados del 11 de Septiembre de 2001. De hecho hubo que asimilar en español un término diferente al de "seguridad" que adquiriera el contenido semántico de la palabra "security", ese término fue el de "protección" con el que se bautizaría en español el *Internacional Ship and Port Facility Security Code* (ISPS). En cierto modo podemos decir que desde el año 2001 en el mundo marítimo se separan de la común raíz dos tipos de conceptos que han derivado, en el caso de la aplicación en los buques, en dos códigos de gestión, el ya existente Código ISM y el nuevo código ISPS, duplicando las tareas en un Oficial ISM y un Oficial ISPS, aunque en la práctica coincidan en la mayor parte de los buques en la misma figura del Primer Oficial, igualmente dos planes de seguridad y de protección y dos auditorias y dos registros. [1]

Después de ocho años, esta necesidad en la duplicidad no es tanto real como mediática, para demostrar que se están haciendo acciones de cara a la población para defendernos del Terrorismo Internacional. Pero se criminaliza a todo el que esta en contra de estas políticas y se defiende un tipo de política expansionista de predominio de los EE.UU. en el Mundo, como ya se ha apuntado en anteriores trabajos [2]. Porque cuál ha sido el análisis coste beneficio de esta doble asignación, cuáles son las posibilidades reales de estos riesgos y cuáles son las prevenciones que se toman al implementar estas medidas, en su mayor parte impuestas unilateralmente por el Gobierno de los EE.UU. [3].

Como estableció en uno de sus trabajos Donna J. Ninnic [4] "*a merchant ship could be used as a WMD*[1] *as delivery system (chemical/biological/nuclear hidden on ship; primed to detonate) and as both fuel and delivery system (traditional cargo or dangerous cargo)*". Esto es evidente, pero la duda sigue siendo la misma, con imaginación todo puede ser un riesgo potencial, ¿qué tipo de neurosis, vamos a desarrollar si tenemos miedo a todo? [5]

A partir de una nueva organización de los departamentos y la creación del *Office of Homeland Security* se diseño una nueva política que poco a poco se va imponiendo a nivel mundial en el transporte marítimo con el objetivo, en principio, de limitar la acción terrorista en el país, en base a tres propuestas fundamentales:

I. La necesaria modificación de la normativa internacional, con especial incidencia en el Convenio SOLAS'74 y en la creación un nuevo Código Internacional de Protección Marítima ISPS, así como la implantación en otros estados de la filosofía de la ley norteamericana del 2001 (*Maritime Transportation Security Act*'2001).

II. La puesta en marcha de una serie de programas que prevengan la detección de amenazas terroristas en la carga de los buques, especialmente el programa *Container Security Iniciative* (CSI). [6, 7]

[1] *Weapon of Mass Destructive* – Arma de destrucción masiva.

III. El control exhaustivo de las personas que intervienen en el transporte de mercancías por vía marítima, incluyendo el movimiento de personas en instalaciones portuarias.

Podemos resumir las iniciativas más importantes promovidas por la Administración de los EE.UU.:

- Container Security Initiative (CSI).
- Megaport.
- 24 hours Rule.
- Customs trade parnertship againts terrorism (C-TPAT).
- S.O.S. Act. The Sail Only if Scanned.

Otras muchas iniciativas se están poniendo en marcha en materia de seguridad de la cadena logística, y que afectan a todos los modos de transporte como son:

- CIP – Carrier Initiative Program

Y a nivel privado:

- SCIA – Super Carrier Initiative Agreement
- ACSI – Americas Counter Smuggling Initiative
- BASC – Business Alliance for Secure Commerce

2. Implementación de la normas de protección en el Estado Español.

En España, los puertos de interés general del Estado, elaboraron desde el primer momento, un Plan de Protección elaborado en base al resultado previo de una "Evaluación de la Protección de la Instalación Portuaria". De esta manera se identificaron los riesgos y amenazas que afectaban a las instalaciones portuarias, y que determinaron el nivel de vulnerabilidades de la misma. A tales efectos, se partió de una metodología para la evaluación de la protección y la elaboración de los planes de protección de las instalaciones portuarias, que incluía el diseño de una herramienta informática, denominada "SECUREPORT", herramienta aprobada por el Ministerio del Interior. Ya con anterioridad a la entrada en vigor del Código ISPS el Gobierno de España había establecido unas primeras medidas en materia de protección marítima en los puertos, aunque no de la importancia de las existentes en la actualidad. [8]

El Ministerio del Interior es el encargado en los buques de establecer los niveles de protección, los contenidos mínimos de los cursos de formación y de los Planes de Protección de los Buques. A su vez es el órgano del Estado que coordina las Fuerzas de Seguridad del Estado en caso de recibir una Alarma de Protección. La Dirección General de la Marina Mercante (Ministerio de Fomento) es a su vez la que tiene la misión de revisar y aprobar los Planes de Protección de los Buques, verificar a bordo la implantación de los Planes de Protección, emitir el correspondiente Certificado Internacional de Protección del Buque y autorizar a Organizaciones de Protección Reconocidas para actuar en nombre de la Administración. Esta labor se desarrolla periféricamente en las Capitanías Marítimas, así los Inspectores de Bandera en los buques españoles llevan a cabo la verificación a bordo de la implantación real de los planes y la elaboración del Informe correspondiente con los hallazgos

encontrados. Y los Inspectores MoU en los buques extranjeros harán la misma inspección, comunicándose al Capitán Marítimo los casos graves de buques que no dispongan de Certificado, o bien este caducado o de contenido falso, existan indicios de ello, sea inválido o no esté apropiadamente expedido o cumplimentado. La Administración Marítima periférica a través de los Inspectores llevará a cabo, de acuerdo con el cumplimiento del Código ISPS, el control de acceso, la identificación y control de zonas restringidas, control de la carga y las provisiones, control de los equipajes no acompañados, de la vigilancia, de las comunicaciones, la formación, ejercicios y prácticas en la familiarización del Código, así como en la evaluación de los planes de contingencias.

4. Las medidas de protección en el Puerto de Algeciras.

El Puerto de Algeciras es el líder del sistema portuario español y uno de los primeros puertos del Mediterráneo. Sus tres millones de TEUs marcan el nivel que le consolida permanentemente cada año al publicarse las estadísticas portuarias. Tiene, entre sus fortalezas, el enclave geoestratégico, por la confluencia entre las principales rutas marítimas. Igualmente el Puerto constituye una plataforma hub para el transbordo de contenedores. Desde un punto de vista natural, Algeciras tiene unas condiciones naturales de abrigo y calado que proporciona su Bahía. Por todo ello el puerto de Algeciras ha sido el pionero en la implementación de las normas del Código ISPS y todas la legislación que ha venido a continuación. [9]

Tal como establecía ya el Art.132 de la Ley de Régimen Económico y Prestación de Servicios en los Puertos de Interés General, cada Autoridad Portuaria española tuvo que elaborar, previo informe favorable del Ministerio del Interior y del órgano autonómico correspondiente, un Plan de Protección de buques, pasajeros y mercancías “contra actos antisociales y terroristas” que fue incorporado a las Ordenanzas Portuarias de cada Puerto.

En el caso de Algeciras, como puerto de la Unión Europea se tuvieron que implementar no solo las normas IMO sino las propias del Parlamento Europeo en materia de Protección de buques (Reglamento CE 725/2004), que ampliaban el ámbito de aplicación, no solo a los buques en tráfico internacional (SOLAS) sino también a los buques de pasaje y a sus compañías navieras e infraestructuras portuarias y hacía obligatorios aspectos que el Código ISPS establecía exclusivamente como recomendaciones. Con posterioridad el Reglamento CE 884/2005 estableció los procedimientos de control de la Comisión Europea en el ámbito de Protección Marítima, correspondiéndole el honor al Puerto Bahía de Algeciras el ser considerado como el primer puerto español que superó la Inspección de la Comisión de la UE.

También al puerto de Algeciras le correspondió la aplicación de la Directiva 2005-65/CE en aspectos como la protección de recintos portuarios y zonas adyacentes, la creación de comités locales de protección y la designación del Oficial de Protección del Puerto.

Instalaciones afectadas por el Código ISPS en el puerto de Algeciras.
- Gestionadas directamente por la APBA
    - Terminal de Ferries de Algeciras y Tarifa

- Dique Norte – Isla Verde
- Edificio sede de la Policía Portuaria
- Torre de control de Tráfico Marítimo
- Sistemas de Ayuda a la Navegación

- Concesionadas

- Terminales de contenedores APM y TCA
- CEPSA
- Acerinox
- Endesa Generación
- CLH

La presión de los EE.UU. ha llevado a la práctica de que puertos como el de Algeciras se hayan acogido "voluntariamente" (y remarcamos las comillas) a la medidas unilaterales que se han ido estableciendo en materia de Protección y que hemos enumerado anteriormente.

A continuación podemos ver en las Figuras 1 y 2 la materialización física de una infraestructura que ha llevado consigo que el puerto de Algeciras haya sido el primero en aplicarse las iniciativas CSI y Megaport y el primero que ha dispuesto en los puertos españoles de un equipo de rayos X para la inspección de contenedores sospechosos y la implantación de sensores y alarmas locales centralizadas para la detección de radiación.

El recinto portuario de Algeciras dispone de un cierre perimetral con tres accesos (Norte, Sur y Central). El recinto portuario está controlado permanentemente por la Policía Portuaria mediante un circuito cerrado de televisión (CCTV) dotado de 95 cámaras de vigilancia conectadas a través de fibra óptica, localizadas en todo el recinto portuario y coordinado desde el Centro de Control. Todo ello ha supuesto un gasto que aproximadamente hemos reflejado en la Tabla I gracias a los datos suministrado por la División de Protección Portuaria de la APBA.

Figura 1
Equipo de rayos para la inspección de contenedores de acuerdo con CSI

Figura 2
Sensores de radiación de acuerdo con la iniciativa Megaport

Tabla I

Relación de gastos distribuidos por tipo de medios

Impacto económico directo

- Medios humanos

1. Salarios policía portuaria: 4.500.000 €/Año.

Impacto económico inducido

- Medios humanos

1. Formación y perfeccionamiento personal: 1.000.000 €
2. Protección personal dotaciones y equipos: 895.000 €
3. Otros gastos.

Impacto económico indirecto

- Medios técnicos

1. Equipos de alarma y control: 500.000 €
2. Equipos de control y centralización: 435.000 €
3. Control de accesos (personas y vehículos): 637.000 €
4. Protección contra intrusión (protección perimetral e interior): 200.000 €
5. Vigilancia por monitores. CCTV (transmisión-grabación digital de imágenes): 1.200.000€
6. Comunicaciones (equipos de radio-transmisiones, interfonía, megafonía, telefonía por cable, telefonía móvil, red de datos): 1.000.000 €
7. Protección de información y valores (aplicaciones de gestión, protección de documentos, archivo, códigos de acceso a base de datos, etc): 250.000 €
8. Vehículos del servicio (vehículos todo terrenos, furgón de atestados, etc Renting): 80.000 €/Año
9. Seguridad informática (intercambio electrónico de datos EDI, cifrado-descifrado, etc): 500.000 €
10. Detección de incendios: 675.000 €

- Otros datos no contabilizados.

a. Protección estructural (isla verde exterior, dique exento, nuevo PIF, etc).
b. Iluminación y señalización de emergencia.
c. Conservación y mantenimiento.
d. Otros gastos. (Señalización Marítima, etc.).

Fuente: APBA

5. Conclusiones.

Si bien la vulnerabilidad de cualquier acción humana se ha incrementado considerablemente con la llamada Globalización del Planeta, tenemos que vivir asumiendo riesgos y planteando medidas de prevención de forma conjunta para equilibrar la balanza de una actividad económica tan importante como es el transporte y en concreto el transporte marítimo.

Los atentados del 11-M han generado una situación que ha sido aprovechada por los EE.UU. para imponer una normativa muy severa en la protección de buques e infraestructuras portuarias, que no se ha limitado a su presión a nivel de la Organización Marítima Internacional con la aplicación del Código ISPS, sino que se ha extendido a otras medidas unilaterales que hemos sintetizado en esta comunicación. Curiosamente estas medidas severas se aplican a los puertos cuyas mercancías tienen como destino los EE.UU. pero no tienen reciprocidad en la dirección contraria de este particular modo de entender la Globalización.

El puerto de Algeciras es el modelo que con mayor aplicación ha implementado las normas de protección marítima, su liderazgo a nivel de los puertos españoles le han obligado a ser el pionero en la implementación de Código ISPS, Directivas especiales de la Unión Europea e iniciativas norteamericanas como CSI, Megaport, 24h-Rule, etc.

Finalmente cabe pensar si el coste excesivo de estas medidas están relacionadas con la disminución equivalente en la reducción del riesgo, o si este es un coste muy elevado para la cadena logística y es fruto más de un producto mediático de cara a la galería. Esta es una línea que desde nuestro grupo de investigación se presenta como alentadora para los próximos años y que comienza con este primer trabajo, en el que hemos simplemente trazado la definición de un problema que hasta ahora se ha solucionado en España, en Algeciras, con la inyección de dinero público.

Agradecimientos.

A Manuel Sánchez-Alcázar, Jefe de la División de Protección Marítima de la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras por la documentación que nos ha proporcionado sin la cual no podría haber sido posible este trabajo.

Referencias.

[1] F. Piniella, J. Walliser, A. Martínez. “Global Maritime Security: The role of Spain as a Port State”, Journal of Maritime Research, 2008 (5-3 pp. 15-32).
[2] J. King, “The security of merchant Shopping”, Marine Policy, 2005 (29 pp. 235-245).
[3] R. Banomyong. “The impact of port and trade security initiatives on maritime suply-chain Management”, Maritime Policy & Management, 2005 (32-1 pp. 3-13)
[4] D.J. Nincic. “The Challenge of Maritime Terrorism: Threat Identification, WMD and Regime Response”, Journal of Strategic Studies, 2005 (28-4, pp. 619-644).
[5] D. Stasinopoulos, “Maritime Security – The Need for a Global Agreement”, Maritime Economics & Logistics, 2003 (5 pp. 311-330).
[6] H.H. Willis, D. Santana Ortiz, Evaluating the Security of the Global Containerized Supply Chain, Edit. Rand Corp, New York, 2004.
[7] T.A. Cook, Global Sourcing Logistics. Edit. Amacom, New York, 2007.
[8] SECUREPORT – Ministerio de Fomento, Puertos del Estado.
[9] Web Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras.

Optimización de operaciones en terminales marítimas de contenedores: Aproximación al problema.

Francisco M. Cañero Cuadrado[1], Francisco Piniella Corbacho[2], María del Mar Cerbán[3].

[1] APMT, Algeciras – Universidad Cádiz, España,

[2] Universidad de Cádiz, España

[3] Universidad de Cádiz, España.

Abstract. We will try to analyze the factors or indicators which can maximize the terminal objectives, chiefly focused on the direct vessel operations, the gross and the berth productivities of a ship, and what is or could be the relationship among them. We will avoid the initiatives normally taken on the yard distribution and operations, as well as the berthing prospects impact. We shall have a look to the different measures of the different productions, and what are the troubles we could face to get the maximum on these measures.

Key words: Operational investigation, vessels operations maximization, operations ratio.

1. Introducción.

Dados los elementos necesarios para la operativa de un buque portacontenedores, una vez atracado en puerto, la operación del mismo puede parecer complicada. El trabajar tal tipo de buques de forma correcta, de manera que alcancemos la máxima producción del mismo, medida en movimientos por hora, minimicemos la estancia del buque en muelle y finalmente alcancemos los niveles deseados de coste por unidad resulta una tarea ardua en la que entran multitud de factores en juego. Nos proponemos analizar de forma general los distintos elementos que componen la cadena operativa, ciñéndonos y desarrollando durante este estudio el subsistema buque, definiendo los distintos ratios que entran en juego, así como las relaciones entre los mismos.

Será necesario tener siempre en consideración, no obstante, los diversos subsistemas, ya que están intrínsecamente unidos. Nos gustaría resaltar el subsistema planificación previa del atraque de buques, tema que se trata extensamente en [1], pues entendemos que desde una correcta planificación de la línea de atraque en muelle comienza a fraguarse una mejor producción general del buque [2].

Comenzaremos pues desarrollando el problema, que no es otro que la optimización de las operaciones de buque portacontenedores desde la óptica de los trabajos “en muelle”, definiendo las medidas físicas que utilizamos para hacer tal valoración y sus relaciones, cuáles son los problemas reales con los que nos encontramos a la hora de trabajar un buque, y finalmente propondremos algunas guías o sugerencias para tratar de mejorar los ratios, teniendo en cuenta la especificad de cada terminal y cada operador, y dejando abierta las posibilidades a otras medidas.

2. Desarrollo del problema.

Como norma general en las terminales de contenedores actuales, ya sean de transbordo o comerciales, antes de que el buque esté atracado conocemos el "*layout*" del mismo, es decir, cómo viene estibado, que bodegas ("*bays*" de ahora en adelante) van a ser trabajadas y cuál va a ser la condición de salida del mismo del puerto finalizada las operaciones. Corresponde a la terminal, en base a las instrucciones enviadas por los coordinadores de estiba (que puede o no ser personal de la terminal), distribuir los contenedores según peso, destino final y características de los mismos (frigoríficos, 40', 20', IMO, OOG –out of gauge, BBK – break bulk,…).

Cada una de las jornadas que el personal estibador llega a cabo a lo largo del día, se denomina "mano"; corresponde la mano en general a un grupo humano que trabaja en una determinada grúa unida a una orden de trabajo para el citado grupo, la grúa y los "*bays"* que le corresponda trabajar. En España comúnmente las manos son de seis horas de trabajo, variando el personal adscrito a cada mano según la terminal, las costumbres y la carga de trabajo. Esto se recoge en los diferentes convenios sectoriales acordados para cada puerto [3].

Primer objetivo: Que el buque este atracado a muelle el menor tiempo posible, esto es, que la operativa, desde el momento en que empieza la primera izada hasta la última, sea lo más rápida posible. Este objetivo de satisfacción de nuestro cliente, y por lo tanto un objetivo competitivo máximo entre terminales. El tiempo que va desde que el buque empieza operaciones hasta que acaba lo denominaremos "*berth time*" (en algunas ocasiones se emplea el "*straight time*"). La producción total o "*berth productivity*" es el número total de movimientos efectuados en el buque (incluidos todos los conceptos) dividió entre el "*berth time*" [4].

Segundo objetivo, intrínsecamente unido primero (no necesariamente este debe ser el orden de prioridad): Que cada mano, durante su turno, trabaje el máximo número de contenedores por hora. Este concepto, importante, se denomina comúnmente producción o productividad del buque, y se mide en número de contendores por hora. Si no detraemos el tiempo de avería que han tenido las grúas trabajando, lo denominaremos "*gross*" y en caso de hacerlo hallaríamos el neto. A los efectos de este estudio, consideraremos el "*gross time*", o número de horas que la mano teóricamente está trabajando. Este es un objetivo claramente de la operativa de la terminal: A mayor "velocidad" de trabajo de un buque, mayor número de buques pueden trabajar en la terminal, mejor "*berth production"*, y al estar hablando de economías de escala, coste más bajo por movimiento al disminuir los costes fijos de la terminal.

Este es sin duda el tercer objetivo, en este caso de la terminal en su conjunto, y que impacta enormemente en las tarifas que podremos ofrecer a nuestros clientes. Este coste unitario tiene varios componentes, cuya proporción varía en función del tipo de terminal y de la casuística de la misma. Generalmente el mayor componente de este coste son los salarios del colectivo estibador, aunque no deben desdeñarse costes de mantenimiento e incluso de amortización de la maquinaria [5].

Por otra parte, al definir el coste por unidad como el cociente entre los costes totales y el número total de contenedores, y siendo a su vez el número total de contenedores la producción de la terminal por el tiempo total empleado en las operaciones, el coste unitario será inversamente proporcional a la citada producción.

El número de manos que, como media, puede soportar el buque durante todas las jornadas que trabaja, se denomina Intensidad de Grúas (en inglés, "*crane intensity*"); este concepto no es más que una media ponderada de todas las manos con las que el buque es capaz de trabajar en cada jornada; concepto importantísimo para el cálculo de la ventana del buque en su lugar de atraque y por tanto la optimización de la misma (haríamos esta ventana lo más pequeña posible o acorde al contrato establecido con los clientes). Este "*crane intensity*", cantidad adimensional, es fácil de predecir a comienzo de operaciones según la expresión:

$$C_I = \sum M_i / M_{max} \quad (1)$$

Donde C_I es el "crane intensity" y $\sum M_i$ es la suma de todos los movimientos de las diferentes M_i manos y M_{max} es el número de movimientos de la cola o suma de manos más larga en la orden de trabajo (trabajando, por lo tanto, de manera continuada desde principio de operaciones hasta el término de la misma, salvo averías, con la misma grúa). La duración de la cola más larga determina lógicamente el "*berth time*" y por lo tanto el "*berth productivity*", siendo pues

$$M_{max} = gmph \times bt \quad (2)$$

Donde bt es el berth time y el gpmh (gross moves per hour) no es sino la producción general supuesta del buque (número total de movimientos efectuados dividido por el número total de horas empleados); ya hemos definido el bmph anteriormente, de la siguiente manera

$$bpmh = \sum M_i / bt \quad (3)$$

Fácilmente se deduce que el *crane intensity*

$$C_I = bmph / gmph \quad (4)$$

Esta expresión nos ofrece, indefectiblemente, el número de grúas o manos que hemos utilizado como media durante toda la operativa del buque, el "peso" aplicado en número de manos a cada jornada.

Preferimos, no obstante, diferenciar ambas ecuaciones, aunque nos haya llevado al mismo lógico resultado: La primera, es conocida desde el principio de operaciones de buque. En un buque portacontenedores es difícil que todas las manos tengan la misma velocidad o gpmh. El concepto indicado en la fórmula (4) nos indica, a final de operaciones, cómo ha ido la misma operativa. Nos gustaría denominar al cociente (4) "Crane density" (C_δ), por diferenciarlo del concepto de la fórmula (1), por una parte por el momento en que son de utilidad cada uno, y por otra porque lo más probable es que sean diferentes al entrar en juego diversos factores que como operadores la terminal debe de controlar "heurísticamente": La astucia del operador del buque, la terminal, es que tiendan a ser lo más parecidos; siempre se cumplirá, en cualquier caso:

$$C_I \geq C_\delta \quad (5)$$

De la misma definición de C_I y de C_δ concluimos que, una vez fijada esta cantidad, un incremento en el gmph implica otro proporcional en el bmph. Esto para un buque dado en particular indica claramente que una optimización del gmph implica razonablemente una mejor ventada del buque. Dos pájaros de un tiro, aunque la realidad es otra.

El dato anual de la producción total de cada terminal, varía considerablemente según la tipología y el tráfico del mismo, ("*feeder"* vs "*mainliner*"), de un servicio determinado a otro, de un atraque diferente del mismo buque (como consecuencia de una distribución diferente de los contenedores en la terminal), averías, condiciones climatológicas, y un sinfín de circunstancias difícilmente medibles en algunos casos.

No obstante, para un buque en particular, a lo largo de una operación determinada, podemos considerar que la producción del mismo, gmph, es constante. Intentamos que el bmph sea el máximo posible -objetivo principal de nuestro cliente- para minimizar el tiempo de estancia. Sin entrar en valoraciones específicas de dónde empezamos a contar el inicio de la operativa y dónde acaba, un C_I mayor nos dará un mayor bmph.

No siempre podemos alcanzar unos niveles deseados de "*crane intensity*": La carga debería estar lo suficientemente repartida a lo largo de los diferentes "*bays*" del buque para poder operar el mismo con el máximo número de grúas el mayor tiempo posible. Es muy común observar que buques que pueden tener un desarrollo de varias manos durante varias jornadas, tienen concentrados los movimientos en "*bays*" cercanos (donde teóricamente no pueden trabajar dos manos juntas por simple indisponibilidad física).

Nos estamos refiriendo a una distribución lineal específica de los movimientos operativos que no es parte de este estudio; no obstante mencionar que tal distribución debería darse de igual manera a lo largo del tiempo, sólo podría darse en líneas regulares, en buques de cierto porte o dimensión, con un número de movimientos acorde, con puertos de arribada fijos, con itinerarios fijos y que por supuesto, los volúmenes que se trabajasen en cada uno de estos puertos fueran constantes a lo largo de ese tiempo. De esta manera, la planificación desde el puerto inicial sería fácil y predecible: el "*crane intensity"* se mantendría inalterado.

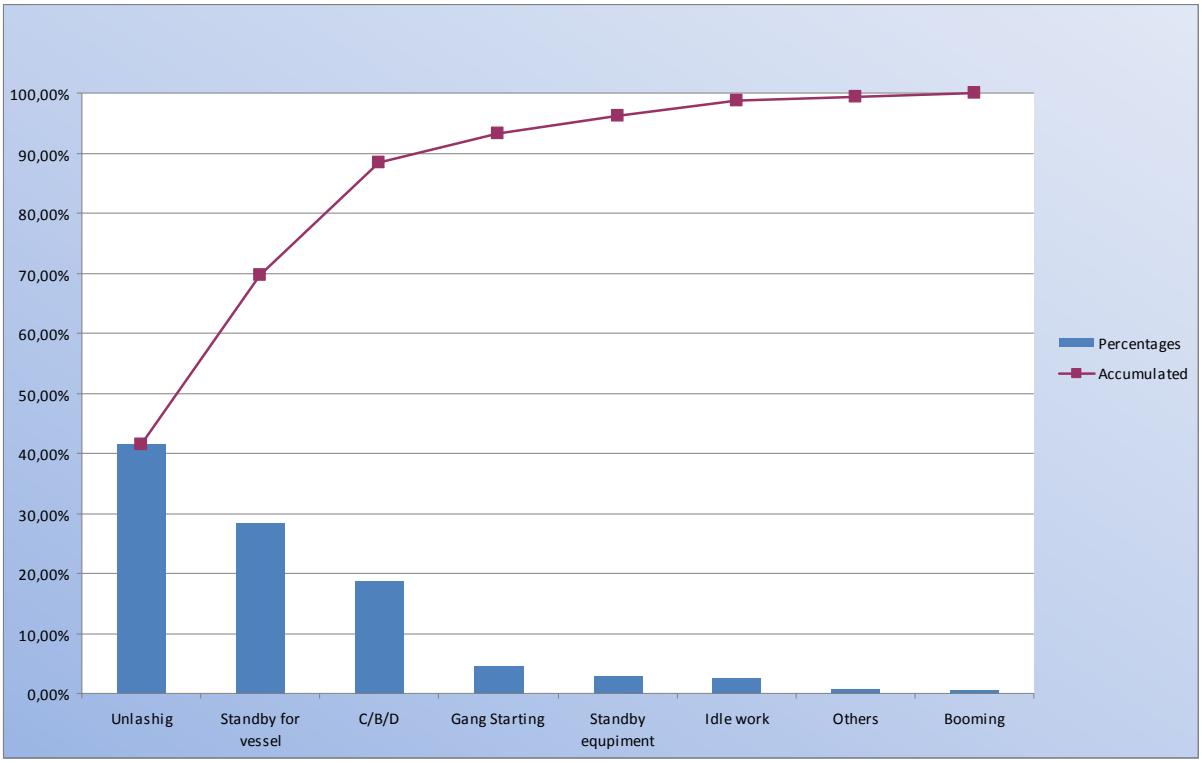
Es importante el planificar los movimientos para obtener un mayor C_i, como hemos señalado, pero vamos a mencionar varias de las circunstancias que nos encontramos en la operativa directa del buque que pueden alterar la producción del mismo (gmph), que por otra parte es el ratio que interesa al colectivo estibador al trabajar éstos a destajo [6].

Las averías de grúas (nos referimos en exclusiva a las STS o grúas pórtico) constituyen un elemento fundamental de la disminución de la producción de un buque, no sólo por el tiempo que permanece la mano completa parada, como consecuencia, sino también porque posteriormente es complicado reiniciar las operaciones de la misma fluida manera que las estábamos llevando a cabo con anterioridad.

En un estudio nuestro realizado recientemente sobre buques de gran porte y con más de 900 movimientos de operativa [7], por un período de tiempo de cuatro meses, exclusivamente durante la primera hora de arrancada de las operaciones del mismo (período donde son más frecuentes las averías), observamos, según resultados del gráfico adjunto, que el C/B/D

"*crane breakdown*" es el tercer motivo de pérdida de tiempo en operaciones (18.72% del tiempo perdido total).

(Tabla 1. Causas de las demoras operativas a comienzo operaciones. Elaboración propia).



Se demuestra que perdemos un punto de producción de operativa, según la fórmula, para porcentajes de avería "X"

$$X \geq 100 / gmph \qquad (6)$$

Donde "X" es el tiempo de averías en tanto por ciento. Es decir, para una terminal media con operativa media de gpmh = 28, con averías de grúas mayores del 3.57% ya estamos perdiendo un punto de producción (en este caso la producción habría de ser 29.00 gmph). Esto es un coste anual elevadísimo, de ahí la importancia de un perfecto mantenimiento del equipo, en sus vertientes correctiva, preventiva y predictiva.

Observamos también el alto impacto que tiene en la producción la destrinca y trinca de los contenedores. Magnificado en la gráfica por el mero hecho de ser la operativa de destrinca (en este caso) al comienzo de las operaciones del buque, es un punto que habremos de considerar: El tiempo "perdido" en estas labores es inevitable, obviamente, pero cada puerto, en función principalmente de los convenios establecidos con las coordinadoras respectivas de estiba, podrá minimizar estos tiempos, o no.

Es cierto de igual forma, que cada buque soporta un determinado tipo de trinca; así, tenemos buques de doble trinca, buques duros, buques con material antiguo u obsoleto –o simplemente sin material – mayor o menor número de tacilleros (izadas que no cuentan en general en el

cómputo de la producción) o incluso falta de material por parte de estibadores para abrir tacillas a ciertas alturas… [8].

Hoy en día nos encontramos con buques portacontenedores con sextas, séptimas u octavas alturas a trabajar (buques tipo Suezmax containership, con capacidad de 12,000 TEUS de carga): No debe ser un problema técnico con las grúas que operan estos buques, ya que evidentemente si son capaces de trabajar en un puerto determinado es porque este está equipado convenientemente, pero sí es cierto que ralentizan la "fluidez" de la operativa al tener que remontar las mismas en ocasiones. Es normal remocionar quintas o sextas alturas para agilizar posteriormente la estiba. Por otra parte, el estado de la marea acrecienta esta problemática [9]

Debemos mencionar el "*booming*" o subida de la grúa durante operaciones para trabajar los "*bays*" a proa (o popa) del puente. Esta operación puede durar, en función del tipo de grúa, obviamente, unos diez minutos de media. Luego hay que bajarla. Es decir, la operativa completa nos resta 20 minutos de operativa que podrían ser fundamentales.

De igual forma, no es lo mismo operar contenedores cargados que contenedores vacíos, cuyo peso aproximado máximo (40fters) puede llegar a 4 tons. Es obvio que la izada es mucho más rápida: Operadores experimentados sacan gran provecho de este aspecto. De igual manera, operar alternativamente 20fters y 40fters, al tener que cambiar continuadamente la longitud del "*spreader*", ralentiza de nuevo la operación.

Debemos también mencionar la influencia del factor humano en la producción de un buque, la falta de personal, la dureza del trabajo que se realiza a bordo del buque 24 horas de los 365 días del año, la peligrosidad del mismo, el mayor o menor grado de conocimiento de un sector tan específico, así como las garantías que pudieran existir según los convenios en vigor, que pueden subjetivamente a mirar la "faena" que queda en las próximas seis horas de una manera u otra. Este es un tema complejo, donde entrarían la psicología del trabajo y del trabajador y quizá mereciera un estudio pormenorizado [10].

3. Conclusiones.

Como se puede atisbar, la correcta planificación y ejecución de las operaciones en un buque porta contenedores no es una materia baladí. Entran en juego multitud de factores, alguno de los cuales, sólo algunos, podremos controlar. La experiencia, el conocimiento de los mil y un problemas que pueden surgir (y aún así quedarán otras mil sorprendentes situaciones) es fundamental a la hora de abordar estos trabajos. De ahí la profesionalización tan específica del sector y la poca osmosis que hay entre profesionales portuarios (incluimos todos, las empresas estibadoras, las terminales de contenedores, etc.) y demás sectores (en ambos sentidos).

Sin mencionar la operativa de patio o "*yard"* que es realmente el corazón de la terminal [11], allí donde se empieza a cocer una buena producción de un buque en función de una planificación del mismo acorde y de una asignación de maquinaria consecuente (ya sean RTG's, Straddle-carrier u otras [12]), y que es donde normalmente están enfocados los estudios de productividad de la terminal, vemos en definitiva que existen multitud de factores a "pié de grúa" que dependiendo de la terminal pueden ser mejorados.

Existen en una terminal una serie de reglas prácticas a la hora de trabajar estos buques, tal como el tener en cuenta cuál es el histórico de producción del servicio y del buque en particular (cómo esperamos que trabaje) [13]; avisar con premura al buque sobre qué debe tener preparado para el atraque –la escala tiene que estar posicionada antes del inicio de las operaciones-; comenzar a trabajar el buque "bays" en bodega o en cubierta donde no exista trinca, terminar la operativa cargando (en caso de corte no se quedan contenedores a bordo); dejar muy claro cuál es el criterio de trabajo en cada buque a los estibadores, si por andanas, por pozos u otro; hacer la orden de trabajo de manera que dos manos consecutivas no se estorben por imposibilidad física; planificar los "*break-bulks*" preparando todo el equipo y material de manera que su carga o descarga dure lo menos posible; trabajar a "*twin*" si existe posibilidad (dos movimientos en una izada); evitar interferencias físicas de suministros navales, "*ship-chandlers*", camiones de recogida de residuos (MARPOL) u otras empresas externas a la terminal durante la operativa (o planificarla en espacios donde no haya mano trabajando), y un sinfín de reglas que como vemos no son matemáticas pero que ayudarán bastante a obtener los resultados apetecidos.

Referencias.

[1] Alberto Camarero, Nicoletta González, Logística y transporte de contenedores. Fundación Agustín de Betancourt, España (2006).

[2] Branislav Dragovic, Nam Kyu Park y Zoran Radmilovic, Ship-berth link performance evaluation: simulation and analytical approaches. Maritime Policy & Management, Vol 33 (2006)

[3] Ignacio Arroyo Martínez, Legislación Marítima y fuentes complementarias. España (2009).

[4] Aji K. Rahim, Terminal Productivity Improvement, Suez Canal Container Terminal (2007).

[5] Shy Bassan. Evaluating seaport operation and capacity analysis-preliminary methodology. Maritime Policy & Management, Vol 34 (2007).

[6] Francisco C. López Rueda, El Régimen Jurídico de la Carga y Descarga en el Transporte de Mercancías, Eusko Jaurlaritza, Vitoria-Gasteiz (2005).

[7] Quentin Brook, Six Sigma and Minitab, QSB Consulting (2009).

[8] Ricard Mari, Adamir J. de Souza, Juan Martín, Jaime Rodrigo; El transporte de contenedores. Ediciones UPC, España (2003).

[9] Brian Robinson, Speeding up cranes for the largest containerships, Cargo Systems (2008).

[10] Francisco Piniella, La Seguridad del Transporte Marítimo. Universidad de Cádiz (2009).

[11] Frieda de Fockert, Funtional Description APMT POSCH YCS, The Netherlands (2009).

[12] F. Soriguera, D. Espinet y F. Robuste, A simulation model for Straddle Carrier operacional assestment in a marine container terminal. Journal of maritime research, Vol III (2006).

[13] Dongping Song and others, On cost-efficiency of the global container shipping network, Maritime Policy & Management, Vol 32 (2005).

Impacto económico de la ampliación del Puerto de Tarifa. Análisis de Sensibilidad

Manuel Acosta[1], Daniel Coronado[1] y M. Mar Cerbán[1]

[1] Departamento Economía General, Universidad de Cádiz

Avda Ramón Puyol, s/n – 11202 Algeciras (Cádiz, España)

Abstract

The Port of Tarifa is located at the Strait of Gibraltar, on the southernmost town in the Iberian Peninsula. The Port is operated by the Port Authority of Algeciras Bay and handles more than a million passengers with fast ferries to the Moroccan Port of Tangier. The Port Authority has planned an expansion in 2015 aiming to triple the current number of passengers, and capturing a large volume of ro-ro traffic. The aim of this paper is to estimate the economic impact of the Port of Tarifa in 2015 and to offer a sensitivity analysis of the results to changes in the future.

The estimation in 2015 was undertaken using the input-output economic impact methodology. Basic data was obtained from the information provided directly by the operators and economic agents, and from their plans for future; this information was compared with the Port Authority plans. In Tarifa 2015, 4 new shipping companies will operate (currently only 1 operates); shipping companies are firms with an intensive generation of indirect employment because their high expenditures, but they do not generate direct employment in Spain because the crew is hired in Morocco. If our assumptions will determine 2015 final economic impact, a sensitivity analysis is required. Final results should give local and regional authorities the information needed to take full advantage of the new situation.

Keywords: Economic impact, input-output methodology, port development.

1. Introducción.

El Puerto de Tarifa, situado en el sur de España, es un punto de tránsito de pasajeros entre Europa y África. Actualmente el Puerto concentra su actividad sólo en el tránsito de pasajeros pero con una capacidad muy limitada por sus obsoletas infraestructuras. La Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, de la que depende el Puerto de Tarifa, ha previsto la ampliación del Puerto en 2015 con la intención de triplicar el tráfico de pasajeros y permitir el tráfico ro-ro con Marruecos.

La ampliación o no del Puerto de Tarifa depende, por ley, del preceptivo informe de impacto medioambiental –actualmente ya elaborado y remitido al Ministerio de Medio Marino. A la espera de la decisión final, la Autoridad Portuaria del Puerto Bahía de Algeciras pretende conocer cuál sería la generación de riqueza y qué tipos de puestos de trabajo se crearían tras la

hipotética ampliación; para ello encargó a la Universidad de Cádiz un informe de impacto económico del Puerto de Tarifa.

Con estas premisas, el objetivo de este artículo es doble. Primero estimaremos el impacto económico del Puerto de Tarifa en 2015, situación de futuro; el segundo objetivo es valorar el grado de sensibilidad de los resultados en 2015 ante posibles escenarios derivados de diferentes estructuras de compras por parte de las empresas portuarias. El resultado del análisis de sensibilidad nos proporcionará una idea de hasta qué punto el impacto económico final "a futuro" puede variar en función de los supuestos establecidos inicialmente. Con ello contribuiremos a dar credibilidad a este tipo de informes, que en muchos casos son acusados de excesivamente optimistas en sus resultados finales [1] [2].

El artículo está organizado como sigue. En primer lugar se presenta la revisión de la literatura, donde se analizan los trabajos previos que han estimado el impacto económico de infraestructuras portuarias, sus métodos, resultados y limitaciones. A continuación, se considera el impacto económico en 2015 y, posteriormente, se analiza la sensibilidad de los resultados ante diferentes escenarios. El artículo concluye con una síntesis de las conclusiones más importantes.

2. Revisión de la literatura.

Desde hace muchos años los gobiernos regionales o las instituciones encargadas de la gestión de los puertos comerciales e incluso deportivos han procedido a estimar el impacto económico de sus infraestructuras o de sus nuevas ampliaciones. La intención de este tipo de iniciativas es la de dar a conocer a la comunidad o a los gobiernos regionales o nacionales los beneficios que generan los puertos para su entorno más cercano en particular y para la sociedad en general.

Los informes de impacto económico que encargan los gestores portuarios utilizan como fuente de información principal los datos proporcionados por las empresas e instituciones implicadas en la vida portuaria. Cuando el impacto económico hace referencia a un ejercicio ya pasado, los datos son abundantes y veraces; cuando el impacto económico tiene como referencia temporal un año aún por llegar, los cálculos deben hacerse a partir de estimaciones y de supuestos más o menos restrictivos.

El análisis de impacto económico en materia portuaria está muy extendido y ha sido utilizado en numerosos puertos alrededor del mundo. Basado en la metodología input-output y con diversas variantes, las autoridades responsables de la gestión portuaria lo usan desde la década de los 70s como instrumento para dar a conocer a la sociedad el papel que juegan los puertos en la economía de su entorno. Una relación de los diferentes estudios de impacto portuario puede encontrarse en Coto-Millán [3] y en Weisbord [4].

Aunque el uso de la metodología input-output se ha generalizado para la estimación del impacto económico de puertos, su aplicación no está exenta de críticas. Las limitaciones de este tipo de análisis tienen que ver tanto con la técnica input-output en sí, independientemente

del contexto en el que se aplica, como con el uso de esta metodología en un entorno tan específico y complejo como el portuario.

A pesar de todas sus limitaciones, en la actualidad se continúa aplicando esta metodología, bien para reproducir los estudios en años posteriores, o en nuevos puertos, donde sus gestores desean conocer con precisión los efectos económicos que se generan en el entorno. Como sugiere Crompton [2], la aplicación de esta técnica, buscando garantizar su validez y credibilidad, debe hacerse de forma transparente, conociendo sus limitaciones y proporcionando a los destinatarios del estudio toda la información posible.

La metodología de impacto económico divide los efectos en directos, indirectos e inducidos. Los impactos directos se obtienen a partir de un cuestionario que se remite de forma exhaustiva a todos los agentes portuarios y empresas dependientes del puerto en mayor o menor medida, los impactos indirectos e inducidos se obtendrán a partir de la aplicación de la metodología input-output.

Dependiendo del tipo de actividad portuaria a valorar, los efectos directos, indirectos o inducidos serán diferentes. Si consideramos por ejemplo un organismo público, su efecto directo será elevado, por la existencia de un número de funcionarios alto, su impacto indirecto muy bajo, por las reducidas compras en bienes y servicios para ejercer su actividad y su impacto inducido moderado, por derivarse de los sueldos y salarios de los muchos empleos directos y de los pocos indirectos. Si medimos el impacto de una empresa naviera los resultados cambian. El efecto directo será escaso si se trata de empresas poco intensivas en uso del factor humano, el impacto indirecto muy elevado, al ser empresas con unos gastos muy elevados para el desarrollo de su actividad (buque, mantenimiento, combustible, etc); el efecto inducido será el derivado casi exclusivamente de los sueldos y salarios de los empleos indirectos.

3. Impacto económico 2015. Resultados empíricos.

Para la estimación del impacto económico del Puerto de Tarifa en 2015 se ha procedido a remitir un cuestionario sobre el nivel de actividad de la empresa/institución una vez ampliado el Puerto y a realizar un conjunto de entrevistas con los principales agentes del sector portuario para conocer la dimensión y características del puerto y sus empresas tras la ampliación.

Los supuestos acerca del volumen de actividad en 2015 han seguido siempre criterios de prudencia valorativa que, por cuestiones de espacio, no detallamos.

Los resultados de las estimaciones reflejan un impacto directo total de 436 empleos, la mayor parte de ellos en instituciones y servicios portuarios, aunque las navieras también tienen un importante protagonismo. El empleo indirecto total asciende a 1,642 personas, de las que el 96,7% es empleo generado por los gastos de las navieras. Como en 2007 el empleo inducido procede del directo e indirecto total, siendo las navieras las que más crean. Los sectores económicos más beneficiados por el empleo indirecto e inducido son los de actividades

inmobiliarias y servicios empresariales, el de comercio y reparaciones y el de industrias manufactureras diversas.

El análisis de las cifras nos permite comprobar que la diferencia entre el empleo generado en 2007 y 2015 reside fundamentalmente en el apartado de empleo indirecto y, en concreto, en el generado por las navieras, empresas muy intensivas en generación de puestos de trabajo indirectos. Por lo general todos los agentes implicados doblan o triplican su impacto; las empresas navieras casi multiplican por siete sus efectos indirectos. Será pues la estructura de gastos de las empresas encargadas del tráfico de pasajeros y vehículos entre España y Marruecos la que generará un mayor impacto económico.

4. Análisis de sensibilidad.

En el apartado anterior se ha puesto de manifiesto la influencia que los gastos empresariales en compras de bienes y servicios tienen sobre los empleos indirectos. Serán las empresas navieras y sus gastos las que condicionarán el impacto económico de la ampliación del Puerto de Tarifa. Se hace necesario pues comprobar el efecto que tendrá una distribución de gastos diferente sobre el empleo indirecto.

Nuestra intención en esta sección es plantear tres escenarios alternativos de gasto y valorar cómo cambiarían los resultados del informe final. Todos los escenarios son supuestos en los que aunque el montante final y la distribución sectorial del gasto de las navieras es el mismo –la dimensión del puerto no varía-, su distribución geográfica cambiará; los gastos en la región de Andalucía disminuirán/aumentarán y los realizados fuera de ella (sobre todo en Marruecos, pero también en Gibraltar) aumentarán/disminuirán. Los gastos realizados fuera de la región para la que están hechas las tablas input-output (Andalucía) no se consideran para el cómputo de los efectos indirectos.

La situación que se ha elegido en la sección anterior, y que es frente a la que se compararán los escenarios 1, 2 y 3, se ha elaborado respetando la misma estructura sectorial y geográfica existente en 2007. Ese año las empresas navieras que operaron en el Puerto de Tarifa realizaron el 68.6% de sus gastos en la región; el resto fuera de Andalucía (EU, España o Marruecos). De los gastos realizados en Andalucía, que son los que únicamente computan para el cálculo de los efectos indirectos, el 25.1% correspondían a combustible (sector 10), el 25.8% a mantenimiento (sectores 16, 17 y 18), el 19.5% a servicios empresariales (sector 25) y el 29.6% a gastos varios (sectores 21, 23, 24 y 25).

5.1. Escenario 1.

La puesta en funcionamiento del Puerto de Tánger-Med, al que se dirigirán la mayor parte de las travesías desde Tarifa, supone la creación no sólo de una nueva infraestructura sino también de un conjunto de servicios al buque. En el Puerto de Tánger-Med está previsto proporcionar servicios de avituallamiento de combustible a los buques que por él transitan.

La totalidad del combustible utilizado por las empresas navieras en el Escenario central se adquiría en Andalucía y se suministraba en los puertos de Tarifa y Algeciras, favorecido por

la existencia de una refinería de petróleo (CEPSA) en Algeciras. La existencia de competencia en el Puerto de Tánger-Med podría hacer que las navieras optaran por repostar fuera de Andalucía. Reponer combustible en Gibraltar es, aunque más barato, menos probable por los problemas que originaría el desvío de los buques de la ruta diaria Tarifa-Tánger-Med y Tarifa-Tánger.

La adquisición de combustible fuera de Andalucía supone reducir el 25.1% de los gastos totales de las navieras en 2015. El resto de gastos permanecerían igual que en la situación central.

Los resultados muestran la pérdida con respecto a la situación inicial de 23 empleos indirectos; 5 de ellos en el sector directamente afectado –refino de petróleo- y el resto en transportes y servicios empresariales. En general, aunque se pierde la cuarta parte del gasto total de las navieras, la pérdida de empleo es mínima. La explicación reside en que el gasto eliminado es en combustible, que está asignado a un sector intensivo en capital pero no en mano de obra.

5.2. Escenario 2.

Este supuesto mantiene la adquisición de combustible fuera de Andalucía y añade la pérdida de la mitad de los gastos de mantenimiento del buque, que podrían realizarse en Tánger-Med. Aún así, la pérdida total de estos gastos resulta poco creíble por la existencia de empresas dedicadas a esta actividad en Algeciras y en otros puertos andaluces cercanos. El resto de gastos, servicios empresariales y gastos varios, se mantiene igual. Este supuesto supone una pérdida del 50,9% de los gastos del escenario central.

Los resultados revelan una pérdida de 328 empleos indirectos; además de la pérdida de los 5 empleos del escenario anterior, se produce una pérdida proporcional en los tres sectores implicados (16, 17 y 18). Paralelamente aquellos sectores relacionados con los que disminuyen el gasto sufren también las consecuencias (industria de la madera, transporte, comercio y reparaciones y servicios empresariales).

5.3. Escenario 3.

El último escenario dibuja una situación en la que los gastos realizados en Andalucía aumentan. Ahora los gastos realizados en la región pasarán del 68.6% del escenario central al 76.0%; el aumento se concentrará en el mantenimiento de los buques y en los servicios empresariales. Esta situación, también poco probable, podría darse si parte de los servicios que actualmente se adquieren en el resto de España y la Unión Europea pasan a adquirirse en Andalucía porque lo presten nuevas empresas o porque las empresas que ahora los prestan se localicen aquí. La diferencia con respecto al escenario central se cifra en 196 personas, un incremento del 12,2%.

5. Conclusiones.

Los resultados de la estimación del impacto económico de un puerto (efecto directo, indirecto e inducido) variarán dependiendo de si el puerto es un puerto diversificado o especializado en

un tipo de tráfico concreto; en este último caso, los efectos no serán los mismos si la especialización es, por ejemplo, en el trasbordo de contenedores, en el tráfico de pasajeros o en el sector pesquero.

El Puerto de Tarifa, especializado en el tráfico de pasajeros y vehículos, tiene unos efectos directos, que provienen fundamentalmente de la organización institucional y empresarial necesaria para hacer posible ese tránsito, unos indirectos, que están vinculados al gasto en bienes y servicios, sobre todo de las empresas navieras, y un efecto inducido que genera el consumo de los trabajadores anteriores. Mientras los efectos directos ante una hipotética ampliación son más o menos ciertos, sobre los indirectos hay que hacer algunos supuestos que podrían influir en el resultado final.

La cantidad de dinero necesaria para el desarrollo de la actividad de las empresas navieras es algo conocido y fácilmente calculable por éstas, ahora y en el futuro; de más difícil cálculo es el origen geográfico de las compras en una hipotética situación de futuro. En nuestro caso, además, no sólo ejercerá influencia en el resultado final el hecho de que un gasto se realice o no en Andalucía, sino que también resulta trascendental el tipo de gasto. De los tres escenarios planteados se desprende que no es lo mismo una reducción del gasto en combustible en Andalucía que una reducción de los servicios empresariales al trasladarse su adquisición, por ejemplo, a Marruecos.

La relación entre los gastos empresariales y el empleo indirecto generado es, por definición y en términos porcentuales, lineal; es decir, una disminución de un 1% en el gasto supone una disminución de un 1% del empleo. Sin embargo, si como hemos hecho en los Escenarios 1, 2 y 3, dividimos los gastos por grandes bloques sectoriales, esa disminución se reparte de forma desigual. Aunque los escenarios planteados –buscando hacerlos realistas- son combinaciones de estos bloques, para hacer la interpretación más sencilla ofrecemos su impacto por separado:

- Una disminución de un 1% del gasto en combustible (sector 10), por traslado de las compras fuera de la región, manteniendo el resto de gastos constante, supondría una disminución de un 0.01% en el empleo indirecto de las navieras.

- Una disminución de un 1% del gasto en mantenimiento (combinación de sectores 16, 17 y 18), por traslado de las compras fuera de la región, manteniendo el resto de gastos constante, supondría una disminución de un 0.38% en el empleo indirecto de las navieras.

- Una disminución de un 1% del gasto en servicios empresariales (sector 25) por traslado de las compras fuera de la región, manteniendo el resto de gastos constante, supondría una disminución de un 0.28% en el empleo indirecto de las navieras.

- Una disminución de un 1% de los gastos varios (combinación de sectores 21, 22, 23, 24), por traslado de las compras fuera de la región, manteniendo el resto de gastos constante, supondría una disminución de un 0.33% en el empleo indirecto de las navieras.

Si los gastos se desagregan por sector económico los porcentajes también cambian. Aunque se han obviado los cálculos para no hacer farragosa la interpretación de los resultados, los sectores más afectados por una redistribución del gasto de las navieras serán los de industrias manufactureras diversas (sector 18), servicios empresariales (sector 25) y comercio y reparaciones (sector 21).

Los datos demuestran la dependencia que tiene de las compras de las navieras un puerto especializado en el tráfico de pasajeros y vehículos y, por tanto, la fragilidad de los empleos indirectos ante distintos supuestos acerca del comportamiento de dichos gastos. A partir de estos resultados se pueden desprender algunas recomendaciones a tener en cuenta en la elaboración de informes de impacto económico:

1. Los supuestos e hipótesis sobre los que se calcula el impacto económico de un puerto deben ser lo suficientemente detallados como para valorar su grado de verosimilitud.
2. Las hipótesis de partida sobre el montante del gasto realizado en la región y el tipo de gasto por sector económico debe provenir de una estimación fiable en la que las propias empresas navieras deben intervenir.
3. El informe de impacto económico debe incluir indicaciones de cómo variará el empleo ante cambios de los supuestos de partida referidos a la distribución geográfica y sectorial de las compras.
4. Finalmente, cualquier estudio de impacto económico debería incluir un apartado dedicado a las limitaciones de la metodología utilizada y de los resultados obtenidos indicar claramente las ventajas, limitaciones y posibles aplicaciones.

Referencias.

[1] Verbeke, A.; Debisschop, K. (1996) “A note on the use of port economic impact studies for the evaluation of large scale port projects”, International Journal of Transport Economics 23 (3).

[2] Crompton, J.L. (2006) “Economic Impact Studies: Instruments for Political Shenanigans?”, Journal of Travel Research 45, 67-82.

[3] Coto-Millán, P. (Editor) (2004) Essays on Microeconomics and Industrial Organisation, Ed. Springer-Velarg. Second Edition, 297-316.

[4] Weisbrod, G. (2008) “Models to predict the economic development impact of transportation projects: historical experience and new applications”, Annals of Regional Science 42, 519-543

Modelling transport problems in port environments: selection and preprocessing of variables.

Ángel Luis Duarte Sastre[1], José Antonio Moscoso López[2], María del Mar Cerbán Jiménez[3] and Ignacio Turias Domínguez[4]

[1] Departamento de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil, Universidad de Cádiz, PAIDI-SEJ-420, angelluis.duarte@uca.es

[2] Departamento de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil, Universidad de Cádiz, joseantonio.moscoso@uca.es

[3] Departamento de Economía General, Universidad de Cádiz, PAIDI-SEJ-295, mariadelmar.cerban@uca.es

[4] Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz, PAIDI-TIC-145, ignacio.turias@uca.es

[1,2,3,4] Escuela Politécnica Superior de Algeciras, Avda. Ramón Puyol, S/N, España

Abstract. The problems of transport that concern the maritime port environment, take every time, more importance for the administration of the ports. The resolution of these problems passes for simulate or to emulate models of real situations, where the high number of variables that they handle does suitably to apply methods that illustrate what variables or combinations of them are more relevant.

In this work there are checked the most usual methods of selection of variables together with other methods of pre-processing, to allow a more suitable generalization, improving the models performance.

Keywords: clustering, principal component analysis, maritime transport.

1. Introducción.

The Logistics and Transportation issues are increasingly important role in the maritime ports. Their knowledge becomes central to the functioning of a port and all its stakeholders (Port Authorities, Port Communities, Logistic Companies, Logistic Activity Zones-ZAL-Vessel Traffic Service, etc.).

The supply chain must be managed effectively, managing at the lowest cost flows, movements, inventories of finished products and information relating thereto, from a place of origin to a destination to satisfy customer needs.

There are a variety of problems to solve in the field of transport engineering in maritime and port environments, such as: distribution, storage, inventories and stocks, limited resource allocation, scheduling, forecasting demand and / or sales, traffic prediction, analysis of production systems, queuing analysis, etc.., which passes resolution models to simulate or emulate real life situations.

In these problems, somehow can be established a relationship, sometimes mathematical, among a number of variables that can explain the phenomenon and its possible outputs. In any case, the complexity of modeling is raised to increase the number of variables, i.e., by increasing the dimensionality of the problem. In many cases, the number of variables that are handled is important and should have knowledge or methods to tell us what variables or combinations of them are more relevant.

The more usual methods of selecting variables such as Principal Components Analysis (PCA - Principal Component Analysis), used like a powerful tool for analyzing the total traffic variability in networks composed of a large number of dimensions by approximating it within a lower dimensional structure that preserves its important properties [1].

Factor Analysis, is another preprocessing method that have been used recently in the literature as a validation method of PCA [2] analyzing the structure of the interrelationships between a great number of variables not demanding any distinction between dependent and independent variables like traffic prediction needs.

Turias et al. [3] used grouping methods (clustering) as k-means and Kohonen self-organizing networks, which allow to finding groups to design patterns for the separate models, and Owen et al. [4] used a combination of the PCA and Cluster analysis to reduce the dimensionality of a land-cover dataset and extracting groups of classes with similar urban land morphology.

In the same way, a combination of PCA and Self-Organizing Map was used by Annas et al. [5] in order to visualizing and classifying fire risks in forest regions, resolving the high dimensionality of the input variables.

With the use of these can relieve such problems as "the curse of dimensionality" and allow adequate generalization, improving the results of modelling.

2. The Study Area

We have mentioned a number of problems in the field of transport engineering in maritime and port environments, and in relation with them, we take into account the Port of Algeciras Bay (PAB) –Spain´s first port in the container traffic network of ports ranking – .

Located in a geo-strategic point, on the crossroads of the world´s main cargo shipping lanes, PAB, Handbook, 2010 [6], is made up of a “hub” platform in the West Mediterranean for container transshipment, which broke through, in 2007, the record 74,5-million total throughput figure, as well as handling 3-4 million TEUs, and is characterized by a strong

concentration of activities, in comparison with the rest of the specialized Mediterranean ports [7].

The traffic evolution over the last few years has allowed to became one of the main Mediterranean ports both in total throughput and container handling, being the rolling cargo an important pillar because of the proximity of Africa, which has given a leading role to the bay of Algeciras, enabling it to serve as a sea-bridge between Africa and Europe.

The volume of container traffic has a very important repercussion in the growth of the port, and in order to be able to guarantee the necessary port infrastructure, the port management needs to develop certain facilities, where the traffic prediction helps to manage them.

Thus, we compare and assess the methods mentioned previously in the field of problems related to maritime and port environment, like traffic prediction and helps support decision making in the planning of port operations with that daily administration faces port.

3. Selecting variables: Principal Component Analysis

Principal Component Analysis (PCA) is a multivariate statistical method used to reduce dimensionality of data and to transform exogenous variables into significant and independent components. This method allows finding new directions (axes or components) that explain most of input data variability and which are linear combinations of input variables.

The new components are ordered by the amount of variation that they captured in the data [1], capturing the first principal component the maximum amount of variation that is possible to represent on a single axis.

A transformation matrix [3] is constructed from the eigenvectors (i. e.: eigenflows, in the study of traffic prediction) of the input correlation matrix and they are ordered according to their corresponding eigenvalues, which can be decomposed into nonstationary and stationary components, according to the nature of variability in traffic flow, referring types of variations like periodicities or periodic trends, in traffic flow, in the firsts, and structural breaks (occasional bursts and dips) and outliers, referring traffic phase transitions.

Therefore, PCA permits the identification of eigenflows which denote common patterns of temporal variability, according to their contribution to the aggregate network traffic.

4. Preprocessing variables: Clustering Analysis

The preproccesing of variables can be interpreted like a middle phase between formulation and solution, and refers to elemental operations developed to improve or simplify the formulation of the problem.

In relation with this, clustering analysis is used to measure up the similarity between series of variables of subjects or objects and gathering in crowds in: homogeneous groups internally and different between them. K-means is one of the classical approaches for clustering a database. This multivariable method has been used to analyze interdependency between

indicators of the multimodal transport chains referring to maritime transport, logistic platforms and railway terminals [8].

Maritime transport traffic flow data are complex systems that are time variant and have strong type and spatial relationships. In Cheng Yudon et al., 2008 [9], a Self-Organizing Method was used to organize the traffic flow vectors into clusters, and the k-nearest neighbour (kNN) prediction technique was applied to clustering results to perform short-term predictions of flow.

The Kohonen neural networks (or self-organizing maps-SOM´s) have the ability to extract the statistical properties of the data set, and are also able to model any statistical distribution which may lack a closed-form analitycal expression [3]. The SOM serves as a clustering algorithm as well as a dimensionality-reduction technique when applied to cluster the traffic flow vectors so that data can be analyzed to make short term predictions [9].

A Kohonen networks has two layers of nodes, the input layer and the Kohonen or output layer. The input layer is fully conected to a 1-D or 2-D output grid. During the training process the traffic flow variables will be introduced in the network through the processing elements (nodes or neurons) in the input layer. Associated with the output nodes in the Kohonen layer there is a weight vector of values. The neurons of competitive networks learn to recognize groups of similar input vectors. The weights of the winning neuron are adjusted with the Kohonen learning rule. The weight vector (w) is changed for a given neuron if the output is not equal to zero (the winning neuron), according to (1):

$$dw = \alpha(x-w) \qquad (1)$$

where x is the neuron´s input, and α the learning rate. Thus, the neuron whose weight vector is closer to the input vector is updated to be even closer. The result is that the winning neuron is more likely to win the competition the next time a similar vector is presented, and less likely to win when a very different input vector is presented.

The training steps stops when any of the following conditions are met: the maximum number of epochs (an epoch is a presentation of all input patterns) is reached, the performance has been minimized to the goal, or a maximum amount of time has been exceeded.

The aim of this work is to consider PCA and clustering analysis as useful techniques in the scope of prediction problems in maritime transport.

The easy visualizations of the SOM results facilitate analysis of the characteristics of the traffic flow evolution [9].

5. Conclusions

The following concluding remarks can be made as:

- PCA gives us the variables that are going to have more relevancies in our studies of prediction of traffic.
- K-means and Kohonen SOM 1-D seems to be a plausible approach to clustering traffic data.

SOMs not only provides an efficient way of predicting future flow rates in all the links, but also demonstrates that traffic flow can be predicted in a network with consideration of the links´ temporal-spatial relationships [9].

These methods can opportunely be applied, such as a decission support tool of a port management administration, and results should be researched in order to test their applicability in the domain of maritime transport, where traffic flow prediction and/or clustering has not been very developed yet in the literature.

References

[1] T. Tsekeris, A. Stathopoulos, "Measuring Variability in Urban Traffic Flow by use of Principal Component Analysis, Journal of Transportation and Statistics, 2006, V9, N1 (pp 1-14).

[2] E. Abascal, Mª. I. Landaluce, "Multiple Factor Analysis as a statistical technique to study the stability of the results obtained by Principal Component Analysis", Qüestiió, 2002, vol. 26, 1-2 (pp 109-122).

[3] I. Turias, F. J. González, Mª. L. Martín, P. L. Galindo, "A competitive neural network approach for meteorological situation clustering", Atmospheric Environment, 2006, 40 (pp 532-541).

[4] S. M. Owen, A. R. MacKenzie, R. G. H. Bunce, H. E. Stewart, R. G. Donovan, G. Stark, C. N. Hewitt, "Urban land classification and its uncertainties using principal component and cluster analyses: A case study for the UK West Midlands", Landscape and Urban Planning, 2006, 78 (pp 311-321).

[5] S. Annas, T. Kanai, S. Koyama, "Principal Component Analysis and Self-Organizing Map for visualizing and classifying fire risks in forest regions", Agricultural Information Research, 2007, 16(2) (pp. 44-51).

[6] Handbook 2009-2010. Port of Algeciras Bay, Algeciras (2009).

[7] M. Acosta, D. Coronado y M. Mar Cerbán, "Port competitiveness in container traffic from an internal point of view: the experience of the Port of Algeciras Bay", Maritime Policy & Management, 2007, 34:5 (pp. 501-520).

[8] J. C. Elizagárate, P. Ruiz de Arbulo, P. Díaz de Basurto, "New strategies for the competitive management of the intermodal transport chains between Spain and Europe", Ekonomiaz, 2006, Nº 63, 3er Cuatrimestre (pp 236-271).

[9] Y. Chen, Y. Zhang, J. Hu, "Multi-dimensional Traffic Flow Time Series Analysis with Self-Organizing Maps", Tsinghua Science and Technology, 2008, Vol. 13, N.2 (pp 220-228).

TEMÁTICA TIC-LOGÍSTICA:
SEGUNDA SESION DEL JUEVES

Logística en empresas de Fabricación. Una solución al caos.

A.Pastor[1], M. Otero[1], J M Portela[1], J.L. Viguera[1], M.Vázquez[2] , L.Uriol[2] and C.Correa[3]

[1] Dpto Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial.

Escuela Superior de Ingeniería. C/Chile Nº 1. 11003. Cádiz. Telf.+34 956015100.

andres.pastor@uca.es

[2] Ingeniería Estratégica de Negocios ICC. Pl. Josep Pallach 1, local 2.

08035 Barcelona.

[3] Correa & Cifuentes S.L. Torneo Parque Empresarial. C/Arquitectura 1. Torre 6. Planta 6. Módulo 4. 41015. Sevilla.

Abstract. This paper demonstrates a methodology for implementing a system to control the integrated logistics projects in developing complex type, for which presents different tools integration between CAD-CAM-PLM-ERP, so that ensures full traceability from design to final delivery to the customer. The proposed methodology is based on the experience in practical business tools, but is totally exportable in a company to design and implement projects and use any other trademark, since the fairness of the system is the philosophy of monitoring and ensuring product quality and information.

Keywords: PLM, ERP, complex projects, methodology.

1. Introducción.

Una de las principales funciones del departamento de Logística, es la logística integral de producción. La actividad correspondiente a la integración de la cadena de distribución desde las necesidades del cliente hasta la entrega final al mismo, hace que sea fundamental y establezca una base sólida en cualquier organización que tenga objetivos empresariales de alto rendimiento y gran flexibilidad [1]. Este camino, que en muchos casos se imagina como "idílico", pero no está libre de trabas y sin sabores que mediante el uso de herramientas apropiadas pueden salvarse o suavizarse.

Hay que tener en cuenta que si tratamos el caso concreto de una empresa de fabricación que se dedique al diseño y fabricación de proyectos complejos (aquellos que tienen un solape de las fases), se encuentra con una dificultad adicional, puesto que las relaciones interdepartamentales, hacen que los flujos de información y de necesidades de materiales y recursos humanos se definan y redefinan a tenor de una ingeniería que evoluciona con el proyecto.

Hay que tener en cuenta que todo proyecto va a tener unos parámetros que son los mejores indicadores del éxito y no son otros que los relacionados con la calidad, el plazo y el coste.

Por lo tanto, se considera importante establecer los mecanismos que aseguren un alto grado de satisfacción del cliente (interno y externo), de manera que sea un valor añadido frente a otras organizaciones en este mundo competitivo.

Además en muchos de los casos, los sistemas buscan la eliminación de los despilfarros, tanto eliminando almacenes, como tiempos improductivos, fallos en máquinas,…, todo ello relacionado con el Just in Time[2] o el Lean Manufacturing[3], cosa totalmente lógica puesto que el objetivo final es eliminar todo aquello que no aporte valor al producto final.

Por último, el sistema debe integrarse en los estándares actuales de una empresa innovadora y acorde a los tiempos, puesto que su funcionamiento se basará en Normas de reconocido prestigio en temas relacionados con la Calidad [4].

En este trabajo, se muestra una solución que ayuda al control de toda la documentación y los recursos que se usan en una empresa que realiza proyectos complejos.

2. Desarrollo

Tal y como se ha enunciado en la introducción, los problemas que se abordan son los siguientes:

- Eliminación de despilfarros, al unificar el proceso logístico desde el diseño hasta la producción y entrega final.
- Monitorización del plazo, costes y alcance.
- Aseguramiento de la trazabilidad, tanto documental como de producto.

Pero como se puede intuir, esta serie de problemas, tienen interacción unos con otros y no se pueden tratar de manera aislada, ya que en una organización que desarrolla estos trabajos, surgen numerosas relaciones de gestión, tal y como se muestra en la figura 1.

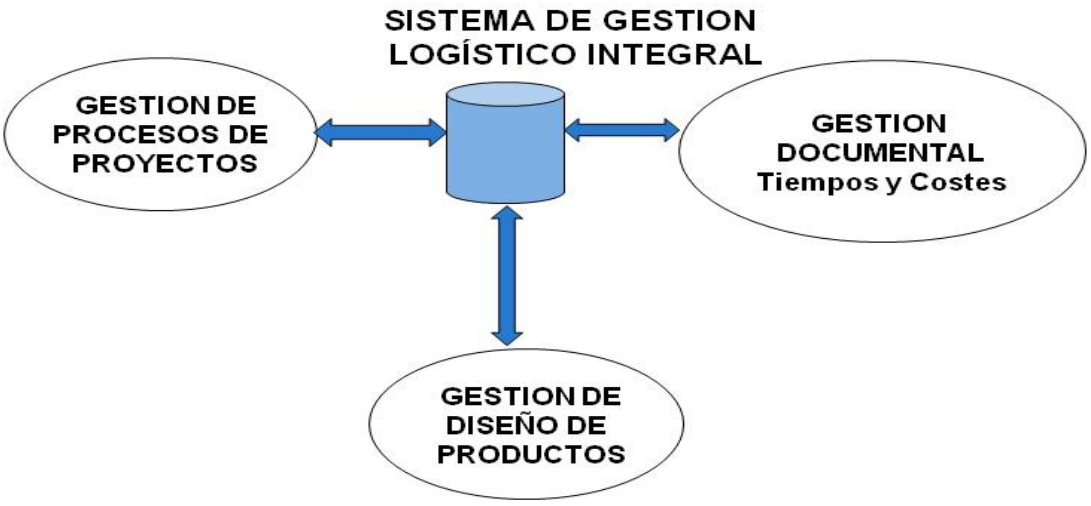


Fig. 1 Relaciones en la gestión integral de procesos

2.1. Eliminación de despilfarros, al unificar el proceso logístico desde el diseño hasta la producción y entrega final.

De una manera general, se puede expresar la cadena logística integral como un flujo continuo de información y necesidades a través de los diferentes departamentos, proveedores, clientes y centros de investigación, entre otros. En la figura 2, se representan estas relaciones.

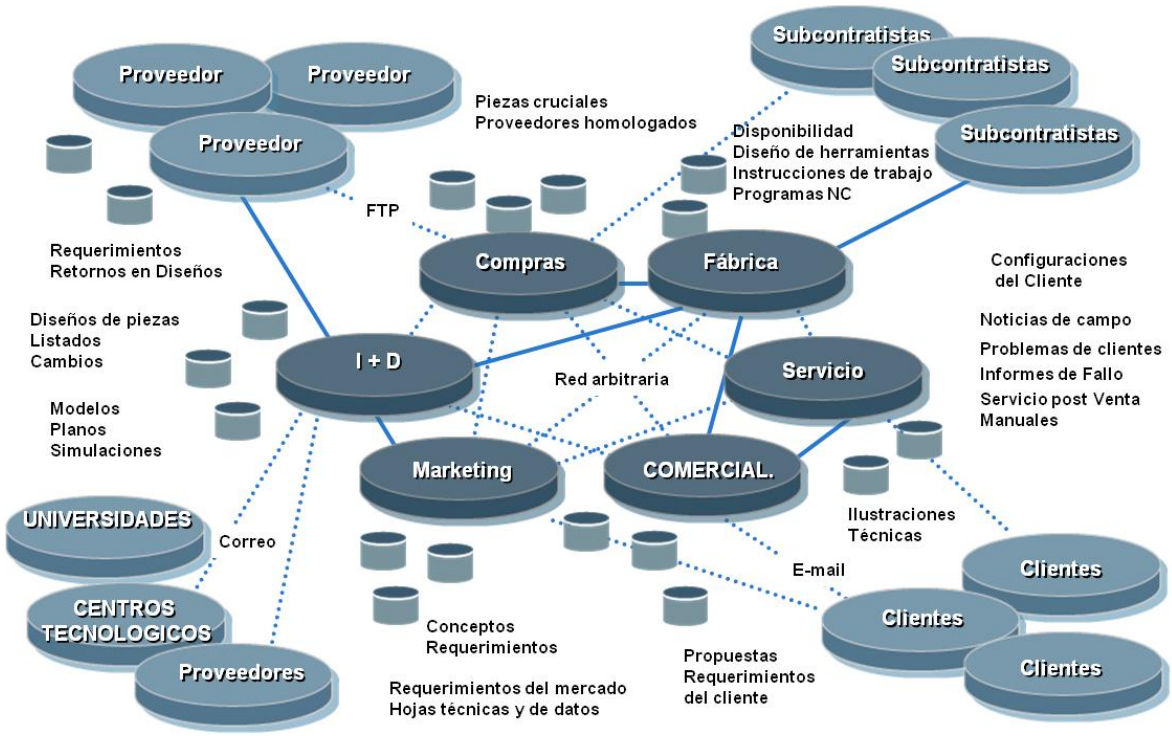


Fig. 2 Flujo logístico integral

Surgen numerosas posibilidades en todas las relaciones para eliminar los desperdicios y dar un mayor valor añadido mediante el control total a través de la integración desde los requerimientos, pasando por el diseño, fabricación hasta la entrega al cliente final.

2.2. Monitorización del plazo, costes y alcance.

En el proceso del proyecto, se han integrado las herramientas de diseño y fabricación a través de una herramienta para la gestión del ciclo de vida, esto hace que el plazo, coste y alcance, estén totalmente monitorizados en todo momento.

La integración de la cadena ayuda en la toma de decisiones mediante un método que agiliza la integración y actualización de la información, de manera que permite obtener cuadros de

mando a nivel de agregación correspondiente al nivel jerárquico, y por lo tanto, sirve de elemento fundamental para la toma de decisiones.

En la figura 3, se muestra la monitorización de varios proyectos a través de la herramienta comercial PLM Windchill-Projectlink, en la que se pueden observar las diferentes etapas de un proyecto convencional.

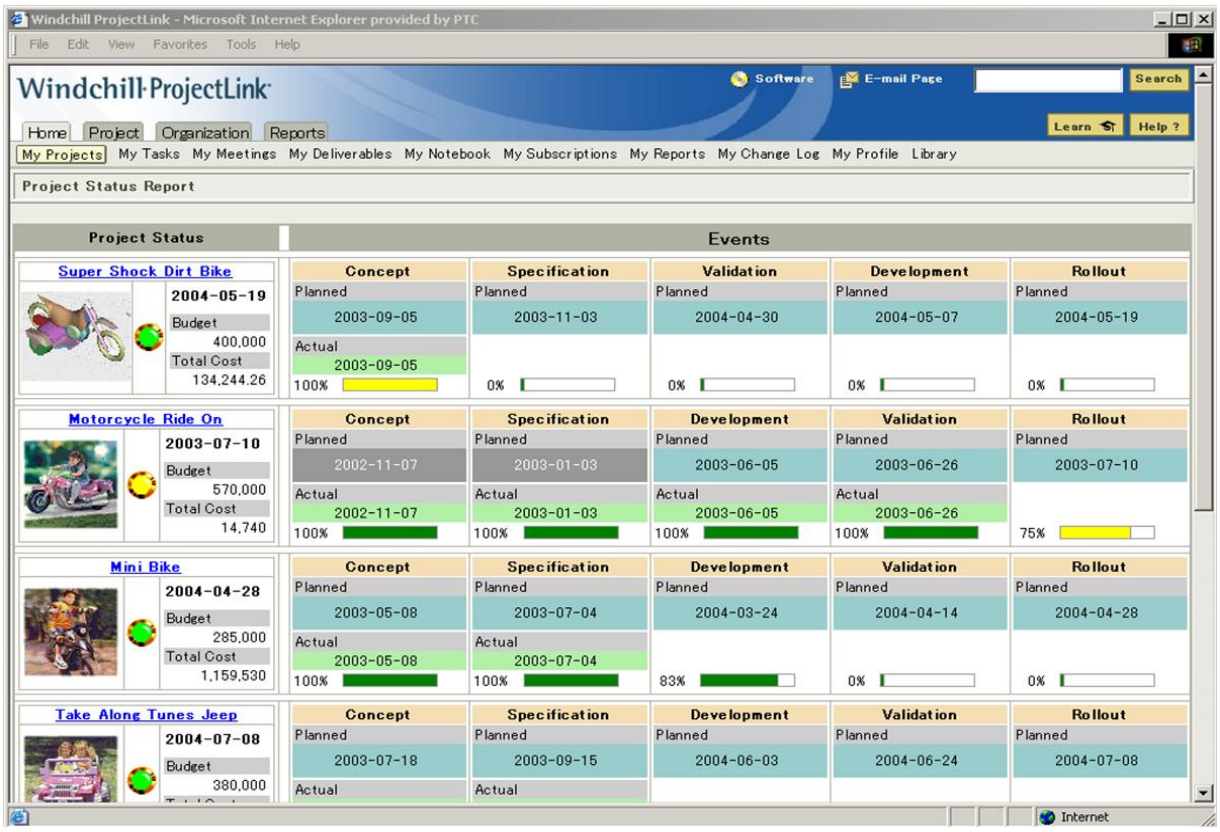


Fig. 3 Cuadro de Mando Integral

Esta información, se obtiene de manera automática permitiendo al gerente o responsable detectar desviaciones en costes, plazos y alcance, ya que se puede ir al detalle de cada una de las actividades de planificación.

Una de las bondades de esta metodología, es que permite integrar mediante interface diferentes programas, teniendo opciones variadas de CAD-CAM, ERP y PLM[5].

2.3. Aseguramiento de la trazabilidad, tanto documental como de producto.

Puesto que uno de los requisitos establecidos en un sistema de Calidad es el correcto control de la información y la trazabilidad del producto y de las materias primas, el sistema descrito, permite que cualquier cambio que se origine en la cadena de suministro, afecte a todos y cada uno de los eslabones, recibiendo la información automáticamente y referenciándolo a la revisión en vigor. De esta manera, se evitan problemas relacionados con los fallos por copias

no controladas o utilización de materiales obsoletos o no aprobados por el sistema de garantía de calidad, tal y como se observa en la figura 4.

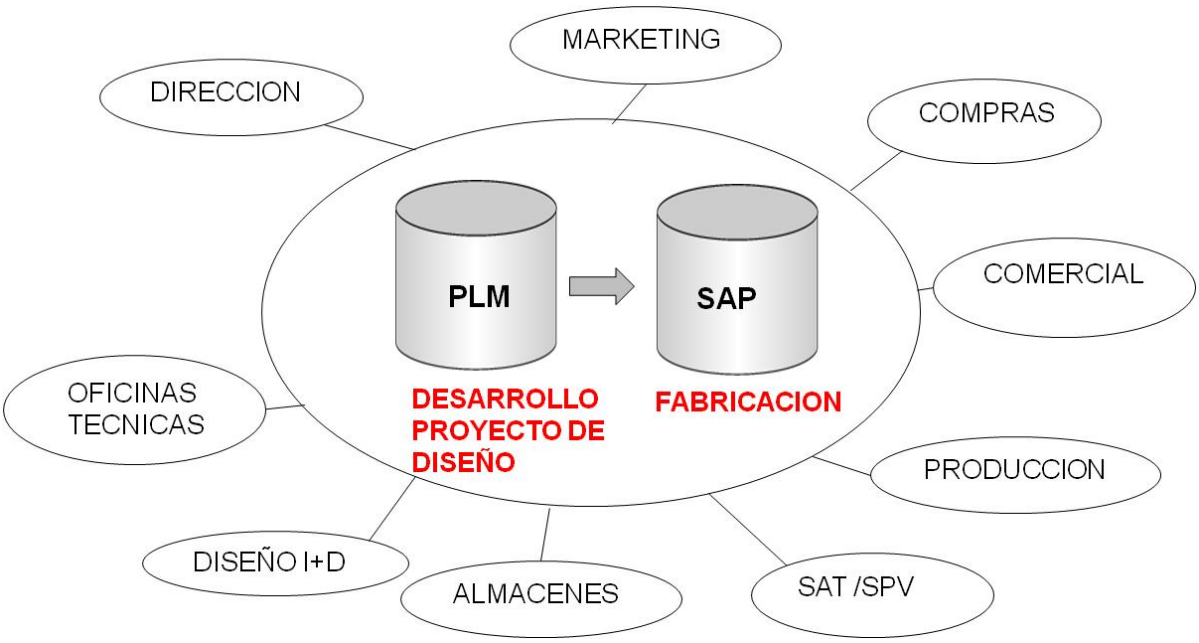


Fig. 4 Flujo para el control de la trazabilidad.

De esta manera, integrando las herramientas CAD-CAM, con una herramienta de gestión del ciclo de vida del producto-proyecto PLM y un sistema de planificación de los recursos empresariales ERP [6], se consigue el control total en la cadena logística y ayuda a evitar el caos de documentación existente, ya que el repositorio es único, con lo que la función de la gestión de la cadena logística, se convierte en un nuevo valor competitivo en el mercado actual.

3. Conclusiones.

1. Con la Integración de un sistema de Gestión del Ciclo de vida del producto, se eliminan fallos de calidad en el producto.

2. Con la Integración de un sistema de Gestión del Ciclo de vida del producto, se ahorran costes.

3. Con la Integración de un sistema de Gestión del Ciclo de vida del producto, consigue una diferenciación respecto a los competidores al controlar la cadena logística.

4. Se considera que puede haber una aplicabilidad parcial de lo expuesto a empresas que realicen algunas de las etapas del proyecto complejo, integrándose en el sistema de la empresa matriz.

4. Agradecimientos.

Agradecimiento al proyecto de Investigación Fundamental referencia MTM2009-08326, por la financiación parcial para la realización de este trabajo.

5. Referencias.

[1] A.Pastor. Tesis Doctoral: Metodología de implantación de modelos de gestión de la información dentro de los sistemas de planificación de recursos empresariales. Aplicación en la pequeña y mediana empresa. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. ISBN 978-84-692-2828-9.Cádiz. 2009

[2] Miltenburg J. Computational complexity of algorithms for MRP and JIT production planning problems in enterprise resource planning systems. Production Planning & Control.2001.

[3] Tinham B. Lean ERP seeds automotive supply chain successes. Manufacturing Computer Solutions. 2004.

[4] UNE-EN ISO 9001:2008. Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.

[5] Moon, YB. Teaching Product Lifecycle Management (PLM) with Enterprise Systems**.** International Journal of Engineering Education**.** 2009.

[6] Hendricks K. B., Singhal V. R. and Stratman J. K., The impact of enterprise systems on corporate performance: A study of ERP, SCM, and CRM system implementations. Journal of Operations Management. 2007.

Contribution of information system and business intelligence tools to a success implementing SCPMS

Chafik Okar[1], Said Barrijal[2], Said Mssassi[3]

[1] Doctorant au Centre des Etudes Doctorale Sciences et Techniques de l'Ingénieur, FST, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, B.P.416, Maroc, Okar.chafik@gmail.com, Tél. : 0659172095

[2] PES à la FST, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, B.P.416, Maroc, Barrijal@hotmail.com, Tél. : 0668906904

[3] HDR à L'Ecole Nationale de Commerce et de Gestion, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, B.P.1255, Maroc, Mssassis@yahoo.fr, Tél. : 0670549309

Abstract: All companies strive to optimize the performance of their supply chains to keep costs down and productivity up. However, as the saying goes, you can not manage what you can not measure. This paper is intended to provide a literature review on contribution of information system and business intelligence tools to a success implementing supply chain performance measurement system (SCPMS). The methodology followed during the conduct of this research includes starting with a broad base of articles lying at the intersection of supply chain, information technology (IT), Business intelligence tools, performance measurement and then screening the list to have a focus on supply chain performance measurement implementing process and it's interaction with information system and business intelligence tools. Findings reveal that integrated information system with Business intelligence tools is a key for achieving a success implementing supply chain performance measurement system.

Keywords: Supply chain; Performance measurement; Information system; Business intelligence.

Stimulée par l'intensification de la concurrence dans les marchés mondiaux, la plupart des entreprises ont mis en œuvre les pratiques de la gestion de la chaîne logistique (SCM) et des systèmes d'information (SI). Les systèmes d'information facilités par les progrès technologiques tentent d'intégrer les processus métiers d'une manière rapide et précise avec un accès en temps réel aux données (Bayraktar et al. 2009). Une chaîne logistique est un amalgame complexe d'acteurs qui a besoin de coordination, de collaboration et d'échange des informations d'entre eux pour accroître la productivité et l'efficacité (Martinez-Sala et al. 2009). En effet le partage de l'information a un effet positif sur la performance globale de la chaîne logistique (Frazelle, E., 2001, Jaber, M., 2009) en permettant la baisse des stocks de sécurité et des délais des livraisons, L'amélioration des prévisions, La gestion efficiente des commandes, La planification efficace le long de la chaîne logistique, L'optimisation des flux physiques le long de la chaîne, La réduction du coût total d'un service ou d'un produit fini et L'amélioration de la compétitivité et des profits des partenaires. En effet Les systèmes d'informations au sein des chaînes logistiques sont devenus un élément indispensable de leur

performance (Fauske et al. 2007) et un support essentiel à leur système de mesure de performance (Charan et al. 2008).

Le présent document est destiné à fournir une analyse littérature sur la contribution du système d'information et les outils de l'informatique décisionnelle à la réussite du projet de mise en place d'un système de mesure de performance dans la chaîne logistique (SMPL). La méthodologie suivie lors de la conduite de cette recherche comprend une revue de la littérature se trouvant à l'intersection des sujets sur la chaîne logistique, la technologie de l'information, des outils de l'informatique décisionnelle, la mesure de la performance et de la gestion des processus d'entreprise. Ainsi, il sera structuré comme suit : la première section cite les briques applicatives du système d'information de la chaîne logistique ; Quant à la deuxième section discute la relation entre le SMPL et le système d'information. La troisième section, elle présente d'une manière succincte la communication des rapports du SMPL. La quatrième présente l'utilisation des outils Business Intelligence dans le déploiement d'un SMPL. Alors que la dernière section présente les conclusions et les perspectives de notre communication.

1. **Le système d'information de la chaîne logistique :**

En effet la mise en œuvre du processus de la chaîne logistique repose largement sur les technologies de l'information et de la communication (Jaber, M., 2009). Une entreprise agile consiste en l'intégration de la stratégie, le personnel, les processus, les réseaux et les systèmes d'information (Tsai et al. 2008). Un système d'information de la chaîne logistique doit être flexible, intégré, fiabilité, Convivialité, sécurisé et offrent les différentes fonctionnalités et modules pour répondre aux exigences (Wei et al. 2008).

Dans cette optique, la mise en place d'une gestion intégrée de la chaîne logistique dans un système d'information global de "bout en bout" est essentielle pour : permette à l'entreprise de trouver une meilleure adéquation entre l'offre et la demande, de produire au meilleur rapport coût/qualité dans une gestion optimisée de ses stocks ; assurer un flux continu de l'information tout au long de la chaîne logistique et permettre ainsi à tous les acteurs de la chaîne d'accéder à l'information en temps réel. Mais la complexité des systèmes d'information et l'instabilité croissantes des technologies et des activités économiques rendent la maitrise de leur alignement aux objectifs de la chaîne logistique difficile (Millet et al. 2006). Aussi les investissements importants sur les systèmes d'informations, obligent des entreprises individuelles à réutiliser leurs systèmes pour construire un système global (Jaber, M., 2009).

Les systèmes d'informations impliqués dans la chaîne logistique sont construits à partir de « briques de applicatives » (Millet et al. 2007) :

- L'ERP (Enterprise Resource Planning) est un progiciel qui permet de gérer l'ensemble des processus d'une entreprise en intégrant l'ensemble de ses fonctions (La gestion des ressources humaines, la gestion financière et comptable, l'aide à la décision, la vente, la distribution, l'approvisionnement, la production et le e-commerce) (Su et al. 2010).
- Le MES (Manufacturing Execution system) contrôle la réalisation des taches de production en lien direct avec les ressources physiques.
- L'APS (Advanced Planning and Scheduling) assure la planification de la demande, la production, la production, le transport et de la distribution.

- Le TMS (Transportation Management System) est un logiciel conçu pour gérer les opérations de transport.
- Le WMS (Warehouse Management system) désigne une catégorie de progiciels destinés à gérer les opérations d'un entrepôt de stockage. L'objet premier du WMS prendre en compte les commandes et d'en optimiser la préparation.
- L'AOM (Advanced Order Management) représente une application informatique soutenant la gestion et le traitement administratifs des commandes et des promotions.
- Le SCEM (Supply Chain Event Management) propose une gestion événementielle alertant les utilisateurs, déclenchant et contrôlant des procédures de traitement des événements, en simulant les conséquences et évaluant les réponses apportées (Millet et al. 2006).
- Le SRM (Supplier Relationship Management) est un progiciel qui a comme objectif de permettre à une entreprise d'améliorer la communication avec ses différents fournisseurs, de partager une méthodologie, des termes métiers et des informations avec eux et d'avoir une meilleure connaissance de chacun d'entre eux afin d'optimiser le processus d'approvisionnement.
- Le CRM (Customer Relationship Management) désigne des applications informatiques qui gèrent la relation avec la clientèle d'une entreprise afin de permettre aux responsables de mieux comprendre leurs clients pour adapter et personnaliser leurs produits ou leurs services.
- Le BI (Business Intelligence) propose d'utiliser les données transitant par le SI en informations susceptibles d'être exploitées à des fins décisionnelles. il s'agit de passer d'une utilisation exclusivement productiviste de l'information à une exploitation rationnelle et coopérative de « l'information stratégique ».

Le déploiement de ces systèmes est coûteux et risqué. Ainsi les responsables informatiques doivent décider comment utiliser leurs ressources limitées pour investir dans le bon produit (Su et al. 2010).

2. Le système d'information support du SMPL :

Le SMPL peut être considéré comme un système d'information qui soutient les acteurs des processus pour améliorer durablement la compétitivité de l'entreprise (Kueng et al. 1999). C'est un outil qui visualise et améliore le processus de performance continuellement. Ainsi le SMPL s'intègre dans la philosophie de la « Qualité Totale » et l'approche processus. Le SMPL comprend de nombreux processus de gestion, comme l'identification de mesure, la définition d'objectifs, l'identification des variables d'actions, la communication, la surveillance, le Reporting et les commentaires. Ces processus ont été intégrés dans la plupart des solutions système d'information, tels que I2, SAP, Oracle EPM, etc. Ces solutions mesurent et surveillent les indicateurs clés de performance (KPIs), qui sont cruciales pour l'optimisation de performance de la chaîne logistique (Jian et al. 2009).

Le projet du développement et mise en place d'un SMPL se compose de sept phases : phase préliminaire du projet, Préparation des ressources humaines, Choix du modèle, Définition du SMPL, Lancement du SMPL, Contrôle et maintenance du SMPL et Perfectionnement du SMPL (Okar et al. 2009). Pour (Blanc et al. 2007) la conception du système d'information des indicateurs de performance et l'intégration de ce système dans le système d'information de l'entreprise en utilisant les outils décisionnels représentent les deux dernières phases d'implantation d'un SMPL. Selon les résultats d'un questionnaire, Leinonen a constaté que la plus difficile phase de la mise en place d'un SMP est le développement d'un système

d'information support du SMP (Leinonen, M. 2001). De même des auteurs confirment que l'une des difficultés de mise en place d'un SMP est la nécessité d'un système d'information performant (Bierbusse et al. 1997). Ainsi le manque d'un système d'information fiable et efficace, l'existence d'une hétérogénéité matérielle et logicielle et d'une infrastructure IT dispersé sont considérés comme des obstacles de la mise en place d'un SMPL (Blanc et al. 2007, Charan et al. 2009). En conséquence, Nous proposons d'utiliser le système d'information existant pour le lancement du SMPL (Parmenter D., 2008) et concevoir un système d'information intégré capable de supporter le SMPL dans la phase de perfectionnement du SMPL (Okar et al. 2009).

3. Communications des Rapports du SMPL :

La communication des rapports représente l'une des fonctionnalités d'un SMPL (Franceschini et al. 2007). (Carreira, B., 2005) insiste sur l'utilisation du « Visual Management System » comme un instrument de communication des mesures de la performance pour aider les opérateurs à exécuter leurs tâches convenablement, et alerter les managers pour résoudre les problèmes rapidement. En effet le Visual Management System en temps réel, qui est considéré comme un outil du Lean management (Song et al. 2009), reflète la synchronisation des processus métiers avec le SMPL, assure la visibilité des objectifs de la performance dans les taches individuels er raccourcît le temps entre le Reporting et l'action (Mahidhar, V, 2005). Un système de Communications des Rapports doit être facile à utiliser et diffuse des informations compréhensible (Ukko, J., et al. 2007). Ainsi (Bhagwat et al. 2007) suggèrent d'utiliser les graphiques plutôt que des formats de présentation tabulaire. Mais le système de Reporting ne devrait en aucun cas remplacer les réunions fréquentes d'examen de la performance (Neely et al. 1995).

En conséquence nous suggérons que le Visual Management System en temps réel soit le support de communication des indicateurs de performance dans la phase de perfectionnement du SMPL.

4. Le Business intelligence (BI) et Le SMPL :

Les chaînes logistiques sont des systèmes complexes avec des silos d'informations qui sont très difficiles à intégrer et à analyser (Stefanovic et al. 2009). Des auteurs proposent d'intégrer les outils Business Intelligence (BI) dans le SMPL (Blanc et al. 2007) et affirment qu'ils représentent la meilleure manière d'analyser efficacement les systèmes d'informations disparates de la chaîne logistique (Stefanovic et al. 2009). En effet Pour le BI tente d'anticiper les flux de demande, d'améliorer l'inventaire et la gestion des stocks à tous les niveaux de la chaîne logistique, et de consolider toute les informations au sein des organisations parfois dotées de multiples couches d'outils informatiques distincts, qu'il s'agisse d'ERP, de WMS/TMS, ou d'autres solutions métier type gestion des approvisionnements (Virgile, J., 2009). Inventé par Gartner dans le début des années 1990, le terme BI désigne, d'une part un processus qui transforme les données internes et externes en informations sur les capacités, les positions de marché, les activités et les buts que la compagnie devrait mettre en place afin de rester compétitive (Grothe et al. 2000). D'autre part BI est synonyme de différents concepts comme Online Analytical Processing (OLAP), l'interrogation des rapports ou l'exploration de

données qui fournissent des méthodes différentes pour un objectif flexible axée sur l'analyse des données du business qui est assurée par un pool de données centrales (Chamoni et al. 2004). Le BI utilise en règle générale un entrepôt de données qui représente une collection de données intégrées et historisées qui sont utilisées pour la prise de décisions stratégiques au moyen de techniques de traitement analytiques (Gam et al. 2006). En outre l'utilisation d'un entrepôt de données requiert un état d'esprit complètement différent de l'utilisateur qui lie un haut niveau d'analyse et l'ensemble d'outils de technologie de pointe associés (Relkin, J., 2006). Les tendances dans les domaines du BI et le management de la performance sont (Bardoliwalla, N., 2009):

- La fusion complète des objectifs, initiatives, plans, prévisions, risques, contrôles, le suivi des performances et l'optimisation avec les processus transactionnels.
- La réalisation de la promesse d'être en mesure de prédire les résultats futurs et intervenir avec une latence minimale entre l'événement et le point de décision.
- La concentration sur le processus de prise de décision plus que le Reporting.

Le SMPL améliore le BI suivant deux axes: d'abord, il est plus orienté pour soutenir les processus axés sur les organisations que le BI. Deuxièmement, il vise à fournir un soutien en boucle fermée qui relie entre la formulation de la stratégie, la conception du processus et l'exécution avec le BI (Melchert et al. 2004).

5. Conclusions et perspective :

La réussite du projet de développement et mise en place d'un système de mesure de performance dans une chaîne logistique se base sur la sensibilisation, la motivation intrinsèque, la formation des ressources humaines (Okar et al. 2010) et sur la qualité du système d'information et des outils de BI. Nous proposons de lancer le SMPL avec le système d'information existant et utiliser les outils BI comme outil d'intégrations des briques applicatives chose qui va faciliter le déploiement et familiariser l'organisation avec les concepts de management de la performance. Dans la phase de perfectionnement, nous suggérons de reconcevoir et développer un SI intégré de la chaîne logistique pour choisir les briques applicatives et la plateforme matérielle capable de supporter un SMPL avec le Visual Management System en temps réel et les outils BI.

Par ailleurs, dans des futurs travaux, il serait intéressant de lancer des études empiriques mesurant la contribution du SI et BI dans la réussite ou l'échec du développement et la mise en place d'un SMPL.

Références

Bayraktar, E., Demirbag, M., Koh, S. C. L., Tatoglu, E., Zaim, H., A causal analysis of the impact of information systems and supply chain management practices on operational performance: Evidence from manufacturing SMEs in Turkey, Int. J. Production Economics 122 (2009) 133–149.

Blanc, S., Ducq, Y., Vallespir, B., Evolution management towards interoperable supply chains using performance measurement. Computers in Industry 58 (2007) 720–732.

Bierbusse, P. and Siesfeld, T. (1997) 'Measures that matter', Journal of Strategic Performance Measurement, Vol. 1, No. 2, pp.6–11.

Bardoliwalla, N., The Top 10 Trends for 2010 in Analytics, Business Intelligence, and Performance Management on December 1, 2009. http://www.enterpriseirregulars.com

Berrah, L., Mauris, G., Haurat, L., Foulloy, A., Global vision and performance indicators for an industrial improvement approach, computers in Industry 43 (3) (2000) 211–225.

Carreira, B. Lean manufacturing that works: powerful tools for dramatically reducing waste and maximizing profits. American Management Association. 2005.

Chamoni, P., and Gluchowski, P., (2004) Integrationstrends bei Business-Intelligence-Systemen. Empirische Untersuchung auf Basis des Business Intelligence Maturity Model, in: Wirtschaftsinformatik 46, 2.

Charan, P., Shankar, R., Baisya, R. K., Modelling the barriers of Supply Chain Performance Measurement System implementation in the Indian automobile supply chain International Journal of Logistics Systems and Management 2009 - Vol. 5, No.6 pp. 614 - 630.

Charan, P., Shankar, R., Baisya, R. K., Analysis of interactions among the variables of supply chain performance measurement system implementation, Business Process Management Journal, 2008, Volume: 14 Page: 512 – 529.

Fauske, H., Kollberg, M., Heidi C. Dreyer, Bolseth, S., Criteria For Supply Chain Performance Measurement Systems, the 14th International Annual EurOMA conference in Ankara, Turkey 17- 20/06/07.

Franceschini, F., Galetto, M., Maisano, D., Management by Measurement Designing Key Indicators and Performance Measurement Systems Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007

Frazelle, E. Supply chain strategy: the logistics of supply chain management, McGraw-Hill Professional, 2001, ISBN, 0071375996, 9780071375993.

Gam, I., Salinesi, C., Analyse des exigences pour la conception d'entrepôts de données, Colloque Informatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision (INFORSID), Hammamet, Tunisie, 3 Juin 2006, pp. 1023 - 1038.

Grothe, M. and Gentsch, P. (2000) Business Intelligence. As Informationen Wettbewerbsvorteile gewinnen. Addison-Wesley, München.

Jaber, M., 2009. Architecture de Système d'Information Distribué pour la Gestion de la Chaîne logistique : Une Approche Orienté Services. Thèse. INSA de Lyon.

Jian, C., Liu, X., Liu, J. Improving supply chain performance management: a systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment, Decision Support Systems 46 (2009) 512–521

Kueng, P., Krahn, A.J., Building a process performance measurement system: some early experiences, Journal of Scientific & Industrial Research 58 (1999) 149–159.

Leinonen, M. (2001): A Survey on Performance Measurement System Design and Implementation, International Business and Economic Research Conference, Reno, USA.

Mahidhar, V. Master of Science in Engineering Systems Designing the Lean Enterprise Performance Measurement System September 2005 at the Massachusetts Institute of Technology.

Martınez-Sala, A. S., Egea-Lopez, E., Garcıa-Sanchez, F., Garcıa-Haro, J., Tracking of Returnable Packaging and Transport Units with active RFID in the grocery supply chain, Computers in Industry 60 (2009) 161–171.

Melchert, F., Winter, R., Klesse, M., Aligning Process Automation and Business Intelligence to Support Corporate Performance Management, 10th Americas Conference on Information Systems, 2004 – Citeseer

Millet, P., Valerie, B., Un référentiel pour l'alignement des systèmes d'information aux processus logistiques, 6ème Conférence francophone de MOdélisation et SIMulation, MOSIM'06, Volume Vol.2, Issue ISBN 2-743, Rabat, Maroc, p.p.1702-1712 (2006).

Millet, P., Valerie, B., Contribution des briques applicatives aux processus Supply Chain, 7e congrès International de Génie Industriel, issue ACTES CDRO, Trois-Rivières - QUEBEC, Canada, pp. 11 pp. (2007).

Neely, A., Gregory, M. Platts, K., Performance measurement system design--a literature review and research agenda, International Journal of Operations and Production Management 15 (4) (1995) pp.80-116.

Parmenter, D., How to implement a balanced scorecard in 16 Weeks not 16 months, 20009 http://davidparmenter.com.

Okar, C., Barrijal, S., Mssassi, S. Vers un référentiel d'implantation des systèmes de mesure de performances logistiques, 21 22 Mai Safi Colloque internationale Logistiqua 2009.

Okar, C., Barrijal, S., Mssassi, S., La contribution de la gestion des ressources humaines à la réussite du développement et mise en œuvre d'un SMPL, 1er Congres RAMAQS Casablanca Janvier 2010.

Relkin, J., 10 ways to Begin Data warehouse project, Octobre 2006, http://techrepublic.com.com/

Song, W., Tan, K., Baranek, A. Effective toolbox for lean service implementation, International Journal of Services and Standards, Vol 5, 1 / 2009, pp. 1-16.

Stefanovic, N., Stefanovic, D., Supply Chain Business Intelligence: Technologies, Issues and Trends, Book: Artificial Intelligence An International Perspective, ISBN: 978-3-642-03225-7. Éditeur : Springer Berlin / Heidelberg 2009.

Su, Y., Yang, C., Why are enterprise resource planning systems indispensable to supply chain management? European Journal of Operational Research 203, 2010 pp. 81–94.

Tsai, C., Chen, C., Lin, C., Align Agile Drivers, Capabilities and Providers to Achieve Agility: a Fuzzy-Logic QFD Approach, Source: Supply Chain, Theory and Applications, Book edited by: Vedran Kordic, ISBN 978-3-902613-22-6, pp. 558, February 2008, I-Tech Education and Publishing, Vienna, Austria.

Ukko, J., Tenhunen, J., Rantanen, H., Performance measurement impacts on management and leadership: Perspectives of management and employees, Int. J. Production Economics 110, 2007, pp. 39–51.

Virgile, J., La business intelligence à la conquête de la logistique, Journal De La Logistique, Septembre 2009, pp. 44-49.

Wei, C., Chen, L., Developing Supply Chain Management System Evaluation Attributes Based on the Supply Chain Strategy. Source: Supply Chain, Theory and Applications, Book edited by: Vedran Kordic, ISBN 978-3-902613-22-6, pp. 558, February 2008, I-Tech Education and Publishing, Vienna, Austria.

The difficulties of developing and implementing SCPMS in Moroccan industry Sector: A literature review

Chafik Okar[1], Said Barrijal[2] and Said Mssassi[3]

[1] Doctorant au Centre des Etudes Doctorale Sciences et Techniques de l'Ingénieur, FST, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, B.P.416, Maroc, Okar.chafik@gmail.com, Tél. : 0659172095.

[2] PES à FST, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, B.P.416, Maroc, Barrijal@hotmail.com, Tél. : 0668906904.

[3] HDR à L'Ecole Nationale de Commerce et de Gestion, Université Abdelmalek Essaâdi, Tanger, B.P.1255, Maroc, Mssassis@yahoo.fr, Tél. : 0670549309.

Abstract: The implementation of supply chain performance measurement system (SCPMS) translates a desire of control, improvement and decision-making support what applies as well to the context of the reengineering of the considered system as to its exploitation. Research has shown that the major obstacle to effective management of the supply chain is the failure to develop and implement measures to monitor alliances. But the implementation of a SCPMS is not always successful. In Morocco, There are growing interests in SCPMS: Many companies have plans of setting up or upgrading their SCPMS. Our article explores the difficulties of developing and implementing such system in the Moroccan industrial sector from a general literature review. Our objective is to determine cultural, organizational, managerial, methodological and economic barriers to succeed in the process of developing and implementing SCPMS in the Moroccan industrial sector.

Key words: Supply Chain Performance Measurement System, Difficulties in developing, Difficulties in implementing, Moroccan industry sector

1. Introduction :

La concurrence industriel d'aujourd'hui va au-delà des sociétés isolées et devient une bataille entre les chaînes logistique, ce qui signifie un changement depuis l'entreprise de fabrication locale à la chaîne logistique internationale [1]. Pour faire face à la complexité du contexte industriel actuel, de nouvelles stratégies gagne une large acceptation lors de la conduite d'amélioration continue et inclue généralement les étapes suivantes: l'identification des domaines clés, l'analyse de la situation actuelle, la planification et la mise en œuvre des changements, suivi des résultats, et enfin le développement d'un système fermée de contrôle [2]. Pour accomplir toutes ces fonctions, la mise en place d'un système de mesure de performance est une activité clé. En effet, l'établissement et la maintenance d'un système de mesure de performance est au cœur de la gestion fondée sur les processus. Un SMPL, découlant de la mission de l'organisation et le processus de planification stratégique, fournit les données qui seront collectées, analysées, transmises, et, finalement, utilisées pour prendre des décisions pertinentes [3]. D'ailleurs, la mesure de la performance de la chaîne logistique reste un problème difficile, qui est souvent traitée de deux manières différentes [4]:

• La performance la chaîne logistique est le résultat de la performance des différentes entreprises impliquées dans la chaîne logistique et la performance de leurs interactions.

• La chaîne logistique est classiquement considéré comme un processus particulier, et sa performance est ainsi exprimé en respectant les recommandations du processus de la norme ISO 9000.

Développer un système de mesure de mesure de performance n'est que le début, l'aspect le plus important dans la mesure de la performance de la chaîne logistique est sa mise en œuvre, ainsi cette étape doit être soigneusement conduite [5]. Toutefois, il existe des preuves que des initiatives de développement et mise en place de tel système échouent [6] : des chercheurs ont affirmé que 70% des tentatives d'implanter de tel système ne réussissent pas [7]. Ainsi beaucoup d'entreprises rencontrent des difficultés dans le processus de développement et mise en place de leurs systèmes de mesure de performances [8,9].

Au Maroc, Les systèmes de mesure de performance logistique (SMPL) connaissent un intérêt croissant [10,11]. Beaucoup d'entreprises ont des projets de mise en place ou de perfectionnement de leurs SMPL [11,12,13,14]. Dans cet article nous avons l'ambition d'explorer la mise en place d'un tel système dans le secteur industriel marocain à partir d'une étude bibliographique générale. Notre Objectif est de déterminer les facteurs culturels, organisationnels, managerielles, méthodologiques et économiques qui constituent des barrières devant la réussite du processus de mise en œuvre d'un SMPL. Notre exploration bibliographique pour chercher les difficultés de développement et de mise en place d'un SMPL au Maroc sera organisé autour six axes d'analyse: Phase préliminaire du projet, Préparation des ressources humaines, Choix du modèle du SMPL, Définition du SMPL, Lancement du SMPL et Perfectionnement du SMPL. Enfin nous exposons les conclusions et les perspectives de notre travail.

2. Phase préliminaire du projet:

Dans un marché changeant et très concurrentiel, la survie de l'entreprise dépend de la rapidité du processus d'alignement de la structure sur la stratégie et donc de la communication et l'appropriation de la stratégie par l'ensemble de l'organisation [10]. Malgré que la majorité de la littérature rencontrée dans notre étude utilise le modèle Balanced Scorecard [15-22] et insiste sur le SMPL comme un outil d'alignement stratégique, les sociétés marocaines trouvent des difficultés de lier leurs indicateurs de mesure de performance aux objectifs stratégiques [23]. Cependant, le SMPL est un concept nouveau dans le management stratégique. De ce fait, son implémentation reste un exercice délicat du fait de sa dimension stratégique et des résistances face au changement dans les pratiques managériales qu'il implique [15] : L'appropriation de la stratégie par les employés et le changement nécessaire de leurs comportements sont très difficiles dans les structures actuelles [10]. Ainsi, la clé de succès du projet de mise en place d'un SMPL est le pragmatisme et la diplomatie du comité du projet soutenu par la direction générale [13].

La littérature indique que l'entreprise doit étudier le coût de l'information par rapport à son utilité [15]. Mais aucune étude n'a donné des indications sur le coût de l'information lors de la mise en place des SMPL dans la littérature rencontrée. Ce qui prouve que les entreprises

marocaines sont incapables de mener des études des coûts de leurs systèmes de mesure de performance.

3. Préparation des ressources humaines :

Les principales caractéristiques de la qualité de la main-d'œuvre marocaine sont : abondance de diplômés des universités, manque d'ingénieurs, pénurie dramatique d'ingénieurs dans certains secteurs de pointe comme les technologies de l'information et des formations inappropriées aux besoins des dirigeants des entreprises [26,29]. Ainsi, l'insuffisance du niveau de la formation professionnelle et le faible niveau de qualification des ressources humaines marocaines est un véritable handicap pour la productivité, la rentabilité et la qualité du produit [25]. En conséquence, la préparation et la mise à niveau des ressources est considéré comme une étape importante de mise en place d'un SMPL qui ce traduit dans la littérature par des formations, des compagnes de communications via des réunions et des brochures [13,17,27].

Des auteurs soutiennent que l'adoption d'un style de management participative [11] au prés des ressources humaines à tout les niveaux de la chaîne logistique est obligatoire [13] et pourra accélérer le rythme de mise en place d'un SMPL et créer une dynamique dans l'entreprise [13,14]. D'autres proposent de mettre en place un système de rémunération et de récompenses qui sera fonction de l'atteinte ou non des objectifs stratégiques [11,27].

4. Choix du modèle SMPL:

De nombreuses expériences de mise en place d'un SMPL au Maroc ont débuté par l'analyse de l'existant [13,14,17,19,27] en terme d'indicateurs de performance, tableaux de bord, processus métier, système d'informations et outils de Reporting. Cette phase laborieuse, qui doit être conduite soigneusement, fournira les données de bases du projet SPML. Des auteurs [14] ont proposé trois étapes pour analyser l'existant, lors de l'implémentation d'un SMPL au sein d'une multinationale marocaine : Description des processus au sein la chaîne logistique, Analyse des indicateurs de performances existants et Analyse des besoins d'amélioration du système de mesure.

Le choix des indicateurs de performance dans l'entreprise marocaine apparaît comme le fruit d'un compromis entre plusieurs facteurs : Environnement, Taille, Objectifs stratégiques et Le profil du dirigeant [23]. Malgré l'existence d'un ensemble de modèles pour le SMPL, la question de leurs adaptabilités aux spécificités de l'entreprise marocaine reste une question ouverte avec de rare littérature dans cet axe de recherche [25]. Nous notons que la majorité de la littérature énumérée ont adopté le modèle Balanced Scorecard.

5. Définition du SMPL :

L'une des difficultés majeures de mise en place d'un SMPL citées dans la littérature est la liaison des indicateurs de mesure de performance aux objectifs stratégiques [13]. Ainsi Benamer [27] a proposé cinq étapes lors de la définition d'un SMPL : Traduire la stratégie en terme opérationnel ; Mettre l'organisation en adéquation avec la stratégie ; Transformer la stratégie en processus continu ; Mobiliser le changement grâce au leadership des dirigeants et enfin Faire que la stratégie soit l'affaire de tous. Enfin Majdouli [15] cite quatre conditions

d'efficacité d'un SMPL, il doit être un outil personnalise, synthétique, d'anticipation et cohérent.

La participation des ressources humaines à la définition du SMPL est une garantie de la réussite du projet [13,14,17,27]. Ainsi le comité de pilotage doit franchir tous les obstacles pour impliquer tous les ressources humaines à tous les niveaux hiérarchiques à cette étape, ce qui privilégie la communication et la responsabilisation et favorise l'apprentissage collectif dans une ambiance saine [27].

6. Lancement du SMPL

Le lancement d'un SMPL au sein des chaînes logistiques marocaines est toujours confronté à l'existence d'un ensemble de progiciels standards de gestion et d'applications spécifiques développées en interne menant à des donnés redondantes et des temps de réponses longues [13,14,17,27]. La mise en place d'un système intégré (ERP) reste un projet non finalisé dans la majorité de littérature rencontrée [13,14,17,27].

La communication des indicateurs de performance d'un SMPL a plusieurs objectifs : obtenir les informations sur les réalisations des entités dépendantes, pouvoir agréger ces informations pour disposer d'une vision globale des réalisations de la chaîne et en fin prendre les décisions convenables [19]. Ainsi le Reporting dans les chaînes logistiques marocaines soufre de l'utilisation des tableurs (Etat non informatisés, requêtes d'extraction) et des temps de réponses et des périodicités longues [15, 18,19,30].

7. Perfectionnement du SMPL

D'après la littérature citée nous avons noté deux axes de perfectionnement des SMPL au Maroc : L'intégration du SI et l'utilisation des outils BI pour le Reporting [13,14,28]. Les deux expériences d'Erghaif [28], Chokrallah et Okar [14] se trouvent un peu avancé dans la mesure où ils ont pu développer et mettre en œuvre un SMPL en interaction avec un ERP et des outils BI.

8. Conclusion et perspectives :

La majorité de la littérature citée dans cet article provient des mémoires de fin d'études des mastères d'ESCAE sur le site abhatoo.net.ma (Portail de Recherche Documentaire du CND). Ainsi les autres écoles marocaines, les colloques et les congrès au Maroc doivent fournir des efforts dans le domaine de la publication des articles, des mémoires et des thèses pour développer la recherche dans notre pays.

Nous pouvons conclure que les entreprises marocaines n'ont pas pu développer et mettre en place des SMPL comme outil d'alignement stratégique et d'aide à la décision. Les expériences rencontrées se penchent plus sur les parties théoriques du sujet et donnent une grande surface à décrire les conditions de réussite d'un tel projet et les maquettes des prochains tableaux de bord, sans avoir un vrai système de mesure de performance logistique.

Selon notre étude, l'intégration du système d'information, l'absence des outils d'aide à la décision BI, le manque de motivation des ressources humaines pour le projet SMPL et la

liaison des indicateurs aux objectifs stratégiques sont les principales barrières devant le développement et la mise en place d'un SMPL au Maroc.

Par ailleurs, dans de futurs travaux, il serait intéressant d'explorer les difficultés de mise en place des SMPL dans le secteur industriel marocain à partir d'un questionnaire et des études de cas en les comparant avec les résultats trouvés dans notre exploration bibliographique.

Références :

[1]C. Martínez-Olvera Impact of Hybrid Business Models in the Supply Chain Performance, Supply Chain,Theory and Applications, Book edited by: Vedran Kordic, ISBN 978-3-902613-22-6, pp. 558, February 2008, I-Tech Education and Publishing, Vienna, Austria
[2]BERRAH Lamia et Vincent Cliville, Towards an aggregation performance measurement system model in a supply chain context, Computers in Industry 58 (2007) 709–719.
[3]Fiorenzo Franceschini, Maurizio Galetto et Domenico Maisano Management by Measurement Designing Key Indicators and Performance Measurement Systems, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007 117 p.
[4]Lamia Berrah and Vincent Clivillé Towards a Quantitative Performance Measurement Model in a Buyer-Supplier Relationship Context Source: Supply Chain, Theory and Applications, Book edited by: Vedran Kordic, ISBN 978-3-902613-22-6, pp. 558, February 2008, I-Tech Education and Publishing, Vienna, Austria.
[5]İsmail Çapar,Thesis A Supply Chain Performance Measurement System: A Case Study In Automotive Industry, Sabanci University Spring 2002
[6]Hudson, M., Smart, P.A. and Bourne, M.C.S. (2001) 'Theory and practice in SME performance measurement systems', International Journal of Operations and Production Management, Vol. 21, No. 8, pp.1096–1115.
[7]McCunn, P. (1998) 'The balanced scorecard: the eleventh commandment', Management Accounting, December, pp.34-36.
[8]Bourne, M., Neely, A., Mills, J. and Platts, K. (2003) 'Implementing performance measurement systems: a literature review', Int. J. Business Performance Management, Vol. 5, No. 1, pp.1-24.
[9]Parikshit Charan, Ravi Shankar, Rajat K. Baisya (2009) 'Modelling the barriers of Supply Chain Performance Measurement System implementation in the Indian automobile supply chain' International Journal of Logistics Systems and Management 2009 - Vol. 5, No.6 pp. 614 - 630.
[10]ELFEZAZI Saïd, BOUAMI Driss, ELAMRANI Fatima Zohra, BOULAHOUAL Ahmed, Benhida Khalid, Balanced ScoreCard pour l'élaboration des tableaux de bord maintenance : étude de cas d'une PME Marocaine 5 conférence Internationale Conception et Production Intégrées Rabat Maroc 2007.
[11]Chafik Okar, Said Barrijal, Said Mssassi, Vers un référentiel d'implantation des systèmes de mesure de performances logistiques, 21 et 22 Mai Safi Colloque Internationale Logistiqua 2009.
[12]Résultat d'une enquête menu auprès de deux cents entreprises marocaines par les auteurs.

[13]Hamid Khouloud, Thèse professionnelle, Proposition de refonte du système des tableaux de bord. Cas de la société d'exploitation de verrerie du Maroc, Pour l'obtention du diplôme master spécialisé en contrôle de gestion, ISCAE 2007.
[14]Ahmed CHOKRALLAH, Chafik OKAR, Mémoire professionnel : Mise en place des indicateurs de mesure de performance logistique, Pour l'obtention du diplôme master européen de logistique FEDE Soutenue le 5/12/2008 à ENSIT Tanger.
[15]Radouane Majdouli, Thèse professionnelle, L'élaboration d'un système de tableaux de bord à LG Electronics, Pour l'obtention du diplôme master spécialisé en contrôle de gestion, ISCAE 2005.
[16] MOUSSAFIR Rachid, Thèse professionnelle, Proposition D'un Système De Tableaux De Bord: Cas De La Société Dawnize International, ISCAE 2007.
[17]Timinouni Redouane, Conception d'un Balanced Scorecard AUTO NEJMA: une traduction de la stratégie et outil d'aide au pilotage de la performance, Pour l'obtention du diplôme master spécialisé en contrôle de gestion, ISCAE 2007.
[18]Bachir JOUEID, Thèse professionnelle, Essaie d'un Tableau de Bord Logistique Pour Sociétés de Câblages : Cas de Société Delphi – Maroc, Pour l'obtention du diplôme Master Finance Audit & Contrôle de Gestion, IAE De Perpignan, Université De Perpignan Via Domitia 2007.
[19]Naoui Ali, Implémentation D'un Système De Mesure De La Performance Et De Reporting D'une Filiale Multinationale (Cas Avanzit) Octobre 2006.
[20]Fouad. Jawab , Driss. Bouami Contribution à la mise au point d'une démarche d'audit logistique. 5 conference Internationale Conception et Prodution Intégées Rabat Maroc 2007.
[21]Charkaoui, A, Ait Ouahmane, A., Bouayad, B., « La Performance Logistique dans les PME Marocaines », Première Journées Scientifiques, Forum des Economistes Marocains sous le thème : « L'Economie Marocaine et son Environnement international », FSJES de Marrakech, les 28 et 29 avril 2006.
[22]Bourak Ali, Thèse professionnelle, Mise en place d'un tableau de bord achats: Cas du groupe CMCP, Pour l'obtention du diplôme master spécialisé en Achats et Logistique, ISCAE 2006.
[23]Moncef Rharmili, Système de mesure de la performance dans les PME : Cas des PME Marocaines, 28 éme congrès de l'association de comptabilité « comptabilité et environnement ». Poitiers 2007.
[24]Mostafa Abakouy, Performances à l'international de la PME marocaine, L'internationalisation des PME et ses conséquences sur les stratégies entrepreneuriales 25, 26, 27 octobre 2006, Haute école de gestion (HEG) Fribourg, Suisse CIFEPME 08.
[25]Sanae MAHRAZ, Thèse professionnelle, Investissement Direct Etranger au Maroc et politique d'attractivité, FSJES Meknes 2009.
[26]Khadija EL ISSAOUI, Une analyse empirique de l'attractivité du Maroc pour le capital étranger, Colloque International Ouverture et émergence en Méditerranée (Rabat, 17-18 octobre 2008).
[27]Benamer Naima, Thèse professionnelle, Tableaux de Bord prospectifs : cas Centrale Laitière, Pour l'obtention du diplôme master spécialisé en Contrôle de gestion, ISCAE 2004.

[28]Erghaif Mohamed, Thèse professionnelle, Gestion de la relation clients/fournisseurs: mise en place d'un système d'évaluation des fournisseurs, Pour l'obtention du diplôme master spécialisé en Achats et Logistique, ISCAE 2005.
[29] Les sources de la croissance économique au Maroc (2005) http://www.hcp.ma/pubData/Prospective/Pub/SourcesCroissanceEconomieMarocaine.pdf
[30]A. Aguellid Elalaoui, Thèse professionnelle, Evaluation Et Proposition De Refonte D'un Systeme De Tableaux De Bord : Cas d'une Société de promotion pharmaceutique, Pour l'obtention du diplôme master spécialisé en contrôle de gestion, ISCAE 2003.

La logística como elemento diferenciador para aumentar la eficiencia productiva. El caso de los huevos en MERCADONA.

De la Osa, Patricio; Segovia, María Concepción; Monedero, Joaquín

Universidad de Cádiz, Departamento Economía General, Duque de Nájera, 2- 11002 Cádiz, España, Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, CASEM, Campus Universitario de Puerto Real, 11510, Puerto Real (Cádiz)

patricio.delaosa@uca.es, concepción.segovia@uca.es, joaquin.monedero@uca.es

Abstract. In a global economy system, the transport costs acquired a determinant rol in the improvement of the production efficiency. Only through the logistics distribution techniques, we are able to reduce the final price paid by the buyer. In this communication we will analyzed the incidence of the change of strategy on logistics distribution of eggs, in a powerful chain of domestics distribution as MERCADONA.

Keywords: transport costs, logistics distribution.

1. Introducción.

En el mundo actual globalizado, caracterizado por la especialización, las economías de escala y el desarrollo de la demanda, el transporte de materias primas y productos para el consumo cobra un papel fundamental. Según los estudios de la UNCTAD existe una correlación directa entre desarrollo económico de un territorio y el incremento en la demanda de transportes, matizado por las instalaciones e infraestructuras necesarias. (CEPAL 2006, Octavio Doerr).

La repercusión del coste de transporte sobre el precio final del bien o servicio resulta entonces fundamental para el desarrollo económico, debido a la sensibilidad del precio sobre la cantidad demandada. Por ello, resulta clave la minimización de los costes de transporte para aumentar la eficiencia de la cadena productiva. En este punto es donde interviene la logística como elemento diferenciador.

La logística es una ciencia tan antigua como los intercambios comerciales del hombre y su historia escrita se remonta al término *logista*, que era el encargado de aprovisionar los campamentos de las legiones romanas. Durante el siglo XIX, la ingeniería militar se dividía en tres grandes ramas: estrategia, táctica y logística. Es a partir de 1950, cuando los militares que habían gestionado la logística militar de la Segunda Guerra Mundial se incorporan al mundo empresarial, impulsando las técnicas logísticas y convirtiéndolas en claves para el desarrollo empresarial.

Como resultado de su evolución podemos definir esta ciencia siguiendo a National Council of Physiscal Distribution Management 1976 como: "Conjunto de conocimientos, técnicas y procedimientos, que tratan todo lo referente al análisis, optimización y control del flujo de materiales en el ámbito de la empresa, desde las fuentes de suministro, a través de la fabricación y los canales de distribución, hasta llegar a manos de los consumidores ".

Debido a las crecientes complejidades en el abastecimiento, la fabricación y el suministro a consumidor final, tales como economías de escala producidas por explotaciones intensivas, lugar geográfico de extracción, educación y especialización de la mano de obra, tecnología, cambio hacia la normalización de los gustos de los demandantes, etc. el entramado económico mundial se ha convertido en "una aldea global", donde se extrae la materia prima en un lugar, se transforma en otro y se consume en uno diferente de los anteriores. Si este hecho provoca que los costes de distribución y transporte sean claves para el conjunto del sistema económico, para una empresa resultan absolutamente determinantes a la hora de establecer su viabilidad, emplazamiento geográfico, planificar sus espacios de almacenamiento, organizar sus políticas de compras, de ventas o de precios.

De este razonamiento, surge la necesidad empresarial de externalización de algunas o todas las actividades que componen la función logística, derivadas de la construcción del canal de distribución, su complejidad, su coste de inversión inicial y mantenimiento posterior, el crecimiento esperado, etc. En función de las actividades logísticas subcontratadas, los actores logísticos se denominan: [1]

1PL- Solo transporte.

2PL- Transporte y almacenamiento.

3PL- Soluciones globales; procedimientos, herramientas. . .

4PL- Optimización de la cadena completa.

La decisión normalmente se basa en un análisis detallado de coste, asignando valores a todos los costes implicados [3]: coste de transporte, coste de almacenamiento, coste de funcionamiento, coste de servicios, coste de financiación y coste de asunción de riesgos.

En los casos particulares de las cadenas de distribución, éstas se basan en la fortaleza de optimizar los costes mencionados a través de unas herramientas que garantizan la calidad de servicio al cliente final. Entre otras, podremos citar la previsión de la actividad en cada centro logístico, las exigencias concretas de almacenamiento, la preparación de pedidos para cada centro, el etiquetado o el envasado en unidades más comerciales y la distribución hasta la estantería. (Métodos ECR, EDI, ABC, CAO o CER). Todos y cada uno de los procesos anteriores se miden con indicadores que permiten comprobar la evolución del stock, de la demanda, de la fiabilidad de la planificación, el plazo de entrega, la productividad de cada proceso o su tasa de uso correcto o incorrecto [2].

A continuación trataremos de comprobar la incidencia del cambio de estrategia logística en la gestión de los proveedores de una cadena de distribución, calificada como de excelencia, y que se encuentra entre las cinco primeras en resultados en Europa. Dicho cambio de estrategia ha generado en 2009 un ahorro de costes de 420 millones de euros a la cadena, según fuentes de la propia empresa: Mercadona, en la que el producto estrella en ahorros de costes, son los huevos, por lo que merecen un análisis más detallado.

2. La cadena logística de Mercadona.

Mercadona es una empresa de distribución comercial de productos de alimentación e higiene integrada dentro de supermercados de gran tamaño (1.000 – 1.200 m^2), que responde a un modelo de comercio urbano de proximidad.

El origen de la compañía es el grupo de Cárnicas Roig, empresa propiedad de Francisco Roig, especializada en el despiece y venta de carnes y que posteriormente se transformó en un grupo de ocho tiendas de ultramarinos. En 1981 uno de sus hijos, Juan Roig asumió la dirección junto con sus hermanos, transformando las tiendas en una pequeña cadena de supermercados que pronto comenzó a crecer, primero en la Comunidad Valenciana y posteriormente en otras comunidades, mediante la adquisición de unas pequeñas cadenas de alimentación y el establecimiento de alianzas estratégicas con otras. Su desarrollo coincidió con el aumento de la concentración de la población en ciudades y la incorporación de la mujer al mercado de trabajo en España.

Las grandes cadenas de alimentación europeas, mayoritariamente de capital francés, acudieron a este mercado, materializando su presencia con la apertura de grandes superficies comerciales (hipermercados). En ellos se establecían precios bajos en algunos artículos, usando campañas de descuentos, ofertas y promociones, apoyados por unas campañas publicitarias muy agresivas en los medios de comunicación. Los bajos precios de estas ofertas se conseguían presionando sobre los proveedores, captando clientes atraídos por el "gancho" de estos productos e induciéndolos a comprar, además, otros artículos con márgenes más amplios. Como consecuencia, se produjo durante los años noventa una gran concentración en el sector de las cadenas de alimentación, que pasaron a ser controladas por las multinacionales, endureciendo la rivalidad y creando turbulencias en un mercado caracterizado por la fuerte competencia y los escasos márgenes.

En este entorno, Mercadona adoptó una política de ajuste de precios con los proveedores y campañas publicitarias para promocionar semanalmente el artículo en oferta diaria, estrategia común a los demás competidores, que no les produjo los resultados esperados. Por ello, en 1993, la presidencia optó por la implantación de un modelo de gestión de la calidad total. Su lema "Siempre precios bajos" (SPB) se convirtió en un referente en la actuación de cada uno de los componentes de la empresa. Se anularon los gastos publicitarios y se comprometieron con los proveedores a ser fieles en sus compras con precios estables. Hasta 1995, no se mejoraron los resultados y, a partir de ese momento, la cadena se convirtió en una de las empresas de mayor tasa de crecimiento anual (25,2%), mientras que la media del sector era de 9%, situándose solo por detrás de WAL MART, que es la de mayor crecimiento del mundo.

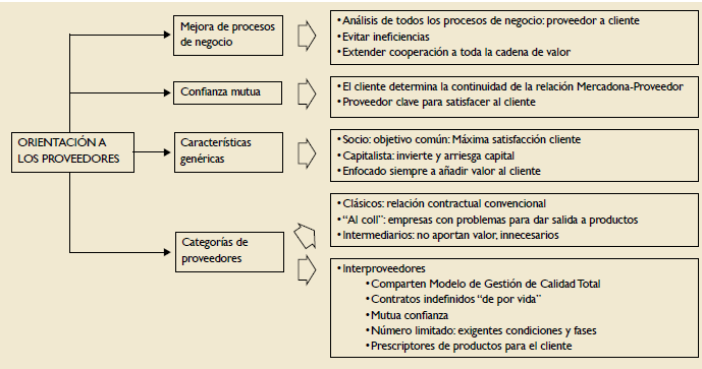
En el ejercicio 2008 [3] presentó unas cifras de facturación de 15.378 millones de euros y un beneficio antes de impuestos de 444 millones de euros. Esto[4] le ha supuesto, a inicios de 2010, el puesto nº 38 en la clasificación mundial de la gran distribución comercial, realizada por Deloitte para la revista Stores, por delante del grupo El Corte Inglés y entre las cinco primeras cadenas europeas dedicadas exclusivamente a supermercados.

Desde 1993, Mercadona ha basado su gestión en un modelo de calidad total (GCT) (figura 1) que le permite atender con la misma intensidad a los cinco elementos que la empresa identifica como fundamentales para ella: los clientes que es el principal elemento de la empresa, los trabajadores, los proveedores, el conjunto de la sociedad (responsabilidad social de la empresa) y los propietarios.

Fuente: [5]

Figura 1 Modelo de gestión de calidad total de Mercadona

Nos centraremos en la orientación hacia los proveedores puesto que, en este modelo, éstos se implican en el proyecto global de la empresa y en los procesos innovadores. Mercadona incorpora el principio de cooperación externa al sistema de valores de GCT extendiéndolo a sus proveedores. Con ello se pretende conseguir estabilidad en la relación, mutuos beneficios y compartir formación e información para mejorar todos los procesos del negocio (figura 2).



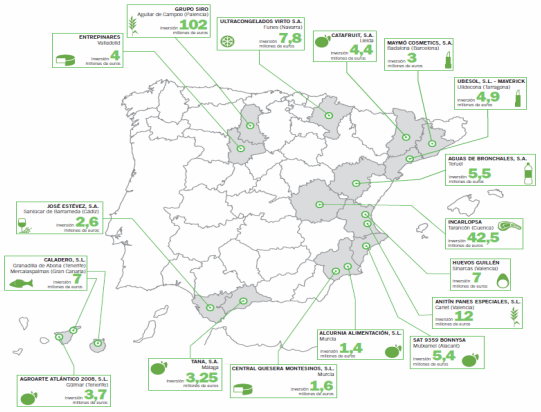
Fuente: [5]

Figura 2 Esquema de cooperación de Mercadona con sus proveedores

La relación proveedor-Mercadona, se mantiene en la medida que el cliente final esté satisfecho con el producto suministrado, de manera que el proveedor se involucra en el proceso de satisfacción del comprador final de Mercadona. El modelo CGT implica al mismo tiempo una satisfacción del proveedor con Mercadona, generándose sinergias positivas. El

objetivo final de la relación proveedor – Mercadona – cliente final, va dirigido a añadir valor para el último componente citado.

De las categorías de proveedores descritas en la figura anterior, destacamos los interproveedores, que son los que comparten el modelo GCT con Mercadona. Le suministran productos en exclusiva, mantienen una relación permanente con esta empresa basada en la mutua confianza, ofreciéndoles los productos de máxima calidad al menor precio posible, bajo las marcas propias de la cadena con contratos indefinidos ("de por vida" o mientras el cliente los elija). Los interproveedores más destacados se muestran geográficamente en la figura 3.



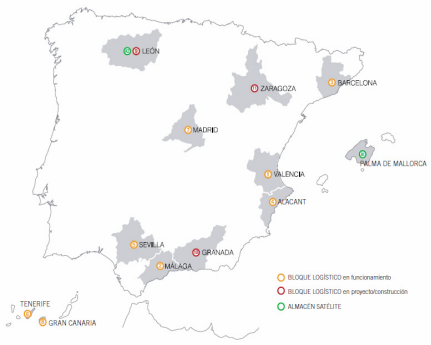
Fuente: [3]

Figura 3 Mapa de interproveedores.

La cadena logística de Mercadona, consta de 12 bloques logísticos, repartidos por la geografía nacional (figura 4), que ocupa a 5.200 trabajadores del total de 61.500 de la empresa, en 600.000 m^2 destinados a garantizar la cadena de suministro de la compañía.[6]

La localización geográfica de estos centros logísticos, obtenida usando el modelo de transporte (stepping stone), garantiza una distribución eficiente a cada una de las 1.210 tiendas finales de la cadena, repartidas en 46 provincias. La empresa ha sido innovadora en la construcción de almacenes tecnológicamente avanzados que aseguran la calidad en toda la cadena. La inversión prevista por la empresa en los próximos años para la renovación y adaptación de los centros, alcanza la cifra de 1.600 millones de euros.

La estrategia logística se ha basado en el modelo de cross docking, [7] donde los proveedores surten a las plataformas logísticas/almacén, desde donde se prepara el transporte directo a cada tienda, en algunos casos diariamente. El proveedor recibe el pedido directamente del sistema de bases de datos de la empresa que se surte de las ventas realizadas por cada caja de cada tienda. (Alineamiento Ficheros Maestros AFM, Reaprovisionamiento Continuo, CRP Optimización de Envío-Recepción OER, uso de etiquetaje EAN común).



Fuente: [10]

Figura 4 Mapa de bloques logísticos.

Desde el inicio de la crisis en 2008, para continuar con su modelo de GCT-SPB la cadena realiza un análisis estratégico interno con objeto de reducir el precio final del conjunto de productos-tipo comprado por el cliente, sin reducir la calidad ofertada. [8] El resultado de dicho análisis se concreta en varias actuaciones: investigan sus 9.000 referencias, descartando aquellas (1.000) que no aportaban un nivel preestablecido de valor añadido al conjunto de la oferta (400 de ellas, fueron marcas propias); reducen los costes de fabricación y almacenaje, vendiendo frutas y hortalizas a granel, cambiando el envase y el empaquetado de la mayoría del resto de productos, reduciendo el grosor de los envases de leche o gel de baño; eliminan el satinado de los envases y las serigrafías en muchos otros, reduciendo el aire en los envases de frutos secos; e, incluso, acercan las fábricas de los proveedores a los centros de distribución. Éste es el cambio de estrategia más significativa.

Con estas medidas, la cadena declara haber alcanzado en el ejercicio 2009 un ahorro total cercano a 410 millones de euros. Por la venta de frutas y verduras sin envasado previo, los cálculos de ahorro llegan a 175 millones de euros (0,10€/bandeja y 0,35€/kilogramo por manipulación y etiquetaje). Reducir 1,3 grs. de espesor en cada brick de leche, así como el satinado en sus etiquetas ahorró 2.6 millones de euros. Reducir el sobreenvase de plástico ha supuesto otros 30 millones de euros de ahorro; eliminar cartones de sobreembalaje seis millones, mientras que el ahorro en tinta y al cambiar la serigrafía por etiquetas convencionales, 2 y 1.5 millones de euros, respectivamente. [9]

Capitulo aparte merece el transporte. Las fabricas de los proveedores e interproveedores se han acercado a los centros logísticos. Esa decisión estratégica consensuada con ambas partes ha reducido el coste unitario de transporte total. El ahorro es de diez millones de euros, a los que se suman otros tres millones por la reducción de embalaje desde almacén a la tienda.

Un caso que resume y ejemplifica el cambio de estrategia y los ahorros conseguidos, es el de los huevos. Solo acercar las granjas de suministro establecidas a los nuevos centros logísticos, así como proporcionarles a éstas envases más resistentes y eficientes, ha permitido reducir las manipulaciones y, por consiguiente, disminuir el índice de roturas y los costes indirectos. Lo anterior, junto con la colocación directa del pallet en la tienda ha supuesto en este solo producto un ahorro de 5.3 millones de euros.

3. Conclusiones.

Estrategia consistente. Tras un detallado análisis de la estrategia por Mercadota y considerando cada elemento de esta y las relaciones creadas con todos los demás, podemos señalar que el diseño establecido ha tenido éxito debido a:

Uso de tecnologías de la información: permiten conocer al instante cada cambio en la demanda de cada referencia que se ofrece en todas las tiendas al mismo tiempo, (modificación de los gustos, modas, horas de compra, cambio de lugar en la estantería, alteración por precio), con programas automatizados, que generan orden de suministro al bloque logístico propio, orden de compra al proveedor en función del nivel almacenado y pendiente de suministrar y etiquetas con códigos EAN de suministro, transporte y almacenado.

Personal experto y motivado en cada uno de los escalones de la cadena, tanto en el análisis y control de datos de cada referencia, como en la manipulación, transporte y colocación en la tienda. Este personal también es responsable de elaborar las conexiones entre los proveedores y la tienda, analizando de manera continua cada transacción mediante aplicación de programación matemática y métodos de optimización.

Análisis multicriterio, que ha permitido aunar las necesidades y los objetivos de muchos sujetos implicados en la cadena de suministro, de manera que el proveedor, empleado y entorno se consideran una parte fundamental de la satisfacción demostrada por el cliente.

Métodos de análisis a aplicar en todas las cadenas. Es un conjunto de iniciativas, que al mismo tiempo que garantizan un nivel de calidad en el producto comprado, simplifican el método de consecución, logrando la misma satisfacción con menos colorines o envasado, facilitando la reducción de precios y contribuyendo a la sostenibilidad del conjunto.

Referencias.

[1] S. Seuring, Strategy and Organization in Supply Chains. Physica- Verlag, New York. (2004).
[2] E. Díez de Castro Coordinador, Distribución Comercial. McGraw-Hill, Aravaca- Madrid (2004).
[3] Memoria Anual Mercadona 2008.
[4] 13th annual Global Powers of Retailing. STORES Media. January 2010. http://www.stores.org/
[5] M. Blanco. “El empleo del modelo de gestión de la calidad total en el sector de la distribución comercial en España: El caso de Mercadona”, Universia Business Review. Primer Trimestre 2008, (pp 40-63).
[6] J.R. Illán. “Simplificamos procesos y simplificamos métodos”. Logistec, nº 50 Junio 2005, (pp 22 – 23).
[7] Los contratos de logística, Marcial Pons, Barcelona (2009).
[8] Agencia. “Mercadona bajará los precios un 17%”, Canal Mercadona, (05/03/2009).
[9] T. Monago. “Mercadona ahorra 410 millones de euros gracias a su nueva estrategia”, Diario de Cádiz, (07/12/2009).

Logistics problems approach using Artificial Intelligence Techniques

José Antonio Moscoso López[1], Ángel Luís Duarte Sastre[2], María del Mar Cerbán Jiménez[3], Ignacio J. Turias Domínguez[4].

[1]Departament of Industrial Engineering and Civil Engineering,

[2]Departament of Industrial Engineering and Civil Engineering. PAIDI-SEJ-420

[3]Departament of General Economic. PAIDI-SEJ-295

[4]Departament of Computer Science.PAIDI-SEJ-145

[1, 2, 3, 4] Polytechnic School of Engineering (Spain), Av. Ramón Puyol s/n 11202 Algeciras, Spain.

[1, 2, 3, 4] University of Cadiz.

joseantonio.moscoso@uca.es[1];angelluis.duarte@uca.es[2];mariadelmar.cerban@uca.es[3];ignacio.turias@uca.es[4]

Abstract. In a port to solve problems can be found in the modal interchange, in the activities-unloading, transit, inspection, warehousing, shipping and receiving products, but is much more important for the development of a port, finding solutions to problems related to storage and disposal of materials and all ancillary services at modal interchange and adjoining those that may be provided in a Logistics Activities Zone (ZAL), in which the problems are related to industrial logistics, transport and distribution.

The aim, therefore, applying artificial intelligence techniques currently used for solving quantitative prediction, starting with models such as persistence, as well as classic models such as ARIMA (Autoregressive Inputs and Moving Averages), or multiple regression Linear (RML), eventually introducing models based on Artificial Neural Networks (RNAs), analyzing advantages and disadvantages. Similarly, determination of episodes are studied as models based on K-neighbors classification and RNAs. Specifically valued using support vector machines (Support Vector Machines).

In the case of major logistics hub of the Strait of Gibraltar and with the new addition of the motorways of the sea, is vital to pay attention to traffic RO-RO. Predictions based on artificial intelligence for this large traffic can be obtain significant results to take into account for the planning, logistics, infrastructure and port management needs.

Keywords: logistic prediction artificial intelligence.

1. Introducción.

It is interesting to gain a broad overview of the kind of subject areas within transport which have received attention from those working with neural networks. One of the aims of this paper is therefore to make a critical review of the work carried out thus far in the field of research transportation using neural networks.

One area of interest falls into traffic flows problems. In these problems is needed to estimate parameters which, although of great use, are not easily measured on street without resorting to

expensive manual surveys. Origin-destination (OD) matrices are a typical data resource which engineers have need of. Work has been published by many groups attempting to make estimates of such matrices from flow data. Neural networks have been used in this context, typically on a very small network, or even a single intersection [1-3]. Also, the inverse of OD matrix estimation involves estimating traffic flows from a basis of a known (or estimated) OD matrix: the classic traffic assignment problem.

Artificial neural networks are one of the recently explored advanced technologies, which show promise in the area of transportation engineering. In [4] the study used two different ANN algorithms, feed forward back-propagation and radial basis function, for the purpose of daily trip flow forecasting.

Travel time estimates are another important requirement of traffic engineers. Neural networks are likely to be much more effective for this type of problem. This is because, unlike OD estimation, good results can be achieved using data collected [5-6].

Another type of problem is traffic pattern analysis. Traffic networks are rich sources of data concerning parameters such as the speed and volume of passing vehicles. Such data sets, particularly if collected from several distinct geographical sites, are extremely complicated to analyze because of the causal relationships in both space and time which drive the behaviour of traffic systems. Several groups have therefore been involved which has the general aim of using neural networks to discover patterns within this data, and there is a wide spread of applications within this area.

Neural networks have been demonstrated as an aid to congestion diagnosis [7] by training a neural network to classify an urban traffic network into one of two states: congested or non-congested. A similar approach is taken in later works [8, 9]. Also to analyze the seasonal variation of traffic flows [10]. Finally, some applications analyses the task of identifying non-recurrent congestion caused by an incident occurring on the carriageway, such as an accident [11].

The forecasting of traffic is another interesting problem. For example, short-term forecasts often have a horizon of only a few minutes, and can conceivably feed directly into traffic control systems. Neural networks have been used in short-term forecasts [12-15]. Promising results are reported.

A brief introduction to neural networks is included, for the benefit of readers unfamiliar with the techniques.

Artificial Neural Networks

The most widely used ANN model is known as multilayer perceptron (also multilayer feedforward neural network). This neural approach models the relationship between X and Y in the form (through a weighted structure of layers, usually input-hidden(s)-output):

$$Y = g\left(\sum_{j=0}^{M} W_{kj} \cdot f\left(\sum_{i=0}^{D} W_{ij} \cdot X_i\right)\right) \quad (1)$$

Neural networks, where $g(x) = x$ and $f(x) = tanh(x)$, have been proved to be universal approximators. Such networks can, therefore, approximate arbitrarily well any general function, which makes them highly interesting for regression purposes.

The backpropagation learning rule is based on an error function that has a particular surface over the weight space and therefore, an iterative process such as gradient descent method can be used for its minimisation. There are many other algorithms for training feedforward neural networks: conjugate gradients, quasi-Newton, Levenberg–Marquardt and others. Capabilities of feedforward neural networks with one hidden layer can be iluminated by Kolmogorov_s theorem [16,17], and Vapnik and Chervonenkis dimension [18], but there is no way to determine an optimal network topology just from the numbers of inputs and outputs.A simple choice, would be to train many networks with different number of hidden units and layers, then to estimate the generalization error for each one, and finally to select the network with the smallest one. However, this process depends critically on the training/ test set and the initial weights, so it is necessary to compute the mean generalization error over a design resampling experiment.

1. Methodology

Another objective of this work was to use a multiple comparison scheme. A procedure of random resampling simulation can be used to avoid variation coming from different sources, thus independence and randomness were guaranteed. Normally, a set of different models need to be tested. Therefore, the goal is to find out which models were better on average using a statistical multiple comparison test. Obviously, it is necessary to use some quality indexes for the estimation of generalization error: the standard correlation coefficient (R), the index of agreement (d) and the mean squared error (MSE) and the root mean squared error (RMSE), the mean absolute error (MAE), the mean gross error (MGE) and the mean absolute prediction error (MAPE) of each different prediction model.

There are many methods to estimate the generalization performance of a model (hold-out, cross-validation, leave-one-out, penalization strategies...). The complete strategy propose to be used repeats 30 times a similar process: random splitting of data into a pair of equal sized portions (training and test sets) and two-fold cross-validation for the estimation of generalization error. The parameters of each model were estimated using one of the groups (the training set) while its performance was tested using the remaining one (the test set).

2. Results and discussion

The simulations were run in MATLAB environment. A preliminar experiment was developed to prove the approach efficiency and realibility for the forecasting of ro-ro traffic flow in the Algeciras Port (APBA). Levernberg-Marquardt was used as optimization algorithm, and the number of epochs was fixed to 1000.

n	nhidden	R	d	MSE
1	1	0,05	0,18	1,68 E+012
1	10	0,14	0,27	1,59 E+012
7	10	0,76	0,85	3,91 E+011
4	80	0,63	0,78	1,35 E+012
7	80	0,79	0,88	6,42 E+011
14	**80**	**0,86**	**0,91**	**4,65 E+011**

Table 1.Quality indexes results for the test in the resampling experiment.

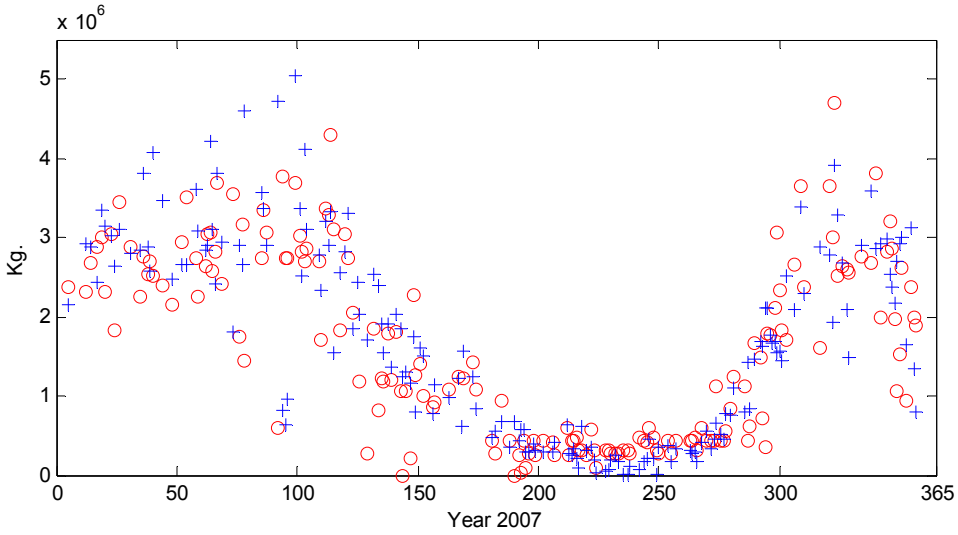


Figure 1. Forecasting results for the test set. Red circles are the predictions. Blue crosses are the real values.

In table 1 the results obtained in R, d and MSE are unacceptable for smalls n and nhiddens due that the results not conform to the nonlinearity of the phenomenon. However for n=14 and 80 nhiddens we can observe the good model fit (figure 1).

The database of examples has the following form, where *nh* is the forecasting horizon (nh-ahead prediction) and *n* is the number of lags in the past taking into consideration:

$$y(t+nh) = f\,(y(t), y(t-1), \ldots, y(t-n), x(t), x(t-1), \ldots, x(t-n), \ldots) \quad (2)$$

3. Conclusions

The following concluding remarks can be made:

- Neural networks are useful for modelling transport problems due to their ability to be trained using historical data and their capability for modelling non-linear relationships.
- The random resampling procedure proposed in this paper assures the accuracy of the results obtained and the certainty that the selected model in each case is the most suitable.

Whilst many of the main engineering problems of transport have perhaps now been addressed using neural networks, there are many areas of possible application which have yet to be explored. This is particularly true in areas such as transport economics and transport policy where perhaps neural networks have been less well exposed in the literature.

Referencies.

[1] Kikuchi S. Nanda R. and Perincherry V. (I 993) A method to estimate trip O-D patterns using a neural network approach. Tramp. Plunn. Technol. 17, 51 65.
[2] Yang H., Akiyama T. and Sasaki T. (1992) A neural network approach to the identification of real time origin destination flows from traffic counts. Proc. Int. Conf. on Artificial intelligence Applications in Transportation Engineering, San Buenaventura, CA.
[3] Chin S. M. Hwang H. L. and Pei T. (1994) Using neural network to synthesize origin-destination Row in a traffic circle. Preprints of Transport Research Board Con, Washington, DC.
[4] Celikoglu H, Cigizoglu H, "Modelling public transport trips by radial basis function neural networks", Mathematical and Computer Modelling 45 (2007) 480–489
[5] Hua J. and Faghri A. (1994) Application of artificial neural networks to IVHS. Preprints of Transport Research Board Con/:. Washington, DC.
[6] Nelson P. and Palacharla P. (1993) A neural network model for data fusion in ADVANCE. Proc. Pacific Rim Co& Seattle.
[7] Kirby H. R. Boyle R. D. and Dougherty M. S. (1993) Recognition of road traffic patterns using neural networks. Conf. on Infiwming Technologies for Construction. Civil Engineering and Transport.
[8] Hua J. and Faghri A. (1993a) Traffic mark classification using artificial neural networks. Proc. Pacific Rim Con@Seattle.
[9] Hua J. and Faghri A. (1993b) Dynamic traffic pattern classification using artificial neural networks. Transportation Research Record 1399, pp. 14-19.
[10] Faghri A. and Hua J. (1992b) Roadway seasonal classification using neural networks. Proc. Int. Conf. on Artificial Intelligence Applications in Transportation Engineering, San Buenaventura, CA.
[11] Ritchie S. G., Cheu R. L. and Recher W. W. (1992) Freeway incident detection using artificial neural networks. Proc. Int. Conf. on Artificial Intelligence Applications in Transportation Engineering, San Buenaventura, CA.
[12] Dougherty M. S., Kirby H. R. and Boyle R. D. (1994) Using neural networks to recognise predict and model traffic. Artificial Intelligence Applications to Traffic Engineering (Bielli, Ambrosino and Boero, Eds). VSP, Utrecht.
[13] Dougherty M. S. and Cobbett M. (1994) Short term inter-urban traffic forecasts using neural networks. Proc. 2nd DRIVE-II Workshop on Short-Term Forecasting, Delft. The Netherlands.
[14] Clark S. D.. Dougherty M. S. and Kirby H. R. (1993) The use of neural network and time series modes for short term forecasting: a comparative study. Proc. PTRC Summer Meeting, Manchester.

[15] Vlahogianni E, Karlaftis M*, Golias J, "Optimized and meta-optimized neural networks forshort-term traffic flow prediction: A genetic approach", Transportation Research Part C 13 (2005) 211–234
[16] Lorentz GG. The 13th problem of Hilbert. Mathematical developments arising from Hilberts problems. American Mathematical Society. Providence (RI); 1976.
[17] Fu LM. Neural networks in computer intelligence. McGraw-Hill, Inc.; 1994.
[18] Vapnik VN, Chervonenkis AYa. On the uniform convergence of relative frequencies of events to their probabilities. Theor Probab Appl 1971;16(2):264–80.

Lean Logistics. Diseño e implantación de una Cadena de Suministros Eficiente.

Victoriano Conde Moro[1], Concepción Guil Marchante[2]

[1] Organización de Empresa, Universidad de Cádiz, Duque de Nájera 8, 11002 Cádiz, España, victor.conde@uca.es

[2]Organización de Empresa, Universidad de Cádiz, Duque de Nájera 8, 11002 Cádiz, España, concepcion.guil@uca.es

Abstract. The present document depicts the development and implementation of a synchronized flow in the supply chain and the advantages of l*ean* logistics vs. the traditional logistics model. It also analyzes the impact on the supply chain of demand variability and demand amplification and how a lean system provides a better response to these problems, reducing the total inventory caught in the system and the financial risks of the company. Finally describes the how inventory management can help to obtain a stable and efficient supply chain.

Keywords: Logística, stocks, demanda, flujo sincronizado.

1. Introducción.

La gestión de la cadena de suministros, desde los proveedores hasta los clientes, pasando por los procesos internos de una empresa, es una de las claves de la gestión empresarial. Para entender su estado actual tenemos que hacer un breve repaso por su historia.

El comienzo se encuentra en la producción artesanal, donde el desarrollo del producto y la producción lo realizaba una persona, ayudado por los aprendices que usaban "máquinas" flexibles, el suministro de materiales llegaba desde otro artesano, la demanda era personalizada, los productos eran simples, con poca variedad y en bajo volumen.

Henry Ford, durante la fabricación del modelo Ford T, 1914, ya preconizó la fabricación en flujo en sus líneas de fabricación y montaje, trabajo estandarizado, piezas intercambiables, equipos de desarrollo de productos pequeños y rápidos y una organización muy horizontal [1].

Todo esto cambió en 1927 con la fabricación del modelo A, en la que comenzó a fabricar grandes lotes de piezas para ensamblar, con grandes máquinas, grandes lotes, coordinación compleja, convirtiendo la gestión "*pull"* en *"push"*. Comienzo de la producción en masa.

La crisis del petróleo de principios de los 70 mostró a la industria del automóvil que existía un método diferente de hacer las cosas, más eficiente y eficaz que todo lo que se había usado hasta entonces, la gestión por procesos de Eiji Toyoda y El *Toyota Production System* (TPS, también conocido como *lean management*), que se mostraba capaz de gestionar la creciente

complejidad y variedad de productos, donde otros fallaban. Una empresa flexible, de alta calidad y que proveía productos a bajo coste. Se pasaba de la **"economía de escala a la economía de la repetición"** y con el tiempo se desarrolla el **Flujo Sincronizado de Materiales (FSM)**, que pasamos a describir a continuación, así como, las etapas para su implantación y ventajas sobre el sistema tradicional de gestión en masa.

2. La Cadena de Suministros en la producción en masa.

Una de las características del método tradicional de gestión es la reducción del coste unitario por medio de la producción de grandes volúmenes/lotes de producto. Basándose en hipótesis muy cuestionables: información de stocks correcta y disponible, calidad consistente, plazos de entrega fijos, demanda predecible. Hipótesis que difícilmente se cumplen con consistencia, lo que lleva a cambios constantes en los planes a corto plazo, mientras necesitamos responder con flexibilidad a la demanda de los clientes. Empresas prisioneras de un círculo vicioso de errores de datos, errores de previsión, amplificación de la demanda, reprogramaciones constantes, envíos urgentes, pérdidas de capacidad, falta de productos terminados y excesos de inventario.

2.1. Automóvil y Alimentación.

Todo lo descrito en el apartado anterior es fácilmente visible en estos dos sectores y que han sido escogidos por su gran relevancia y presencia en la economía y por el gran desarrollo de su cadena logística. (Algunos de los datos expuestos a continuación provienen de trabajos de implantación *lean* realizados en empresas de estos sectores).

A pesar de que los plazos de fabricación total (*lead time)*, en el automóvil, son inferiores a 24 horas, y que cada 1 minuto, o menos, (*takt time)* salga un vehículo por el final de línea, la realidad es que el plazo medio para conseguir un coche nuevo sobrepasa los 40 días. Y no es debido a la falta de capacidad, como se podría deducir de estos datos (la mayoría de vehículos tienen una capacidad instalada superior a su demanda actual), ni tampoco a la falta de inventario de producto terminado (la industria tiene unos 60 días de inventario medio, valor aceptado como adecuado para el sector, aunque cuestionable). En EUA, periodo 1995-2004, GM, Ford y Chrysler tenían una media de 80 días de inventario, Toyota mediaba 40 días [2].

En el sector de la alimentación el *takt time* de sus productos, en la mayoría de los casos, se suele medir en décimas de segundo, y los tiempos de proceso suelen ser de unas pocas horas. Mientras, en la estantería del supermercado, si observamos que el código de fabricación, veremos que la antigüedad de estos productos se eleva a bastantes semanas, 12-16.

Plazos de entrega largos, grandes inventarios, falta de flexibilidad, obsolescencia y retornos de producto (en el caso de la alimentación para ser tirados a la basura), descuentos y promociones, son resultados inherentes a los modelos de gestión en masa, donde la cadena de suministro no es más que una serie de bloques cuasi-independientes que se intentan relacionar a través de programas informáticos, con un éxito cuestionable en la mayoría de los casos.

3. Nuevo Modelo. Lean Logistics.

3.1. Flujo Sincronizado de Materiales (FSM).

Frente a todo lo anterior, el sistema de gestión lean prueba que se pueden conseguir mejores resultados con el Flujo Sincronizado de Materiales.

FSM es un sistema o proceso que produce un **flujo continuo**, con envíos más frecuentes y de menos cantidad, que bajarán los niveles de inventario, de materiales y productos, guiado por un **programa de demanda nivelado, secuenciado y fijo**, es decir, con programas que proporcionan estabilidad a nuestro proceso de fabricación para poder producir nuestros productos acorde a la demanda del mercado, a través de la **flexibilidad**, habilidad para ajustarnos rápidamente a la demanda de nuestros clientes y los conceptos de **gestión *lean*,** eliminando todo el despilfarro que se encuentra en los procesos.

Como es evidente, la demanda, en la inmensa mayoría de los casos, no es fija, sino más bien cambiante. La gestión adecuada de los inventarios y acercar la fabricación a la demanda, o en otras palabras, en la reducción del *lead time,* son la clave para tratar el problema.

El origen cercano del *lean* proviene de los estudios realizados por Toyoda y Ohno durante sus visitas, tras la Segunda Guerra mundial, a Ford en Detroit. El sistema observado tenía una gran necesidad de capital para mantenerse funcionando. Ellos necesitaban un sistema que funcionase con el mínimo de capital, el material debe fluir rápidamente por el proceso y generar liquidez de nuevo.

Garantizar que las cosas se hicieran bien, en el lugar correcto, en el momento adecuado, eran premisas para que el sistema funcionase y el cómo hacerlo se hizo evidente durante una visita a un supermercado de Detroit. Analizaron el método usado para reponer las estanterías y cómo este garantizaba que no faltase nada en las mismas. *Just in Time, Kanban,* o el sistema de supermercados había nacido.

3.2. Economías de Repetición.

Uno de los conceptos más importantes a tener en cuenta a la hora de plantear un sistema *lean* es el de "**economía de repetición**" en contraposición a la "**economía de escala**". Mientras que este último se basa en hacer más unidades de lo mismo para conseguir abaratar el coste unitario de cada unidad, la economía de repetición se basa en hacer eficiente y eficazmente aquello que hay que hacer muchas veces para conseguir un producto de calidad, al coste adecuado, cuando el cliente lo solicite, independientemente del volumen, usando equipos adaptados a la demanda y flexibles y en hacer cada pieza frecuentemente - *every-part-every-cycle*-. De forma que la disponibilidad del proceso para fabricar cada referencia sea lo más alta posible, adaptándose a la demanda real.

3.3. Variables a considerar.

Para la consecución de un FSM sólido existen una serie de variables que se han de considerar; internas y externas, entre estas últimas está la amplificación de la demanda que trataremos específicamente.

3.3.1 Variables internas

Entre las variables internas a considerar: 1- la calidad de nuestros procesos, medida como la capacidad para hacer bien, **a la primera**, el producto solicitado, 2- la disponibilidad, probabilidad de que el proceso requerido esté listo para funcionar adecuadamente cuando se necesita, 3- la flexibilidad, capacidad para cambiar de un producto a otro, medido en tiempo, 4- el trabajo está balanceado entre las diferentes operaciones, 5- gestión visual, el puesto de trabajo es un lugar seguro, todo está organizado para facilitar el trabajo de las personas y en el que de forma inmediata sea visible si algo no se está haciendo de manera correcta, 6- diseño de fábrica, que la disposición física de los procesos de fabricación estén cercanos entre sí, permitiendo el flujo y evitando la creación de inventarios intermedios, 7- personal involucrado y capaz, polivalente para acometer más de una función y que participe/promueva la mejora continua.

3.3.2 Variables externas

Entre las variables externas a considerar: 1- variabilidad de la demanda. Al hacer lotes pequeños acerca la fabricación a la demanda real, eliminando la necesidad de "adivinar" qué se va a vender en el futuro. 2- Tipos de demanda: a- simple, con una variabilidad del 10-15%, b- estacional, difícil de gestionar, variaciones grandes de stock y personal, *takt time* diferentes a lo largo del año, c- aleatoria, ventas concentradas en períodos cortos de tiempo, problemas inducidos externos a la producción.

3.3.2.1 Efecto amplificador de la demanda

Dentro de la variabilidad natural de la demanda, provocada por el cambio en el consumidor final, existe un factor que es exógeno a la naturaleza de la demanda y que tiene un impacto importante a la hora de predecir el volumen futuro, el "efecto amplificador". Conviene recordar que la "amplificación" de la demanda no se suele materializar en consumo real, solo son peticiones que se transmiten aguas arriba en el proceso de fabricación y que suelen terminar engrosando los diferentes inventarios de la cadena de suministros.

Esta cadena de suministros suele tener muchos participantes y en la que cada uno hace su "aportación" a la hora de planificar la demanda. En el caso de la cadena de suministro del sector de la gran distribución podemos observar los siguientes participantes: 1- consumidor final; que compra en tienda o desde casa, 2- tiendas (hipermercados, supermercados, tiendas de barrio), 3- centro de distribución regional, 4- centro de distribución nacional, 5- fabricante, 6- flujo de la materia prima –hasta llegar a la granja- y del empaquetado –hasta llegar a la mina-. Y los sistemas informáticos asociados de planificación de demanda, fabricación, aprovisionamiento.

Entre las razones que provocan el efecto amplificador de la demanda nos encontramos con las siguientes: a- promociones, b- publicidad, c- clima, d- compras especulativas, e- creación de inventarios estratégicos, f- disponibilidad de producto, g- peticiones de más de una semana de consumo, h- tiempos de entrega (*lead time)* grandes, i- peticiones de palets completos, j- peticiones de camión completos, k- errores de pronósticos, l- puntos de generación de demanda, m- algoritmos de los sistemas informáticos.

Los factores enumerados en los párrafos anteriores desencadenan el efecto Forrester o *whipbull* [3] por el que la demanda se va incrementando, artificialmente, a medida que pasa por cada uno de los agentes del proceso y que podemos ver su representación en la Fig. (2). Y que tiene como consecuencia el exceso de inventario en toda la cadena de suministros, niveles de servicio bajo, capacidad insuficiente o excesiva en la fábrica, calendarios de fabricación inestables, altos cotes de almacenamiento y transporte, personas, sistemas de gestión más complejos [4]. En la Fig.(3) podemos ver el resultado de lo descrito.

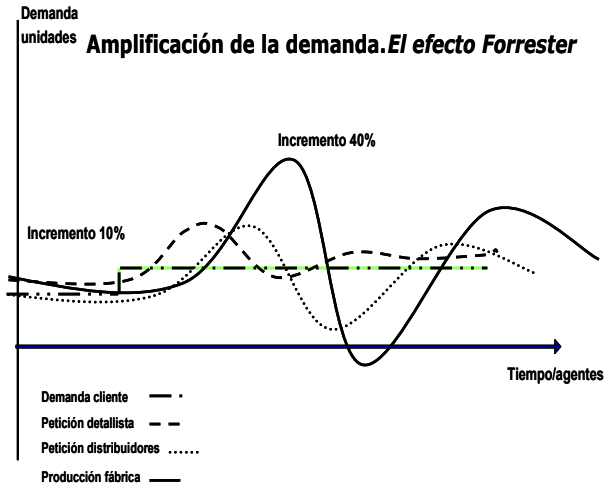


Fig. 2. Elaboración propia

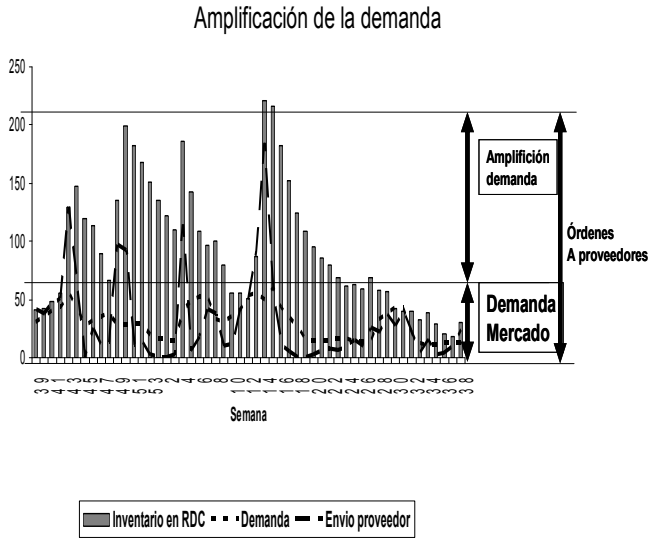


Fig. 3 Elaboración propia

Dentro de los factores que inciden en la amplificación se encuentran las TIC, específicamente los Sistemas de gestión de materiales (stocks, compras, aprovisionamientos, etc.) MRP-ERP.

Típicamente, estos sistemas suelen calcular los inventarios necesarios en cada etapa del proceso proporcionalmente a las ventas diarias del agente de la cadena inmediatamente posterior, por lo que las variaciones en las ventas al consumidor ser van traduciendo en incrementos-decrementos, artificiales, sucesivos en toda la cadena de suministros.

A pesar de la incuestionable ayuda que los sistemas de información proporcionan a la gestión de cadenas de suministros, es igualmente evidente que la solución al problema planteado no se consigue con la obtención de más algoritmos que recalculen los stocks óptimos de los diferentes pasos de la cadena logística. La solución, o atenuación, del problema se logrará al acercar la demanda real a la producción, en el tiempo y físicamente, vía la eliminación de todos aquellos pasos y agentes que no añaden valor, pero consumen recursos y tiempo, conocidos como *muda* (despilfarro). Es decir, implantando una cadena de suministros *lean.*

Podemos definir *muda*: a- como todo aquello que consume recursos pero no añade ningún valor al producto final, b- aquello que añade tiempo y coste pero no valor, c- todo aquello que impide que el producto fluya. Taiichi Ohno definió los 7 grandes despilfarros: corrección, movimiento de material, movimiento de personas, esperas, inventario, procesamiento y sobreproducción.

4. Desarrollo de un plan de implantación del Flujo Sincronizado.

El FSM procura adaptar toda la cadena de suministro, incluido la interna de fabricación, a los requerimientos de los clientes, evitando los cambios no planificados y erráticos.

En la estrategia de implantación podemos distinguir cuatro pasos fundamentales: a- **Demanda del cliente. Logística externa hacia el cliente.** Entender la demanda del cliente, frecuencia, niveles de inventario, min-max, transporte, estacionalidad, contra stock o contra pedido, empaquetados, *milk runs, time windows, takt time,* b- una vez entendida la demanda, el segundo paso es la **Programación de producción de productos.** Es decir, la decisión y definición de cómo nuestra fábrica va a producir los productos. Sincronización con la demanda, *pulled*, con inventarios minimizados, a qué *Takt Time*, qué tamaño de lotes, cómo vamos a planificar al *pace-maker* (proceso "marca pasos" que controla toda la producción), con qué supermercados, c- el tercer paso es la **Organización de la logística interna.** Movimiento del material dentro de la fábrica. Desde almacén de materia prima a célula de fabricación y de esta a almacén de productos terminados: frecuencia de entregas, cantidades a entregar, rutas, definición del *Kan-Ban*, d- finalmente, **Planificación de la logística de aprovisionamiento.** Establecer un plan para cada pieza, desde la célula de trabajo hasta el muelle del proveedor. Peticiones a proveedores, frecuencia, estrategia de almacenamiento, inventario min-max., empaquetado, transporte, frecuencia.

5. La Cadena de suministros y la gestión de inventarios.

En cualquier caso, las ventas seguirán siendo inestable y la planificación imperfecta. Para poder gestionar esto es necesario tener herramientas que ayuden a nivelar las entradas en el sistema productivo. Entre estas está el inventario, que aunque la gestión *lean* procura su eliminación, también sabe que el cero absoluto no suele ser factible en la gran mayoría de los casos y que bien usado se convierte en una ayuda importante para la gestión.

Una vez definida la estrategia de fabricación e inventario, y sabiendo la clasificación ABC de los productos, podemos definir qué vamos a mantener en inventario y cuáles no, y usaremos las siguientes herramientas: a- ***pull de supermercado,*** mantener todo en stock, respuesta rápida, fácil de mantener y alto coste**,** b- ***pull secuencial,*** todo bajo pedido, respuesta lenta, se requiere gran estabilidad y tiempos cortos, inventario cero, c- ***pull mixto,*** A y B en inventario, C bajo pedido, inventario moderado, respuesta rápida, mantenimiento difícil, requiere estabilidad, d- ***pull mixto,*** A en inventario, B y C bajo pedido, inventario bajo, respuesta media, difícil de mantener, requiere estabilidad.

A partir de ahora se trata de definir los inventarios intermedios del proceso que soporten la estrategia definida con anterioridad, sabiendo que esta definición es crítica para el éxito, fig. (4). y que sigue un modelo de costes según la fig. (5)

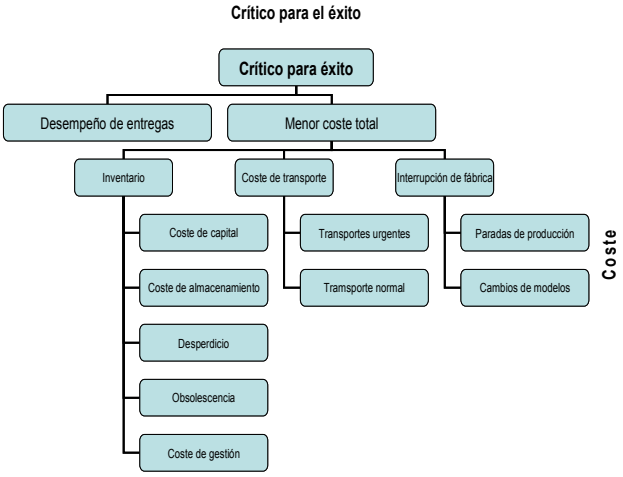


Fig. (4).

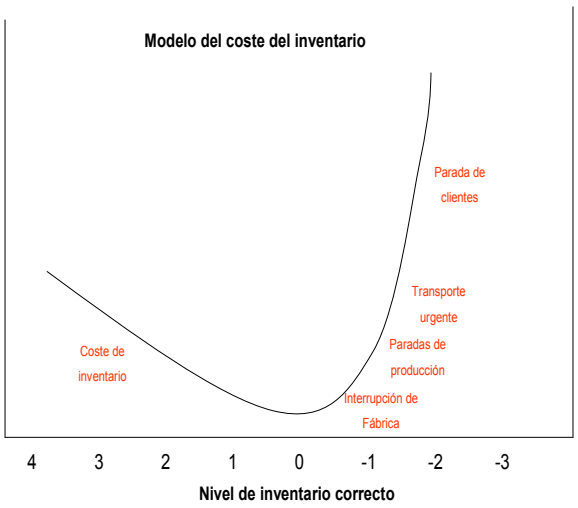


Fig. (5).

6. Conclusiones.

A continuación podemos ver algunos de los indicadores clave comparando los dos sistemas:

Automóvil. Distribución de Repuestos. El *lead time* de la gestión tradicional es 11 meses y el índice de calidad es del 60%, medido como disponibilidad de piezas comparado con las peticiones de los concesionarios, *lead time lean,* 33 días, índice de calidad, 95% [5].

Alimentación. Gran distibución. Comparación entre la gestión tradicional y la gestión lean. Amplificación de la demanda: de 4:1 a 1:1, nivel de servicio: de 98,5% a 99,5%, cumplimiento de la cesta de compras (40 artº): de 55% a 98%, *lead time:* de 20-60 a 1-3 [5].

En ambos sectores vemos como las empresas que usan *lean management* obtienen como resultados: una alta disponibilidad de producto, bajos niveles de stock, alta flexibilidad y un sistema de reposición nivelado, en comparación con el sistema tradicional. Además de unos costes totales más bajos, incrementando la competitividad de estas empresas.

Entre las limitaciones del sistema, y que hay que seguir desarrollando, está la aplicación y adaptación del sistema *lean* a los diferentes sectores de la economía y el impacto de cada una de las variables, citadas anteriormente, en el desempeño del modelo.

Referencias.

[1] Henry Ford, *Today and Tomorrow,* 1929

[2] Cachon, G, Olivares, *Drives of Finished Goods inventory in the U.S. automobile industry.* M., Wharton Univ., Columbia Univ., January, 2008

[3] Forrester, J., Industrial Dynamics, MIT Press, 1961

[4] Chen. F., Quantifying the Bullwhip effect in a simple supply chain, Management Science, March, 2000

[5] Womack, Jones, Roos, The machine that changed the world, MIT, 1990

[6] Womack, Jones, Lean Thinking, Simon & Schuster, 2003

[7] Martichenko, Lean Six Sigma Logistics, J. Ross Publising, 2005

TEMÁTICA TIC-LOGÍSTICA:
PRIMERA SESION DEL VIERNES

Logistique export et PME

Mostafa ABAKOUY (Enseignant – chercheur), Département : Commerce

Université Abdelmalek Essaâdi

Adresse : Ecole Nationale de Commerce et de Gestion Tanger, BP 1255 Tanger – Maroc

Email : mabakouy@yahoo.fr

Abstract

The aim of this paper is to describe and explain the practical logistics of SMEs in international context.The study is based on 34 cases of SMEs within the food sector in Morocco.

Our syntheses, we can translate as follows:

- We are witnessing a state of mind where the vision of "production" premium view "marketing", bequeathing, and the function "logistics" to rank high.

- The exporter Moroccan as customer service providers of logistics distribution, seems not yet acquired the epithet "king". It is far from imposing its law.

- Despite the extent of financial constraints, size or experience, the exporter Moroccan claims continue to go it alone.

Keywords: Logistics International - SME - International Management.

1. Introduction

Aujourd'hui, une nouvelle approche de l'exportation s'impose : Elle intègre des dimensions aussi bien défensives qu'offensives, cherchant à mettre en valeur les produits, mais également à confronter un savoir faire, un métier au-delà des frontières. L'exportation peut :

- être à l'origine d'une innovation, au même titre que le lancement d'un produit nouveau ;
- favoriser des changements de la manière dont les organisations sont structurées ;
- être à l'origine d'un changement dans le système de valeurs qui inspire les membres de l'entreprise. Le contact d'une clientèle étrangère implique des échanges d'informations et des connaissances. De tels échanges faciliteraient d'une part, la compréhension des mentalités différentes et des manières de faire nouvelles et, d'autre part, le renforcement du stock de connaissances et d'expériences de l'entreprise ;
- créer un processus d'apprentissage fondé sur un enchaînement d'étapes dont il convient de ne pas en « brûler » certaines d'entre elles. Le processus d'expansion de l'entreprise l'amène à aborder les marchés de façon progressive en passant des marchés proches en termes culturels vers d'autres plus éloignés psychologiquement.

L'approche offensive de l'exportation revêt une dimension plus active à l'action de l'entreprise sur les marchés extérieurs et à en faire une stratégie visant le long terme. Une réflexion à long terme sous-tend un contrôle et une maîtrise des systèmes. La logistique est une opération déjà difficile sur le marché domestique. Les données différentes marquant les marchés étrangers ne viennent-elles pas la compliquer davantage ?

L'exportateur dispose d'une variété de forme de distribution, mais le choix de l'une de ces formes est une décision qui engage l'entreprise. Dès lors l'on se demande : comment choisir entre elles ?
L'intérêt suscité par notre recherche est d'ordre pratique et conceptuel. Notre réflexion est également guidée par le caractère d'actualité de la recherche.
Suite à l'ouverture internationale de l'économie marocaine, il nous semble qu'il est toujours d'actualité de débattre de l'internationalisation de la PME marocaine et des démarches qui l'accompagnent. Cette recherche peut également sensibiliser les dirigeants de PME exportatrices marocaines aux solutions idéales en matière de logistique internationale. La présente étude semble, par ailleurs, apporter aux pouvoirs publics marocains des pistes de réflexion sur la manière de porter les PME sur les marchés internationaux. Enfin, Au niveau conceptuel, cette recherche peut contribuer à la création d'un champ d'investigation spécifique pour le métier de logistique export.

2. La logistique, un concept carrefour

La logistique demeure une notion qui trouve un ancrage à des fondements théoriques multiples et, du coût, sa signification prête facilement à confusion à des notions voisines telles que distribution, supply chaîne management (SCM), mode de présence, etc.

Pratiquée d'abord par les militaires après la deuxième guerre mondiale, la logistique signifiait à ses débuts le souci que se font les entreprises en matière de l'optimisation des systèmes tout en exerçant sous des contraintes, essentiellement de ressources rares, ce qui a donné lieu à l'exploitation des bienfaits de la recherche opérationnelle, en particulier, en matière de la gestion des approvisionnements et stock, gestion de production et gestion du transport (P. Cabin, 1999).

Le distributeur étant un acteur servant d'intermédiaire entre le fabricant et l'utilisateur, la théorie de l'agence (M. Jensen et W. Meckling, 1976) trouve ici un terrain fertile pour application, dans la mesure où le distributeur pourrait jouer le rôle d'« agent » preneur d'ordre dicté par le producteur donneur d'ordre.

Dans la même ligne d'idée, il appert que la théorie des coûts des transactions (O. Williamson, 1979) se transpose aisément dans le cas d'une entreprise qui aurait affaire à une personne tierce en calculant systématiquement les bienfaits (ou méfaits) d'une externalisation (ou internalisation). Le fabricant ne cesse pas réfléchir à savoir où il tire profit en intégrant l'activité de distribution ou en la sous-traitant à un intermédiaire.

Dans l'hypothèse où le producteur n'assure pas lui-même la distribution et qu'il est amené à faire appel à un distributeur, il pourrait se retrouver dans une « situation d'asymétries informationnelles (H. Simon, 1978) en courant le risque d' « anti-sélection (où le candidat de distribution ne dispose pas d'expertise nécessaire pour accomplir sa mission) et/ou le risque de l' « aléa moral » (où le producteur se fait avoir par le distributeur en exploitant une information détenue par celui-ci et qui manque à celui-là).

L'activité logistique communément décrite comme une chaîne qui s'inscrit dans un long processus, interpelle une logique de transversalité et une gestion d'interfaces. Cependant, il faut attendre les travaux de Heskett (1977), pour s'apercevoir qu'il faut abandonner la perception traditionnelle de cette chaîne (approvisionnement- production – distribution) et de considérer qu'elle piloté par l'aval et non par l'amont.

Selon la définition de l'association américaine de marketing, un circuit de distribution est « une structure qui comprend à la fois des éléments au sein de l'entreprise et des agents

externes, revendeurs grossistes ou détaillants, à travers laquelle une matière première, un produit ou un service est vendu ». Cette définition sous-tend que le circuit de distribution conjugue des compétences marketing internes à l'entreprises et des structures indépendantes extérieures. Le but de cette conjugaison est d'optimiser la fonction d'utilité du produit. Celle-ci est dite optimale si le produit est mis à la disposition du client au moment et au lieu voulus et avec l'information nécessaire.

L'évolution de la recherche marketing appliquée aux canaux de distribution conduit à prendre en considération une approche relationnelle illustrant l'intérêt mutuel pour l'ensemble des acteurs de « transactions moins basées sur la recherche de pouvoir et moins conflictuelles »[1]. Les travaux de Bucklin (1966) et la théorie des coûts de transaction étaient la première approche à illustrer la structure des canaux de distribution. Ils correspondaient à une époque où la distribution des marchandises demeure la préoccupation des producteurs, désireux de mettre en place un système performant pour écouler leurs biens. Selon cette optique, la fonction de canal de distribution est de créer une utilité pour le consommateur tout en réduisant le coût de distribution. Par la suite, des modèles qualifiés de « béhavioristes » sont venus compléter l'approche purement économique des canaux. Ils prennent en compte la montée de groupements puissants de distribution (grandes surfaces). A ce niveau, Lunch (1982) considère que le choix de point de vente peut se révéler dominant sur le choix des produits. « Cet intérêt porté à la relation distributeur- consommateur confirme bien le pouvoir désormais détenu par les firmes de distribution qui entretiennent avec les consommateurs des relations directes au contraire des producteurs. Les travaux actuels en comportement montrent également que les facteurs situationnels (manifestations sur les lieux de vente, promotions…) ont un impact très important sur le consommateur (Lemoine, 1994) ; ces facteurs restent l'apanage des distributeurs, alors que les producteurs voient leurs possibilités de contacts avec les consommateurs réduites. Les seules actions qu'ils peuvent directement contrôler étant la communication par les médias »[2]. L'ensemble de ces travaux illustre les relations producteur-distributeur et distributeur-consommateur qui marquent la nouvelle structure de marché. Bref, là où le modèle économique est centré sur le consommateur final et la transaction, le modèle béhavioriste est utile pour étudier la relation avec le client industriel.

Les travaux récents, notamment ceux de Pras (1991) sur les stratégies des groupes agro-alimentaires face aux entreprises de distribution, montrent que la stratégie à asseoir est la relation entre membres institutionnels composant un même canal. Elle permettra de :

- définir les tâches (production, logistique, distribution, services associés, merchandising, etc.) ;
- définir l'offre (satisfaction aussi bien du consommateur final que du partenaire commercial) ;
- au producteur d' « obtenir des référencements en proposant des produits adaptés au client final comme au distributeur (modifications des caractéristiques de l'offre pour satisfaire les contraintes fixées par la distribution, fabriquer pour le distributeur sous marque propre, etc[3].

Le marketing management suppose la satisfaction des besoins du consommateur final. Mais le raisonnement ci-haut illustre une relation indirecte entre le producteur et le consommateur à

[1] B. Anteblian-Lambrey., « L'évolution des modèles d'analyse de nouveaux concepts en marketing de la distribution et la prise en compte dans la pratique stratégique des firmes », Actes des XIVèmes journées nationales des IAE, Nantes, 1998, pp. 3-17.

[2] Idem, p. 7.
[3] Idem, p. 8.

cause de l'existence d'un second marché. D'où les interrogations suivantes : où se situe vraiment le marché ? L'offre se situe-t-elle au niveau des producteurs ou des distributeurs ? Et la demande ; au niveau des producteurs ou des distributeurs ?
Pour situer ces notions, nous proposons les schémas suivants empruntés à B. Anteblian-Lambery.

- schéma 1

Offre Producteurs	Intermédiaires Distributeurs	Demande Consommateurs

Ce schéma correspond à la vision économique : le distributeur est là pour aider le producteur à réduire les coûts et créer l'utilité chez le consommateur.

- schéma 2 :

Offre Producteurs	Demande ← ← ← Distributeurs	 Consommateurs

Dans le schéma 2, le distributeur éloigne petit à petit le producteur de la demande finale. Il essaye de « filtrer » et empêcher une innovation d'être proposée par le producteur. Il peut agir indirectement sur la répartition des parts de marché, en favorisant telle ou telle marque de producteur ou sa propre marque.

- Schéma 3 :

→ → →Offre Producteurs	 Distributeur	Demande Consommateurs

Le schéma 3 illustre la phase où le consommateur finit par estimer que l'offre est proposée par le distributeur sans référence au producteur.

- Schéma 4 :

Marché 1		Marché 2
Offre Producteurs	Demande/ Offre Distributeurs	Demande Consommateurs
	Relation indirecte (Produits et médias)	

Le schéma 4 explique l'existence de deux marchés :

- un marché « Business to Business » ;
- un marché grande consommation.

Or l'étude de la demande finale ne peut pas suffire à expliquer l'offre, même si le distributeur définit sa demande en fonction de celle de sa clientèle. Il paraît donc indispensable de concilier les deux marchés simultanément pour analyser le fonctionnement du canal.

3. Enjeux de la distribution à l'international

Etre à la hauteur des aspirations de la clientèle tout en optimisant sa fonction utilité et tirant parti des progrès technologiques…tels sont les moteurs de l'engouement des dirigeants exportateurs à maîtriser les flux logistiques.

Depuis que le client est devenu "roi", les entrepreneurs n'ont cessé de se préoccuper de sa satisfaction. Celle-ci est assurée par l'adoption des principes de la démarche qualité, parmi lesquels l'entreprise est appelée à réduire, sinon éliminer les risques d'avarie et manquant, à livrer dans des délais brefs, avec un haut niveau de qualité aussi bien du produit que du service. A ce titre, l'exportateur est mieux placé que quiconque pour choisir les solutions optimales pour le conditionnement des produits et leur acheminement. De tels choix sont de nature à "se donner un argument de vente supplémentaire"[4]. Si l'entreprise assure elle-même la distribution à l'étranger, elle génère des montants substantiels en éliminant les marges bénéficiaires qui reviendraient à des transporteurs intermédiaires. L'entreprise peut ainsi proposer aux clients des prix supérieurs à ceux qui sont offerts par les transporteurs. Cependant, le prix payé par l'acheteur à l'entreprise est inférieur à celui proposé par un éventuel intermédiaire, ce service supplémentaire est à même de fidéliser davantage le client et de contribuer à la bonne image du producteur. Le progrès technique a rendu facile l'optimisation des flux logistiques. La généralisation des conteneurs a rendu très aisé le transport des marchandises sur de longues distances et a offert tout un éventail de choix en matière des lieux de fabrication de stockage et de consommation. De même les processus de production et de commercialisation sont devenus extrêmement faciles à réguler grâce à l'avènement de technologies d'information amplement sophistiquées. La télématique et les réseaux internationaux de circulation de l'information, pour ne citer que ces deux exemples, ont permis d'obtenir des informations distantes en temps réel.

4. Pratiques de distribution internationale de la PME exportatrice marocaine

La première interrogation que nous nous sommes posées lors de l'analyse de la distribution sur les marchés étrangers est de savoir la manière dont l'entreprise exportatrice marocaine l'envisage et quelles en sont les mobiles profonds. Mais conscients du rôle que peuvent jouer des facteurs comme l'expérience, les ambitions et les contraintes diverses sur la façon de distribuer sur les marchés extérieurs, nous avons « conjugué » le verbe de notre formulation aux trois temps : le passé, le présent et le futur. La pratique actuelle est en faveur de la distribution grâce à des intermédiaires (citée 26 fois) au détriment de la distribution maîtrisée et la distribution en partenariat (citée respectivement 10 et 3 fois). L'évolution a enregistré une faible confiance vis-à-vis de la distribution en concertation dans la mesure où aucune entreprise n'organisait sa distribution sous forme d'un partenariat quel qu'il soit. Une telle tendance se retrouve remise en cause puisque désormais, elle ne fera l'objet que d'une seule entreprise. Il faut noter, néanmoins, que selon les marchés contactés, un dosage entre deux méthodes est éventuellement effectué ou envisageable. L'adoption de telle ou telle manière de distribuer s'explique par la distance géographique (citée 16 fois), l'expérience acquise sur d'autres marchés (citée 15 fois), la disponibilité des ressources matérielles et financières (citée 15 fois), les types d'objectifs tracés par les dirigeants (cités 15 fois), l'exigence de la clientèle (citée 15 fois) ou la combinaison de deux ou plusieurs facteurs. Poussons les choses à l'extrême pour savoir pourquoi l'exportateur marocain confie la distribution de son produit à des intermédiaires. Le recours de trois

[4] H. Hengel, Comment transporter à l'exportation, CFCE, Presse de l'imprimerie landais, 1985, p.17.

quart des entreprises enquêtées aux intermédiaires est la traduction de la conviction de leurs dirigeants notamment au fait que la sous-traitance en tant que facteur d'économie et de flexibilité des moyens (citée 21 fois), le transport ne relève pas de leur activité stratégique (cité 11 fois) ou faute de moyens matériels et financiers (cités 3 fois). Par contre ceux qui ont opté pour garantir eux-mêmes le transport physique de leurs marchandises, minoritaires malheureusement (8 cas), justifient leur choix sous un angle marketing. Ils entendent fidéliser leur clientèle (cité 6 fois) ou faire plus de bénéfices en éliminant les marger bénéficiaires qui reviendraient aux intermédiaires (2 cas).

Le choix de l'acheminement des marchandises au moyen des intermédiaires par la majorité des exportateurs enquêtés a ouvert la voie à nous interroger sur le degré de satisfaction que leur procurent les services qui leur sont offerts. Nous remarquons tout d'abord qu'au regard de la nature des produits de leur activité (globalement des conserves), les entreprises étudiées recourent massivement aux navires et ne font appel à l'avion qu'en cas d'expédition de petites quantités ou de cas d'urgence. Cependant, le choix du navire se trouve parfois restreint : 30 % des entreprises étudiées se plaignent d'une espèce de discrimination par rapport aux grands expéditeurs. Ensuite, en ce qui concerne le coût supporté par la tonne transportée, plus de 40 % des dirigeants sont peu satisfaits et plus de 14 % ne sont pas du tout satisfaits. Vient se greffer au coût peu supportable, la non satisfaction par 40 % de sa non transparence. L'ampleur de la déception s'étend pour atteindre l'état des marchandises après le trajet parcouru. Sur ce point, les prestataires n'arrivent à satisfaire suffisamment que 17,64 % de leurs clients. Enfin, du moment que le navire est le moyen de transport le plus privilégié, il est évident que les exportateurs se trouvent en dessous de leurs aspirations en matière de délai de livraison. L'enquête que nous avons menée nous a apporté que onze (11) dirigeants seulement sont satisfaits et quatre (4) autres ne sont pas du tout satisfaits.
Eu égard aux investissements « lourds » et coûteux exigés par la création d'une filiale sur les marchés extérieurs, nous ne nous sommes guère étonnés de rencontrer uniquement quatre entreprises qui ont pu adopter cette formule. Pourtant la raison de ne pouvoir monter des filiales est attribuée moins à la capacité financière limitée (citée 10 fois) qu'à la nature de l'activité ou la distance géographique (citées 19 fois). L'expérience n'expliquerait, par ailleurs, que dans une très moindre mesure l'obstacle de créer une filiale sur un marché donné (citée 3 fois uniquement) . Mais quel qu'en soit l'empêchement, le recrutement d'un certain représentant salarié, chargé de scruter les marchés et d'écouler le produit constituerait un remède efficace. Pourtant il ne l'est qu'aux yeux de quatre entreprises. Il est très mal apprécié dans le sens où il est conçu comme inutile (pour 7 dirigeants) une charge supplémentaire (pour 21 autres) ou comme un recruté dont l'expertise ne se substituera jamais à celle du « patron » (opinion de 4 dirigeants) . Encore une fois « l'expertise limitée », « l'inutilité » ou « la minimisation de gains », mais à des degrés différents (citées respectivement par 14, 7 et 3 dirigeants), reviennent expliquer l'incapacité d'adopter une autre formule également légère, celle d'engager un agent commissionné chargé de la commercialisation des produits. Mais comment peut- on sonder le terrain sans engager des investissements démesurés ? N'a-t-on pas « besoin d'un plus gros que soi »? Non, répond l'exportateur marocain (sinon pour le moment). Le groupement d'intérêt économique, vrai fer de lance de l'internationalisation des PME ne séduit pas encore au Maroc. Il bute sur l'« individualisme » des entreprises marocaines, le « manque de confiance » entres elles ou sur la « concurrence » à laquelle elles se livrent. Elles ne se mettent pas d'accord pour créer une filiale commerciale commune. Bref, l'exportateur marocain semble tomber sous un double charme : s'isoler et ne pas grandir.

5. Conclusion

Nos synthèses, nous pouvons les traduire ainsi :

- Nous sommes en présence d'un état d'esprit où la vision « production » prime sur l'optique « commercialisation », léguant, ainsi, la fonction « distribution » aux rangs secondaires.
- L'exportateur marocain, en tant que client des prestataires de services de transport, semble ne pas encore acquérir le qualificatif de « roi ». Il est loin de leur imposer sa loi.

Malgré l'étendue des obstacles financier, de taille ou d'expérience, l'exportateur marocain prétend continuer à faire cavalier seul.

Bibliographie

Anteblian-Lambrey B., « L'évolution des modèles d'analyse de nouveaux concepts en marketing de la distribution et la prise en compte dans la pratique stratégique des firmes », Actes des XIVèmes journées nationales des IAE, Nantes, 1998.

Bigras Y., « Les PME et l'intégration mondiales des systèmes de transport », Revue internationale PME, Vol. 9, n° 1, 1996, pp. 21-40.

Cabin P., « Les organisations : état des savoirs, Sciences humaines Editions », 1999.

Christopher M. & Peck H., "Marketing logistics", Elsevier Butterworth-heinemann, 2003.

Collectif, « Exporter, pratiques du commerce extérieur », Ed. Foucher, 12° édition 1994 et 13° édition 1997.

Evrard Y., Pras B., Roux E., « Etudes et recherches en Marketing, fondements, méthodes, Nathan, 1993.

Fabbe-Costes N., Colin J., Paché G. (coordonné par), « Faire de la recherché en logistique et distribution ? », Vuibert, 2002.

Heskett J., "Logstics – Essential to strategy", Harvard Business Review, vol. 55, n° 6. 1977

Filser M., « Etat des recherches sur les canaux de distribution », RFG, Septembre-Octobre 1992.

Hines T., "Supply Chain Strategies", Elsevier Butterworth Heinemann, 2005.

Jensen M. C. & Meckling W. H. (1976), "Theory of firm, "managerial behavior agency costs and ownership structure"".

Keegan W.J. et De Leersnyder J-M., « Marketing sans frontières », Inter-Editions, 1994.

Kotzab H., Seuring S., Muller M. & Reiner G., "Research methodologies in Supply Chain Management", Physica-Verlag, 2005.

Le Bon J., « Contribution des vendeurs aux activités de veille marketing et commerciale : d'un cadre conceptuel aux opportunités de recherche », Recherche et application en marketing, Vol. 12, n° 3/97.

Paché G. et Garets V.D., « Relations inter-organisationnelles dans les canaux de distribution : les dimensions logistiques », Recherche et applications en marketing, Vol. 12, n°2/1997.

Rousselot J., « Perspectives des relations entre la grande distribution et les industries agro-alimentaires », Bulletin du Groupe Crédit National, BFCE, 4° trimestre 1996.

Senkel M-P., « La segmentation logistique dans la relation producteur distributeur : proposition d'un cadre d'analyse », Actes des XIV journées nationales des industries agro-alimentaires, Nantes, 1998.

Simon H. A. (1979), "Rational Decision Making in Business Organizations", *American Economic Review*, n° 4,

Uhlig T. et Gelinas R., « Les PME et la sous-traitance logistique en Allemagne », Cahier de recherche du GREPME n° 20, 1996.

Valmier J., « Evolution de la distribution : les problèmes des marques, le développement du trade marketing », Humanisme & Entreprise, n°214, 1995.

Wireless Sensor Networks and Communication Protocols for Transport Localization

M. Bouhorma[1], A.Boudhir[2], M. Ben Ahmed[3]

[1]ERIT, Faculty of Sciences and Techniques, Tangier, Morocco, bouhorma@gmail.com

[2]ERIT, Faculty of Sciences and Techniques, Tangier, Morocco, hakim.anouar@ieee.org

[3]ERIT, Faculty of Sciences and Techniques, Tangier, Morocco, med.benahmed@gmail.com

Abstract−Wireless sensor network localization is an important area that attracted significant research interest. This interest is expected to grow further with the proliferation of wireless sensor network applications such as medicine, military, transport... In this context routing, protocols and technologies of communication on those wireless area are enormously applied to sensor networks in order to improve the quality of service and communication. Related to this work, we present on this article a briefly some techniques of localization techniques on wireless sensor networks and propose a localization method based on the angle of transmission of directional antenna and the energy consumption of the node when sending a data. Then we compare the mentioned method to TDOA technique (Time Differential Of Arrival) applied on the context of mobility characterizing the transport domain and compare their performance when localizing sensors in this kind of applications.

Key Words: Localization, WSN, ZigBee, NS2

I. INTRODUCTION

A Wireless Sensor Network (WSN) is formed by hundreds of small, low-cost nodes which have limitations in memory, energy, and processing capacity. In this type of networks, one of the main problems is to locate each node. Recent advances in wireless communications and electronics have enabled the development of low-cost, low-power and multi-functional sensors that are small in size and communicate in short distances. Cheap, smart sensors, networked through wireless links and deployed in large numbers, provide unprecedented opportunities for monitoring and controlling homes, cities, and the environment. In addition, networked sensors have a broad spectrum of applications in the defense area, generating new capabilities for reconnaissance and surveillance as well as other tactical applications. Self-localization capability is a highly desirable characteristic of wireless sensor networks. In environmental monitoring applications such as bush fire surveillance, water quality monitoring and precision agriculture, the measurement data are meaningless without knowing the location from where the data are obtained. Moreover, location estimation may enable a myriad of applications such as inventory management, transport, intrusion detection, road traffic monitoring, health monitoring, reconnaissance and surveillance.

II. LOCALIZATION AND MEASUREMENT TECHNIQUES

1) LOCALIZATION TECHNIQUES

Advances in micro-electro-mechanical systems have triggered an enormous interest in wireless sensor networks (WSN). WSN are formed by large numbers of densely deployed nodes enabled with sensing and actuating capabilities. These nodes have very limited processing and memory capabilities, limited energy resources and it is envisioned that they will be mass produced, to reduce costs. Several challenging problems exist in wireless sensor

networks. Among these is how to obtain location information for sensor nodes and events present in the network. From this perspective, we categorize the localization problem as: node localization, target localization and location service. Node localization is the process of determining the coordinates of the sensor nodes in the WSN. Target localization is the process of obtaining the coordinates of an event or a target present in the sensor network. The location of a target can be obtained either passively (the nodes sense the target) or actively, when the target cooperates and communicates with the sensor network.

Node localization is a complicated and important problem for wireless sensor networks (WSN). The aspects of this problem that have challenged the research community can be summarized as follows:

Assumptions - The node localization problem remains a difficult challenge to be solved practically. To make the problem practically tractable, its complexity had to be reduced, by making simplifying assumptions. As a result, many localization schemes proposed solutions that are based on assumptions that do not always hold or are not practical. Examples of such assumptions are: circular radio range, symmetric radio connectivity, additional hardware (e.g., ultrasonic), lack of obstructions, lack of line-of-sight, no multipath and flat terrain.

Localization Protocol Design - The problem of localization in WSN is further complicated by the large number of parameters that need to be considered when designing a localization system for a particular WSN deployment. Among these parameters are: the deployment method for the sensor network; the existence of a line-of-sight between sensor nodes and a remote, central point; the time required by the localization scheme; the presence of reference points (anchors) in the network, and the density; the cost for localization, represented by additional hardware (form factor) and energy expenditure (messages exchanged or time necessary for localization).

Sensor network localization algorithms estimate the locations of sensors with initially unknown location information by using knowledge of the absolute positions of a few sensors and inter-sensor measurements such as distance and bearing measurements. Sensors with known location information are called anchors and their locations can be obtained by using a global positioning system (GPS), or by installing anchors at points with known coordinates. In applications requiring a global coordinate system, these anchors will determine the location of the sensor network in the global coordinate system. In applications where a local coordinate system suffices (e.g., smart homes), these anchors define the local coordinate system to which all other sensors are referred. Because of constraints on the cost and size of sensors, energy consumption, implementation environment (e.g., GPS is not accessible in some environments) and the deployment of sensors (e.g., sensor nodes may be randomly scattered in the region), most sensors do not know their locations. These sensors with unknown location information are called non-anchor nodes and their coordinates will be estimated by the sensor network localization algorithm.

2) MEASUREMENT TECHNIQUES

Measurement techniques in WSN localization can be broadly classified into three categories: AOA measurements, distance related measurements and RSS profiling techniques.

- *Angle-of-arrival measurements*

The angle-of-arrival measurement techniques can be further divided into two subclasses: those making use of the receiver antenna's amplitude response and those making use of the receiver antenna's phase response. Beamforming is the name given to the use of anisotropy in the reception pattern of an antenna, and it is the basis of one category of AOA measurement

techniques. The measurement unit can be of small size in comparison with the wavelength of the signals. The beam pattern of a typical anisotropic antenna is shown in Fig. 1. One can imagine that the beam of the receiver antenna is rotated electronically or mechanically, and the direction corresponding to the maximum signal strength is taken as the direction of the transmitter. Relevant parameters are the sensitivity of the receiver and the beam width. A technical problem to be faced and overcome arises when the transmitted signal has a varying signal strength. The receiver cannot differentiate the signal strength variation due to the varying amplitude of the transmitted signal and the signal strength variation caused by the anisotropy in the reception pattern. One approach to dealing with the problem is to use a second non-rotating and omnidirectional antenna at the receiver. By normalizing the signal strength received by the rotating anisotropic antenna with respect to the signal strength received by the non-rotating omnidirectional antenna, the impact of varying signal strength can be largely removed. Fig. 2 shows an antenna array of N antenna elements. The adjacent antenna elements are separated by a uniform distance d [1]. The distance between a transmitter far away from the antenna array and the i^{th} antenna element can be approximated by:

$$Ri = R0 - id\cos\theta \qquad (1)$$

where R**0** is the distance between the transmitter and the 0th antenna element and θ is the bearing of the transmitter with respect to the antenna array.

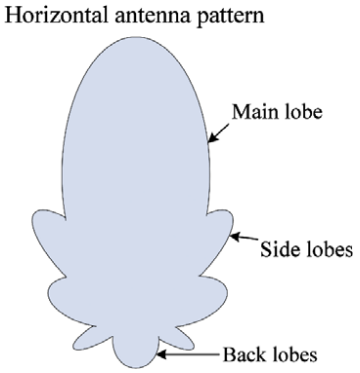


Fig. 1. An illustration of the horizontal antenna Pattern of a typical anisotropic antenna.

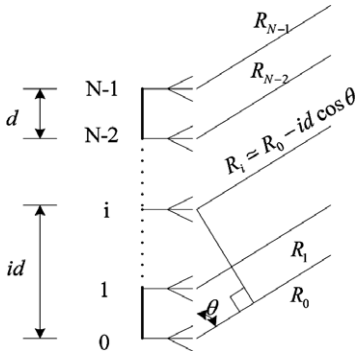


Fig. 2. An antenna array with N antenna elements.

- *Distance related measurements*

Distance related measurements include propagation time based measurements, i.e., one-way propagation time measurements, roundtrip propagation time measurements and time-difference-of-arrival (TDOA) measurements. Another interesting technique measuring distance, which does not fall into the above categories, is the lighthouse approach shown in [2]. In the following paragraphs we provide further details of these techniques.

- *One-way propagation time and roundtrip propagation time measurements*

One-way propagation time and roundtrip propagation time measurements are also generally known as time-of-arrival measurements. Distances between neighboring sensors can be estimated from these propagation time measurements.

One-way propagation time measurements measure the difference between the sending time of a signal at the transmitter and the receiving time of the signal at the receiver. It requires the local time at the transmitter and the local time at the receiver to be accurately synchronized.

- *Time-difference-of-arrival measurements*

There is a category of localization algorithms utilizing TDOA measurements of the transmitter's signal at a number of receivers with known location formation to estimate the location of the transmitter. Fig. 3 shows a TDOA localization scenario with a group of four

receivers at locations r1, r2, r3, r4 and a transmitter at rt. The TDOA between a pair of receivers i and j is given by:

$$\Delta tij = ti _ tj = \frac{1}{c}(||ri _ rt|| _ ||rj _ rt||); i \neq j; \quad (2)$$

where ti and tj are the time when a signal is received at receivers i and j, respectively, c is the propagation speed of the signal, and || denotes the Euclidean norm. Measuring the TDOA of a signal at two receivers at separate locations is a relatively mature field [3].

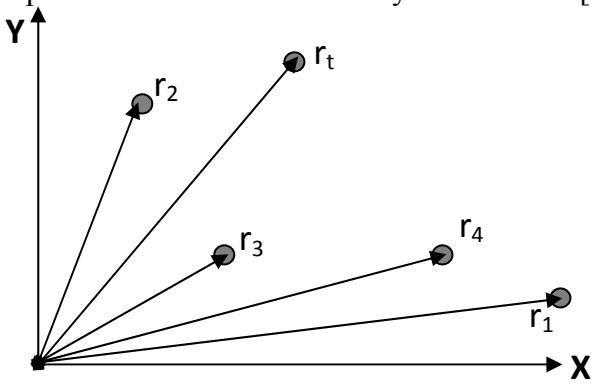


Fig. 3. Localization using time-difference-of-arrival measurements.

In summary, a number of measurement techniques are available for WSN localization. Which measurement technique to use for location estimation will depend on the specific application. Typically, localization algorithms based on AOA and propagation time measurements are able to achieve with acceptable accuracy than localization algorithms based on GPS measurements which consume more energy.

3) TECHNIQUES COMPARISON

One of the most appealing problems to be solved by localization techniques is how to provide an anytime, anywhere, fine-grained, and reliable localization system to be used by transport vehicles for critical safety and emergency applications. An anytime requirement means that the localization system must be free of delays when computing the current positions of the vehicles. This requirement is critical, since the high mobility of vehicles means that slightly outdated position information cannot be used and could even be dangerous. To be available anywhere is also a challenge in localization system. It means that the localization system cannot rely only on satellite infrastructure, since it would then not work in environments without direct visibility to satellites. Also, it cannot rely only on local infrastructured localization techniques, since it would not be available in places without this infrastructure. Finally, a fine-grained localization system ensures a low localization error for vehicles, which enables most critical applications to have some degree of confidence.

III. RELATED WORK AND PROPOSED METHOD

1) RELATED WORK

A lot of researches focus on static sensor networks. Relatively less is known about localization in mobile sensor networks, and very few algorithms work in situations where the sensors may be static or mobile. We survey some relevant papers in this section, and refer the user to the surveys by Bachrach and Taylor [4] and by Savvides *et al.*

Range-based localization: Various techniques have been proposed for measuring the distances in range-based algorithms. Bahl *et al.* [5] and Bischoff *et al.* Ward *et al.* [6] used *Time of Arrival* of signals, Priyantha *et al.* [7] and Savvides *et al.* [2] have used *Time Difference of Arrival* of signals to estimate distances, and Niculescu and Nath [8] have used

Angle of Arrival of signals to estimate distances. Recently Havinga *et al.* [9] proposed a novel range-based algorithm based on the Monte Carlo approach.

Range-free localization: He *et al.* [10] proposed a range free algorithm called APIT in which all possible triangles of the seeds are formed. The location of a node is the center of intersection region of all triangles. Nagpal *et al.* [11] proposed the Gradient algorithm which uses a method similar to distance vector routing to allow the nodes to find the number of hops to all the seeds. Seeds also estimate the average distance per hop using a range-free technique and send this estimate to the nodes. Nodes then use multilateration to find their locations.

Localization in mobile sensor networks: None of the above mentioned algorithms consider the features of a mobile sensor network. Tilak *et al.* [12] studied how often a localization algorithm should be applied in a mobile sensor network. This involves a tradeoff between energy and accuracy – localizing too often wastes energy and localizing too infrequently results in having stale locations at most of the time. Bergamo and Mazzimi [13] proposed a range based algorithm for mobile sensor networks which uses only two static seeds that are located at a specific location in the network and their radio ranges cover the whole network. Recently, we proposed a range-free localization algorithm [14] that works in both static and mobile networks. The main problem associated with the algorithm in [14] is that it cannot estimate locations well when the radio ranges of sensors are not perfect circles.

2) *CONTRIBUTION AND PROPOSED METHOD*

We based our work on [15] using the energy model consumption sending and receiving one byte of data from node *i* to node *j* over a distance *d* meters, and we consider that the energy consumption costs:

$$e_{ij}^{s} = c_1 + c_2 d^2 \qquad (3)$$

$$e_{ji}^{r} = c_1. \qquad (4)$$

We consider here that *d* as the variable needed to localize node destination, and by knowing the energy consumed when sending a data from node *i* to node *j* and using the angle of arrival α.

Using the equation (3) we can easily deduce de distance *d* separate the two nodes:

$$d_{ij} = \sqrt{\left|\frac{e_{ij}^{s} - c_1}{c_2}\right|} \qquad (5)$$

by calculating the distance d we place the node destination *j* on the circle where the node *i* represent his centre. The angle of arrival serves for locating the node *j* on the segment *S* and reducing the probability of positioning the node on all area of the circle. Considering the segment *S* proximately similar to line, and using the Euclidian distance *d* between node *I and j* at the instant *t* we denote:

$$d_{ij}(t) = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (X_i - Y_j)^2} \qquad (6)$$

$$S \cong 2.d_{ij}(t).\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2.\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (X_i - Y_j)^2}.\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \qquad (7)$$

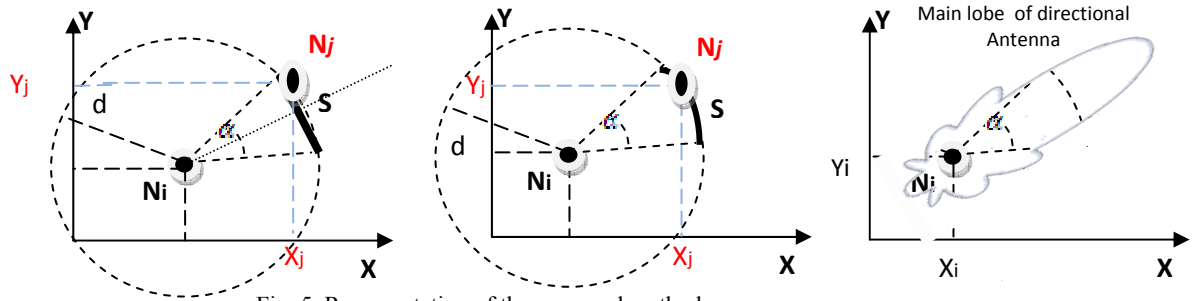


Fig. 5. Representation of the proposed method

This proposed method (fig.5) of localization, based on two techniques (angle of directional antenna and the energy of transmission), can sufficiently locate node with reduced probability. The rate and magnitude of this probability can be neglected specially for vehicles and transport applications where the node has a considerable volume compared to the segment S. Unlike the others techniques, the method mentioned reduce the energy consumption of nodes used aggressively in GPS techniques.

IV. SIMULATION AND RESULTS

Using the popular tool NS2, we proceed to analyze the performance of the TDOA, and the proposed method using the standard IEEE.802.15 (ZigBee) really implemented on actual sensors using 5 mobile nodes with a speed fixed on 20 m/s on and simulation over 100 seconds (in the mobile context).We used the model Random way Point model in the area of 100 m² (Table.1) and the directional Antenna.

Parameters	
Mac /phy	802_15_4
Chanel	Wireless Channel
Propagation	TwoRayGround
Area	100*100
Traffic	FTP
Number of nodes	5
Speed of nodes	20m/s
RtPower	0.08w
TxPower	0.4 w
Initial Energy	1 j

Table 1. Parameters used in simulations

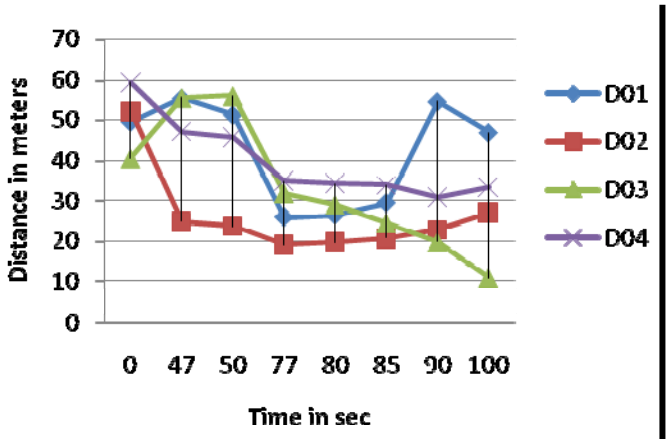


Fig. 6.variation of distance between node 0 and the nodes 1, 2, 3 and 4 ads function of time and mobility

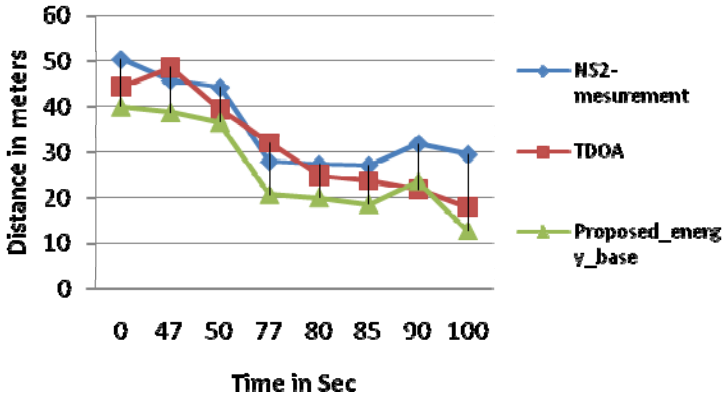


Fig. 7.Comparison of the proposed method, TDOA and NS2 measurements

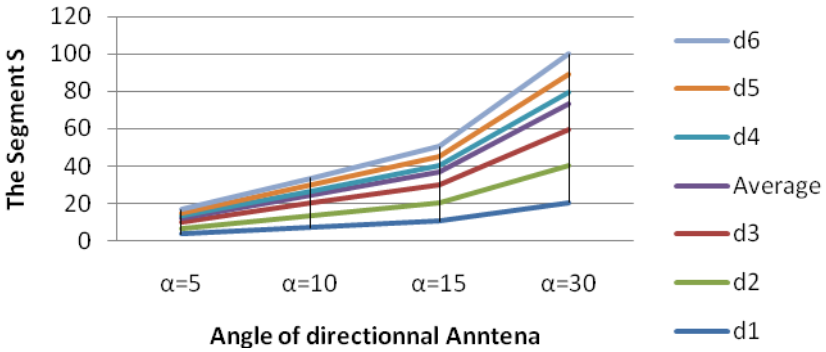


Fig. 8.Probability of positioning destination node on the segment S measured by the angle α and d*i* *(i=0*➔6) are the distance calculated by our method

On the fig.6 we observe the variation distance between node source and the four nodes destination used in the script of simulation, by function of time when nodes moves at the speed 20m/s. The fig.7 illustrate the comparison between the proposed method, based on the energy consumed by sending 512 Kbyte of packets and calculated the distance *d* between the nodes *i* and *j* using the formula based on [15], the TDOA technique based on equation (2), and the NS2-mesurement using the Euclidian distance mentioned on the equation (6). By using the distance calculated on our method, we can deduce easily the angle α from the equation (7) and we can see that when α decrease (fig.8) we obtain a small segment of *S* and by contrast this distance increase when α is high. Because of this, our method gives a good results when α is small. Huns we reduce the segment *S* and the probability to localize the destination in this section which can proportional to the dimensions and size of the mobile or vehicle were is implemented the sensors.

V. CONCLUSION AND FUTURE WORK

We presented in this paper a measurement technique of localization applied to sensor network in transport domain which knows a high mobility. This technique is based on the energy consumption of sensor node and the angle α of transmission of a directional antenna, and compared to TDOA technique .We recommend, in our method, to use a small angle of the antenna in order localize approximately and with high probability nodes implemented in applications like transport and vehicles known by considerable dimensions and size. For the future work, we can think how combining AOA, TDOA and the presented method using the UWB standards for localization under NS2.

REFERENCES

[1]. T. Rappaport, J. Reed, B. Woerner, Position location using wireless communications on highways of the future, IEEE Communications Magazine.
[2]. K. Romer, The lighthouse location system for smart dust, in: Proceedings of MobiSys 2003 (ACM/USENIX Conference on Mobile Systems, Applications, and Services), pp. 15–30.
[3]. G. Carter, Time delay estimation for passive sonar signal processing, IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing 29 (3) (1981) 463–470.
[4]. F. Gustafsson, F. Gunnarsson, Mobile positioning using wireless networks: possibilities and fundamental limitations based on available wireless network measurements, IEEE Signal Processing Magazine 22 (4) (2005) 41–53.
[5]. S. Guolin, C. Jie, G. Wei, K.J.R. Liu, Signal processing techniques in network-aided positioning: a survey of stateof- the-art positioning designs, IEEE Signal Processing Magazine 22 (4) (2005) 12–23.
[6]. J.-Y. Lee, R. Scholtz, Ranging in a dense multipath environment using an UWB radio link, IEEE Journal on Selected Areas in Communications 20 (9) (2002) 1677– 1683.
[7]. S.V. Schell, W.A. Gardner, High-resolution direction finding, Handbook of Statistics.
[8]. R. Klukas, M. Fattouche, Line-of-sight angle of arrival estimation in the outdoor multipath environment, IEEE Transactions on Vehicular Technology 47 (1) (1998) 342– 351.
[9]. T. Rappaport, J. Reed, B. Woerner, Position location using wireless communications on highways of the future, IEEE Communications Magazine 34 (10) (1996) 33–41
[10]. B. Halder, M. Viberg, T. Kailath, An efficient non-iterative method for estimating the angles of arrival of known signals, in: The Twenty-Seventh Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers,
[11]. R. Kumaresan, D.W. Tufts, Estimating the angles of arrival of multiple plane waves, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems AES-19 (1983) 134–139.
[12]. C. Knapp, G. Carter, The generalized correlation method for estimation of time delay, IEEE Transaction on Acoustics, Speech, Signal Processing 24 (4) (1976) 320327
[13]. A.H. Sayed, A. Tarighat, N. Khajehnouri, Network-based wireless location: challenges faced in developing techniques for accurate wireless location information, IEEE Signal Processing Magazine
[14]. D. Koks, Numerical calculations for passive geolocation scenarios, Tech. Rep. DSTO-RR-0000, 2005.
[15]. Do Van Giang, Tarik Taleb,Kazuo Hashimito, Nei Kato and Yoshiaki Nemoto, A Fair and Lifetime-Maximum Routing Algorithm for Wireless Sensor Network, IEEE GLOBECOM 2007 proceeding.

Etablir un tableau de bord logistique de distribution

Mohammed RAJAA

Economie et gestion, Université Abdelmalek Essadi, Maroc, mohammedrajaa@yahoo.fr

Abstract :

Businesses today operate in complex environments. It is vital that they know their goals and how to achieve them. The scoreboard reflects the logistics mission and business strategy into a set of performance indicators that form the basis of the control system strategy. This system does not lose sight of the financial goals, but it also reflects the means of achieving them. It allows companies to track financial performance but also simultaneously, progress in skills development and acquisition of assets they will need to establish their future growth.
Moreover, the multitude of tools for measuring performance, with a view to monitoring activities, demonstrates the fundamental role of the measure as a precondition for improvement. These tools include the dashboard logistics as dynamic device in direct contact with the reality of the organization. It is a tool for management, including its virtues aid to reflection (overall system approach), to collective action (articulation between strategic and operational levels) and organization (a function of warning and forecast).
But the panels still remain an abstraction to many corporate actors. A little known tool, focused on profitability and therefore not speaking to the daily action, the panel is not a common tool for all managers.
In seeking to understand the notion of the dashboard and to clearly identify its contribution in terms of performance for the logistic function, we chose to structure our work in several areas following the approach of the funnel (the general to the specific).

Thus, the first priority is for general information related to the concept of the dashboard. Second axis is to develop a dashboard and finally, it discusses the specifics of "dashboard logistics" as an alternative dashboard.

Mots clés : Logistique, SCM, Indicateurs, Performance

1. Introduction

Puisant ses preuves de l'essor de l'amélioration continue dans le cadre du management de la qualité, la notion de mesure de la performance ne cesse de susciter l'intérêt du monde économique.

Les entreprises opèrent aujourd'hui dans des environnements complexes. Il est donc vital qu'elles connaissent parfaitement leurs objectifs et la manière pour les atteindre. Le tableau de bord logistique traduit la mission et la stratégie de l'entreprise en un ensemble d'indicateurs de performance qui constituent la base du système de pilotage de la stratégie. Ce système ne perd pas de vue les objectifs financiers, mais il tient compte également des moyens de les atteindre. Il permet aux entreprises de suivre les résultats financiers, mais aussi simultanément, les progrès dans le développement des compétences et l'acquisition des actifs dont elles auront besoin pour asseoir leur croissance future.

D'ailleurs, la multitude des outils de mesure de la performance, dans une perspective de suivi des activités, témoigne le rôle fondamental de la mesure en tant que préalable à l'amélioration.
Parmi ces outils, figure le tableau de bord logistique en tant que dispositif dynamique en prise directe avec la réalité de l'organisation. Il constitue un outil d'aide au management, notamment pour ses vertus d'aide à la réflexion (approche globale du système), à l'action collective (articulation entre les niveaux stratégiques et opérationnels) et à l'organisation (fonction d'alerte et prévision).

Mais, les tableaux de bord demeurent encore aujourd'hui une abstraction pour nombre d'acteurs d'entreprise. Un outil mal connu, centré sur la rentabilité et donc peu parlant pour l'action quotidienne, le tableau de bord n'est pas un outil courant chez tous les managers.

En cherchant à bien cerner la notion du tableau de bord et de bien identifier ses apport en terme de performance pour la fonction logistique, nous avons choisi de structurer notre travail en plusieurs axes suivant l'approche de l'entonnoir (du générale vers le spécifique).

Ainsi, le premier axe est réservée aux généralités touchant à la notion de tableau de bord. En deuxième axe est pour l'élaboration d'un tableau de bord et en fin, il est question des spécificités du « tableau de bord logistique » en tant que variante des tableaux de bord.

2. Principes et fondement du tableau de bord

Travailler sur un tableau de bord nécessite l'idée d'un contrôle à un moment donné. Disposer d'un ensemble d'indicateurs et d'informations permettant d'avoir une vue d'ensemble n'est intéressant en soi que si l'on peut déceler les perturbations qui vont apparaître, de prendre des décisions d'orientation pour atteindre les objectifs issus d'une stratégie.

2.1 Un outil d´aide à la gestion et à la décision :

C'est un outil d'aide à la gestion, conçu pour analyser la performance: Aujourd'hui le besoin en matière d'aide à la décision devient crucial. Pour piloter en environnement perturbé il faut concevoir un système de mesure conforme au modèle ci-dessous : (la consigne correspond aux objectifs "tactiques" de l'acteur sur le terrain). Ils sont déclinés depuis la stratégie établie.
C'est un outil d'aide à la décision, conçu pour atteindre les objectifs. : Le Tableau de Bord donne des informations sur les points-clés de la gestion et sur ses dérapages possibles mais il doit surtout être à l'initiative de l'action. La connaissance des points faibles doit être obligatoirement complétée par une analyse des causes de ces phénomènes et par la mise en ouvre d'actions correctives suivies et menées à leur terme.

2.2. Un instrument de mesure d'une activité, d'un objectif, d'un projet : C'est un outil de management par excellence qui cherche à objectiver les faits, à optimiser le travail, tout en responsabilisant les salariés. Il donne une dimension positive au contrôle. Il est indispensable à la bonne gestion de l'ensemble des moyens dont dispose le responsable d'une entreprise, d'un département ou d'une unité de travail pour accomplir ses missions.

2.3. Un outil de pilotage : Le tableau de bord, en tant qu'**outil de pilotage**, présente plusieurs intérêts. Il permet en effet de :

Construire les bases d'un système de management stratégique intégré afin de.

- Clarifier et rendre lisible la stratégie de l'organisation.
- Communiquer la stratégie à tous les niveaux de l'organisation.
- Rendre cohérents les objectifs des services et des individus avec la stratégie globale.
- Relier les objectifs stratégiques à la programmation et à la budgétisation.
- Procéder périodiquement à des analyses et évaluations de performance.

Le Tableau de Bord doit être distingué du suivi opérationnel de l'entité et de ses états de comptes rendus. Pour M.VLASSELAER (1997) un tableau de bord efficace pour le pilotage de la performance devrait permettre de concilier plusieurs axes. Il s'agit alors de proposer un outil de gestion de la performance qui soit un lien entre la stratégie (les objectifs, les facteurs clés de succès) et l'opérationnel (les indicateurs de mesure des activités et des métiers). Cette orientation correspond au tableau de bord prospectif ou Balanced Scorecad.

2.4. Un outil de dialogue et de communication:

Il est naturel dans les entreprises modernes, les hommes-clés souhaitent accroître leur niveau d'information pour mieux décider. Leurs interrogations et leurs recherches portent essentiellement sur les moyens de communication: le support qui véhiculera le mieux les informations qu'ils désirent transmettre. Le système sophistiquer d'informations de gestion qui se développent, offrent de nombreuses possibilités d'extraire et de véhiculer l'information social. Mais les informations qu'attendent tous les acteurs de la gestion sociale, sont des informations simples, en nombre limité et sélectionnées pour leur pertinence. C'est pourquoi, la DRH joue un rôle important dans la communication d'informations sélectionnées, enrichies dans le fond et transformées dans la forme pour accentuer leur lisibilité.

3. Elaboration des tableaux de bord

La mise en place des tableaux de bord dépasse ainsi la simple juxtaposition d'indicateurs, issus d'une analyse statistique plus ou moins élaborée d'un certain nombre de données concernant la marche de l'organisation. C'est un processus destiné à en modifier profondément le fonctionnement. En conséquence, il s'agit d'un projet d'entreprise qui commence par le top pour ensuite aller toucher tous les niveaux de management.

La méthodologie utilisée dépendra du type de l'organisation. Elle comprendra, dans tous les cas, les phases suivantes: *La conception*; *L'élaboration des indicateurs ; La mise en œuvre*.

Phase 1 : conception des tableaux de bord : Dans cette phase, on s'attelle à définir la stratégie de l'entité. (On voit que la démarche s'inspire largement des concepts du management stratégique).Le résultat sera présenté sous la forme de :

- Une vision pour l'entité
- Une mission
- Des principes directeurs
- Des objectifs stratégiques.

La définition d'une vision stratégique pour uns organisation est une activité importante aussi bien en tant que processus qu'en termes de résultat du processus. En tant que processus, la définition d'une vision et sa communication à l'ensemble des acteurs de l'organisation donne un sens (direction, orientation) à l'action collective. Ce qui constitue aussi bien un préalable qu'une finalité du management. D'autre part, la vision conditionne à travers son contenu, la destinée et l'avenir de l'organisation.

Phase2: élaboration des indicateurs : Dans cette deuxième phase, chaque objectif est associé à un ou plusieurs indicateurs. Les indicateurs sont clairement définis, en donnant notamment :
La méthode et la formule de calcul de l'indicateur - Les données utilisées et leur origine - Le responsable de la confection de l'indicateur - La fréquence de confection - L'objectif associé - La valeur cible de l'objectif - Un objectif doit être associé à au moins un indicateur.

Phase3 : mise en œuvre : Pendant cette phase le processus est répété pour les niveaux inférieurs, tout en veillant à la cohérence, aussi bien pour les objectifs que les indicateurs. La démarche méthodologique est à caractère itératif. Plusieurs allers-retours sont nécessaires entre les différents niveaux hiérarchiques de l'organisation, ainsi qu'entre les déférentes perspectives avant d'atteindre un résultat final. A la fin de cette phase, il y a lieu d'élaborer les présentations chiffrées et/ou graphiques des tableaux de bord (reporting BSC).

4. Le tableau de bord logistique, outil de dialogue et de compétitivité

Au milieu des années 90, dans un travail exploratoire, Tchokogué (1995) propose d'évaluer le lien entre finance et logistique. En effet, la fonction logistique pèse d'un poids non négligeable sur le niveau des coûts d'exploitation. L'élaboration d'un tableau de bord logistique, en tant qu'outil de dialogue, doit mettre en exergue un certain nombre de paramètres et d'indicateurs fondés sur deux contraintes majeures : les besoins du marché et la cohérence d'une maîtrise des flux. En bref, la présentation synoptique d'un tableau de bord logistique a pour point de départ deux objectifs :

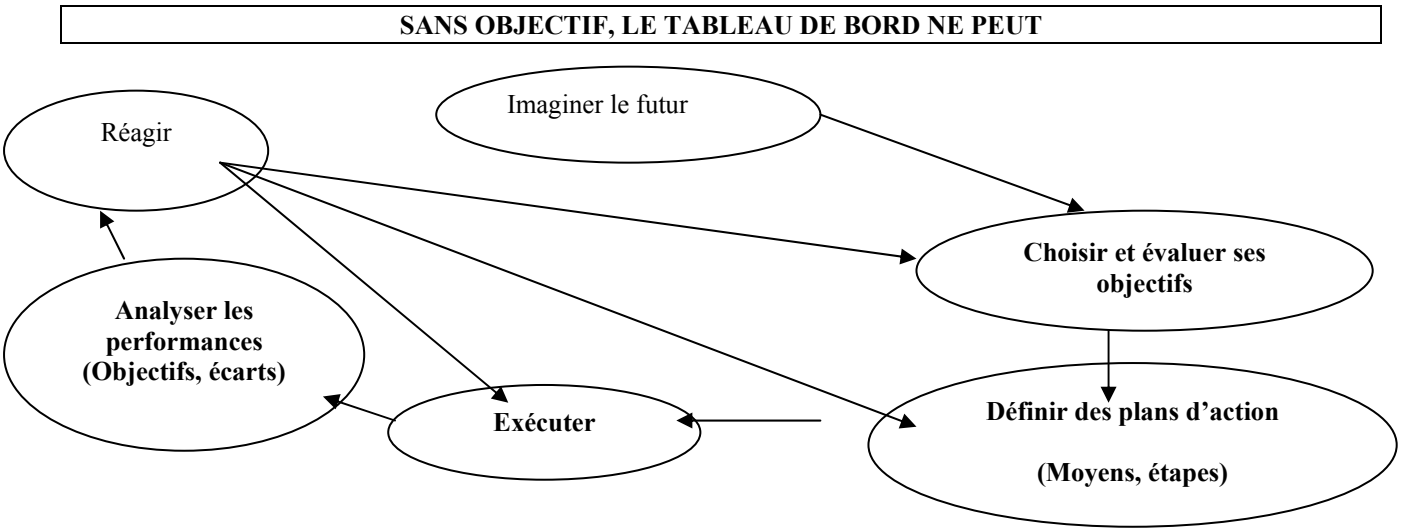
Tout d'abord, il doit souligner à la fois :

1- L'efficacité accrue en termes de cohérence et d'intégration dans les « domaines financiers, économiques et organisationnels » (Tchokogué, 1995, p. 49).
2- La position concurrentielle améliorée et augmentée et, (3) le rendement de l'actif et l'effet de levier sur le bénéfice,

Ensuite, il doit valoriser la répartition entre l'efficacité externe (exemple : amélioration de la qualité, meilleure gestion des temps de livraison) et l'efficience interne (exemple : Diminution des temps de cycle et des coûts d'exploitation). Ce point prend comme base de réflexion les argumentations formulées dans la pyramide des performances de Cross et Lynch (1989).

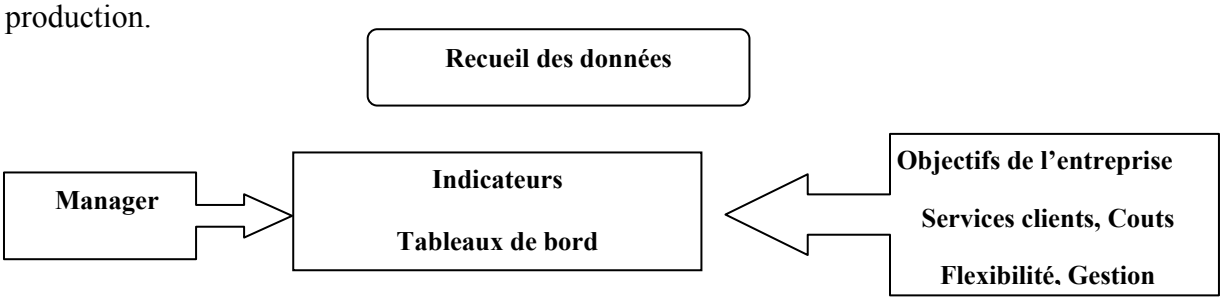
Le tableau de bord permet ainsi de :

	SI ON SAIT	SI ON NE SAIT PAS
SAVOIR	Maîtriser son sujet	Se sentir en situation d'insécurité, de malaise
AGIR	Décider en connaissance de cause	Prendre une décision à l'intuition
VERIFIER	Analyser pour conforter une hypothèse	S'appuyer uniquement sur l'expérience
ORGANISER	Etre réactif et efficace	Improviser
INFORMER	Concrétiser un besoin humain, se mettre en valeur	Courir des risques, être en situation inconfortable
REAGIR	Prévoir, anticiper, sécuriser	Prendre des risques, subir



Quartes finalités guident l'organisation pratique d'un tableau de bord de gestion logistique qui doit permettre:

- D'analyser les tendances d'un phénomène, pour connaître son évolution dans le temps; rotation des stocks, absentéisme, taux de pannes, taux d'occupation, prix d'achats des matières premières, consommation d'électricité.
- D'établir des comparaisons dans l'espace afin de situer par exemple l'ensemble de la production ou celle d'un atelier.
- De mettre en évidence les écarts entre les objectifs et les réalisations correspondantes; programmes mensuels de fabrication et de production réels, budget des dépenses, …
- De détecter des problèmes de coordination entre des sous fonctions d'un système logistique, comme par exemple décalages entre production et distribution, ou entre approvisionnements et production.



Principes de base pour la constitution d'un tableau de bord Logistique :

- Choisir des informations significatives pour les responsables, en fonction de leurs situations: il est préférable de fournir des informations quantitatives à l'encadrement (atelier ou entrepôt) Le chef d'atelier ou le patron de la préparation peuvent jouer sur le nombre d'heures et non pas sur les taux horaires sur lesquels il n'a aucune décision
- Utiliser des données générées par les services spécialisés, par exemple utiliser les informations du service du personnel, celles de la comptabilité analytique et budgétaire ou celle du service commercial.
- Harmoniser les définitions, la périodicité et la présentation des principales informations afin d'établir des comparaisons dans l'espace et de réaliser des compilations plus faciles.
- Permettre la rapidité de présentation et d'exploitation qui suppose une relative simplicité et un travail allégé d'élaboration des données.

- Distinguer les informations permanentes des informations temporaires.

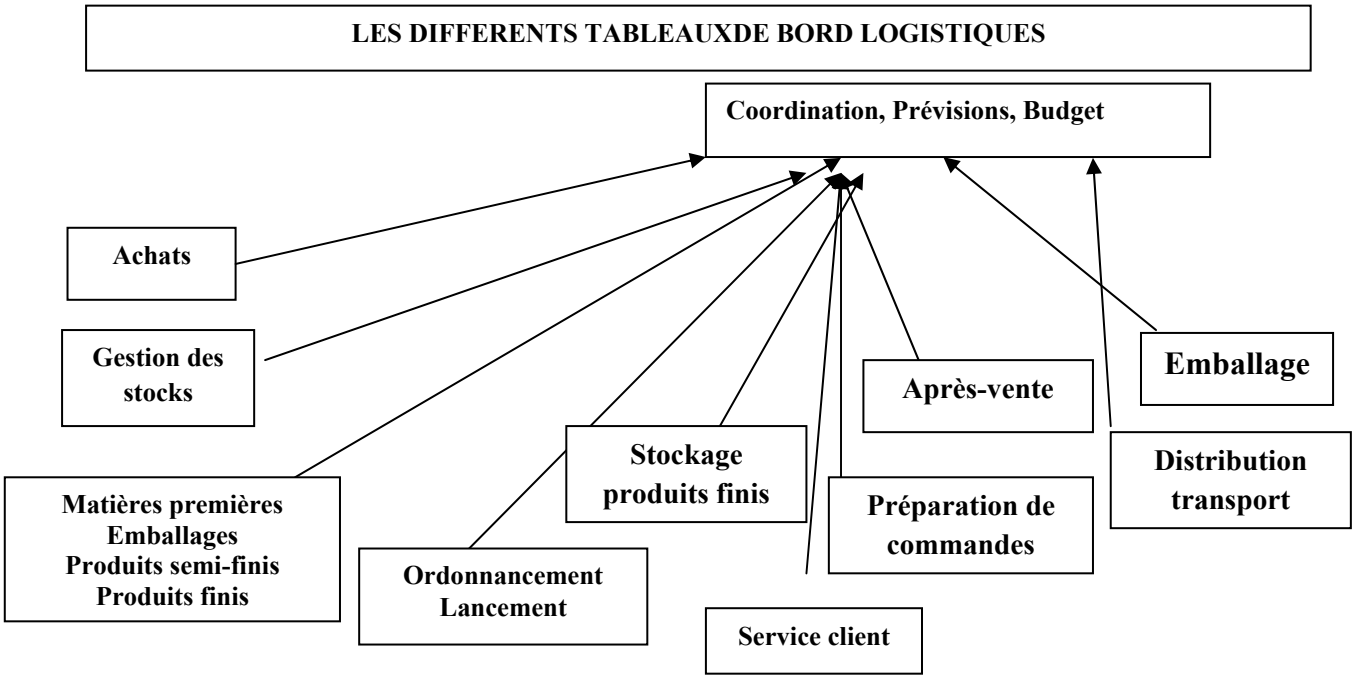


Figure 1. *Présentation synoptique d'un tableau de bord logistique (Tchokogué, 1995)*

	EFFICACITE INTERNE DE L'ENTREPRISE	
Objectifs	Optimiser le cycle d'exploitation	
Variables	Niveau des actifs circulants et rentabilité des investissements	Coûts directs de la circulation physique
Paramètres	- temps d'inactivité des matières et en-cours - niveau des stocks et d'en-cours - temps de changement d'outils	- fractionnement des opérations de manutention - relation entre activités interdépendantes - activités sans valeur
Indicateurs	- niveau des stocks aux différents stades de circulation physique - niveau des stocks de sécurité - niveau de rentabilité des investissements en distribution physique et en production	- coûts de passage dans les usines de transfert et d'entreposage - coûts de passage dans les unités de production et coûts de l'approvisionnement

	EFFICACITE EXTERNE DE L'ENTREPRISE		
Objectifs	Répondre à la demande de la clientèle		
Variables	Satisfaction de la clientèle	Efficacité de la gestion des commande	
Paramètres	- Adaptabilité -Niveau relationnel	- Capacité	- Disponibilité
Indicateurs	- Taux de fidélisation de la clientèle	- délai d'exécution des commandes - régularité et fiabilité des livraisons	- taux de ruptures - taux de conformité des livraisons

Dans une même veine, Cadiou (1995) souligne l'intérêt d'un tableau de bord logistique vu comme outil de compétitivité. Il convient de développer des indicateurs de performance stratégiques et tactiques. Pour cet auteur, un système de tableau de bord logistique suppose deux types de mesure : des indicateurs de qualité pour élargir et fidéliser la clientèle, et des indicateurs de mesure de coûts pour apprécier la rentabilité des capitaux investis. Toutefois, et bien que ces auteurs aient le mérite de réfléchir sur des facteurs attachés à L'environnement externe de l'entreprise, leur apport restent avant tout focalisé sur une logique interne et de gestion de coûts d'exploitation à court terme.

LES INDICATEURS DE PERFORMANCE

Grandes activités du processus	Indicateurs globaux	Indicateurs de non-conformité (NC)
Réception	• Délai entre : la présentation des produits au quai d'expédition et leur disponibilité informatique et physique en stock • Délai de retour de l'information vers le donneur d'ordre concernant : les anomalies de réception- les données opérationnelles • Produits non « affectés » (en attente d'entrée en stock) : combien et depuis quand ?	• % de réception nc dans la présentation • % de réception nc en quantité • % de réception nc en qualité • Non - respect des conditions de réception prévues au cahier des charges.
Stockage	• Délai de mise en stock • Délai de mise à jour du stock disponible • Nombres de palettes dans les allées • Qualité du rangement dans les racks • Qualité du marquage, éclairage, propreté • Nombres de mouvements internes	• % de palettes au mauvais endroit décelées au moment de la préparation • % de références en anomalie lors des inventaires • Non-respect du type de stockage prévu au cahier des charges • Non-respect des conditions de stockage prévues
Préparation des commandes	• Délai de préparation • Aspect des commandes préparées • Qualité des informations portées sur les commandes	• % de références en rupture : dans le stock réserve dans le stock picking • % de commandes non préparées au jour j prévu.
Expédition	- Colis ou palettes restés à quai : combien et depuis quand ? - % d'expédition faites dans un mode différent de celui prévu au contrat - Temps d'attente des camions - % d'enlèvements clients	• % de composition de chargement nc • % de véhicules ayant des chargements nc • % de dévoyés décelés après le départ du camion • % de non-respect du cahier des charges
Livraison	• % de commandes livrées à j, j+1… • % d'incidents connus en cours de transport • % de « perte » au transport.	• % de dévoyés décelés à la livraison • % de livraison nc en quantité et qualité • % non-respect du cahier des charges livraison

5. Conclusion

L'élaboration d'un tableau de bord des coûts logistiques de distribution constitue un élément fort d'une politique efficace de chaque organisation. Car, le logisticien, quel que soit son rôle et son importance, se doit d'avoir une vision globale et précise sur l'entreprise. Cette maîtrise passe par une connaissance des flux d'information, des volumes traités, du niveau de qualité de l'entreprise et des coûts engendrés. De fait, le logisticien se rapproche de plus en plus vers un des rôles du contrôleur de gestion par une connaissance et une utilisation d'outils d'aide à la décision et du management des processus et fait de lui le point focal d'une quadrature « logistique – contrôle de gestion – qualité – systèmes d'information », élément moteur d'une transversalité des fonctions dans et entre les entreprises d'une chaîne d'approvisionnement.

Bibliographie :

[1] Alain Fernandez, «Les nouveaux tableaux de bord des managers », 4ème Editions d'Organisation Eyrolles, 2008.
[2] Alexandre K. Samii, « Stratégie Logistique : Supply Chain Management », Edition Dunod, 2004.
[3] Cadiou, Y. « Quelles sont la place réelle et les limites d'un tableau de bord logistique dans les décisions stratégiques des entreprises ? », Actes des Premières Rencontres Internationales de la Recherche en Logistique, Marseille, 1995, pp. 423-438.
[4] Michel Roux et Tong Liu, «Optimiser votre plate forme logistique», Eyrolle, 2007.
[5] Philippe Vallin, « La logistique : modèles et méthodes de pilotage des flux » . édition economica, 2006.
[6] Shoshanah Cohen et Joseph Roussel, « Avantage Supply chain » Editions d'organisation, 2008.
[7] Tchokogué, A.« Fonction logistique et management financier de l'entreprise », Logistique & Management, 1995, Vol. 3, n° 1, pp. 45-58.

Modeling and simulation of Large-Scale Computing Systems environment

Chaker El Amrani

Département Génie Informatique, Faculté des Sciences et Techniques de Tanger

Université Abdelmalek Essaadi, Route Ziaten, B.P. 416, Tanger, Morocco,

ch.elamrani@fstt.ac.ma

Abstract. Large-Scale Computing systems are used in a wide range of industry and academia fields, such as bioinformatics, economics and engineering, in which applications are computing intensive.

Large-Scale Computing infrastructures comprise huge number of heterogeneous and geographically distributed resources, fabric management and related policies, and various applications with different requirements. Consequently, in this environment, it is very difficult to evaluate and improve the system.

To overcome this limitation, modeling and simulation can enable researchers to evaluate and tune the performance of developed methods and policies in a repeatable and controllable manner, before operational deployment.

Accordingly, modeling and simulation has become a crucial discipline, and many related standard and specific tools have been developed.

In this paper we first introduce two emerging Large-Scale Computing technologies: Grid and Cloud Computing, and compare some modeling and simulation toolkits. We emphasis CloudSim simulator, and create several scenarios involving virtual machines, jobs and scheduling policies. We conclude with the discussion of simulation results.

Keywords: Lare-Scale Computing Systems, Grid Computing, Cloud Computing, CloudSim.

1. Introduction

A large scale computing system is a distributed system with many processing element and many storage devices, connected together by a network. Potentially, this makes a distributed system more powerful than a conventional, centralized one in two ways. First, it can be more reliable, because every function is replicated several times. When one processor fails, another can take over the work. Each file can be stored on several disks, so a disk crash does not destroy any information. Second, a distributed system can do more work in the same amount of time, because many computations can be carried out in parallel [1].

Large scale computing systems such as grid and cloud computing are used by researchers and engineers from academia and industry to process computing and/or data intensive applications.

The management of resources and scheduling of application in large scale computing systems is a complex task. The efficiency of resource brokers and related scheduling algorithms has to be evaluated under different parameters. In large scale computing system, it is very difficult to perform such evaluations in a repeatable manner. To overcome this limitation, the use of discrete-event large scale system simulation tools can be very helpful to foresee system behavior and for simulating application scheduling in various large scale computing system infrastructures.

2. Large scale distributed systems

Large-scale computing systems are composed of computation-intensive application software, a big computational and data storage platform, possibly other system elements like sensors and instrumentation components. This system architecture is a huge distributed and parallel system with thousands of processors distributed over space and executing large applications.

The most known and used large-scale computing infrastructures are Grid Computing and Cloud Computing.

2.1. Grid Computing

Grid computing system is an integration of computing and resources. It offers a number of benefits such as [2]:

- Transparent access to distributed resources.
- Improved efficiency with less processing time.
- Providing multiple resources to solve problems that were unsolvable because of the lack of computing resources.
- Exploiting under-utilized resources that are otherwise wasted.
- Maximum utilization of computing facilities.
- Sharing resources Virtual Organizations that facilitates collaboration across physically dispersed departments and organizations.
- Quality of Service requirements met with Service Level Agreement (SLA) based resource allocation.
- Reduced administration effort as compared to managing multiple standalone computing systems.

EGEE [3] and MaGrid [4] are examples of Grid Computing platforms.

2.2. Cloud Computing

Cloud computing can be defined as “a type of parallel and distributed system consisting of a collection of interconnected and virtualized computers that are dynamically provisioned and presented as one or more unified computing resources based on service-level agreements

established through negotiation between the service provider and consumers" [4]. Some examples of emerging Cloud computing infrastructures are Microsoft Azure , Amazon EC2, Google App Engine, and Aneka, and famous cloud applications are social networking, gaming portals, business applications, content delivery, and scientific workflows.

Cloud computing delivers infrastructure, platform, and software as services, which are made available as subscription-based services in a pay-as-you-go model to consumers. These services are respectively referred to as Infrastructure as a Service (Iaas), Platform as a Service (PaaS), and Software as a Service (SaaS). Applications have different Quality of Service (QoS) requirements depending on time criticality and users' interaction patterns (online/offline).

3. Simulation of Large scale distributed systems

Large-scale computing systems are complex environments, which are made up of numerous grid entities that need to be automatically managed. In order to make coherent and coordinated use of heterogeneous data and storage resources.
Discrete-event simulation is an outstanding means for comparative evaluation and analysis of systems behavior, performance prediction, and identification and analysis of performance problems. As such, simulation is often used in the context of grid computing to assess hypotheses about a system's behavior [5].

Large-scale system simulation models need to capture the characteristics and behavior of the on-line computer devices and the network infrastructure that interconnects them. Based on the needs of a specific case study, more models may need to be added on top of the core components to support data, software, services or any other resource types.

Simulation is often used in the context of grids to study a variety of problems. Common problem domains include job scheduling, and data replication algorithms to achieve better performance and high availability of data. Some known distributed system simulators are: SimGrid, GridSim and CloudSim.

SimGrid, was developed at the University of California at San Diego, it is a C language based toolkit for the simulation of application scheduling. It supports modeling of resources that are time-shared. It is a powerful system that enables task creation in terms of their execution time and resources.

GridSim, was developed by the University of Melbourne. It supports simulation of various types of Grids and application models scheduling. It allows the modeling of different resource characteristics and their failure properties, supports reservation-based for resource allocation, allocates incoming jobs based on space or time-shared mode, has the ability to schedule computeand/or data-intensive jobs, provides clear and well-defined interfaces for implementing different resource allocation algorithms, and is able to simulate a Virtual Organization scenario.

CloudSim enables support for modeling and simulation of virtualized Cloud based data center environments such as management interfaces for Virtual Machines, memory, storage, and bandwidth. CloudSim manages the instantiation and execution of core entities during the simulation period [6]. CloudSim is capable transparently managing a large scale Cloud infrastructure composed of thousands of system components. CloudSim manages application execution and dynamic monitoring, and provisions of hosts to Virtual Machines based on user requests. A Cloud host can be shared among a number of Virtual Machines that execute applications based on user-defined QoS specifications.

A Cloud Computing scenario made of two data centers, two hosts, ten jobs and one Cloud user is represented below. The simulation is performed with CloudSim toolkit, and show scheduling policies based on Time-shared and Space-shared to time, and execution time to processor.

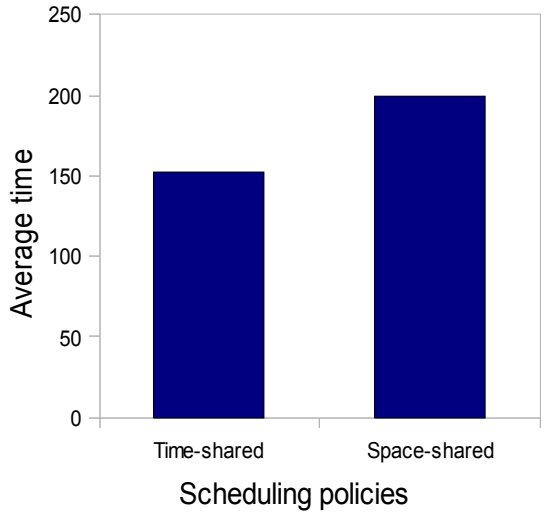


Fig. 1: Scheduling policies to time

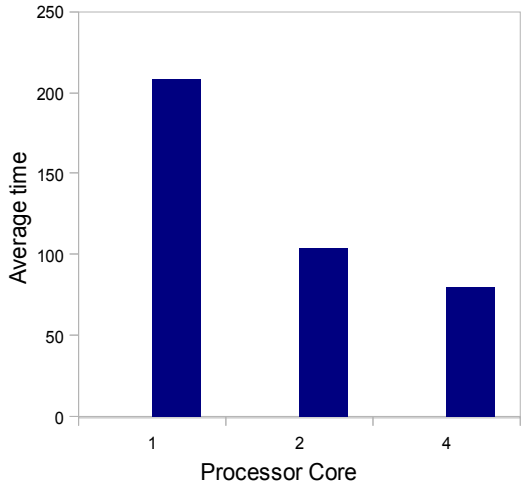


Fig. 2: Time to processor

4. Conclusions

In this paper we have described large scale systems environment, such as Grid and Cloud Computing, and outlined features of some known simulation toolkits: GidSim and CloudSim, that include capabilities for the study of distributed environment components and functionalities like scheduling algorithms, network behavior, duration of data transfers and that of processing requests.

References

[1] G. Coulouris, J. Dollimore and T. Kindberg, Distributes systems concepts and design. Addison Wesley, 2005.

[2] J. Namjoshi, A. Gupte, “Service Oriented Architecture for Cloud based Travel Reservation Software as a Service”, IEEE International Conference on Cloud Computing, 2009, (pp. 147-150).

[3] http://www.eu-egee.org/

[4] http://www.magrid.ma/

[5] R. Buyya, C. S. Yeo, and S. Venugopal, “Marketoriented cloud computing: Vision, hype, and reality for delivering IT services as computing utilities”, Proceedings of the 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, 2008.

[6] V. D. Cunsolo, S. Distefano, A. Puliafito and M. Scarpa, “Volunteer Computing and Desktop Cloud: the Cloud@Home Paradigm”, Eighth IEEE International Symposium on Network Computing and Applications, 2009.

[7] R. Buyya, R. Ranjan and R. Calheiros, "Modeling and Simulation of Scalable Cloud Computing Environments and the CloudSim Toolkit: Challenges and Opportunities", Proceedings of the 7th High Performance Computing and Simulation Conference, Germany, 2009.

Le E-Learning mixte au service de l'apprentissage

Boubker Sbihi [1] and El Kadiri Kamal Eddine [2]

[1] Laboratoire LIROSA, Faculté des Sciences de Tétouan, Bsbihi@hotmail.com

[2] Laboratoire LIROSA, Faculté des Sciences de Tétouan, Elkadiri@uae.ma

Résumé. Le E-Learning 2.0 est un nouveau mode d'apprentissage inspiré du web 2.0 qui est proche d'un réseau social, où les membres d'une communauté de pratique articulée autour d'un domaine d'intérêt interagissent et apprennent ensemble. Ce mode d'enseignement permet de redonner le pouvoir aux utilisateurs et de créer de la dynamique communautaire migrant ainsi du transmissif et des médias principalement unidirectionnel vers un apprentissage collaboratif et communautaire. Ainsi, et contrairement au E-Learning traditionnel, ils auront la possibilité de communiquer avec d'autres apprenants et experts hors des frontières des salles de cours. Cependant, ce mode l'enseignement à distance collaboratif ne manque pas de limites telles que le découragement rapide de certains apprenants du au manque de confiance en soi ou encore l'absence d'autonomie suffisante due à la non expérimentation de ce type d'enseignement. C'est dans ce contexte, qu'on proposera dans cet article une démarche méthodologique qui mixe le transmissif et le collaboratif, centrée sur les enseignants et les apprenants et basée sur la plateforme des outils web 2.0 pour faire de l'enseignement à distance afin d'améliorer la qualité de la formation et de l'apprentissage.

Mots clés: E-Learning mixte, Web 2.0, validation, travail collaboratif.

Abstract. The E-Learning 2.0 is a new mode of learning based on the Web 2.0 which is presented as a social network, where members of a community of practice centered on an area of interest, interacting and learning together. This mode of teaching give users the power and create dynamics community which migrate from transitive media and primarily unidirectional toward a collaborative and communities learning. Contrary to traditional E-Learning, they will be able to communicate with other learners and experts outside the classrooms. However, this mode of collaborative E-learning has many limitations such as the fast discouragement of some learners who lack confidence in them or lack of autonomy due to their non experience on this type of learning. In this context, we propose in this paper a methodological approach that mixes the transitive and collaborative, focused on teachers and learners, and based on the platform of Web 2.0 tools to make E-learning in order to improve the quality of training and learning.

Keywords: Mixed E-Learning, Web 2.0, validation, collaborative work.

1-Introduction

A l'avènement du troisième millénaire, l'évolution technologique a couvert tous les domaines de la vie courante, participant ainsi à la réalisation des tâches quotidiennes pour des fins personnelles et professionnelles. En effet, grâce à cette évolution, les lettres postales se sont converties en e-mails, les livres sont remplacés par les E-book, transformant par conséquent

les bibliothèques en bibliothèques numériques et virtuelles ; le commerce, le vote ou encore l'apprentissage, sont devenus de plus en plus assurés à distance. En tant que réseau mondial, l'internet ne fait pas l'exception du moment qu'il a connu une évolution exemplaire selon deux importants volets contenu et contenant.

Au niveau du contenant, les apports des avancées technologiques sont omniprésents dans toutes les tâches quotidiennes personnelles et professionnelles. Ils ont marqué trois principaux niveaux qui sont le niveau matériel, logiciel et celui de la communication. Au niveau du matériel, les performances s'améliorent constamment ; en plus de la multitude des tailles de tous types, de nouveaux types de matériels mobiles ont vu le jour tels que les GSM, Smartphone, iphone, MP3, MP4,.. Au niveau du logiciel, de nouveaux mouvements open source et libres viennent pour remplacer les logiciels propriétaires, ce qui a donné lieu à des logiciels se multipliant et gagnant du terrain face aux logiciels propriétaires ; il en découle une large utilisation et amélioration du produit en associant les utilisateurs comme des co-développeurs chacun selon sa spécialité. Au niveau de la communication, la vitesse des débits atteint son maximum avec les réseaux à haut débit filaire et sans fil tels que les réseaux longue distance wimax, 3g, 4g ou encore la grande variété des réseaux sans fil locaux tels que Wifi, Bluetooth, Infrarouge,…En plus cette évolution permanente, s'ajoute le facteur des baisses des prix du matériel et des services des communications réseaux avec l'apparition des forfaits à la portée grâce à la concurrence ; il s'en suit l'augmentation de la qualité du service des connexions web sans fil à haut débit n'importe où et n'importe quand, ce qui fait augmenter et améliorer les possibilités d'apprentissage[2].

Au niveau des contenus, l'Internet est devenu une véritable mine d'idées et de ressources pour les spécialistes et les amateurs grâce aux masses importantes de données issues de la collaboration des millions d'utilisateurs dans le contexte du web 2.0, ce qui a bouleversé la place du savoir dans nos sociétés. [14]. En effet, le web collaboratif ou encore web 2.0 proposé par Tim O'Reilly et qui a vu le jour depuis l'année 2005 [10], a été une réelle avancée du web du moment qu'il ne considère plus l'utilisateur comme un simple consommateur de l'information mais plutôt comme producteur potentiel du contenu et donc un acteur vital à l'alimentation du web 2.0 [11]. Le grand changement apporté par le web 2.0 se résume dans le fait que l'utilisateur n'est plus un simple consommateur de l'information mais un producteur potentiel du contenu [3]. Cependant le web 2.0 ne manque pas de limites telles que la surinformation, la mauvaise qualité de l'information, l'information inutile, le faible taux de participation des internautes ainsi que le manque de sécurité et le non respect des droits d'auteurs. Notons bien que les limites du web 2.0 ont été traitées dans nos précédents travaux de recherches concernant le web 2.0 [12]. Par ailleurs, les outils sociaux du web 2.0 permettent de créer, corriger, publier les contenus pédagogiques des formations et par conséquent de faire de l'apprentissage collaboratif informel vu la facilité et la simplicité de leur utilisation ainsi que leur large diffusion. Cette situation a permis de promouvoir un nouveau mode d'enseignement basé essentiellement sur la participation des apprenants favorisant l'utilisation de l'approche collaborative et donnant lieu à une intelligence collective sur le réseau [4]. Cependant le mode l'enseignement à distance collaboratif ne manque pas de limites telles que le découragement rapide de certains apprenants du au manque de confiance

en soi ou encore l'absence d'autonomie suffisante due à la non expérimentation de ce type d'enseignement. C'est dans ce contexte, qu'on proposera le E-Learning mixte qui combine l'approche d'enseignement transmissive et l'approche d'enseignement constructive afin d'améliorer la qualité de la formation et de l'apprentissage. Pour cela, on propose de subdiviser la formation en deux phases, une première phase pilotée par l'enseignant, suivi d'une deuxième phase faite par les apprenants et validée par l'enseignant responsable. Dans le paragraphe suivant, on présentera l'enseignement à distance mixte ; puis, on exposera la première phase de notre méthodologie mixte pilotée par l'enseignant dans un premier temps : tel est le contenu du paragraphe 3 ; on présentera par la suite la deuxième phase de notre méthodologie qui sera pilotée par l'apprenant dans un deuxième temps, dans un ultime paragraphe avant de terminer avec une conclusion où on présentera un ensemble de perspectives.

2-Enseignement à distance mixte

Le E-Learning 2.0 est un nouveau mode d'apprentissage inspiré du web 2.0 qui permet de redonner le pouvoir aux utilisateurs et de créer de la dynamique communautaire horizontale (apprenant- apprenant ou enseignant- enseignant) et verticale (enseignant- apprenant) migrant ainsi du transmissif et des médias principalement unidirectionnels vers un apprentissage collaboratif [1]. L'objectif du E-Learning 2.0 est de maximiser la production de l'apprenant [7]. Pour cela, il le positionne au centre de la formation et se basera sur sa participation pour alimenter et animer les contenus des cours dans un contexte d'enseignement à distance collaboratif [8][9]. Cependant, l'information produite par les apprenants ne peut pas être considérée dans un enseignement à distance sans sa validation de la part de l'enseignant qui pourra, après corrections, lui donner la possibilité de la faire circuler au sein de la classe virtuelle privilégiant ainsi le travail collaboratif [13]. Néanmoins, ce mode l'enseignement à distance ne manque pas de limites telles que le découragement rapide de certains apprenants du au manque de confiance en eux-mêmes ou encore l'absence d'autonomie suffisante due à la non expérimentation de ce type d'enseignement. Différentes études ont, en effet, montré que le taux d'abandon à distance est nettement supérieur à celui des étudiants en présentiel [5] [6].Pour cela, on propose une amélioration du E-Learning constructif 2.0 en le combinant avec l'approche d'enseignement transmissive afin de faire émerger un nouveau modèle d'apprentissage mixte appelé E-Learning 2.1 qui vise à améliorer la qualité de la formation et de l'apprentissage. Dans ce contexte, nous définissons le E-Learning mixte comme étant un nouvel environnement pédagogique d'enseignement à distance qui place l'enseignant et l'apprenant au centre de la formation moyennant les outils et les services sociaux du web 2.0 permettant ainsi de mixer le transmissif et le collaboratif. La figure suivante montre l'origine du E-Learning Mixte qui provient des deux approches d'enseignement transmissive et collaborative et le web:

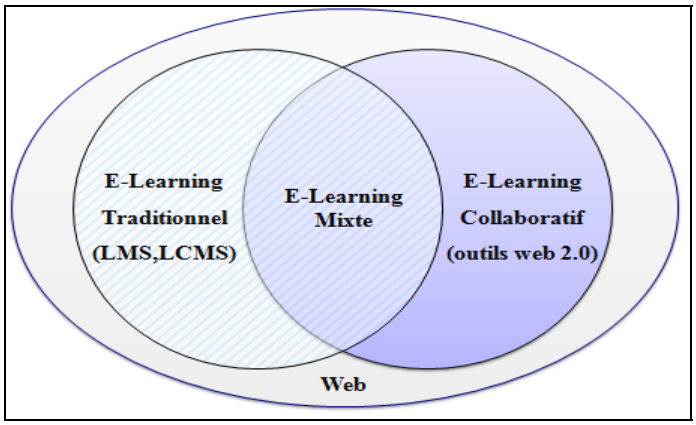


Fig. 1 Origine du E-Learning mixte

On propose de partager le temps de la formation, comme le montre la figure ci-après, en deux phases. Une première phase est basée sur l'enseignent où il produit le contenu et l'apprenant apprend ; dans la deuxième phase, l'apprenant produit et l'enseignant valide :

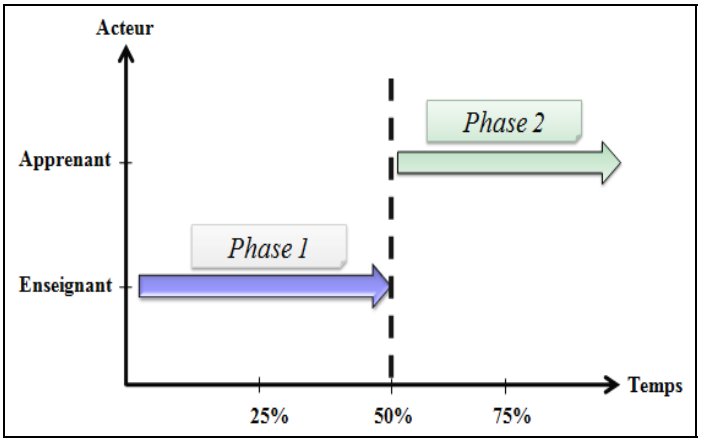


Fig. 2 Répartition du temps de la formation dans l'approche mixte

Dans ce contexte, les contenus de la formation seront créés à moitié par les enseignants responsables pour encadrer et aider les apprenants à tenir le rythme de la formation. Par la suite les apprenants se baseront sur la notion de collaboration utilisant les outils web 2.0 pour réaliser les contenus de la formation. Il se caractérise essentiellement par l'interaction, la collaboration, l'autonomie et le sens de responsabilité. On propose dans ce cadre une démarche méthodologique mixte, qui se caractérise par le fait qu'il s'agit d'une démarche itérative, mixte, transmissive et collaborative, centrée sur les enseignants et les apprenants et basée sur la plateforme des outils web 2.0 pour faire de l'enseignement à distance. Comme dans le contexte de la méthodologie collaborative, on propose de subdiviser les outils du web 2.0 en deux catégories primaires et secondaires :

Les outils primaires : se sont les outils de base de notre démarche méthodologique d'enseignement à distance basée sur les outils du web 2.0 ; ils sont utilisés directement par un acteur.

Les outils secondaires : se sont les outils complémentaires qui proposeront un complément aux outils primaires pour compléter notre démarche méthodologique d'enseignement à distance. Ils peuvent être utilisés avec un ou plusieurs outils primaires. Le tableau suivant regroupe les outils du web 2.0 selon deux types :

Outil primaire	Outil secondaire
Blogues	Tags
Wiki	Flux RSS
Forum	Podcast
Réseau social	Videocast

Tableau 1. Classification des outils du E-learning mixte

Afin de proposer un contenu riche, combinant différents médias, nous proposons une démarche méthodologique composée de deux phases itératives. L'architecture générale de cette méthodologie est illustrée dans la figure suivante :

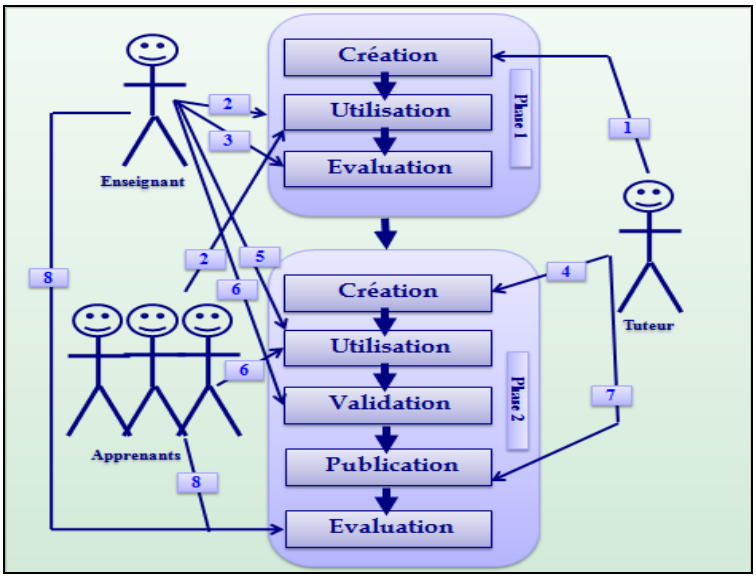


Fig. 3 Architecture générale de la méthodologie supportant l'approche mixte

Dans ce qui suit, on présentera les deux phases de notre méthodologie mixte à savoir la phase un pilotée par l'enseignement suivi de la phase deux pilotée par les apprenants.

3- Déroulement de la première phase pilotée par l'enseignant

Dans ce contexte, les enseignants seront les créateurs des contenus des cours dans un premier temps à travers le blogue de classe donnant ainsi lieu à des discussions et des questions. Les contenus seront majoritairement sous forme de podcast et de videocast. L'enseignant responsable, et à travers le blogue de classe, répondra aux questions. Les apprenants seront avertis par les fils RSS. Les interactions sociales entre les apprenants ainsi que le partage des fichiers au niveau du web seront à la charge des réseaux sociaux. Les autres outils du web 2.0 tels que les tags et le chat seront utilisés comme outils complémentaires dans le but d'améliorer la qualité de la formation. Nous proposons une démarche méthodologique pour la phase 1 qui se compose de trois étapes itératives qui sont la création des outils primaires, leur

utilisation par les enseignants et les apprenants, et enfin la proposition d'une étape d'évaluation des contenus, des connaissances des apprenants, ainsi que le déroulement de la première phase. Les trois étapes de la phase 1 de la méthodologie sont illustrées dans le tableau suivant :

Opération		**Etape 1**	**Etape 2**	**Etape 3**
		Création	**Utilisation**	**Evaluation**
Outils primaires	Blogue	1	oui	oui
	Wiki	0	-	-
	Forum	1	oui	oui
	Réseau social	1	oui	oui

Tableau 2. Les trois étapes de la première phase de la méthodologie

4- Déroulement de la deuxième phase pilotée par l'apprenant

Dans cette phase, les apprenants seront les créateurs des contenus des cours affectés lors d'une séance de regroupement virtuelle moyennant le chat. Ces contenus subiront un suivi pédagogique et un accompagnement des apprenants par l'enseignant responsable à travers le blogue de classe donnant ainsi lieu à une validation finale. Ils seront publiés par la suite sur un wiki de classe administré par le tuteur. Comme la phase 1, les interactions sociales ainsi que le partage des fichiers au niveau du web seront à la charge des réseaux sociaux. Les autres outils du web 2.0 tels que les tags et le chat seront utilisés comme outils complémentaires dans le but d'améliorer la qualité de la formation. Nous proposons une démarche méthodologique pour la phase 2 se composant de cinq étapes itératives qui sont : la **création** d'un wiki, l'utilisation des **outils primaires** par les enseignants et les apprenants, la **validation** du contenu créé collectivement par les apprenants et validé par l'enseignant responsable puis sa **publication** sur un wiki et enfin la proposition d'une étape d'**évaluation** des contenus, des connaissances des apprenants, ainsi que le déroulement de la deuxième phase. L'architecture générale ainsi que les quatre étapes sont illustrées dans le tableau suivant :

Opération		**Etape 1**	**Etape 2**	**Etape 3**	**Etape 4**	**Etape 5**
		Création	**Utilisation**	**Validation**	**Publication**	**Evaluation**
Outil primaire	**Blogue**	0	oui	oui	-	oui
	Wiki	1	-	-	oui	-
	Forum	0	oui	oui	-	-
	Réseau social	0	oui	oui	-	-

Tableau 3. Les cinq étapes de la deuxième phase de la méthodologie

Une telle méthodologie permettra de faire du E-Learning 2.1 en surmontant les limites du E-Learning 2.0 et en garantissant une meilleure interactivité, collaboration, partage ainsi qu'une exploitation optimale de l'intelligence collaborative au sein de la classe virtuelle et ce, à moindre coût.

5- Conclusion

Le but de notre travail de recherche était de proposer une démarche méthodologique qui permet de surmonter les problèmes de découragement rapide de certains apprenants du au

manque de confiance en soi ou encore l'absence d'autonomie suffisante due à la non expérimentation de ce type d'enseignement. Pour cela, on a proposé une démarche méthodologique itérative mixte pour faire de l'enseignement à distance ; celle-ci regroupe les concepts de l'approche transitive et collaborative basée sur la plateforme des outils web 2.0. Elle est centrée sur l'enseignant dans un premier temps puis sur l'apprenant et cela pour surmonter les limites de l'utilisation unique de l'approche collaborative. Elle ne demandera pas beaucoup de ressources du moment que la plateforme des outils du web 2.0 existe déjà et que beaucoup d'outils sont gratuits ; tout juste, suffit-il de donner à chaque acteur le rôle adéquat. Elle permettra également aux non informaticiens de monter leurs propres formations en étant tuteurs sans être accompagnés d'un spécialiste, ce qui permettra une grande ouverture de l'enseignement et de l'apprentissage vers tous les domaines.

6- Bibliographie

[1] : Alexander,B (2006), Bryan Alexander, "Web 2.0: A New Wave of Innovation for Teaching and Learning?" EDUCAUSE Review, vol. 41, no. 2,April 2006,32-44.
[2] : Ally, M. (2004). Using learning theories to design instruction for mobile learning devices. Proceedings of the Mobile Learning 2004 International Conference, Rome.
[3] : Anderruthy,J (2007), Web 2.0 : Révolutions et nouveaux services d'Internet, Editions ENI, 2007.
[4] : Anderson, P. (2007)."What is Web 2.0? ,Ideas, technologies and implications for education". JISC Technology & Standards Watch,, http://www.jisc.ac.uk/media/documents/techwatch/tsw0701b.pdf , [last accessed 08.03.08].
[5] : Carr, S. (2000). As distance education comes of age, the challenge is keeping the students. Chronicle of Higher Education, 46, 23
[6] : Diaz, D. P. (2002). Online Drop Rates Revisited. The Technology Source. http://ts.mivu.org/default.asp?show=article&id=981&action=print , [last accessed 08.03.08].
[7]: Downes,S (2005). "E-learning 2.0, eLearn Magazine",[Online], http://www.elearnmag.org/subpage.cfm?section=articles&article=29-1 , [last accessed 05/01/09].
[8] : Ferraris C., Lejeune A., Vignollet L., David J.P., (2005), "Modélisation de scénarios d'apprentissage collaboratifs pour la classe", EIAH'05, Montpellier, 25-27 mai.
[9] : Koper, R. & Tattersall,C. (2005). (Eds.) "Learning Design: A handbook on modelling and delivering networked education and training". Berlin: Springer-Verlag.
[10] : O'Reilly, T. (2005). "What Is Web 2.0, Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software", O'Reilly Media, Inc. [Online], Available: http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html, [last accessed 06.01.09]
[11] : Musser. J. and O'Reilly.T (2006), Web 2.0 Principles and Best Practices. O'Reilly Media, Inc., 2006.
[12] : Sbihi, B and El kadiri,K,.(2009). "Web 2.2 : Toward classified information on the Web", International Journal of Web Applications, Vol 1, No 2, pp 102- 109.
[13] : Sbihi and El kadiri,K.(2010). " Towards a participatory E-learning 2.0 :A new E-learning focused on learners and validation of the content", International Journal on Computer Science and Engineering, Vol 3, No 1.
[14] : UNESCO , (2005), , "Vers les Sociétés du Savoir". Rapport Mondial, Paris, Editions UNESCO. http://www.unesco.org/fr/worldreport , [last accessed 06.01.09]

Les ontologies pour l'intégration sémantique : Développement d'un modèle ontologique pour le tutorat à distance

AAMMOU Souhaib[1], KHALDI Mohamed[1], EL KADIRI Kamal Eddine[2] and IBRAHIMI Ahmed[1]

[1] Ecole Normale Supéreiure, départemnt d'informatique, UAE, Tétouan-Martil, Maroc,

[2] Faculté des Sciences, départemnt de mathématique et d'informatique, UAE, Tétouan, Maroc,

Abstract. Dans cet article nous présentons la démarche suivie pour réaliser un modèle ontologique pour le tutorat à distance supportant l'interopérabilité.

Keywords: Ontologie, Interopérabilité, Tutorat à distance.

1. Introduction

Le tutorat en ligne s'inscrit dans des activités de formation à distance qui permettent d'assister et d'accompagner les apprenants dans leurs démarches d'apprentissage. Ces activités de tutorat visent à atteindre le développement de l'autonomie de l'apprenant [1].

Un grand nombre de facteurs [2] (motivation, capacité à transposer des expériences d'apprentissage antérieures, maîtrise de l'outil informatique, attitude réflexive par rapport à l'ensemble du dispositif) détermine la réussite de cette fonction. Il devient nécessaire d'accorder une grande réflexion à la mise en œuvre de systèmes permettant d'entretenir la motivation de l'apprenant et d'apporter le soutien nécessaire à son activité d'apprentissage.

Le tutorat s'inscrit ainsi dans une activité d'encadrement de l'apprenant qui se définit comme *« une intervention auprès d'une ou d'un élève ou d'un groupe d'élèves visant le développement personnel et social de l'élève en l'invitant à assumer ses responsabilités relativement à sa propre formation »* [3]. De ce fait le tuteur est appelé à remplir plusieurs fonctions [4] :

- Fonction organisationnelle (planifier les activités, proposer un agenda, questionner les apprenants sur leur organisation du travail, informer, vérifier l'état d'avancement, rappeler les délais…) ;
- Fonction ppédagogique (rappeler les consignes et objectifs, encourager les étudiants a argumenter et a construire leurs savoirs, proposer des pistes de réflexion, éveiller aux concepts critiques, répondre aux questions de contenu, donner une appréciation du travail…) ;
- Fonction socio-motivationnelle (accueillir, «briser la glace », entretenir la motivation, surveiller les débordements…).

Rien d'étonnent si le tuteur est souvent considéré comme un acteur relais dans la relation pédagogique. Parce qu'il médiatise la relation au savoir, le tuteur relais travaille sur la

spécificité du parcours développé par chaque apprenant. Son rôle est de renvoyer l'apprenant à ses propres stratégies, aux remédiations qu'il peut construire lui-même et à la représentation de son apprentissage, dans ce cas le relais est vu comme support de divergence et de rétrospection, dans l'autre cas, le relais est vu comme support de convergence et de prospection si on ramène les spécificités des trajets d'apprenants à un modèle unique de progression.

En formation en ligne, apprenants et tuteurs sont liés par une activité médiatisée à l'aide des outils informatiques afin de couvrir les contraintes liées à la distance. Les interactions se font généralement en mode asynchrone. Dans ce contexte de formation à distance, le tutorat se définit comme la mise en place d'une relation de modélisation construite pour l'apprenant et avec l'apprenant, ce qui crée une réelle problématique en regard aux possibilités d'interaction et de communication des dispositifs médiatisés de nature hétérogènes dans le but de soutenir l'apprenant dans sa démarche d'apprentissage autonome.

2. Problématique

Dans un tel réseau de soins, les données sont réparties sur plusieurs serveurs qu'il importe alors de faire coopérer harmonieusement. 1'objectif est de fournir aux tuteurs la vision d'un système "virtuel" unique et homogène, alors que l'information est distribuée sur des environnements hétérogènes. L'objectif pour les tuteurs est de pouvoir accéder de façon simple et transparente aux informations et connaissances utiles, quelles qu'en soient la localisation ou les modalités de stockage. Cette vision unifiée, au travers d'un poste de travail banalisé jouant le rôle d'assistant intelligent.

Il arrive encore souvent que des données doivent être saisies à nouveau, quand bien même elles sont en fait déjà disponibles. Elles ne sont cependant pas dans la forme souhaitée. Il faudrait entreprendre des reformatages complexes, voire parfois assembler différents jeux de données de type approprié, mais non transparent.

L'objectif de notre travail est de présenter un tel système qui fournit une vision cohérente des données issues de différentes sources. Dans cet article, nous essayons de présenter notre choix basé sur un modèle ontologique comme solution d'intégration de systèmes des concepts.

3. Interopérabilité : Principes généraux et objectifs

L'interopérabilité entre les composants d'un système d'information distribué peut se définir comme la capacité de ces composants à échanger des services et des données [5]. Elle repose sur des conventions adoptées entre les parties communicantes et régissant, entre autres, les protocoles d'échange de messages, la désignation des procédures à activer ou les codes d'erreur retournés. Elle présente une dimension statique (comme, par exemple, la compatibilité des types de données) et une dimension dynamique.

L'objectif de l'interopérabilité sémantique est ainsi d'assurer que les échanges qui s'effectuent entre les composants interconnectés conservent leur sens, c'est à dire que les parties communicantes ont une compréhension commune de la signification des données et des services qu'elles échangent [6]. L'interopérabilité sémantique est une réponse à l'hétérogénéité sémantique des informations traitées par les différentes applications. Elle implique que les

divers utilisateurs partagent des vues cohérentes sur les systèmes de concepts sous-jacents aux diverses applications (figure 1).

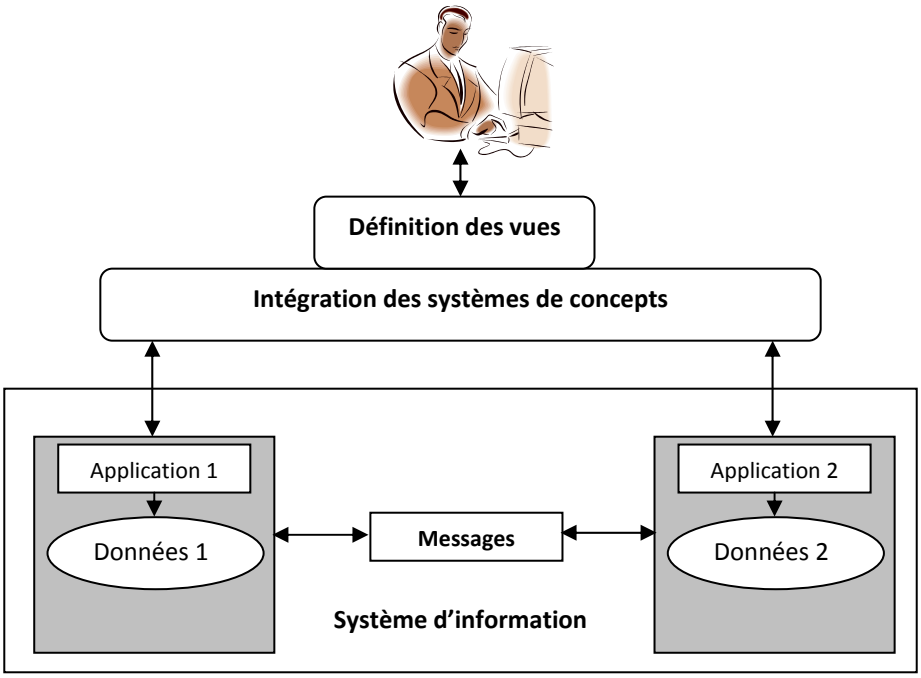


Fig. 1 Les deux niveaux de l'interopérabilité des systèmes d'information : syntaxique et sémantique

Dans notre système l'intégration des systèmes de concepts est réalisée par des ontologies.

4. Ontologie

La notion d'ontologie trouve son origine dans une branche de la philosophie traitant de la science de l'être. Cette discipline philosophique, initiée par Aristote, essaie de définir l'être à travers ce qui le caractérise de façon essentielle. Le terme lui-même apparaît tardivement en 1692, emprunté au latin scientifique ontologia. Ce terme a été introduit en informatique dans les années 70 par McCarthy dans le domaine de l'Intelligence Artificielle [7]. Il a ensuite été repris dans le domaine de la Représentation des Connaissances dans les années 1990.

Nous présentons d'abord quelques définitions usuelles de la notion d'ontologie, puis, nous décrivons les trois caractéristiques que nous avons définies à partir de ces définitions, pour distinguer une ontologie d'un modèle en informatique. Ces caractéristiques engendrent la proposition d'une nouvelle définition de la notion d'ontologie.

4.1. Caractéristiques d'une ontologie de domaine

De notre point de vue, une ontologie est une conceptualisation qui doit présenter les trois caractéristiques suivantes.

Formelle. Une ontologie est une conceptualisation basée sur une sémantique formelle (par exemple dénotationnelle) qui permet d'en vérifier la consistance et/ou de réaliser des raisonnements et déductions à partir de ses concepts et de ses instances. Nous notons que cette caractéristique exclut les approches qui proposent des méta-modèles sans leur associer une sémantique explicite.

Consensuelle. Une ontologie est une conceptualisation acceptée par une communauté qui peut être plus ou moins large. Elle n'est ainsi pas conçue spécifiquement pour un système particulier. Au contraire, elle décrit les concepts d'un domaine d'étude de manière à permettre de satisfaire les besoins techniques et métiers partagés par l'ensemble des membres de la communauté. Ainsi, deux systèmes développés au sein de la même communauté et portant sur le même domaine d'application peuvent être basés sur la même ontologie. L'ontologie fournit alors une interface d'accès commune à ces deux systèmes, indépendante de leurs implantations particulières, qui permet de réaliser certains traitements automatiques comme l'échange d'information entre ces deux systèmes ou l'intégration de ces deux systèmes. Précisons que la communauté dans laquelle une ontologie est consensuelle doit être plus large que celle impliquée dans le développement d'un système particulier.

Référençable. Chaque concept d'une ontologie est associé à un identifiant permettant de le référencer à partir de n'importe quel environnement, indépendamment de l'ontologie dans laquelle il a été défini. Nous notons que cette caractéristique est très originale et exclut, en particulier, tous les formats d'échange de données tels que la norme STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) [11], où les éléments représentés ne peuvent être référencés qu'à partir de la structure d'échange spécifiée.

5. Démarche de réalisation :

Après avoir expliqué ce qui est une ontologie informatique, en tente dans cette partie de présenter l'aspect pratique de notre travail, il est à noter que le système est en cours de finalisation, il s'agit là de présenter seulement son prototype.

5.1. Développer une ontologie

Dans le contexte de l'informatique, deux types d'ontologies sont fréquemment distingués. Les ontologies de haut niveau fournissent des définitions pour des concepts généraux tels que les notions de processus, d'objet ou d'événement afin de servir de fondement pour des ontologies plus spécifiques dites de domaine [16 ; 17]. Ces ontologies de domaine sont liées à un univers du discours particulier. Elles décrivent et représentent la connaissance existant dans le domaine correspondant à cet univers. Dans ce travail, nous nous sommes focalisés sur les ontologies de domaine qui permettent de décrire la sémantique des objets d'un domaine d'étude. Dans ce sens, le mot ontologie sera utilisé pour désigner une ontologie de domaine, ce qui n'exclut pas que cette ontologie de domaine soit elle-même fondée sur une ontologie de haut niveau.

Les ontologies de domaine représentent la sémantique des concepts d'un domaine en termes de classes et de propriétés. Une classe, aussi appelée concept, regroupe et abstrait les objets du domaine présentant des caractéristiques communes. En termes pratiques, développer une ontologie inclut :

- définir les classes dans l'ontologie ;
- arranger les classes en une hiérarchie taxinomique (sous-classe – super-classe) ;

- définir les attributs et décrire les valeurs autorisées pour ces attributs ;
- renseigner les valeurs pour les attributs des instances.

On conclut que pour définir des ontologies, un modèle d'ontologies est nécessaire. Un modèle d'ontologies est un formalisme permettant de représenter des ontologies. Généralement représenté sous la forme d'un modèle orienté-objet, il est composé d'un ensemble d'entités et d'attributs permettant de décrire les éléments d'une ontologie tels que ses classes et ses propriétés.

5.2. Construire une ontologie

Pour construire notre système, il fallait définir le modèle d'ontologie du tutorat, pour ce faire on conçoit le modèle sous le logiciel Protégé 4.0.1. Protégé est un logiciel gratuit, open source, qui permet de construire une ontologie pour un domaine donné et d'acquérir des données sous forme d'instances de cette ontologie. Les ontologies construites peuvent être exportées dans une variété de formats, y compris RDF (*Resource Description Framework*), OWL (Web Ontology Language), et XML Schema.

Voici notre proposition (figure 2) du modèle ontologique adapté à la modélisation des activités du tutorat :

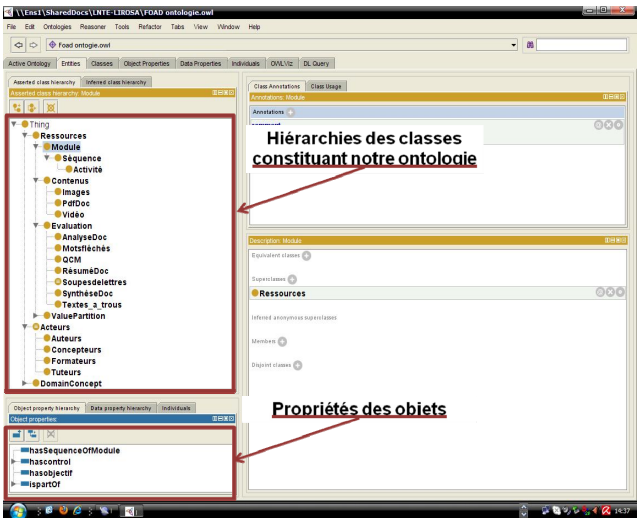


Fig. 2 Modèle ontologique du tutorat implémenté sous protégé

6. Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté l'approche développée pour faciliter la perception des activités par le tuteur. Elle consiste à proposer au sein d'une formation des ressources auxquelles le tuteur accède par des ontologies, qui intègrent non seulement des concepts et des relations liées à une application donnée, mais aussi des éléments d'ordre pédagogique. Cette approche concerne ainsi non seulement les domaines de l'ingénierie des connaissances et du Web sémantique, mais également ceux de l'ingénierie pédagogique et des EIAH.

Références

[1] Deschênes A-J. 2001. L'encadrement-programme aux études supérieures en formation à distance à la TéléUniversité. Revue de l'Education à Distance 16(2), http://www.cade-aced.ca/fr_pub.php
[2] Glikman V. 1999. Formations à distance : au nom de l'usager. Revue DistanceS 3(2):101-107.
[3] Legendre R. 1993. Dictionnaire actuel de l'éducation. Ed. Guérin Montréal, 2ème édition.
[4] Decamps, S., De Lièvre, B., Depover C., Les tuteurs tels qu'ils se définissent dans l'exercice de leurs fonctions. IIIème colloque Euro Méditerranéen et Africain d'Approfondissement sur la Formation à Distance (CEMAFORAD), 2006, Sousse, Tunis.
[5] Wegner P. Interoperability. ACM Computing Survey 1996; 28 (1): 285-7.
[6] Heiler S. Semantic interoperability. ACM Computing Survey 1995; 27 (2): 271-3.
[7] Psyché, V., Mendes, O., and Bourdeau, J. (2003). Apport de l'ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance. Revue Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF), 10.
[8] Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 5(2):199–220.
[9] Borst,W. N. (1997). Construction of Engineering Ontologies. PhD thesis, University of Twente, Enschede.
[10] Guarino, N. (1998). Formal Ontology and Information Systems. In Guarino, N., editor, Proceedings of the 1st International Conference on Formal Ontologies in Information Systems (FOIS'98), pages 3–15. IOS Press.
[11] ISO10303 (1994). Initial release of international standard(is) 10303. Technical report is 10303, International Standards Organization.
[12] ISO13584-42 (1998). Industrial automation systems and integration – Parts library – Part 42: Description methodology: Methodology for structuring parts families. Technical report, International Standards Organization, Genève.
[13] Estival, D., Nowak, C., and Zschorn, A. (2004). Towards Ontology-based Natural Language Processing. In RDF/RDFS and OWL in Language Technology: 4th Workshop on NLP and XML (NLPXML-2004), ACL 2004.
[14] Tetlow, P., Pan, J., Oberle, D., Wallace, E., Uschold, M., and Kendall, E. (2005). Ontology Driven Architectures and Potential Uses of the Semantic Web in Systems and Software Engineering. World Wide Web Consortium. http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/SE/ODA/.
[15] Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O. (2001). The Semantic Web. Scientific American, 284(5):34–43.
[16] Niles, I. and Pease, A. (2001). Towards a standard upper ontology. In Proceedings of the 2nd International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS'01), pages 2–9.
[17] Gangemi, A., Guarino, N., Masolo, C., and Oltramari, A. (2003). Sweete- ning WORDNET with DOLCE. AI Magazine, 24(3):13–24.

TEMÁTICA TIC-LOGÍSTICA:
SEGUNDA SESION DEL VIERNES

Conception et réalisation d'une antenne imprimée multistandards

M.Ben Ahmed[1], M.Bouhorma[1] , F.Elouaai[2] , A.Mamouni[3] and A.A.Boudhir[1]

[1] Equipe de Recherche en informatique et télécommunication ERIT FSTT BP 416 Tanger.

[2]Laboratoire de Biotechnologie et Pathologie FSTT

[3]DHS/IEMN UMR CNRS 8520 B.P 69 Villeneuve d'Ascq cedex France

Abstract. This paper describes the design, fabrication, and measurement of a novel microstrip patch antenna; This antenna has been developed to be used in multi-standard cellular phones. The antenna design was performed using Ansoft High Frequency Simulator Software (HFSS). A prototype of this antenna was fabricated, measurement results were obtained showing fairly good agreement with the simulation providing validation of the design procedure.

Keywords: microstrip antenna; multi-standard.

1. Introduction

L'objectif de ce travail est d'aboutir à des antennes multibandes supportant plusieurs standards de communication sans fil avec des tailles miniaturisées. En général, les antennes patch multi-fréquence sont archivées dans la littérature sous forme de deux catégories, à savoir les antennes multi résonateur et des antennes ayant des charges réactives.

Dans le premier type, la multi-résonance est obtenue par le biais de multiples éléments rayonnants, chaque résonateur soutien le rayonnement à sa résonance.

Les antennes patch à base de charges réactif sont constituées d'un élément rayonnant unique dans lequel la multi résonance est obtenue en reliant des stubs au bord du patch.

Dans la présente communication, nous présentons une nouvelle structure des antennes planaires conçue pour utilisation dans les nouvelles générations des téléphones mobiles ayant des faibles tailles et supportant à la fois plusieurs standards de communication : GSM, UMTS, WiFi, Bluetooth…etc.

2. Géométrie

La géométrie de l'antenne est présentée sur les figures ci-dessus. Les dimensions sont détaillées sur le tableau suivant :

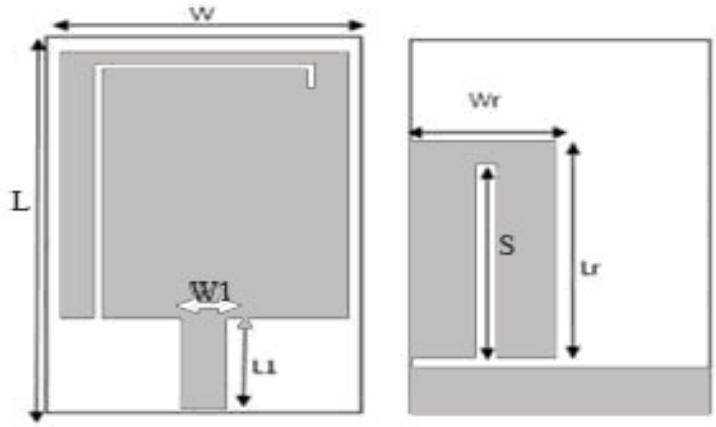


Fig. 1: Conception de l'antenne

Parameter	*Value*	*Parameter*	*Value*
L	25mm	W	18mm
L1	8mm	W1	3mm
L3	3mm	Wr	10mm
Lr	20mm	S	16mm

Tab 1: - les Dimensions de l'antenne

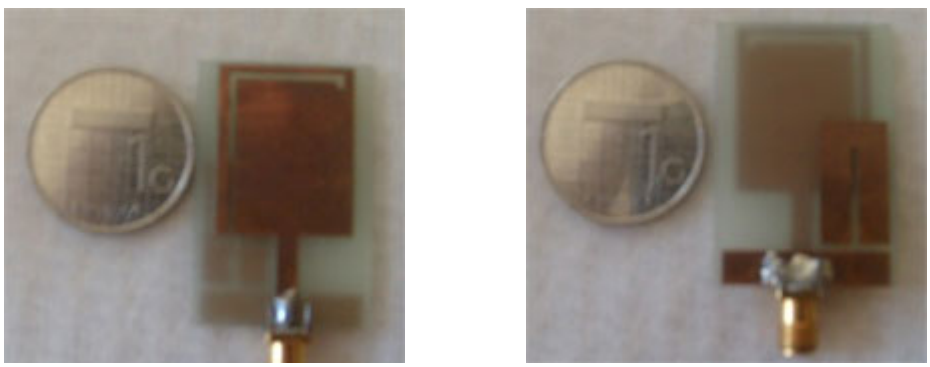


Fig. 2 Prototype de l'antenne (Face et bottom)

3. Résultats

3.1. Adaptation

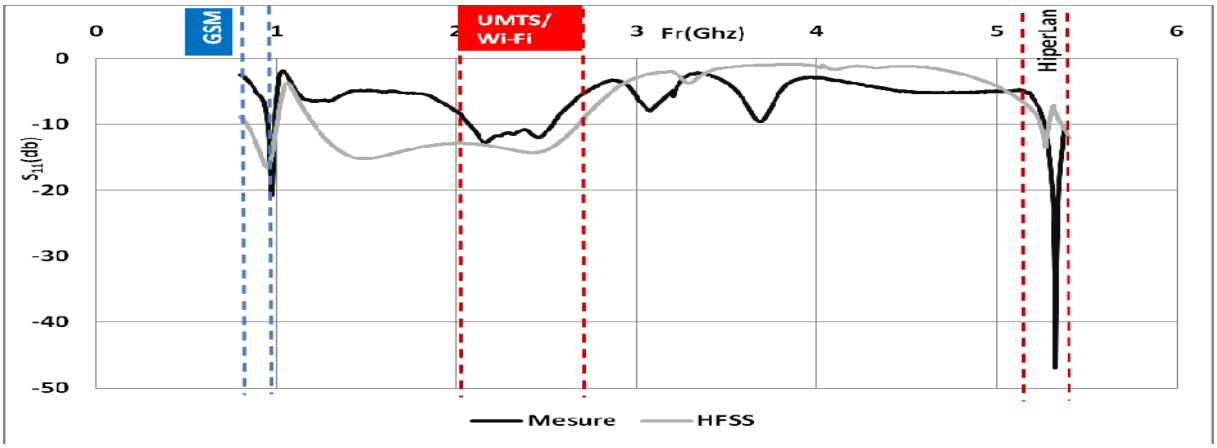


Fig. 3: Comparaison du coefficient de réflexion (Mesure # Simulation)

Ce diagramme présente la comparaison de la variation du coefficient de réflexion de notre antenne simulé avec celle prototypée. On peut bien observer que notre antenne présente une très bonne résonance dans la bande de GSM, UMTS, Wifi, Bloutheth, ZigBee, Wimax et un peu de perturbation dans la bande HiperLan. Aussi on peut remarquer un bon accord entre les résultats simulés et ceux mesurés sur tous les bandes sauf dans la bande de 5Ghz qui est dû à la sensibilisation des mesures dans les bandes supérieurs et aussi pour le type du substrat commercial, n'est pas tout à fait conforme coté permittivité à celui modélisé en HFSS.

3.2. Bande passante

Le tableau suivant présent la bande de notre antenne sur les différentes bandes de fréquences des standards de communication :

Frequency Band	*Bandwidth (MHz)*	*Percentage Bandwidth*
860-980	120	12.24
2100-2860	760	77.55
5100-5300	200	20.40

Tab 2 : La bande de notre antenne

D'après les résultats figurant dans ce tableau, on peut bien affirmer que notre antenne présente une très bonne bande passante dans les fréquences au voisinage de 2Ghz.

3.3. Diagramme de Rayonnement

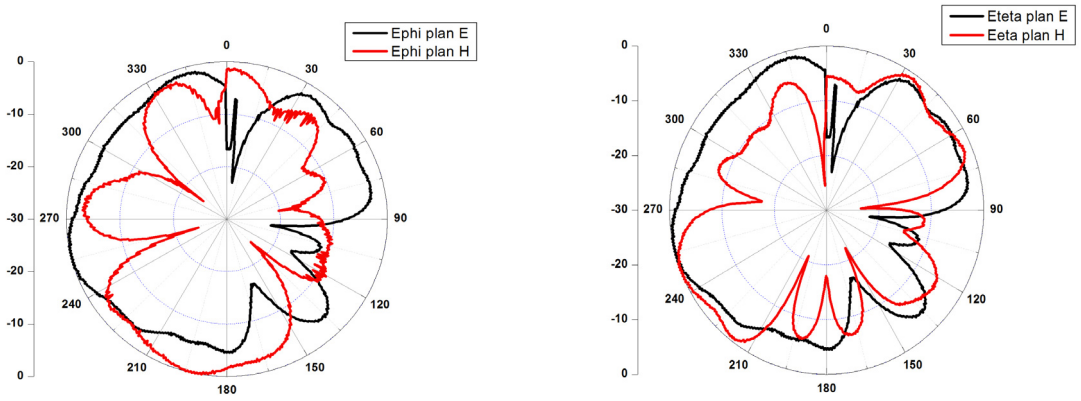


Fig. 4: Diagramme de rayonnement de l'antenne à la fréquence F=0.92 Ghz

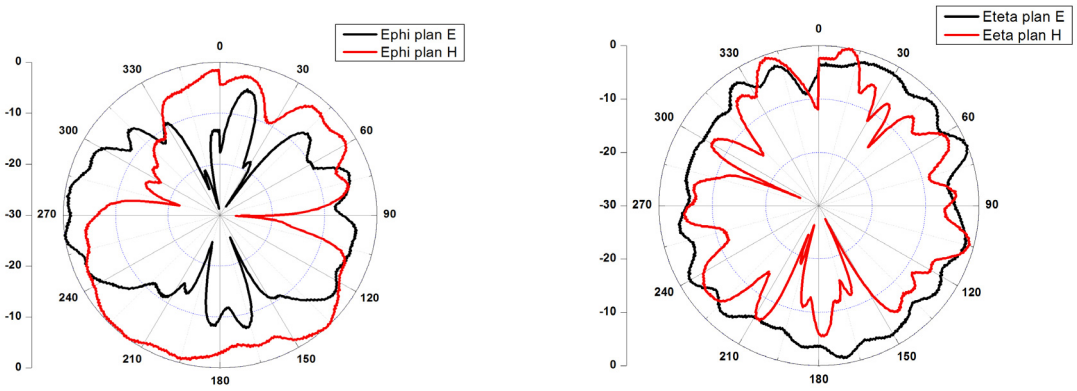


Fig. 5: Diagramme de rayonnement de l'antenne à la fréquence F=2.2 Ghz

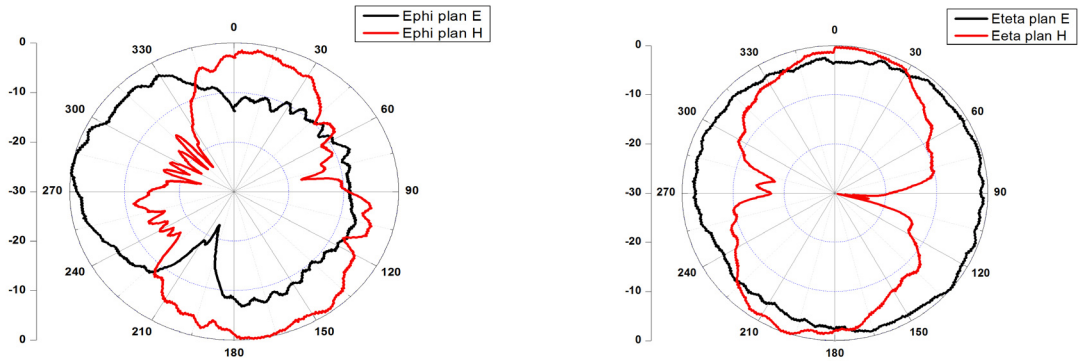


Fig. 6 : Diagramme de rayonnement de l'antenne à la fréquence F=5.1 Ghz

Après avoir présenté le diagramme de rayonnement de notre antenne, on obtient donc les valeurs présenté dans le tableau suivant :

Frequency	***920Mhz***	***2.2Ghz***	***5.1Ghz***
Gain(dBi)	2.7	2.2	1.7

Tab 3: Gain obtenu sur les bandes de fréquences GSM, Wi-Fi et HiperLan

D'après les résultats présentés sur le tableau 6.4, on peut dire que notre antenne présente un bon gain sur les bandes de fréquences GSM et Wi-Fi par contre un gain moyen dans la bande HiperLan.

4. Conclusion

Une antenne multistandard est étudié, conçue et réalisé est présentée pour des applications sans fil courantes. L'antenne a relativement des petites dimensions et une raisonnable bande passante et gain.

Une bonne concordance entre les résultats expérimentaux et théoriques fournis par le logiciel HFSS a été observée. La structure peut donc être utilisée dans les nouvelles générations de téléphonie mobile.

5. Références

[1] GAHA, H. ; CHOUBANI, F. ; DAVID, J. ; BOUALLEGUE, A. : Conception des antennes imprimées multi-bandes, *La 3ème Conférence Internationale, JTEA ' 2004*, Tunisie- 20-21-22- Mai 2004.

[2] Jorge Brissos, Cust6dio Peixeiro Compact Triple-Band Microstrip Patch Antenna Element forCellular and WLAN Systems. The 1 4th IEEE 2003 International Symposium on Persona1,lndoor and Mobile Radio Communication Proceedings.

[3] P. SALONEN, M. KESKILAMMI AND M. KIVIKOSKI, "New slot configurations for dual-band planar inverted-F antenna", *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 28 , n°5, March 2001, pp. 293-298.

Vérification d'une classe de propriétés de réponse sur les systèmes à base de composants

Adnan SOURI [1], Outman EL HICHAMI [2] and Mohammed AL ACHHAB [2]

[1] Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles d'ingénieurs - Tanger, Maroc, adnan.souri@gmail.com

[2] Laboratoire Informatique, Statistique et Qualité, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah - Fès, Maroc, {elhichami.outman,alachhab}@gmail.com

Abstract. In this paper, we are interested in verifying temporal properties of component based systems. We present a technique to cope with state explosion problem induced by the complexity of the system. The aim is to define a class of properties which can be verified only on a part of system and we can conclude the satisfaction on the global system.

Keywords: Modular Verification, Model-Checking, Component-based system.

1. Introduction.

Notre travail s'articule autour de la modélisation et la vérification de systèmes réactifs critiques. Ces systèmes sont ceux qui mettent en jeu des vies humaines et/ou de grosses sommes d'argent tels que les logiciels appliqués dans le domaine de la télécommunication, des moyens de transports, des centrales nucléaires, de la médecine…

Assurer le bon fonctionnement de tels systèmes est devenu une phase indispensable lors du développement de ces applications. Plusieurs méthodes de validation ont été développées pour vérifier les comportements d'un système, les plus utilisées sont :

Le test : il consiste à l'exécution d'un système, pour vérifier s'il réagit de la façon prévue par ses concepteurs. Cette méthode n'est pas exhaustive.

La démonstration (ou *le prouveur*) : elle utilise des systèmes de preuve logiques pour déduire le bon fonctionnement d'un système [1].

Le *Model-Checking* : Il s'agit de vérifier algorithmiquement si le modèle du système satisfait les exigences du cahier des charges. C'est une méthode exhaustive, où l'analyse tient à vérifier que toute exécution du système vérifie une propriété exprimée dans un langage de spécification (par exemple, la logique temporelle linéaire) [2].

Dans cet article, nous nous intéressons à la vérification par *Model-Checking* des systèmes à base de composants. Le choix de ce type de systèmes est motivé par le fait que la plupart des systèmes utilisés dans le domaine industriel sont formés de composants pour décrire le comportement du système. Chaque composant doit à la fois contenir les informations nécessaires pour son utilisation dans un contexte donné et être suffisamment riche pour exprimer des mécanismes d'assemblage entre composants. Ces composants peuvent être réutilisables plusieurs fois et s'exécutent de façon séquentielle ou parallèle.

La démarche pour vérifier les systèmes à base de composants par le *Model-Checking*, consiste à la construction du modèle global, à partir des composants de système, la spécification de propriétés de système en utilisant une logique temporelle par exemple et l'application des algorithmes de vérification sur ce modèle [3, 4]. Souvent, la taille de systèmes et de propriétés à vérifier engendre l'explosion combinatoire de nombre d'états.

Pour remédier à ce problème, nous proposons, dans cet article, d'utiliser la vérification modulaire. Elle consiste à la vérification d'une propriété sur des parties de système. Pour cela, le choix des propriétés à vérifier est un point très important parce que ce n'est pas toujours vrai que si une propriété φ est satisfaite sur tous les composants alors elle est satisfaite également sur le modèle global du système [5].

La contribution de ce papier est de définir une classe de propriétés, dites propriétés de réponse, vérifiables modulairement. Ces propriétés ne seront vérifiées que sur une partie de système, définie à partir de la propriété à vérifier, et de déduire la satisfaction de ces propriétés sur le système global. Intuitivement, ces propriétés sont de type $pa \Rightarrow \varphi$, où *pa* est une proposition atomique désignant un état d'un composant du système et φ une propriété qui spécifie le comportement du système à atteindre. Plus concrètement, si le système se trouve dans une situation *pa*, va-t-il satisfaire, dans la future, la propriété φ ?

L'idée est donc de parcourir le modèle du système afin de définir les composants *c* où apparaissent les propositions atomiques *pa*. Une fois le parcours terminé, nous cherchons les composants candidats c_i à partir de φ. Nous construisons ainsi notre sous système à partir des composants *c* et c_i. L'algorithme de vérification ne s'applique que sur le sous-système construit.

La suite de cet article est organisée comme suit. Nous présentons dans la section 2 un rappel sur la modélisation par composants, nous donnons la définition d'un composant ainsi celle du système à base de composants. Dans la section 3, nous exposons la notion de vérification modulaire que nous utilisons dans notre principe présenté dans la section 4. Ensuite, dans la section 5 nous présentons d'autres travaux relatifs. Enfin, nous concluons dans la section 6 tout en précisant nos futures perspectives.

2. Modélisation par composants.

Nous utilisons le terme composant pour désigner toute entité matérielle et/ou logicielle dont le fonctionnement peut être modélisé par une succession d'actions. Tâches, processus, threads, fonctions ou blocs de code peuvent être considérés comme des composants.

Du point de vue modélisation, un composant est perçu comme une boîte qui abstrait un comportement et est doté de points d'entrée et de sortie explicites (ses interfaces) qui lui permettent de communiquer avec d'autres composants de son environnement.

2.1. Composant.

Dans ce papier un composant, noté : $C = \langle S, P, T \rangle$, est constitué d'un ensemble d'états $S = \{s_1, s_2, ..., s_k\}$ étiquetés par des propositions atomiques, d'un ensemble de ports $P = \{p_1, p_2, ..., p_n\}$ et d'un ensemble de transitions $T \subseteq S \times P \times S$.

La figure 1 présente un exemple de composant C composé de deux états s_1 et s_2 et deux ports p_1 et p_2.

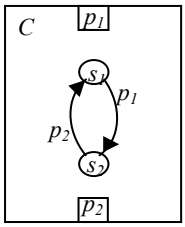


Fig. 1 Un composant C

Étant donné que C est dans l'état s_1 et il reçoit, sur son port p_1, une requête d'un autre composant, alors C passe à l'état s_2, état cible de la transition étiquetée par p_1. Il envoie ensuite via son port p_2, un acquittement pour le composant en communication et exécute la transition étiquetée par p_2 qui lui ramène à l'état s_1.

2.2. Interaction entre composants

Soient $C_1, C_2, \ldots, C_n$ des composants, où $C_i = \langle S_i, P_i, T_i \rangle$. Une interaction a entre les composants d'un système est un ensemble de ports, c'est-à-dire un sous ensemble de $\bigcup_{i=1}^{n} p_i$, tel que $\forall i = 1,2,..,n. |a \cap P_i| \leq 1$.

Dans la figure 2, les deux composants $C_1 = \langle S_1, P_1, T_1 \rangle$ et $C_2 = \langle S_2, P_2, T_2 \rangle$ sont interconnectés entre eux par une seule interaction $\{p_1, p_2\}$ via leurs ports p_1 et p_2 respectivement.

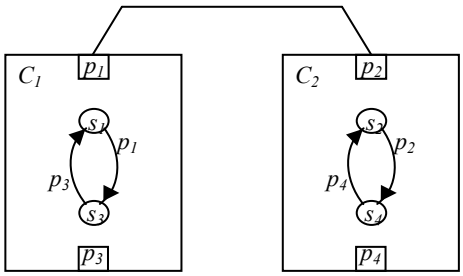


Fig. 2 Interaction entre deux composants

2.3. L'assemblage des composants

Un système à base de composants, noté $Sys = \langle C, \gamma \rangle$, est défini par un ensemble de composants $C = \bigcup_{i=1}^{n} C_i$ où C_i est un composant, et γ est l'ensemble d'interactions qui assurent les liens entre les composants du système.

L'exemple de la figure 3 présente un modèle simplifié d'un système client-serveur. Ce système est constitué de trois composants $C = \{C_0, C_1, C_2,\}$ modélisant : un serveur et deux clients. Chaque client envoie une requête r_i au serveur et en attend un acquittement a_i pour chaque requête, où $0 \leq i \leq 2$. La requête sera archivée par la transition interne p_1 qui n'apparaît pas dans γ puisque ce n'est pas une interaction entre les composants.

L'ensemble d'interactions γ de ce système est défini par : $\{r_0, r_1\}, \{r_0, r_2\}, \{a_0, a_1\}, \{a_0, a_1\}$.

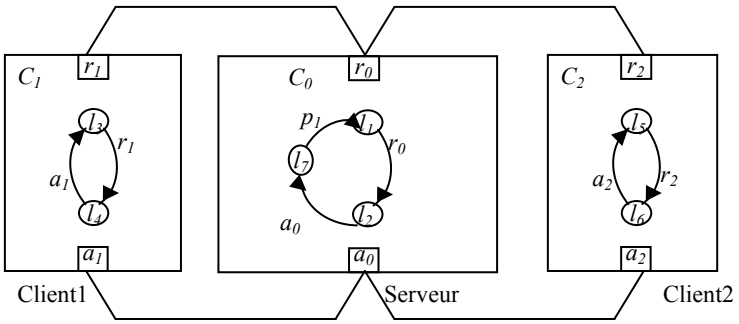


Fig. 3 Exemple modélisant un système Client-Serveur

3. Vérification de composants

Une fois le système à base de composants est modélisé suivant la technique présentée dans la section 2, nous passons alors à l'étape de vérification.

3.1. Vérification modulaire

Pour vérifier un système à base de composants, plusieurs approches existent, parmi lesquelles nous citons la vérification par aplatissement présentée dans [3, 4, 6] et la vérification par raffinement présentée dans [7]. Ces méthodes de vérification se heurtent souvent aux problèmes de la complexité du *Model Checking* et celui de l'explosion combinatoire en nombre d'états.

Pour faire face à ce problème, nous proposons la méthode de vérification modulaire. Cette méthode consiste à découper le modèle du système en un ensemble de modules (composants) et de vérifier si une propriété est satisfaite sur chaque module pour déduire la satisfaction de cette propriété sur le modèle globale de système.

La vérification de chaque module se fait d'une manière séparée et indépendante. Il s'agit donc de se limiter à la vérification du module au lieu de vérifier le modèle global ce qui réduit considérablement la complexité du *Model-Checking*.

Or, cette méthode présente des limites parce que ce n'est pas toujours vrai qu'une propriété φ satisfaite sur tous les composants est aussi satisfaite sur le modèle global du système [5].

Notre idée se résume comme suit : si une propriété φ est vérifiée pour un ensemble de composants (modules), déterminé selon notre méthode de découpage du système, alors elle est satisfaite sur le système globale :

$$\varphi \text{ est vraie sur le sous-système} \Rightarrow \varphi \text{ est vraie globalement} \quad (1)$$

3.2. Classe de propriétés de réponse

Dans ce papier nous proposons la vérification d'une classe de propriétés exprimées en logique *LTL* [2] sur des modèles de systèmes à base de composants.

3.2.1. Logique Temporelle Linéaire

La logique temporelle linéaire (*LTL*) [2] est l'une des logiques temporelles utilisée pour spécifier les propriétés de systèmes. Cette logique permet d'exprimer l'ordonnancement d'états d'un système. La notion de temps est implicite, elle est exprimée en terme d'exécutions du système (succession d'états).

La *LTL* utilise les connecteurs du calcul des propositions $(\neg,\vee,\Rightarrow,...)$. Elle utilise également les opérateurs temporels du futur $(\mathrm{O},\Diamond,U,...)$. Leur signification est la suivante : soient p et q deux propositions atomiques. $\mathrm{O}p$: p est vraie à l'état suivant. $\Diamond p$: p sera inévitablement vraie dans le futur. pUq : p est vraie dans tous les états du futur jusqu'à un état où q est vraie.

Une formule *LTL* est définie inductivement par la grammaire suivante :

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathrm{O}\varphi \mid \varphi U \varphi \qquad (2)$$

Une fois la propriété définie, la vérification peut se faire en utilisant le *Model-Checking LTL*. Il s'agit de construire, à partir de la formule φ , un automate de *Büchi* modélisant la négation de cette formule. Ensuite, construire un automate à vérifier *Av* à partir du produit synchronisé de l'automate de *Büchi* et de l'automate modélisant le système. Enfin, la satisfaction de la propriété sera déduite sur l'automate *Av*.

3.2.2. Classe de propriétés de réponse

Dans cette section nous définissons une classe de propriétés, dites propriétés de réponse, vérifiables modulairement. L'objectif est de ne vérifier ces propriétés que sur des composants concernés et de déduire la satisfaction sur le système global sans avoir besoin de vérifier tout le système. Ces propriétés sont de type $pa \Rightarrow \varphi$, où *pa* est une proposition atomique désignant un état d'un composant du système et φ une propriété qui spécifie le comportement du système à atteindre.

Nous nous sommes basés sur [5] pour définir la grammaire des propriétés φ, voir (3). La preuve que les propriétés, exprimées avec cette grammaire, sont vérifiables modulairement est donnée dans [8].

$$\varphi ::= pa \mid Opa \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \qquad (3)$$

Dans l'exemple de la figure 3, le serveur, étant dans son état l_1*(Attente)*, reçoit une requête d'un client et passe ensuite à son état l_2*(Envoi)* pour lui envoyer un acquittement. On représente ce comportement du système en logique *LTL* par la propriété de réponse : $Attente \Rightarrow \mathrm{O}\,Envoi$.

3.3. Algorithme de vérification modulaire de $pa \Rightarrow \varphi$

La première étape est de parcourir les composants du système afin de repérer les états s_i qui satisfont *pa*, une fois le parcours terminé, nous cherchons les composants candidats C_j à partir

de φ, notre sous-système est défini par $Sys = \langle C, \gamma \rangle$, où $C = \bigcup_{i=1}^{p} C_i \cup \bigcup_{j=1}^{k} C_j$ tels que $\forall i, s_i \in C_i$, $\forall j, C_j$ *satisfait* φ, $pa \in s_i$ et γ est l'ensemble d'interactions entre les composants de C_i et C_j.

Nous appliquons ensuite l'algorithme de *Model-Checking LTL* [9] sur le sous-système construit pour vérifier la satisfaction de la propriété $pa \Rightarrow \varphi$.

Si notre propriété est satisfaite sur le sous-système, alors on déduit que le modèle global satisfait la propriété. Sinon, nous reconstruisons notre sous-système de façon incrémentale en ajoutant à notre sous-système les composants directement liés aux composants C par des interactions, s'il existe au moins une interaction avec au moins un composant C_i. Nous appliquons ensuite l'algorithme de *Model-Checking LTL*.

4. Conclusion et Perspectives.

Ce document présente une méthode de vérification d'une classe de propriétés de réponse pour les systèmes modélisés à base de composants. La démarche consiste à parcourir de modèle du système pour repérer les composants concernés par la propriété à vérifier et déduire la satisfaction de cette propriété sur tout le système.

A court terme, nous envisageons de tester cette approche sur les systèmes de grandes tailles, d'élargir la classe de propriétés vérifiable modulairement. A moyen terme nous visons particulièrement l'application de cette technique de vérification sur les systèmes temps réel à base de composants [10, 11] où la complexité des algorithmes de model-checking est très élevée pour la plupart des logiques temporelles temporisées.

Références.

[1] C.A.R Hoare, An Axiomatic Basis for Computer Programming, Communications of the ACM, 1969.

[2] Z.Manna et A.Pnueli, The temporal logic of reactive and concurrent systems, Springer-Verlag New York, Inc., New York, NY, USA, 1992.

[3] E.Mikk, Y.Lakhnech et M.Siegel, Hierarchical Automata as Model for Statecharts, In ASIAN '97 : Proceedings of the Third Asian Computing Science Conference on Advances in Computing Science, London, UK, Springer-Verlag. 1997.

[4] R.Alur et M.Yannakakis, Model Checking of Hierarchical State Machines, Sixth ACM Symposium on the Foundations of Software Engineering, 1998.

[5] P.A.Masson, Vérification par Model-Checking Modulaire de Propriétés Dynamiques PLTL exprimées dans le cadre de Spécifications B événementielles, Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté, UFR des Sciences et Techniques, Besançon, 2001.

[6] G.Behrmann et K.G.Larsen. R.Andersen. H.Hulgaard et J.L-Nielsen. Verification of Hierarchical State/Event Systems using Reusability and Compositionality, In Proceedings of TACAS'99, Amsterdam, The Netherlands. LNCS 1579. Springer Verlag, 1999.

[7] M. Al Achhab. Vérification des systèmes hiérarchiques et préservation des propriétés linéaires par raffinement, Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté, LIFC, Besançon, 2006.

[8] O.Elhichami et A.Souri, "Contribution à la vérification modulaire de systèmes hiérarchiques par Model Checking", Mémoire de Master, Faculté des Sciences de Tétouan, 2009.

[9] P.Schnoebelen et al., Vérification de logiciels : Techniques et outils du model-checking. Vuibert, Paris (1999).

[10] S.Bensalem, M.Bozga, T.H.Nguyen et J.Sifakis, "Compositional Verification for Component-based Systems and Application", ATVA, 2008.

[11] A.Basu, M.Bozga et J.Sifakis, Modeling Heterogeneous Real-time Components in BIP, 4th IEEE International Conference on Software Engineering and Formal Methods (SEFM06), Invited talk, Pune, 2006.

Conception d'une antenne planaire a metamateriaux pour lecteurs rfid

Michel Audrey Abaga Abessolo, Noura Aknin, Ahmed El Moussaoui

Laboratoire systèmes d'informations et de télécommunications (LaSIT) Faculté des sciences,

Université Abdelmalek Essaadi Tétouan,Maroc,

michelabaga1@yahoo.fr; aknin@uae.ma, elmoussaoui@uae.ma

Abstrat: *In this work,* w*e present an antenna for RFID technology. The antenna consists of a spiral split ring resonator which works in all RFID frequency bands (868 MHz, 915 MHz, 953 MHz, 953 MHz and 2,45 GHz). The antenna has an omnidirectional radiation, small, low cost and easy to manufacture.*

Keywords: *Antenna, RFID, spiral split ring resonator.*

Résumé: Nous présentons, dans ce travail, une antenne pour la technologie RFID. L'antenne est constituée d'un résonateur à anneaux fendus de type spiral. Elle fonctionne dans toutes les bande RFID avec des dimensions de l'ordre de 0.14λ. L'antenne a un rayonnement omnidirectionnel, facile à réaliser et de petite taille.

Mots clés: *Antenne, RFID, résonateur de type spiral*

1. Introduction:

Durant ces dernières décennies, les technologies de l'information et des télécommunications connaissent un développement sans précédent, et parmi elles, on trouve la technologie RFID ou identification par fréquence radio (RFID : Radio Frequency Identification). C'est une technologie d'identification automatique utilisée depuis plusieurs années et son usage est le plus souvent axé dans des applications telles que la traçabilité, le contrôle d'accès, la logistique ou la contrefaçon [1]. Aussi, plusieurs autres applications sont en cours de développement comme les objets intelligents et communicants, implants sous-cutanés etc…

L'extension de la technologie RFID a toujours été ralentie par les coûts de fabrication en premier lieu mais aussi par certains problèmes techniques (interférences, détections…). Ainsi, avec une vision aussi claire des différentes applications qui peuvent être développées à base de cette technologie, l'intérêt croissant de la communauté scientifique de résoudre ces problèmes semble être plus qu'une évidence.

De ce fait plusieurs techniques sont utilisées dont certaines sont présentées dans les références [2-3], mais aussi une des techniques récemment utilisées est l'application des

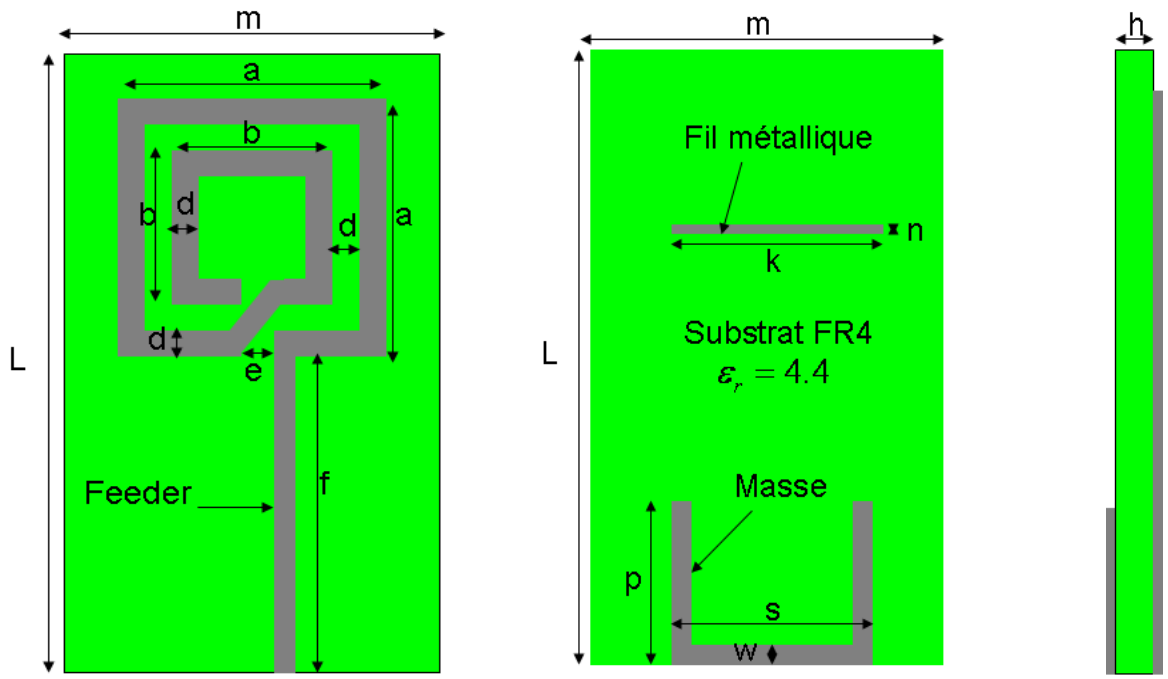
métamatériaux [4-7]. En effet, les métamatériaux sont des structures qui permettent, à partir de leurs propriétés physiques telles que la présence d'une permittivité et d'une perméabilité simultanément négatives entraînant un indice de réfraction négatif, de miniaturiser des composants comme les antennes et les filtres et aussi augmenter les paramètres comme le gain, la directivité ou la sélectivité.

De ce fait, ce papier présente la conception d'une antenne passive triple bandes planaire pour lecteurs embarqués RFID dans les bandes UHF et micro-ondes. L'antenne couvre toute les bandes UHF pour la technologie RFID 868MHz (EU), 915MHz (USA) et 953MHz (Japon) et aussi la bande des micro-ondes (2.45GHz). L'étude a été menée à l'aide des logiciels de simulation CST microwaves studio et le logiciel HFSS d'ansoft. Le prototype a déjà été réalisé au sein du laboratoire LaSIT.

2- Etude de l'antenne :

2.1- Présentation de la structure

L'antenne proposée est composée d'un substrat FR4 avec une permittivité égale à 4.4, de dimensions 36x50x1.5mm et d'un résonateur à anneaux fendus de type spiral (SRR) alimenté par une ligne de type microstrip.



(a) (b) (c)

Figure1: Antenne proposée. (a) face supérieure, (b) face inférieure et (c) vue de profil

L=50mm ; m=36mm ; a=26.5mm ; b=18.5mm ; f=23mm ; d=2mm ; e=1.4mm ; h=1.5mm ; k=20mm ; n=1mm, p=15mm; s=15mm; w=2mm

Sur la face inférieure de l'antenne on trouve une masse en 'U' et une ligne métallique mince symétrique au résonateur à anneaux fendus. L'antenne est excitée par un guide d'onde à travers un feeder microstrip. Toutes les dimensions sont exprimées en millimètre.

2.2-Résultats de simulation et discussions :

L'étude de l'antenne présentée dans ce travail est réalisée par simulation. Nous utilisons principalement le CST microwaves studio (Computer Simulation Technology). La comparaison des résultats obtenus est faite à l'aide du logiciel HFSS (High-Frequency Structure simulator).

Selon la figure 2, nous observons trois bandes de fonctionnement à savoir [0.83-1.12 GHz] ,[1.35-1.88 GHz] et [2.21-2.97 GHz]. Ainsi notre antenne couvre les bandes de fonctionnent de la technologie RFID dont 868MHz (EU), 915MHz (USA) et 953MHz (Japon). Dans la zone UHF les dimensions de l'antenne sont de l'ordre de 0.14λ tandis que dans la bande micro-onde le rapport est de 0.4λ .

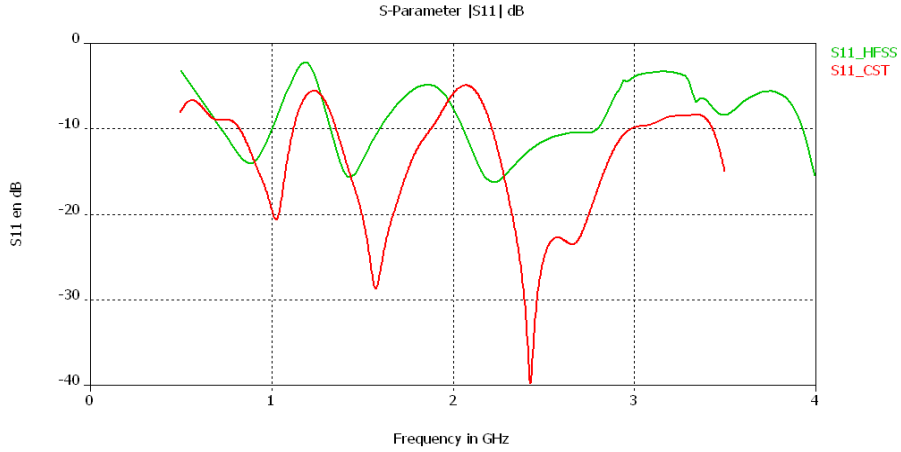


Figure2 : Variation de S_{11} en fonction de la fréquence.

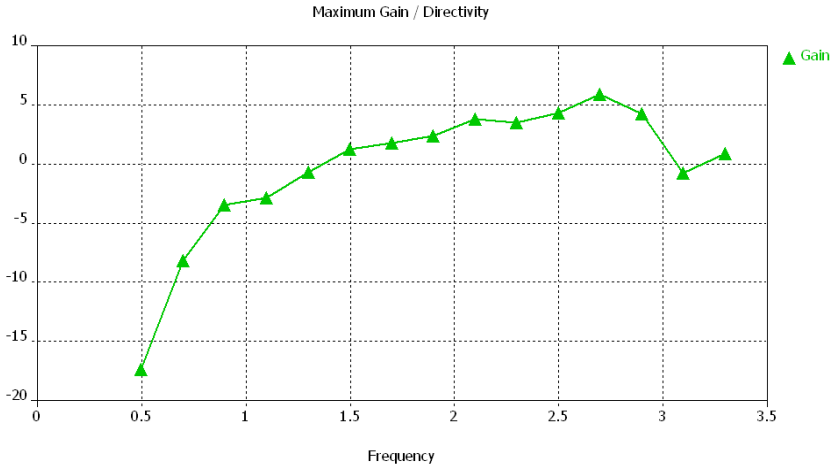


Figure3: Variation du gain en fonction de la fréquence.

La figure3 présente la variation du gain de l'antenne en fonction de la fréquence. Nous constatons que le gain est de mauvaise qualité dans la bande UHF tandis que celui-ci est de l'ordre de 4.5dB dans la bande micro-onde.

La figure 4 présente le VSWR de l'antenne. Nous avons un taux d'onde stationnaire satisfaisant qui est inférieur à 2 dans les bandes de fonctionnement.

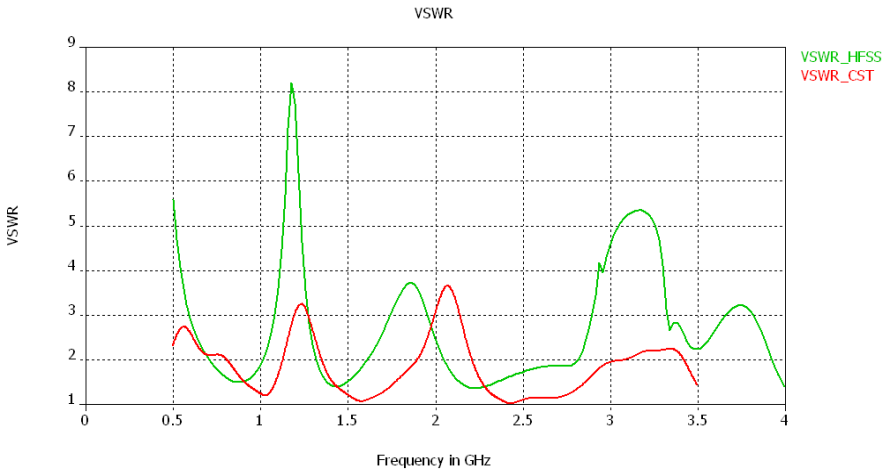
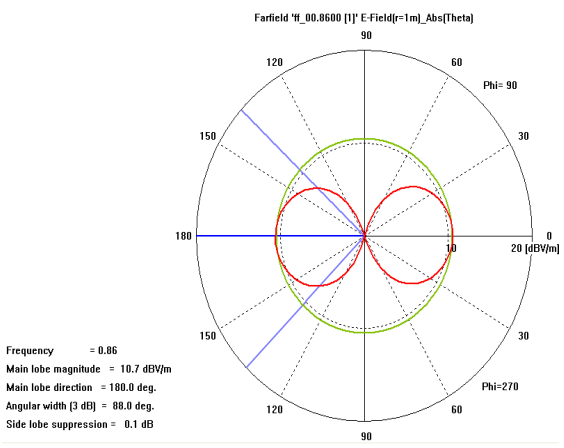


Figure 4 : Variation du VSWR en fonction de la fréquence.

Nous présentons par la suite les diagrammes de rayonnement de l'antenne dans la bande UHF en choisissant 868MHz et dans la bonde micro-onde avec 2.45GHz. Les diagrammes représentent le champ électrique sur les plan E et H en co-polarisation pour une distance de 1m.

- **Diagramme de rayonnement à 868 MHz en co-polarisation.**

PlanE



Plan H

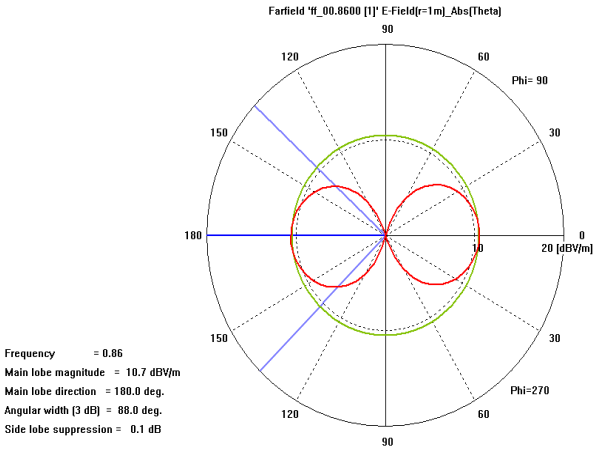


Figure 5 : Diagramme de rayonnement pour f= 868 MHz

➢ **Diagramme de rayonnement à 2.45 GHz en co-polarisation.**

Plan E **Plan H**

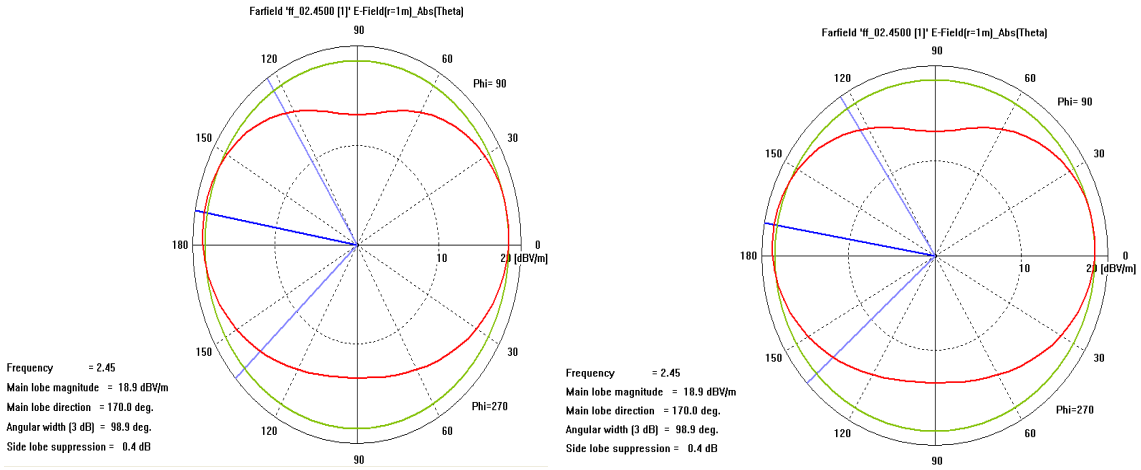


Figure 6 : Diagramme de rayonnement pour f = 2.45 GHz .

2.2. Effet du fil métallique :

Pour améliorer les performances de l'antenne, nous avons rajouté un fil métallique sur la face inferieure de l'antenne. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 1. Nous constatons que dans le cas de la bande micro-onde une augmentation du gain de l'antenne et de l'efficacité de rayonnement avec une diminution du taux d'onde stationnaire.

	Gain (dB)	**VSWR**	**Rayonnement efficace**
Antenne sans fil métallique	3.02	1.4	0.49
Antenne avec fil métallique	4.2	1	0.55

Tableau1

La faible valeur globale de l'efficacité de rayonnement s'explique par l'augmentation des pertes du FR4 pour les fréquences élevées.

3. Conclusion:

L'antenne présentée dans ce papier a l'avantage de recouvrir simultanément toutes les bandes de fonctionnement RFID, facile à fabriquer et aussi de petite taille.

Bibliographie:

[1] Nicolas Seriot, Yverdon-les-Bains, "Les systèmes d'identification radio (RFID), fonctionnement, applications et dangers", cours, 2005

[2] T. Deleruyelle, P. Pannier, E. Bergeret, S. Bourdel, "Dual Band UHF and Microwave RFID Antenna", Proceedings of the 38th European Microwave Conference, Amsterdam, The Netherlands (1763-1766), October 2008

[3] Kin Seong Leong, Mun Leng Ng, and Peter H. Cole, "Miniaturization of Dual Frequency RFID Antenna with High Frequency Ratio", 1-4244-0878-4/07, IEEE, 2007

[4]R. Siragura, P. Lemaître-Auger, L. Guilloton, T.P. Vuong, S. Tedjini , "Antennes méta-matériaux pour la traçabilité par RFID RFID Metamaterial Antenna for tractability ", Journées scientifiques du CNFRS Nanosciences et radioélectricité,Paris, mars 2007

[5] Eduardo Ugarte-Muñoz, Francisco Javier Herraiz-Martinez, Vicente Gonzalez-Posadas, Daniel Segovia-Vargas, "Patch Antenna Based on Metamaterials for a RFID Transponder", Radioengineering, VOL. 17, NO. 2, June 2008

[6] Javier Dacuña, Rafael Pous AIDA Centre, "Miniaturized UHF tags based on metamaterials geometries", Building Radio frequency IDentification for the Global Environment, 2007

[7] Francisco Javier Herraiz-Martinez, Daniel Segovia-Vargas, "Self-Diplexed Patch Antennas Based on Metamaterials for Active RFID Systems", IEEE transactions on microwave theory and techniques, vol. 57 (2), n° 5 (155 p.), 2009

L'optimisation des réseaux sans fils à l'aide de « Smart Antennas »

Rida El MESSARI Abdellatif MEDOURI

Equipe de Modélisation et Théorie de l'Information (EMTI)

Faculté Polydisciplinaire , Université Abdelmalek Esaâdi –Tétouan.

rida__mes@hotmail.com amedouri@uae.ma

Abstract. Recently, the wireless communications are evolved in very fast manner in the direction to improve the performance and to increase the capacity of the wireless network systems. However, the limitation of the radio spectrum imposed by the security constraints causes its saturation. That it fixes and impairs the coverage area of the antennas. Indeed, the rate received by the user, which often is lower than that of the wire network, decreases as it moves away from the source. Particularly, in the case of indoor communications (the domestic network wifi for example), the users are immobile and encircled, from where most of the radiated power is lost since it is directed towards useless directions. On the other hand, the use of the adaptive antennas, like the intelligent antennas (Smart Antennas), makes it possible to have a diagram of radiation adapted to each situation. In the literature, this type of antennas is used to eliminate the possible interferences by forcing the radiation pattern to be null in the directions of the unwanted signals.

Keywords: Smart Antennas,wifi .

1. Introduction :

La limitation du spectre radio fréquence et le grand nombre d'utilisateurs, ainsi que les contraintes sécuritaires font l'objet de plusieurs recherches pour l'amélioration des performances des communications sans fil.
Un autre défit dans les communications sans fils, se présente dans le cas des applications indoor. En particulier, résoudre le problème de trajets multiples [1] et l'optimisation de la zone de couverture.
En revanche, l'utilisation des Antennes Intelligentes (Smart Antennas) est une nouvelle approche pour orienter les lobes principaux de leurs diagrammes de rayonnements vers des directions utiles et de les mettre à zéro vers les directions d'interférences.
Dans cette communication, on s'intéressera aux possibilités de l'optimisation des communications sans fils basés sur les antennes intelligentes (smart Antennas). Contrairement aux solutions proposées dans la bibliographie, qui consistent à l'annulation des diagrammes de rayonnement dans les directions d'interférences, on proposera une nouvelle approche basée sur l'augmentation de la directivité dans les directions d'intérêts.
Après une étude détaillée du principe des antennes intelligentes, on présentera une description de l'approche proposée et on terminera par des conclusions et des perspectives.

2. Le système d'antenne intelligente :

Un système d'antenne intelligente est constitué d'un groupement d'antennes (Array Antennas), contenant au moins deux éléments, connecté à un système d'émetteurs-récepteurs de signaux via un bloque DSP (Digital Signal Processing) de pondération. Ainsi tous signal reçu ou émis par l'antenne est multiplié par un poids fixé par le bloque DSP. Un système intelligent de traitement de signal est directement connecté à ce bloque DSP ayant pour mission d'adapter les poids pour obtenir le diagramme de rayonnement désiré [2]. La grande différence entre un système d'antennes adaptatives et un système d'antennes intelligentes est que dans ce dernier, l'adaptation se fait d'une manière automatique sans aucune intervention externe et selon les critères définies préalablement. Ceci nécessite donc le développement et l'implémentation des méthodes de traitement de signal capable d'analyser, et d'extraire des informations des signaux émis et/ou reçus et ensuite calculer les nouveaux poids à appliquer aux différentes antennes élémentaires constituant le groupement afin de garder toujours le diagramme de rayonnement désiré. Toutes ces étapes doivent être réalisées d'une manière instantanée et automatique chaque fois que nécessaire [3,4].

3. Modèle de données :

Afin d'éclaircir le fonctionnement du système d'une manière simple, on supposera que l'antenne joue la fonction de récepteur, sachant bien que d'après le théorème de réciprocité [5,6], son fonctionnement sera complètement identique dans le cas où elle sera un émetteur.

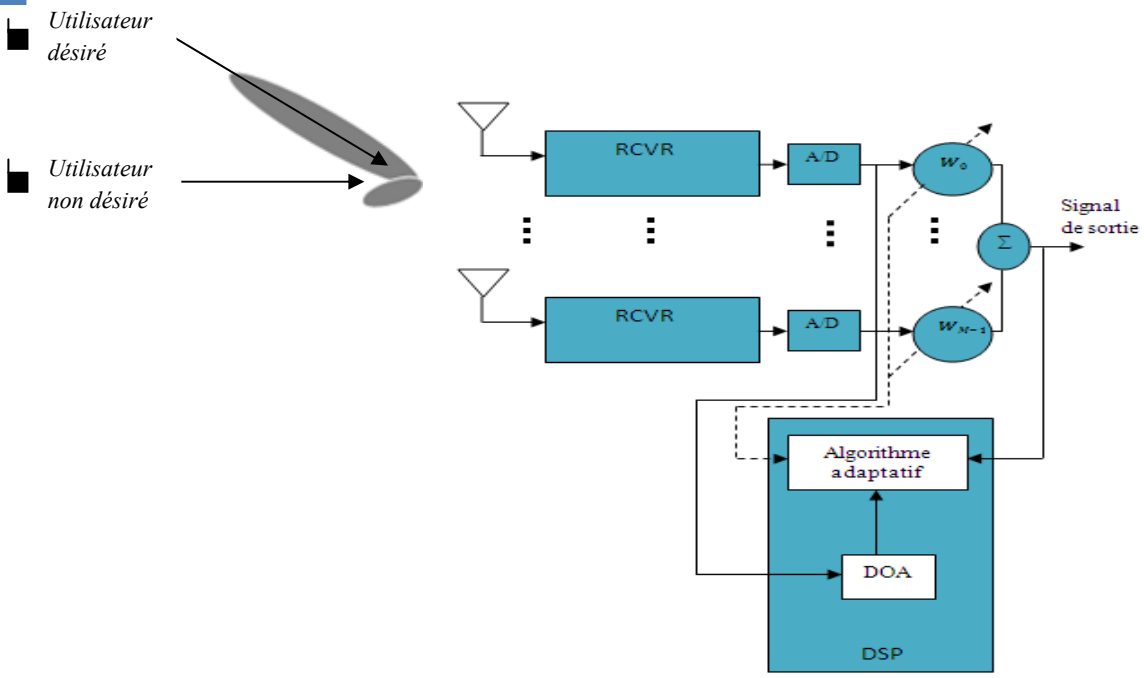


Figure 1. Le système standard d'antenne intelligente

Le signal de sortie au temps discret k est la combinaison linéaire des données reçues par M antennes élémentaires :

$$y(k) = \sum_{i=1}^{M} w_i^* x_i(k) \quad (1)$$

Avec $x_i(k)$ le signal reçu par l'antenne élémentaire i, w_i le poids associé à cette antenne, M le nombre d'éléments constituant le groupement et '$*$'représente le conjugué complexe.

Les poids associés à M antennes peuvent être représentés comme :

$$W = [w_1, w_2, \ldots, w_M]^T \quad (2)$$

Et le signal reçu par tous les éléments peut être exprimé par :

$$x(k) = [x_1(k), x_2(k), \ldots, x_M(k)]^T \quad (3)$$

Donc le signal de sortie sera:

$$y(k) = W^H x(k) \quad (4)$$

Où les exposants T et H représentent respectivement le transposé et le complexe conjugué du vecteur ou matrice.

4. Principe de détermination de DOA:

Actuellement, les méthodes les plus utilisées pour la détermination de DOA sont ceux basées sur la décomposition en valeurs propres comme TLS-ESPRIT, Matrix Pencil [7]-[9].

Pour l'estimation de la direction des angles d'arrivée des ondes planes, On prendra le cas de la méthode de "Matrix Pencil". On suppose que le groupement est linéaire et uniforme (ULA), voir *figure. 2*, et Le bruit additif est supposé Gaussien blanc. Le signal reçu par le $i^{ième}$ élément au temps discret k est donc de la forme :

$$x_i(k) = \sum_{p=1}^{d} s_p(k) a_i(\theta_p) + n_i(k) \quad (5)$$

Où $s_p(.)$ est le $p^{ième}$ signal (front d'onde) reçu par le premier élément du groupement (pris comme référence) et $a_i(\theta_p)$ est la réponse de l'élément de référence quand le front d'onde singulier empiète à la direction d'angle d'arrivée θ_p par rapport au groupement linéaire.

$$a_i(\theta_p) = e^{\left[j\frac{2\pi\Delta}{\lambda_0}(i-1)\cos\theta_p\right]} = e^{[j(i-1)\psi_p]} \quad (6)$$

Avec Δ représente l'espace entre les éléments du groupement, λ_0 la longueur d'onde de front d'onde entrant et $n_i(.)$ étant le bruit additif au $i^{ième}$ élément.

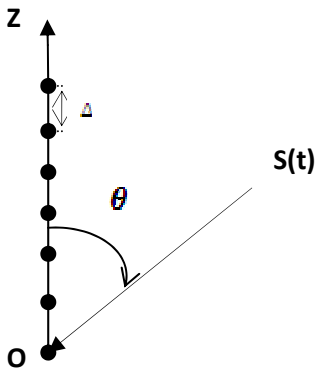


Figure 2. Groupement linéaire uniforme

A l'instant k, la matrice de donnée est définie comme :

$$Y(k) = \begin{bmatrix} y_1(k) & \cdots & y_{L+1}(k) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{M-L}(k) & \cdots & y_M(k) \end{bmatrix} \quad (7)$$

Avec L indiquant le paramètre de Pencil $(d \leq L \leq M - d)$

Définissons alors les matrices de données :

$Y_1(k) = Matrice\ Y(k)$ avec la dernière colonne étant supprimée

$Y_2(k) = Matrice\ Y(k)$ avec la première colonne étant supprimée

Si on a N échantillons, on peut définir les matrices suivantes pour se tenir au courant de tous les échantillons (les échantillons spatiaux à chaque instant) :

$$A_1 = [Y_1^T(1)\, Y_1^T(2) \ldots Y_1^T(N)]^T \quad (8)$$

$$A_2 = [Y_2^T(1)\, Y_2^T(2) \ldots Y_2^T(N)]^T \quad (9)$$

Les matrices $Y_1(k)$ **et** $Y_2(k)$ peuvent être décomposées sous les formes :

$$Y_1(k) = Z_1 D_k Z_2$$

$$Y_2(k) = Z_1 D_k Z_0 Z_2 \quad (10)$$

Les matrices $A_1(k)$ **et** $A_2(k)$ peuvent être décomposées comme suit :

$$A_1 = \tilde{Z}_1 \tilde{Z}_2$$

$$A_2 = \tilde{Z}_1 \tilde{Z}_0 \tilde{Z}_2 \quad (11)$$

Où :

$$Y(k) = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{j(M-L-1)\psi_1} & \cdots & e^{j(M-L-1)\psi_d} \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$Y(k) = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{j(M-L-1)\psi_1} & \cdots & e^{j(M-L-1)\psi_d} \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$D_k = diag[s_1(k) \ldots s_d(k)]$$

$$Z_0 = diag\left[e^{j\psi_1} \ldots e^{j\psi_d}\right] \quad (14)$$

$$\tilde{Z}_1 = diag[Z_1 D_1 \ldots Z_1 D_N]_{N(M-L)\times Nd}$$

$$\tilde{Z}_2^T = [Z_2 \ldots Z_2]_{L\times Nd}$$

$$\tilde{Z}_0 = diag[Z_0 \ldots Z_0]_{Nd\times Nd} \quad (15)$$

D'équations (10)-(15), il est simple de montrer que la matrice de pencil $A_2 - \gamma A_1$ a des valeurs propres non-zéros généralisées (GEVs) γ_p qui contiennent toutes les informations sur DOA et toutes les $m - d$ GEVs égalent à zéro, où $m = min\{N(M-L), L\}$.

En outre, comme nous avons $A_2 - \gamma A_1 = \tilde{z}_1(\tilde{z}_0 - \gamma I_{Nd})\tilde{z}_2$ et $A_1^{\dagger}A_2 = \tilde{Z}_2^{\dagger}\tilde{Z}_0\tilde{Z}_2$, où I_{Nd} est la matrice identité de dimension $Nd \times Nd$ et l'exposant '$\dagger$'représente une pseudo-inverse. Ces valeurs propres non-zéros γ_p coïncident avec celles de la matrice $A_1^{\dagger}A_2$ qui sont les valeurs propres de la matrice $\tilde{Z}_0$. D'après l'équation (15), ces valeurs propres sont données parles valeurs propres de la matrice Z_0 qui sont reliées à DOA γ_p par l'équation suivante :

$$\theta_p = Arcos\left[-j\frac{\lambda_0}{2\pi\Delta}\ln(\gamma_p)\right] \qquad (16)$$

Si les signaux sont contaminés du bruit, la matrice $Y(k)$ dans (7) peut être construite à partir de la donnée de bruit $x_i(k)$. Dans ce cas, les valeurs propres généralisées de la matrice Pencil $A_2 - \gamma A_1$ sont perturbées et celles non principaux (ce sont des zéros dans le cas du bruit) sont maintenant égales à la variance du bruit. Cette perturbation peut être corrigée en utilisant le rang d pseudo-inverse tronqué de la matrice A_1au lieu de son pseudo-inverse.

5. Technique d'adaptation pour annulation des interférences :

L'objectif d'une antenne intelligente est d'adapter son diagramme de rayonnement pour améliorer les conditions de son utilisation. Son utilisation la plus populaire est l'annulation des interférences [10,11]. Ceci est accompli en ajustant les coefficients du vecteur poids du groupement. En effet, Le signal ***x(k)*** reçu par les éléments du groupement est multiplié par les coefficients du vecteur poids **W** qui ajustent la phase et l'amplitude du signal entrant comme montré dans *la figure. 3*. Un algorithme adaptatif est alors utilisé pour réduire l'erreur ***e(k)*** entre le signal désiré ***d(k)*** et le signal de sortie du groupement ***y(k)***. Les poids complexes des éléments du groupement sont choisis d'une manière précise pour donner des pôles désirés et des zéros dans le diagramme de rayonnement du groupement. Les poids pourraient alors être lentement variés pour orienter le faisceau vers les directions telles que la puissance de signal soit maximale.

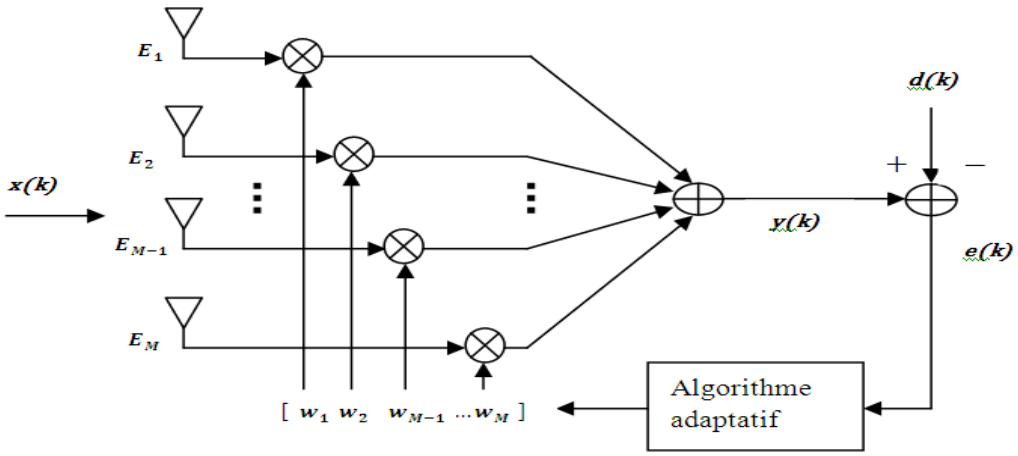


Figure 2. Bloque de beamforming adaptatif

6. Technique pour l'optimisation des réseaux en utilisant les SA:

Dans ce cas, on s'intéresse à déterminer les poids complexes permettant d'augmenter la directivité de l'antenne dans les directions privilégiées (signal d'intérêt). Ceci revient donc à chercher les poids w_i maximisant la directivité :

$$D(\theta, w) = \sum_{i=1}^{M} w_i e^{j\frac{2\pi\delta}{\lambda_0}(i-1)\cos(\theta_p)} = \sum_{i=1}^{M} w_i a_i(\theta_p) \qquad (17)$$

Avec $w_i = e^{j\frac{2\pi\delta}{\lambda_0} i \cos(\theta_p)}$.

Actuellement, nous somme dans la phase de recherche et de perfectionnement des techniques permettant de résoudre ce problème.

7. Conclusions et perspectives:

Dans cet article, nous avons discuté le principe des antennes intelligentes et leurs techniques pour l'optimisation des réseaux sans fils. Actuellement, nous sommes entrain d'élaborer un simulateur qui permet à optimiser des couvertures des réseaux sans fils dans des communications indoor en utilisant les antennes intelligentes. Pour cela on a pris, comme outils, des techniques de traitement de signal en se basant sur la détermination de la direction d'arrivée (DOA) des signaux pour concentrer le maximum de puissance dans les directions utiles et supprimer les interférences dans les autres directions.

Références:

[1] Abdellatif Medouri and Tapan S.Sarkar, "Signal enhancement in multiuser communication through adaptivity on transmit", Wiley Periodicals, Microwave and optical technology letters, Vol.38, No. 4, August 2003, pp. 265-269.
[2] V. K. Garg, S. R. Laxpati, and D. Wang, "use of Smart antenna System in Universal Mobile Communication Systems (UMTS)", IEEE, Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 3, 2004, pp. 66 – 70.
[3] J. C. Liberti, JR, and T. S. Rappaport, Smart Antennas for Wireless Communication: IS-95 and third generation CDMA application, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 1999.
[4] T. K. Sarkar, Z. Ji, K. Kim, A. Medouri, and M. Salazar-Palma, "A survey of various propagation models for mobile communication", IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 45, No. 3, June 2003, pp. 51-82.
[5] R.F Harrington, Time-harmonic electromagnetic fields, McGraw-Hill, New York, 1961.
[6] K.F Lee, Principles of antenna theory, Wiley, New York, 1984.
[7] B. Ottersten, M. Viberg, and T. Kailath, "Performance analysis of the Total Least Squares ESPRIT algorithm", IEEE Trancactions on signal processing, vol. 39, No. 5, May 1991, pp. 1122-1135.
[8] A. Medouri, A. Gallego, D. P. Ruiz and M. C. Carrion, "Estimating one- and two-dimensional direction of arrival in an incoherent/coherent source environment", IEICE Trans.Commun., Vol. E80-B, No. 11, November 1997, PP. 1728-1740.
[9] N. Yilmazer, J.Koh, and T. K. Sarkar, "Utilization of a Unitary Transform for Efficient Computation in the Matrix Pencil Method to Find the Direction of Arrival", IEEE trans. Antennas and Propagation vol. 54, No. 1, January 2006, pp. 175-181.
[10] J. H. winters,"smart antenna techniques and their application to wireless ad hoc networks", IEEE Wireless Communications, August 2006, pp. 77-83.
[11] J. H. winters, "Smart antennas for wireless systems", IEEE personal communications, February 1998.

Simulation de la propagation d'onde électromagnétique dans un milieu de gain par la méthode SCN-TLM

H. El Faylali, M. Iben Yaich et M. Khalladi

Groupe Electronique & Micro-ondes, Faculté des sciences,

université abdelmalek Essaâdi, B.P. 2121 Tétouan 93000. Maroc.

m_khall@hotmail.com

Abstract. La méthode TLM a prouvé son efficacité dans la résolution des équations de Maxwell, de polarisation macroscopique ainsi que dans la résolution simultanée des équations décrivant les variations temporelles des densités des électrons dans différents niveaux d'énergie.

Notre intérêt, ici, est porté sur la simulation de l'évolution temporelle des transitions des électrons dans un milieu de gain (un system atomique à quatre niveaux d'énergie) soumis à une radiation électromagnétique en utilisant une approche de simulation basée sur la méthode TLM (Matrices de ligne de transmission) avec nœuds symétriques condensés et source de voltage (SCN-TLM)

Mots clés : Milieu de gain, méthode SCN-TLM, densité de population, polarisation macroscopique.

I. Introduction

La propagation d'une onde électromagnétique dans un milieu matériel induit un moment dipolaire dépendant du temps dans les différents atomes que comportent le milieu [1], d'ou l'importance de la théorie du rayonnement dipolaire qui permet de donner une interprétation simple de nombreux phénomènes liés aux interactions rayonnement matière dans des modèles classiques.

Durant les années précédentes, beaucoup de techniques utilisant la méthode FDTD ont été proposées pour prévoir le gain, l'absorption et la dispersion dans un milieu non linéaire. L'approche basée sur l'équation différentielle auxiliaire (ADE- FDTD) a été utilisée pour caractériser, l'absorption dans un système atomique à deux niveaux, le gain dans un système

à quatre niveaux [2], et dans des systèmes atomiques à plusieurs niveaux et plusieurs électrons [3].

La méthode différentielle de modélisation par les lignes de transmission (TLM) proposée par P.B. Johns, a été aussi fortement investie dans la simulation de l'interaction des ondes électromagnétiques avec leurs milieux de propagation [4-5-6]. Elle a simulée avec succès le comportement.

Ce travail est dévoué à l'étude des transitions, dans le domaine temporel, des électrons dans un système atomique à quatre niveaux d'énergie soumis à une excitation sinusoïdale par la résolution simultanée des équations de Maxwell, celle de polarisation macroscopique et celles de taux.

II. Formulations

La modélisation d'un milieu de gain est une tâche compliquée, car elle doit mettre en jeu un ensemble de phénomènes physiques. En effet, en plus des équations de maxwell qui régissent la propagation des ondes électromagnétiques dans ce type de milieu, il faut tenir compte de l'équation de la polarisation due à l'interaction onde/matière, et aussi des équations de taux pour les populations des niveaux atomiques qui permettent de prévoir le nombre des électrons dans chaque niveau d'énergie.

II- 1 Equation de polarisation macroscopique :

La polarisation temporelle $P(t)$ dans un milieu non linéaire, selon le modèle classique de lorentz est liée au champ électrique $E(t)$ par l'équation suivante [2]:

$$\frac{d^2P(t)}{dt^2} + \Delta\omega_{12}\frac{dP(t)}{dt} + \omega_{12}{}^2P(t) = k\Delta N_{12}(t)E(t)$$

Où : $k = \frac{e^2}{m}$ k =, e et m représentent la charge et la masse d'électrons respectivement, ω_{12} étant la fréquence de résonance du milieu matériel. $\Delta\omega_{12}$ est le taux d'affaiblissement d'énergie totale qui décrit la largeur des raies de la transition tenant compte de la perte d'énergie par des effets non radiatives (effet de pompage et effet de la relaxation).

$\Delta N_{12} = N_1 - N_2$ est la différence instantanée de population qui décrit la différence entre le nombre d'électrons N_1 dans l'état E_1 et le nombre d'électrons N_2 dans l'état E_2.

II- 2 Equation de taux :

Dans un système atomique à quatre niveaux d'énergie E_0, E_1, E_2 et E_3, et de densités de populations N_0 , N_1 , N_2 et N_3 respectivement, les équations de taux sont données par [2] :

$$\frac{dN_3(t)}{dt} = -\frac{N_3(t)}{\tau_3} + W_p(t)$$

$$\frac{dN_2(t)}{dt} = \frac{N_3(t)}{\tau_{32}} - \frac{N_2(t)}{\tau_2} + \frac{1}{\hbar\omega_{12}} E(t) \frac{dP(t)}{dt}$$

$$\frac{dN_1(t)}{dt} = \frac{N_3(t)}{\tau_{31}} + \frac{N_2(t)}{\tau_{21}} - \frac{N_1(t)}{\tau_1} - \frac{1}{\hbar\omega_{12}} E(t) \frac{dP(t)}{dt}$$

Où $E(t)\frac{dP(t)}{dt}$ est l'énergie de transfert instantané divisée par l'énergie du photon.

$W_p(t)$ est le taux de pompage entre les deux niveaux d'énergies E_0 et E_3.

$\tau_{ij}(i=3,2,1;j=2,1,0)$ est la durée de vie de l'état supérieure E_i.

II- 3 Modèle TLM :

Afin d'implémenter un schéma numérique de modélisation des milieux de gain, par la méthode de modélisation par les lignes de transmission TLM utilisant le nœud symétrique condensé SCN, on doit combiner les équations de polarisation (1) et les équations de taux de population (2) avec les équations de Maxwell.

$$\nabla \Lambda H = \varepsilon_0 \frac{\partial E(t)}{\partial t} + \frac{\partial P(t)}{\partial t} \quad \text{et} \quad \nabla \Lambda E = -\mu_0 \frac{\partial H(t)}{\partial t}$$

Le développement du modèle de traitement numérique par la méthode TLM nécessite la transformation des paramètres électromagnétiques (E, H, ε_0) en paramètres des circuits relatifs aux lignes de transmission (V, I, Z_0), où Z_0 étant l'impédance intrinsèque de l'air.

Cette transformation devient possible par les équations qui relient les deux types de paramètres :

$$V = E.\Delta L; I = H.\Delta L \quad \text{et} \quad V = Z_0.\Delta L$$

En tenant compte des équivalences données par l'équation précédente, la discrétisation des équations de Maxwell, selon le pas temporel (Δt), donne à l'instant t = n Δt les expressions suivantes :

$$V^{n+1}(i,j,k) = V^{n}(i,j,k) - \frac{\Delta l}{\varepsilon_0}(P^{n+1}(i,j,k) - P^{n}(i,j,k)) + \frac{\Delta t}{\varepsilon_0}\Delta l.\nabla\Lambda H^{n+\frac{1}{2}}(i,j,k)$$

$$I^{n+1}(i,j,k) = I^{n}(i,j,k) - \frac{\Delta t}{\mu_0}\Delta l.\nabla\Lambda E^{n+\frac{1}{2}}(i,j,k)$$

Dans les équations (ci-dessus) les opérations de rotationnel appliquées aux champs (E, H) distribués dans la maille de Yee [7] utilisée par la méthode des différences finies (FDTD) , peuvent être converties en impulsions locales de voltage incidentes et réfléchis sur les faces du nœud symétrique condensé NSC utilisé par la méthode TLM. On donne :

$$\left(\nabla\wedge H^{n+\frac{1}{2}}(i,j,k)\right)_x = \frac{1}{\Delta l^2.Z_0}\left(\left(V_{12}^i+V_1^i+V_9^i+V_2^i\right)^{n+1} - \left(V_{12}^r+V_1^r+V_9^r+V_2^r\right)^{n}\right)$$

$$\left(\nabla\wedge H^{n+\frac{1}{2}}(i,j,k)\right)_y = \frac{1}{\Delta l^2.Z_0}\left(\left(V_8^i+V_4^i+V_{11}^i+V_3^i\right)^{n+1} - \left(V_8^r+V_4^r+V_{11}^r+V_3^r\right)^{n}\right)$$

$$\left(\nabla\wedge H^{n+\frac{1}{2}}(i,j,k)\right)_z = \frac{1}{\Delta l^2.Z_0}\left(\left(V_{10}^i+V_6^i+V_7^i+V_5^i\right)^{n+1} - \left(V_{10}^r+V_6^r+V_7^r+V_5^r\right)^{n}\right)$$

$$\left(\nabla\wedge E^{n+\frac{1}{2}}(i,j,k)\right)_x = \frac{1}{\Delta l^2}\left(\left(V_7^i+V_4^i-V_8^i-V_5^i\right)^{n+1} + \left(V_7^r+V_4^r-V_8^r-V_5^r\right)^{n}\right)$$

$$\left(\nabla\wedge E^{n+\frac{1}{2}}(i,j,k)\right)_y = \frac{1}{\Delta l^2}\left(\left(V_9^i+V_6^i-V_{10}^i-V_2^i\right)^{n+1} + \left(V_9^r+V_6^r-V_{10}^r-V_2^r\right)^{n}\right)$$

$$\left(\nabla\wedge E^{n+\frac{1}{2}}(i,j,k)\right)_z = \frac{1}{\Delta l^2}\left(\left(V_{11}^i+V_1^i-V_{12}^i-V_3^i\right)^{n+1} + \left(V_{11}^r+V_1^r-V_{12}^r-V_3^r\right)^{n}\right)$$

D'autre part, en appliquant le principe de conservation de charge et le principe de conservation de flux au magnétique au nœud symétrique condensé avec source de voltage (Vs), on obtient

$$V_x^{n+1}(i,j,k) = \frac{1}{2}(V_{12}^i + V_9^i + V_2^i + V_1^i + 0.5Vsx)^{n+1}; \qquad I_x^{n+1}(i,j,k) = \frac{1}{2Z_0}(V_8^i + V_5^i - V_7^i - V_4^i)^{n+1}$$

$$V_y^{n+1}(i,j,k) = \frac{1}{2}(V_{11}^i + V_8^i + V_4^i + V_3^i + 0.5Vsy)^{n+1}; \qquad I_y^{n+1}(i,j,k) = \frac{1}{2Z_0}(V_{10}^i + V_2^i - V_9^i - V_6^i)^{n+1}$$

$$V_z^{n+1}(i,j,k) = \frac{1}{2}(V_{10}^i + V_7^i + V_6^i + V_5^i + 0.5Vsz)^{n+1}; \qquad I_z^{n+1}(i,j,k) = \frac{1}{2Z_0}(V_{12}^i + V_3^i - V_{11}^i - V_1^i)^{n+1}$$

Où l'expression de source voltage V_s^{n+1}, incluse dans le modèle de simulation du milieu non linéaire de gain par la méthode TLM, tient en compte l'effet physique du à la polarisation du milieu. Elle donnée par :

$$V_{su}^{n+1} + V_{su}^n = -\frac{4\Delta l}{\varepsilon_0}(P_u^{n+1}(i,j,k) - P_u^n(i,j,k)) \quad \text{où } u = x, y, z$$

Le calcul est suivi par le processus de diffraction des impulsions dans le nœud symétrique condensé SCN, selon le processus :

$$V_1^r = V_x + Z_0.I_z - V_{12}^i \qquad V_2^r = V_x - Z_0.I_y - V_9^i \qquad V_3^r = V_y - Z_0.I_z - V_{11}^i$$

$$V_4^r = V_y + Z_0.I_x - V_8^i \qquad V_5^r = V_z - Z_0.I_x - V_7^i \qquad V_6^r = V_z + Z_0.I_y - V_{10}^i$$

$$V_7^r = V_z + Z_0.I_x - V_5^i \qquad V_8^r = V_y - Z_0.I_x - V_4^i \qquad V_9^r = V_x + Z_0.I_y - V_2^i$$

$$V_{10}^r = V_z - Z_0.I_y - V_6^i \qquad V_{11}^r = V_y + Z_0.I_z - V_3^i \qquad V_{12}^r = V_x - Z_0.I_z - V_1^i$$

III. Résultats numériques

Un système atomique à quatre niveaux d'énergie $E_0 < E_1 < E_2 < E_3$ possédant les caractéristiques suivantes [2]:

$\omega_{12} = 2\pi.10^{14}$ rad/s, $\Delta\omega_{12} = 4\pi.10^{12}$ rad/s, $\tau_3 = 1.10^{-10}$ s, $\tau_{32} = 0.99.10^{-10}$ s, $\tau_{31} = 1.10^{-6}$ s, $\tau_2 = \tau_{21} = 1.35.10^{-7}$ s, $\tau_1 = 1.10^{-9}$ s, $W_p = 1.10^{29}/m^3$ et $N_0 = 1.33.10^{22}/m^3$.

L'évolution temporelle des densités de population N_0, N_1, N_2 et N_3 est donnée par la figure1. Comme la fréquence d'excitation est égale à celle de transition des électrons des niveaux d'énergie E_1 vers E_2, alors seules les densités N_1 et N_2 varient sensiblement et en sens opposé.

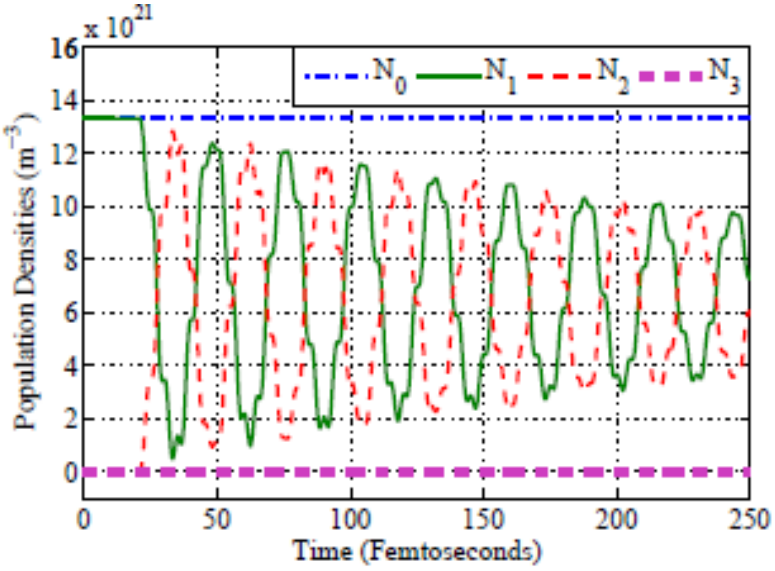


Figure 1 : Evolution temporelle des différentes densités de population N_0, N_1, N_2 et N_3 localisé à l'extrémité matériau air.

IV. Conclusion :

La modélisation, par l'approche TLM, des effets liés à l'étude des interactions entre les ondes électromagnétiques à fortes intensités avec les milieux de gain a été présentée ici. La méthode TLM a permis, d'une part, d'étudier la transition des électrons entre les différents niveaux d'énergie, par la résolution de l'équation de taux et, d'autre part, l'atténuation ou l'amplification du champ incident, par la résolution des équations de polarisation macroscopique et de Maxwell. Cette technique a, par ses résultats, été en parfaite concordance avec les modèles théoriques traitant le même genre de problème (interaction onde matière).

Références :

[1] A. E. Siegman, Lasers. Mills Valley, CA: Univ. Sci. Books, 1986.

[2] A. S. Nagra, R. A. Cork, "FDTD Analysis of wave Propagation in Nonlinear Absorbing and Gain Media," IEEE Tarns. Antennas and Propagation, Vol. 46.

[3] H. Yingyan and S.Tiong Ho, " Computational model of solid-state, molecular, or atomic media for FDTD simulation based on a multi-level multi-electron system governed by Pauli exclusion and Fermi-Dirac thermalization with application to semiconductor photonics," Optics Express, vol. 14, N°.8, pp. 3569-3587, 2006.

[4] M. I. Yaich and M. Khalladi, "The far-zone scattering calculation of frequency-dependent materials objects using the TLM method," *IEEE Trans. Antennas and Propagation* vol. 50, no. 11, 1605-1608, novembre, 2002.

[5] R. Abrini,] M. I. Yaich and M. Khalladi, "Efficient modeling of isotropic cold plasma media using JE-TLM method," *IEICE Electronic Express* vol. 4, no. 15, pp. 429-497, august 10, 2007.

[6] M. I. Yaich, M. Khalladi, N. Aknin and M. C. Carrión, "Modeling of electromagnetic waves propagation in nonlinear optical media using HCN-TLM method," *IEICE Electronic Express* vol. 2, no. 13, pp. 384-391, july 10, 2005.

[7] K. S. Yee, "Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media," IEEE Tarns. Antennas and Propagation, Vol. 14. pp. 302-307, 1966.

TEMÁTICA TIC-LOGÍSTICA:
SESION DE POSTERS

AMICA telemedicine platform based on Information and Communication Technologies (ICT) for the efficient control and management of chronic elderly patients with COPD

L. F. Crespo Foix[1], M. Crespo Miguel[1], D. Sánchez Morillo[1] Autor[1]

[1] Research Group on Biomedical Engineering and Telemedicine, Universidad de Cádiz, ESI Cádiz, C/Chile 1 11003 Cádiz.

luis.crespo@uca.es; mario.crespo@uca.es; daniel.morillo@uca.es

Abstract. The aim of this work is to establish some basic methodological aspects that should not be ignored in the arduous task of the development of telemedical platforms for the efficient control and management of chronic elderly patients. Among the main methodological proposed concepts should be: an integrated market-oriented approach, a user-centered design, an evaluation-driven development and a work plan organization. This work presents the methodology applied to Autonomy, Motivation,& Individual Self Management for COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) Patients (AMICA), project funded by the European Union (EU).

Keywords: ICT, Telemedicine, Biomedical Engineering.

1. Introduction.

Recently, telemedical systems for elderly people with chronic conditions have been developed to help patients, caregivers and general practitioners control and manage different chronic diseases, avoiding the need of frequent visits to medical centres and providing an easy, specific and safe way to control and manage their illness [1] [2] [3] [4] [5].

These telemedical systems are composed of different sensors and devices, often embedded in a wearable system, and are in charge of obtaining different health-related measures. As pointed out by [6] there are many reasons for the presence of computers in healthcare, the most important of which are reduction of costs and improvements in the quality and effectiveness of care. However, only a few health telemedical products and services for elderly people with chronic conditions can be currently seen in the market for commercial exploitation as a consequence of two important factors:

a. Technologies have not taken into account the actual user needs in their development.
b. There is a lack of understanding of market mechanisms.

In this work some basic methodological aspects in the creation and development of telemedical platforms dealing with chronic elderly patients is established. The below mentioned guidelines followed in the execution of the AMICA, project, are aimed at the

improvement of the development and implementation phases of such telemedical solutions. These telemedical solutions have traditionally lead to unsuccessful transfers to the market and, thus, the creation of such platforms should take into account:

- The health limitations of the group for which such platforms have been created.
- A comprehensive definition of the types of users considering not only patients but doctors, caregivers, families, institutions and centers, etc.
- A design focused entirely on the user.
- An evaluation-driven development.
- An integrated, market-oriented approach
- A work plan organization.

The paper is organized as follows: Section II gives a description of the issues of the elderly and information technologies; Section III suggests the methodology for the design and evaluation, Section IV describes the demonstration techniques and the pilot applications and finally Section V offers some discussion and conclusions.

2. Elderly people and information technologies

Information Technologies can be applied to the service of elderly people and their chronic diseases. Such technologies allow the elderly not only to be assisted by a health care institution but also to improve their quality of life and to self manage their disease. This means that the elderly can be given an active role in the use of these new systems. Likewise, information technologies must be taken as an extension of the services and activities offered to patients, not as a substitution; dependency is not eliminated but redistributed [7][8][9].

These technologies are sometimes the only support within the reach of these patients. The design of any system must guarantee communications security, user privacy and the protection of information as established by the law and as a way to improve the user evaluation and to avoid rejection of the system [10][11].

This kind of communication platforms must also take into account possible user disabilities, such as reduced sight or low mobility. Consequently, the system must include different possibilities of interaction such as interaction by voice, touchable screens or optical card readers [9]

Because a solution involving so many different kinds of users needs to be developed, it is first mandatory to establish a precise definition of the actors of the telemedical platform. In this respect, the E.U. provides a definition of the different types of final users in the framework of the Ambient Assisted Living (AAL) Joint Programme [12]. Thus, the defined groups are as follows:

- Primary-end user (PEU): A PEU is “the well-being person”, a single individual. This user will be directly benefited by an increased quality of life.
- Secondary-end users (SEU): SEU are people or organizations in direct contact with primary end users.
- Tertiary-end users (TEU): A TEU are those institutions and private or public organizations which are not in direct contact with the Telemedical products or services, but somehow contribute to organize, pay or enable them.

3. Concept and methodology

Figure 1 shows how the telemedical platform is being developed for the EU AMICA Project according to [13]:

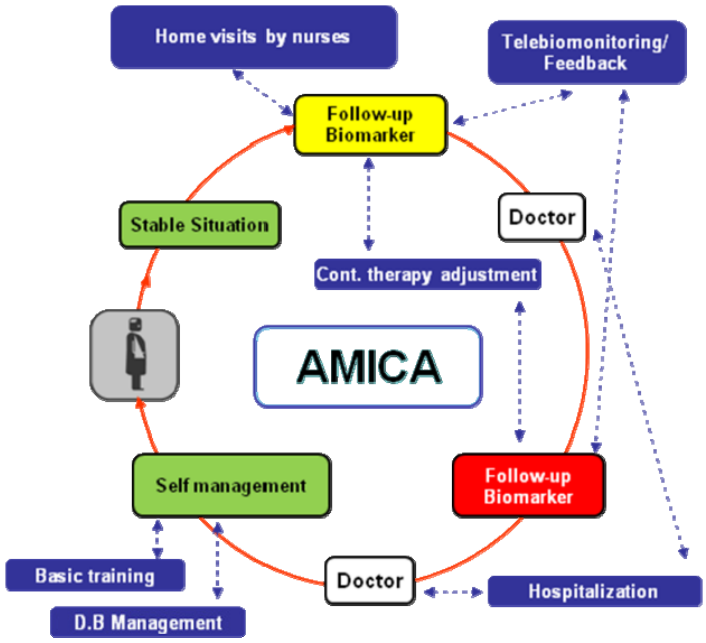


Figure 1: Telemedical Platform for AMICA Project

In order to overcome those common flaws of telemedical research projects, a main emphasis on challenges regarding the transfer of research results into innovative and commercially successful products and services should be placed. In parallel to the information and communication technologies (ICT) system, a professional care service and concept-based disease management should be developed as well as a business model respectively. Main methodological concepts are:

- Integrated market-oriented approach
- User-centered design
- Evaluation-driven development
- Work plan organization

Integrated market-oriented approach

To tackle the obstacles concerning the dissemination and exploitation of the solution, the parallel development of a technical solution and an economic concept (stakeholder analysis, service engineering and business models) ensures that the project results will be translated into valid, widely accepted services and products.

User-centered design

User-centred design process (Figure 2) emphasizes the early end-user inclusion.

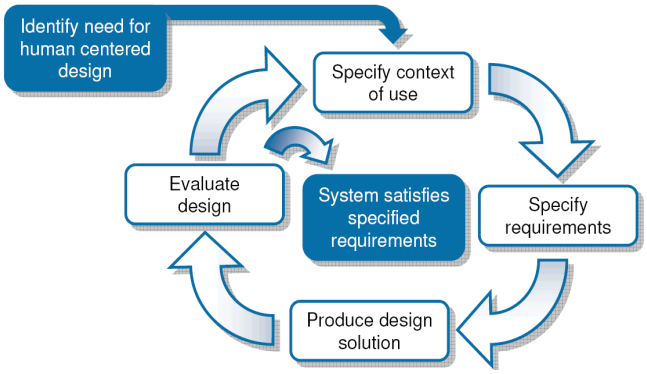


Figure 2: Evaluation-driven, user-centred design process

Apart from interviews and focus groups, the following specific instruments for end-user involvement should be accounted for:

1) *Scenario Workshops* [14]*:* The Scenario Workshop tries to reveal and show possible future developments and problems in a certain area. Basically, it allows to identify and discuss the differences and similarities of problems and solutions as perceived by different groups of participants.
2) *User Panels* [15]: Used to obtain the view, experiences and expectations of different users. Subsequently, user panels allow prototypes to be shown to end-users. The users are then asked to discuss about the prototype and make suggestions for changes. Technologists, in general, have little understanding of the users' needs and priorities. In the field of elderly care, researchers are prone to generalize experiences within their social environment, often leading to misinterpretation of user needs. On the other hand, users – in this case elderly people, their relatives and caregivers– are not aware of what is technologically possible.

Evaluation driven development

In order to enable an effective dissemination and exploitation of the project results, an evaluation-driven development approach is planned for the development of the project system, processes and use cases. In contrast to traditional development processes, a more iterative, rapid prototyping-based approach will be used, where intermediate quickly produced solutions can be evaluated in the lab or in the real world. Feedback is then used to develop the next prototype and adjust the technology to the findings of the evaluation round. This reflects the strong need for early end-user involvement.

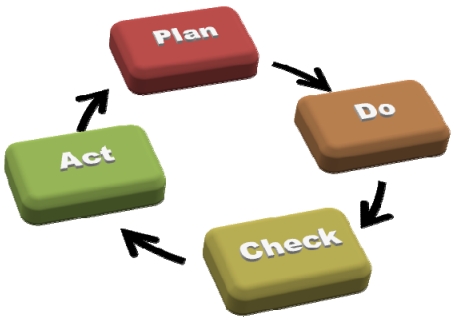


Figure 3: Demming Circle

Demming Circle (Figure 3) is used on the Evaluation-driven development, in order to ensure an early identification and solution of user acceptance problems and innovation barriers, thus facilitating the exploitation of project results.

Work Plan (Organization)

In order to achieve the objectives of the interdisciplinary researches with a mixed contribution coming from medicine, engineering, social science and economics are required to work together. Work packages (WPs) are organized into a matrix structure consisting of research and development (RTD) activities (vertical) and horizontal activities targeting project management, in contrast to "classical" research projects based on sequent pre-planned activities. The WPs are mainly executed in parallel during the whole project time. It reflects the iterative, evaluation-driven research methodology (Table 1).

4. Demonstration of the objectives and pilot application

The demonstration activities are an integral part of the user-centred evaluation-driven research approach. Figure 4 shows the two stages of the pilot application.

Demonstration activities and pilot applications allow potential users to get involved early in the process of designing and developing new products, services and systems. Costly misconceptions can be avoided and user-friendliness and acceptance are increased.

First step will be a demonstration of the telemedical system focusing on short-term evaluation of aspects such as usability and end-user acceptance. The second and final step include a long-term pilot application of the whole disease management solution with the intention of a first early evaluation of effects on disease progression, quality-of-life and patients' compliance as well as the sustainability of the developed service and business concept.

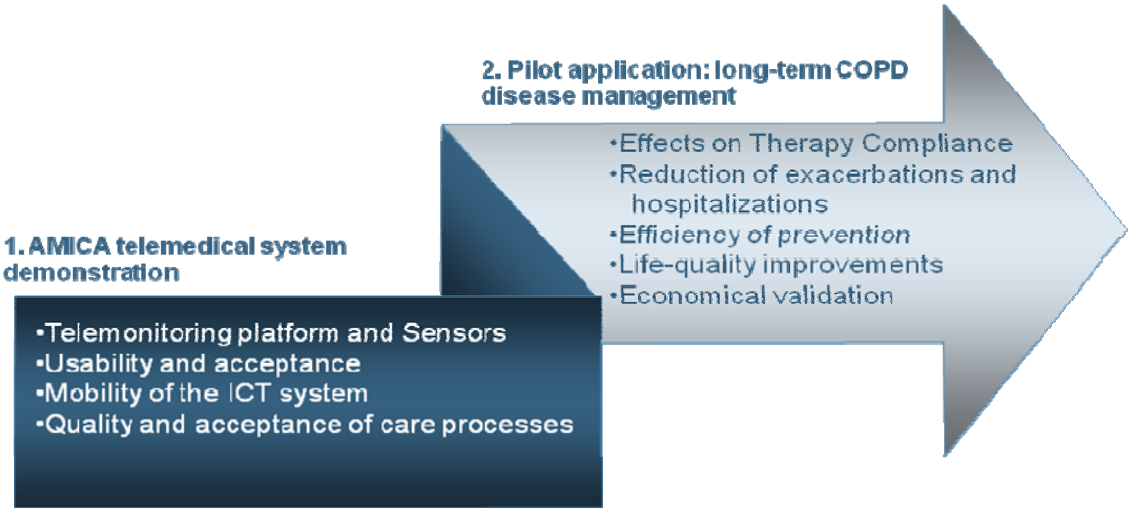


Figure 4: Project pilot application

To fulfil the requirements of the market, the project's developers will analyse stakeholder needs and requirements in direct cooperation with the end-users.

To satisfy the specific needs of each user, application scenarios and solution concepts might

be designed within scenario workshops. Key issues should be identified so as to specify the context of use, specific requirements, produce design solutions and the evaluation design.

Therewith the end-users will be involved in the following tasks:

- Definition of the needs according to user and physicians' point of view.
- Contribution to the development of ergonomic devices and to the study of human machine interfaces (HMI) usability.
- Creation of a research database.
- Development of a consistent product.
- Mediation between researchers and end-user to test the system.
- Consideration of test subjects' fears and needs.
- Provision of test users.
- Regular meetings between researchers and users.

End-user involvement will be especially strong in the demonstration and evaluation activities. Continuous improvement of the disease management processes and ICT solutions for the user panel have to be demonstrated to end-users in each transition project phase. These demonstrations match the check of quality control. Existing solutions should be discussed; room for improvement also and especially solutions acceptance and usability have to be identified. Following the subsequent end-users' check action, plans should be elaborated and implemented.

5. Discussion and conclusion

The AMICA project will try to change the way healthcare services are offered to COPD patients by introducing new means for quality health care management that improves the patient's quality of life.

The general objective of any telemedical system for chronic patients should be to perform a long-term disease management solution based on innovative ICT. In this sense, AMICA will try to develop a solution that merges: a market-oriented approach by integrating sustainable business models for products and services based on existing healthcare market structures and regulations, a user-centered design and an evaluation-driven development oriented to implement systems and services that are easy to use for elderly patients. At the same time, these systems aims at facilitating mobility and social integration of people with chronic conditions, encouraging prevention and self-management of the situations and risks through immediate, comprehensive feedback and efficient case management services. Last but not least, a work plan organization to achieve the objectives of the project maximizing the resources of interdisciplinary researches from the diverse fields of technical and social sciences is also developed.

6. Acknowledgements

The authors would like to thank the European Commission, the Spanish Ministerio de Educación y Ciencia and the Instituto de Salud Carlos III for the financial support provided to the AMICA project (Project PI08/90946) under the Ambient Assisted Living (AAL) Programme.

7. References

[1] H. Z. Ramelson, R. H. Friedman, and J. K. Ockene, "An automated telephone-based smoking cessation education and counseling system," *Patient. Educ. Couns.*, vol. 36, no. 2, pp. 131-144, Feb.1999.
[2] B. M. Pinto, R. Friedman, B. H. Marcus, H. Kelley, S. Tennstedt, and M. W. Gillman, "Effects of a computer-based, telephone-counseling system on physical activity," *Am. J. Prev. Med.*, vol. 23, no. 2, pp. 113-120, Aug.2002.
[3] K. H. Mooney, S. L. Beck, R. H. Friedman, and R. Farzanfar, "Telephone-linked care for cancer symptom monitoring: a pilot study," *Cancer Pract.*, vol. 10, no. 3, pp. 147-154, May2002.
[4] M. Young, D. Sparrow, D. Gottlieb, A. Selim, and R. Friedman, "A telephone-linked computer system for COPD care," *Chest*, vol. 119, no. 5, pp. 1565-1575, May2001.
[5] T. Giorgino,, S. Quaglini,, C. Rognoni, , J. Baccheschi.: "The homey project: a telemedicine service for hypertensive patients". In: Grasso, F., Cawsey, A., Paris, C., Quaglini, S., Wilkinson, R., (eds.) *Working notes of the UM-2005 workshop on Personalisation for e-Health*, Edinburgh, UK, July 2005.
[6] R. Farzanfar, "When computers should remain computers: a qualitative look at the humanization of health care technology," *Health Informatics. J.*, vol. 12, no. 3, pp. 239-254, Sept.2006.
[7] P. McLaren and C. J. Ball, "Telemedicine: lessons remain unheeded," *BMJ*, vol. 310, no. 6991, pp. 1390-1391, May1995.
[8] R. Pewand S. Van Hemel (Eds.). (2004). Technology for adaptive aging. Washington, DC: National Academies Press.
[9] H. Browne, Accessibility and Usability of Information Technology by the Elderly, [online April 15, 2001] http://www.otal.umd.edu/UUGuide/
[10] Directive 90/385/EEC of the European Parliament and of the Council of 20 June 1990.
[11] Decision Nº1982/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006.
[12] Ambient Assisted Living (AAL) Joint. Call for Proposals 2008. AAL-2008-1. Page. 8
[13] A. Fischer, "Telemedical Disease Management in Europe: What are the Chances and Risks", Swiss Center for Telemedicine MEDGATE. Medetel, Luxembourg, April, 2008
[14] Gnaiger A, Schroffenegger G., Tool-Kit Scenario Workshop, Innsbruck 2008
[15] http://www.peopleandparticipation.net/display

La estandarización en las TIC. Ventaja competitiva en la Gestión Empresarial

M. Otero[1], L. Sevilla[2], M. Marcos[1] and A. Pastor[1]

[1] Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial, Universidad de Cádiz, Escuela Superior de Ingeniería, c/Chile nº1, 11003 Cádiz, España, manuel.otero@uca.es.

[2] Departamento de Ingeniería Civil, de Materiales y de Fabricación, Universidad de Málaga, Escuela de Ingenierías ETSII, Campus de Teatinos s/n, Málaga, España.

Abstract. This paper shows the need to standardize business management tools from the standpoint of management. In this case, we discuss the current state of a high-volume manufacturing company, framed in the food and agriculture sector, which is now in the position to maintain the software developed by internal staff or implement standardized management commercial tools. We can consider that the adoption of this solution allows obtaining a competitive advantage, increasing supplier –company- customer communication and greater adaptability to demand.

Keywords: Standardization, TIC, Value Chain, Business Management.

1. Introducción.

Tradicionalmente, en las empresas de fabricación, la puerta de entrada para las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) han sido la implantación de las herramientas de gestión empresarial, normalmente herramientas de planificación de recursos empresariales (ERPs), centradas exclusivamente en los procesos internos de fabricación y permaneciendo, en gran medida, aisladas del resto de los elementos de la cadena de valor (proveedores, clientes, etc.).

Progresivamente, las TICs han pasado de ser una ventaja competitiva a una necesidad [1] ya que, tomando como punto de partida las herramientas de planificación empresariales (ERPs) más incipientes, han experimentado un efecto de expansión a los diferentes departamentos más alejado de los procesos internos de fabricación (suministro, marketing, compras, distribución, etc.) [2], en la mayoría de las ocasiones subyugados a software de desarrollo propio, realizado por personal interno de la empresa.

En la actualidad, la gran mayoría de las empresas de fabricación operan en un entorno globalizado, tanto a nivel económico como cultural, en el que necesitan establecer canales de comunicación bidireccionales entre diferentes proveedores y clientes en el menor tiempo posible [3]. En este sentido, las ERPs son un factor a tener en cuenta en el establecimiento de estos canales de comunicación [4], tanto a nivel de la empresa de fabricación, como externamente a ella (proveedores y clientes), pudiendo provocar retrasos en la cadena de

suministro y, en consecuencia, una pérdida de ventaja competitiva a favor de otros competidores.

En el presente trabajo, se muestra una solución metodológica a los problemas planteados, mediante el uso de herramientas de gestión estandarizada, extrapolando las pautas que son necesarias a realizar por cualquier empresa de fabricación, basándonos en una empresa de fabricación encuadrada en el sector agroalimentario.

2. Desarrollo.

Tal como se ha enunciado en la introducción, analizaremos una empresa de fabricación del sector agroalimentario, indicando los hitos más significativos en la implantación de las herramientas de gestión empresarial, la problemática actual a la cual se enfrenta, así como la solución planteada al problema.

2.1. Antecedentes e hitos más significativos.

La empresa del sector agroalimentario, objetivo de nuestro estudio, está situada en la bahía de Cádiz, ha sido una fábrica pionera en la implantación de las herramientas de gestión empresarial, tanto a nivel local como a nivel nacional.

El primer reto se origino con la construcción de un gran complejo industrial, a finales de los años 80, en ese momento incipiente, donde los PCs estaban comenzando a llegar con a los hogares y el entorno operativo Windows acababa de iniciar su andadura (20 de noviembre de 1985), nos encontramos a nivel industrial, con la implantación de las primeras versiones de PLC's (Programmable logic controller), tal como muestra la figura 1, donde por medio de un terminal, se accedía vía serie a las direcciones de memoria internas de los PLC's, permitiendo la monitorización de las entradas/salidas digitales.

Fig. 1 Autómata Programable Siemens S5

Este reto de interconexión de los diferentes PLC's para obtener los datos del proceso productivo, en este caso señales digitales, se consiguió desarrollando interfaces de comunicación específicos, tarjetas capaces de simular la conexión permanente del terminal, conectadas todas ellas en paralelo a un canal de comunicación RS-485 y este a su vez

finalizando en un PC encargado de recopilar y poner a disposición del operador toda esta información.

En estos tiempos, finales de los años 80, en los que no existía en el mercado una solución estándar o comercial para realizar las tareas de adquisición y tratamiento de datos, la empresa contrató a personal técnico y especializado, encargado de realizar el desarrollo de las aplicaciones específicas y el mantenimiento de la red de comunicación de datos.

El segundo hito, aparece en los años 90, con el avance de la tecnología y la aparición de las herramientas de planificación empresariales (ERP's), donde la implantación de estas herramientas a nivel corporativo vuelve a recaer sobre el personal técnico y especializado. En este momento, se toma la decisión de optar por el software comercial de SAP, pero sin abandonar los beneficios del software propio desarrollado por el personal técnico del área de desarrollo.

La implantación de SAP R/3, utilizado por los servicios de contabilidad e intervención, han alcanzando a lo largo de los años un mayor calado, imponiéndose como un estándar a nivel corporativo, no solamente de esta empresa del sector agroalimentario, sino de gran parte de las compañías afines a este sector de mercado.

Mencionar que durante los años 90 hasta la actualidad, ambas líneas de desarrollo se han mantenido, de una forma claramente diferenciada:

- Software de desarrollo propio: software específico del sistema productivo, a un nivel más cercano a la máquina, donde el tratamiento de datos de los PLC's (migrados a autómatas de nueva generación Simatic S7 de Siemens, se continua realizando con las misma aplicaciones desarrolladas en los años 90, mantenida exclusivamente por el personal técnico y especializado adscrito al área de desarrollo.
- Software comercial: software desarrollado por personal externo a la empresa, principalmente software de gestión SAP, a un nivel de gestión más alto, directiva y puestos de "Controller financiero", normalmente encaminado a la gestión económica y financiera de la empresa.

Llegados a este punto, en vista del carácter global y las necesidades de integrar las relaciones productor de materia prima – empresa de fabricación – cliente, nos encontramos con la problemática de establecer un punto de inflexión entre ambas líneas de desarrollo que permita una transferencia fluida de información.

2.2. Ventajas e Inconvenientes del Software de desarrollo propio versus Software Comercial.

El software de desarrollo propio tiene las siguientes ventajas sobre el software comercial:

- Aumenta el Know-how de la empresa.
- Permite conseguir un producto más a medida de las necesidades de la compañía.

- Si no existe un software comercial específico para cubrir las necesidades de la compañía, es la única alternativa posible.
- No es necesario el realizar un pago de licencias por uso, ni un contrato de suministro y mantenimiento, al ser un software de desarrollo propio.

Por otro lado, los principales inconvenientes que podemos encontrarnos en el software de desarrollo propio frente al software comercial, son:

- Gran dependencia del personal técnico especializado, ya que ante determinadas incidencias o problemas en la aplicación no se puede subcontratar a personal externo, al no tener los conocimientos necesarios para solucionar la incidencia.
- Problemas con el avance de la tecnología (software y hardware), el cual implica la actualización del software de desarrollo propio, de forma que sean compatibles en los nuevos equipos.
- Aumento del tiempo de desarrollo de nuevas aplicaciones, puesto que depende de los recursos disponibles (personal técnico especializado), en contra de las grandes compañías de software comercial que disponen de un mayor número de recursos (económicos y técnicos).
- Problemas con la interconexión con software comercial, disminuyendo la potencia en la transferencia y en cualquier caso, limitados a la información que suministre el fabricante del software comercial al cliente. En gran número de ocasiones implicará a personal exclusivamente dedicado a replicar información de una aplicación a otra de forma manual.
- Gran dificultad en la planificación correcta de las necesidades de producción y plazos de entrega, ya que la dificultad de obtener información del sistema de fabricación, impide por parte de los niveles más alejados, el conocer el estado y disponibilidad de la maquinaria, así como el tiempo de actuación necesario para satisfacer al cliente.

En el mundo globalizado actual, se impone cada vez con mayor autoridad el software comercial, en nuestro caso, el mantener ambas líneas de trabajo favorece la existencia de barreras en la comunicación de la productor de materia prima – empresa de fabricación – cliente, que irán en contra de los estándares de Calidad, en la trazabilidad del producto ante la inexistencia de una base tecnológica común y en la alta dependencia del factor humano.

En nuestro caso, cuando hablamos de dependencia del factor humano, nos referimos tanto a la no disponibilidad del personal técnico especializado en el software de desarrollo propio, como a los errores humanos por copias no correctas de datos entre diferentes aplicaciones o procedimientos difíciles de implantar por el personal, entre otros problemas.

Si a esta problemática planteada, le unimos que en gran parte de las empresas, no solamente encuadradas en el sector agroalimentario, están sometidas a importantes restructuraciones, el área de desarrollo puede quedar completamente externalizada, por lo tanto el mantenimiento y

la actuación ante una incidencia, así como futuros desarrollos ante nuevas demandas de la empresa o el cliente, se ven claramente mermados.

2.3. Solución al problema.

La solución al problema debemos acometerlo desde un punto de vista integral, hay que analizar la cadena de producción, implicando tanto a los productores de materia prima como a los clientes.

Entre las vertientes de software de desarrollo propio y comercial, una vez evaluado las ventajas y los inconvenientes, se opta por el software comercial, incluyendo en dicha decisión a todos los eslabones del sistema productivo.

En la elección se deberá optar por un software comercial robusto [5], en la empresa de fabricación objeto de nuestro estudio, la alternativa elegida ha sido SAP Business Suite®, tanto por su grado de implantación de empresas del sector agroalimentario, así como la posibilidad de integración en la misma aplicación de todos los elementos de la cadena de valor: Supply Chain Management (SCM), Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), Product Lifecycle Management (PLM) y Supplier Relationship Management (SRM).

En cuanto al software de desarrollo propio, el personal técnico adscrito al área deberá encaminarse su forma de trabajo a la utilización de software comercial, intentando en todo momento mantener una perspectiva global y de integración con el resto de los sistemas.

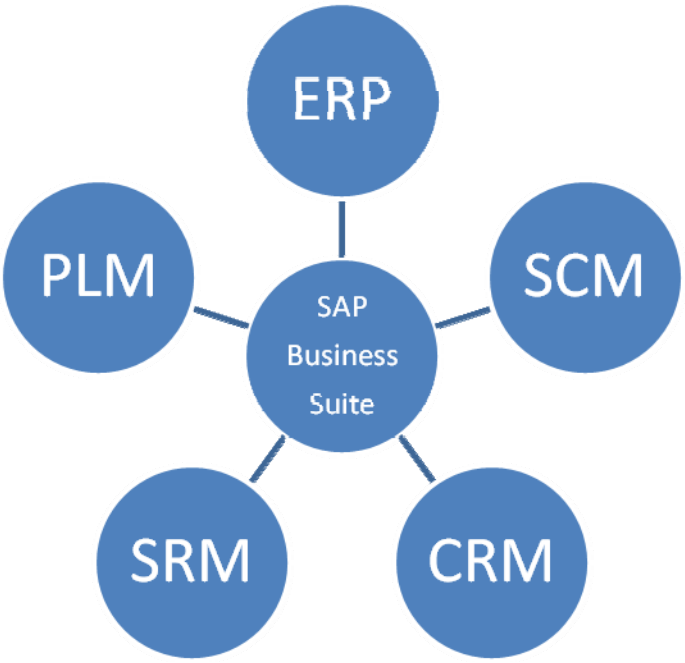


Fig. 2 Integración base software comercial

De esta manera, tanto a nivel de la empresa de fabricación objeto de nuestro estudio, como externamente a ella (proveedores y clientes), podemos disminuir los retrasos en la cadena de suministro, además de repercutir en una mayor flexibilidad para innovar y ampliar las futuras necesidades del sistema productivo, aumentando la ventaja competitiva frente a otros competidores del sector.

3. Conclusiones.

Las consideraciones de este estudio permiten concluir que, con la estandarización de las herramientas de gestión empresarial, se eliminan barreras para establecer una comunicación fluida proveedor-empresa-cliente.

La integración en una misma suite de software comercial puede ayudar a incrementar la integridad de los procesos y la eficacia empresarial y de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), de esta forma se favorece el establecer un ambiente colaborativo dentro y fuera de los límites de la empresa, repercutiendo en una mejora de las operaciones.

Por su parte, mediante la estandarización de las herramientas de gestión empresarial se consigue una mayor adaptabilidad al cambio, siendo mucho más sencillo la implantación de mejoras debido al avance de la tecnología, al seleccionar una empresa de software comercial que posea una capacidad de respuesta (recursos humanos y técnicos) acorde a las necesidades de la empresa de fabricación objeto del estudio.

Finalmente, con la estandarización de las herramientas de gestión empresarial se obtiene un mayor grado de integración de las empresas de fabricación en el marco de mercado globalizado, consiguiendo una ventaja competitiva a largo plazo frente a los competidores.

Referencias.

[1] S.N. Singh y C. Woo, “Investigating business-IT alignment through multi-disciplinary goal concepts”, Requirements Engineering Journal, 2009, Vol.14 (pp. 177-207).

[2] K. Ramamurthy y G. Premkumar, ”Determinants and outcomes of electronic data interchange diffusion”, Engineering Management, IEEE Transactions on, 1995, Vol. 42 (pp. 332-351).

[3] PM. Horn, “The changing nature of innovation”, Research-Technology Management, 2005, Vol. 48 (pp. 28-31).

[4] A. Pastor, “Tesis Doctoral: Metodología de implantación de modelos de gestión de la información dentro de los sistemas de planificación de recursos empresariales. Aplicación en la pequeña y mediana empresa”, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, ISBN 978-84-692-2828-9, Cádiz, 2009.

[5] JB. Hill, *et al.*, “Magic Quadrant for Business Process Management Suites”, Gartner Research, 2009.

Implementation of a Smart Antenna Multiuser Algorithm on a DSP system.

Adil majdoubi [1], Mohamed Essaaidi[2]

[1,2] Abdelmalek Essaadi University P. O. Box 2121 Tetuan 93000 Morocco, Departement of Physics, Morocco, elmajdo@yahoo.com ; essaaidi@gmail.com

Abstract. Smart antennas systems are being the key solution to increase the spectral efficiency and improving the system performance in mobile communication. Smart antennas usually consist of a number of radiating elements (i.e. array antennas) whose individual excitation can be controlled by DSP (digital signal processor) in order to achieve the desired radiation pattern. The smart antennas systems estimate the direction of arrival of the signal, using techniques such as MUSIC (Multiple Signal Classification), and ESPRIT (estimation of signal parameters via rotational invariance techniques) algorithms. They involve finding a spatial spectrum of the antenna array, and calculating the DOA from the peaks of this spectrum. These calculations are computationally intensive.

Keywords: DOA, MUSIC, antenna array, spatial spectrum.

1. Introduction.

The objective of this communication is to give an overview of how a smart antenna system works. And concentrates on the DSP architecture, precisely (TMS320C64x) utilizes by smart antennas.

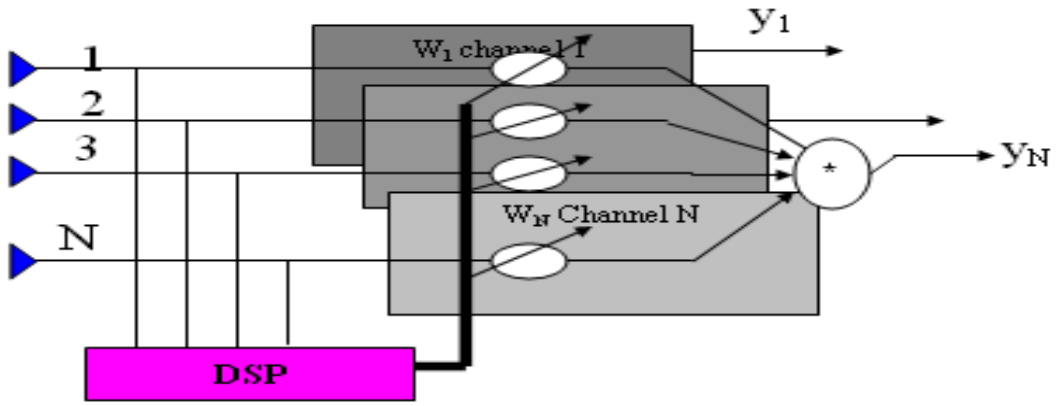


Fig. 1 the smart antenna system structure.

2. Processing of Problem.

The signal processing algorithms, mainly governed by complex weight w_k shifts the phase a_k sets the amplitude θ_k for the k^{th} antenna.

The output $y(k)$ for time step k is: $y(k) = w^H x(k)$.

For nonstatic channels:

At first, we start with an arbitrary value of the weight vector $w(0)$, typically the zero-vector.

Second, we compute the gradient vector with respect to the actual weight vector $w(k)$

Third, we change the values of the actual weight vector by a constant parameter μ in negative direction of the gradient vector.

The mathematical representation is: $w(k+1) = w(k) + \mu\left(-\frac{\partial MSE}{\partial W}\right)$

$w_{k+1} = w_k + \mu x(k) e^*$ LMS algorithm

e^*: The instantaneous error between the array output and desired signal.

2.1. DOA(direccional of arrival)

The DOA estimation: denotes the direction from which a propagating wave arrives at a point of array antenna.

Types of DOA algorithms:

1. Conventional Methods.

2. Subspace Methods (MUSIC, ESPRIT).

Technique based on correlation matrix with eigenvalue decomposition (EVD), it is also called a subspace-based method.

$$R_{xx} = E\{x(t)x^H(t)\} = AE\{s(t)s^H(t)\}A^H + E\{n(t)n^H(t)\} = ASA^H + \sigma^2 I$$

the correlation matrix R_{xx} it can be decomposed to signal and noise subspaces by the complex-valued as:

$$R = U_S \Lambda_S U_s^H + U_n \Lambda_n U_n^H$$

the eigenvalues are ordered as $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \cdots \geq \lambda_L \geq \lambda_{L+1} = \cdots = \lambda_M = 0$

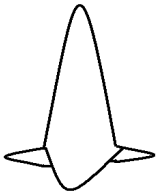
2.2. The MUSIC algorithm:

The noise subspace eigenvectors of corresponding eigenvalues σ^2 are orthogonal to the array response vectors.

$U_n^H a(\theta_i) = 0 \;;\; \theta_i \in [\theta_1 \cdots \theta_L]$

the cost function: $P(\theta) = \dfrac{a^H(\theta) a(\theta)}{a^H(\theta) U_n U_n^H a(\theta)}$

Excitation vectors



Noise vectors

The peaks θ in the $P(\theta)$ of the signal, it estimates as the DOA.

2.3. Simulation:

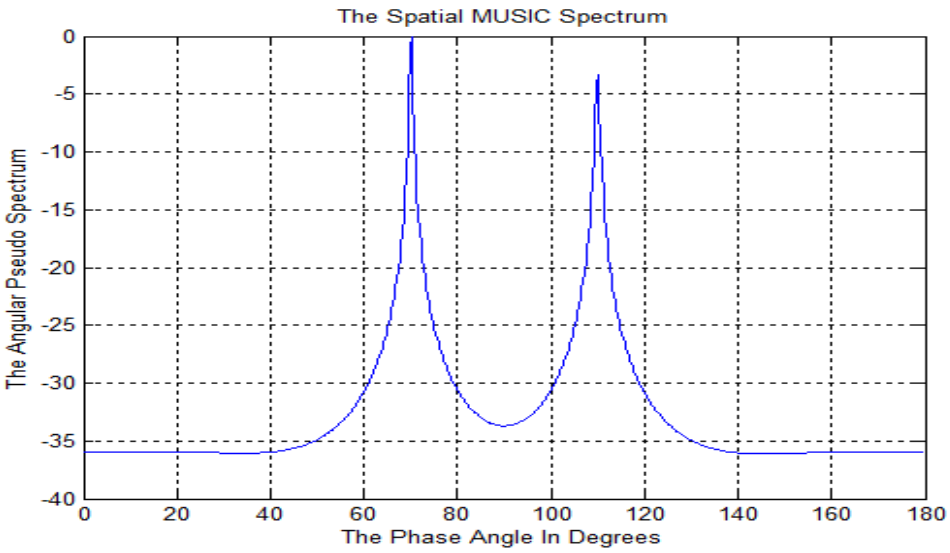


Fig. 2 An ULA of 4 elements is used with half wavelength Spacing; N= 100 samples; SNR is 20 dB.

2.4. MIMO system:

multiple antennas at both transmitter (TX) and receiver (RX).

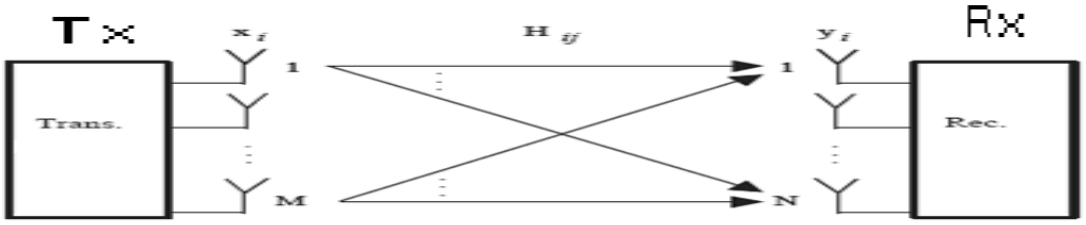


Figure 3: Block diagram of a MIMO link. N≥ M

$y_j = H_{ij}x_i + n_j$ H_{ij} : The complex channel matrix.

Capacity of (MIMO) systems:

Shannon: The capacity of one element of these channels is:

$$C \approx B\log_2\left(1+\frac{N}{M}\cdot SNR_0\right)$$ **B:** is the bandwidth of channel.

But, since we have **M** of these channels (*M* transmitting antennas), the total capacity of the system is $C \approx M.B\log_2\left(1+\frac{N}{M}\cdot SNR_0\right)$

From Shannon's equation it would seem that there are two only two ways to increase the capacity of a communications channel:

$$C \approx M.B\log_2\left(1+\frac{N}{M}\cdot SNR_0\right)$$

Increase Transmission Bandwidth (**B)**

Increase Signal-to-Noise ratio (**SNR**)

MIMO Techniques:

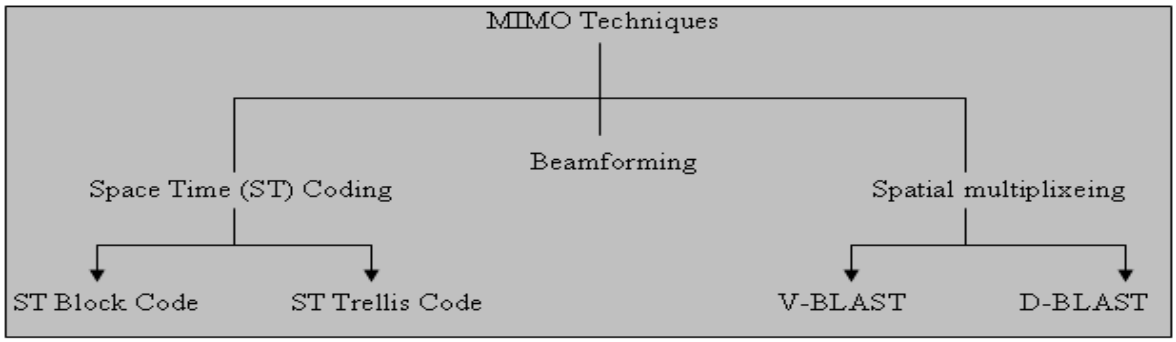


Figure 4: schemes represented MIMO techniques

2.5. The reception algorithms:

algorithms for attained the symbols at the receiver antenna for MIMO systems:

minimum mean square error (MMSE) receiver.

zero forcing (ZF) receiver.

Vertical- Bell Labs layered space-time (V-BLAST) receiver.

V-BLAST:

steps of the V-BLAST algorithm:

1-Nulling: an estimate of the strongest transmit signal is obtained by nulling out all the weaker transmit signals.

2-Cancellation: These data bits (estimated signal) are demodulated and the channel is applied to estimate its vector signal contribution at the receiver.

3. Definition of DSP.

Designed specifically for digital signal processing, generally in real-time computing. Executing mathematical algorithms that are simple combinations of multiply and addition (MAC). The data is processed as streams of vectors.

3.1 Characteristics of DSP TMS320C64x:

Manufacturer	Texas Instrument, Announced in February 2000
Clock (MHz)	400-600 (MHz) instruction packet every 1.67 ns.
Performance	3200-4800 (MIPS)
Precision	is a 32-bit fixed-point family
Optimization for	Fixed point processing power

Table 1: characteristics of TMS320C64x

The memory system of C64x have a Harvard architecture providing separate address spaces for program and data memory.

3.2 Methodology of application:

implemented DOA algorithm in digital signal processor especially the (TMS320C64x) of Texas instrument.

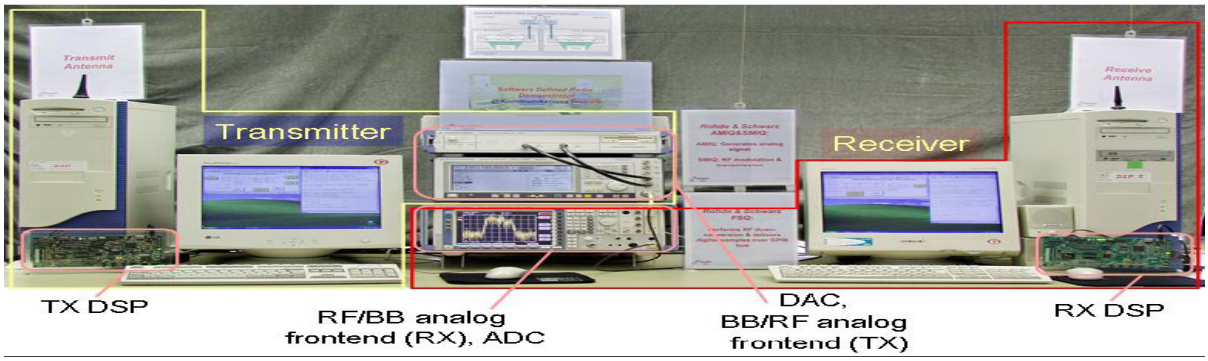


Figure 5: image of the practical study.

4. Conclusion:

Beamforming technique they introduce a several advantages for wireless communication. The simulation of the DOA estimation and beamforming algorithms gives an idea of the computational complexity involved for implemented an algorithm in a DSP system. Finally the DSP system especially C64x have more advantages for smart antenna such as improving speed of operations cycle and simplicity of implementing.

Acknowledgments

I express my deep thanks to the Professor M. Essaaidi for his research activities. Thanks are also due to Dr. Otmane Chakkor for his helpful comments. I wish to express my gratitude to the community of organization of (*Congreso Científico Internacional de Ingeniería, Tetuán 2010*).

References.

[1] Najib Fadlallah. Contribution à l'optimisation de la synthèse du lobe de rayonnement pour une antenne intelligente. Application à la conception de réseaux à déphasage. Thèse. 24 Mai 2005.

[2] Hlawatsch, F. and Boudreaux- Bartles, G. F.“ Linear and quadratic time-frequency signal representations”, IEEE SP Mag., April 1992, (21–67).

[3] L. C. Godara, “Application of Antenna Arrays to Mobile Communications, Part I: Performance Improvement, Feasibility, and System Considerations,” Proceedings of the IEEE, Vol. 85, No. 7, July 1997, pp. 1029-1060.

[4] L. C. Godara, “Application of Antenna Arrays to Mobile Communications, Part II: Beam-Forming and Direction-of-Arrival Considerations," Proceedings of the IEEE, Vol. 85,No. 8, August 1997, pp. 1193-1245.

[5] Sheikh, K. Gesbert, D.Gore, D.Paulraj, “Smart antennas for broadband wireless access networks,” IEEE Communications Magazine, Volume: 37 , Issue: 11 , Nov. 1999, Pages:100 – 105.

[6] Kaizhi Huang; Jing Wang; Guoan Chen; Youzheng Wang “Smart antenna and spatial diversity-combining,” 55th Vehicular Technology Conference, 2002. Volume: 1 , 6-9 May 2002 Pages:340 – 344.

[7] "TMS320C64x Technical Overview" Literature Number: SPRU395B January 2001.

[8] "breakthrough DSP architectures" technology Innovation Vol.3 March 2000 .

[9] "TMS320C6000 CPU and Instruction Set Reference Guide" Literature Number: SPRU189F October 2000.

[10] M. Shafi, D. Gesbert, Da-shan Shiu, P.J. Smith, W.H. Tranter. “Guest editorial MIMO systems and applications. II,” Selected Areas in Communications, IEEE Journal on , Volume: 21 , Issue: 5 , June 2003 Pages:681 – 683.

El capital intelectual y las herramientas web 2.0

[1]Ángel Cervera Paz, [2]Antonio Jesús Sánchez Guirado y [3]Mª Reyes Carvajal

[1,2] Departamento de Organización de Empresas, Universidad de Cádiz, Fac. CC. Económicas y Empresariales Avd. Duque de Nájera, 8, 11002, Cádiz, España [3] Universidad Autónoma de Madrid

angel.cervera@uca.es; antoniojesus.sanchez@uca.es; mariareyes.carvajal@estudiantes.uam.es

Abstract. Resources are not productive by themselves. Only from the moment that organizational capacities allow to develop they turn in fundamental for the company. The article approaches the existing relation between the technologies of the information and communication and the innovation, relation that allows to create the intellectual capital by means of social networks (nets). The concept web 2.0 includes a set of technologies of the information that allow the development of social networks(nets) There fulfils an inventory of the software commonly used in the web 2.0. The suitable employment of these technologies and a suitable management of the relation between the information generated by the final users and the users of the companies helps to foment the intellectual capital and the innovation in the company.

Keywords: innovación, capital intelectual, tecnologías de la información y comunicación, web 2.0.

1. Introducción.

En la actualidad las empresas están inmersas en un proceso de globalización caracterizado por incrementos en el desarrollo tecnológico y los intercambios de información. Una opción para ser más competitivas es sacar mayor partido del empleo de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, en especial de las redes sociales, creando ventajas competitivas sostenibles basadas en la innovación, el conocimiento, y la tecnología.

Dado que innovar es convertir ideas e inventos en productos nuevos o mejorados, con aceptación en el mercado y aplicación en la sociedad, las empresas tienen ahora la oportunidad de crear valor haciendo las cosas de forma diferente e incluso haciendo cosas radicalmente nuevas. En esta comunicación se tratarán de relacionar el capital intelectual con los flujos internos y externos de información, empleando herramientas de comunicación actuales accesibles a una gran parte de la población.

La invención es fruto de la creatividad y del capital intelectual acumulado (I+D) y supone la aparición de un concepto nuevo; la innovación exige el éxito comercial de la invención y ayuda a crear riqueza a partir del conocimiento (sea éste nuevo o no).

Generalmente se distingue entre innovación incremental y radical. La innovación incremental supone una mejora significativa de algo ya existente, mientras que la innovación radical implica la creación de nuevos paradigmas. El objetivo a alcanzar con la utilización de las

herramientas TIC (tecnologías de la información y la comunicación) es la obtención de innovaciones incrementales.

En estas mini revoluciones juegan un importantísimo papel las personas, dado que las TIC promueven la productividad basándose en el conocimiento. Por tanto, la clave de estas innovaciones no descansa en exclusiva en la tecnología, sino también en las personas que emplean las TIC dentro de la organización o de la sociedad.

Sin embargo, las capacidades sí están condicionadas por las influencias del entorno y, muy en concreto, de las actitudes existentes en la empresa en cuanto a correr riesgos, respecto a la libertad de probar y experimentar, etc., en una palabra todo lo que suponga crear las condiciones favorables para los innovadores.

2. Tecnologías de la Información y Comunicación e Innovación.

Para garantizar la supervivencia en un mercado competitivo y global hace falta saber cómo compartir el conocimiento y trabajar en grupo, más aún cuando las TIC han permitido eliminar los límites de espacio y tiempo en el trabajo. El buen empleo de las TIC permitirá cambiar la forma tradicional de hacer negocios. En este nuevo entorno las oportunidades y los riesgos se comparten y son comunes para todas las empresas y hay que conocer las herramientas disponibles para aumentar las posibilidades de éxito. Como el mercado es cada vez más competitivo y global, sólo un compromiso absoluto de las organizaciones por la innovación constante les ayudará a sobrevivir.

Tradicionalmente han destacado dos grandes fuentes para la innovación: el market-pull y el technology-push. El technology-push es una buena alternativa para crear nuevos mercados, pues implica el progreso de la tecnología orientada inicialmente hacia el incremento del rendimiento técnico y secundariamente hacia una necesidad especifica de mercado[1]. Las TIC actúan como technology push y sus avances promueven cambios en la composición de los productos y procesos.

Por tanto, si desde la perspectiva del technology push los consumidores actúan en la generación de innovación, habrá que tenerlos más presentes, escucharlos, estar con ellos… y para ello las TIC ofrecen una gran oportunidad si se saben emplear adecuadamente, pues son muchos los consumidores que expresan deseos y necesidades explícitamente en foros, redes sociales, etc.

Por otra parte, el modelo de Marquis [2] (figura 1) destaca la idea de que para definir el proceso de innovación se necesitan incorporar tanto la tecnología, como el mercado siendo ambos factores fundamentales del proceso de innovación pues permiten acoplar o adecuar la necesidad sentida y la posibilidad de satisfacerla. El modelo anterior permite vincular las TIC con el capital intelectual conectando el entorno (clientes, proveedores, etc.) con la organización y aprovechando los inputs para transformarlos en innovaciones.

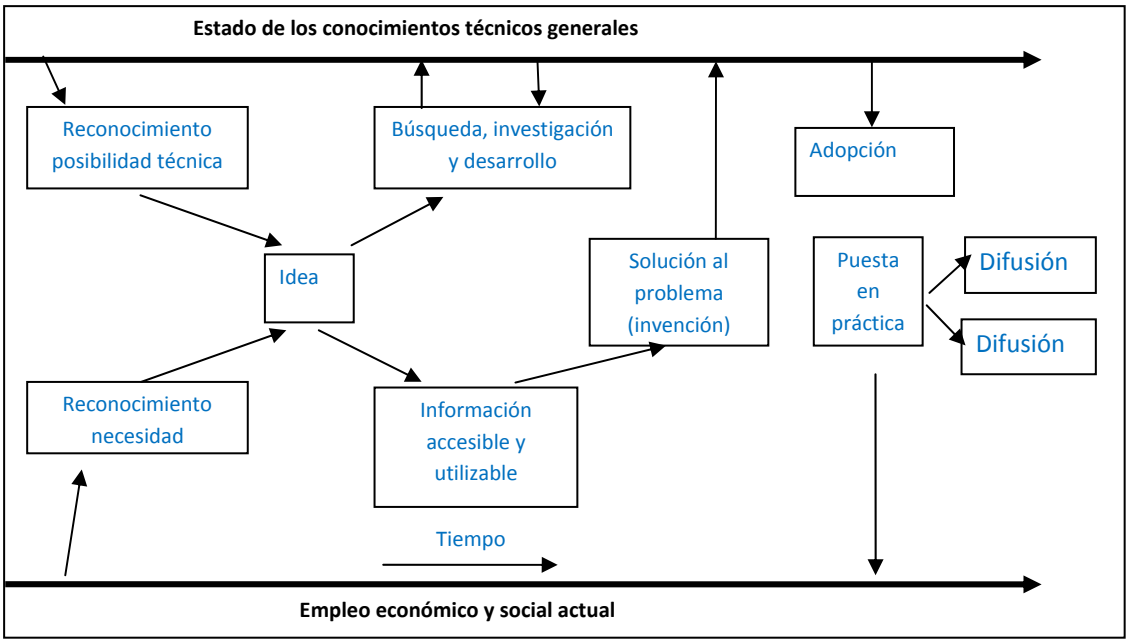


Figura 1: Marquis, D.G. (1969). *The Anatomy of Succesful Innovations.* National Science Foundation. Innovation. November. Reimpresa en: Tushman, M.L. y Moore, W.L.(1988).

3. Innovación, tamaño y estructura de la empresa.

Los planteamientos teóricos acerca de la relación entre tecnología y tamaño de la empresa comienzan con los estudios de Galbraith [3] y Shumpeter [4]. El tamaño de la empresa tiene una importancia relativa respecto a la I+D+i e incluso puede depender de la propia estructura de la industria. Las empresas pequeñas se podrían beneficiar de su flexibilidad, dinamismo, mayor facilidad de coordinación, etc. para concebir y desarrollar la innovación, aunque encuentran más dificultades a la hora de trasladar sus innovaciones al mercado.

Puesto que el entorno determina la estructura y el funcionamiento de las organizaciones y que los sistemas orgánicos o flexibles son más adecuados para entornos inestables donde es necesaria la adaptación continua, en el mundo actual, caracterizado por la turbulencia del entorno, las estructuras flexibles serán más acertadas para competir. Pero ya que muchas empresas no presentan este tipo de estructuras, sí debe remarcarse que al menos en lo concerniente a los procesos de información deberán adaptar sus estructuras a modelos orgánicos donde la información sea más fluida, lo que puede apoyarse en una nueva forma de emplear las TIC.

Ahondando en las formas organizativas más apropiadas para la I+D+i y su relación con las TIC, hay que señalar que los avances en las tecnologías de la información y comunicación han permitido que muchas organizaciones puedan gestionar sus vínculos de información de manera diferente y mejorar su gestión, mediante el empleo de nuevas formas organizativas que reestructuran su cadena de valor. Johnson y Scholes [5] exponen las tendencias relevantes en la reestructuración de las organizaciones, entre las que se encuentran las siguientes:

Supresión de niveles jerárquicos, tendiendo hacia estructuras más planas, ya que la mejora en la calidad y velocidad de la información "permite un nivel de calidad mayor" [5] del existente hasta ahora.

El trabajo en muchas organizaciones depende menos de la presencia del trabajador en ellas, lo que conlleva que muchos empleados puedan desarrollar su labor de "forma independiente conectados a los recursos claves de la corporación, a sus colegas, proveedores y clientes, mediante estructuras informáticas y de telecomunicaciones" [5].

Muchas organizaciones comienzan a no tener una estructura formal, con una sede física, sino que existe una "relación de asociación, colaboración y red" [5], constituyéndose una organización virtual, si bien para el cliente la organización satisface sus necesidades y parece "real". Respecto a la relación con los consumidores las redes pueden organizarse de diversas formas:

"Una tienda o servicio completo (one-stop shop) es una organización que crea un lugar físico real para canalizar todas las solicitudes de los clientes" [5], ofreciendo todos los servicios y coordinando los distintos servicios ofertados (figura 4).

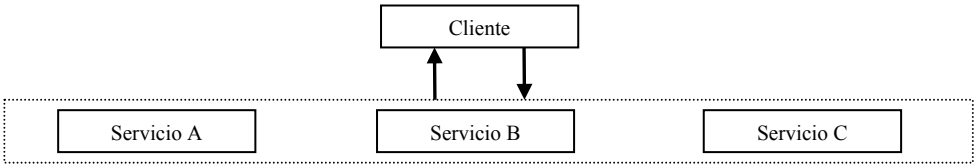


Figura 4: tienda o servicio completo. Fuente: Johnson y Scholes, 2001.

Otras empresas deciden crear una "tienda de mediación (one-start shop)" [5], desde donde también se tramitan las solicitudes de los clientes (figura 5). La tienda se encarga del diagnóstico de las necesidades del cliente y le reconduce al proveedor más adecuado a sus necesidades.

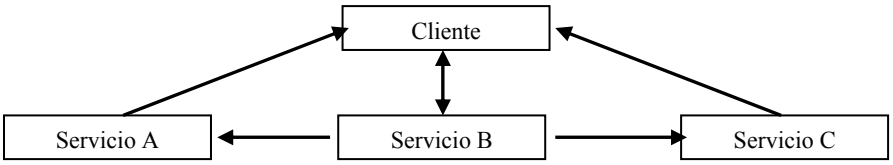


Figura 5: Tienda de mediación. Fuente: Johnson y Scholes, 2001.

Por último, una tercera alternativa (figura 6) consiste en un servicio en red donde los clientes pueden acceder a todos los servicios de la empresa a través de cualquier miembro de la misma. Esto conlleva dos aspectos a tener en cuenta, que todos los miembros además de poseer la información "sean capaces de emplearla y, por otro lado, que estén dispuestos a vender los productos de otros proveedores y a colaborar con ellos" [5].

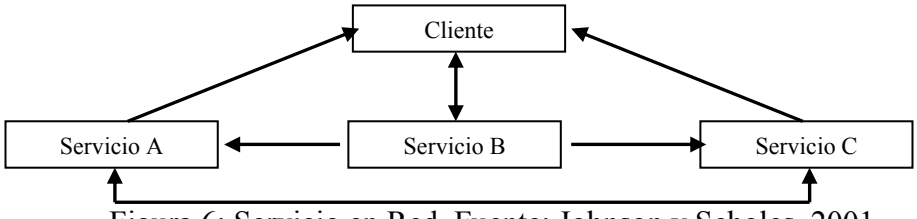


Figura 6: Servicio en Red. Fuente: Johnson y Scholes, 2001.

4.- Interrelación entre redes, capital social e intelectual

La deriva de las estructuras de las empresas ha encaminado a numerosas organizaciones a trazar nuevos lazos de información con el entorno. La actual sociedad del cocimiento es una sociedad contingente, plural y descentrada en la que la cohesión se mantiene sólo circunstancialmente y en la medida en que se movilicen las redes capaces de creación e innovación. La sociedad del conocimiento descansa sobre dos aspectos clave del capital social: la confianza y la participación social.

El capital social consiste en un conjunto de redes sociales, participación social voluntaria y confianza de una sociedad o comunidad, o restringidamente, las redes y los contactos de una persona o grupo. Las perspectivas sobre el concepto de red social varían por lo tanto con la forma en que se delimita (normas, asociaciones y redes) y con el sujeto al que se le atribuye la titularidad (particular o colectivo).

Peyrefitte [6] y Fukuyama [7] apuntan a la confianza como clave de los elementos no contractuales del contrato que nutren y hacen posible los intercambios económicos, minimizando los costes de transacción. Desde esta perspectiva las redes sociales contribuyen a la eficiencia y a la competitividad.

Burt [8] define el capital social como "las relaciones con otras personas de las que se puede obtener oportunidades". Es en éste ámbito de la generación de oportunidades donde las empresas deben emplear las TIC en relación a las redes sociales.

Coleman [9] enumera tres elementos definitorios del capital social: es un recurso individual que facilita las acciones; es productivo; es un aspecto de la estructura social. Además señala otros componentes del capital social: los "credit slips", que se componen de las obligaciones y las expectativas que conforman las normas de reciprocidad y confianza; los canales de comunicación que facilitan el intercambio de información relevante para la acción; las normas sociales.

Existe una interrelación entre normas-redes-confianza, de manera que una red densa y recíproca, con cierre social, no sólo facilita el cumplimiento de las normas. A su vez el cierre de la estructura social es un factor que aumenta la fiabilidad, que a su vez hace posible la existencia de obligaciones y expectativas.

El capital social se debe a la estructura de las relaciones entre los actores y no a la persona, de manera que es poseído conjuntamente por las dos partes de una relación. Si alguna de las partes se retira desaparece el capital social. El capital social en una relación no pertenece a nadie, es un bien público, por lo que todos intentan evitar los costes y beneficiarse de él sin preocuparse de contribuir al mismo.

El capital social es intangible, si bien las relaciones sociales contribuyen a generar oportunidades para transformar el capital financiero y humano en beneficios. La importancia del capital social se incrementa con su uso y disminuye cuando se deja de emplear. Cuanto mayor sea la confianza en una relación, habrá más probabilidad de que perdure la confianza. Esto hace que desde una perspectiva individual se pueden observar los beneficios individuales.

Por su parte, el intercambio en las redes también se basa en la confianza y en normas de reciprocidad. El capital social se genera e incrementa cuando el individuo cumple con las expectativas del grupo. La fuerza motivadora del individuo es la anticipación de la utilidad asociada a estar bien conectado en la sociedad. Tal y como ocurre con la reciprocidad del intercambio, la orientación predominante es utilitarista, con la salvedad de que el comportamiento del actor no se orienta a un alter particular, sino a un tejido de redes sociales.

Nonaka y Takeuchi [10] señalan que la actual sociedad "viene protagonizando una espiral creciente de nuevos conocimientos". Esta sociedad del conocimiento se ha desarrollado simultáneamente, y gracias, al desarrollo de las TIC. Sin los grandes cambios que han surgido en las comunicaciones y la información no habría sido posible compartir tal cantidad de información, de conocimiento. Son las nuevas tecnologías las que guiarán a partir de ahora el desarrollo de este artículo.

Tampoco deben olvidarse los principios básicos de la estrategia, como son la misión, la visión y la definición de las metas [11]. Por tanto, hay que atender también a los flujos de información que proceden de la propia organización. Sin ellos será imposible crear el ambiente adecuado para que se generen nuevas informaciones y, por consiguiente, nuevos conocimientos.

Ambos conjuntos de informaciones deben ser capaces de permitirnos innovar, lo que exige que la organización haga frente a los siguientes retos [12]:

Tener muy claro de dónde venimos, qué hacemos y sabemos, dónde estamos para entender dónde nos dirigimos.

Pasar de la inteligencia individual a la inteligencia colectiva.

Evolucionar e innovar para sobrevivir.

Poner en valor todo lo anterior o generar las competencias esenciales para lograr la meta.

Además, como señalan Bueno y Morcillo [13] hay que seleccionar las informaciones que permitan incrementar las propias experiencias de la empresa, socializando las informaciones seleccionadas para que todos los miembros de la organización estén en disposición de enriquecer el stock de conocimientos y de lanzar nuevos bienes y servicios al mercado.

3. Conclusiones.

El mundo cambia rápidamente, el entorno de muchos negocios se ha transformado en hipercompetencia [14]. El enfoque estratégico tradicional podría no funcionar adecuadamente en esta nueva situación, al plantearse asimetrías entre las compañías competidoras y las nuevas formas de comunicarse con los clientes que pasarían, en muchos casos, a ser colaboradores, partícipes del proceso de toma de decisiones.

Las redes sociales (web 2.0) plantean desafíos a los profesionales del marketing y en general a las empresas con independencia de lo que vendan.

Es posible que al igual que con el boom de las puntocoms resulte un fiasco. El grado positivo o negativo del cambio del mundo analógico al mundo digital no es predecible por el momento, ya que actualmente se vive la transición. Es un problema general de cualquier entrante en una etapa temprana del ciclo de vida. Pero merece la pena arriesgarse, un gran mercado de nativos digitales espera a los triunfadores.

Agradecimientos

A María Reyes Carvajal de la Universidad Autónoma de Madrid por la maquetación y revisión de los textos.

Referencias.

[1] Molina Manchón, H. y Conca Flor, F.J. Innovación tecnológica y competitividad empresarial. Universidad de Alicante, Alicante (2000).
[2] Marquis, D.G. (1969). The Anatomy of Successful Innovations. Innovation. November. Reimpresa en: Tushman, M.L. y Moore, W.L.(eds). Pitman, Boston. (1988).
[3] Galbraith, J.K. Technology and global strategies and organization. En Von Glinow, M.A. y Mohram, S.A. Managing complexity in high technology organizations. New York: Oxford University Press, New york (1990).
[4] Schumpeter, J.A. Business cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process. McGraw-Hill Book Company. New York (1939)
[5] Johnson, G. y Scholes, K. Dirección estratégica, 7ª edición. Pearson-Prentice Hall. Madrid, (2006).
[6] Peyrefitte, A. La societé de confinase. Essai sur les origines et la nature de développement. Editions Odile Jacob. Paris (1995).
[7] Fukuyama, F.. Trust. The social virtues and the creation of prosperity. Free Press Papersbacks. New York: (1996).
[8] Burt, R.S. The Social Capital of Structural Holes, M.A.: Harvard University Press. Cambridge, (1992)
[9] Coleman, J.S.. The Foundations of Social Theory., Massachusetts: Harvard University Press. Cambridge, (1990).
[10] Nonaka, I. y Takeuchi, H.. The Knowledge-creating company. Oxford University Press. New York, (1995).
[11] Collins, J.C. y Porras, J. Visión de empresa, empresas con visión. Harvard Deusto Business Review, nº 53. Barcelona (1993). pp. 58-69.
[12] Hermine, J-L. Gestion des connaissances. IC´2000. Disponible en: www.irit.fr/IC2000. (2000)
[13] Bueno, E. y Morcillo, P. Cultura e innovación: la conexión perfecta. En Revista de investigación en gestión de la innovación y tecnología, nº 15, febrero-marzo de 2003. Madrid, 2003. Disponible en: http://www.madrimasd.org/revista/revista15/editorial/editorial.asp.
[14] D´Aveni, R. Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategy Maneuvering. New York: Free Press. New York, (1994).

Integración del Autómata Celular con Código Aditivo 683 en un Cifrado de Bloques de Tipo Feistel

Tomeu Hardasmal, A.J.[1], Barrientos Villar, J.M.[2] and Yrayzoz Díaz de Liaño, E.[3]

[1,3] Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz, C/Chile s/n, España, {antonio.tomeu, eloisa.yrayzoz}@uca.es

[2] Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática, T.E. y Electrónica, Universidad de Cádiz, C/Chile s/n, España, juan.barrientos@uca.es

Abstract. Everybody knows the excellence of Feistel ciphers in commercial aplications. In november of 2000, DES was changed in USA (and soon in the rest of the world) by a new cipher known as AES, like new standard of cyphering. In this work we want to show the results coming from de coupling of two topics: block ciphers type-Feistel, and cellular automata as theoretical computation model. First results shows that it is possible to obtain block ciphers joining both models, with reasonible security levels.

Keywords: autómatas celulares, cifrados de bloque, cifrados Feistel, DES.

1. Introducción.

Actualmente, y dentro de la criptografía simétrica, uno de los tópicos de interés es el de los cifrados en bloque, por cuanto que garantizan métodos para establecer comunicaciones seguras con tiempos de cifrados y seguridad razonables. La pléyade de cifrados en bloque está en continuo crecimiento, si bien el uso de autómatas celulares en los mismos es de carácter primario. De hecho, existe una única propuesta con una longitud de clave de 1088 bits, que la hace poco manejable en la práctica. Para obviar este problema, nuestro propósito fue el diseñar un cifrado en bloque de tipo Feistel en el cual la fortaleza de la función de cifrado viniese del hecho de la integración en la misma del modelo de los autómatas celulares.
El presente trabajo muestra los primeros resultados conseguidos. Para ello, presentamos en la segunda sección el modelo de autómata celular, seguido de la tercera donde se definen las redes de Feistel y se establecen las premisas del cifrado. La cuarta sección se dedica a la construcción del Cifrado en Bloque con Autómatas Celulares 1 (CIBAC-1), realizándose su criptoanálisis en la siguiente. La última sección se dedica a establecer las conclusiones.

2. Desarrollo del problema.

2.1. El Modelo de los Autómatas Celulares

Definición 1 Un autómata celular unidimensional se compone de una hilera infinita de casillas, también llamadas células, que pueden tomar valores sobre un anillo conmutativo finito $Z_k = \{0,1,..., k-1\}$.

Notaremos a las células mediante la expresión a_i, para indicar a la célula situada en la posición i de la hilera. Como es lógico, el estado del autómata queda especificado por el conjunto de los valores situados en las casillas en un instante dado del tiempo t, y es llamado configuración:

$$...., a_{i-1}^{(t)}, a_i^{(t)}, a_{i+1}^{(t)}, ...$$

El valor o estado de la célula a_i es actualizado en pasos de tiempo discretos de acuerdo con una función de transición determinista, dependiente de las células vecinas de a_i, de acuerdo con la ecuación general dada por la siguiente definición.

Definición 2 La función de transición de un autómata celular es de la forma

$$a_i^{(t+1)} = \phi(a_{i-r}^{(1)}, a_{i-r+1}^{(1)},...a_{i+r}^{(1)}) \qquad (1)$$

La vecindad se considera en general formada por la propia célula, y por las *r* células vecinas inmediatamente adyacentes a derecha e izquierda[1]. La actualización de los estados de las células se hace de acuerdo con la ecuación (1) y es realizada síncronamente para todas las células de la hilera, y la aritmética es computada módulo *k*.

Una vez establecidos los parámetros *k* y *r*, podemos en principio determinar cualquier función de transición que deseemos, y que establecerá el mecanismo evolutivo del autómata. Si entonces consideramos el patrón generado a partir de una configuración inicial establecida aleatoriamente, podemos observar distintos comportamientos según sea esta función [6]. Por comodidad, podemos identificar el array con el conjunto de los números enteros, estableciendo la biyección dada por *f(i)=ai* recorriendo *i* el campo de los enteros.
Procedemos a continuación a desarrollar el soporte formal necesario para lograr un modelo de evolución espacio-temporal para los autómatas celulares.

Definición 3 Una configuración de autómata celular será un vector $C^{(t)}$ de enteros módulo k. En el caso de tratar con un autómata celular finito dispondremos de N células $a_0, a_1,..., a_{N-1}$..
El autómata celular va pasando de una configuración $C^{(t)}$ a la siguiente $C^{(t+1)}$ mediante la aplicación de una función de transición sobre cada una de las células $a_i^{(t)}$ de $C^{(t)}$ que en general viene dada por la ecuación 1.
El parámetro *r* en dicha ecuación determina el ámbito de la regla, ya que el valor de $a_i^{(t+1)}$ vendrá dado por el de *2r+1* células: el suyo propio, y el de sus *r* células vecinas a derecha e izquierda. Podemos extender la definición de la función de transición a una configuración completa sin más que especificarla como sigue:

Definición 4 Extensión de la función de transición ϕ a una configuración: función ϕ_g. La función $\phi_g : C \to C$ de transición global siendo C el conjunto de todas las configuraciones posibles está dada por

$$C^{(t+1)} = \phi_g(C^{(t)}) = \phi(a_i^{(t)})_{i \in Z} \qquad (2)$$

En general, y por comodidad, las funciones de transición suelen ser representadas mediante un número natural obtenido a través de la técnica conocida como síntesis de códigos aditivos desarrollada en (Wolfram, 84) y utilizada de forma exhaustiva en. A partir de ahora, vamos a referirnos a un autómata celular concreto mediante su código aditivo.

2.2. Redes de Feistel

La mayoría de los cifrados de bloques tienen un funcionamiento muy similar: dividen los bloques de datos de una longitud dada a ser cifrados en dos mitades, *L* y *R* ambas de

[1] Naturalmente, el rango de la vecindad puede ser más amplio y también más complicado. No obstante, suele respetarse la simetría respecto de la célula central, si bien esto no es estrictamente necesario.

longitudes idénticas e iguales a *m*, y realizan un cifrado iterativo en el que la salida de cada paso se usa como entrada para el próximo. Las siguientes ecuaciones definen un tipo de cifrado en bloque conocido como red de *Feistel*.

Definición 5 Una red de Feistel está dada por

$$L_i = R_{i-1}$$
$$R_i = L_{i-1} \oplus f(R_{i-1}, K_i) \qquad (3)$$

La operación ($\oplus$) es la suma módulo 2 o XOR bit a bit, muy utilizada en este tipo de cifrados, y K_i las claves internas del sistema, calculadas a partir de la clave inicial K.
Este tipo de estructura cuenta con la interesante propiedad de ser reversible y comportarse involutivamente, independientemente de cómo sea la función f descrita en las ecuaciones generales que definen la red. Para descifrar, basta con aplicar de nuevo el mismo algoritmo al texto cifrado invirtiendo el orden de las claves internas K_i .
El cifrado de bloque que vamos a presentar poseerá estructura de tipo *Feistel,* pero con la particularidad de que construiremos la función f involucrada en esta estructuras en base a autómatas celulares. Llamaremos al cifrado *CIBAC-1 (Cifrado de información de bloque con Autómatas celulares 1).* Para ello, sea la siguiente

Definición 5 Las ecuaciones que definen la función principal de cifrado de CIBAC-1 son (i=1,2,...,n)

$$L_i = R_{i-1}$$
$$R_i = L_{i-1} \oplus AC(R_{i-1}, K_i) \qquad (4)$$

donde

$$AC(R_{i-1}, K_i) = R_{i-1}(j) \oplus a_l^{(j)} \qquad (5)$$

Para j=1,2,...m siendo m la longitud de sub-bloque, siendo $a_l^{(j)}$ la evolución temporal de la l-ésima célula de un autómata celular concreto, cuya configuración inicial es $C^{(0)} = K_i$ y siendo *n* el número de iteraciones del cifrado.
Sin embargo, para que las ecuaciones anteriores tengan cabida en una cifra tipo *Feistel*, es necesario que la función principal de cifrado que describen se comporte como una involución.

Proposición 6 La función de cifrado AC de CIBAC-1 es una involución actuando en una red de Feistel de *n* etapas.
Demostración. Mediante inducción en el número de etapas, puede verse fácilmente. Veáse [6] al respecto. (q.e.d.)

La definición dada en la ecuación 5 si bien establece la función principal de cifrado de *CIBAC-1,* no pone en claro algunas cuestiones fundamentales de cara al diseño del cifrado como pueden ser:

- Longitud del bloque y del sub-bloque.
- Longitud de la clave.
- Número de rondas del cifrado.
- Elección del autómata celular cifrante.

A continuación resolveremos todas estas cuestiones. Es necesario aclarar aquí que todas las decisiones que se tomarán a continuación son de diseño, y las razones que las sustentan son en muchos casos de tipo empírico. Por ello, en muchas ocasiones no será posible argumentar formalmente sobre ellas.

2.3. Determinación de los Parámetros de Cifrado

Un análisis de la realidad actual en lo que al cifrado de bloque se refiere (ver Tabla 1), nos ha mostrado que de los ocho algoritmos de cifrado en bloque considerados más seguros en la práctica y cuyas características se muestran en la tabla, todos ellos excepto uno utilizan una longitud de bloque igual a 64 bits[3]. Por ello, y en base a la experiencia acumulada por sus constructores, fijaremos el parámetro *m* de la ecuación 5 en un valor de 32 bits, conformando por tanto ambos bloques el total de 64 bits.

Cifrado	Bloque	Tamaño de Clave	Iteraciones	Tipo Feistel
LUCIFER	12	128	16	SI
DES	64	128	16	SI
LOKI	64	64	16	SI
RC2	64	VARIABLE	---	NO
CAST	64	64	8	SI
BLOWFISH	64	VARIABLE	16	SI
IDEA	64	128	8	NO
SKIPJACK	64	80	32	SI

Tabla 1. Comparativa Paramétrica de Cifrados de Bloque en Explotación

Esta elección no es gratuita, ya que garantiza un compromiso entre la seguridad del cifrado y la rapidez con que el mismo puede realizarse, tanto mediante implantación software como, fundamentalmente, hardware.

En este caso la evolución histórica de los sistemas de cifrado en bloque ha dado a los diseñadores de criptosistemas una lección clara: longitudes de clave cortas llevan a poner en riesgo la seguridad del criptosistema, ya que definen espacios de claves lo suficientemente pequeños como para poder ser atacados por métodos computacionales de búsqueda exhaustiva o parcialmente exhaustiva guiada por heurísticas. Este fue el problema de *DES* en su día, para una longitud de clave de 56 bits efectivos (más de 8 de paridad).

Sobre el particular, en [1] se propone una interesantísima discusión sobre el problema de la longitud de clave, y los autores concluyen que de acuerdo con la curva esperada de incremento de potencia computacional para ataques basados en fuerza bruta, claves de al menos 90 bits garantizan cifrados simétricos en bloque seguros durante los próximos años. El cifrado de bloque actualmente más seguro, IDEA, utiliza claves de 128 bits, y lo hace invulnerable a cualquier ataque de fuerza bruta o diferencial. Nosotros nos vemos obligados a determinar el parámetro de longitud de clave en función de dos condicionantes:

1. Una longitud que sea lo suficientemente larga, entendiendo por tal a aquella igual o mayor a 128 bits.

2. El hecho de que la clave actuará como origen de las claves intermedias que darán lugar a configuración inicial $C^{(0)}$ de uno o varios autómatas celulares cifrantes, ya que debe tender a ser larga, en términos de garantizarnos periodos de longitud razonable.

[3] De hecho, hace años que DES fue desestimado como estándar de seguridad gubernamental por la NSA norteamericana, al demostrarse que con los recursos informáticos disponibles por las grandes agencias gubernamentales era inseguro en términos de su tamaño de clave. Como estándar comercial sigue vigente hoy día, ya que existen razones económicas de peso que se oponen a su cambio. A pesar de ello, a finales del año 2000, fue finalmente desestimado en EE.UU. a todos los niveles y sustituido por un nuevo algoritmo de cifrado de bloque, conocido como *Rindjael*.

En base a los comentarios anteriores escogemos una longitud de clave de 200 bits. Nos toca ahora determina el número de rondas de cifrado. Nuevamente acudiremos a la experiencia previa dada por los cifrados de bloque ya aceptados por la comunidad de criptógrafos. En este caso, todos los cifrados tipo *Feistel* utilizan 16 rondas. *IDEA* utiliza sólo 8, pero no está considerado un tipo *Feistel.* Es justo indicar que este parámetro fue fijado en las décadas de los setenta y ochenta, cuando la potencia del cálculo disponible era mucho menor que hoy en día. Nosotros optaremos por una longitud de 16 rondas, para lograr el grado de seguridad requerido y al mismo tiempo garantizar tiempo de cifrado razonables en máquinas de propósito general. Por tanto, será necesario disponer de múltiples autómatas celulares binarios cifrantes, para escoger uno de ellos, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Será binario, esto es con *k=2;*
- Su función de transición será no aditiva;
- Tendrán un alto grado de aleatoriedad;
- Tendrán períodos altos.

Serán utilizados los principios de selección definidos en [4] en base a test de aleatoriedad para autómatas celulares que actúan como buenos generadores aleatorios [5]. Para una mejor difusión de la información consideraremos *r=5*. En esta discusión, nos limitamos a indicar sus características de definición en términos de código numérico de la función de transición, y valores medios de los parámetros de complejidad relevantes tales como distancia media de *Hamming* interconfiguración (**H**), entropía de configuración media (**S**) y entropía temporal media para una célula ($\mathbf{S_t}$). Los datos relativos a los autómatas celulares en cuestión, junto con muchos otros, fueron computados vía el *Analizador-CA, software* de propósito específico escrito *ad hoc* por nosotros y se aprecian en la Tabla 2, para un autómata celular con 200 células.

Código Aditivo	H	S	St
683	100.044	0.9991	0.996

Tabla 2. Parámetros Analíticos del Autómata Celular 683.

2.4. La Cifra CIBAC-1

A continuación se realiza la definición del sistema de cifrado de tipo Feistel integrando en la función de cifrado al autómata celular 683. Comenzamos por establecer un teorema de existencia.

Proposición 7 *(Teorema de Existencia) Con las especificaciones de diseño anteriores, existe un cifrado de bloques con autómatas celulares binarios tipo Feistel.*

Demostración. Más adelante damos una descripción en seudocódigo del mismo. Como vemos en la Figura 4, el texto llano es sometido a una permutación inicial (no descrita en este trabajo, aunque ya ha sido establecida) y dividido en subloques L_0 y R_0. En la siguiente etapa, se obtiene L_1 y a partir de R_0 mientras que R_1 es obtenido mediante la función de cifrado. (q.e.d.)

En cada etapa se utiliza una subclave particular K_i, deducida a partir de la clave inicial de acuerdo al algoritmo de Cálculo de Subclaves que presentaremos en su momento. Veamos ahora que el cifrado así propuesto cumple la especificación Feistel.

Proposicion 8 *(Descifrado en CIBAC-1) El cifrado CIBAC-1 descrito por las ecuaciones 5 y 6 es de tipo Feistel y simétrico.*

Demostración. Tal y como se aprecia en la Figura 2, vemos que la salida del algoritmo de cifrado está formada por los sub-bloques (L_{16}, R_{16}) que conforman el criptograma. Si ahora damos como entrada al mismo algoritmo este criptograma, invirtiendo el orden de utilización

de las claves, vemos que el primer paso es hacer $PI(L_{16},, R_{16})$ lo cual nos proporciona que $(L_0,, R_0) = (L_{16},, R_{16})$. La primera etapa del algoritmo nos dice ahora que $L_1 = L_{16} = R_{15}$ y que $R_1 = L_0$ *XOR* $AC(R_0,K_{16}) = R_{16}$ *XOR* $AC(R_{15},K_{16})$. Sustituyendo R_{16} por su valor, tenemos que $R_1 = L_{15}$. Por lo tanto, la función concreta de autómata celular escogido puede ser cualquiera. Continuando el procedimiento concluimos que el descifrado concluye con $R_{16} = R_1$ y $L_{16} = L_1$. Finalmente, aplicando $IP^{-1}(R_1,, L_1)$ recuperamos el texto llano original $(L_1,, R_1)$. (q.e.d.)

Definición 10 *(Funciones de cifrado). La función de cifrado* $AC(R_{i-1},, K_i)$ *está dada de acuerdo con el Algoritmo de la Función de Cifrado:*

Algoritmo de la Función de Cifrado $AC(R_{i-1},, K_i)$

INPUT: $R_{i-1} = r_1 r_2 ... r_{32}$. $K_i = k_0 k_1 ... k_{199}$.

OUTPUT: $L_i = l_1 l_2 ... l_{32}$ (R'_{i-1}).

1.Inicialización: $C^{(0)} := K_i$

2. **While** j<32 **do**

2.1 $L_i(j) := R_{i-1}(j) \oplus C^{(j)}(100)$.

2.2 $j := j+1$.

Como podemos ver, cada etapa de confusión difusión es realizada utilizando el cifrado estándar orientado al flujo propuesto en [4], y realizando una suma módulo 2 entre el sub-bloque de 32 bits R_{i-1} y la evolución de la célula central (número 100) del autómata celular no aditivo escogido como función de cifrado, cuya configuración inicial $C^{(0)}$ se obtiene a partir de la clave K_i. En el algoritmo vemos cada iteración estándar y-ésima de la cifra *CIBAC-1* y vemos que la subclave $K_i = k_{i0}\ k_{i1} ...\ k_{i199}$ de la etapa, de 200 bits, establece la configuración inicial del autómata celular cifrante, ya que $C^{(0)}(j) = a_j = k_{ij}$ para $j=0,1,...,199$. Posteriormente este autómata evoluciona durante 32 generaciones, y el valor de la célula central central a_{100} es utilizado para cifrar los bits del sub-bloque R_{i-1} y obtener los del sub-bloque de salida L_i.

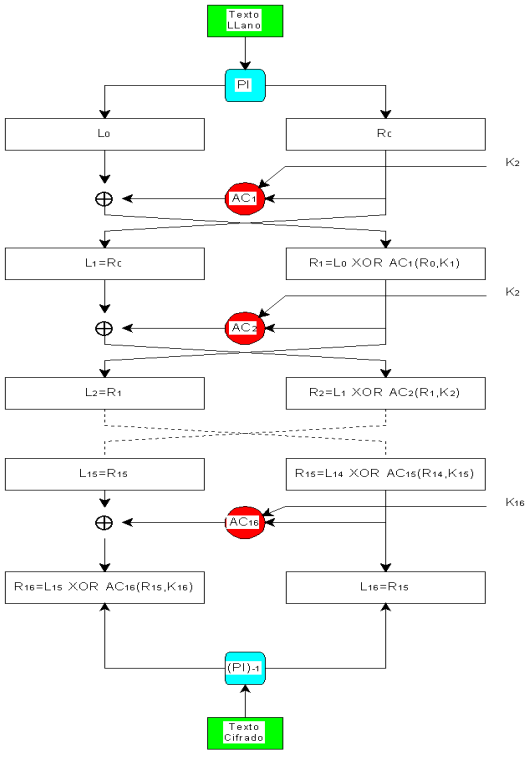


Fig 1. Proceso de Cifrado en CIBAC-1

Nos resta por indicar el método de cálculo de claves intermedias (subclaves) a partir de la clave inicial *K*. Tal método utiliza la técnica estándar de las permutaciones sucesivas a partir de la clave inicial. Además, como operación no lineal añadida al cálculo de subclaves, incluiremos varias rotaciones. Los detalles se muestran en el seudocódigo del algoritmo *CIBAC-1* de Cómputo de Subclaves. Como vemos, el algoritmo procede haciendo la suma módulo 2 del texto llano y la clave de entrada para lograr subclaves dato-dependientes[4]. Para lograr esto, y dado que la clave tiene una longitud de 200 bits y el mensaje de 64, es necesario realizar una expansión del mismo para conformar el total de 200 $(m_0\ m_1 ...\ m_{199})$ bits de mensaje que se aprecian en el algoritmo. Tal expansión se realiza en una tabla de expansión diseñada al efecto que no mostramos aquí.

Algoritmo de Cómputo de Subclaves

[4] De este modo, las posteriores operaciones y las dieciséis subclaves obtenidas como subproducto depende tanto de los datos del texto llano como de la clave, dificultado el criptoanálisis.

INPUT: Clave K y texto llano M de 200 bits.
OUTPUT: $K_1, K_2,...,K_{16}$..
1. Definir $v_i=1$ si $i=1,2,9,16$ y $v_i=2$ en otro caso, con $i=1,2,...,16$.
2. $p:=K \oplus M$.
2.1 **For** i:=1 **to** 16 n
2.1.1 $p:=p \oplus A$
2.1.2 **If** $i=1,2,9,16$ **then** p^{v1} **else** p_{v2}.
2.1.3 Expandir p a 400 bits.
2.1.4 $K_i:=p_1p_3...p_{399}$..
2.1.5 $p:=p_2p_4...p_{400}$..

En este algoritmo, la operación p implica rotar a la izquierda los bits que conforman a p el número de posiciones que indique el subíndice o el superíndice. Finalmente, se integra todo anterior en el algoritmo de cifra CIBAC-1 que hace de las subrutinas anteriormente diseñadas, y cuyo pseudocódigo se presenta a continuación.

Algoritmo CIBAC-1
INPUT: Clave K y texto llano M de 64 bits.
OUTPUT: Texto Cifrado C de 64 bits.
1.Computar $K_1...K_{16}$ *vía Algoritmo de Cómputo de Subclaves*..
2.$(L_0,R_0):=PI(m_1m_2...m_{64})$.
3.For $i:=1$ to 16 do
3.1 $L_i:=R_{i-1}$.
3.2 $R_i(j):=L_{i-1} \oplus AC(R_{i-s},L_i)$.
4. $b_1...b_{64}:=(R_{16}, L_{16})$.
7. $c_1...c_{64}:= PI^{-1}(b_1...b_{64})$.

3. Conclusiones.

Las ventajas principales del algoritmo son la rapidez de cifrado y su resistencia frente al criptoanálisis estadístico si se emplea en cifrad de tipo *one time pad*. Es también de notar su utilidad en esta clase de cifras introduciendo modificaciones como el cambio de autómata celular cifrante. Se ha realizado aunque no incluido aquí por falta de espacio el criptoanálisis estadístico de la cifra, superando la misma los test de aleatoriedad estándares y las pruebas de correlación *input-output*. El trabajo futuro se centra en la realización del criptoanálisis diferencial y en la extensión de la cifra a redes de n etapas con $n/2$ autómatas celulares diferentes.

Referencias.

[1] Blaze, M; Diffie, W.; Rivest, R.; Schneier, B.; Shimomura, T.; Thompson, E. \& Weiner, M. “Minimal Key Lengths for Symmetric Ciphers to Provide Adequate Commercial Security”. En www.counterpane.com/keylenght.html.
[2] Kelsey, J; Schneier, B; Wagner, D. & Hall, C. “Cryptoanalytic Attack On Pseudoramdom Number Generators”. En www.counterpane.com/pseudoramdom.html
[3]Menezes, A; Van Oorschort, P & Vanstone, S. “Handbook of Applied Cryptography”. Disponible gratuitamente por capítulos en www.cacr.math.uwaterloo.ca/hac.
[4] Tomeu, A. “Cifrado de Cadenas Median te Autómatas Celulares”. Actas de la IV Reunión Española de Criptología, 1996, pp. 175-182.
[5] Tomeu, A. “Pseudo-ramdom Sequences with Cellular Automata”. Proceedings of International Conference on Modeling and Simulation, 1999, pp. 251-262.
[6]Wolfram, S. “Celullar Automata as Models of Complexity”. Nature, 311, 1984, pp. 419-424.

Cifrado de información usando sincronización y anti-sincronización

M. Prian, M.J. López, F.M. Verdulla, J. Terron and E. Romero

Ingeniería de Sistemas y Automática Tecnología Electrónica y Electrónica, Universidad de Cádiz, C/ Chile nº 1, CP. 11002, España, manuel.prian@uca.es, manueljesus.lopez@uca.es, francisco.verdulla@uca.es, julio.terron@uca.es , eduardo.romero@uca.es

Abstract. In this paper we propose a new encryption-decryption method based on synchronization and anti-synchronization of two pairs of master-slave systems. The master system is composed of two identical hyperchaotic oscillators, one of which is stabilized in a neighborhood of an unstable periodic orbit (UPO) embedded in the strange attractor and the other one is in a hyperchaotic state. It is generated a hyperchaotic signal which carries the information that modulated the UPO. This signal synchronizes or synchronizes and anti-synchronizes to the slave system and allows the decryption of information.

Keywords: : Anti-synchronization, Hyperchaos , Unstable periodic orbit, Synchronization.

1. Introducción.

Uno de los frenos a la expansión del conjunto de avances tecnológicos que nos proporcionan la informática, las telecomunicaciones y las tecnologías audiovisuales son los problemas de seguridad. Los accesos no autorizados a los ordenadores de las empresas que están conectadas a Internet así como el posible robo de los códigos de las tarjetas de crédito al comprar en tiendas virtuales, frenan la expansión del comercio electrónico. Vemos pues, que los sistemas de comunicaciones cifradas son de vital importancia en el desarrollo de las TIC. Desde los trabajos pioneros de Pecora y Carroll [1] a principios de la década de los noventa del siglo pasado, la sincronización de sistemas caóticos ha sido una disciplina muy activa en el campo de los sistemas dinámicos complejos. Una de las primeras aplicaciones de esté fenómeno fue el diseño de sistemas de cifrado basado en caos, como los mostrados en [2], [3]. A finales de dicha década fueron propuestos algunos métodos para multiplexar señales caóticas, basados en la sincronización de dos pares idénticos de sistemas caóticos maestro-esclavo, como en [4], o bien, en la sincronización de dos pares, en los que el par maestro se compone de dos osciladores caóticos distintos, que puede verse en [5], en la cual, también se afirma, que se puede controlar osciladores caóticos en una orbita periódica inestable (OPI), sincronizándolos con otros osciladores idénticos previamente estabilizados en dicha OPI. En la actualidad la atención se centra en la sincronización y antisincronización de sistemas hipercaóticos y en su posible aplicación en sistemas de comunicaciones seguras. En este artículo se propone un nuevo método de cifrado-descifrado de información basado tanto en la sincronización como en la sincronización y antisincronización de dos pares de sistemas

hipercaóticos maestro-esclavo, estando uno de los osciladores del par maestro previamente estabilizado en una OPI. Desarrollamos, con ello, un sistema de comunicaciones seguras de cifrado de flujo.

2. Sistema de comunicaciones seguras de cifrado de flujo.

El sistema, se compone de un transmisor maestro y un receptor esclavo. La estructura básica del transmisor maestro incluye un par de osciladores hipercaóticos idénticos, uno de los cuales, está estabilizado en la vecindad de una órbita periódica inestable embebida en el atractor extraño, como en [6], [7], y el otro, presenta comportamiento hipercaótico. Para estabilizar en una OPI a uno de ellos, es necesario añadirle un dispositivo de control, con lo cual, el conjunto del oscilador estabilizado será distinto a la del no estabilizado. La estructura básica del receptor esclavo, consiste en un par de osciladores hipercaóticos idénticos al del par maestro no estabilizado, estando uno de ellos sincronizado hipercaóticamente con el correspondiente del par maestro y el otro sincronizado o anti-sincronizado con el estabilizado.

2.1. Método de encriptación y desencriptación.

El cifrado del mensaje se realiza en dos niveles. El primer nivel, consiste en la suma exclusiva (Exclusive OR o XOR en su acrónimo ingles), del mensaje digital, con una señal binaria previamente almacenada, que es obtenida a partir de una variable de estado del oscilador maestro no estabilizado. El resultado de esta suma binaria XOR será traslada en frecuencia mediante la modulación por desplazamiento de fase (Phase Shift Keying o PSK en su acrónimo ingles), de una OPI que actuaría de subportadora. Un 1 de la señal binaria obtenida en el primer nivel de cifrado se correspondería con una polaridad positiva de la OPI durante un intervalo de tiempo T_w y un cero a polaridad negativa (desfase de 180º) durante el mismo intervalo. El segundo nivel de cifrado se realiza, sumando a la señal PSK, una señal hipercaótica procedente del oscilador maestro no estabilizado. Esta señal cifrada, portadora del mensaje, se envía por un solo canal de comunicación al sistema receptor; el cual, dispone de dos osciladores hipercaóticos idénticos en su estructura a la del oscilador maestro no estabilizado. La señal cifrada recibida, sincronizará en hipercaos a uno de los dos osciladores del receptor y sincronizará o anti-sincronizará al otro con la señal modulada en PSK, descifrando con ello, el segundo nivel. La señal PSK, será demodulada mediante un detector coherente y, seguidamente, se realizará la suma exclusiva de ésta con una señal binaria, previamente almacenada, obtenida a partir de la variable de estado x_i^1 del oscilador no estabilizado del sistema esclavo, la cual, presenta el mismo nivel binario que su homóloga del oscilador maestro empleada en el primer nivel de cifrado, obteniéndose con ello, finalmente, el descifrado del mensaje.

2.2. Transmisor maestro.

En la Fig. 1 se muestra el diagrama de bloques del transmisor maestro, en él se observan los osciladores hipercaóticos O_1^0 y O_2^0 estando el primero de ellos libre de control y el segundo

estabilizado en una OPI. El primero se encarga de generar las señales x_i^0 y x_j^0, $i \neq j$ utilizadas en los dos niveles de cifrado y el segundo de la componente y_i^0 de la OPI que actúa de subportadora. El bloque del convertidor binario mostrado, transforma la señal hipercaótica x_i^0 a otra de pulsos binarios $h(x_i^0)$ siendo $h(x_i^0) = (\text{sgn}(x_i^0)+1)/2$, la cual, será empleada en el primer nivel de cifrado.

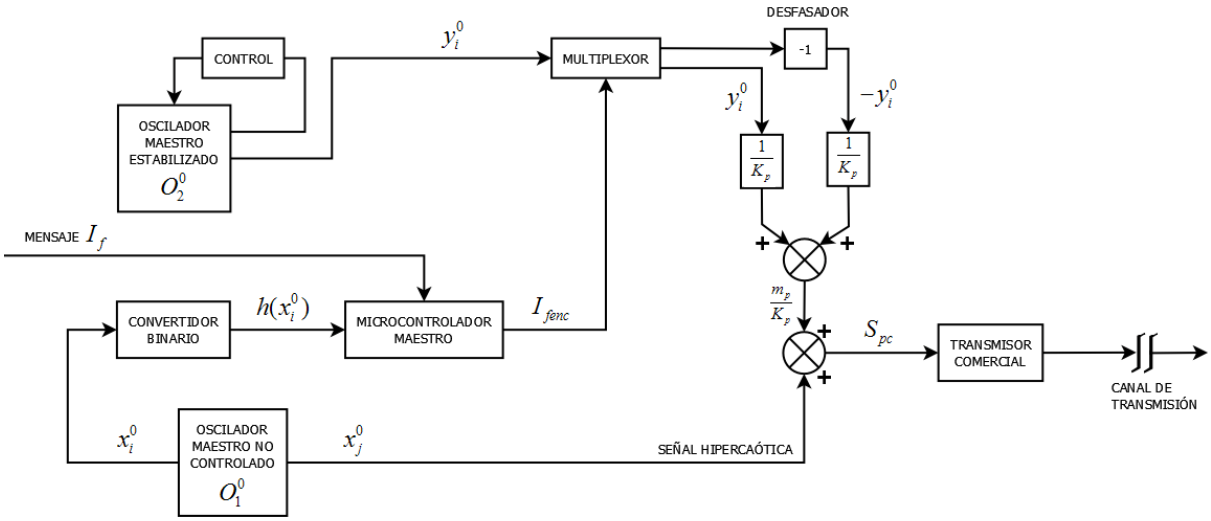


Fig. 1 Transmisor maestro

El microcontrolador maestro realiza las operaciones siguientes: En el inicio de la transmisión la señal binaria I_{fenc} pasa a nivel lógico 1 durante el intervalo de tiempo T_w y activa con él la entrada de selección del multiplexor que se observa en la Fig. 1, el cual, dará paso por el canal no desfasador a la señal subportadora y_i^0, quedando dicho bit trasladado a frecuencia. La señal PSK obtenida, será, previa atenuación, sumada a la señal hipercaótica x_j^0 procedente del oscilador O_1^0 y seguidamente será enviada al recetor esclavo para sincronizarlo con el maestro. A continuación, envía al receptor esclavo un segundo bit con nivel lógico cero (en este caso la señal PSK tendrá polaridad negativa) y seguidamente un tercero de nivel 1, desde el inicio del envío de éste tercer bit, espera un intervalo de tiempo promedio T_s, $T_s < T_w$ para que pase el transitorio de sincronización correspondiente en el par esclavo y detecta en ese instante el nivel binario de la señal $h(x_i^0)$, realizando a continuación lo que hemos llamado el primer nivel de cifrado, es decir, se realiza la suma XOR del nivel binario detectado en $h(x_i^0)$ con el primer bit del mensaje y se almacena a continuación el resultado obtenido en I_{fenc}. Una vez completado el envío del tercer bit, el microcontrolador maestro procede a activar, con el primer bit cifrado del mensaje almacenado en I_{fenc}, la entrada de selección del multiplexor de la Fig.1, con objeto, de modular la subportadora y trasladarlo a frecuencia. La señal PSK resultante es atenuada y sumada con la señal hipercaótica x_j^0, quedando con ello, el primer bit del mensaje, cifrado en el segundo nivel. Desde el inicio del envío al receptor esclavo de este primer bit cifrado del mensaje, el microcontrolador maestro está esperando a

que transcurra el intervalo de tiempo T_s, para proceder a detectar nuevamente el nivel lógico de la señal $h(x_i^0)$ y realizar la suma XOR de éste, con el segundo bit del mensaje, almacenando el resultado obtenido, lo que constituye el primer nivel de cifrado del segundo bit. Una vez completado el envío al receptor esclavo del primer bit cifrado del mensaje, el microcontrolador maestro procede a realizar y enviar el segundo nivel de cifrado del segundo bit. El resto de los bits del mensaje los procesa y transmite de forma análoga a lo realizado con el segundo bit de información. Las expresiones del par de osciladores maestro son:

$$O_1^0 = \begin{cases} \dot{x}_1^0 = f_1(x_1^0, x_2^0, \ldots x_n^0) \\ \dot{x}_2^0 = f_2(x_1^0, x_2^0, \ldots x_n^0) \\ \dot{x}_i^0 = f_i(x_1^0, x_2^0, \ldots x_n^0) \\ \dot{x}_n^0 = f_n(x_1^0, x_2^0, \ldots x_n^0) \end{cases} \qquad O_2^0 = \begin{cases} \dot{y}_1^0 = f_1(y_1^0, y_2^0, \ldots y_n^0) \\ \dot{y}_2^0 = f_2(y_1^0, y_2^0, \ldots y_n^0) \\ \dot{y}_i^0 = f_i(y_1^0, y_2^0, \ldots y_n^0) + u \\ \dot{y}_n^0 = f_n(y_1^0, y_2^0, \ldots y_n^0) \end{cases} \tag{1}$$

Donde $u = g(y_1^0, y_2^0, \ldots y_n^0)$ es una ley de control retroalimentado escalar.

Sea $h_t(x_i^0)$ un bit determinado de la señal de pulsos binarios $h(x_i^0)$ almacenado en el microcontrolador maestro y sea I_{ft} un bit a cifrar del mensaje, entonces, el primer nivel de cifrado para ese bit, viene dado por: $I_{ftenc} = I_{ft} \oplus h_t(x_i^0)$. Si $f_c = y_i^0$ es la señal subportadora que se corresponde con una componente de una determinada OPI de O_2^0 y m_p es la señal PSK obtenida al modular la señal binaria I_{fenc} a la subportadora f_c, entonces, el segundo nivel de cifrado para cada bit del mensaje viene dado por la señal S_{pc}, $S_{pc} = m_p / K_p + x_j^0$, donde $j \neq i$ y $K_p > 1$ es un parámetro de atenuación. La modulación de la subportadora se realiza como sigue: Cuando la señal I_{fenc} sea un 1 lógico, la señal m_p toma los valores de y_i^0 durante un intervalo de tiempo T_w y cuando sea un cero, m_p tomará los valores de $-y_i^0$ durante un intervalo temporal de igual duración.

2.3. Receptor esclavo.

En la Fig. 2 se muestra el diagrama de bloques del receptor esclavo. El oscilador O_1^1 se sincroniza siempre con el O_1^0 del par maestro; si la señal I_{fenc} del microcontrolador maestro es igual a un 1 lógico, el O_2^1 se sincroniza con el O_2^0 del mismo par; si I_{fenc} es un cero lógico, se anti-sincroniza con él. La señal $\hat{m}_p = y_i^1$, se corresponde con la señal m_p del transmisor que porta la información cifrada del primer nivel modulada en PSK. El detector coherente consta de un sumador, un oscilador hipercaótico estabilizado O_3^1 idéntico al O_2^0 del par maestro y un detector de envuelta con salida adaptada a nivel lógico. El funcionamiento de dicho detector es como sigue: Se realiza la suma $s_p = \left| \hat{m}_p + z_i^1 \right|$ donde z_i^1 es la variable de estado del oscilador O_3^1 homóloga a y_i^0 del oscilador O_2^0 del par maestro. La señal s_p se lleva

al detector de envuelta cuya salida es la variable binaria $\hat{I}_{fenc}$ homóloga a la I_{fenc} del primer nivel de cifrado efectuado en el transmisor maestro. El oscilador O_3^1 se sincroniza con el O_2^0 del par maestro por la acción de la señal de control proporcional $e_d = K_d(y_i^1 - z_i)$, que se aplica solo cuando el microcontrolador esclavo activa la señal s_d que es una variable binaria de salida del mismo, que toma el valor lógico 1 durante el intervalo de tiempo de sincronización T_s hasta T_w cuando detecte que la variable $\hat{I}_{fenc}$ toma dicho valor, dejándola en cero en caso contrario. El convertidor binario transforma la señal hipercaótica x_i^1 a la señal de pulsos binarios $\hat{h}(x_i^1)$, $\hat{h}(x_i^1) = (\text{sgn}(x_i^1)+1)/2$ que es enviada al microcontrolador esclavo. Para fijar ideas, supondremos que el receptor esclavo esté a la espera de recibir un mensaje, entonces, cuando lleguen los bits del mensaje, realiza las siguientes operaciones para descifrarlos: Cuando el microcontrolador esclavo detecta un 1 lógico en la señal $\hat{I}_{fenc}$ pone la variable s_d a 1 con objeto de sincronizar el detector coherente, seguidamente debe detectar que la entrada analógica s_p del detector de envuelta cambia de nivel bajo a nivel alto y espera a que transcurra un intervalo de tiempo T_s para almacenar el nivel lógico de la señal $\hat{h}(x_i^0)$, el cual, servirá para descifrar el primer bit del mensaje. El microcontrolador esclavo continúa en espera hasta que transcurre el intervalo de tiempo T_w, a partir del cual, almacena el nivel lógico de $\hat{h}(x_i^0)$ que servirá para descifrar el segundo bit del mensaje y seguidamente realiza la suma XOR de la señal $\hat{I}_{fenc}$ con el primer bit almacenado, obteniéndose con ello el primer bit descifrado del mensaje, es decir, realiza la operación $I_f = \hat{I}_{fenc} \oplus \hat{h}(x_i^1)$. Para descifrar el segundo bit del mensaje y siguientes, espera a que transcurra nuevamente el intervalo de tiempo T_w y realiza las mismas operaciones efectuadas para descifrar el primero.

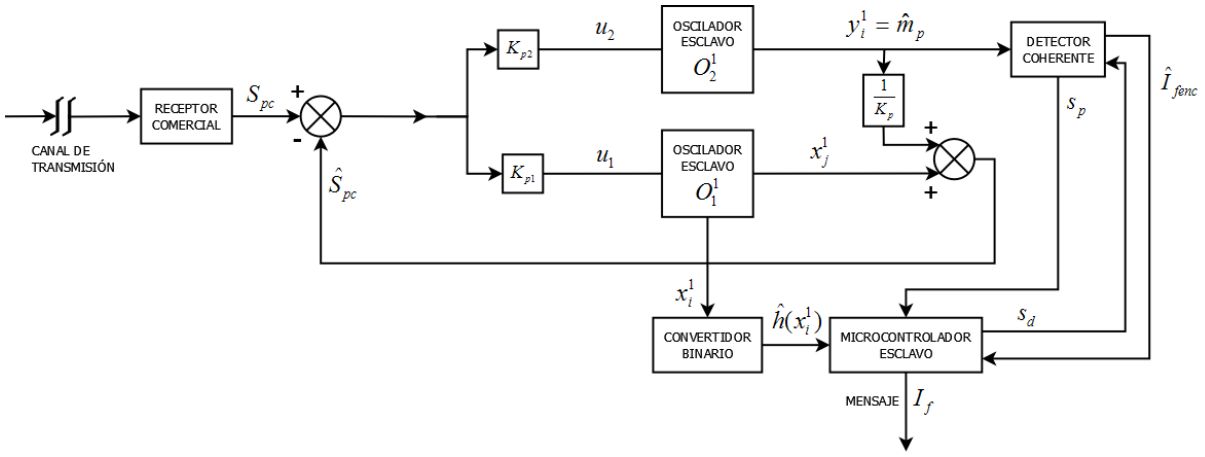


Fig. 2 Receptor esclavo

El par de osciladores esclavos O_1^1 y O_2^1 viene descrito por las siguientes expresiones:

$$O_1^1=\begin{cases}\dot{x}_1^1=f_1(x_1^1,x_2^1,...x_n^1)\\ \dot{x}_2^1=f_2(x_1^1,x_2^1,...x_n^1)\\ \dot{x}_i^1=f_i(x_1^1,x_2^1,...x_n^1)+u_1\\ \dot{x}_n^1=f_n(x_1^1,x_2^1,...x_n^1)\end{cases}\qquad O_2^1=\begin{cases}\dot{y}_1^1=f_1(y_1^1,y_2^1,...y_n^1)\\ \dot{y}_2^1=f_2(y_1^1,y_2^1,...y_n^1)\\ \dot{y}_i^1=f_i(y_1^1,y_2^1,...y_n^1)+u_2\\ \dot{y}_n^1=f_n(y_1^1,y_2^1,...y_n^1)\end{cases} \tag{2}$$

Siendo K_{p1} y K_{p2}, $(K_{p2}>K_{p1}>0)$ los parámetros de sincronización y sincronización-antisincronización respectivamente y $u_1=K_{p1}(S_{pc}-\hat{S}_{pc})$, $u_2=K_{p2}(S_{pc}-\hat{S}_{pc})$ las señales de control de sincronismo, donde $\hat{S}_{pc}=\hat{m}_p/K_p+x_j^1$.

3. Resultados de simulación utilizando un oscilador hipercaótico de Lorenz.

Los siguientes resultados que se observan en Fig. 3 se han obtenido simulando el proceso mediante integración numérica. Se ha utilizado un integrador de Euler directo con paso de integración fijo. Como oscilador base de los pares maestro-esclavo, hemos utilizado el sistema hipercaotico de Lorenz [8]. La grafica inferior es la señal de entrada al detector de envuelta, apreciándose en ella, el transitorio de sincronización provocado por los cambios de nivel en los bits del mensaje cifrados en el primer nivel (gráfica superior).

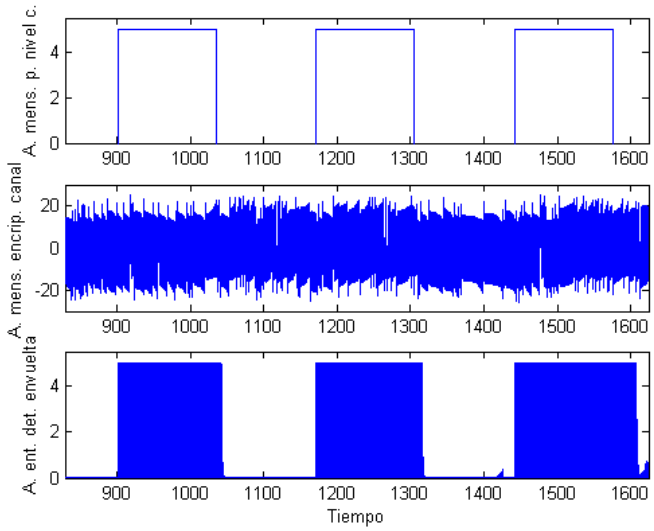


Fig. 3. Diagramas amplitud versus tiempo del mensaje cifrado con el primer nivel, del mensaje cifrado con los dos niveles enviados por el canal de comunicación y de la entrada al detector de envuelta.

4. Conclusiones.

Los posibles ataques al sistema con objeto de obtener el mensaje en claro, tales cómo: Análisis espectral, desenmascaramiento caótico, mapas de retorno, análisis de potencia, estimación de periodos cortos y estimación de parámetros, pueden ser realizados en el sistema, pero en cada uno de ellos se les presentan los inconvenientes siguientes: El primer

nivel de cifrado implica serias dificultades al criptoanálisis mediante mapas de retorno. El segundo nivel de cifrado complica el desenmascaramiento, ya que, el empleo de una OPI como señal subportadora permite un mejor enmascaramiento del mensaje que los utilizados por otros métodos de cifrado basado en caos y que emplean igualmente un solo canal de comunicación, ello es debido a que la subportadora se encuentra embebida originalmente en el atractor hipercaotico. El uso de osciladores hipercaóticos hace que sus parámetros (claves) sean difíciles de estimar, ya que estos, son más sensibles a las variaciones de los mismos que los sistemas con un solo exponente de Lyapunov positivo o simplemente caóticos. Por otro lado, el sistema puede ser implementado usando un canal de comunicación convencional, pero también puede emplearse la señal hipercaótica como portadora y aprovechar las ventajas que ello ofrece, ya que su espectro de frecuencias es expandido y permite hacer frente a las interferencias intencionadas. En cuanto a las líneas futuras de investigación, si bien el sistema admite ruido aleatorio por el canal de transmisión, interesa determinar la relación señal/ruido y su dependencia con el tipo de osciladores utilizados en los pares maestro-esclavo. En cuanto a la comparación del sistema con otros que emplean igualmente un solo canal de comunicación, el presentado admite niveles elevados de la señal subportadora sin perdida de sincronismo, con los beneficios que ello conlleva frente a los ruidos de transmisión.

Agradecimientos.

Los autores agradecen a las Universidades de Cádiz y Abdelmalek Essaàdl y al Aula Universitaria del Estrecho la ayuda financiera prestada para la presentación de este trabajo.

Referencias.

[1] L.M. Pecora and T. L. Carrol, “Synchronization in chaotic systems”, Phys. Rev. Lett., 1990, pp. 821-824.
[2] R. González, M. Prian, M. Sánchez, “Criptografía. Diseño de un sistema basado en caos”, Mundo Electrónico, 1995, pp. 60-64.
[3] M. Hasler, “Synchronization of chaotic systems and transmisión of information”, International Journal of Bifurcation and Chaos, 1998, pp. 647-649.
[4] Lev S. Tsimring, Mikhail H. Sushchik, “Multiplexing chaotic signals using synchronization”, Phys. Lett., 1996, pp. 155-166.
[5] M. Prian, R. González, M. Sánchez, V. M. Sánchez, E. Romero, J. L. Rojas, ”Sincronización de múltiples osciladores caóticos”, Actas de las III Jornadas Científicas en Tecnología de la Información, Cádiz, 1998, pp. 199-203.
[6] M. Prian y M. J. López, “Estabilización de sistemas hipercaóticos en órbitas periódicas inestables”, Actas de las I Jornadas Predoctorales de la ESI de Cádiz, 2009, pp. 34-34.
[7] F.M. Verdulla, M.J. López y M. Prian, “A pulse control method for chaotic systems“. IEEE Latin America Transactions, 2009, pp 1-11.
[8] Jinag Xu, Guoling Cai, Song Zheng. “Adaptive sinchronization for an uncertain new hiperchaotic Lorenz systems”, Intenational Journal of Nonlinear Science, 2009, pp. 117-123.

Buscador texto paralelo

Eloísa Yráyzoz Díaz de Liaño[1] and Antonio Tomeu Hardasmal[2]

[11] Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Escuela Superior de Ingeniería de Cádiz,

Universidad de Cádiz Chile nº1,España, e-mail:eloisa.yrayzoz@uca.es

Abstract. This paper present a study developed in order to find parallel texts on the *web*. There is currently little scientific literature published in this field. Our work has been focused on two main lines: identify the characteristics which identify parallel texts and secondly to recover such texts on the *web*

Keywords: parallel texst, bitext, search bitext..

1. Introducción.

El mundo *web* actual es un gran desconocido donde existe un amplio trabajo por realizar tanto para explorar como para explotar toda la documentación que allí está depositada. Existen muchas recomendaciones para utilizar nuevos formatos de documentos que después nos permitan obtener un mayor rendimiento de toda la información depositada en la *web*. Un campo de estudio muy interesante y con muchas ramas establecidas está en el mundo de los buscadores. Nuestra visión particular es que la tecnología de la generación actual de buscadores está muy limitada. Para ser capaz de gestionar de forma óptima el continuo crecimiento de la www (en tamaño, lenguajes y formatos), sería necesario explorar información nueva. Es preciso recordar que uno de los grandes problemas que nos enfrentamos hoy día es la sobrecarga de información y al enorme tamaño de la *web* [13]. Desde el punto de vista del sistema este problema afecta a la gran cantidad de páginas que debe recorrer para poder tener un subconjunto lo suficientemente grande como para poder extraer información relevante de ellas, lo que genera procesos muy costosos en el tiempo. A ello se le une el dinamismo de la *web*, por lo que los procesos que extraen la información deben estar constantemente buscando cambios en la información, así como la aparición de nuevas páginas.

Atendiendo a lo anterior y al gran tamaño y dinámica de la *web* un buscador tiene que resolver una serie de problemáticas en su funcionamiento, relacionadas con el número de páginas que se descargará, la frecuencia con la que refrescará dichas páginas, la manera de minimizar la carga de los sitios *web* de dónde descarga dichas páginas así como si podría paralelizar las tareas de manera que se gane en eficiencia, consiguiendo de este modo

garantizar un resultado óptimo, en el tiempo y en resultados, de una búsqueda *web* a petición de un usuario o grupo de usuarios.

En el mundo de los buscadores se pueden encontrar numerosos productos distintos [27]. El abanico de modelos de recuperación de información con finalidades idénticas o con objetivos distintos es amplio pero hemos detectado que hay un espacio casi vacío en el desarrollo motores de *búsquedas para localizar textos paralelos en la Web*.[18] Podríamos definir como texto paralelo al texto escrito en un idioma origen y otro texto con el mismo contenido semántico pero escrito en un idioma distinto.

De los trabajos consultados sobre motores de búsqueda de textos en la red, muy pocos hacen referencia al capítulo de textos paralelos [18][21][25]. Por otra parte no hemos encontrado referencias sobre el porcentaje que suponen estos textos sobre el total de los documentos electrónicos publicados, y causa inquietud que siendo una base documental de estudio tan importante para el desarrollo de diversas líneas de trabajo (traducción automática, construcción de diccionarios, enseñanzas de segundas lenguas), sea un campo tan inexplorado.

La localización de textos paralelos en la *web* está orientada actualmente a la construcción de grandes corpus paralelos [3][9][16][18], pero existen muy pocos grupos de trabajo que hayan publicado sus investigaciones sobre la recuperación de textos paralelos individuales en la *web*.

En este trabajo nosotros presentamos las pautas que estamos siguiendo para la en la construcción de un buscador que nos permita localizar **un texto paralelo en la** *Web* **a partir de un texto patrón origen**.

Destacar que la base documental con la que trabajamos se ha obtenido del Parlamento Europeo en cinco lenguas distintas: francés, inglés, alemán, español e italiano y que nuestro modelo trabajo ha estado enfocado en dos líneas distintas aunque muy relacionadas: identificar textos paralelos y recuperar dichos textos en la *web*.

2. Desarrollo del problema.

Nuestro modelo de trabajo ha estado enfocado en dos líneas distintas aunque muy relacionadas: identificar textos paralelos y recuperar dichos textos en la *web*.

La primera línea de trabajo tiene como objetivo identificar las características que permitirán discriminar unos documentos frente a otros.

2.1.Identificación de textos paralelos:

Los documentos *web* pueden ser datos sin estructurar, archivos *html* parcialmente estructurados, o información procedente de bases de datos generadas en páginas con formato *html*. Estos documentos hipertexto incluyen texto y también imágenes, audio, vídeo, metadatos e hiperenlaces.

El formato de documentos que se ha seleccionado para trabajar ha sido *html* y las características a buscar estarán relacionadas en gran parte con dicho formato.

Los documentos utilizados han sido seleccionados de la base de datos documental del Parlamento Europeo [26]. Se ha trabajado con cinco lenguas distintas: inglés, francés, alemán, italiano y español. Estos documentos seleccionados son todos textos multilingües, es decir, es decir el mismo documento aparece traducido en las cinco lenguas antes citadas.

En un primer lugar se dividió a todo documento en dos partes: cabecera de documento y cuerpo de documento. Nuestras líneas de trabajos van a estar enfocadas a un estudio independiente de cada una de las partes del documento.

2.1.1.Estudio cabecera de documento

Para trabajar en esta línea nos hemos apoyado en los trabajos previos que realizan estudios estadísticos en alineación de sentencias [4] [11] [18] [19] [21].

Las investigaciones sobre alineación de textos siguen tres corrientes: **Corriente lingüística** [23][14], **Corriente estadística** [5][11]. **Corriente híbrida [6]**. Después de evaluar las distintas propuestas nos hemos decantado por la corriente estadística con el objetivo de incorporar rapidez en nuestro buscador. Aunque en todas las cabeceras de los documentos seleccionados sus títulos iban acompañados de otros campos como son: fecha de publicación del documento, autor/es, y comisión que presenta al documento, nosotros seleccionamos únicamente el campo título pues es el único obligado de aparecer en todos los documentos.

En el estudio estadístico de los títulos de los documentos trabajamos con dos propuestas de variables: los caracteres y las palabras de los títulos. Se realizaron ambos estudios estadísticos [15] y se obtuvieron los modelos de regresión lineal que se ajustan a ambas propuestas.

Como ejemplo en la figura I mostramos el ajuste que existe entre los caracteres de los títulos de los documentos en alemán y los caracteres de los títulos de los documentos en español

Todos los modelos construidos en este apartado nos dieron un ajuste muy parecido al de la figura I.

La segunda parte- en la identificación de textos paralelos- conlleva el estudio del cuerpo del documento.

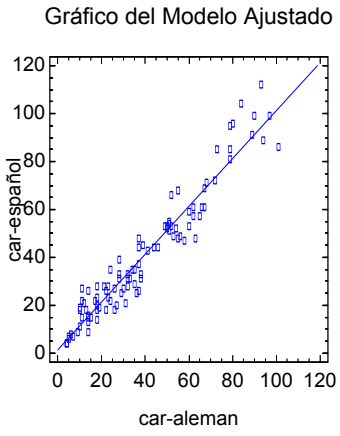


Figura 1.Gráfico modelo ajustado caracteres alemán-español

2.1.2. Estudio cuerpo de documento

La mayoría de los autores [6][[18][25] que trabajan identificando textos paralelos han realizado estudios estadísticos del cuerpo del documento donde han buscado principalmente la correspondencia entre el peso de los documentos, correspondencia entre el número de párrafos que presentaba cada documento y el coeficiente de correlación entre los caracteres de dichos párrafos.

Nuestro trabajo sobre el cuerpo del documento ha tenido dos enfoques distintos: un estudio de datos estadísticos del documento y un estudio de las etiquetas *html* que forman parte del documento [10] [18].

En el estudio estadístico hemos evaluado distintas variables pero definitivamente solo hemos seleccionado el parámetro peso del documento y se han construido los modelos de regresión lineal que se ajustan al peso que tiene cada par-idioma de documentos.

Para seleccionar las etiquetas *html* [10]que nos ayudarán en la discriminación de documentos se construyeron distintos programas en lenguaje Perl. Dichos programas al ser ejecutados en nuestra base documental nos permitió seleccionar aquellas etiquetas que participaran en nuestra herramienta definitiva.

2.2. *Recuperación de textos paralelos en la web:*

Una vez terminado el estudio estadístico y estructural de los documentos nuestro siguiente paso consiste en recuperar el texto de la *web.*

El objetivo a conseguir es que nuestra herramienta cumpla dos condiciones básicas: que sea veloz en la búsqueda y que sea "casi" exacta en la respuesta, considerando una respuesta exacta cuando nuestra herramienta nos devuelva un único documento.

Actualmente existen funcionando muy buenos motores de búsqueda y hemos considerado por tanto realizar la construcción de una *web*crawler[28] donde se aprovechen los recursos existentes en la *web*.

Antes de construir nuestra *web*crawler se han realizado numerosas pruebas en nuestra base documental para seleccionar los elementos que iban a participar en nuestra herramienta.

Actualmente se está construyendo una *web*crawler en Java donde participan los siguientes elementos: los modelos de regresión lineal que trabajan con los caracteres de los títulos (se han eliminado los modelos lineales de las palabras de los títulos), los modelos de regresión lineal que trabajan con el peso del cuerpo del documento (se han eliminado otros modelos estadísticos estructurales) y las marcas html seleccionadas en el apartado anterior.

3. Construcción del prototipo

En la actualidad se está trabajando en el desarrollo de una aplicación en la que a partir de un determinado documento de referencia se automatice el proceso de presentar un listado de posibles candidatos de textos paralelos.

La aplicación se está desarrollando en Java y está basada en la construcción de una *web*crawler. Las *web*crawlers están disponibles para recorrer la *web* y buscar información y construir una base de datos para depositar la información o bien dejarla a disposición del usuario en a página *web*.

En la construcción de la aplicación se ha querido simplificar al máximo la interacción con el usuario.

El prototipo diseñado trabaja en dos fases :

En la primera fase el usuario introduce los siguientes parámetros al sistema: la dirección del fichero del texto original, el idioma del texto original, los términos que quiere localizar y por último idioma en el que quiere hacer la búsqueda. Como resultado de esta primera fase el sistema da como respuesta un documento txt con todas las direcciones *http* de los posibles candidatos a ser textos paralelos.

En la segunda fase el sistema tiene como entrada el documento obtenido en la fase I que es un documento texto plano (.txt) y de una manera automática el robot recorre la *web* buscando y analizando los documentos encontrados. También de una forma automática selecciona aquellos documentos que ya son firmes candidatos.

La salida de nuestra aplicación será una base de datos y una salida en formato *web* con los documentos candidatos a texto paralelo.

4. Conclusiones.

Consideramos que en mundo de los buscadores existen muchas áreas poco desarrolladas y que tienen una gran perspectiva de futuro y entre ella está la búsqueda de textos paralelos.

Nosotros presentamos una propuesta de construcción de buscador con las limitaciones que presenta el formato de los textos trabajados y creemos que se debe seguir ampliando el estudio hacia los formatos de textos que se están empezando a utilizar en la *web* (familia XML).

Referencias.

[1] Aswani, N.; Gaizuskas,R.; "Aligning works in English-Hindi parallel corpora", *Proceeding of the ACL 2005 Workshop on Parallel Text,* pp.115-119, Año Junio 2005.
[2] Berners-Lee, T.; Henderl, J.; Lassila,O. "The semantic *Web*; a new form of *Web* content that is meaning ful to computers will unleash a revolution of new possibilities". Scientific American, May. Año 2.001.
[3] Barlow, M. (2002). "ParaConc: Concordance software for multilingual parallel corpora". Language Resources for Translation Work and Research. 20-24.
[4] Brown, P., Cocke, J.,Della Pietra,S., Della Pietra,V. "A statistical approach to machine translation". *Computacional Lingüistics*, 16(2): 79-85 Año 1.990
[5] Brown,P., Lai,J., Mercer,R.; "Aligning Sentences in Parallel Corpora". In Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Berkeley, California. Año 1.991
[6] Chen,S. "Aligning Sentences in Bilingual Corpora Using Lexical Information" *In Proceedings of the 31st Annual Conference of the Association for Computational Linguistics* (ACL'93) 9-16.Año 1.993
[7] Chen,J. Chang, J., Sheng, H.; "Word Sense Disambiguation using a Bilingual Machine Readable Dictionary". *Natural Language Engineering*. Año 1.997.
[8] Chen,H., Huang, S. Ding, Y, Tsai,S.; "Proper Name Translation in Cross-Language Information Retrieval". *Proceeding of the 17th International Conference on Computational Linguistics (COLING'98) and 36th.Anual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL'98)*, 232-236. Año 1.998.
[9] Chen, Jiang and Jian-Yun Nie. "Parallel *Web* text mining for cross-language information retrieval". In *Recherché 'Information's Assisted par Ordinateur(RIAO)*, pages 62–77, Paris, April. Año 2.000.
[10] Cutler, M.; Shih, Y.; y Meng, W.; "Using the Structure of HTML Documents to Improve Retrieval". In USENIX Symposium on *Internet Technologies and Systems*. Año 1.997.
[11] Gale,W.; Church, K.; "A program for aligning sentences in bilingual corpora". In *Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, Berkey, California. Año 1.991
[12] Gale, William A. and Kenneth W. Church. "Identifying word correspondences in parallel texts". In *Fourth DARPA Workshop on Speech* Asilomar, CA, February. Año 1.991
[13] [Gull05] Gulli, A.; Signorini, A.; "The indexable *web* is more than 11.5 billions pages". In WWW2005: Proceedings of 14th International World Wide *Web* Conference. ACM Press.
[14] Matsumoto,Y. Ishimoto, H. Utsuro,T.; "Structural matching of parallel texts". *Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, ACL'93. 23-30. Año 1.993
[15] Montgomery, D.C.; Peck, E.A.; "Introduction to linear regression analysis". John Wiley and Sons, 3rd edition, Año 2001.
[16] Nevill, C.G., & Bell, T.C., (1992). "Compression of Parallel Texts". Information Processing and Management, Great Britain: Pergamon Press. 28(6), 781-793.
[17] O'Neill, E. T. ; Lavoie, B. F. ; y Bennett, R. ; « Trends in the evolution of the public *web*." 1998-2002. 2(4). Año 2.002.
[18] Resnik, P. "Mining the *Web* for bilingual text". In *Proceedings of the 37th Annual Meeting of the ACL*, pages 527–534,College Park, MD, June. Año 1.999.
[19] Resnik, P.; Olsen, M.; Diab, M.. "The Bible as a parallel corpus: Annotating the <Book of 2000Tongues>". *Computers and the Humanities*, 33:129–153. Año 1.999.
[20] Resnik, P.; Oard, D.; Levow,G. " Improved cross-language retrieval using back off translation". In *Proceedings of the First International Conference on Human Language Technology Research (HLT-2001)*, pages 153–155, San Diego, CA, March. Año 2.001.
[21] Resnik and Smith. "The *Web* as a Parallel Corpus. Evaluating translational correspondence using annotation projection". In *Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL)*, pages392–399, Philadelphia, July. Año 2002.
[22] Salton G. "Automatic Processing of Foreign Language Documents". Journal of American Society for Information Sciences, 21 187-194. Año 1970.
[23] Sadler, V. "The Textual Knowledge Bank: design, Construction, Applications". Proceedings of the International Workshop on Fundamental Research for the future Generation of Natural Language Processing, (FGNLP),17-32, Kyoto, Japan. Año 1.991
[24] Simões, A.M.; Almeida, J.J.. "NATools: A Statistical Word Aligned Workbench" . *Procesamiento del Language Natural*, 31:217-224. Año 2003.
[25] Xiaoyi,M. ; Liberman. M. "Bits:A method for bilingual text search over the *Web*".In *Machine Translation Summit VII*, September. Año 1.999
[26] Parlamento Europeo http://www.europarl.europa.eu/
[27] Listados de robots en la *web*, link, artículos y bibliografías http://www.botspot.com
[28] "The *Web* Robot Pages" Martijn Koster http://www.robotstxt.org/wc/robots.html

Gestion et Monitorage des Réseaux Ad-hoc

S.Elbrak[1], M.Bouhorma[2]

[1]ERIT, Faculté des Sciences et Techniques, Tanger, Maroc, ebraks@gmail.com

[2]ERIT, Faculté des Sciences et Techniques, Tanger, Maroc, bouhorma@gmail.com

Abstract. Les réseaux Ad-hoc ou MANET (*Mobile Ad-hoc NETwork*) sont des réseaux auto-organisés formés spontanément à partir d'un ensemble d'entités mobiles sans nécessiter d'infrastructure fixe préexistante. Ces réseaux se caractérisent par une topologie variable et des ressources limités qui rendent leur gestion particulièrement difficile. Notre travail de recherche porte sur l'étude des approches de gestions existantes pour les réseaux Ad-hoc capable de prendre en compte leur nature dynamique et leurs ressources limitées. Et savoir si ces approches sont facilement intégrables aux infrastructures de gestion actuelles, ainsi relève ses limites théoriques et pratiques qui peuvent servir entant que support pour positionner nos travaux de recherche.

Keywords: Réseaux Ad-hoc, Architectures de gestion, SNMP, Policy-based

I. INTRODUCTION

Les réseaux mobiles Ad-hoc représentent actuellement une composante clé de l'évolution des technologies mobiles. Ces réseaux spontanés permettent de connecter un ensemble d'équipements mobiles indépendamment de toute infrastructure. Ils sont particulièrement appropriés aux plusieurs applications telles que les missions d'exploration en terrain difficile, les opérations de secours en situation d'urgence, les réseaux de capteurs et les communications inter-véhiculaires. A l'aide de réseaux Ad-hoc, l'utilisateur peut déployer son propre réseau très facilement et sans cout supplémentaire. Mais l'apparente simplicité du concept cache de nombreux défis scientifiques et techniques.

La gestion des réseaux Ad-hoc représente un challenge pour la recherche. Il regroupe un ensemble des opérations qui permet de superviser et contrôler le réseau et aussi la surveillance et le contrôle des ses éléments matériels et logiciels [6]. Les architectures de gestion traditionnelles, initialement conçues pour les infrastructures fixes, sont inadaptées aux réseaux Ad-hoc. Car ces réseaux présentent des contraintes supplémentaires liées à une topologie dynamique, une bande passante réduite et une durée de vie restreinte.

Le monitorage est parmi les domaines d'applications de la gestion dans le contexte des réseaux Ad-hoc. C'est une activité d'observation qui permet d'observer le réseau, de mesurer son état de fonctionnement et d'évaluer la consommation de ses ressources. Le monitorage comprend la mesure, la collecte, l'analyse ainsi que le stockage de données portant sur les paramètres et les mesures de performances réalisées [13].

L'objectif de ce travail est d'étudier les principaux modèles et approches de gestion dédiés aux réseaux mobiles Ad-hoc, ainsi relève ses limites théoriques et pratiques qui peuvent servir entant que support pour positionner nos travaux de recherche. Ce papier est organisé comme suite. La section suivante présente les modèles sur lesquels s'appuie toute infrastructure de gestion. La troisième section concerne les différentes approches et architectures de gestion des réseaux mobiles Ad-hoc. La dernière présente une étude comparative de ces approches. Pour terminer, nous présentons une conclusion que nous avons tirée de ce travail.

II. LES MODELES DE GESTION DES RESEAUX

Une infrastructure de gestion de réseaux s'appuie sur une modélisation multidimensionnelle [12]. On considère quatre modèles qui peuvent être divisé en deux types : modèles architecturales et modèle fonctionnel.

1. Modèles architecturales

Ces modèles spécifient l'aspect conceptuel de l'information, l'organisation et la communication dans les architectures de gestion. Par conséquent, on distingue trois modèles : modèle d'information, modèle organisationnel et modèle de communication.

- **Le modèle de l'information** définit un cadre formel commun pour la description des ressources gérées et la structuration de l'information de gestion. Il doit offrir un niveau d'abstraction suffisant pour offrir une vue homogène et extensible de l'ensemble des ressources, et ce quelles que soient la nature, la localisation et les méthodes d'accès de celles-ci. Une ressource est typiquement modélisée par un *objet* dont les attributs en indiquent l'état et sont accessibles par des opérations de gestion.

- **Le modèle organisationnel** décrit le rôle et les relations de chacune des entités intervenant dans la tache de gestion. L'organisation du plan de gestion s'appuie sur le concept gestionnaire/agent. Le gestionnaire est l'entité responsable de l'activité de gestion et assure l'interface avec l'utilisateur : il émet des requêtes d'opérations auprès d'un ou plusieurs agents. Symétriquement, l'agent assure l'interface avec les ressources gérées. On distingue généralement quatre types d'organisation : centralisée, centralisée hiérarchique, distribuée et distribuée hiérarchique

- **Le modèle de communication** spécifie le protocole d'échanges des informations de gestion entre les différentes entités. Il s'agit notamment d'assurer les échanges au niveau applicatif entre le gestionnaire et l'agent afin de transmettre les opérations et permettre l'accès et la manipulation des données de gestion issues d'une base d'information.

2. Modèle fonctionnel

Ce modèle permet de répartir les opérations de gestion par aire fonctionnelle. La classification traditionnelle définit cinq domaines fonctionnels connus sous l'appellation FCAPS (*Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security*), standard défini par l'ISO: Gestion des fautes, Gestion de la configuration, Gestion de la comptabilité (*accounting*), Gestion de la performance, Gestion de sécurité.

III. APPROCHES DE GESTION POUR LES RESEAUX AD-HOC

Les modèles et architectures de gestion usuellement utilisés pour les infrastructures fixes ne peuvent être directement appliqués dans le cadre des réseaux Ad-hoc. De nouvelles approches doivent être mises en œuvre pour répondre à la dynamique et aux contraintes de ces réseaux. Nous allons présenter les principales approches de gestion qui ont été proposées ou redéfinies pour les réseaux Ad-hoc.

1. ARCHITECTURES DE GESTION BASEE SUR LE PROTOCOLE SNMP (SNMP-BASED)

Les systèmes actuels de gestion des réseaux utilisent un ensemble des protocoles de gestion disponibles pour échanger les informations de gestion entre un gestionnaire et les agents.

SNMP (*Simple Network Management Protocol*) [2] est l'un des protocoles les plus répandus permettant d'administrer les réseaux filaire. Le gestionnaire peut interroger/piloter les équipements par l'intermédiaire des agents. Et peut accéder par la suite aux informations de gestion de la MIB (*Information Management Base*) [9] locale des divers agents. Intégrer les réseaux Ad-hoc en modèles de communications gestionnaire/agent nécessite la compatibilité avec ce protocole, au même temps exige une réorganisation du plan de gestion afin de limiter la surcharge du réseau. Pour cela plusieurs approches ont déjà été proposées.

- **L'approche ANMP**

ANMP (*Ad-hoc Network Management Protocol*) [3] est parmi les approches pionnières pour la gestion des réseaux Ad-hoc. Il s'agit d'une architecture centralisée hiérarchique compatible avec le protocole SNMP ; La structure de PDU (*Protocole Data Unit*) est identique à celle de SNMP, la transmission des messages est assurée par le protocole UDP (*User Datagram Protocol*). La différence majeure par rapport à SNMP provient du modèle architecturel présenté en figure1.

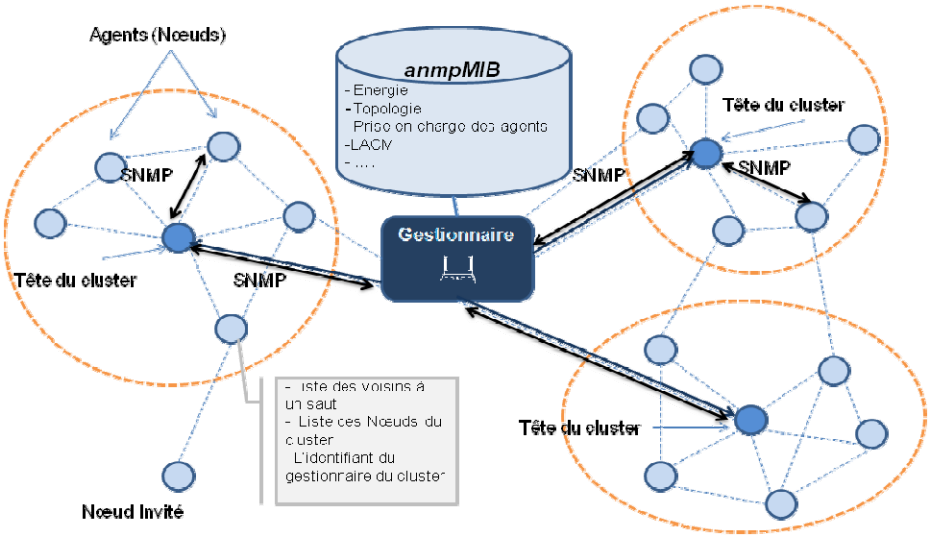


Fig. 1 Architecture ANMP

Cette architecture présente l'idée de déléguer les opérations de gestion effectuées par le gestionnaire à des agents (gestion par délégation) et décentraliser la fonction de gestion en augmentant l'autonomie des nœuds. La gestion par délégation réduit la charge de trafic en collectant les informations de gestion à des niveaux intermédiaires par le biais des gestionnaires locaux. Afin de facilité la maintenance du plan de gestion, celui-ci est décomposé en clusters et organisé en trois niveaux hiérarchique comprenant : un gestionnaire principale (*manager*), des gestionnaire locaux (*cluster head*) et les autres nœuds du cluster (*agent*). ANMP propose deux algorithmes de clusterisation. Le premier est fondé sur les graphes (*graph-based clustering*), forme les clusters d'une façon que tous les nœuds sont à un ou deux sauts de la tête du cluster. Le deuxième algorithme (*graphical-based clustring*) utilise les paramètres géographiques (les informations du GPS) pour former les clusters basés sur la densité spatiale des nœuds.

ANMP offre une extension de la base d'information de gestion MIB II (*Management Information Base*) [9] utilisée dans SNMP pour inclure des informations spécifiques aux réseaux Ad-hoc, cette extension appelée *anmpMIB*. Inclut notamment des statistiques sur la consommation d'énergie, la topologie et la prise en charge des agents par le gestionnaire.

L'accès à la base d'information est sécurisé à travers l'implantation du modèle LACM (*Level-based Access Control Model*).

- **L'approche GUERRILLA**

Les architectures de gestion basées sur le paradigme gestionnaire-agent (client-serveur) semble loin de répondre aux exigences de réseaux Ad-hoc ce qui rend l'utilisation de mécanismes d'autogestion incontournable. Cette approche de gestion consiste à laisser le réseau prendre en charge sa propre gestion. La solution d'autogestion GUERRILLA [4] est conçue spécifiquement pour gérer les réseaux Ad-hoc. Elle consiste en une approche contextuelle dans laquelle le pouvoir de décision est distribué entre les nœuds Ad-hoc en fonction de leurs capacités. Le but est d'une part de maintenir la connectivité de service dans le plan de gestion en autorisant une gestion déconnectée, et d'autre part de répartir les couts de gestion en fonction des ressources des nœuds.

Cette architecture distribuée est présentée à la figure 2, Le plan de gestion est organisé sous la forme de clusters. Ce plan est composé de gestionnaires nomades autonomes ainsi que de sondes actives et en bas niveau on trouve les nœuds qui exécutent seulement l'agent SNMP. Les nœuds sont classifier selon leurs capacités (énergie, ressources en calcule et mémoire,…).

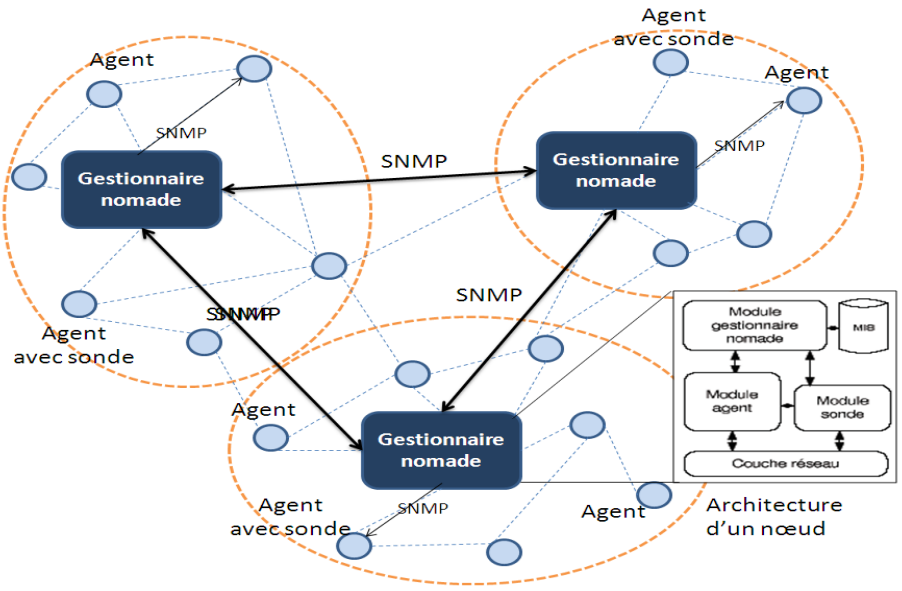


Fig. 2 Autogestion avec la plateforme GUERRILLA

Le gestionnaire nomade maintient la connectivité dans le plan de gestion et collabore avec les autre gestionnaire et met à jour la configuration du plan de gestion de manière autonome. Déployés par le gestionnaire nomade, une sonde active est une extension d'un agent SNMP. Il intègre un environnement d'exécution pour héberger les scripts de contrôle et exécute les opérations de gestion localisée.

2. *ARCHITECTURES DE GESTION BASEE SUR LES POLITIQUES (POLICY-BASED)*

La gestion par politique (BPM, *Policy-Based Management*) [5] parait une approche prometteuse pour simplifier le processus de gestion, de configuration et de contrôle des réseaux. Les politiques peuvent être définies comme un ensemble de règles génériques de type si condition alors action, capable de gérer et contrôler les ressources d'un réseau. Le protocole COPS (*Common Open Policy Service*) [10], spécifié par l'IETF [1], décrit un

modèle extensible pour l'échange d'informations d'administration réseau entre un serveur et ses clients. Ce protocole est constitué de deux principaux éléments :

- Le **PDP** (*Policy Decision Point*) est responsable des prises de décision des politiques de haut niveau, de s'assurer de leurs cohérences et de les traduire en opérations interprétables par les équipements, pour enfin les distribuer aux points d'application PEP.
- Le **PEP** (*Policy Enforcement Point*) est un équipement du réseau où sont mises en application les règles de politique définies par le PDP.

L'approche **DRAMA** [7] est un système de gestion par politique pour les réseaux mobiles Ad-hoc, développé sous le programme *U.S. Army CERDEC DRAMA (Dynamic Re-Addressing and Management for the Army)*. Définit une architecture centralisée hiérarchique. Elle est construite en trois niveaux hiérarchiques sous la forme de clusters. Décrite à la figure 3, elle est composée d'un ensemble d'agents implantant la même structure et les mêmes fonctionnalités de base. L'agent global (GPA, *Global Policy Agent*) situé au niveau le plus élevé gère un ensemble d'agents de domaine (DPA, *Domain Policy Agent*). Ceux-ci ont eux-mêmes la charge d'agents locaux (LPA, *Local Policy Agent*). Les politiques de gestion sont propagées hiérarchiquement de l'agent global aux agents de domaine, et des agents de domaine aux agents locaux.

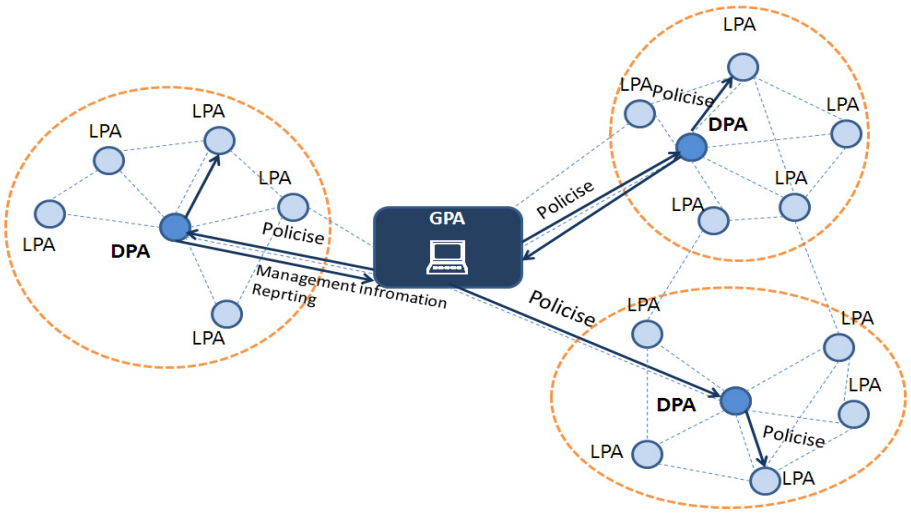


Fig.3 Modèle centralisé pour la gestion par politique avec l'architecture DRAMA

DRAMA suit le modèle de distribution par externalisation (COPS), dont le PEP interroge le PDP afin de connaître le comportement à adopter pour tout évènement qui requiert une décision. Pour cela il utilise le protocole YAP (*Yelp Announcement Protocol*) pour rapporter efficacement les informations de gestion. Au lieu d'avoir un gestionnaire qui interroge les éléments du réseau pour avoir leurs états (cas de SNMP), YAP retransmis d'une façon périodique le rapport d'information de l'agent vers le gestionnaire.

Une seconde approche porte sur la décentralisation de gestion par provisionnement à travers une adaptation du protocole COPS-PR (*Common Open Policy Service for PRovisioning*) [11], le PEP dispose d'une base locale de politiques qui est gérée/provisionnée par le PDP. Le PEP peut alors appliquer les politiques contenues dans cette base sans nécessiter l'intervention du PDP.

IV. SYNTHESE

De point de vue chronologique, les approches de gestion des réseaux mobile Ad-hoc sont relativement nouvelles, alors que le concept de réseau Ad-hoc a apparu depuis 1970. L'amélioration des technologies mobiles et la standardisation des protocoles de routages ont augmentés l'intérêt de réseau Ad-hoc pour les applications civiles, par conséquent la gestion des MANETs devient une tâche indispensable. De nouveaux modèles et architectures sont requis pour pouvoir intégrer les réseaux Ad-hoc dans une démarche de gestion. La topologie dynamique conduit à réorganiser le plan de gestion, typiquement sous la forme de clusters, et à introduire des mécanismes de délégation afin de répartir les activités de gestion. L'absence d'infrastructure fixe favorise les échanges directs de nœud à nœud, par exemple dans le cadre de distribution de politiques, et rend l'utilisation de mécanismes d'autogestion incontournable.

SNMP le protocole le plus répondu pour gérer la plupart des réseaux, originalement conçu pour les réseaux filaires. Le protocole ANMP se présente comme une extension de SNMP en vue de collecter les données à partir des équipements mobiles. La gestion dans ANMP est basée sur une architecture centralisée hiérarchique dont la tête du cluster élu interroge l'information de gestion à partir des membres du cluster. L'architecture de gestion GUERRILLA étendre le modèle ANMP en permettant aux nœuds de réseau de participer à des fonctions de gestion. GUERRILLA préconise l'utilisation des agents de gestion pour une autogestion évolutive et distribué des nœuds. Ces agents collectent les informations concernant leurs voisins et envoient le rapport au gestionnaire. L'approche DRAMA est une architecture de gestion par politique pour les réseaux Ad-hoc. Les auteurs Chadha et al ont étudié l'évolutivité de cette approche par des simulations de plus de 504 nœuds exécutant le protocole de routage OLSR, les simulations montrent que DRAMA génère moins de trafic réseau. Le tableau ci-dessous résume quelques caractéristiques des approches étudiées dans ce manuscrit.

Les solutions basées sur le protocole SNMP (*SNMP-based*) se basent sur un niveau intermédiaire pour collecter l'information de gestion, ce qui engendre un trafic supplémentaire au réseau (*Overhead*). Celui-ci agit négativement à la performance du réseau Ad-hoc. Aussi ces approches sont loin de répondre au problème de partitionnement du réseau. Les deux approches ANMP et GUERRILLA, nécessite un développement et déploiement d'un nouveau MIB dans l'ensemble des nœuds de réseau. En outre elles manquent une conception détaillée et une mise en œuvre.

Caractéristiques	**ANMP**	**GUERILLA**	**DRAMA**
Architecture	Centralisé hiérarchique	Distribué	Centralisé hiérarchique
Structure	SNMP-Based	Mobile agent based	Policy-based
Mécanisme de clustring	oui	oui	oui
Aire fonctionnel	Monitorage et configuration	configuration	configuration
Implémentation	non (simulé)	non	non (simulé)
Nouveau logiciel doit être installer dans tous les nœuds	oui	oui	non
Injecte un trafic	oui	oui	moins
Requis un nouveau MIB	oui	oui	non
Robuste au partitionnement du réseau	non	oui	non

Tab1. Comparaison des approches de gestion

V. CONCLUSION

La gestion des réseaux Ad-hoc représente une tâche définitivement plus problématique et complexe que celle des réseaux fixes traditionnels. En effet, la topologie du réseau est soumise à des changements très fréquents dans le temps. De plus, les stations mobiles qui le composent sont caractérisées par de multiples contraintes en termes d'énergie, de bande passante et de capacités système. Dans ce manuscrit, nous avons présenté un état de l'art sur les principales approches de gestion pour les réseaux ad-hoc. Typiquement la plupart des approches réorganise le plan de gestion sous forme de cluster. L'absence d'infrastructure fixe favorise l'introduction des mécanismes d'autogestion (*self management)* pour manager ce type des réseaux.

Le grand challenge des approches et modèles de gestion de réseaux Ad-hoc est de minimiser au maximum la charge de gestion (*management overhead*). Pour être capable de prendre en compte les contraintes des applications des réseaux Ad-hoc. Former des clusters est la manière la plus naturelle de décomposé le réseau Ad-hoc afin d'en simplifier les tâche de gestion. Une telle décomposition peut s'opérer de manière différente en fonction de l'algorithme considéré. Notre travail de recherche va porter sur une nouvelle organisation du plan de gestion, afin de fournir une solution légère et performant. Cette démarche peut être formalisée à travers une méthode algorithmique de gestion définit au niveau applicatif et évaluer par des simulations.

REFERENCE

[1] Internet Engineering Task Force (IETF). http ://www.ietf.org.

[2] J. Case, M. Fedor, M. Schoffstall, and J. Davin, *RFC 1157 - A Simple Network Management Protocol (SNMP)*, Network Working Group, Request for Comments 1157, 1990.

[3] W. Chen, N. Jain, and S. Singh. *ANMP: Ad-hoc Network Management Protocol*. IEEE Journal on Selected Areas in Communications (JSAC), 17(8) :1506–1531, August 1999.

[4] C. Shen, C. Jaikaeo, C. Srisathapornphat, and Z. Huang. *The GUERRILLA Management Architecture for Ad-hoc Networks*. (MILCOM'02), Anaheim, CA, USA, October 2002.

[5] D.C. Verma and D. Verma. *Policy-Based Networking : Architecture and Algorithms*. New Riders Publishers, November 2000.

[6] R. Badonnel, *Management of Ad-Hoc Networks and Services*. Thésis, LORIA – INRIA Lorraine, 2007.

[7] R. Chadha and H. Cheng. *Policy-Based Mobile Ad-hoc Network Management for DRAMA*. In Proc. of IEEE Military Communications Conference (MILCOM'04), Monterey, CA, USA, October 2004.

[8] T.Clausen and P.Jacquet. *Optimized Link State Routing (OLSR) Protocol.* http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt, October 2003. IETF Request for Comments 3626.

[9] K.McCloghrie and M.Rose. *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets : MIB-II*. http ://www.ietf.org/rfc/rfc1213.txt, March 1991. IETF Request for Comments 1213.

[10] D. Durham, J. Boyle, R. Cohen, S. Herzog, R. Rajan, and A. Sastry. *The COPS (Common Open Policy Service)* Protocol. http ://www.ietf.org/rfc/rfc2748.txt, April 1999. IETF Request for Comments 2748.

[11] K. Chan, J. Seligson, D. Durham, S. Gai, K. McCloghrie, S. Herzog, F. Reichmeyer, R. Yavatkar, and A. Smith. *COPS Usage for Policy Provisioning (COPS-PR)*. http://www.ietf.org/rfc/rfc3084.txt, March 2001.

[12] H.G. Hegering, S. Abeck, and B. Neumair. *Integrated Management of Networked Systems : Concepts, Architectures, and Their Operational Application*. Morgan Kaufmann Publisher, 1999.

[13] R. Badonnel, R. State, and O. Festor. Fault Monitoring *in Ad-Hoc Networks Based on Information Theory*. In Proc. Of the 5th International IFIP-TC6 Networking Conference (NETWORKING'06), Coimbra, Portugal, May 2006.

Impact de la stratégie de test sur la fiabilité d'un système contrôlé par un réseau de communication

Abdelhak MKHIDA[1], Badr BOUOULID IDRISSI[1]

[1] Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Meknès (ENSAM), Université Moulay Ismaïl, Equipe : Modélisation, Traitement de l'Information et Commande des Systèmes (MTICS), MAROC, Abdelhak.Mkhida@esstin.uhp-nancy.fr, bbououlid@yahoo.fr

Abstract. In this article, the modeling and thus the performance evaluation relating to the dependability are studied for structures which have communication network constituting the Networked Control Systems in order to determine the contribution of the test policy practicing in the Controller in the dependability performance. Dynamic approach using Stochastic Petri Nets (SPN) is proposed and the metric used for the evaluation of the dependability of the Networked Control Systems refer to reliability.

Keywords: Communication network, Test policy, Networked Control Systems, Dependability

1. Introduction.

L'évolution des équipements d'automatisation entraîne d'une part l'utilisation des instruments dans des équipements sécuritaires qui deviennent plus "intelligents" et aptes à communiquer avec les équipements de production moyennant des réseaux de communication typiquement des réseaux de terrain. D'autre part, il est devenu possible d'intégrer aux équipements "intelligents" une fonction sécuritaire apte à appréhender son environnement et à réagir localement en fonction du rôle de l'équipement auquel elle est associée.

Avec cette tendance moderne de traiter les données numériques, il est naturellement nécessaire de convertir les valeurs électriques sous des formes de représentations aptes à être traitée par un logiciel. Ceci exige une complexité de matériel et de logiciel bien au-dessus de celle qui existait dans ce type d'instruments classiques [1]. Les nouvelles fonctions incorporées dans les instruments intelligents sont fortement complexes et intégrées [2]. Ceci rend l'analyse de sécurité difficile, de même que la nature fortement interactive des interfaces, particulièrement quand un réseau de communication est partagé entre plusieurs dispositifs.

L'introduction des réseaux de communication dans des applications basées sur des systèmes exigeant des performances en fiabilité accrues affecte ce type de performances.

Dans cet article, nous nous intéressons à l'évaluation de la sûreté de fonctionnement des systèmes instrumentés de sécurité intégrant un réseau de communication par l'utilisation de réseaux d'activité stochastiques qui sont une extension des réseaux de Petri stochastiques.

Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'influence de la stratégie de test sur les performances en fiabilité d'un système contrôlé en réseau.

2. Système contrôlé en réseau.

Les systèmes d'automatisation comportant un réseau de communication sont une extension des systèmes d'automatisation classiques. L'intégration du réseau fait en sorte qu'il y a interaction constante avec les autres composants du système.

2.1. Enjeux de l'utilisation d'un réseau de communication

La présence d'un réseau de communication apporte quelques avantages pour les systèmes d'automatisation tels que la réduction du câblage, l'amélioration de la reconfigurabilité, la facilité de la maintenance mais néanmoins complexifie la conception et l'analyse de ce type de systèmes [3]. De nouveaux paramètres entrent en considération par rapport aux systèmes classiques, tels que le délai de transmission qui peut être constant ou variable suivant le type de réseau. Ce délai est représentatif du temps écoulé pendant la transmission des informations via le réseau. L'impact de ce délai sur le bon fonctionnement du système peut être important de sorte que les performances peuvent être dégradées et le système peut être déstabilisé [4]. Les données transmises par le réseau peuvent être altérées en partie ou en totalité pendant la transmission affectant ainsi les performances de ce type de systèmes.

Le modèle du réseau de communication doit s'attacher à tous les délais significatifs qui peuvent se produire au cours de la transmission de l'information. La difficulté inhérente à toute modélisation est la détermination du niveau de détail que le modèle doit atteindre.

2.2. Réseau de terrain et sûreté de fonctionnement

Les architectures distribuées comportant un réseau de communication ne peuvent être traitées d'un point de vue de sûreté de fonctionnement comme les architectures classiques centralisées. En effet, la modélisation du réseau ne doit pas se contenter de décrire structurellement le canal de communication mais elle doit incorporer les caractéristiques relatives à la sûreté de fonctionnement.

Les modèles statiques ne permettent pas de faire apparaître les aspects dynamiques relatifs aux transmissions de données entre différents interlocuteurs ainsi que les différents politiques d'accès au médium et les différents algorithmes mis en place.

Plusieurs techniques d'évaluation de la sûreté de fonctionnement de systèmes d'automatisation comportant un réseau de communication existent et peuvent concerner soit le réseau uniquement ou le système entier. Ces techniques peuvent concerner l'analyse quantitative (injection de fautes, diagrammes de fiabilité…), les méthodes qualitatives inductives (comme l'analyse des modes de défaillances et de leurs effets AMDE) ou encore les méthodes quantitatives déductives (comme les arbres de défaillances) [5].

L'approche utilisée pour l'étude de la sûreté de fonctionnement est celle qui concerne l'étude du système complet et non pas l'approche qui se focalise entièrement et explicitement au réseau.

3. Stratégie de test dans un système contrôlé en réseau.

L'approche que nous proposons consiste à élaborer un modèle de base en réseaux de Petri sur lequel s'appuiera l'analyse quantitative qui permettra de déterminer les performances en termes de fiabilité des systèmes contrôlés en réseau. Le modèle est composé d'une partie fonctionnelle spécifiant le comportement du système et d'une partie dysfonctionnelle dans laquelle est représentée l'occurrence de défaillances qui peuvent affecter le système et le mettre en état de panne.

L'architecture fonctionnelle est indépendante de l'architecture matérielle. Les composants de l'architecture matérielle susceptibles de tomber en panne sont le capteur, l'automate et l'actionneur.

L'interaction entre la partie fonctionnelle et la partie dysfonctionnelle est ensuite incorporée pour traduire le comportement global du système en présence de défaillances.

3.1. Modèle d'un capteur défaillant

Dans le modèle d'un capteur défaillant à base de réseau de Petri stochastique, le changement d'état d'un état de fonctionnement normal à un état de panne est assujetti au franchissement d'une transition stochastique. Par hypothèse, des distributions de loi exponentielle sont associées aux transitions stochastiques. L'interaction entre le modèle fonctionnel et le modèle dysfonctionnel est régie par des transitions immédiates (δ).

Un modèle de capteur défaillant est présenté en figure 1. Dans ce modèle, la place P1 représente l'opération effectuée par le capteur (mesure par exemple). L'état du capteur est représenté par les places OK et KO représentant respectivement l'état de marche et l'état de panne. La partie fonctionnelle est décrite par les places P1, P2 et la transition T1. Les actions et opérations qui y sont associées sont relatives aux spécifiés du capteur.

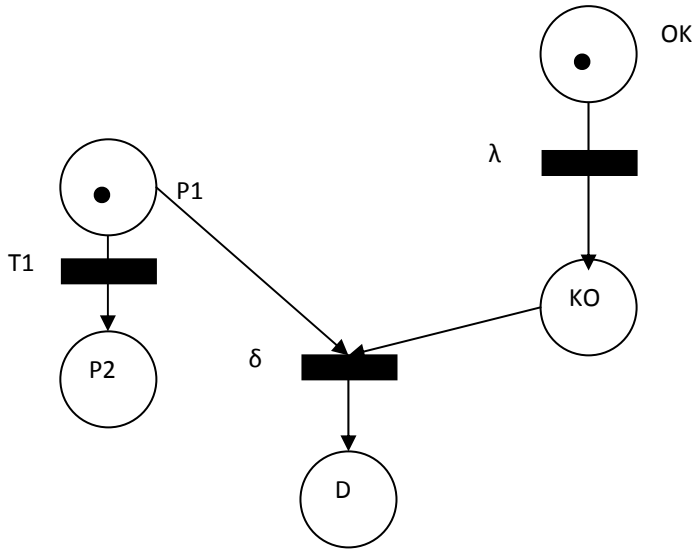


Figure 1 : Modèle d'un capteur défaillant

La place D représente un danger potentiel, cette place est marquée s'il y a occurrence de la défaillance par franchissement de la transition stochastique. A ce moment, on retire le jeton de

la partie fonctionnelle et le marquage simultané des places OK et P1 permet le franchissement de la transition immédiate et le capteur se trouve dans un état de dysfonctionnement.

3.2. *Politique de test appliquée*

La politique de test est décrite par le réseau de la figure 2. Dans cette figure, trois places Tc (test capteur), Tv (test actionneur) et Ta (test automate) sont ajoutées au modèle fonctionnel. La présence d'un jeton dans l'une de ces places traduit l'entité qui subit le test de diagnostic de la part de l'automate qui dispose d'une gestion centralisée des autotests des différents dispositifs avec des taux de couverture de diagnostic propres à chaque dispositif. Dans cet exemple, le jeton se trouve initialement dans la place Tc relative au test du capteur. Ensuite le jeton est récupéré par la place P1 et se trouve de nouveau dans la place P2 après franchissement de la transition déterministe T1 (Temporisation) et récupéré par la place Tv (test actionneur). Après franchissement de la transition T3, cette fois-ci, c'est la place Ta (test automate) qui récupère le jeton et cycliquement et suivant les périodes synchronisées par la temporisation, tous les dispositifs peuvent être testés et de nouveau on peut recommencer le cycle.

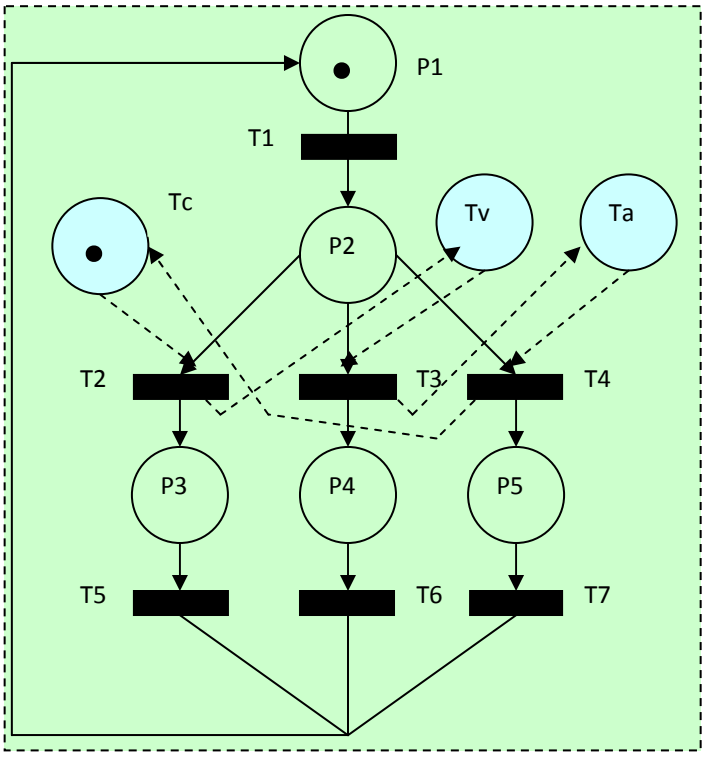


Fig. 2 Politique de test de l'automate

4. Modélisation du comportement.

4.1. Limites des méthodes classiques

Les méthodes classiques de la sûreté de fonctionnement, sont statiques. Ces méthodes basées sur la logique booléenne pour représenter le système étudié sont adaptées à des systèmes à

configuration statique, c'est-à-dire des systèmes dont les relations fonctionnelles entre leurs composants restent figées.

Dans le cadre de nos travaux, la prise en compte des mécanismes de reconfiguration dans les systèmes pilotés par calculateurs est essentielle. Cet aspect n'est pas pris en compte par les méthodes classiques de sûreté de fonctionnement ce qui les rend inappropriées pour ce type de système [6]. Par exemple la méthode des Arbres de Défaillance ne tient pas compte de l'ordre d'apparition des événements dans un scénario. En effet, une séquence d'événements peut conduire à un événement redouté alors que les mêmes événements se produisant dans un ordre différent ou à des dates différentes peuvent l'éviter. Les défaillances temporaires ne sont pas non plus prises en compte.

4.2. Réseaux d'activité stochastiques

Les méthodes classiques ne répondent pas à notre étude puisqu'il y a des difficultés à exprimer les caractéristiques temporelles et dynamiques. Nous avons choisi de travailler avec les réseaux de Petri (dans leur variante intitulée réseaux d'activités stochastiques) pour plusieurs raisons. Citons par exemple que les réseaux de Petri disposent d'une représentation graphique et mathématique, la conception est hiérarchique et modulaire, ce qui permet la réutilisation de sous-modèles à plusieurs reprises, l'évaluation des performances et l'évaluation des caractéristiques de la sûreté de fonctionnement sont des domaines d'application des réseaux de Petri…

La modélisation est donc traitée sous la forme d'une approche stochastique utilisant les SAN (*Stochastic Activity Network*). Les SAN sont un formalisme de modélisation puissant et sont une extension des réseaux de Petri stochastiques [7]. Ce formalisme permet la représentation formelle du comportement en ayant un pouvoir d'expression et un pouvoir d'analyse. Le pouvoir d'expression doit permettre le parallélisme, la synchronisation et le pouvoir d'analyse doit permettre une analyse qualitative et une analyse quantitative par évaluation des performances.

Dans cette méthodologie, parallèlement aux modèles fonctionnels, les modèles dysfonctionnels sont développés en même temps en exprimant les différents modes de défaillances relatifs aux différents composants. Ainsi, les modèles fonctionnels et dysfonctionnels seront intégrés dans un seul modèle. L'expression des différents modes de défaillances pour chaque composant est élaborée.

Les modèles sont ensuite interconnectés. La jonction des différents composants permet la construction de tous les sous-modèles et constitue l'étape ultime de la modélisation.

4.3. Modèle de l'automate

Le modèle de l'automate de la figure 3 montre une disposition de deux parties, l'une fonctionnelle et l'autre dysfonctionnelle. Dans la partie fonctionnelle (à gauche), les cycles de l'automate sont exécutés par une horloge périodique (***periode***).

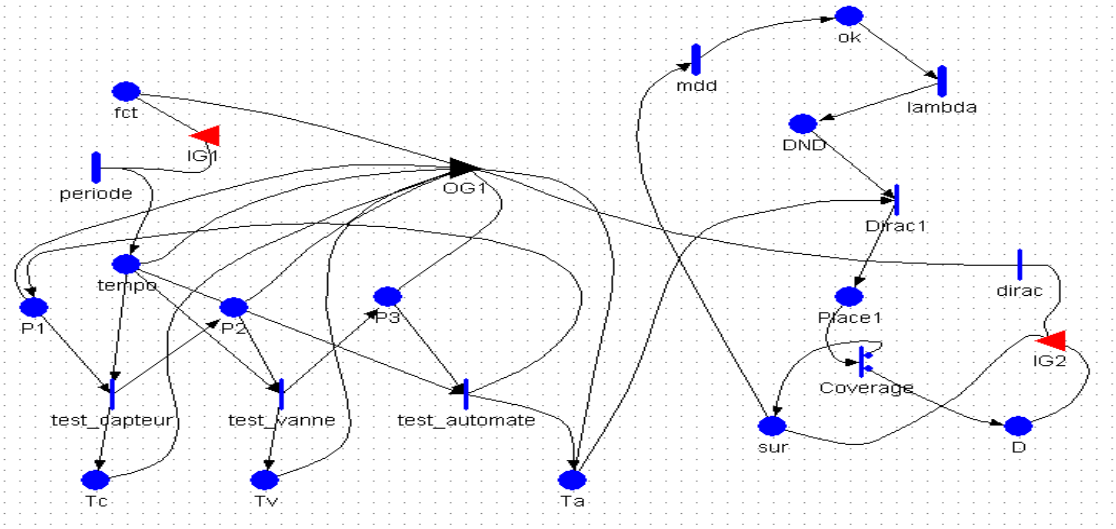


Fig. 3 Modèle de l'automate

Les autotests des différents dispositifs sont gérés localement suivant une politique de test qui consiste à allouer la même durée de test pour les différents dispositifs et à commencer par le test du capteur (***Tc***), puis l'actionneur (***Tv***) et enfin l'automate (***Ta***). Cette politique n'est pas la seule possible à être exécutée par l'automate et d'autres politiques peuvent être éventuellement implantées. Pour la partie dysfonctionnelle, il faut s'assurer que le jeton est soutiré de la partie fonctionnelle là où il se trouve lorsque le système tombe en panne sûre ou dangereuse. L'automate peut être également restauré en cas de défaillance sûre et il dispose également d'un taux de couverture de diagnostic qui lui est propre.

5. Résultats de simulation.

Les résultats de simulation ont bien montré l'impact du changement de la politique de test géré au niveau de l'automate pour les performances globales en termes de fiabilité d'un système contrôlé par un réseau de communication. En effet, l'évaluation de la fiabilité pour les différentes situations a bien montré que suivant l'ordre de test de l'automate, nous aurons des situations différentes et une distinction au niveau des performances. Une illustration est faite dans les figures suivantes :

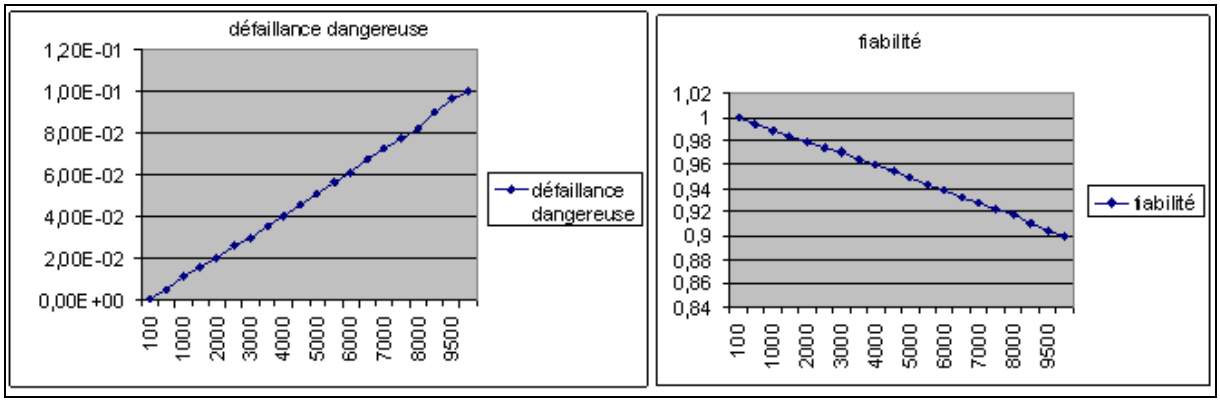


Fig.4 Probabilité de défaillance et fiabilité du SCR pour la politique de test (*TcTvTa*)

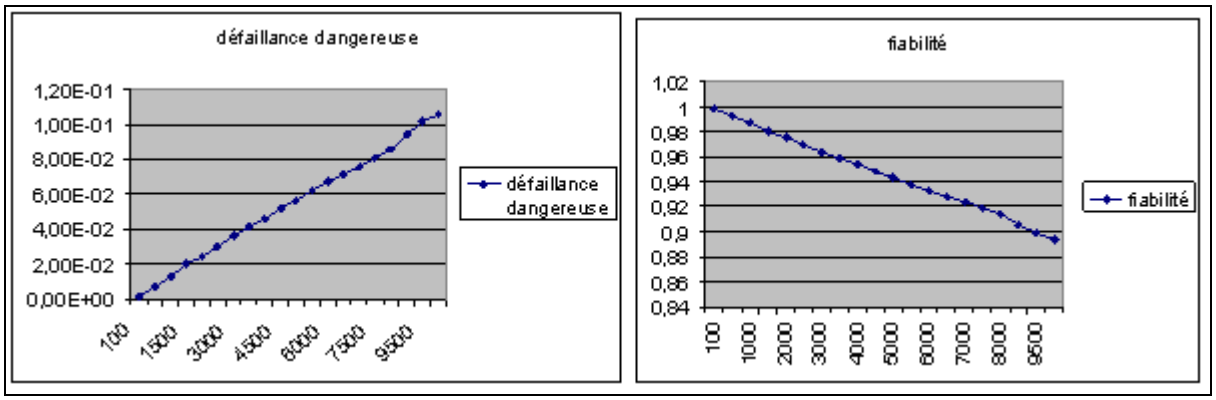


Fig.5 Probabilité de défaillance et fiabilité du SCR pour la politique de test (*TvTaTc*)

6. Conclusion

Notre travail était de construire un modèle de simulation de réseau de communication incorporé dans un système commandé en réseau (SCR) dans le but d'évaluer les performances en termes de fiabilité. Le modèle construit à base de réseaux d'activités stochastiques permet de modéliser des architectures incorporant un réseau de communication est facilitée par le pouvoir de composition hiérarchique de l'outil de modélisation. Le choix des réseaux d'activité stochastiques qui sont une extension des réseaux de Petri stochastiques s'est avéré être adéquat pour mener à bien l'élaboration du modèle. Ce modèle a ainsi pu être simulé grâce à l'outil Möbius. Les résultats de simulation ont bien montré l'impact du choix d'une politique de test gérée localement par l'automate sur des applications exigeant des performances en fiabilité. En effet, les valeurs des métriques relatives à la fiabilité ont évolué avec le changement de la politique de test des différents instruments illustrant ainsi les la contribution et l'impact du choix d'une stratégie de test appliquée au niveau de l'automate.

Références

[1] A. Dobbing, D. Godfrey, M. J. Stevens and B. A. Wichmann. "Reliability of Smart Instrumentation", NPL, National Physical Laboratory, Middx, UK, 1998.

[2] S. Mekid, "Further Structural Intelligence for sensors Cluster Technology in Manufacturing", Sensors. 2006, (pp. 557-577).

[3] W. Zhang, M.S. Branicky, "S.M. Phillips, Stability of Networked Control Systems", IEEE Control Systems Magazine, 2001, (pp. 84-89).

[4] M. Garcia-Rivera & A. Barreiro, "Analysis of networked control systems with drops and variable delays", Automatica, 2007, (pp. 2054-2059).

[5] J.C. Geffroy & G. Motet, " Design of dependable Computing systems", Kluwer Academic Publishers, 2002.

[6] A. Mkhida, J.M. Thiriet, J.F. Aubry, "Effet de la variation des données de fiabilité sur le niveau de sécurité des systèmes d'automatisation distribués",MOSIM'2006, Rabat (Maroc), 2006, (p. 1120-1126).

[7] A. Movaghar, J.F. Meyer, "Performability modelling with stochastic activity networks", Proceddings of the 1984 Real Time Systems, Symposium, Austin, TX, 1984, (pp. 215-224).

Utilisation des SIG pour la gestion des ressources naturelles

Cas des phosphates de Youssoufia

L. OUADIF[1], K. BABA[2] , S. BENCHEKROUN[3]

[1] Ecole Mohammadia d'Ingénieur, ouadif@emi.ac.ma, ouadif@gmail.com

[2] Ecole Supérieure de Technologie, khadija_baba@hotmail.com

[3] Centre National Pour la Recherche Scientifique et Technique, benchekroun@cnrst.ma

Résumé. Les technologies de l'information (TI) jouent un rôle capital dans la recherche scientifique qui est un facteur principal dans l'application de ces technologies au développement socio-économique. Les technologies de l'information géographique (branche spéciale des TI) servent à relever, traiter et analyser des données sur les ressources, les caractéristiques socio-économiques etc d'une région dans le temps et dans l'espace. En visualisant ces informations, elles favorisent la communication et le partage des connaissances.

Dans notre étude, nous avons utilisé les systèmes d'information géographique et avons développé une application en VB pour gérer la planification de la production au niveau du bureau des plans de l'OCP en déterminant à la fois la qualité et la quantité des phosphates à savoir le BPL, CO2, MgO, Puissance phosphatée (PP), pour un gisement donné. L'application a été développée pour le gisement de M'zinda qui fait partie de Youssoufia pour être généralisée à tous les gisements phosphatés du Maroc. Nous avons élaboré une base de données contenant tous les niveaux phosphatés avec leurs paramètres phisico-chimiques à partir des 169 sondages de reconnaissance effectués dans la région. A l'aide du logiciel ArcGIS, nous avons cartographié les différents niveaux phosphatés et mis en évidence la rentabilité de chaque niveau du point de vue volume et qualité des produits à extraire. Ceci aidera l'exploitant (OCP) à mieux planifier sa production et répondre aux besoins du marché.

Mots Clés: SIG, phosphate, ressources naturelles

Abstract. The information technology (IT) play a crucial role in scientific research witch is a major factor in the application of these technologies for socio-economic development. The technology of geographic information (special branch of IT) are used to process and analyze resources and the socio-economic data of a region. By viewing this information, they foster communication and knowledge sharing.

In our study, we used geographic information systems and have developed an application in VB to manage the production planning at the OCP plans'office. The application was developed for the deposit M'zinda, part of Youssoufia, to be generalized to all phosphatic

deposits of Morocco. We developed a database containing all phosphate levels with their phisico-chemical parameters from the 169 recognition's boring in the region. Using ArcGIS software, we mapped the different phosphate levels and demonstrated the profitability of each level in terms of volume and quality products to extract. This will help the operator (OCP) to better plan their production and meet market needs.

Keywords: GIS, phosphate, natural resources

1. Introduction.

Les gisements marocains de phosphates sont exceptionnellement importants de par leur volume, leur forte teneur et leur remarquable continuité stratigraphique. Ces gisements représentent un phénomène sédimentaire d'une ampleur exceptionnelle.
L'étude de ces gisements, et plus particulièrement l'étude géologique, constitue une étape primordiale avant toute exploitation. Au service géologique de l'OCP, une grande partie des traitements des données géologiques se fait habituellement d'une façon manuelle ; elle constitue ainsi une charge pesante. Ces données sont de différentes natures, à savoir le faciès (Clair, noir, sec ou noyé), la zone (Est, centre ou Ouest), le recouvrement par rapport à une couche de la série phosphatée, ainsi que différentes variables physico-chimiques telles que les teneurs en PBL, CO_2, SiO2, Cd, MgO et la puissance phosphatée.
Dans le cadre de l'introduction des outils informatiques et l'informatisation au sein des différents services de l'OCP, le service géologie et développement, et le service planification de l'exploitation ont introduit le logiciel d'information géographique « ArcGis » dont le but est de développer des méthodes informatiques pratique et simple concernant les travaux de la cartographie et le traitement de données qui se font manuellement par plusieurs opérateurs et qui prennent beaucoup de temps, ce qui influence la planification de l'exploitation.
Dans ce contexte, notre étude consiste à informatiser les procédures manuelles de traitement des données géologiques pour obtenir une base de données « listing cases » de la mine M'Zinda qui fait partie du bassin des Gantour.

2. Contexte géographique et géologique.

La zone étudiée appelée gisement M'Zinda se situe au Nord des recettes 3 et 4. Son centre est à environ 8km au Sud du chemin de fer reliant Youssoufia à Benguerir, et à environ 14km au Sud Est de la ville de Youssoufia (Fig.1). Cette zone fait partie du gisement phosphaté de Youssoufia qui occupe la partie occidentale du bassin des Gantours. La zone ainsi délimitée s'étend sur 10km de l'Ouest vers l'Est et couvre une superficie de 3049ha.

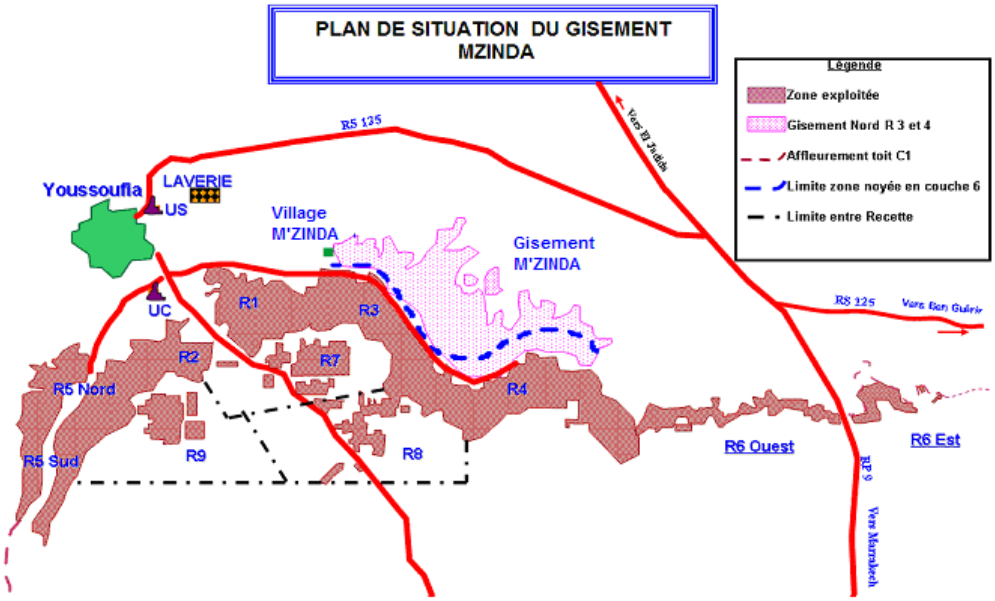


Fig.1 Situation du gisement de M'Zinda

La campagne de reconnaissance dans cette zone a vu l'exécution de 169 puits de reconnaissance et l'approfondissement de quatre anciens puits. La figure 2 présente un log stratigraphique synthétique avec les différentes caractéristiques physico-chimiques moyennes de la zone.

Découpage minier	Log	Puissance moyenne	Teneur BPL brut %	CO_2 Brut %	MgO (%)	SiO_2 % brut	Cd (ppm) brut	Cl (ppm) brut	Surface minéralisée (ha)	Volume (10^3 m^3)
Primaire		3,83	-	-	-	-	-	-	1203	45 530
C5 sup B		**0,41**	**44,30**	13,34	1,47	12,49	15	245	1159	**4683**
C5supB/C5supA		0,24	-	-	-	-	-	-	1203	1814
C5 sup A		**1,09**	**50,96**	11,57	1,40	9,69	16	-	1188	**12 746**
C5sup A/C5inf C		0,77	-	-	-	-	-	-	1410	10 610
C5 inf C		**1,37**	**55,19**	9,13	1,60	10,95	15	246	1357	**18 843**
C5 inf B		**0,52**	**42,75**	15,28	1,55	10,89	13	234	1061	**5483**
C5 inf A		**0,83**	**51,50**	11,49	1,40	9,49	12	260	1369	**11 027**
C5 inf A/C6 sup		3,51	-	-	-	-	-	-	1726	60 583
C6 sup		**1,72**	**59,45**	6,06	0,72	13,29	19	412	1914	**32 606**
C6 sup/ C6 méd		0,14	-	-	-	-	-	-	1605	2247
C6 méd		**0,69**	**52,90**	7,97	0,74	16,82	14	365	1536	**10 445**
C6 méd/C6 inf		0,43	-	-	-	-	-	-	1605	7062
C6 inf		**0,87**	**54,01**	7,15	1,09	16,48	16	306	1600	**13 920**

Fig.2 : Log lithologique moyen de la série phosphatée du gisement M'Zinda

3. Méthodologie

Le gisement M'Zinda, objet de notre étude, est découpé en sept panneaux. Pour notre modèle nous nous sommes limités aux trois premiers panneaux de ce découpage.

Pour la réalisation du listing cases minier, nous avons commencé par l'établissement d'une base de données d'entrée en s'appuyant sur les données collectées des coupes lithologiques des puits de reconnaissance (identification des niveaux phosphatés et calcul des valeurs moyennes et pondérées des paramètres physico-chimiques). Une fois la base de données d'entrée est établie, nous avons créé des cartes d'isovaleurs des paramètres physico-chimiques en utilisant la méthode d'interpolation Krigeage. Et pour obtenir la base de données de sortie « listing cases », nous avons extrait les valeurs des paramètres interpolés depuis les cartes d'isovaleurs déjà réalisées, vers les cases préparées auparavant (Fig.3).

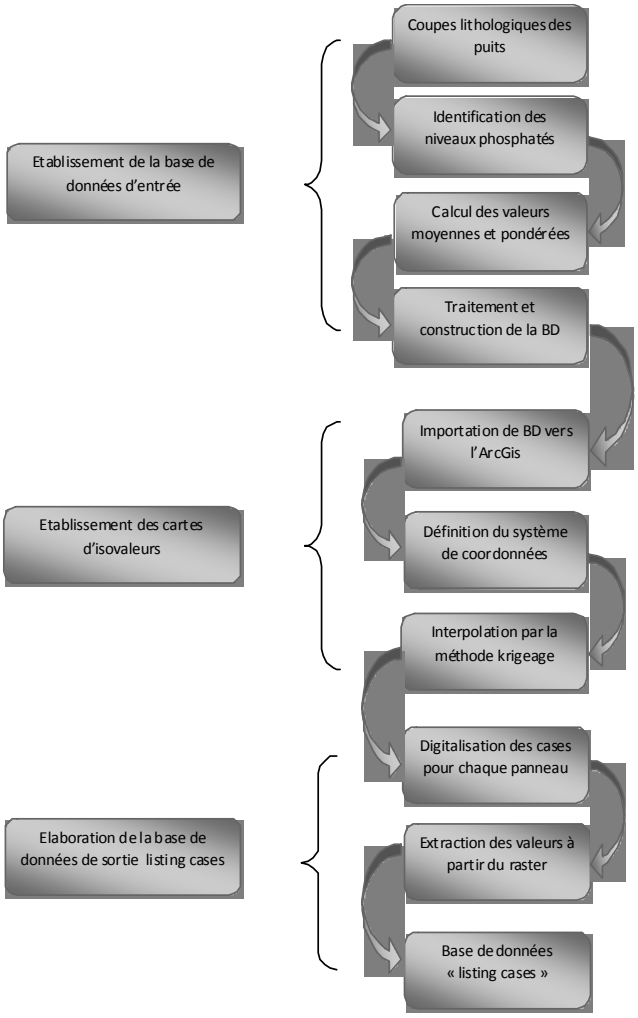


Fig.3 Méthodologie de travail

4. L'élaboration du modèle informatique

La base de données, élaborée pour l'étude géologique, est alimentée à partir des données déjà calculées pour chaque puits de reconnaissance. La table regroupera alors tous les puits choisis pour l'étude de ces trois panneaux du gisement avec leurs coordonnées X, Y et Z et les différents paramètres physico-chimiques à savoir PP, PBL/B, CO_2, MgO.

Parmi l'ensemble des puits de reconnaissances de la mine M'Zinda, nous avons travaillé sur 31 puits (Fig.4) couvrant les 3 panneaux. Les coupes lithologiques des puits sont identifiées par leurs coordonnées (X, Y, Z) et chaque coupe comporte une description lithologique

détaillée des différents faciès, les côtes du toit et du mur de chaque niveau, les références des échantillons prélevés et les teneurs des paramètres analysés sur brute et/ou sur lavé.

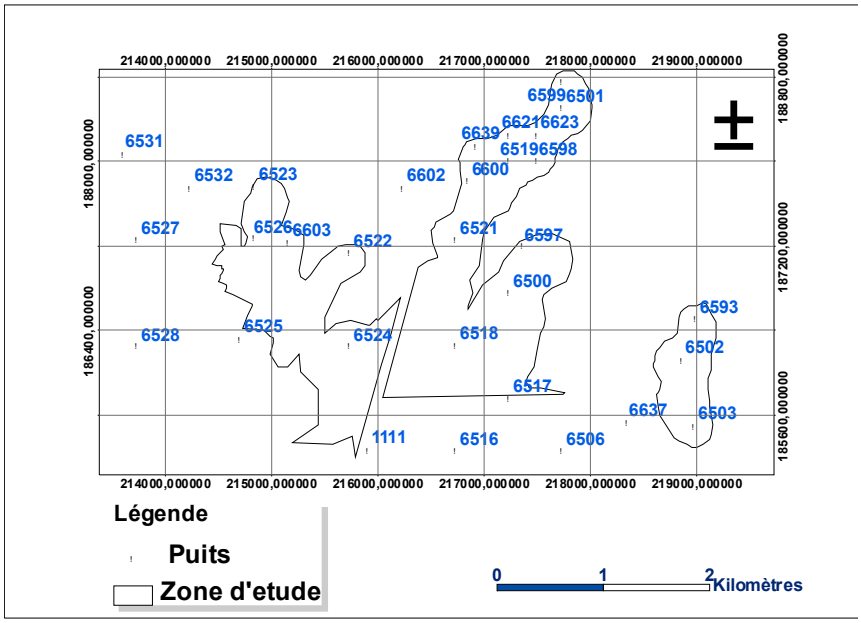


Fig.4 Les puits de reconnaissances et les trois panneaux d'étude

Pour découper les panneaux en cases, l'équipe des géomètres du bureau des plans utilise le logiciel AutoCAD, alors au lieu de refaire le travail sur ArcGis, nous avons exploité directement le fichier de découpage existant en l'enregistrant sous une forme compatible au géotraitement sur ArcGis (format DXF). Les cases ainsi obtenues sur AutoCAD sont définies par des lignes perpendiculaires entre elles, respectant les dimensions des cases et des tranchées. L'intersection des lignes dans le logiciel AutoCAD ne permet pas d'obtenir des cases sélectionnables dans ArcGis (polygones). La conversion des lignes en polygones est effectuée par l'outil « Xtools » que nous avons intégré dans notre logiciel ArcGis (Fig.5).

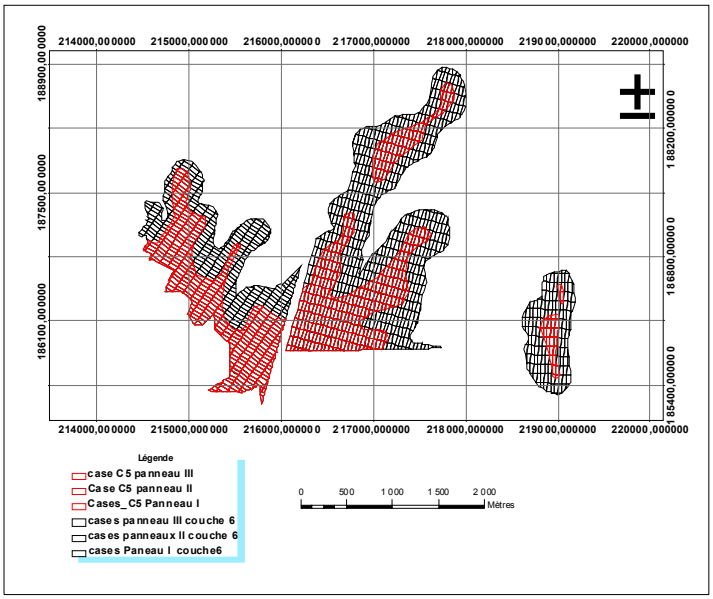


Fig.5 Découpage des panneaux en cases sur ArcGis

Notre objectif est d'identifier chaque case par son numéro, sa surface, la puissance phosphatée, les valeurs des éléments chimiques de tous les niveaux de la série phosphatée, ainsi que le volume de phosphate pour chaque niveau. Donc l'étude sera élaborée par panneau, et par niveau phosphaté. Elle comprendra deux groupes de couches à savoir la couche 5 et la couche 6. Toutes les couches du groupe seront superposées pour qu'on puisse tirer les informations de tous les paramètres interpolés pour toutes les cases.

Nous avons réalisé des cartes d'isovaleurs des différents paramètres physicochimiques de tous les niveaux phosphatés (Fig.6). Ainsi l'identification de chaque point de la zone d'étude donne les valeurs interpolées des paramètres physico-chimiques qui font l'objet de l'étude. Mais notre objectif est que toute la case ait une seule valeur pour chaque paramètre. Nous avons, alors, choisi le barycentre comme point représentatif de la case et avons attribué ses valeurs à la case (Fig.7).

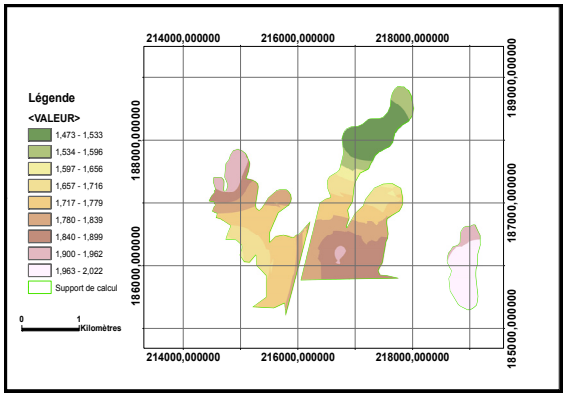


Fig. 6 Carte raster d'interpolation pour les trois panneaux

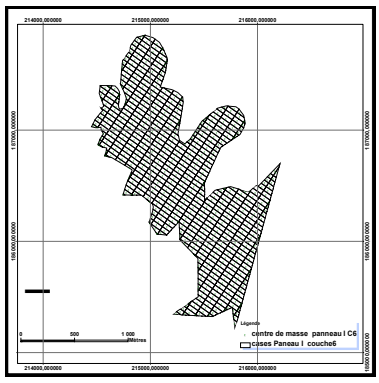
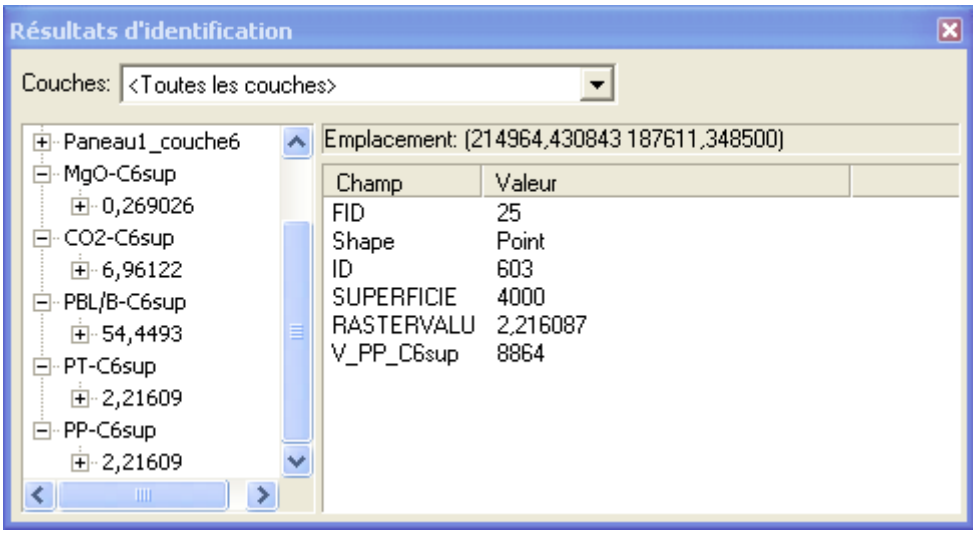


Fig. 7 Carte présentant les centres de masses des cases du panneau I de la couche 6

Ainsi, on arrive au résultat voulu du listing case à savoir l'affichage du numéro de case, sa surface, son volume de phosphate ainsi que les éléments chimiques pour la couche traitée par rapport à un panneau. La capture d'écran suivante montre que tout en identifiant le centre de masse d'une case on obtient un tableau d'identification affichant tous les résultats qui intéressent l'exploitant.

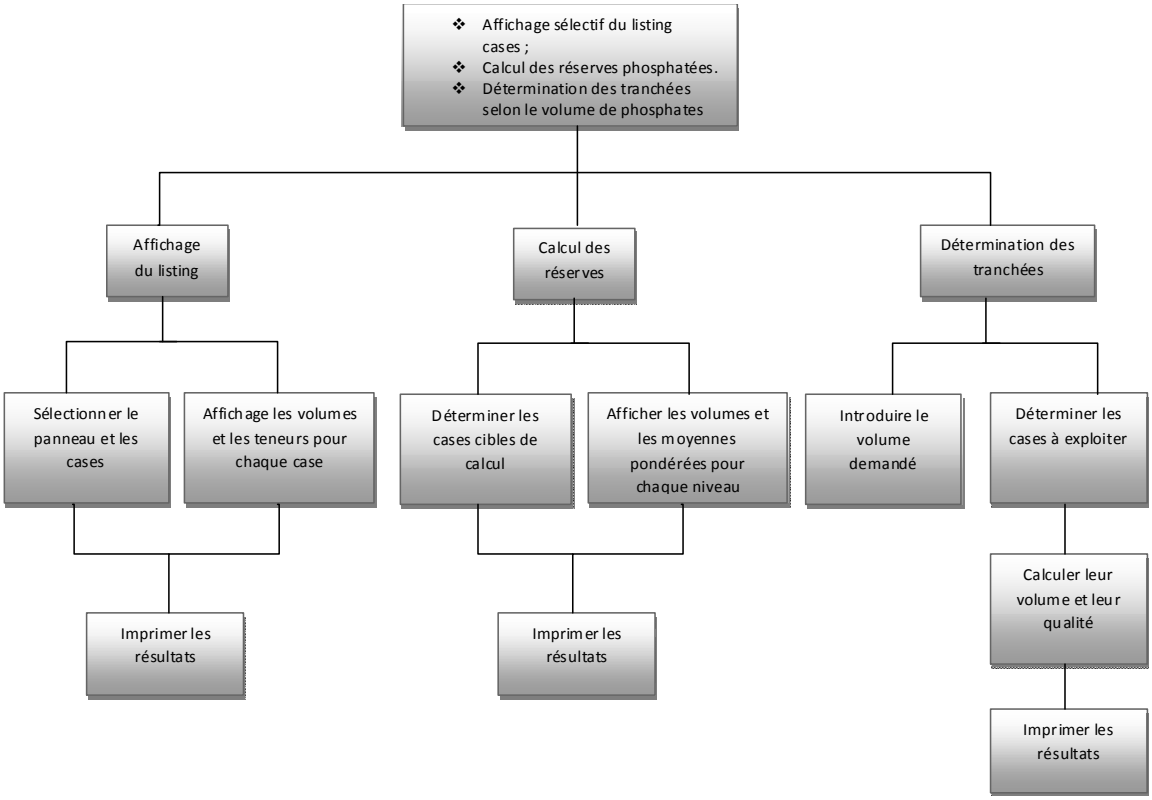


Nous avons développé une application en VB pour la gestion de la base de données listing cases développée sur ArcGis. Cette application a pour objectifs de permettre au bureau des

plans ainsi qu'aux responsables d'exploitation d'utiliser la base de données pour prendre des décisions concernant la planification et la programmation de l'exploitation. Elle permettra, alors de :

- Naviguer de façon simple et pratique dans la base de données listing cases selon les besoins.
- Chercher les cases dont l'exploitation produit un volume bien défini, et donner par la suite la quantité et la qualité des phosphates dans le volume défini.
- Calculer le volume et les teneurs moyennes pondérées des phosphates pour un ensemble de cases ou de tranchées sélectionnées, c'est-à-dire définir la qualité et la quantité des phosphates de chaque niveau phosphaté.

L'organigramme de l'application est présenté dans la figure suivante.



5. Conclusion.

Dans cette étude, une grande tâche se rapportant à la problématique de la détermination de la qualité et la quantité des phosphates d'une manière informatisée a été réalisée ; il s'agit de l'évaluation des réserves par cases et tranchées d'exploitation en se basant sur le système d'information géographique (SIG) et du Visual basic.

Nous avons donc établi un programme informatique qui permet le mieux possible de gérer la planification de la production au sein du bureau des plans en déterminant à la foi la qualité et la quantité du phosphate à savoir le BPL, CO2, MgO, Puissance phosphatée (PP), pour un gisement donné .En effet, ce programme permet de remplacer la méthode manuelle de la réalisation du processus du listing-cases minier par une méthode informatisée flexible et répondant avec précision au besoin de l'exploitant dans un court délai.

The first step towards a Mathematical Microscope for Denoising Purpose

O. Chakkor[1], M.Essaadi[2], C. G. Puntonet[3], N.Raissouni[1], O.Aghzout[1]

[1] Dep. Innovation and Telecommunication Engineering , University of Abdelmalek Esssaadi, Morocco, o.chakkor@uae.ma

[2]Dep. Physics and Telecommunication, University of Abdelmalek Essaadi, Morocco, essaaidi@gmail.com

[3]Dep. Architecture and Computer Technology, University of Granada, Spain, carlos@atc.ugr.es

Abstract. This paper presents the performance of the wavelet denoising algorithm, as a mathematical microscope applied to ICA-system, in order to reduce the noise before the separation process.

Keywords: *Blind Signal Separation (BSS), Wavelet denoising, higher order of Statistics (HOS), Independent Component Analysis (ICA).*

1. Introduction:

Our ears receive a one dimensional signal ***s(t)*** over the real line **R** that describes how the local pressure varies with the time ***t***. However this one dimensional signal is then somehow "unpacked" into a two dimensional time frequency plane. In this paper, we will introduce some explanations, and numerical simulation about the wavelet transform as a mathematical microscope for de-noising purpose.

Several models for signal separation like the blind signal separation and the independent component analysis (BSS/ICA) neglect the noise. However noise is unavoidable during measurement and/or transmission of signals. There are many types of noise such as: additive, multiplicative, white or colored, etc. The incorporated noise degrades the human

interpretation or computer-aided analysis of signals. In order to enhance the performance of the ICA-system, we need to eliminate the noise. To this end, we propose in this paper a method based on the wavelet transform for de-noising signal as a preprocessing step for the statistical method (ICA).

In this work, we will introduce a wavelet transform as a mathematical microscope's approximations of a given EEG signal.

The wavelet decomposition method for a signal s(t), give us two parts : the first one called "approximation", containing the low-frequency contents and the "details" parts, which contains the high-frequency information. The low-frequency part is the most important in the sense that may give us the identity of the signal, while the low-frequency contents impart flavors or nuance. For example, if we remove the high-frequency component from a voice sound, we still understand the meaning of the signal, but if when we remove the low-frequency component, the signal will be understandable.

But from microscope point of view, we will take care and a lot of attention to the "details" part, and then depending in its nature, it will be considered as noise and then eliminated, or amplified, improved and considered as a principal signal.

To formulate mathematically those parts of signal: details and approximations, we can write:

$$x(t)=\sum_{k} c_{j_0 k}\varphi_{j_0 k}(t)+\sum_{j=j_0}\sum_{k} d_{jk}+\psi_{jk}(t) \quad (1.1)$$

ψ are called wavelets functions:

$$\psi_{jk}(t)=\frac{1}{\sqrt{2^j}}\psi\left(\frac{t-k2^j}{2^j}\right) \quad (1.2)$$

The first component represents the "approximation" part:

$$c_{jk} = \int x(t)\varphi^*_{jk}(t)\,dt \qquad (1.3)$$

while the second represents the "details" d_{jk} defined by:

$$d_{jk} = \int x(t)\psi^*_{jk}(t)\,dt \qquad (1.4)$$

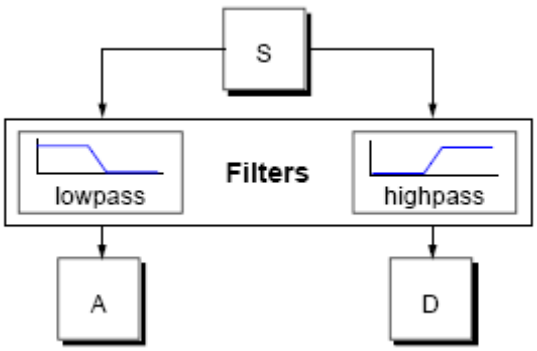
Where φ are called scaling functions:

$$\varphi_{jk}(t) = \frac{1}{\sqrt{2^j}}\varphi\left(\frac{t-k2^j}{2^j}\right) \qquad (1.5)$$

One of the most important applications of wavelets is in removal noise from signal, called de-noising, accomplished by thresholding wavelets coefficients in order to separate signal from noise.

- Smoothing removes high frequencies and retains low frequencies.

- De-noising attempts to remove whatever noise is present and retain whatever signal is present regardless of the frequency content of the signal.



The discrete wavelet transform (DWT) employs two sets of functions called scaling function and wavelet functions, which are associated with low-pass and high-pass filters, respectively. The decomposition of the signal into the different frequency bands is simply obtained by successive high-pass and low-pass filtering of the time domain signal.

De-noising process by shrinking: non-linear soft thresholding in wavelet domain.

- A linear forward WT
- A non-linear shrinkage de-noising
- A linear inverse WT.

This paper is organized as follows: a brief review of discrete wavelet transform (DWT), and de-noising techniques are provided in the second section. In the third section we will discuss the functionality of a mathematical microscope using DWT for de-noising purpose. In section four the simulation results of this proposed work are present and commented. Finally concluding remarks are given.

2. WAVELET DE-NOISING

The wavelets-based de-noising methods has been largely used for de-noising 1-D and 2-D signal, the basic ideas of de-noising by thresholding by the wavelet transform using Donoho´s formulation [Don95, DJ94b, LGO95].

The principal idea behind the thresholding by wavelets transforms is replacing noising coefficients corresponding to coefficients below a certain value, by zero and inverse wavelet transform may lead to a reconstruction that has lesser noise. The only problem founded here, for a successful de-noising operation, is determination of a threshold, because a small one may yield a result close to the noisy input, while a large threshold produces a signal with a large number of zero coefficients.

We decompose a noisy signal into its various timescales using orthogonal wavelets. To do this, we fit a mother wavelet to the signal at various levels of magnification, just like using microscope.

Let us define the two traditional methods for de-noising signals:

Soft thresholding (VisuShrink), recommended by Donoho to reduce artifacts.

He proposed the following scheme for de-noising:

1. Compute the DWT $Y = W y$

y_i is a finite length signal with additive noise of the form:

$$y_i = x_i + \varepsilon n_i \quad , \text{i= 1... N} \quad (1.6)$$

This equation can be written in the transformation domain as : $Y = X + N$, or $Y_i = X_i + N_i$

2. Perform thresholding in the wavelet domain, according to so-called hard thresholding, called also by "Keep or Kill" procedure

$$\tau(Y) = \begin{cases} Y & \text{if } |Y| \geq \lambda \\ 0 & \text{if } |Y| < \lambda \end{cases} \quad (1.7)$$

Or according to so-called soft thresholding

$$\tau(Y) = \begin{cases} x - \text{sgn}(Y)\lambda & \text{if } |Y| \geq \lambda \\ 0 & \text{if } |Y| < \lambda \end{cases} \quad (1.8)$$

3. compute the inverse DWT $\hat{x} = W^{-1}\hat{X}$

There are also other considerations for wavelet-based methods, regardless the thresholding rule explained above, like the type of wavelet which means the degree of similarities between the shape of the wavelets and the original signal, more they look like, more the quality of the de-noised signal is better. The choice of the levels decomposition affect directly to the quality of enhancement of de-noising signal. The typical way is to visually inspect the data first, and if the data are kind of discontinuous, Haar or other sharp wavelet functions are applied;

otherwise a smoother wavelet can be applied. Usually, tests are done with different kinds of wavelets and the one which give good performance is selected.

3. COMPUTER SIMULATION

We applied the wavelet transform as a de-noising method, the de-noised signal is reconstructed by the approximation and the processed details. The resulting signal is depicted in these figures:

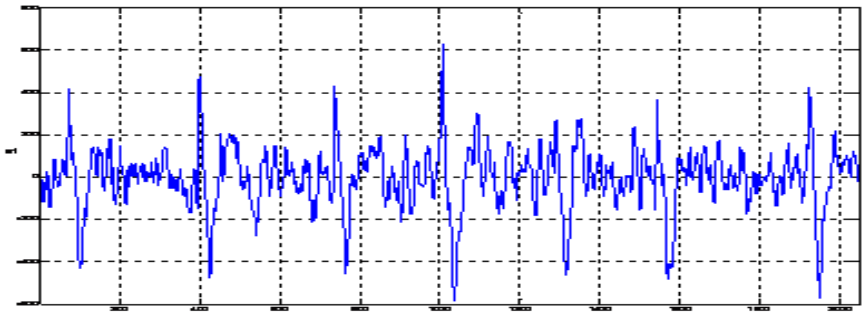


Figure 1: noised EEG signal

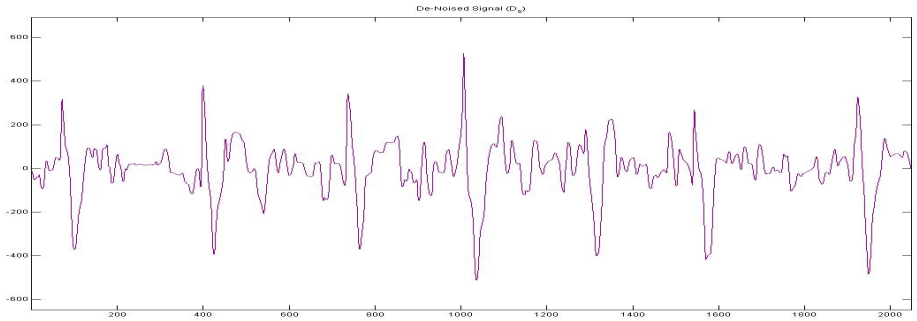


Figure 2: Denoise signal

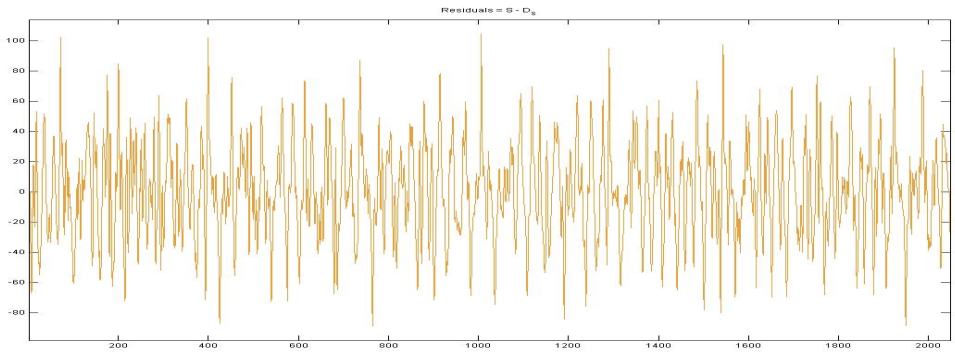


Figure 3: Residual signal

4. CONCLUSION

In this paper, we investigated the effects of two famous techniques WT and ICA-based methods used in the most important step in signal processing: signal de-noising and enhancement. Due to the essential information carried often carried in the singularity and irregular structures on localized signal structure with microscope effect that progressively reduces the scale parameter.

REFERENCES

[1]] O.Chakkor, N. Aknin, C.G. Puntonet (2007), *ICA vs Wavelet Transform as de-noising tool for multidimensional data*. Journées Internationales des Sciences et Technologies, 21-23 Mars 2007, Málaga-Tanger.

[2] Anthony J. Bell and Terrence J. Sejnowski, "An informationmaximisation

approach to blind separation and blind deconvolution,"Neural Computation, vol. 7, pp. 1129–1159, 1995.

[3] Amari, S., Hyvarinem, A., Lee, S., Lee, T., & Sanchez, V. (2002). Blind signal separation and independent component analysis.Neurocomputing, 49 (12), 1-5.

[4] Belouchrani, A., Abed-Meraim, K., Cardoso, J.-F., & Moulines, ´E. (1997). A blind source separation technique using secondorderstatistics. IEEE Trans. Signal Processing, 45 (2), 434-444.

[5] David L. Donoho. Denoising via soft thresholding. IEEE Transactions on Information Theory, 41:613{627, May 1995.

[6] Pierre Moulin. Wavelet thresholding techniques for power spectrum estimation. IEEE Transactions on Signal Processing, 42:3126{3136, November 199

Development of a Linguistic Interface for COPD Patients in AMICA

Mario Crespo, Daniel Sánchez, A. Jaime Rodríguez, Diego Sánchez, Alfonso Pazos, L. Felipe Crespo, María Etelvina

{mario.crespo, daniel.morillo, luis.crespo}@uca.es, {jaime.rodriguezmedina, diego.sanchezdiaz, alfonso.pazosfernandez}@alum.uca.es

Biomedical Engineeering and Telemedicine Lab, University of Cadiz, Cádiz, España

Abstract. This work describes the multi-agent interface that is being developed for the AMICA project[1], aimed at self-management and follow-up of patients with Chronical Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). This platform tries to overcome possible problems of interaction of patients by extending the traditional mouse and keyboard with new information-communication technologies such as the touch-screen o natural dialogue. Most of these patients are elderly, thus these technologies can suit users' needs and deficiencies by providing more natural ways of interacting with technology.

Keywords: Home Telemonitoring, Dialogue Processing, Agent systems.

1. Introduction

Chronic respiratory disorders require education, patient monitoring and self-management to improve results of treatment in order to achieve better treatment results, prevent exacerbations, complications, and potential death. Home telemonitoring presents an alternative for close follow-up of patients by ensuring timely transmission of clinical and physiological data and by supporting prompt medical intervention before deteriorations occur in patients' conditions [1]. Current developments in information and communication technologies allow the creation of intelligent human-machine interfaces that are able to interact with people in a more natural way by adapting themselves to the users' needs and allow them to interact by voice or tactile devices [2] [3].

This work describes the linguistic human-machine interface that is being developed for the ***A**utonomy **M**otivation & **I**ndividual Self-Management for **C**OPD P**a**tients* project (AMICA), aimed at self-management and follow-up of patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). To achieve this, a series of physiological signals are obtained daily by means of an ad-hoc sensor [4]. This information is then further complemented by the data provided by the patient by interacting with the interface. By combining both pieces of information the system will be able to set off medical alarms, modify small aspects of the patients' treatment or lifestyle or even suggest hospitalization. This will allow for a continuous evaluation of patients, to prevent exacerbations and to provide patients with

[1] This work was supported in part by the Ambient Assisted Living (AAL) E.U. Joint Programme, by grants from Instituto de Salud Carlos III and the European Union under Project AAL-2008-1-176 http://www.amica-aal.com/

information about their disease for its efficient self-management. Figure 1 shows the overall picture/ scenario in which telemonitoring takes place, according to A. Fischer [5].

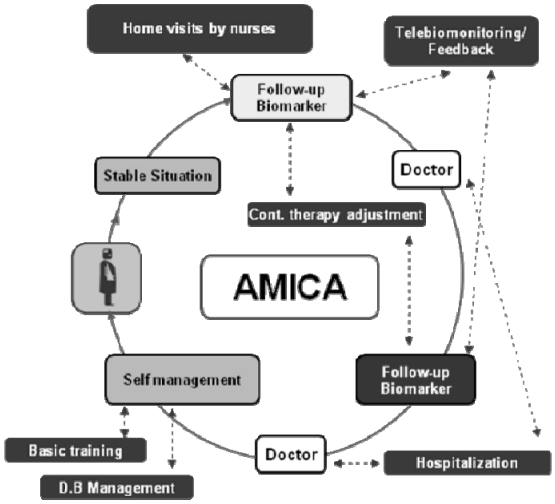


Figure 1. Telemedical platform

The following section introduces the main issues of the AMICA platform. Section three presents the integration of this linguistic interface within an expert system for the follow-up of patients. Section four describes first trials carried out with the interface in the first stage of development and section five draws some conclusions.

2. The AMICA platform

2.1. Motivation

Different clinical studies have emphasized that home telemonitoring has the potential to improve health results and reduce cost for public health systems [6] [7]. As highlighted by [8], the annual cost for COPD in health systems reaches 3.538€ per patient / year. From this amount 84% is related to patient hospitalizations. This is the reason why new solutions for health care are arousing a great interest nowadays. The use of home telemonitoring [1] has been on the rise since early nineties. Although there are plenty of solutions aiming at the follow-up of patients, only few solutions have focused on actual interaction systems that allow for home-based consultation and monitoring [9] [10].

Most of the patients with COPD are older than 60 [11], so platforms used to monitor them must be easy to use. The AMICA graphical interface will allow patients to interact with the platform easily by mouse, keyboard, touch-screen or voice. In this way it is ensured that the interface is accessible to most of patients regardless of their age, education or psychomotor limitations.

2.2. The HMI interface

Figure 2 presents the functional structure of the AMICA medical platform. As the figure shows, the user is always in contact with other agents: health services, physicians and his family environment. This is achieved by means of a dedicated mobile device based on a PC platform. This DmD allows for two different ways of interaction: 1) by using Mouse, keyboard or touch screen; 2) with voice - as if interacting with the physician. Both ways of

interaction tries to overcome possible problems of patients when dealing with technologies and they can use the way that is more suitable to their necessities.

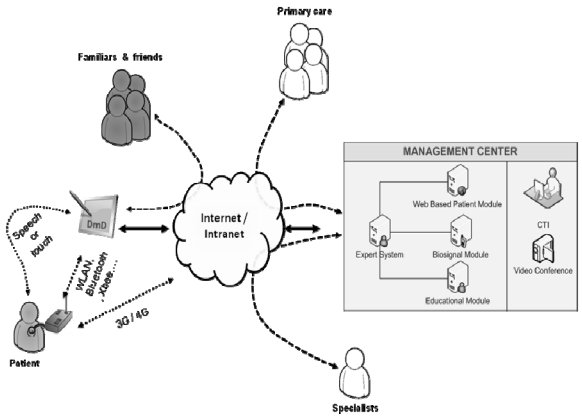


Figure 2. Platform functional structure

The visual interface of this medical interface is a software application to be executed in the DmD of patients when they get connected. This interface aims to be user-friendly and it can be used by people with no experience with this kind of devices. In the first stage of its development the experience and outcomes from the creation of web sites for the elderly has been followed [12-15] since it is a related field. Recommendations such as size and type of fonts, colours, use of spaces and usability are being taken into account. Nevertheless, to ensure an actual adaptation to final users, the evaluation of the platform will be continuous. The final user is intended to be included in the process of platform design. The Demming circle, used in evaluation-driven design [16] ensures a quick detection and solution of acceptability problems and an improvement of results.

2.3.1. Dialogue Model

Most of dialogues are task-oriented [17]. Speakers come to conversation to carry out certain goals that must complete with other speakers in conversation (or the interface in the case of AMICA). For the term 'tasks' it is understood those goals that are achieved in conversation such as: "questioning about health state", "giving advice", "open the browser" or "send an email". Figure 3 shows the conversation between a certain user and the system in TRAINS [18] [19], an Intelligent conversational assistant for transport planning:

s: *okay so we'll get to Corning at eight a.m. and then go to where?*

u: *Dansville*

s: *okay*

u: *and then Avon*

s: *okay so Dansville at nine and then to Avon at ten okay*

u: *and what time is it now?*

s: *it'll be ten a.m. by the time that we get those* ***so*** *we should have two tankers of orange juice made right?*

u: okay

Figure 3. Conversation between the System and a user in TRAINS

As seen, the system (s) collaborates with the user (u) to carry out a certain task "transportation of goods". Possible tasks to accomplish vary from one platform to another. The interface presented in this work talks with patients in order to enquire about their health conditions.

As defined by [20], each possible conversation can be encoded as Finite State Automata as a 5-tuple *(S,Σ,T,s0,f)* where *S* is a set of states, *Σ* is an alphabet, *T* is a transition function *T:SxΣ→S*, s0 is the initial state and f the set of final states. A possible conversation γ of the system consists of an automata$_\gamma$ whose alphabet (usually depicted as arcs) stands for possible dialogue acts of a certain conversation, and the states of such an automata as conversation stages that are associated to actions within the system. When a final state of a certain automata is achieved a certain conversation has concluded by obtaining certain information.

Figure 4 shows a simple automaton with a possible conversation between a patient and a medical platform. In the initial state the system gets ready to synthesize a certain string (previously codified). After emission the system comes to state 1 for which the system expects a certain input coming from keyboard, touch-screen, Mouse or voice. Finally conversation is concluded by achieving state 2 or 3 and the information derived from it is stored in the database.

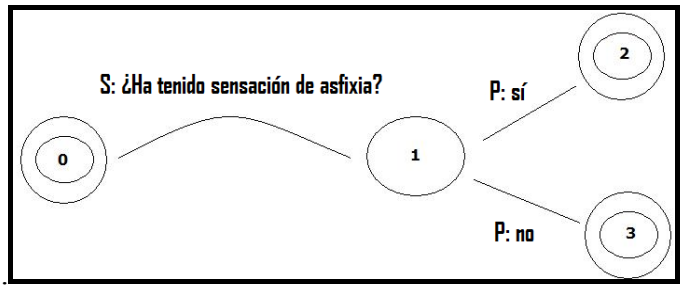


Figure 4. Dialogue-based Finite State Automata

The system must contain a big amount of these automata representing possible dialogues or speech variations coming up in new conversations.

3. Expert system

Each user will have a personal profile in which all relevant information about his / her individual health status, habits, physiological markers, etc. will be stored. Along with this information all conversations and personal evolution will be included in this personal profile. When patients connect to the system, the server loads their profile and gets ready for dialogue. In addition to that, the system will be continuously in communication with the control centre to which health care givers and physicians will be able to connect whenever necessary. In this way, patient-physician dialogues will vary depending on the physician's requirements and the user's performance status.

Dialogue generation (Figure 5) emerges from a Dialogue Manager (DM) stored in a server (control center), that keeps record of the history of the dialogue, adopts certain dialogue strategy, retrieves the content stored in files or databases, and decides on the best response to

the user. The dialogue manager maintains the dialogue flow and checks that goals are successfully achieved.

All the information coming from conversation is reported to a database in which the patient's profile is stored and can be reviewed by health care givers and physicians.

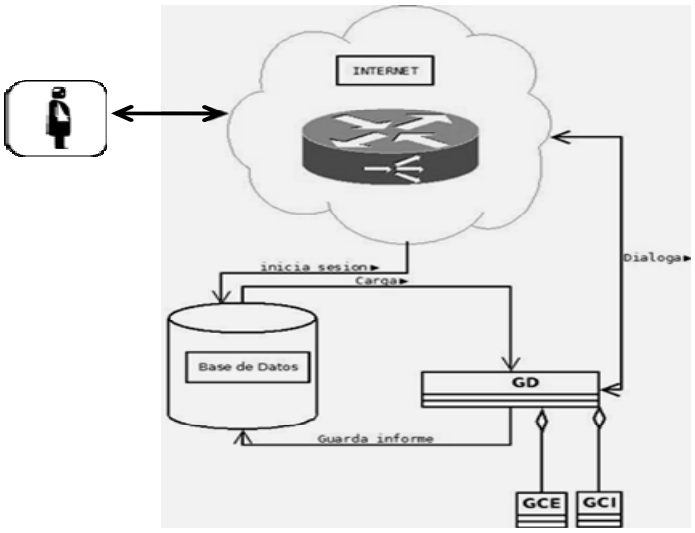


Figure 5. Modular structure in dialogue generation

The system must decide on the pieces of information to be provided to the patients. Questions can vary according to the patient's conditions. To put it another way, if a patient has never smoked, it is not relevant to inquire him/ her about smoking. Each profile contains a list of items that must be fulfilled by the sensor or interview. In the case of the interview, the expert system calls the dialogue manager to talk to the patients about a certain issue. As it was shown, the Dialogue Manager is able to carry out different linguistic tasks such as enquire about the patient's general state or other medical issues, remind patients about medication or give advice on minor issues.

4. First trials.

A first trial with a toy version of the system was provided to physicians working at Puerta del Mar University Hospital. This version showed a medical doctor inquiring about the health status according to the medical specifications referred in section 4. Both questions and possible answers were read out or displayed in the screen. The patient could interact with the interface with voice or by using the tactile screen. Figure 6 shows one of the windows display of this trial. A set of issues were observed for this basic platform:

- **System usability**. Users required a short explanation about the type of application to be handled. After that, problems of use were not detected.

- **Questionnaire**. Questions only refer to medical issues. However physicians pointed out that it is difficult for patients to differentiate COPD symptoms from those associated to other kinds of ailments and that patients perceive their health status as a whole. Therefore, a final multi-agent platform should take into account such an implication.

In addition to that, physicians suggested that in principle stable patients (only) should only be asked if everything is all right. If reported that something goes wrong (possible deterioration), the user should be further inquired about his / her health status. Likewise, if the sensor detects changes in the physiological variables of the patient, the dialogue will be activated.

- **Number of options provided for each question**. As above referred, the number of answers for a certain item was generally fixed to a five-point Likert scale. However, the way questions can be answered have a huge linguistic variability. The system must be able to accept a wide range of expressions and fix them to such a scale.

In addition to that, conversation should be flexible enough in order for patients not to get bored with the same daily conversation. Different studies have emphasized that users quickly get used to such platforms and give up using them. Dynamism of dialogue should be kept in the design of the platform.

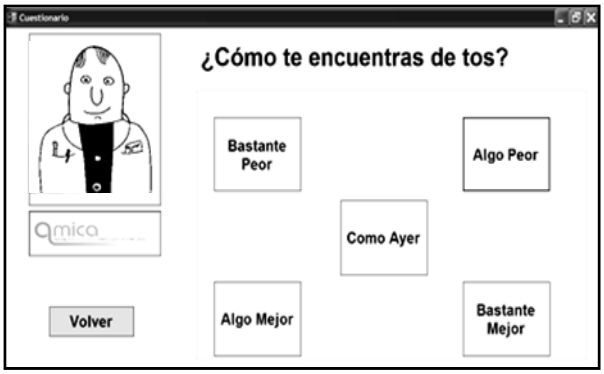


Figure 6. Example of a window of the toy version

5. Discussion.

In any case, this toy version is quite simple, thus conclusions drawn by physicians must be taken carefully. It has been emphasized in all cases that patients must be allowed to express themselves as freely as they require. The first release of the platform will try to take all of the aforementioned aspects into consideration.

6. Conclusion

This work presents a challenging linguistic interface to be incorporated on AMICA project platform. The platform aims at alleviating cost in the health-care of COPD patients and, mainly, improving their health conditions. This interface in the first phase of development follows a "*user-centred design*", so the successful applicability to real world will depend on its continuous evaluation.

Acknowledgements

The authors would like to thank the European Commission, the Spanish Ministerio de Industria, Turismo y Comercio and the Instituto de Salud Carlos III for the financial support provided to the AMICA project. We are also grateful to the medical staff at the University Hospital Puerta del Mar, Cádiz, Spain.

References

1. Jaana, M., Paré, G. & Sicotte, C. "Home Telemonitoring for Respiratory Conditions: A Systematic Review", The American Journal of Managed Care, 15(5), 2009, 313-20.
2. Alcácer N., et al. Acquisition and Labelling of a Spontaneous Speech Dialogue Corpus. Procs of SPECOM 2005, pp 583-586. Patras, Grecia.
3. Allen J. et al. 2007. PLOW: A Collaborative Task Learning Agent, Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence: Special Track on Integrated Intelligence.
4. Morillo S. et al. (2009). Accelerometer-Based Device for Sleep Apnea Screening, IEEE transactions on information technology in biomedicine.
5. A. Fischer, "Telemedical Disease Management in Europe: What are the Chances and Risks", Swiss Center for Telemedicine MEDGATE. Medetel, Luxembourg, 2008
6. Kun. L., Telehealth and the global health network in the 21st century. From homecare to public health informatics, Comput. Meth. Prog. Bio. 64 (3) (2001) 155–167
7. T. Giorgino, S. Quaglini, C. Rognoni, J. Baccheschi, The HOMEY Project: a telemedicine service for hypertensive patients, Dialogue Systems for Health Communication ,ed AAAI Press ,pages 32 - 35 ,2004
8. Izquierdo JL. The Burden of COPD in Spain: Results from the confronting survey. Respiratory Medicine 2003: 97; S61-S69.
9. Paré Guy; Jaana Mirou; Sicotte Claude, Systematic review of home telemonitoring for chronic diseases: the evidence base. Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA 2007;14(3):269-77.
10. Melissa Young, David Sparrow, Daniel Gottlieb, Alfredo Selim, Robert H. Friedman. 2001. A telephone-linked computer system for COPD care. Chest, 119:1565--1575.
11. Devereux G. ABC of chronic obstructive pulmonary disease. Definition, epidemiology, and risk factors. BMJ 2006;332:1142-4.
12. NIA. Making your web site senior friendly: A checklist. National Institute on Aging and National Library of Medicine. Retrieved July 30, 2003,
13. Becker, S.A. "A Study of Web Usabilidty for Older Adults Seeking Online Health Resources". En: ACM Transactions on Computer-Human Interaction. 2004, December, v. 11, n. 4, pp. 387-406.
14. Fidgeon, T. Usability for older web users. Webcredible. [En línea]. London, 2006. Consultado en: 19-04-2006.http://webcredible.co.uk/user-friendly-resources/web-usability/older-users.shtml
15. Hanson, V.L., Crayne, S. "Personalization of Web browsing: adaptations to meet the needs of older adults". En: Universal Access in the Information Society. 2005.4: 46–58
16. Ishikawa. K., (Lu. D. J. trans.), 1985, What is Total Quality Control?, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ.
17. Grosz B. J. & Sidner C. L. Attention, Intentions, and the Structure of Discourse. Computational Linguistics 12(3). 1986.
18. Donna K. Byron and Peter A. Heeman. ``Discourse Marker Use in Task-Oriented Spoken Dialog," in Proceedings of the Fifth Biennial European Conference on Speech Communication Technology (Eurospeech '97), Rhodes, Greece, September 1997.
19. J.F. Allen, et al The TRAINS Project: A case study in building a conversational planning agent. In Journal of Experimental and Theoretical AI, 7:7--48, 1995.
20. Lewin, I. A formal Model of Conversational Game Theory. In Procs. of the 4th workshop on the semantics and pragmatics of dialogue (Gotalog 2000).

Towards a simplified snapshot IP-Cam capturing and instantaneous email alerting system for motion detection

S. Hatimi[1], J. Adjibogou[1], A. E. El Alaoui[1], A. Fouzi[1], A. Elourak[1], Mamadou. Sow[1]
O. Chakkor[1,2], O. Aghzout[1,2], N. Raissouni[1,2,*]

[1] National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).
unit2dsp@gmail.com

[2] Innovation & Telecoms Engineering Research Group. National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).

*Corresponding author: nraissouni@yahoo.com

Abstract

Le papier présente un système de gestion et de prévention sécuritaire pratique, simple d'utilisation et multiservices basé sur la détection de mouvement. Ce système consiste en une centrale de contrôle qui reçoit en e-mail des photos des différents sites (local, régionale, internationale…) qu'elle surveille via internet, lorsqu' un mouvement est détecté par les caméras d'un de ces sites. On pourra donc établir une base de données constituée de photos des éléments en mouvement en vue d'effectuer une meilleur gestion de surveillance.

1. Introduction

L'objectif visé par notre système d'alarme est de mettre au point une technique de détection des mouvements qui assure une surveillance à distance. Par rapport aux autres systèmes de sécurité déjà présents sur le marché [1], le nôtre est assez simple d'utilisation et peu coûteux. Cependant il reste fiable, il permet contrairement à la télésurveillance classique d'assurer la sécurité à distance à moindre coût. Ceci permettra à un plus grand nombre d'utilisateurs de s'y intéresser et de l'utiliser de façon courante.

La signalisation de mouvement doit se faire entre un central de contrôle et un endroit donné.
Pour se faire il y a des dispositifs techniques à mettre sur place sur le site surveillé ainsi qu'au niveau de la centrale.
Au niveau de l'endroit surveillé qu'on appellera terminal il faut disposer de caméra IP filaires ou sans fils connectés à une unité centrale configurée avec le programme de détection de mouvement développé sur MATLAB ainsi qu'une connexion internet haut débit.
A la centrale de contrôle il faut un ordinateur muni ou non d'une webcam, avec une connexion internet haut débit afin de permettre une signalisation en temps réel et le logiciel développé de gestion qui permet d'établir une base de donnée des différents mouvements obtenus après une durée d'observation.

2. Organigramme fonctionnelle

La Figure 1 montre les différents composants constituant le système développé de détection de mouvement. Ainsi, le système entier est géré par une interface développé en langage de programmation Matlab&Simulink R2009a de Mathworks™, l'ensemble de système est subdivisé en deux parties ; la partie soft et la partie hard. La partie soft est constituée de: i) système de gestion des différents terminaux, ii) système de configuration matériel, et iii) logiciel développé de configuration et d'interconnexion. La partie hard elle est constituée de: i) Cameras IP situées dans les différents sites distants, ii) Les unité centrales de calculs CPU liés aux différentes cameras, et iii) le serveur pour la configuration des IPs et gestion des emails.

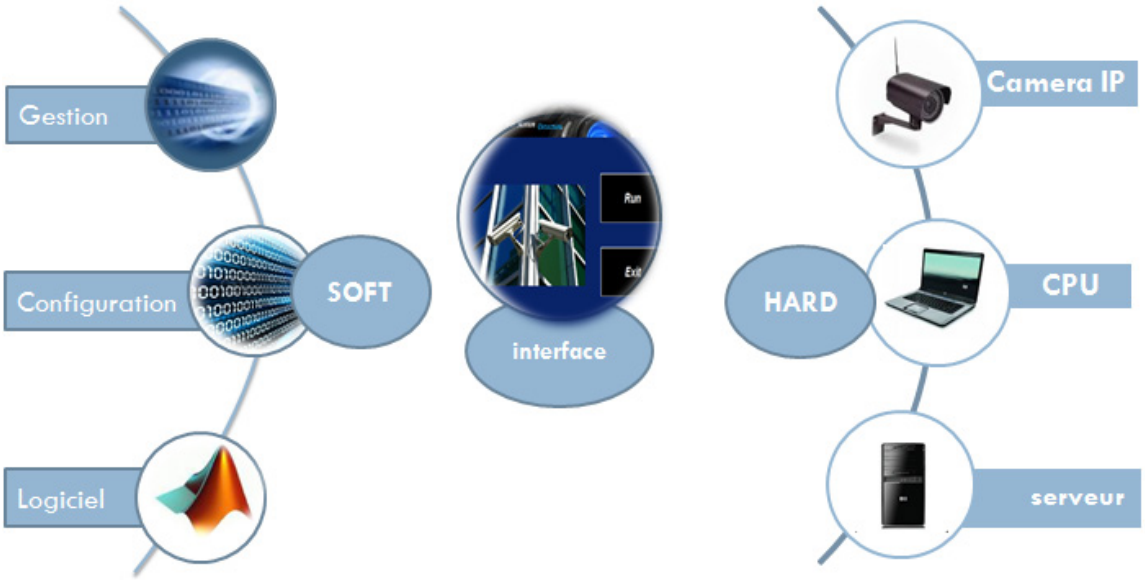


Figure 1. Les différents composants constituant le système de détection de mouvement.

3. Synopsis de l'application développé

La Figure 2 montre le synopsis de l'application développée ainsi que les différentes étapes de déroulement de l'exécution de l'application. Le système développé pour la détection de mouvement et muni en plus d'un système de gestion du personnel. Pour la partie détection du mouvement, une fois le mouvement détecté au niveau d'une camera, cette dernière envoie l'image capturé correspondant à l'objet en question par email à la centrale de gestion. En ce qui concerne la partie complémentaire concernant la gestion et la sécurité, c'est la personne qui va déposer son badge portant son code sur une plateforme qui le scanne, par la suite ce code lut comme image va être convertit en texte, ce texte sera par la suite comparer par les différents codes contenus dans la base de données et finalement on aura la reconnaissance de la personne qui va être recensé ainsi en aura développé un système de gestion automatique du personnel ou bien on lui fournira ou non une pression d'accès à l'établissement.

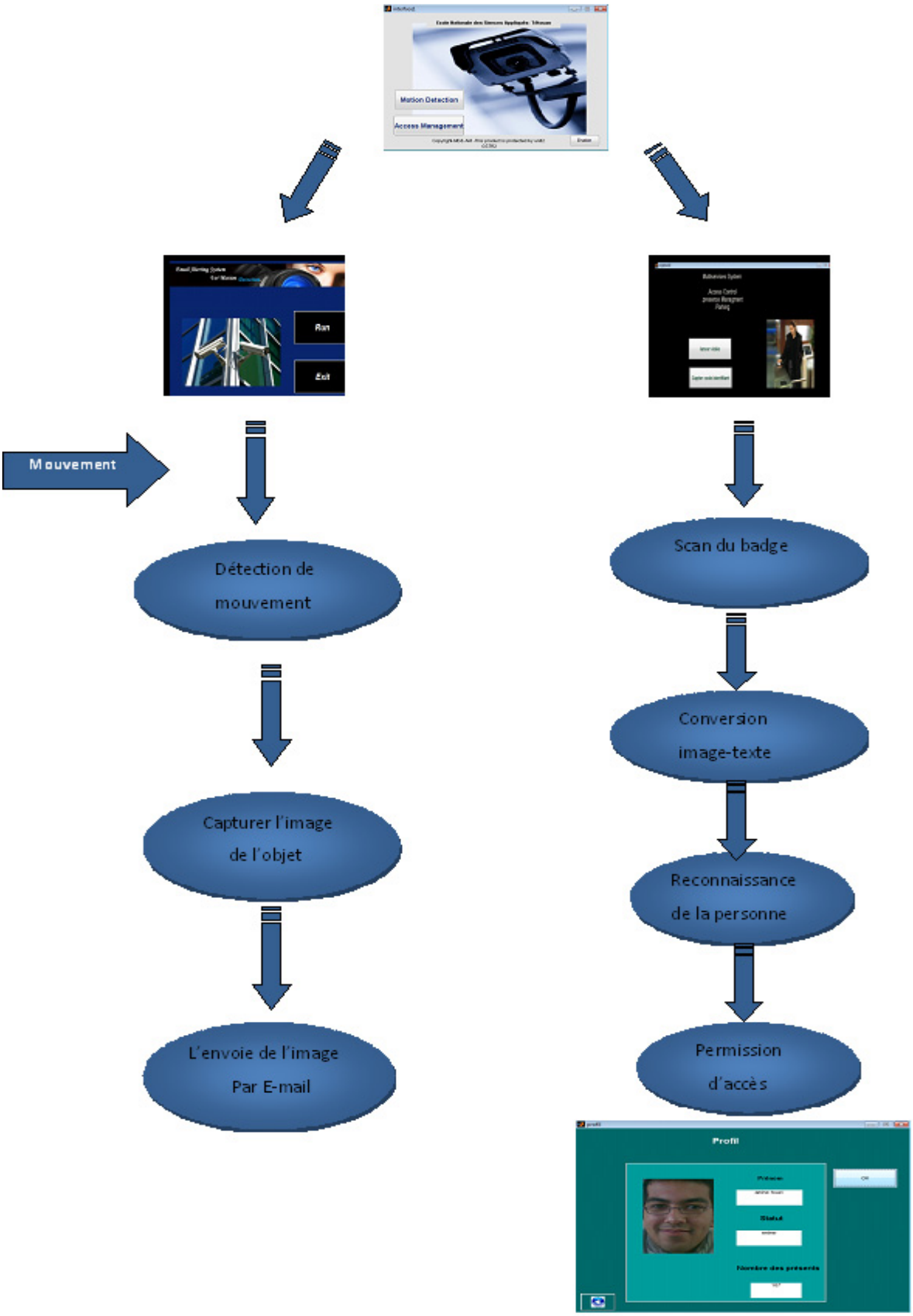


Figure 2. Le synopsis de l'application développé pour la détection de mouvement ainsi que la gestion du personnel.

4. Configuration générale

4.1. Centrale de surveillance

Au niveau de la centrale de surveillance nous devons disposer d'une unité centrale connectée à un serveur mail privé. Il devrait avoir un logiciel capable d'établir une base de données à partir des photos reçues au niveau du serveur mail.

4.2. Centres surveillés

Le centre surveillé doit être muni d'une connexion haut-débit permettant l'envoi en temps réel des photos par e-mail [2]. Des caméras IP sont disposées au sein du site surveillé en vue de capter les images des éléments en mouvement [3]. Enfin, il faut installer sur les terminaux qui sont reliés aux caméras IP un programme. Ce programme est celui que nous avons développé sous Matlab&Simulink R2009a.

```
while(vid.FramesAcquired<=2410) % S'arrete après 2410 frames
IM = getdata(vid,2);
imshow(IM(:,:,:,1));title('Input Video-Image')
a=IM(:,:,:,1);
imwrite(a,'image.jpg','JPEG')
i1=IM(:,:,:,1);
i2=IM(:,:,:,2);
i1=rgb2gray(i1(:,:,1:3));
i2=rgb2gray(i2(:,:,1:3));
m=abs(double(i1)-double(i2))/256;
if sum(sum(m))>800  %Définition du niveau de sensibilité de la caméra
za= 'alarm.wav';
[y, FE, NBITS] = wavread(za);
zaa = audioplayer(y,FE);
disp('mouvement');
play(zaa);
%*** on écrit ici l'email de réception
sendmail('amine-112@hotmail.com','alarme','message ','image.jpg')
disp('message envoyé');beep;sound
end
end
stop(vid);
catch
stop(vid);
end
```

On a deux parties principales dans ce code: i) La première définit l'instant à partir duquel les photos devraient être prises par les caméras. La méthode se base sur une matrice de pixels. Les caméras fixées sur un endroit en prennent une image et le programme établi une matrice

de pixels de cette image dès qu'un mouvement survient la matrice varie et entraîne l'envoi d'un email. La deuxième partie illustre comment l'e-mail est envoyé.

5. Résultats

Notre programme permet de déclencher une alarme dès qu'un mouvement est détecté cela permet d'accomplir des tâches de surveillance d'endroit sensible. Mais nous sommes surtout calqués sur la gestion c'est-à-dire réussir à gérer la présence d'un personnel grâce aux photos prises par les caméras. Cela étend notre projet à une application dans toute structure disposant d'un personnel important. A savoir administration publique ou privée, écoles, hôtels etc…Il peut être aussi adapté à des besoins domestiques, par exemple disposer d'une archive des visites reçues durant notre absence.

6. Domaines d'applications et perspectives

Il existe plusieurs domaines d'implémentation de notre projet. Il va de la surveillance d'un endroit à la gestion de personnel. Comme perspectives à ce projet nous pensons une possible amélioration du code qui rendrait capable le programme à prendre en photo les plaques d'immatriculation des voitures en excès de vitesse sur les autoroutes. Nous avons aussi pensé à une adaptation de notre projet à la gestion des emprunts de livre par les élèves dans notre bibliothèque. Le principe est de donner à chaque étudiant un badge avec un code bien déterminé inscrit dessus. Chaque étudiant présente son badge devant la caméra le programme se charge de reconnaitre le code inscrit sur le badge en traitant l'image photographiée du badge et de générer un fichier texte avec les noms des différents élèves ayant emprunté des livres.

Bibliographie

[1] S-C.S. Cheung and C. Kamath. Robust techniques for background subtraction in urban trafic video. In IEEE Int. Workshop on Visual Surveillance and Performance Evaluation of Tracking and Surveillance, Nice, France, 2003.

[2] K.P. Karmann and A. Von Brandt, Time-varying image processing and moving object recognition, chapter Moving Object Recognition Using an Adaptative Background Memory, Elsevier, 1990.

[3] T. Komuro, I. Ishii, M. Ishikawa and A. Yoshida, A digital vision chip specialized for high-speed target tracking, IEEE Trans. on Electron Devices, 50(1):191.199, 2003.

Equitable Distributed Energy-Efficient Clustering with Accurate Topology Control (EDEEC-ATC) for heterogeneous wireless sensor networks

M. Yebari, M. Essaaidi
Information and Telecommunication Systems Laboratory
Abdelmalek Essaadi University, Faculty of Science, P. O. Box 2121 Tetuan 93000 Morocco
e-mails:{mjebari@hotmail.com *;* essaaidi@uae.ma}

Abstract- Wireless Sensors Networks (WSNs) consist of a large number of sensors nodes scattered in an area. Its can be used for suitable civil and military applications. The sensors nodes are powered by the limited battery energy in order to collect data from the environment, and transmit it, in a collaborative way, towards the base station. Saving energy is a great challenge for increasing the network lifetime. In this paper, we propose a new approach applied to EDEEC algorithm called EDEEC-ATC for heterogeneous wireless sensor networks. This protocol is an EDEEC improvement that is based on accurate topology or deployment where the clusters groups are organized in a binary tree so that they are in boundary limit of the BS which is far away from the network. Furthermore, the CH is elected when it has a maximum of energy and nearly away from BS. Simulation results shows that the lifetime outperform EDEEC by about 30% to 45% in term of first node dies.

Keywords: Energy-Efficiency, heterogeneous clustering algorithms, topology control, binary tree topology.

1. Introduction

Wireless Sensor Network (WSN) [1] consists of hundred or million of sensor nodes which communicate via RF channel within a geographical area named a *sensor field*. The sensors are electrical components of very small size, with low cost and low radio power. The data are collected by these sensors nodes which can sense several kind of information in the environment such as temperature, light, humidity, radiation, presence of biological organisms and seismic vibrations. The information coming from the environment or the phenomenon could be transmitted toward a base station or a sink which queries and collects it. Due to the limited power of nodes, techniques and protocols are developed which improve energy efficiency to extend the network lifetime. One optimal method is to divide the network into several clusters; each includes one node which has a great amount of energy and assumed as a cluster header [2]. The clusters head aggregate data from their members belonging in and transmitted to the base station. Thus, some nodes transmit data over a long distance and others nodes will need to transmit for a short distance only. Therefore, the energy dissipation is in term of transmission distance and the overall network lifetime would be affected.

Many energy-efficient protocols are based on the clustering algorithms where the suitable number of clusters are formed periodically also their clusters headers [3], [4]. These protocols manage clusters, select clusters and control the data transmission within clusters and from clusters headers to the BS.

The aim of this work focus on the clustering algorithm applied to heterogeneous schemes. Thus, the nodes are heterogeneous according to the initial energy. So, there are two levels of nodes which each one has the same initial energy. A great number of heterogeneous clustering algorithms was developed, such as LEACH-E [5], SEP [6], M-LEACH [7], EECS [8], LEACH-B [9].

Based on EDEEC [10] protocol, our approach based on topology control or accurate topology called EDEEC-ATC where the clusters are organized in binary tree structure. The members are linked and placed in square form. The number of members within each cluster is the same at all. Each normal node is only one hop away from its cluster head.

2. Problem outline

The nodes of WSN are deployed in area easily in order to sense periodically data from the environment and transmit it to the BS. We assume that the nodes are dispersed within an M x M square region with a symmetric communication. Here, the heterogeneous network topology is fixed accurately instead of a random topology [10]. Therefore, the topology control is straightforward in our study. In the other hand, the network is organized into a clustering hierarchy and member's number is the same of all clusters headers. The topology structure is a binary tree where clusters are like digits because of the short distance of transmission and the aggregation method. The figure 1 represents a heterogeneous topology for 100m x 100m square area and a total number of nodes N=100 with a=5 and m=0.1.
In addition, members of clusters headers are forming a sub-network in mesh square form. Thus, the distance between nodes and theirs clusters heads could be controlled and minimized. The heterogeneous network is divided in two levels in term of initial energy, so we have two categories of nodes, a m x N *advanced* nodes with initial energy $E_0(1+a)$ and a (1-m) x N *normal* nodes, where the initial energy is equal to E_0. The total energy of the heterogeneous network is given by:

$$E_{total} = N(1-m)E_0+NmE_0(1+a) = NE_0(1+am) \quad (1)$$

Furthermore, the radio model energy dissipation is similar as proposed in [5]. The figure 2 illustrates this model with an acceptance Signal-to-Noise Ratio (SNR) in transmitting an L-bit message over a distance d, this energy expended by the radio is given by:

$$E_{tx}(L,d) = \begin{cases} L E_{elec} + L E_{fs} d^2 & if \quad d < d_0 \\ L E_{elec} + L E_{mp} d^4 & if \quad d \geq d_0 \end{cases} \quad (2)$$

Where E_{elec} is the energy dissipated per bit to run the transmitter E_{TX} or the receiver circuit E_{RX}, Efs and Emp depend on the transmitter amplifier model used and d is the distance between the transmitter and the receiver. The distance d_0 is fixed at d_0=70.
The nodes are equipped with limited resource such memory size, processor capability, sensing device and mainly battery energy. The first node which consumes the totality of energy it died. The network lifetime is measured according to the number of nodes alive. To increase the lifetime we have developed energy efficient clustering algorithm called EDEEC-ATC. This newest EDEEC version is based on equal number of nodes within each cluster in order to form a subnetwok. Each subnetwork is in the form of mesh structure. All this subnetworks are forming a binary tree. One advantage of this topology control is that nodes which are forwarding up the root remain alive a long time than those localized under the root. The EDEEC-ATC is described in the sections below.

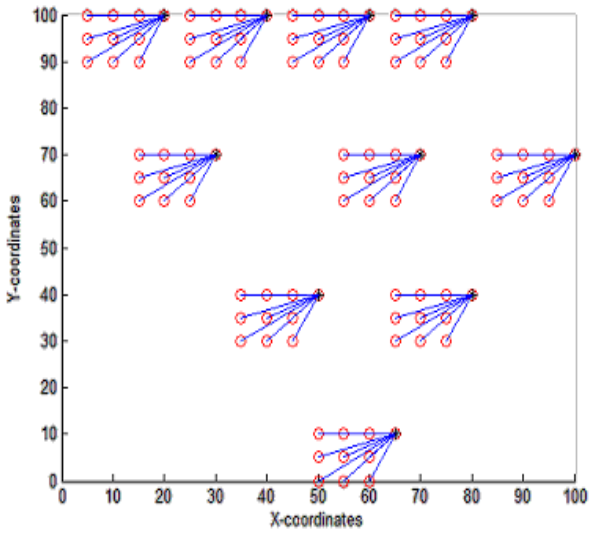


Fig. 1. Heterogeneous network topology for a 100m x 100m, N=100 with a=5 and m=0.1. BS is located at (50,175), which is at least 75m

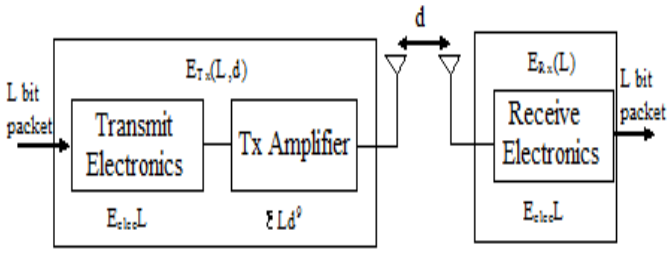


Fig. 2. Radio Energy Dissipation Model

3. Equitable Distributed Energy-Efficient Clustering with Accurate Topology Control (EDEEC-ATC)

EDEEC-ATC is a protocol for heterogeneous clustering network which is based on EDEEC scheme. All nodes start with initial energy and as soon as the algorithm is performed the network use residual energy information to decide a node to be elected cluster head in each round. The clusters heads aggregate data from their cluster members and send it to the BS. The network lifetime is according to number of rounds.

The number of nodes N which are dispersed in a square area M x M. The network topology is accurately defined and remains unchanged over time. A majority of clusters are placed in the boundary limit in the manner to be near from the base station which is located at (x = 50, y = 175).

The EDEEC-ATC trade-offs between EDEEC are two points: *accurate topology control* and *probability enhancement*.

EDEEC-ATC uses also four steps to achieve the long lifetime network [10]:

- CH and PCH selection
- Clusters formation
- Schedule Creation
- Data transmission

The diagram of figure 3 shows all these steps.

Accurate topology control: nodes belonging to their clusters are accurately localized. Normal nodes are in the neighbourhood of their cluster head, they form a mesh structure.

Otherwise, each cluster is a subnetwork with a mesh topology. The number of members within a cluster is the same for all clusters. Moreover, clusters groups are forming a binary tree topology. This topology is unchanged during the performing algorithm.
We cover as possible an area with a great number of clusters at the boundaries limit near the BS. Therefore, nodes can transmit from a short distance to the BS and the energy is saved considerably.

Probability enhancement: that concerns a first step of the algorithm, CH and PCH selection. In EDEEC the probability equation which controls the CH election is given by:

$$p_i = \begin{cases} \dfrac{p_{opt} E_i(r)}{(1+am)\overline{E}(r)} & for\ normal\ nodes \\ \dfrac{(1+a)\, p_{opt} E_i(r)}{(1+am)} & for\ advanced\ nodes \end{cases} \qquad (3)$$

Where $E_i(r)$ is the *ith* node residual energy on rth round, $\overline{E}(r)$ is the average energy of *rth* round.
Our strategy is based on election of CH node which has a maximum of energy also is not far away from the base station. Therefore, the above probability equation can be modified as follow:

$$p_{enh} = p_i + \frac{E_i(r) * d_{iBS}}{\overline{E}_t * \overline{d}_{toBS}} \qquad (4)$$

Where d_{iBS} is the distance between the node *i* and the BS, $\overline{d}_{toBS}$ is the average distance between the Primer cluster head PCH and the BS, $\overline{E}_t$ is the total average residual energy of nodes. The $\overline{E}_t$ is set as follow:

$$\overline{E}_t = \frac{\sum_i E_i(r)}{N} \qquad (5)$$

According to [5], [11] we get:

$$\overline{d}_{toBS} \approx \sqrt{2\pi}\,\frac{M}{2} \qquad (6)$$

The rest of the formulation is set as follow:

$$\overline{E}(r) = \frac{1}{N} E_{total}\left(1 - \frac{r}{R}\right) \qquad (7)$$

Where R denotes the approximate total rounds of the network lifetime which is defined as:

$$R = \frac{E_{total}}{E_{Round}} \qquad (8)$$

E_{Round} is the total energy dissipated in the network during a round which is given by:

$$E_{Round}=L[2NE_{elec}+NE_{DA}+(k-1)\,Emp d^4_{toPCH}+NEfs d^2_{toCH}+Emp\,\overline{d}^4_{toBS}] \qquad (9)$$

Where k is the number of clusters, E_{DA} is the data aggregation cost expended in the clusters heads, d_{toPCH} is the average distance between the clusters heads and the PCH, d_{toCH} is the

average distance between the cluster members and the cluster head. According to [5], [10], [11] we can get:

$$d_{toCH} = \frac{M}{\sqrt{2 k \pi}}$$

$$d_{toPCH} \square \frac{M}{2} \qquad (10)$$

The Primer Cluster Head PCH is a node which has a maximum energy among all clusters heads of the network. It's elected by the clusters heads. Once a CH is elected for the current round, it broadcast a message to the rest of the nodes by using a CSMA MAC protocol. After that, CH creates a TDMA schedule assigning each node a slot of time telling them when they can transmit.

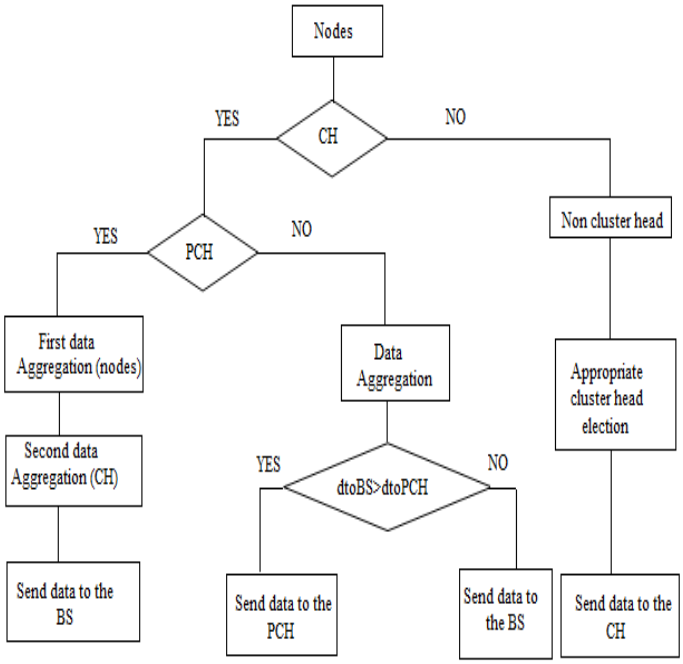


Fig. 3. Radio Energy Dissipation Model

TABLE 1
RADIO CHARACTERISTICS USED IN OUR SIMULATIONS

Parameters	Value
E_{elec}	5 nJ/bit
Efs	10 pJ/bit/m²
Emp	0.0013 pJ/bit/m^4
E_0	0.5 J
E_{DA}	5 nJ/bit/message
d_0	70 m
Message size	4000 bits
P_{opt}	0.1

4. Simulation results

For our simulation, we use MATLAB software to evaluate the performances of our EDEEC-ATC algorithm. We run simulations for a network with N=100 nodes. These nodes are dispersed accurately by forming groups of clusters in the binary tree topology as explained above. The topology is 100m x 100m square region. The base station is located far away at (50, 175) coordinates. Moreover, we ignore the effect caused by signal collision and interference in the wireless channel. The nodes consume their energy during the course of the simulation. Once a node runs out of the totality energy, it considered as dead and can't transmit or receive data. For these simulations, we are using the radio parameters shown in TABLE 1.

Under two-level heterogeneous networks and binary tree topology control, figure 4 shows the results of the case with m = 0.1 and a = 5 and figure 5 shows the results of the case with m=0.2 and a =3. These results indicate a significant result and an important improvement of our protocol in terms of enlarging the number round for the first node dies.

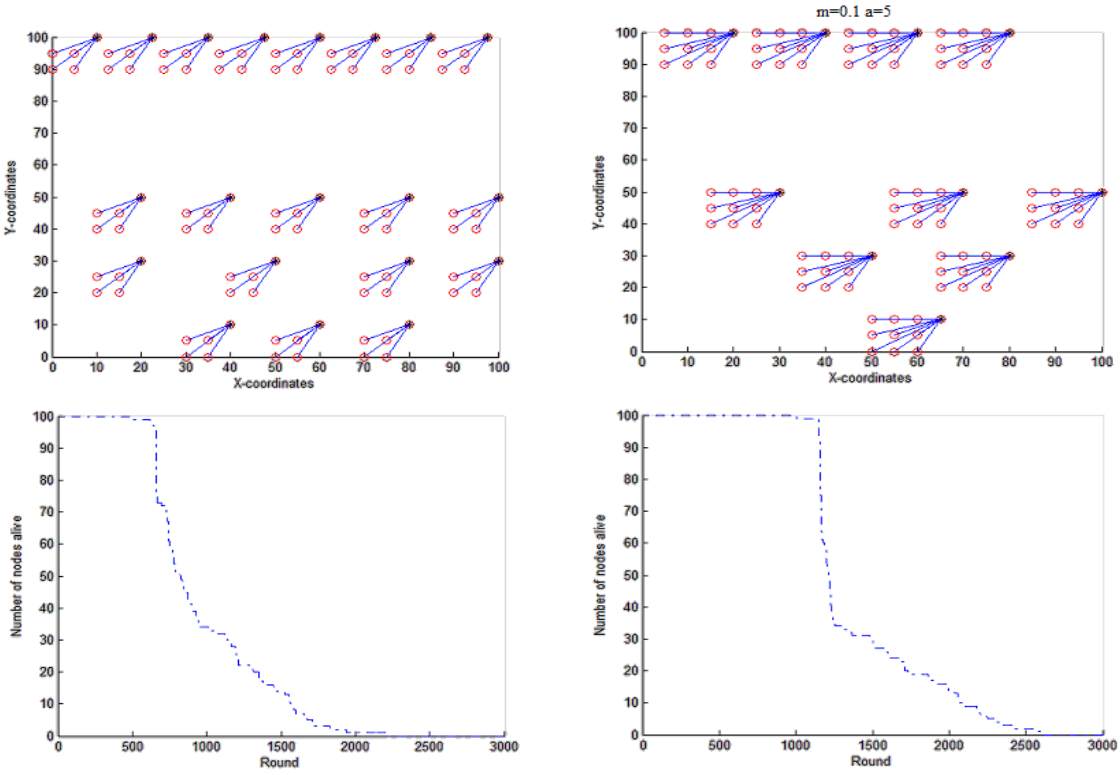


Fig. 5. Number of nodes alive under two-level hetrogeneous network with binary topology control for m=0.2 and a=3

Fig. 4. Number of nodes alive under two-level heterogeneous network with binary tree topology control for a=5 and m=0.1

These figures show that the time on which the first node dies is very longer than EDEEC. Thus, EDEEC-ATC protocol increases EDEEC by about 45% in terms of the first node dies.

5. Conclusion

We have explained in details the EDEEC-ATC protocol which represents an improvement of EDEEC protocol. The protocol is based on heterogeneous energy and an accurate topology control. It's an Equitable Distributed Energy-Efficient Clustering for an Accurate Topology Control. The clusters are considered as digits (i.e. bits) of a binary tree topology of the network. This scheme offers a good optimization of the energy dissipated in the network. In this situation, every sensor node independently elects itself as a normal node

which is at the neighborhood of CH, cluster head which has a great amount of energy and it's near from the BS, a primer cluster head which has a maximum of the energy among all the clusters heads. The probability enhancement is also a important factor. These modifications show that EDEEC-ATC outperform better the performances and increase the network lifetime.

REFERENCES

[1] I.F.Akyildiz, W.Su, Y.Sankarasubramaniam and E.Cayirci, "Wireless sensor networks: a survey", Broadband and Wireless Networking Laboratory, School of Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332, USA, December 2001.
[2] M. J. Handy, M. Haase, and D. Timmermann, Low energy adaptive clustering hierarchy with deterministic cluster-head selection, In Proceedings of the IEEE International Conference on Mobile and Wireless, (MWCN 2002), Stockholm, Sweden, pp. 368-372, Sept. 2002.
[3] P. N.H. Vaidya, M. Chatterjee, D. Pradhan, A cluster-based approach for routing in dynamic networks, ACM SIGCOMM Computer Communication Review 27 (2) (1997) 4965.
[4] B. McDonald, T. Znati, Design and performance of a distributed dynamic clustering algorithm for Ad_Hoc networks, in: Proceedings of the Annual Simulation Symposium, 2001.
[5] W.R. Heinzelman, A.P. Chandrakasan, H. Balakrishan, "An application-specific protocol architecture for wireless microsensor networks", IEEE Transactions on Wireless Communications 1 (4) (2002) 660-670.
[6] G. Smaragdakis, I. Matta, A. Bestavros, "SEP: A Stable Election Protocol for clustered heterogeneous wireless sensor networks", Second International Workshop on Sensor and Actor Network Protocols and Applications (SANPA 2004), 2004.
[7] V. Mhatre, C. Rosenberg, "Design guidelines for wireless sensor networks: communication, clustering and aggregation,", Ad Hoc Network Journal 2 (1) (2004) 45-63.
[8] M. Ye, C. Li, G. Chen, J. Wu. "EECS: an energy efficient cluster scheme in wireless sensor networks, in: IEEE International Workshop on Strategies for Energy Efficiency in Ad Hoc and Sensor Networks" IEEE IWSEEASN2005, Phoenix, Arizona, April 7-9, 2005.
[9] A. Depedri, A. Zanella, R. Verdone, An energy efficient protocol for wireless sensor networks, in: Autonomous Intelligent Networks and Systems (AINS 2003), Menlo Park, CA, June 30-July 1, 2003.
[10] B. Elbhiri, S. Rachid, A. Pagés-Zamora, Driss Aboutajdine, "Equitable Distributed Energy-Efficient Clustering (EDEEC) for Heterogeneous Wireless Sensor Networks" International conference, NGNS'09, Rabat, June 2009.
[11] S. Bandyopadhyay, E.J. Coyle, An energy efficient hierarchical clustering algorithm for wireless sensor networks, in: Proceeding of INFOCOM 2003, April 2003.

Implementation of LPC filter and MFCC-FFT for students' voice recognition: Application to class presence checking

K. Benzaina[1], S. El Barrak[1], B. Jbari[1], A. Setti[1], L. Squali[1], H. Zoulif[1], O. Chakkor[1,2], O. Aghzout[1,2], N. Raissouni[1,2,*]

[1] National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).

[2] Innovation & Telecoms Engineering Research Group. National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).

*Corresponding author: nraissouni@yahoo.com

Abstract

The purpose of the present work is to implement the Linear Prediction Filter Coefficient (LPC) and the Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) - Fast Fourier Transform (FFT) with the aim of voice recognizing. These tools in combination with statistical analysis procedure have been integrated in an easy to use interface and have been used as first attempt to perform the presence and absence of students in class.

***Keywords**: LPC Filter, MFCC, FFT, Voice Recognition, Students Presence.*

1. Introduction

La reconnaissance automatique du locuteur recherche des méthodes pour extraire les caractéristiques vocales propres à chaque individu [1] [2]. Ces caractéristiques servent à créer une signature vocale qui permet d'authentifier la voix de chacun. Outre la variabilité de la voix d'une même personne présente une autre difficulté pour que l'ordinateur (program développé) puisse reconnaître une voix vient du fait que les conditions et la qualité d'enregistrement d'une même voix peuvent être très différentes. Une voix passant à travers un microphone peut subir des déformations ; c'est le problème de la variabilité du canal. Un environnement calme ou bruité rend aussi plus ou moins facile la détection de la voix. Cette variabilité due au bruit environnant est difficilement prévisible et nécessite des traitements spécifiques pour être neutralisée (i,e., application des filtres adaptatifs performant…). Une première approximation a été réalisée par l'implémentation d'un filtre LPC (Linear Prediction filter Cofficient) dont le but de prédire les coefficients qui définissent le filtre ainsi que le dégrée correspondant. La Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) - Transformé Rapide de Fourier (FFT) a été appliquée comme outil de caractérisation des spectres correspondant aux signaux vocaux. Ainsi, une phase d'entrainement est primordiale afin de construire une base de données qui intègre le maximum d'information sur les composants de chaque voix pour une meilleur définition et prédiction. Les premiers résultats appliqués à un ensemble de

32 étudiants montrent des résultats promettant avec une performance de plus de 95% dans des conditions optimaux de milieu non bruité avec un entrainement optimal.

L'homme a la possibilité de créer un message vocale et surtout de comprendre un tel message quelle qu'en soit la source, malgré les perturbation dans la production du son, les contraintes environnementales, etc. La machine en est beaucoup moins capable, et il faut passer par plusieurs traitements de signal pour aboutir à quelques choses d'exploitable. La parole n'est pas un son comme les autres, il est produit par les vibrations des cordes vocales et est perturbé par le milieu qu'elle emprunte.

La reconnaissance vocale peut avoir de nombreuses applications : citons dans l'industrie la commande de machine sans clavier, dans la télémétrie demande de renseignements, les réservations, les consultations de banques, la numérotation automatique (dans les téléphones portables)...

2. Description général et réalisation

Dans notre projet nous avons optés à une méthode de reconnaissance vocale utilisée dans le cas ou le nombre d'échantillon est limité (voir Figure 1). Cette technique d'identification est basée sur les Coefficients Cepstraux dans l'échelle de Mel (Mel Frequency Cepstraum Coefficient, MFCC) [2] [3]. Le but du projet est de réaliser une plate forme d'identification vocale. On utilisera pour cela les algorithmes du Traitement Numérique de la Parole.

2.2. Implémentation

Matlab&Simulink R2009a de MathWorks™ est une plate-forme de développement agréable pour ce genre d'applications, nous avons donc décidé d'implémenter notre solution sous Matlab. Nous avons commencé par implémenter le LPC qui montre une performance très basse car cette méthode est plutôt destiné à l'application de la reconnaissance du texte. Nous avons ensuite évolué vers la MFCC.

2.2.1. MFCC

L'étude des coefficients MFCC du signal permet d'extraire des caractéristiques de celui-ci autour de la FFT et de la Discrete Cosinus Transform (DCT) [1] [2] [3], convertis sur une échelle de Mel. Il s'agit de la méthode la plus utilisée pour représenter un signal en reconnaissance de la parole, car elle est très robuste. Son principal avantage est que les coefficients obtenus sont décorréllés.
Le calcul des coefficients MFCC est réalisé de la manière suivante:
– Préaccentuation du signal, il s'agit de faire ressortir les hautes fréquences avec un filtre passe-haut de la forme $H(z) = 1 - 0.9z-1$.

– Découpage du signal en fenêtre de 30 ms, toutes les 10 ms.
– Application d'une fenêtre de Hamming sur ces portions de 30 ms.
– Application d'une transformée de Fourrier sur chacune des portions, on obtient le spectre.
– Création du banc de filtres ; il s'agit de plusieurs filtres triangulaires qui vont chacun couvrir une fréquence, ils permettent de mieux simuler le fonctionnement de l'oreille humaine.
– Conversion en échelle de Mel, à l'aide des filtres, de chacune des portions.
– Application d'une DCT sur les portions, on obtient alors les coefficients cepstraux.
– En ce qui concerne l'évaluation de la distance entre deux vecteurs de coefficients MFCC nous utilisons simplement un calcul de distance euclidienne.

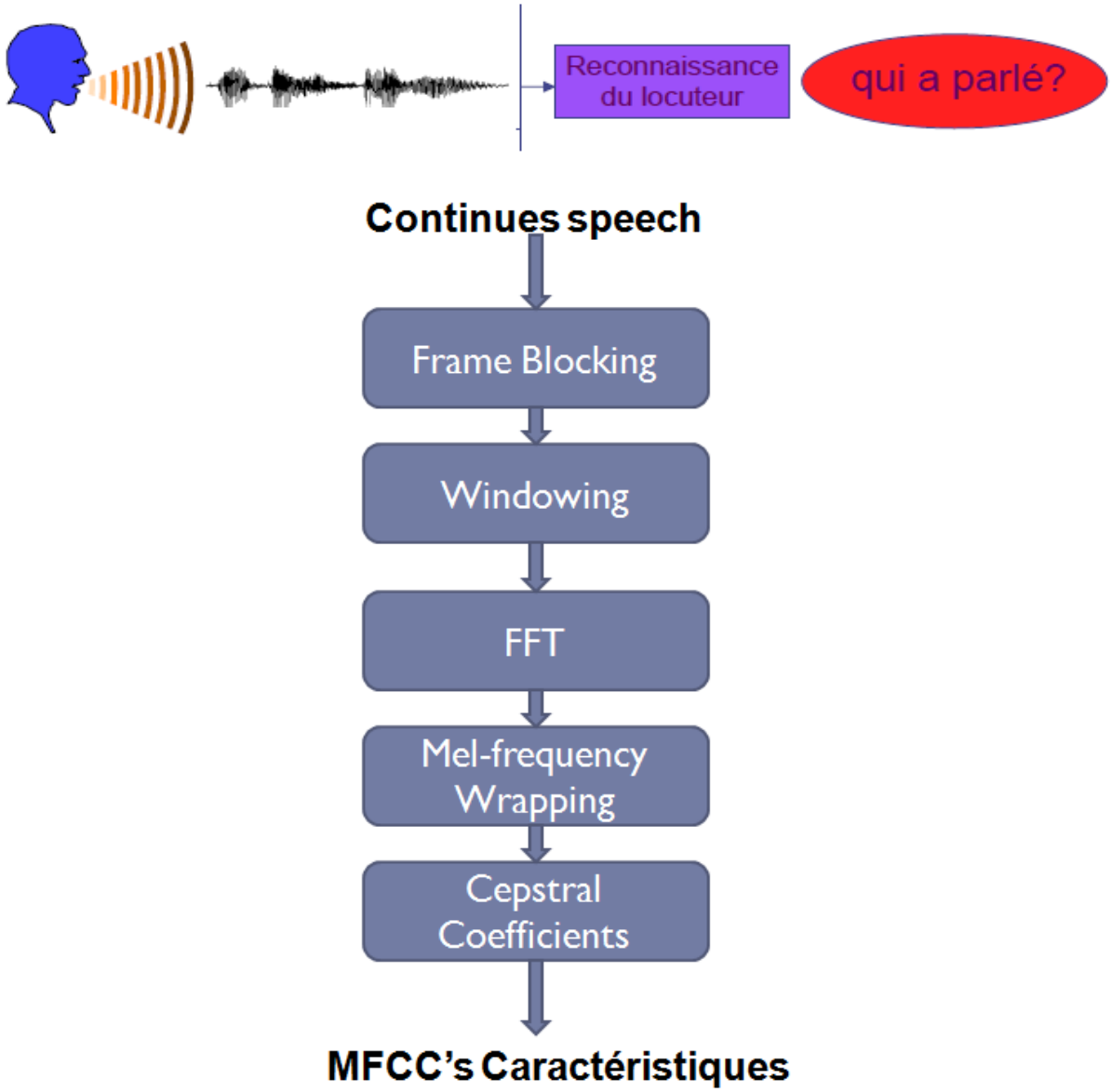


Figure 1. Les différentes étapes suivies pour la reconnaissance de la parole.

2.2.2. Système de Reconnaissance

La Figure 2 montre les différents blocs constituants le système développé pour la reconnaisse du locuteur. Il est ainsi constitué par: i) une plateforme de capture de la voix, ii) une base de donné des voix de la totalité des étudiants, et finalement iii) un bloc de traitement pour la mesure de la similarité des voix ainsi la détection définitive du locuteur.

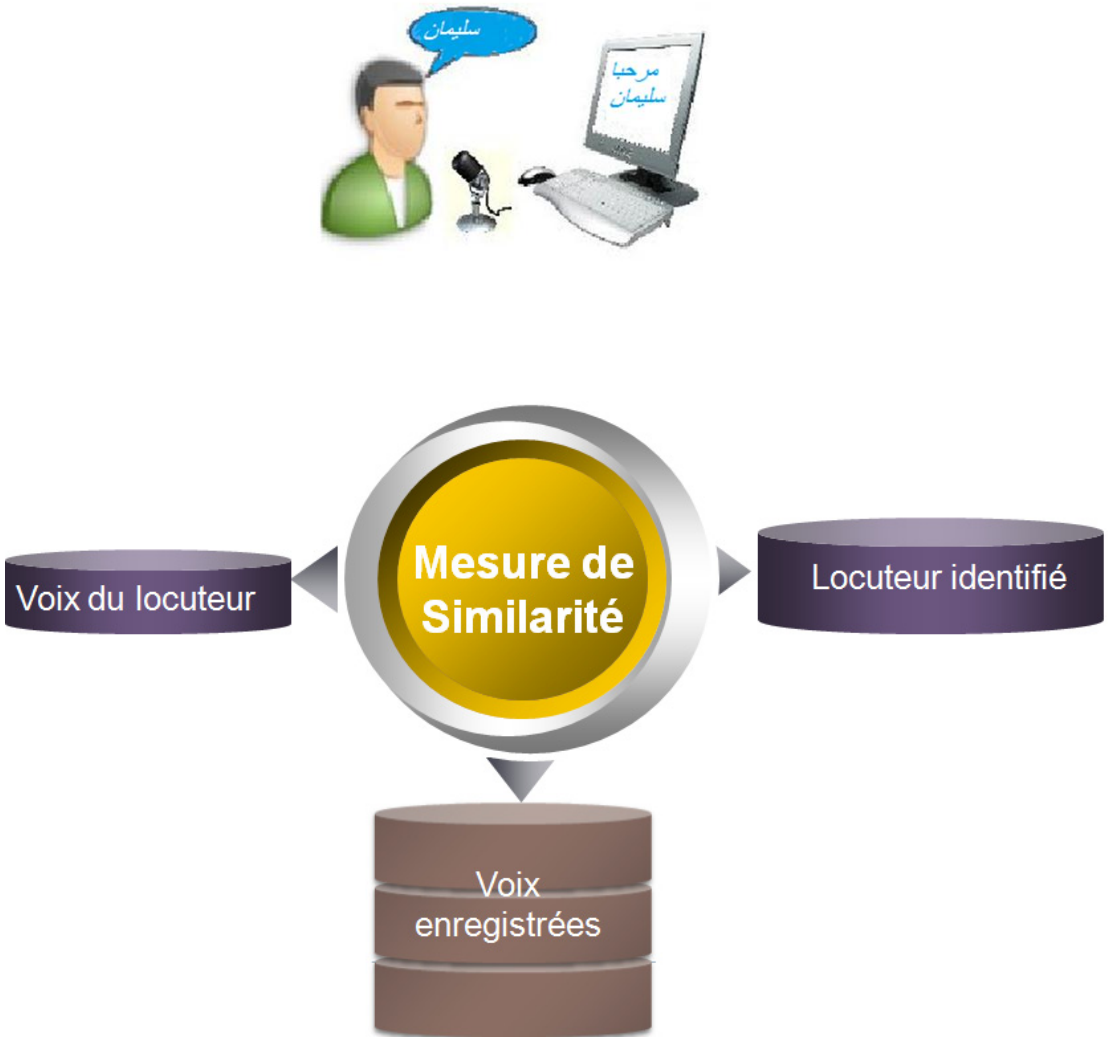


Figure 2. Blocs constituant le système de reconnaissance.

2.3. Déroulement du programme

D'abord chaque utilisateur doit faire entrer un code commun à tous les élèves. Pour que l'accès soit réservé aux élèves dont les voix sont incluses dans la base de données. Pour ce faires, on a créé l interface ci-dessous;

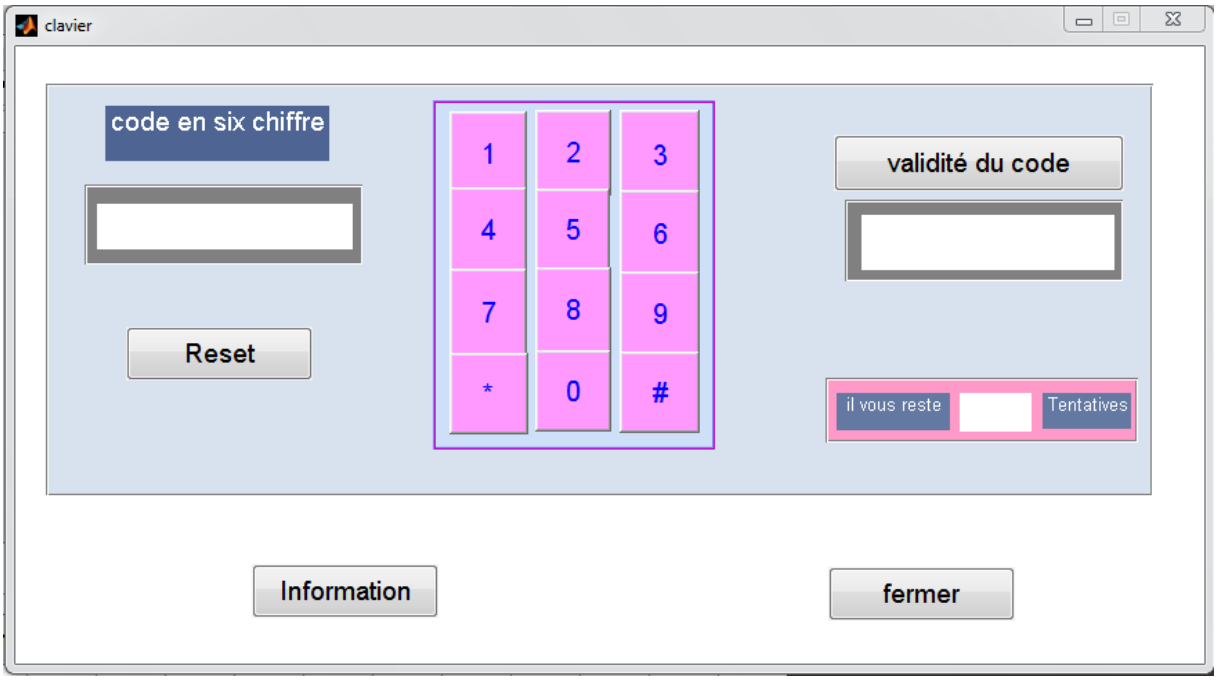


Figure 3. Interface d'introduction des voix et des codes des étudiants.

En tapant le code, l'utilisateur peut identifier sa éligibilité, en appuyant sur le bouton «validité du code » ainsi, on aura deux possibilités, si le code est correct alors on aura accès à la deuxième interface (voir Figure 4), sinon il affichera un message indiquant que le code est erroné. Chaque utilisateur a droit à trois tentatives de code erroné possibles, et il lui sera afficher le nombre de tentatives restantes. En passant à la deuxième interface (Figure 4), l'utilisateur enregistre sa voix pour la tester après avec les voix enregistrées dans la base de donnée. Pour comparer la voix du locuteur avec les voix enregistrées, on a utilisé comme outil la MFCC.

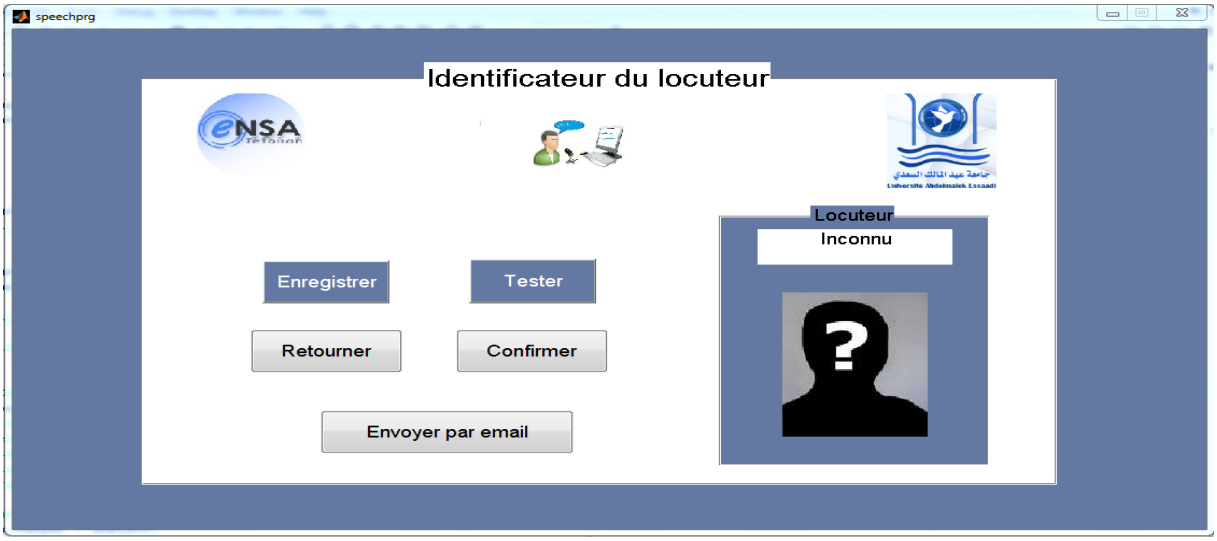


Figure 4. Interface de confirmation des différents locuteurs (les étudiants dans notre cas).

Après être identifié, l'utilisateur doit appuyer sur le bouton « Confirmer » pour enregistrer sa présence dans un fichier Excel avec la date et l'heure de l'enregistrement. Ce fichier Excel peut être envoyé a l'administration par email. L'envoie de ce fichier est donc réservé à la personne chargée de cette taches.

3. Résultats

Des problèmes de reconnaissance peuvent apparaître selon les conditions dans lesquelles le signal à tester est enregistré. Si le mot est prononcé plus ou moins proche du microphone les taux de reconnaissance peuvent varier grandement, malgré la normalisation du signal visant à empêcher ce phénomène. Cependant si l'utilisateur prononce le mot toujours à la même distance et avec la même intensité, les taux de reconnaissance sont très satisfaisants

Le Tableau 1 montre les résultats des trois tests développer immédiatement après l'enregistrement des différentes vois des étudiants (qui porte un code correspondant; dans notre cas préliminaire des numéros décimaux) par l'intermédiaire des interfaces du logiciel développé. Le tableau décrit aussi les différentes conditions du bruit et distance par rapport au microphone. Les résultats sont promettant ainsi dans le premier test dans les conditions optimales d'enregistrement et du test direct les 27 étudiants ont donné positifs (une performance post test de 100%), le deuxième test immédiat, 11 échantillons ont été prit d'une manière aléatoire donnant un test positif aussi, càd une performance immédiate de 100%. Le test 3 a été réalisé dans le jour suivant, ainsi sur 25 étudiants (avec 2 absences justifiées) 23 étudiants ont données positifs et 2 étudiants négatifs, dans cas on à un taux d'erreur de 8% et taux de performance de 92%.

Tableau 1. Enregistrement et trois tests instantanés dans différentes conditions (absence et présence de bruit relatifs) et (prés et loin du microphone)

Elève	Test1			Test2		Test3		
	Test1	Durée d'enregistrement et de test	Conditions	Prés du Micro	Loin du Micro	Durée de test3	Prés du Micro	Condition de test
1	positif	20				17	positif	
2	positif	20				15	positif	
3	positif	20	présence de bruit	positif	négatif	28	positif	bruit moy
4	positif	20	présence de bruit	positif	positif	21	positif	
5	positif	20	présence de bruit				négatif	
6	positif	18				15	positif	
7	positif	21	Distance loin	positif	positif	16	positif	
8	positif	25	présence de bruit	positif	positif	16	positif	bruit
9	positif	26	Distance loin	positif	positif	30	positif	
10	positif	24	Distance proche			21	positif	
11	positif	22	30cm			19	positif	
12	positif	23	12cm			16	positif	bruit
13	positif	29		positif	positif	17	positif	
14	positif	25	présence de bruit			16	positif	
15	positif	27	présence de bruit	négatif			abs	
16	positif	24		positif	positif	18	positif	
17	positif	27	40cm			25	négatif	
18	positif	33	20cm			70	positif	
19	positif	29	45cm	positif	positif	22	positif	distance max+bruit
20	positif	26	10cm	positif	positif	17	positif	
21	positif	36	40cm			15	positif	
22	positif	33	30cm			19	positif	
23	positif	41	20cm	positif	négatif	59	positif	bruit moy
24	positif	30	30cm			15	positif	bruit+distance
25	négatif	30	10cm				abs	
26	positif	32	10cm	positif	positif	20	positif	
27	positif	25	10cm			16	positif	
	Durée Moyenne	26,14814815						

Bibliographie

[1] L. R. Rabiner and B.-H. Juang. Fundamentals of Speech Recognition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993. [9] E. Zwicker and H. Fastl. Psychoacoustics, Facts and Models. Springer Verlag, 1990.

[2] F. Kurth and M. M¨uller. Efficient index-based audio matching. IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 16(2):382–395, February 2008.

[3] A. S. Park and J. R. Glass. Unsupervised Pattern Discovery in Speech. IEEE Trans. on Audio, Speech, and Language Processing, 16(1):186–197, Jan. 2008.

Towards student face recognition for automatic class presence checking using Neural Network and Gabor Filter techniques

M. El Bakkali[1], M. O. Benarchid[1], I. Darbaoui[1], A. El Ayyan[1], J. Naghar[1], A. Naghar[1], O. Chakkor[1,2], O. Aghzout[1,2], N. Raissouni[1,2,*]

[1] National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).

[2] Innovation & Telecoms Engineering Research Group. National School for Applied Sciences of Tetuan (ENSA-Tetuan). University Abdelmalek Essaadi (UAE).

*Corresponding author: nraissouni@yahoo.com

Abstract

The main objective of the present work is to carry out an automatic class presence checking by applying neural network and Gabor Filter techniques based on student face recognition. Therefore, the Neural Network Matlab™ Toolbox has been used with the integration of the Gabor filter to develop an application ensuring high performing results.

Keywords: *Face Recognition, Automatic Class Presence checking, Neural Network, Gabor filter.*

1. Introduction

This project introduces students' faces detection and recognition to insure control services and automatic class presence checking. The process goes by applying Neural Network training simulation integrated in Matlab™ Neural Network Toolbox and a Gabor filter adaptation [1]. The first step consists on the adaptation of this corresponding neural network to a Control/Reference Database (C/R DB). This last, must contain all the specified elements to be recognized; in our case all the faces of the students. Also, it is important to notice that the C/R DB must also include non-faces data for efficient training and prediction [2]. First results show that the implemented algorithm is able to recognize after cropping process the corresponding face in a static captured image or during real-time capturing (see Figure 1). This is done by analyzing and comparing them with the reference faces contained in the C/R DB. The validation has been done applying the developed method to 32 students' faces in the case of static capturing with a performance achieving 100%. The following step is to extend this number to a total of more than 100 students. In the case of real-time capturing, results must be performed using multi-analysis of different captured images and/or integrating a 3D C/R DB. Finally, depending on the degree of recognition established by the developed method, the student can be classified as present or absent and this is automatically sent to a report file which is exported as example to an excel sheet or more developed student database.

2. Fonctionnement générale

Le projet introduit la détection et la reconnaissance des visages des étudiants afin d'assurer des services de contrôle et une vérification automatique de présence de la classe. Le processus se fait en appliquant une adaptation par un filtre Gabor et une simulation d'entrainement du Réseau de Nuerons intégré dans la boite d'outils Matlab™ Neural Network Toolbox. Ce projet est conçu à partir de considérations techniques. Résout le problème de vérification de

présence ou sécurisation d'accès pour un groupe de personnes et c'est une première action dans le domaine des systèmes informatisés au sein de notre école.
L'architecture du notre projet et relativement simple. Notre programme est implémenté sous MATLAB et se compose de deux parties:

i) Une dédiée à la détection et au suivi de visage dans l'mage.
ii) Et une effectuant la reconnaissance de visage basée sur l'analyse par eigenfaces.

2.1. Détection de visages

La détection de visages est un processus de localisation automatique de visage humain dans les médias visuels [1] [2]. L'apparition des visages est conditionnée par plusieurs facteurs, et peut donc varier fortement d'un visage à l'autre, et d'une image à l'autre. Parmi ces facteurs (voir Figure 1) on trouve: les expressions de visage, la position de la tête, et l'éclairage…

Figure 1. Illustration des catégories de prise de vue

2.2. Reconnaissance de visages

Le problème de la reconnaissance de visages est défini comme suit (voir Figure 2): étant donnée une image d'un visage, on souhaite déterminer l'identité de la personne correspondante. Pour ce faire, il est nécessaire d'avoir des images de références, sous la forme d'une base de données de visages de toutes les personnes connues par le système. Chaque visage est associé à un vecteur de caractéristiques. Ces caractéristiques sont supposées être invariantes pour la même personne et différentes d'une autre personne.

La reconnaissance consiste alors à comparer le vecteur de caractéristiques du visage à reconnaître avec celui de chacun des visages de la base. Ceci permet de retrouver la personne ayant le visage le plus ressemblant, qui est celui dont le vecteur est le plus similaire. Pour notre projet on a opté pour l'analyse par eigenfaces, qui est une approche de type « image ». Chaque image de visage est considérée comme un vecteur dans un espace ayant autant de dimensions que de pixels dans l'image. Les caractéristiques de l'image sont extraites par une méthode mathématique de réduction de dimensionnalité basée sur l'Analyse en Composante Principales (ACP) [1] [2] [3].

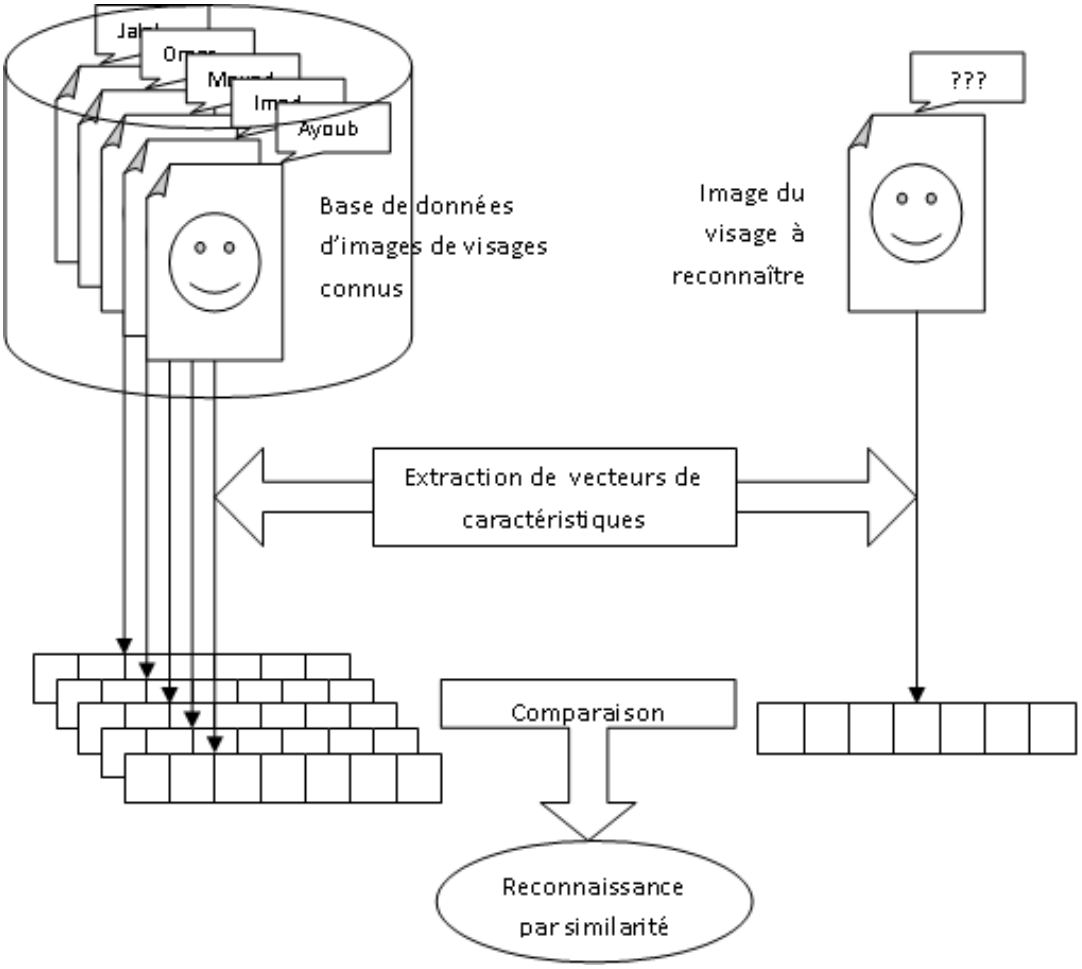


Figure 2. Principe général d'un système de reconnaissance de visages

3. Implémentation

La Figure 3 montre les différentes étapes d'implémentation pour la détection des visages. Le digramme est composé de 5 blocs: i) création du filtre Gabor correspondant (voir Figure 3.a), ii) chargement de la base de données contenant les différentes visages et non-visages qui servent de références (voir Figure 3.b), iii) entrainent par la chaine de réseaux de neurones (voir Figure 3.c), iv) scannage des images, et finalement v) la détection et la génération/exportation d'un fichier excel.

Figure 3. Diagramme général d'exécution pour l'implémentation du système de détection de visage

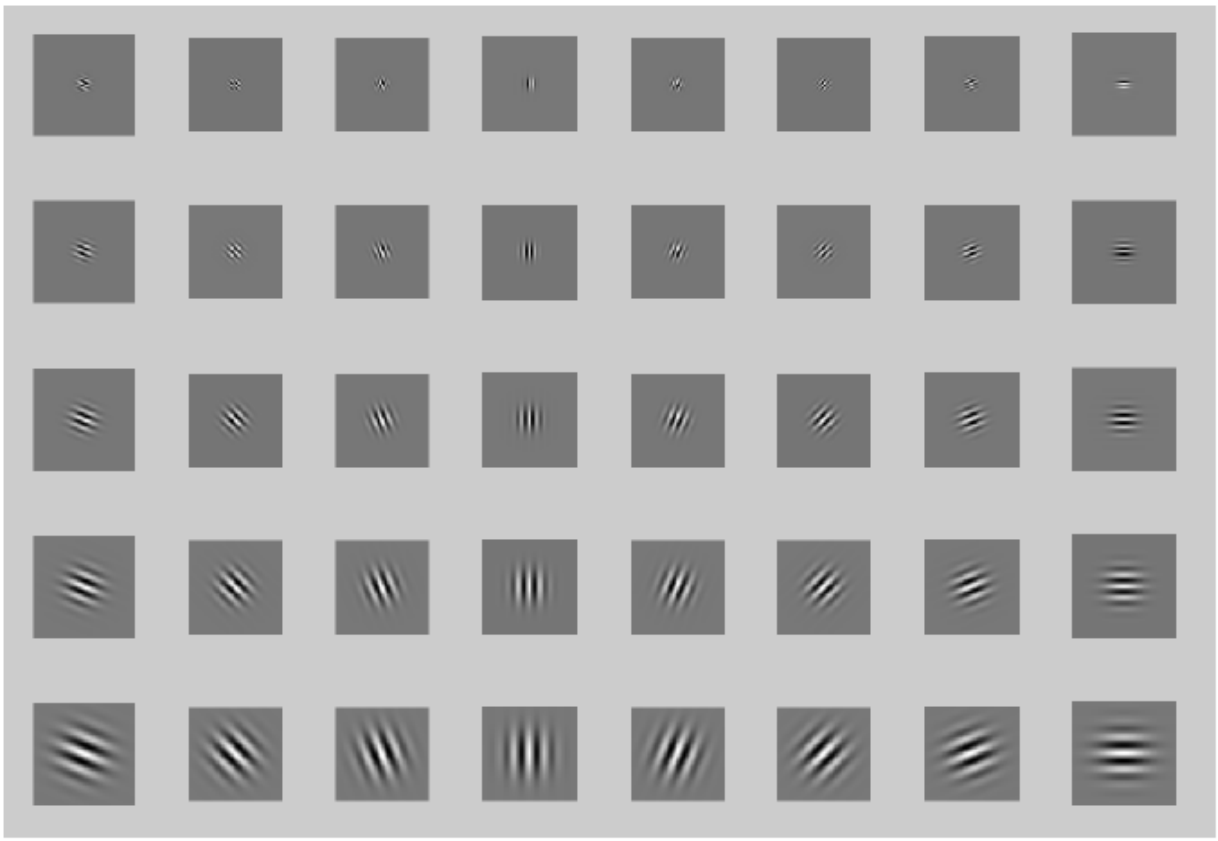


Figure 3.a. Exemple de filtre Gabor généré dans notre cas.

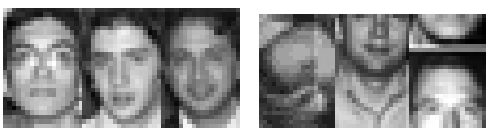


Figure 3.b. Exemple de base de données de visages et non-visages.

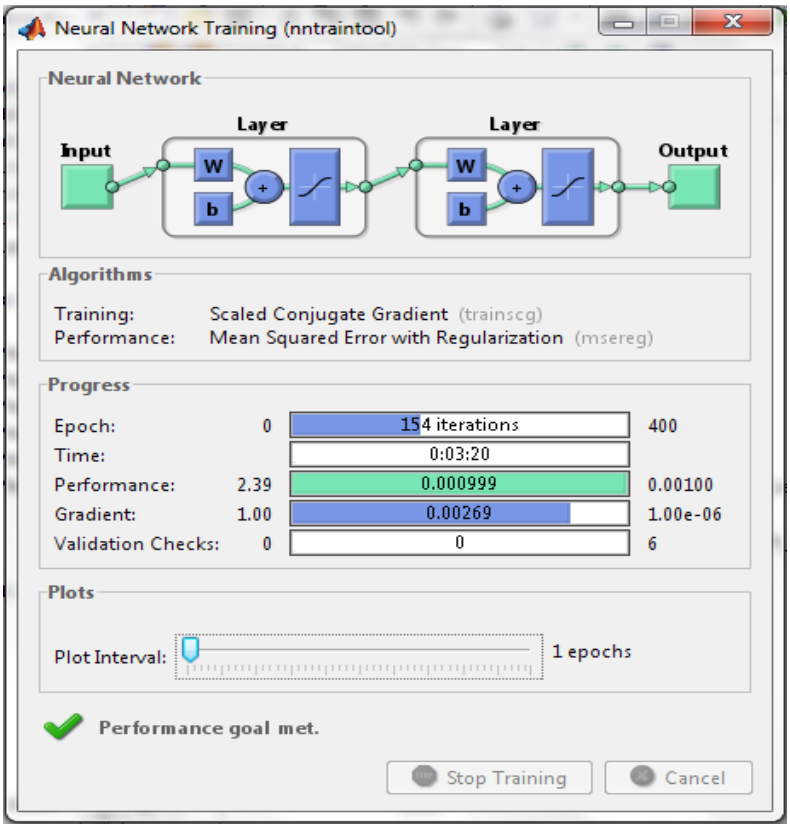


Figure 3.c. Exemple de cas d'entrainement de la chaine de réseaux de neurones.

4. Résultats

4.1. Image statique en 1er plan

La Figure 4 montre les résultats d'un exemple d'application dans un cas primaire de détection des visages dans un 1er plan.

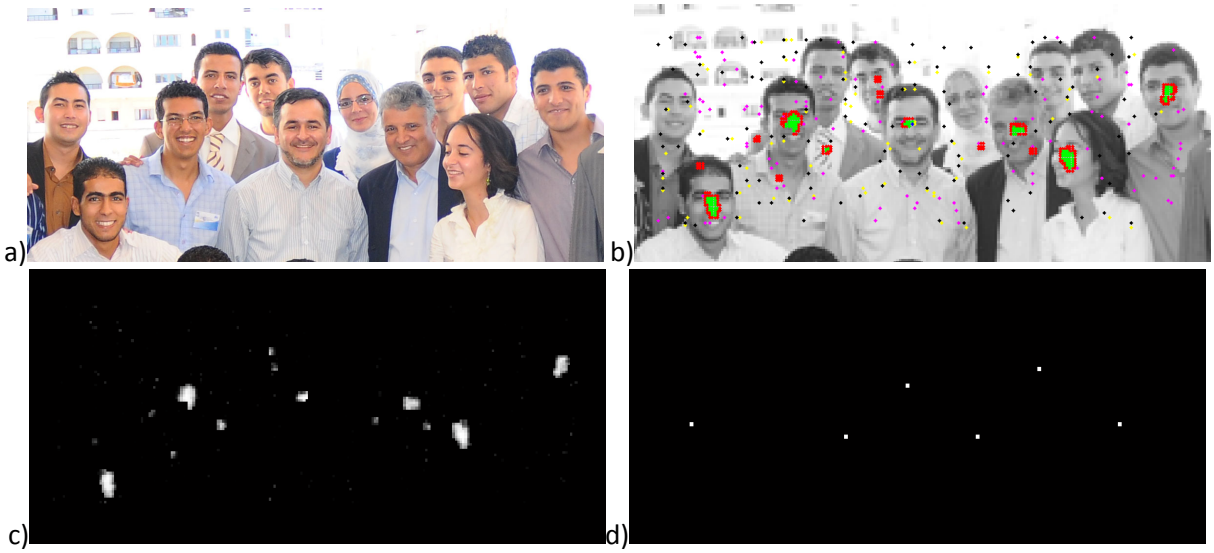


Figure 4. Cas d'application de détection de visage en 1er plan: a) image originale, b) résultats d'application des réseaux de neurones, c) les visages détectées en 1er plan, d) les centres des différents rectangles de visages detectées.

La Figure 5 montre les résultats de l'application de différents rectangles centrés sur les visages situés dans le premier plan de la photo. La performance de détection est à 100%.

Figure 5. Les centres des différents rectangles de visages détectés en premier plan.

La Figure 6 montre les résultats de l'application du filtre Gabor avec tous les visages détectés ainsi que les résultats finals de la détection des étudiants présents sur la photo. L'étape finale consiste à envoyer les noms correspondants de ces étudiants présents par email.

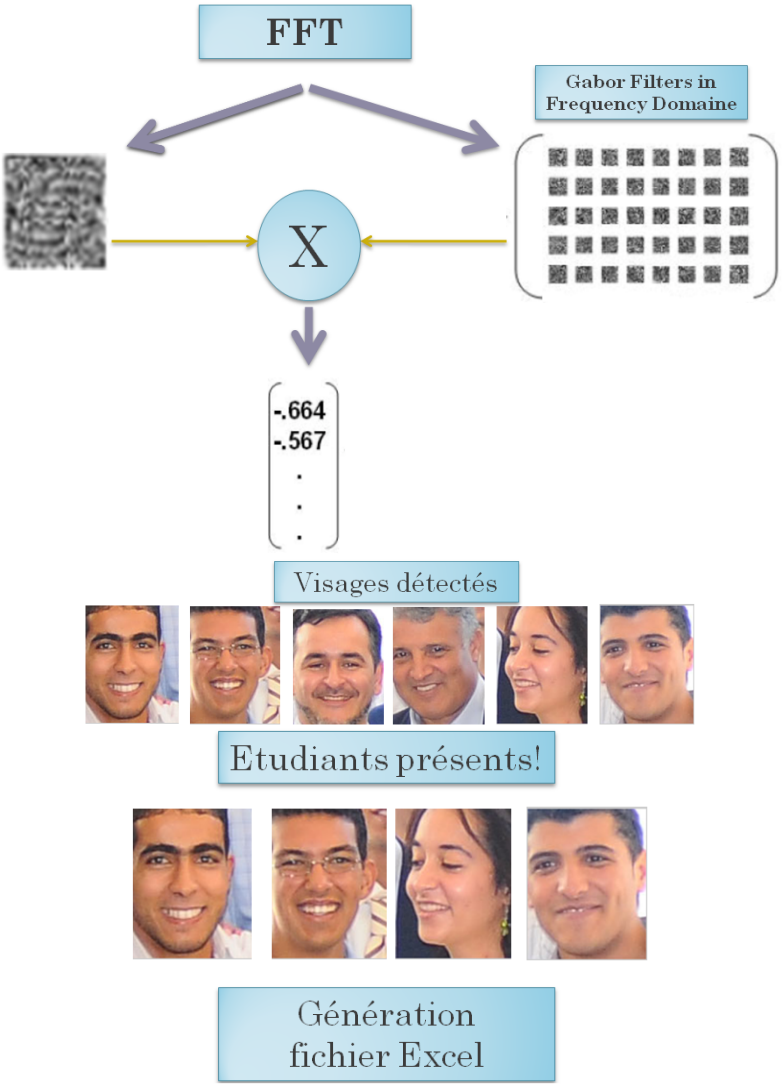


Figure 6. Les centres des différents rectangles de visages détectés en premier plan.

4.2. Image statique en différents plans

La Figure 7 montre une extension d'application (comme dans le cas de la Figure 5) mais dans ce cas avec une adaptation du logiciel pour une détection des différents visages dans les différents plans existent dans la photo qui correspond à la présence des étudiants dans un amphithéâtre.

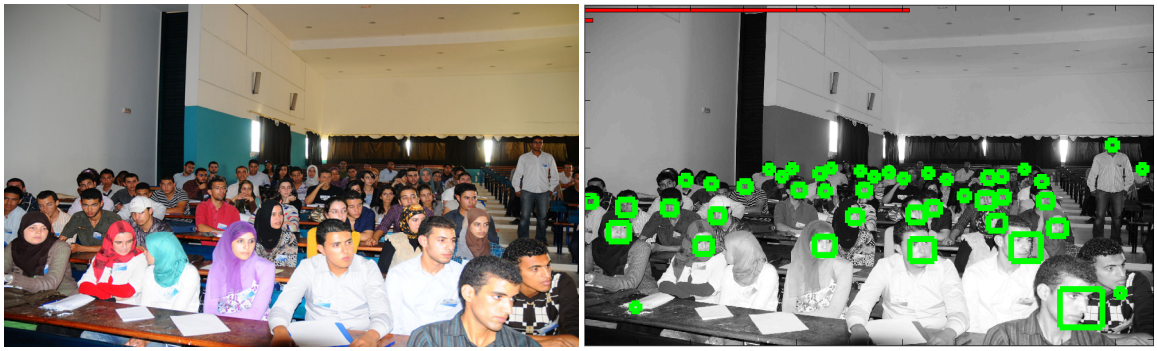


Figure 7. Exemple d'application de détection de visage dans différents plans dans un amphithéâtre.

4.3. Perspective: Image dynamique en 1er plan

Comme perspective d'application du système développé, la Figure 8 montre les résultats de l'application de détection dynamique de visage en temps réel. Les résultats son promettant avec une distinction de l'étudiants portant ou non des lunettes ainsi qu'une projection possible dans les différents plans de la photo.

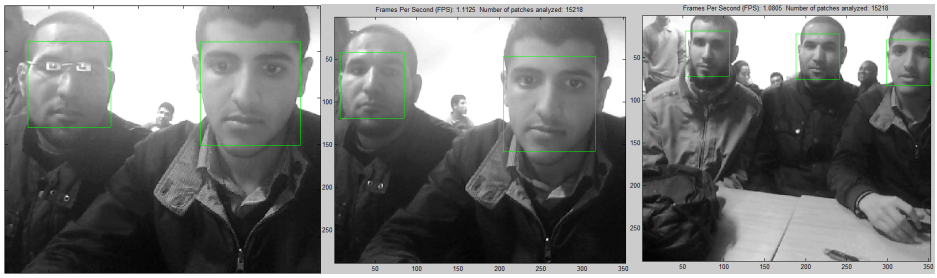


Figure 8. Exemple d'application de détection dynamique de visage un 1er plan en temps réel.

Bibliographie

[1] C. Liu, and K. Wechsler, "Gabor feature based classification using the enhanced Fisher linear discriminant model for face recognition", IEEE Trans. Image Process., Vol. 11, No. 4, 2002, pp. 467–476.

[2] S. Shan, P. Yang, X. Chen and W. Gao, "AdaBoost Gabor Fisher classifier for face recognition", Proc. IEEE Int. Workshop Analysis and
Modeling of Faces and Gestures, 2005, pp. 278–291.

[3] Y. Tae-Woong, and O. Il-Seok, "A fast algorithm for tracking human faces based on chromatic histograms", Pattern Recognition Letters, Vol.
20, No. 10, 1999, pp. 967-978.

Producción y Logística No Referenciadas

Esther Martín Manzano[1] y Francisco Mesa Varela[2]

[1] IES Estuaria, Cortegana 33, 21006 Huelva, España, esteral64@gmail.com

[2] Departamento de Ingeniería Eléctrica, Chile 1, 11002 Cádiz, España, francisco.mesa@uca.es

Abstract. La idea del sujeto no referenciado entronca con el estudio de la antropología social, en la medida que ésta puede relacionar las actividades del sujeto dentro de un contexto sin referencias, especialmente de tipo cultural, racial o de género. La importancia de este concepto emergente radica en que las nuevas condiciones sociales, derivadas de los procesos de globalización y estandarización tanto de los productos como de los comportamientos sociales, generan un nuevo espacio de producción y consumo ajenos a cualquier categorización diferenciadora. El presente trabajo destaca los factores que contextualizan el sujeto no referenciado, así como las previsibles consecuencias en los procesos tecnológicos que deriven en una nueva forma de entender determinadas estrategias de producción y logística.

Keywords: Producción, Logística, Sujeto no-referenciado, Antropología Social, Educación

1. Introducción.

Hasta el presente, la conexión de la Ingeniería de la Producción y Logística con la Sociología se limitaba a considerarla en asociación con la Psicología para establecer los parámetros específicos del mercado objetivo y sus estrategias comerciales. De esta forma, la Sociología está íntimamente relacionada con el concepto de Mercado. Desde el punto de vista de la Antropología Social, el concepto tradicional de mercado está relacionado con atributos específicos como riqueza, país, lengua, religión, edad, sexo. La agrupación de algunos factores define un determinado entorno cultural característico que constituye un mercado específico. Tradicionalmente, la producción se ha orientado teniendo en cuenta nichos de mercado, clasificados según categorías referenciadas.

Los procesos recientes de globalización e internalización han influido en el acrecentamiento de la permeabilidad de las fronteras entre determinadas categorías acercándonos a un nuevo mundo en el que prima el sujeto no referenciado (**SnR**). Es un concepto de nuevo cuño que propone la profesora Esther Martín en sus trabajos sobre la consolidación de las identidades en la formación; concepto que no debe entenderse sólo como una analogía por oposición al concepto de sujeto referenciado, que ocasionalmente aparece en la literatura científica. El sujeto no referenciado es la consecuencia de un proceso de aculturación y debilitación de las fronteras físicas, sociales y culturales.

La evolución social hacia colectivos de sujetos no referenciados, junto con los movimientos de globalización e internacionalización de los mercados motiva la reflexión sobre la influencia del **SnR** en los flujos de producción y logística. En este trabajo, se propone detallar el concepto **SnR** en relación con estos flujos. En términos de producción, la nueva sociedad no se distingue por sus diferencias en cuanto a las capacidades de comprensión o disponibilidad de los medios de producción sino sólo por su accesibilidad a los mismos, fundamentalmente por motivos económicos.

En contraste con la concepción clásica de la distribución de la riqueza, la denominada *economía del conocimiento* establece que las sociedades desarrolladas no se caracterizan exclusivamente por su capacidad de producción, sino por su capacidad creativa, como resultado de su inversión económica en el factor formativo de los recursos humanos; mientras que los países menos favorecidos se deben contentar con limitarse a ser centros de producción, bien sea con tecnología tradicional o incluso avanzada. En la actualidad, se da la paradoja que, para grupos sociales desfavorecidos con producción de tecnología avanzada por deslocalización inducida por costes, sea precisamente este factor el único que restringe la accesibilidad de esos productos a quienes los generan. Son sujetos productores no consumidores, que con dificultad avanzan hacia el enriquecimiento personal y societario.

El presente trabajo también analiza las consecuencias previsibles del cambio sociológico en las nuevas estrategias de Producción y Logística. Lo más representativo para el **SnR** ya no radica en la disponibilidad de un medio tecnológico propio, que le es accesible debido a los procesos de globalización e internacionalización de los mercados, sino que sepa interaccionar con ese medio. Para las empresas, encontrar las dimensiones adecuadas de su mercado y la optimización de sus beneficios es un problema casi resuelto con la globalización y deslocalización. Sus esfuerzos se centran en encontrar el conocimiento diferencial que incremente la productividad y su presencia en los mercados.

Se produce en la actualidad un fenómeno de homogeneización de las organizaciones empresariales que puede considerarse análogo y paralelo a la aparición del **SnR**, por lo que procede establecer las líneas de actuación para la adaptación de las empresas a las nuevas condiciones del mercado. Estas se presentan fundamentalmente como la organización de redes cooperativas de innovación tecnológica debido a la necesidad de adaptación de las organizaciones empresariales a las nuevas condiciones detectadas por la economía del conocimiento.

Desde el punto de vista de la educación, cuyo objetivo ha sido hasta el momento el dominio de procesos de producción característicos de un determinado entorno cultural y la formación de identidades sociales, ya no se trata de educar sino amaestrar en las habilidades tecnológicas. Esta idea conecta con las ideas estructuralistas de Bourdieu [2], para quien la dialéctica de clases se mantiene en la educación. La emergencia de sociedades como grupo de sujetos no referenciados va a tener una gran influencia en la educación. Frente a la diferencia clásica entre países pobres y ricos, según sus niveles de producción, emerge una nueva categoría diferencial de países según sus capacidades de creación y producción.

2. Definición del Sujeto No Referenciado.

La definición aristotélica del ser humano [1] como unión de *sustancia*, *esencia* y *accidente* sirve de base para la explicación del concepto del **SnR**. En la teoría de Aristóteles, la *sustancia* es el modo esencial de ser La *sustancia* es el individuo concreto y particular, aquello en lo que incrustan las otras formas de ser, los accidentes, mientras que *esencia* es lo que garantiza la identidad de la sustancia como sujeto individual.

Hay muy pocas referencias en la literatura científica sobre el concepto del Sujeto Referenciado y no existe ninguna sobre el Sujeto No Referenciado. En la teoría del **SnR** de Esther Martín, aportado en sus trabajos sobre la consolidación de las identidades en la formación; se establece que en el **SnR** no interesa lo individual, por lo que es sólo sustancia y accidente, la esencia del ser se diluye en elementos esenciales indiferenciados e intercambiables.

Se relaciona también el concepto de **SnR** con la concepción latina de persona. El concepto de persona, cuya etimología en latín viene de máscara, sustituye la esencia aristotélica en tanto que el ser humano es entonces sustancia y accidente más el papel representado por la persona o máscara en un contexto social e histórico determinado.

Los estudios sociológicos del siglo XX han realzado la componente social del individuo, llegando a hablar de la cultura de masas como el hábitat natural del desarrollo individual en la sociedad post-moderna. Aún más, el post-estructuralismo sociológico postula la definición de sujeto como sujeto esencialmente social. Según esta teoría, el sujeto social posee una conciencia histórica por ser parte de un grupo que suscribe determinado proyecto social. Es tal en tanto sus acciones se inscriben en una determinada dirección social contenida en el proyecto social que sustenta. En este sentido, la esencia del individuo consiste en la forma particular de ejecución del proyecto social común.

La tesis que se postula en este trabajo es el declive del sujeto social y su sustitución por el **SnR,** proceso que se va a acentuar en los próximos tiempos debido a factores sociales externos e internos. Por un lado, los fuertes movimientos migratorios originados por la deslocalización de las industrias, el abandono de las regiones deprimidas y las nuevas oportunidades que ofrecen la apertura de los mercados. Por otro lado, por el surgimiento de nuevas identidades colectivas de tipo cultural que, solapadas a una fuerte presencia de procesos de promoción de acciones comunes y de intercambio social, consolidan sociedades más homogéneas pero menos individualizadas.

No quiere decirse con esto que no exista proyecto social u otros elementos distintivos de identidad local, sino que no se produce la individualización de los mismos, el nuevo ser post-moderno es refractario a la incrustación de los valores sociales en el ser individual. Los proyectos sociales son uno más de los elementos comunes no diferenciados que han aparecido en los últimos tiempos. Un ejemplo, son las redes sociales sobre internet cuyo fundamento de funcionamiento se basa en la participación individual en un proyecto colectivo, pero que es incapaz de funcionar individualmente y de ser diferenciado en cada uno de los componentes de la red social. Cada uno de ellos puede ser sustituido por otro equivalente, sin solución de continuidad.

2.1. Características del Sujeto No Referenciado.

Definido el **SnR**, se debe acomodar el concepto a la existencia o no de estos sujetos en el ámbito social. Se admite como hipótesis de partida que es un hecho sociológicamente relevante la presencia creciente de estos grupos en la sociedad actual. Para determinarla, nos basamos en las características que los definen. La caracterización del **SnR** se rige por los siguientes principios:

Principio de indiferenciación: La aparición del **SnR** no se distingue por el desarrollo socioeconómico de cada país o región. El **SnR** tiene presencia tanto en países desarrollados como países pobres y por razones diferentes, con el mismo nivel de intensidad. En las sociedades no desarrolladas, la pulsión se rige por el principio de utilidad y por sustitución de los valores individuales por símbolos colectivos. En las sociedades desarrolladas, el surgimiento del **SnR** por el desplazamiento de los valores socio-culturales desde el ámbito individual hacia el público y por la sustitución de los mismos por símbolos.

Principio de adaptación .Es una consecuencia de la ausencia de valores de identidad que le impedirían al **SnR** la adaptación a entornos socioculturales que no le hayan sido propios.

Principio de sustitución. El **SnR** puede ser sustituido en cualquier momento y lugar por otro equivalente. Las aportaciones individuales no son relevantes en el funcionamiento de los colectivos.

Principio de homogeneización Todo valor, recurso o procedimiento tiende a ser indistinguible para el **SnR**. Se produce así la homologación y homogeneización de herramientas y procedimientos, así como la reducción del ámbito del conocimiento.

Principio de utilidad. El **SnR** descarta todo aquello que no le es útil, incluso cuando participa voluntariamente en proyectos sociales,

Principio de colaboración. Se deduce de su incapacidad de funcionamiento distintivo individual. Precisa del trabajo colaborativo y en equipo, incapaz de asumir liderazgo individual.

Principio de compatibilidad. No se opone a la desaparición de **SnR**, ni lucha contra sujetos de otras tipologías, ni siquiera se identifica con exclusividad con otros **SnR** Asimismo, es compatible con la aparición de otros elementos sociales no referenciados como los no lugares.

Principio de semi-permeabilidad. Pueden existir transformaciones de **SnR** hacia sujetos referenciados, pero no al contrario.

Principio de simbolización. Los valores socio-culturales, ya sean individuales o colectivos, se sustituyen por un sistema de símbolos idénticos en todos los **SnR**, que organizan su comunicación social a través de la imagen. De ahí, la utilización de símbolos autoexplicativos

Cabe destacar aquí, que en ningún momento se pretende hablar del **SnR** en sentido peyorativo. Por el contrario, la constitución de colectivos no referenciados puede ser un factor de inclusión social y la eliminación de marginalidad en determinados colectivos.

3. Producción y Logística No Referenciadas.

El empresario persigue el beneficio como consecuencia del lanzamiento constante de nuevos productos, de la mejora de los métodos de producción, de la ampliación de los mercados y del establecimiento de nuevas formas de organización industrial. En general, una vez pasada la fase inicial de cualquiera de estas formas de desarrollo económico, la competencia se adapta rápidamente en todo aquello que derive de factores del capital físico y humano, favorecida por los procesos de globalización y homogeneización de mercados.

De las teorías basadas en Schumpeter [3] se deduce que el progreso técnico se ve influenciado por el crecimiento del capital físico, del capital humano y de la propia economía (factores endógenos cada vez más estables y de menor margen productivo según Solow [4]). Así mismo, el conocimiento, como conjunto de tecnología, información y experiencia, es un factor cada vez más importante dentro de los procesos de producción, tanto de bienes como de servicios.

Todo ello ha conducido a que en las últimas décadas se haya desarrollado la economía del conocimiento, que desarrolla el estudio de la producción, la transmisión y la utilización del conocimiento. La economía del conocimiento establece que el crecimiento económico está basado en recursos distintos de los tradicionales, capital y trabajo y que la estructura productiva de las economías depende de la capacidad competitiva de las empresas a través de la innovación tecnológica.

La visión tradicional del ciclo de innovación predice que primero existe un descubrimiento científico, luego una innovación tecnológica y, en su fase final, la innovación se introduce en el mercado como un nuevo producto o proceso. Sin embargo, los estudios recientes sobre innovación refuerzan la idea de que la producción de conocimiento e innovación es un proceso interactivo entre todos los agentes del conocimiento, incluidas las propias empresas. Por tanto, dada la perentoria obligación de las empresas de participar en el ciclo de innovación para garantizar su supervivencia y el incremento de sus beneficios; y dadas las características del **SnR** constituyente de las propias organizaciones, la Producción y la Logistica No Referenciada se caracterizan por la innovación tecnológica formulada a partir de las redes cooperativas y la experiencia.

Desde un punto de vista de reducción de costes y optimización de beneficios, para que la sistema productivo sea rentable en la sociedad global hay que eliminar las individualidades. La sustancia o distinción de las particularidades individuales sólo hay que tenerlas en cuenta para rentabilizarlas, como un factor manipulable por el gusto y la moda.

Otro elemento a considerar es la estimulación de procesos de referencia en las propias organizaciones empresariales. Surge de la necesidad de distinción en los grupos de **SnR** en los que desaparecen las connotaciones culturales o políticas que estimulaban o garantizaba el vínculo de las empresas con algunos colectivos. Si en los grupos de **SnR**, el símbolo tiene una importancia decisiva, las empresas deben potenciar el concepto de marca como sustitutivo de las identidades culturales y como un factor de integración de en los valores sociales. En este sentido en el concepto de marca debe prestarse atención a la desaparición de identificaciones de tipo cultural, lingüística, geográfica o política.

4. Influencias en la educación.

Hasta el momento, la educación se ha entendido siempre desde la óptica de la transmisión de los valores socioculturales dominantes, priorizando los aspectos formativos del individuo como realización personal del individuo al cual se le dota del suficiente entrenamiento instructivo en determinadas materias para la supervivencia y enriquecimiento del individuo. Este enfoque educativo se basa en la creencia que las sociedades mejor formadas tienen o conseguirán mayor riqueza.

Se han aportado dos argumentos contrarios a este enfoque educativo. El primer argumento es la contradicción con el hecho de la existencia de sociedades ricas con escaso nivel formativo general, léase la sociedad americana, o del crecimiento súbito de países en desarrollo con escasa inversión en la educación general de la población.

Por otro lado, la educación se contempla desde las ideas marxistas como un instrumento del mantenimiento de las diferencias de clase. Según el concepto marxista, de influencia decisiva en la economía y la política, la educación se concibe como un instrumento de mantenimiento de la ideología dominante, un proceso en el que la alienación o pérdida de la esencia humana por causas económico-sociales, se articula proyectando los intereses y valores ajenos al sujeto dominado.

Desde el punto de vista del **SnR**, la educación en el contexto no referencial no busca la preservación de los valores culturales del entorno, por cuanto éstos, o bien desaparecen o bien se proyectan en valores colectivos en fuga. La educación para el **SnR** se convierte en un training estandarizado, sobre una tecnología estandarizada y universal. Este enfoque sigue fielmente los principios característicos del **SnR**, especialmente los principios de utilidad e indiferenciación, por lo que aunque tiene similitudes con las teorías neo-marxistas de la postmodernidad, tienen un carácter fundamentalmente democrático e igualitario. Este modelo es compatible con los nuevos modelos curriculares en los niveles educativos de secundaria y universitario que propugna la configuración de la educación orientada a competencias.

Este hecho es sujeto de controversia especialmente en la Universidad, que se debate entre el pragmatismo y la concepción de esta institución como cuna del conocimiento y difusión del saber, entendido desde una perspectiva humanística. No obstante, este hecho diferencial es compatible con la doble visión humanístico-empresarial de la educación en la sociedad con **SnR**. En la educación para el **SnR** se produce un cambio de una formación en identidades sobre sujetos formados socialmente, hacia un training tecnológico que interesa por su pérdida de referencias socioculturales y por la identidad de procesos tecnológicos.

La educación para el **SnR** se debe no sólo a un enfoque democrático e igualitario de la formación, sino también a la economía de esfuerzos tanto para el individuo como para la sociedad. El entrenamiento instructivo es de menor coste que la formación integral de los individuos. Es una realidad que sólo unos pocos en la actualidad tienen interés en una educación integrada, humanística y especializada. Desde el punto de vista económico, los principios liberales operan así a nivel educativo, dejando la promoción y ayudando hacia un sistema formativo de los individuos verdaderamente interesados en competir por alcanzar una posición de privilegio en los procesos de creación del conocimiento.

Es un proceso darwiniano que permite seleccionar los mejores para esta tarea creativa. El grupo de **SnR** se acomoda a un sistema no competitivo destinado a la producción. De éstos, y por una mezcla de igualdad de oportunidades y de selección entre los mejores se obtendrán los sujetos de creación. Las empresas necesitan trabajar en colaboración con la Universidad para conseguir el factor creativo necesario para el desarrollo de su actividad empresarial, asumiendo los costes de formación de unos pocos. De esta forma, la Universidad puede asumir el doble papel de instructor tecnológico para una mayoría no referenciada con una función productiva en distintas escalas, centrando sus esfuerzos formativos y de generación del conocimiento a favor de un grupo minoritario que se integrarán posteriormente en las organizaciones y en la propia institución académica.

5. Conclusiones.

La definición del Sujeto No Referenciado, permite explicar algunos cambios que se están produciendo a nivel social y cuya influencia en los procesos de Producción y Logística es cada vez mayor. La conclusión principal del trabajo es que se debe tener en cuenta estos cambios para replantear el modelo productivo y educativo según la perspectiva del **SnR**. El mantenimiento de las organizaciones empresariales y el crecimiento de sus beneficios dependen cada vez menos del binomio capital-trabajo ya que estos factores tienden a equilibrarse entre ellas.

La adaptación holística de la Ingeniería de Producción y Logística parece regirse por los principios del **SnR** y se propugna una investigación formal con este enfoque. La reflexión alcanza también a los modelos curriculares de la educación, que están transformándose hacia propuestas de entrenamiento instructivo en detrimento de la educación formativa. No obstante, le economía del conocimiento promueve la formación y el conocimiento como el elemento esencial para la competitividad de las empresas.

Referencias.

[1] Aristóteles, Metafísica. Alianza Editorial, Madrid (2008).
[2] P. Bourdieu. La distinción. Criterios y bases sociales del gusto. Taurus, Madrid (1988).
[3] J.A. Schumpeter. The theory of economic development. Harvard University Press, Cambridge (1934).
[4] R. Solow, “A contribution to the theory of economic growth”, Quaterly Journal of Economics,78, 1956 páginas (pp. 65-94).

The performance of the Goertzel algorithm in the PSTN Network

K.Ben Zaina[1], L.Squali [1], O. Chakkor[1], Carlos G.Puntonet[2], M.Essaadi[3]

[1]Dep. Innovation and Telecommunication Engineering , University of Abdelmalek Esssaadi, Morocco, o.chakkor@uae.ma

[2]Dep. Architecture and Computer Technology, University of Granada, Spain, carlos@atc.ugr.es

[3]Dep. Physics and Telecommunication, University of Abdelmalek Essaadi, Morocco, essaaidi@gmail.com

Abstract. We present in this paper the performance of the Goertzel algorithm in the PSTN network, especially in the DTMF application, widely used in modern telephony and considered as the basis of the voice communications control.

Keywords: Goertzel algorithm, PSTN Network, DTMF (touch tone) decoding

I-Introduction:

The Goertzel algorithm can perform tone detection using much less CPU horsepower than the Fast Fourier Transform, but many engineers have never heard of it. This article attempts to change that. The Goertzel algorithm is a digital signal processing (DSP) technique for identifying frequency components of a signal, while the general Fast Fourier transform (FFT) algorithm computes evenly across the bandwidth of the incoming signal, the Goertzel algorithm looks at specific, predetermined frequency.

DTMF signaling has many applications such as telephone dialing, data entry, credit checking, and voice mail system control. A DTMF signal consists of two superimposed sinusoidal waveforms with frequencies chosen from a set of eight standardized frequencies. These frequencies should be generated and detected according to the CCITT Recommendation Q.23 [1] and Q.24 [2] We will present in our paper, Matlab simulation results of the performance of our algorithm using the Goertzel algorithm for DTMF signaling system.

II-Encoder Implementation:

In DTMF each key is encoded using two sinusoids of different frequencies which can be represented as a discrete time signal of form:

$$d_t[n] = sin[\omega_L n] + sin[\omega_L n] \ , \ 0 \leq n \leq N\text{-}1$$

Where N is defined as number of samples taken. Typically in the sampling frequency used is 8khz. Thus if the two individual frequency components of the signal can be identified then the number dialed can be decoded.

III-Implementation of DTMF decoder:

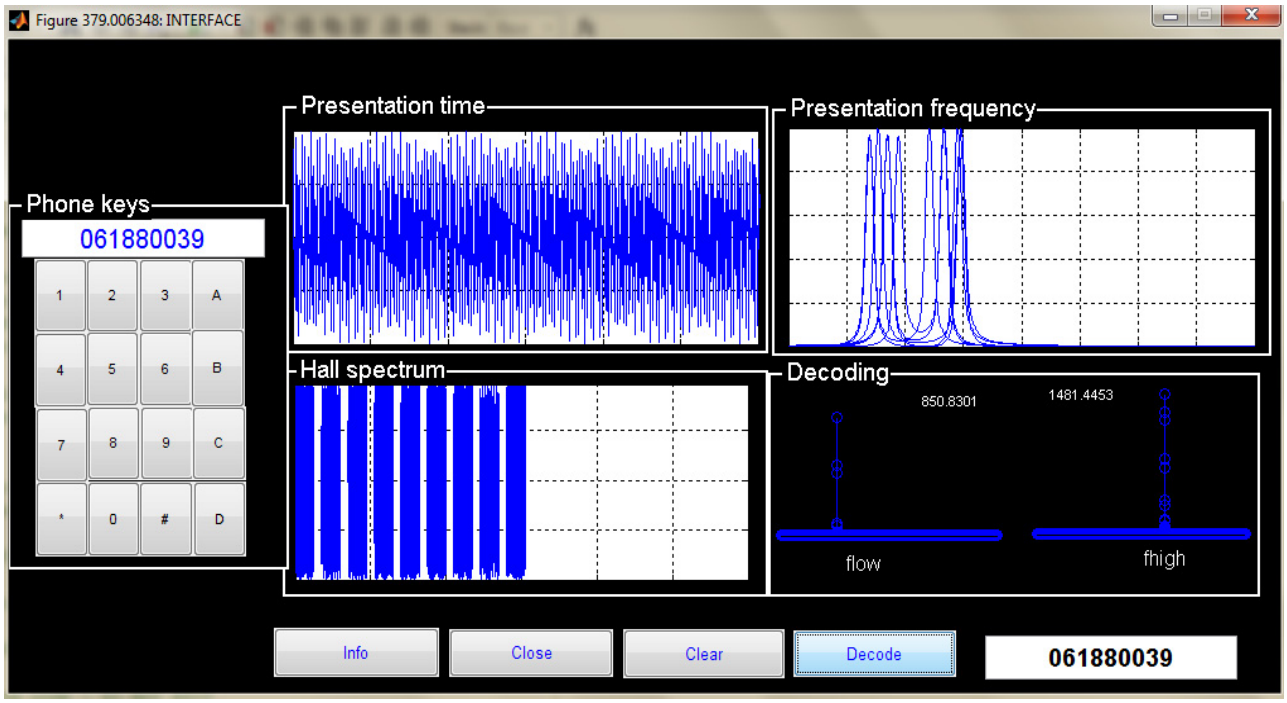
A FIR (Finite Impulse Response) band pass filter is implemented which is centered at the frequencies of interest for decoding each key pressed. The decoding process takes place in iterative form. Starting from row 1 to row 4, in each iteration a FIR band pass filter centered at each FH is implemented and the signal strength around the band is compared against a threshold. If the mean amplitude of the filter output is more than a set threshold, the frequency component tested is considered to be strong. To prevent cancellation of the sinusoids while calculating the mean, the values are squared.

Similar approach is taken in order to find the FL present in the signal. Once a row-column pair has been detected the digit encoded is uniquely identified. This approach has been taken in order to suppress the effects of noise in the encoded signal. This approach has a significant advantage that is the band pass filter coefficients can be manipulated individually to produce a narrower filter and detection process can be enhanced in presence of noise.

In order to decode a string of dialed symbols/digits the decoding step assumes that the encoder has inserted silence between each dual tone. Each dual tone length is tracked and silence lengths are calculated. The decoding step loops over for the number of digits to be decoded that is easily calculated from the total length of the signal divided by the sum of individual dual tone length and silence length. Thus after decoding the first digit certain number of samples is skipped and the next set of samples are decoded. This means sampling and decoding a small part of the resulting waveform in each iteration, where one iteration relates to one key pressed.

IV-Implementation of DTMF Encode/Decode MATLAB:

To implement the DTMF encoder decoder we use the MATLAB software, the code produced can encode each button and plot a pair of corresponding frequency drives and then decode the spectrum to find the corresponding number.



V-Conclusion:

The implementation of the DTMF encoder decoder enabled us to understand the concept of coding and decoding a telephone number. Also mastered the concept of graphical interfaces in Matlab over concept of programming and implementation of PSD, FFT and other methods.

References

[1]CCITT Blue Book, Recommendation Q.23: Technical Features of Push-Button Telephone Sets. Geneva, 1989.
[2]CCITT Blue Book, Recommendation Q.24: Multi-Frequency Push-Button Signal Reception. Geneva, 1989.
[3]A. V. Oppenheim and R. W. Schafer, Discrete-Time Signal Processing. Prentice-Hall, 1990.
[4]Analog Devices, DSP Applications using the ADSP-2100 Family. Prentice-Hall, 1992.
[5]P. Stoica and A. Nehorai, ``MUSIC, Max. Likelihood, and Cramer-Rao Bound," IEEE Trans. on Acoustics, Speech, and Sig. Proc., vol. 37, no. 5, pp. 720-741, 1989.
[6]D. S. Watkins, Fundamentals of Matrix Computations. John Wiley & Sons, 1991.

Les atouts du transport ferroviaire et combiné pour L'environnement et la qualité de la vie

HAMICHE Mhamed

Enseignant chercheur

Université UAE

Au cours des dernières décennies, les transports ont accru les effets négatifs sur l'environnement. Le développement actuel des transports et le modal split sont en contradiction avec la mobilité durable. Or, ce domaine joue un rôle important pour l'économie et la qualité de vie des citoyens. C'est pourquoi, des mesures sont nécessaires pour augmenter la part de marché des modes de transport écologiques notamment le transport ferroviaire.

Le développement rapide des trafics marchandises depuis plusieurs années s'est appuyé, aussi bien au Maroc que dans la plus part des pays, de manière quasi exclusive sur le mode routier, dont les qualités de souplesse et de réactivité répondaient bien aux besoins et aux exigences des chargeurs. Le fractionnement des lots et les acheminements en flux tendus qui correspondent aux deux grandes tendances d'évolution de la logistique moderne, ont contribué à favoriser l'essor rapide du mode routier. Ce mode éprouve toute fois de plus en plus de difficultés à maintenir un très haut niveau de qualité. La saturation progressive des itinéraires routier et autoroutiers, la facture lourde des accidents mortels de la route , le degré élevé de pollution et de nuisance qui entache l'environnement ; laisse le mode routier toujours montré du doigt.

IL apparait donc, nécessaire de favoriser l'émergence de solutions alternatives, en particulier le transport par chemin de fer ainsi que le transport combiné Rail / Route dans l'objectif d'optimiser les qualités des modes routier et ferroviaire pour offrir un niveau de qualités conforme aux exigences des chargeurs tout en présentant des avantages indéniables pour la collectivité.

Je souhaite donc articuler mon propos autour de trois thèmes :

- Les avantages du transport ferroviaire et transport combiné.

  Pour l'environnement et la collective ;

■ La nécessité de mettre en œuvre un appui étatique pour soutenir le développement de ce mode.

■ L'implication indispensable des pouvoirs publics pour financer ce développement.

1- Les avantages du transport ferroviaire et combiné pour l'environnement et la Collectivité.

La pollution atmosphérique croissante, la limitation des ressources énergétiques, la croissance sans arrêt des accidents mortels, le coût élevé d'entretien des infrastructures routières , poussent beaucoup de chercheurs et d'associations de sociétés civiles à se pencher sur ce problème pour trouver les solutions les plus adéquates pour faire face à la croissance des trafics de marchandises.

Sans pour autant vous abreuver de chiffres sur les conséquences néfastes sur l'environnement du développement débridé du mode routier, permettez- moi tout de même de vous donner quelques éléments quantitatifs :

■ L'efficacité énergétique de transport ferroviaire, c'et à dire le nombre de tonnes-kilomètres nettes transportées sur un train entier (chargés à 1200 tonnes) avec une tonne Equivalent pétrole , est 2,5 fois plus importante que celle du transport routier (pour un maxicode avec une charge utile de 25 tonnes) ;

■ Le coût monétaire des effets externes (pollution, effet de serre) est selon de nombreux experts, plus de 100 fois supérieur pour la route que pour le transport ferroviaire ;

■ Consommation d'espace : la largeur moyenne d'une plateforme courante ferroviaire à double voie est au maximum de 15 mètres. Elle atteint 28 mètres pour une autoroute à deux fois deux voies et 55 mètres pour un canal fluvial à grand gabarit ;

■ Sécurité : une fois les chiffres ramenés au trafic respectif en tonnes-kilomètre de chacun des modes il apparaît que le transport routier a causé 38 fois plus de victimes que le transport ferroviaire dans les dernières années.

- pour la collectivité, je crois que le mode ferroviaire est donc, dans une très large mesure, celui qui présente le plus d'avantages. Pour les chargeurs, il n'en est malheureusement pas toujours de même. Pour les marchandises, le transport ferroviaire dit traditionnel s'appuie sur le train entier, qui achemine directement des installations de l'expéditeur vers celle du destinataire, de 800 à plus de 3000 tonnes pour les trais lourds est particulièrement performant. Mais il nécessite de la part du chargeur une capacité à massifier ses envois qui n'est pas possible dans tous les secteurs d'activité.

- Le transport par wagon isolés correspond mieux aux volumes de chargement du monde entier. Chaque jour il permet d'éviter que des milliers de camions qui circulent sur les routes avec les conséquences qui en découlent pour l'environnement. Mais il exige pour les clients non embranchés une ou deux ruptures de charges qui rendent son prix de revient difficilement compétitif par rapport à celui du mode routier.
- La meilleure alternative à la croissance des trafics routiers est donc le développement du mode combiné. Le transport combiné se positionne sur un marché des transports de type routier. Son domaine de prédilection correspond aux transports continentaux ou au transport de pré-et post-acheminement maritimes à longue distances. Or, le transport longue distance représente une part importante du bilan énergie/pollution du transport de marchandises. Le transport combiné apporte également des solutions à l'encombrement de maillons entiers des réseaux de transport et au franchissement de passages particuliers concentrant des problèmes de nuisances. C'est notamment le cas des zones urbaines et des zones écologiquement fragiles.
  Le transport combiné dégage d'importants avantages externes en matière de désengagement des routes, d'économie d'énergie fossile ou de sécurité.

2) Des investissements nécessaires pour le développement de ce mode

Le transport combiné qui utilise des infrastructures ferroviaires et routières, des chantiers Rail / Route et des matériels spécifiques est une activité à forte intensité capitalistique avec de longues durées d'amortissement.

Ces investissements doivent donc porter essentiellement sur les infrastructures, les chantiers de transport combiné, le matériel ferroviaires /ou routier.

En matière d'infrastructure ferroviaire, il convient de cibler les investissements sur :

- La capacité de ces infrastructures en supprimant notamment les goulets d'étranglement qui existent en particulier autour des grandes agglomérations ;

- La qualité de ces infrastructures : il convient par exemple de prévoir des gabarits plus généreux pour acheminer les conteneurs maritimes de la dernière génération, de mettre en œuvre une spécialisation fret pour certains axes majeurs, comme les axes de transit internationaux ou de desserte des ports maritimes.

Ces améliorations doivent permettre notamment de faire circuler des trains plus longs et plus lourds.

En matière de chantiers de transport combiné, les investissements doivent porter sur la création, dans les zones pertinentes, de nouveaux chantiers afin d'offrir un maillage performant des différents territoires nationaux. Ils doivent porter également sur la modernisation des chantiers existants : augmentation de leur capacité en rallongeant les voies et en améliorant l'interface rail/route par l'installation par exemple de portiques plus modernes et d'avantage automatisés…

Enfin les investissements sur le matériel routier et ferroviaire doivent porter, en particulier, sur l'interopérabilité des locomotives, la modernisation des wagons (frein automatique, Identification Automatique des Véhicules…), la construction de semi-remorques routières mieux adaptées…

3) L'implication indispensable des pouvoirs publics pour financer ce développement

Les pouvoirs publics ont, à mon avis, essentiellement deux rôles à jouer pour favoriser le développement du transport combiné.

Dans tous les pays, ils ont un rôle clé pour harmoniser les conditions de concurrence entre les modes, mettre en place une réglementation des transports qui tienne compte de l'impact de chaque mode sur l'environnement et surtout veiller à ce que cette réglementation soit effectivement appliquée, pour offrir au transport combiné des conditions de développement favorables. Les acteurs de la chaîne dégagent en effet, des capacités d'autofinancement suffisantes pour assurer la quasi-totalité des investissements nécessaires.

Au Maroc, compte tenu de la géographie, compte tenu du fait que le réseau ferroviaire s'est construit en fonction des exigences liées au transport de marchandises, et compte tenu des conditions de concurrence entre les modes, il est nécessaire que les pouvoirs publics s'impliquent financièrement.

Ce caractère pérenne de l'aide, tant en matière d'investissement qu'en matière de subvention au fonctionnement, est indispensable pour permettre aux acteurs de la chaîne d'avoir une

vision claire des enjeux et des potentiels et les inciter à s'engager de la manière ferme et résolue dans le développement du transport combiné.

Mais il est indispensable que les acteurs de la chaîne du transport combiné accompagnent cette implication des pouvoirs publics.

Ils doivent s'engager dans une forte amélioration de l'offre et préparer la mise en place de ce que nous appelons « le réseau d'avenir » du transport combiné. Il devient désormais indispensable de construire une véritable chaîne industrielle du combiné qui ne soit pas uniquement la juxtaposition de maillons nationaux, mais il doit aussi, prendre en considération les contraintes du transport international.

Conclusion

A l'heure actuelle, le problème réside dans la confrontation entre les intérêts économiques et écologiques, ainsi que dans le fait qu'il faudra freiner certaines activités et leur trouver des substituent lorsque plusieurs alternatives à une activité donnée se présentent, ce sera l'option la plus susceptible de contribuer à la continuité de la vie qui devra être choisie.

Le transport doit être préservé en ce qu'il constitue un élément vital de nos existences, mais il y aura lieu de se tourner vers les modes de transport qui sont les moins préjudiciables à la vie, les moins polluants, qui consomment le moins de ressources naturelles possible et produisent la qualité de dechets moindre, les investissements devraient être canalisés vers ces modes de transport pour le plus grand bénéfice des collectivités à travers le monde.

La politique en faveur d'un accroissement du transport de masse devrait se traduire au départ par des investissements dans l'infrastructure et le matériel roulant destinés à renverser la tendance actuelle qui consiste à privilégier le transport routier.

Antenne à Résonateur Diélectrique Rectangulaire pour les applications WiMax et WLAN

Achraf Jaoujal, Noura Aknin, Ahmed El Moussaoui

Laboratoire Systèmes d'Informations et de Télécommunications (LaSIT)

Faculté des sciences, Tétouan, Université Abdelmalek Essaadi, Maroc
jaoujal.ac@gmail.com; aknin@uae.ma; elmoussaoui@uae.ma

Abstract: In this work, we present a dual-band rectangular DRA using the strip-feed method for WiMax and 5 GHz WLAN applications. The proposed antenna is composed of small ceramic dielectric. In order to achieve our goals, we have placed at the DRA back face a strip identical to the strip feed. The measured bandwidth and maximum radiation gain are 2.80 at and 5,02 at 5,40 GHz.

Keywords: Dielectric Resonator Antenna, WiMax, VLAN.

1. Introducción.

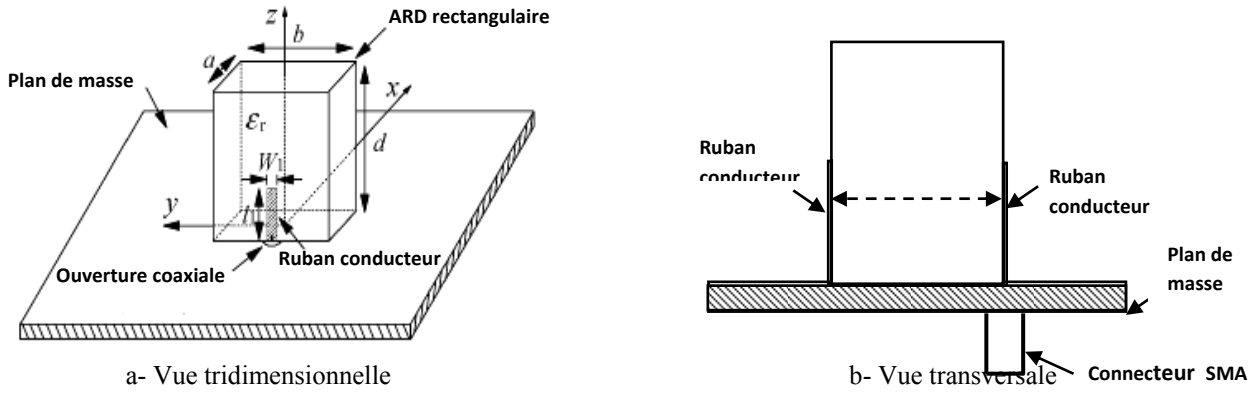
L'augmentation continue et importante des débits pour les applications telles que les communications sans fils, les réseaux mobiles et le multimédia par satellite, nécessite des antennes à bande de plus en plus large. Plusieurs technologies sont développées pour répondre à ce besoin. L'antenne à résonateur diélectrique (ARD) est l'une de ces solutions technologiques, qui a été proposé par la première fois par le professeur S. A. Long en 1983 [1]. Cette antenne fournit des caractéristiques particulièrement intéressantes comme le faible encombrement assuré par des formes diverses, une grande facilité d'adaptation expérimentale, une bande passante relativement élevée et une grande efficacité de rayonnement grâce à l'absence de pertes par conduction en comparaison aux antennes imprimées [2], et par conséquence l'efficacité de radiation (supérieur à 98%)[5]. Les performances du diagramme de rayonnement et la directivité de l'antenne sont supérieurs à celle d'une antenne patch pour les mêmes fréquences millimétriques [6] ou micro ondes [7]. De même plusieurs diagrammes de rayonnement associés à divers modes résonnants peuvent êtres excités grâce aux techniques classiques (lignes, sondes, fentes…).

Dans ce contexte, nous présentons les résultats obtenus pour une antenne à résonateur diélectrique rectangulaire constituée par l'Al2O3 dont la constante diélectrique relative εr=9.8, et excitée à l'aide d'un réseau d'alimentation composé d'une sonde coaxiale connectée à un ruban métallique [3]. Comme résultat, ce travail présent les caractéristiques d'une nouvelle antenne à double bande opérant à 2,83 GHz (2.80 - 2.87 GHz) et à 5,21 GHz (5,02- 5,40 GHz) avec un gain important, plus de 8 dBi.

2. Configuration de l'antenne.

La géométrie de l'antenne étudiée est donnée par la Fig. 1. Cette antenne est de dimensions a = 14,3 mm selon l'axe des x, b = 20 mm selon l'axe des y, d = 11 mm selon l'axe des z et la

constante diélectrique est $\varepsilon_r = 9.8$ (Al2O3). Le ruban d'alimentation a une longueur $l_1 = 10$mm et l'épaisseur $W_1 = 0.9$ mm et il est placé verticalement dans la face frontale de l'ARD. Celui-ci est posé sur un plan de masse de dimensions 80x80 mm^2. Pour atteindre notre objectif, nous avons placé dans le centre de la face arrière de l'ARD un ruban identique au ruban d'alimentation.



a- Vue tridimensionnelle b- Vue transversale

Fig 1 : Géométrie de l'antenne à résonateur diélectrique

L'antenne étudiée est simulée avec deux simulateurs différents, le CST et le HFSS. La figure 2 illustre la variation du coefficient de réflexion en fonction de la fréquence. Nous constatons que deux bandes d'opération sont à retenir : 2.80 - 2.87 GHz et 5,02- 5,40 GHz (VSWR < 2). Cette antenne peut très intégrer les technologies WiMax et WLAN.

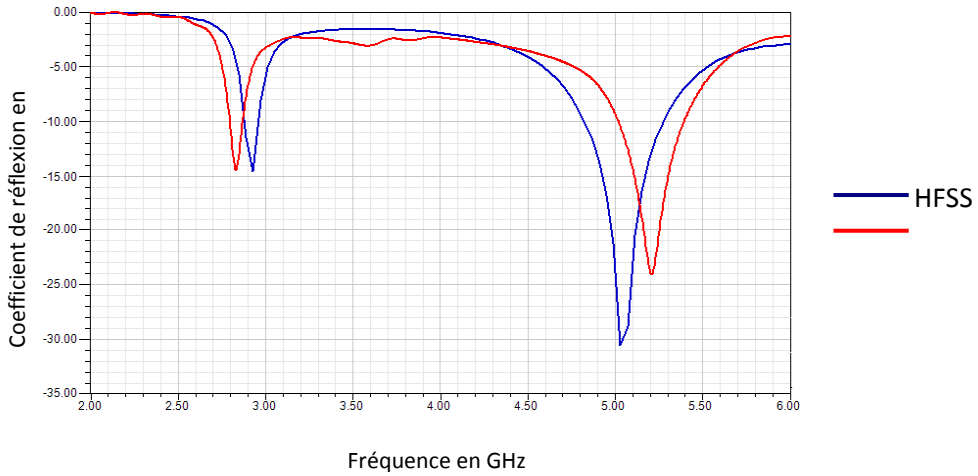


Fig 2 : Coefficient de réflexion de l'ARD

Les diagrammes de rayonnement dans les plans x-y, y-z et x-z sont représentés par les figures 3 et 4 pour les fréquences 2,83 et 5,21 GHz respectivement. Ces figures montrent les diagrammes de rayonnement pour les fréquences 2,83 et 5,21 GHz dans le plan x-y Ces diagrammes sont très proches de celle d'une antenne monopole, tandis que dans les plans y-z et x-z les diagrammes de rayonnement sont directionnels.

Les gains maximaux simulés sont 8.24 dBi pour 2,83 GHz et 9,60 dBi pour 5,21 GHz respectivement, et une largeur de bande de 9,77%.

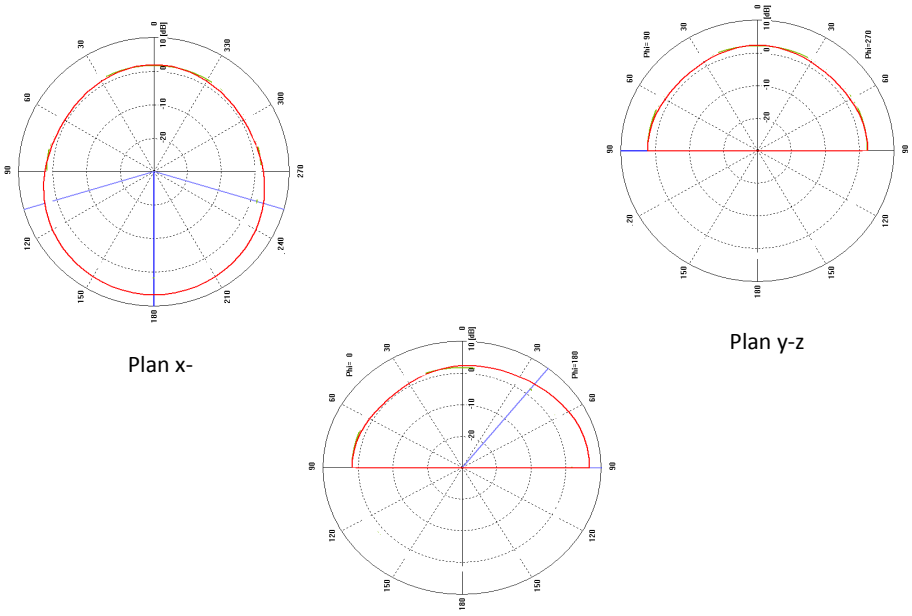


Fig. 3 Diagrammes de rayonnement de l'antenne étudiée à 2.83 GHz

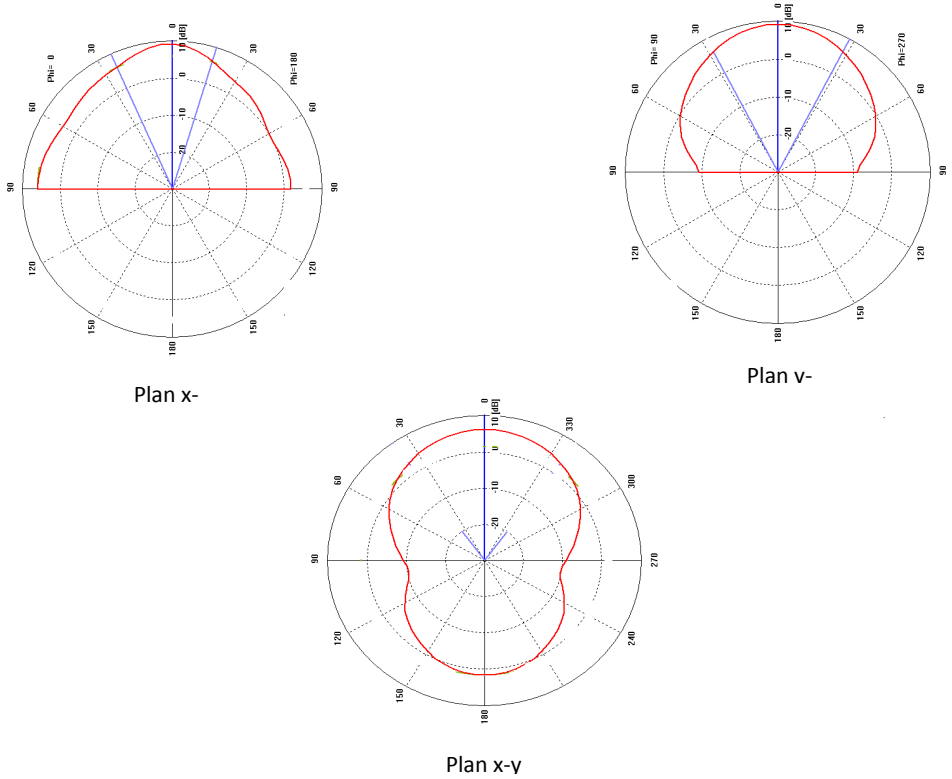


Fig. 4 Diagrammes de rayonnement de l'antenne étudiée à 5,21 GHz

3. Conclusion

Dans ce papier, nous proposons une ARD rectangulaire simple et compact, alimentée par un simple réseau d'alimentation appelé « strip-fed method » pour les applications WiMax et WLAN. Nous avons montré que cette antenne a deux bandes de fréquence 2.80 - 2.87 GHz et 5,02- 5,40 GHz (VSWR < 1.5) et de largueur de bande de 9,77%. Les gains maximaux de radiation obtenus sont 8.24 dBi pour 2,83 GHz et 9,60 dBi pour 5,21 GH

References

[1] S. A. Long, M.W. McAllister, and L. C. Shen, "The resonant cylindrical dielectric cavity antenna," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 31, no.5, pp. 406–412, May 1983.

[2] A. Kishk, "Experimental Study of Broadband Embedded Dielectric Resonator Antennas Excited by Narrow Slot", IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, VOL. 4, 2005.

[3] B. Li and K. Wa Leung, "Strip-Fed Rectangular Dielectric Resonator Antennas With/Without a Parasitic Patch", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. 53, NO. 7, JULY 2005.

[4] Jung-Ick Moon and Seong-Ook Park "Small Chip Antenna for 2.4/5.8-GHz Dual ISM-Band Applications", IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, VOL. 2, 2003.

[5] R. K. Mongia, A. Ittipiboon, M. Cuhaci, "Measurement of Radiation Efficiency of Dielectric Resonator", IEEE Microwave and Guided Wave, Letters, Vol 4, No 3, pp 80-82, March 1994.

[6] Q. Lai, Georgios Almpanis, Christophe Fumeaux, Hansruedi Benedickter, and Ruediger Vahldieck, "Comparison of the Radiation Efficiency for the Dielectric Resonator Antenna and the Microstrip Antenna at Ka Band", IEEE Transactions On Antennas And Propagation, VOL. 56, NO. 11, pp. 3589-3592, November 2008.

[7] Drossos, G.; Wu, Z.; Davis, L.E.; "A comparative study of circular microstrip and cylindrical dielectric resonator antennas", Antennas and Propagation, Tenth International Conference on (Conf. Publ. No. 436), Volume 1, 14-17, Page(s):38 - 42 vol.1, April 1997.

Conception d'une antenne microruban non-uniforme à ondes de fuite

Nahid Bentaibi Manal Lagziri et Mohamed Boussouis
Dpt. De physique ; Faculté des sciences ; Université Abdelmalek Essaadi
Tétouan ; Maroc

nahid.bentaibi@gmail.com lagziri.manal@gmail.com

Abstract. In the last few years, the dielectric leaky-wave structures have been used widely in the printed antennas. Nowadays, studies are devoted to improve the characteristics of antennas and reduce the secondary lobes. The work presented in this paper focused on the study of non–uniform leaky-wave antenna design via CST.

Keywords: Antenne à onde de fuite; non-uniforme ; périodicité.

1. Introduction.

Récemment, de nouvelles structures périodiques ont été mises en œuvre afin d'améliorer les performances des antennes. Ces structures peuvent trouver de nombreuses applications telles que les réseaux locaux sans fil ou les communications à grande précision (Radar et Satellites) qui deviennent très exigeantes en termes de gain et directivité de l'antenne. En théorie la directivité de l'antenne peut être aussi grande que l'on souhaite, par contre la superdirectivité conduit à une bande passante faible due à l'augmentation des pertes dans l'arborescence d'alimentation. Ceci fait appel aux antennes à onde de fuite qui pallient à cet inconvénient en présentant en même temps plusieurs intérêts parmi lesquels on peut mentionner : la géométrie simple ; le profil bas ; la facilité de réalisation ; le faible coût…

Notre étude s'est focalisée principalement sur l'amélioration des performances d'une antenne à onde de fuite. Pour cela on s'est intéressé à l'étude et la conception d'une nouvelle antenne microruban non-uniforme à ondes de fuite, ceci a permis le contrôle de la propagation de l'onde et par conséquent on a obtenu une antenne directive et bien adaptée.

2. Objectif.

L'antenne diélectrique à onde de fuite est une antenne dont les éléments linéaires sont excités par une onde de surface, se propageant le long du barreau diélectrique. Cette structure peut avoir ses éléments constitués de ruban métalliques fins, disposés sur un barreau diélectrique de section droite rectangulaire ou un guide d'onde rectangulaires avec une ouverture [1][2].

Dans ce document on s'est fixé comme but l'étude d'une antenne à onde de fuite non-uniforme formée d'un substrat diélectrique sur lequel on a intègre des plaques métalliques non-uniforme.

3. Résultats et Discussions

Dans un premier temps, nous avons abordé l'étude d'une antenne constituée d'un substrat diélectrique sur lequel on a imprimé des plaques métalliques uniforme installés périodiquement. Cette dernière se caractérise par une longueur de 75mm ; largeur de 3 mm la hauteur de substrat diélectrique est 1.5784 mm; la largeur des plaques W=1.5mm ; la hauteur est 3mm et la permittivité du guide est de 2.33 avec N =29 (nombres des plaques).

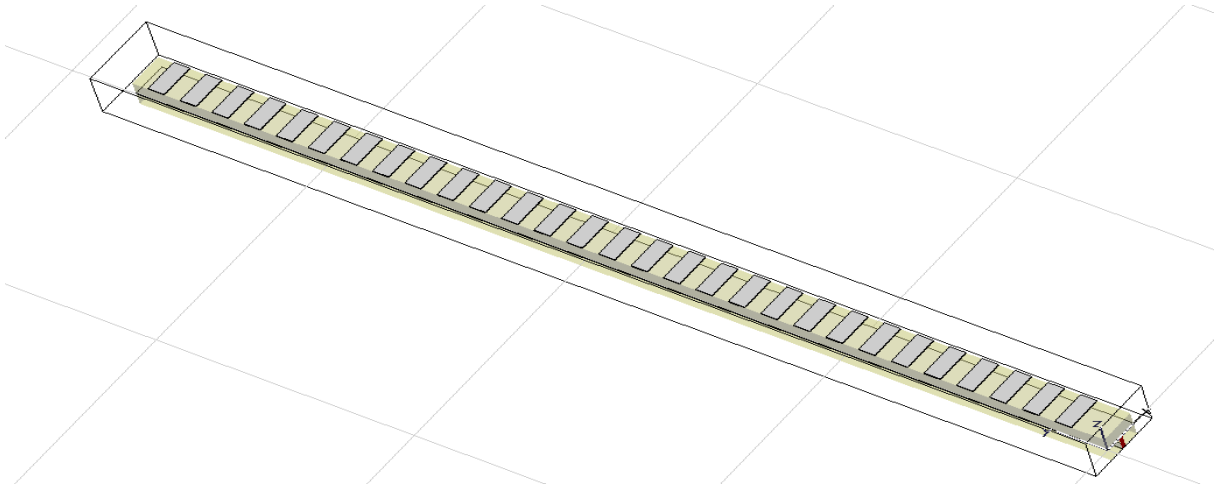


Fig 1 : Antenne microruban uniforme à onde de fuite.

On a fait l'extraction de coefficient S11 ainsi que le diagramme de rayonnement (fig 2), on a obtenu plusieurs bandes de fréquences à cause de la naissance de différents modes de fuite d'ordre supérieure [3]. Le gain de l'antenne atteint 13 dB (fig : 3) et l'angle d'ouverture est presque égal à 8.6 degré.

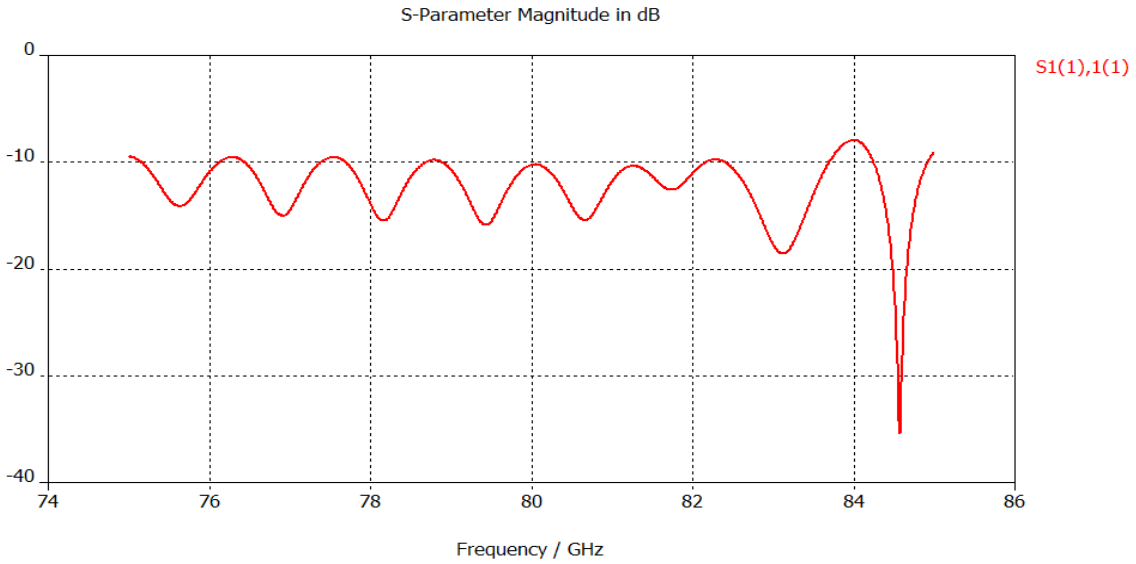


Fig 2 : Coefficient S11 d'une antenne microruban uniforme à onde de fuite en fonction de la fréquence.

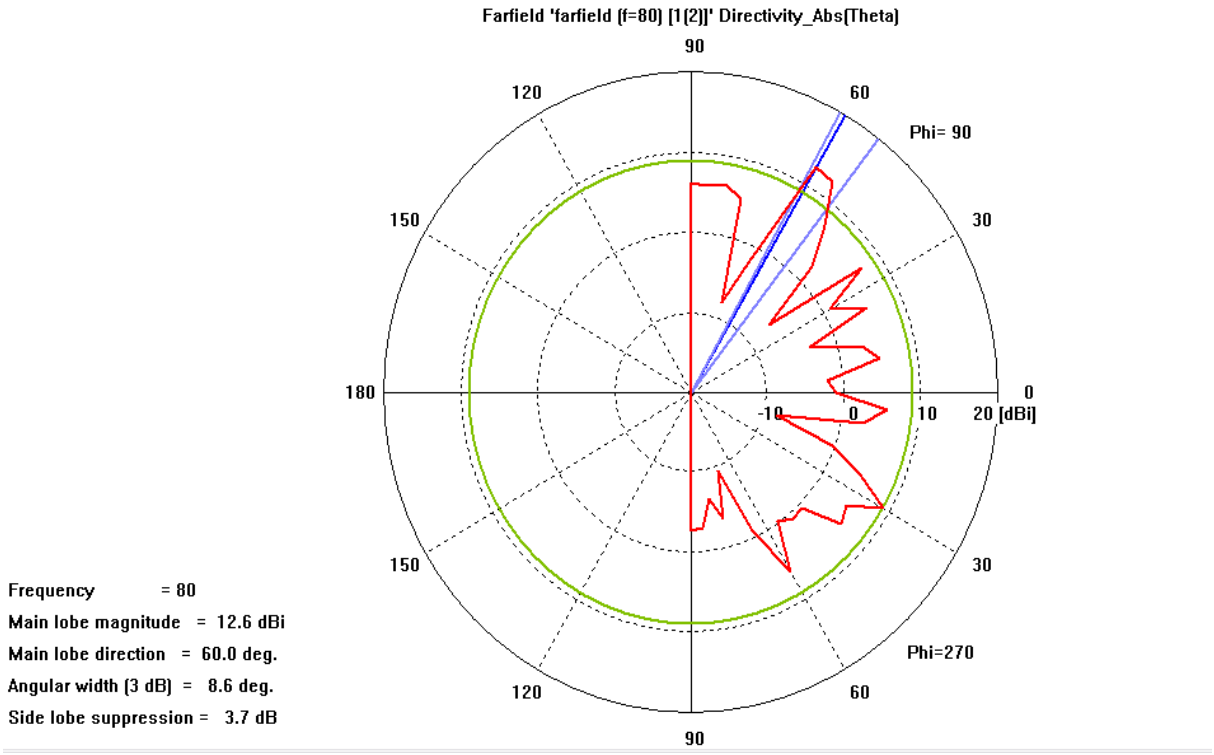


Fig 3: le gain d'une antenne microruban à onde de fuite sans les structures périodiques

Dans une seconde étape, nous avons modifié la forme des structures périodiques afin de constituer une nouvelle antenne uniforme à onde de fuite [4] (fig 4). Ces structures périodiques ont pour but la minimisation des rayonnements non souhaitables car elles se comportent comme un filtre (bandes passante et bande interdite).

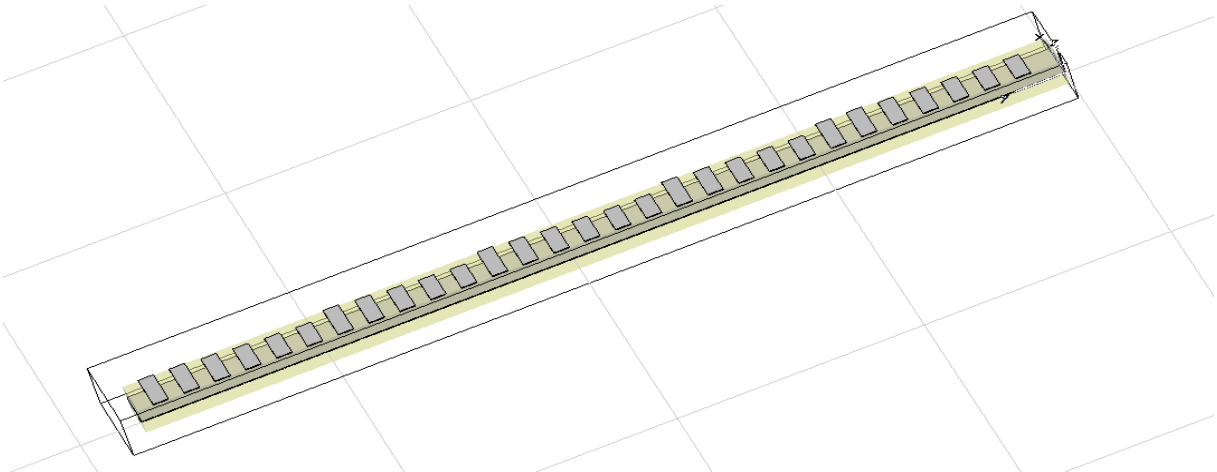


Fig 4 : Antenne microruban non uniforme à onde de fuite.

Le coefficient S11 est donnée par :

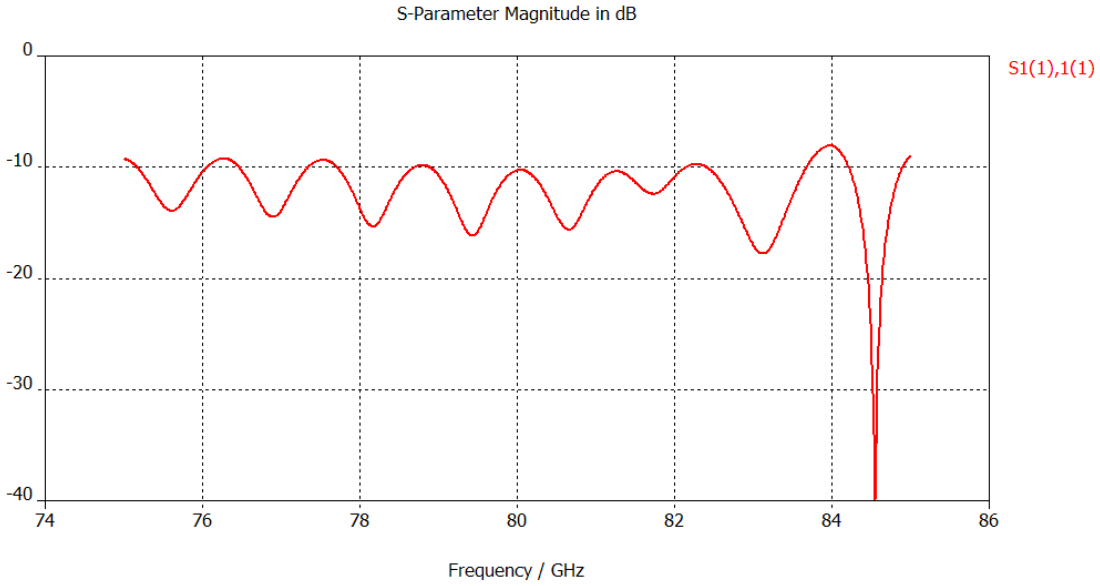


Fig 5 : Coefficient S11 d'une antenne microruban non uniforme à onde de fuite en fonction de la fréquence.

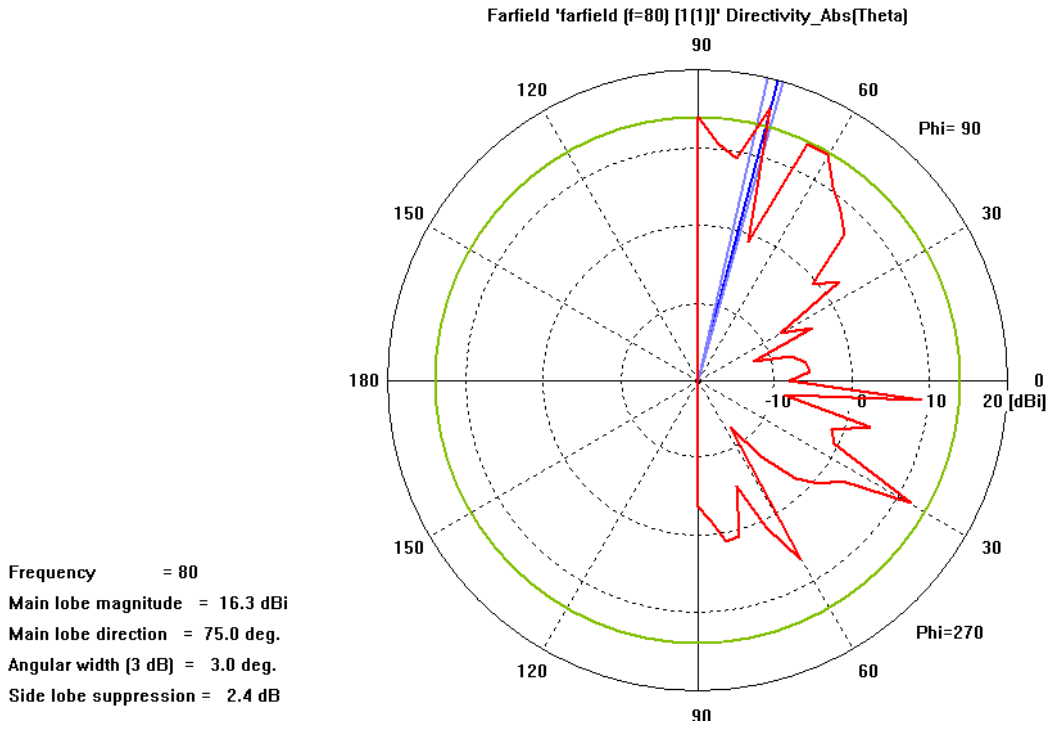


Fig 6: le gain d'une antenne microruban à onde de fuite sans les structures périodiques.

Le diagramme de rayonnement de l'antenne est représenté sur la figure 6. Le gain atteint 17 dB et l'angle d'ouverture est égal à 2. degré. De lors l'application des structures périodiques non

uniformes sur une antenne à onde de fuite a augmentée le gain et a minimisée l'angle d'ouverture[5]. Par conséquent l'antenne est devenue plus directives.

4. Conclusion.

Nous avons élaboré une étude sur une nouvelle structure périodique connue sous le nom d'une antenne non-uniforme à onde de fuite, ce qui permet un contrôle de la propagation de l'onde et par conséquent l'obtention d'une antenne directive bien adaptée. De cela on peut déduire qu'une antenne non-uniforme à onde de fuite est l'un des différents types d'antennes qui ouvrent l'ère des communications WLAN et satellitaires plus puissantes et moins coûteuses.

REFERENCES :

[1] C.A Balanis, ''Antenna Theory: Analysis and Design'', John Wiley and son; 1997.
[2] Min Chen ; Bijan Houshmand ; Tatsuo Itoh ''FDTD Analysis of a Metal-Strip-Loaded Dielectric Leaky-Wave Antenna" IEEE Transactions on antennas and propagation; vol 45; 8,August 1997.
[3] M.Ghomi ; Amalric and H.Baudrand '' Radiation Characteristics of uniform and Nonuniform Dielectric Leaky-wave Antenna''.
[4] Ching-Chyan Lin ''A Dual-Beam Micro-CPW Leaky-Mode Antenna'' IEEE Transactions on antennas and propagation; vol 45; 8, February 2000.
[5] T.N. Trinh, R. Mittra R.J.Paletra '' Horn image-guide leaky-wave antenna'' IEEE Trans. Microwave Theory and Tech, vol.MTT-29, PP.1310-1314, Dec. 1981.

Paramètre Influençant la translation de la BP de l'antenne Patch

Touh Ahmed Mohamed Salm, Hajraoui Abderrahmane

Equipe Système de communication
Faculté des sciences BP : 2121 Tétouan
E-mail : ab_hajraoui@hotmail.com
touhahmed@gmail.com

Abstract: In this paper, we present a patch antenna for application in 3G. This antenna is fed by a coaxial probe, Using several simulation tests, The effect of the permittivité on the bandwidth of the antenna is studied.

1. Introduction:

Les antennes patchs sont largement utilisées dans les applications micro-ondes. La qualité de leur technologie quantifie leur performance (efficacité, largeur de bande, diagramme de rayonnement,…), leur popularité en étant très utilisés et leur faible coût en étant accessibles à des prix compétitifs. En effet, le type de substrat dans chacune de ces antennes influence énormément ces critères [1]. Dans cet article, nous présentons une antenne patch pour l'application en 3G. Cette antenne est alimentée par une sonde coaxiale. A l'aide de plusieurs essais de simulation, nous avons montré l'évolution de son coefficient de réflexion Γ ou de paramètre S_{11} obtenue pour différentes valeurs de la permittivité du son substrat et montrant la translation possible de la bande passante de cette antenne.

2. Présentation

La géométrie de l'antenne étudiée dans ce travail est illustrée sur la figure 1. Il s'agit d'une antenne patch (3cm×10cm) alimentée par une sonde coaxiale (le rayon du coaxial est de 0.16 cm). L'influence de la permittivité relative ε_r de ce substrat est traduite sur l'évolution de coefficient de réflexion de cette antenne. La figure suivante montre sa géométrie:

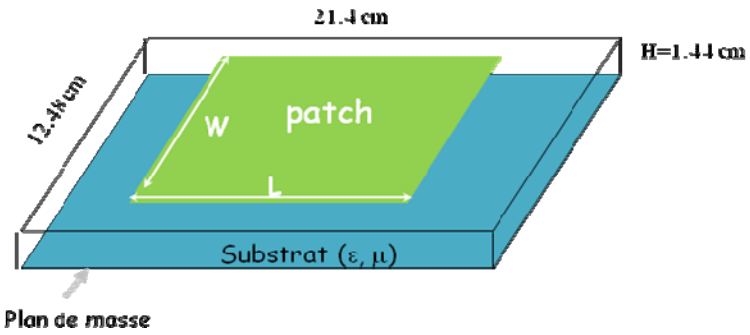


Figure1 : Géométrie de l'antenne étudiée

3. Relation de la Permittivité avec la Fréquence :

D'après les études théoriques faites pour les antennes patch, on montre les expressions ci-dessous [2], de la fréquence de résonance f_0 et les dimensions de patch (L, W) :

$$f_0 = \frac{C}{2(L + 2\Delta L)\sqrt{\varepsilon_{reff}}} \quad (1) \qquad W = \frac{Cm/s}{2f_0\sqrt{\frac{(\varepsilon_r+1)}{2}}} \quad (2)$$

$$L = \frac{C}{2f_0\sqrt{\varepsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (3) \qquad \Delta L = 0.412h\frac{(\varepsilon_{eff}+0.3)\left(\frac{W}{h}+0.264\right)}{(\varepsilon_{eff}-0.258)\left(\frac{W}{h}+0.8\right)} \quad (4)$$

4. Conception et Simulation

4.1. Logiciel de simulation :

Le logiciel de simulation utilisé pour tracer, simuler et prévoir les caractéristiques de l'antenne patch est appelé: CST microwave studio (**Computer Simulation Technology)** [3]. Il permet de présenter les valeurs de gain, la directivité et le diagramme de rayonnement en deux et 3 dimensions.

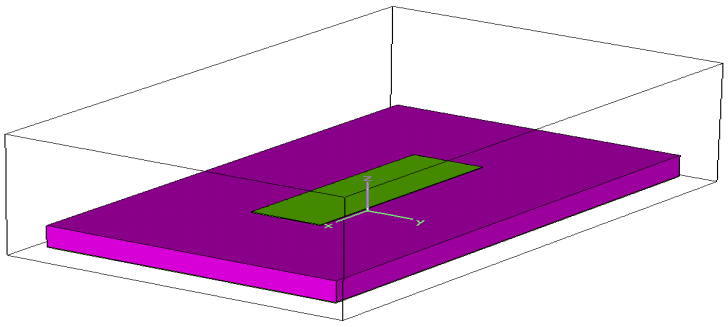


Figure2 : le dessin de l'antenne par CST

4.2. Résultat :

4.2.1 coefficien de reflexión S11

Pour la pérmittivité ε_r =2.2, nous présentons le coefficient de réflexion S11 en utilisant les logicielles HFSS et CST ;

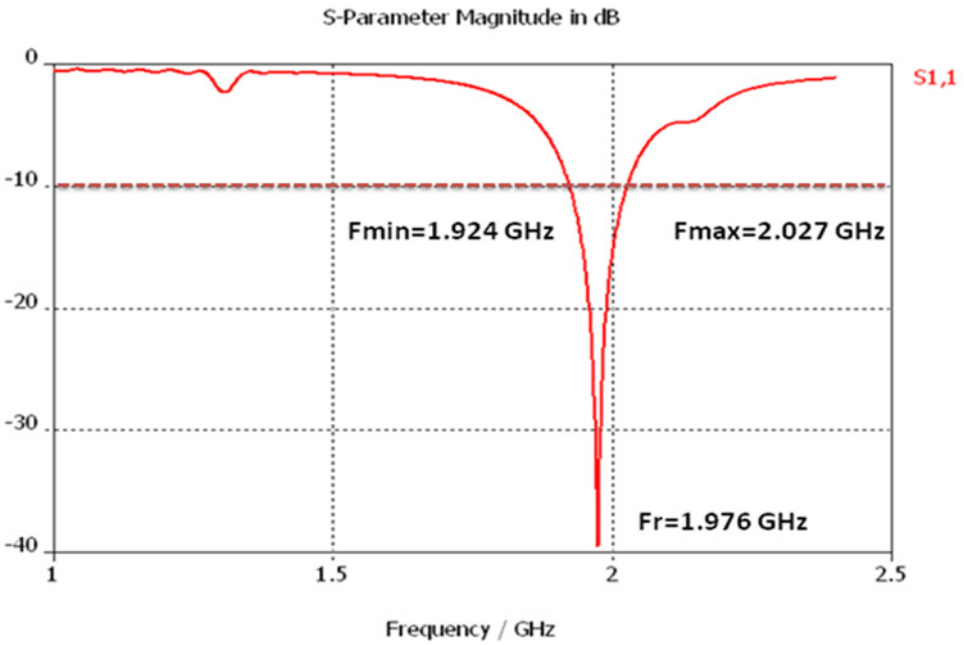


Figure3 : S11 en fonction de fréquence pour ε_r=2.2 par CST

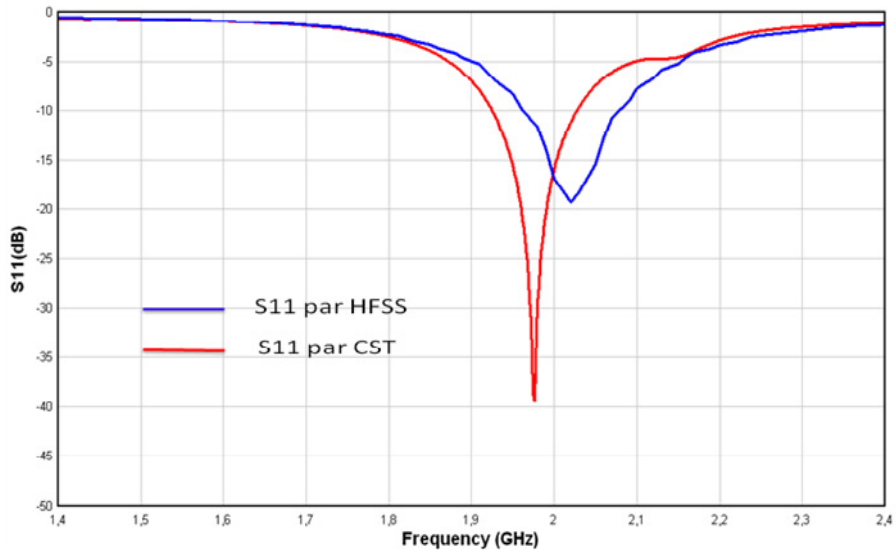


Figure4 : comparaison de S11 par CST et HFSS

Lorsque nous modifions la permittivité du substrat nous constatons une variation sur la fréquence de résonance et la bande passante de l'antenne comme le montre la figure3:

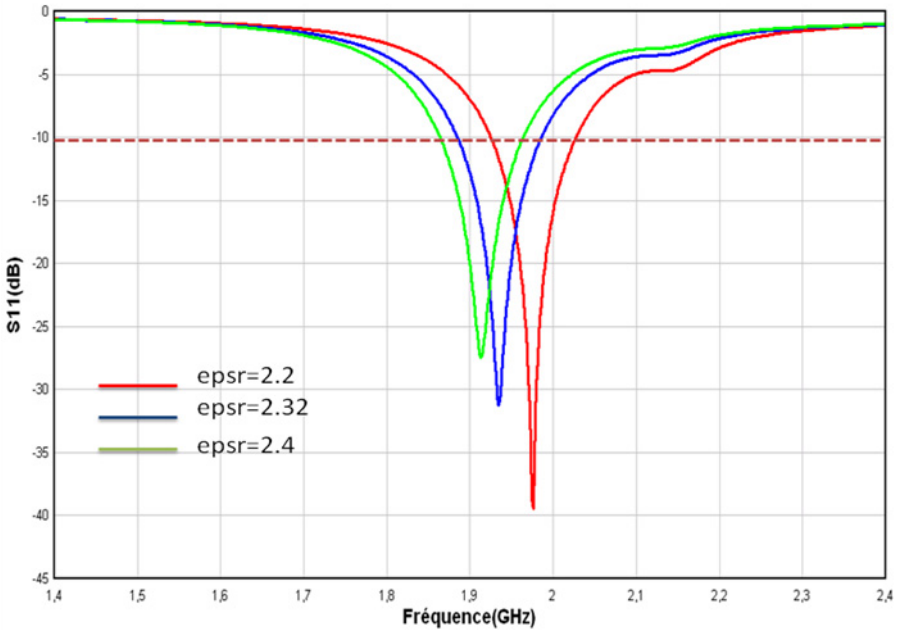


Figure7 : S_{11} en variant la permittivité

A partir de cette courbe nous en déduisons les résultats présentés sur la table suivante :

ε_r	Substrat	Fr (MHz)	Fmin	Fmax	BP (MHz)
2.4	Neltec NX9240 ™	1914	1863	1963	100.82
2.32	Polyflon polyguide ™	1934	1885	1986	101
2.2	Rogers RT Rogers RT/duroid 5880 ™	1973	1924	2027	103

Table1 : BP en fonction de ε_r

Cette table montre l'influence de la permittivité du substrat sur fréquence de résonance et la bande passante de l'antenne patch ; en effet, plus la parmittivité relative du substrat diminue plus que la fréquence de resonance augmente et plus que la bande passante s'élargit .

4.2.2 Diagramme de rayonnement et le gain **:**

Nous présentons les plans Phi=0° et Phi=90° des diagrammes de rayonnement simulés par le logiciel CST, où l'antenne est positionnée dans le plan xy du repère cartésien (figure 8).
Nous constatons le rayonnement de l'antenne Dans les deux planes (Phi=0° et Phi=90°) est Quasiment omnidirectionnelle.

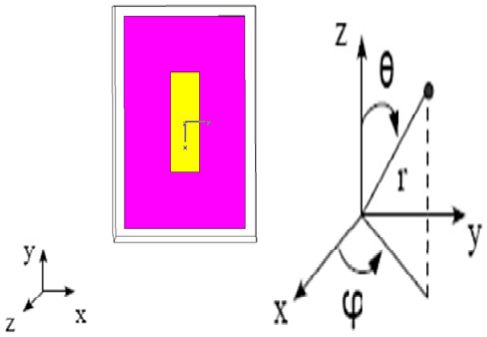


Figure 8 : Positon de l'antenne pour les simulations des diagrammes de rayonnement.

Le gain de l'antenne étudié est présenté dans la figure 9, les valeurs de gain à la fréquence de résonance pour ε_r=2.2 , 2.32, 2.4 sont (en dB) respectivement : 6.727 , 6.704, 6.593, alors le gain est varie inversement avec la permittivité.

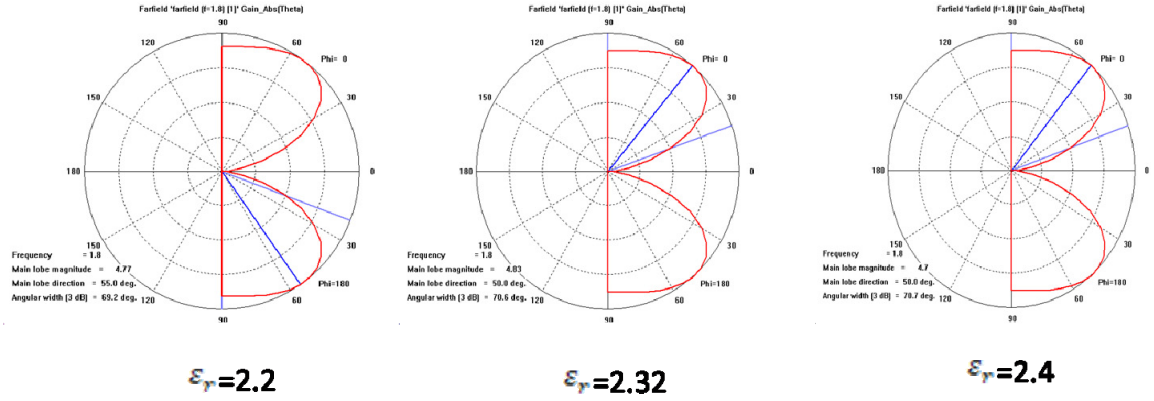


Figure5 : DDR en 3D à f=1.8 GHz e φ=0 H-plane pour différent ε_r

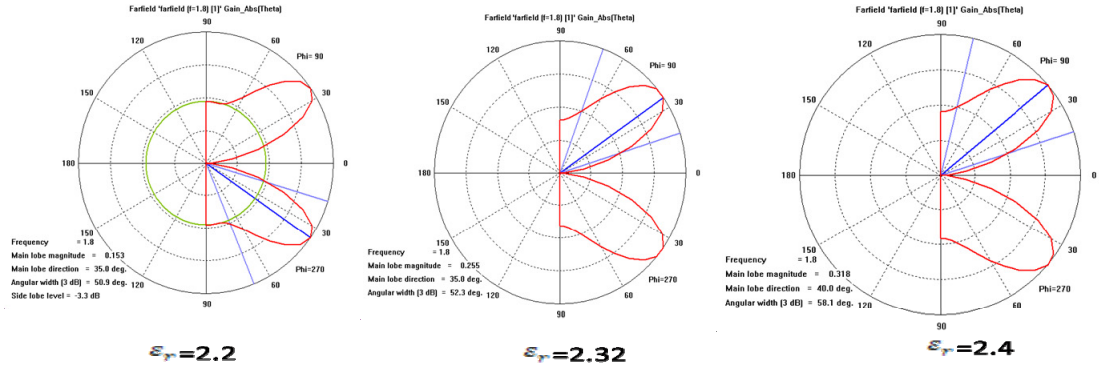


Figure5 : DDR en 3D à f=1.8 GHz e φ=90 E-plane pour différent ε_r

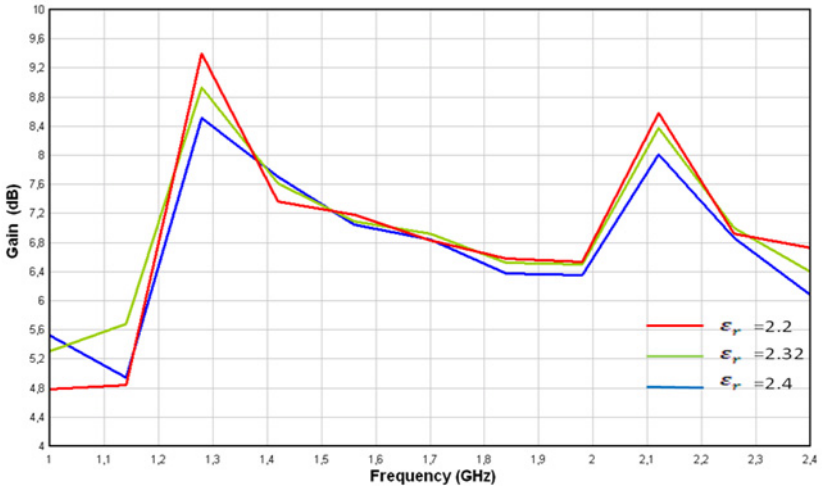


Figure6 : le gain en foncion de fréquence

5. Conclusion :

La fréquence de résonance et la bande passante de l'antenne dépendent des dimensions de son patch, de la hauteur de son substrat et de la permittivité relative de ce substrat.
Après simulation avec les logiciels CST et HFSS, nous avons constaté que la variation de la permittivité relative ε_r de substrat de cette antenne translate sa fréquence de résonance donc sa bande passante. En effet, la diminution de ε_r augmente la fréquence de résonance malgré un léger rétrécissement de la bande passante.

Référence :

1. M.A. Matin, B.S. Sharif and C.C. Tsimenidis Microstrip "patch antenna with matching slots for UWB communications" • *AEU -International Journal of Electronics and Communications*, In Press, Corrected Proof, Available online 29 March 2006
2. K. Alameddine, S. Abou Chahine, M. Rammal and Z.Osman*"Wideband patch antennas for mobile communications"AEU - International Journal of Electronics and Communications*, In Press, Corrected Proof, Availableonline 15 December 2005.
3. www.cst.com

Modélisation Neuronal non Linéaire Pour la Conception des Systèmes de Télécommunication

M. Lagziri, N. Bentaibi, M. Boussouis

Dpt. de physique, Université Abdelmalek Essaâdi

B.P. 2121. Tétouan, Maroc, lagziri.manal@gmail.com

Abstract. The design of telecommunication Systems is a hierarchical process involving the use of large sit of simulation tools and relying on appropriate modelling of system elements in order to obtain in the first time the good fabrication. The possible application of neural networks to the modelling of large signal nonlinear behaviour of transistors for circuits such as oscillators for system design purpose.

Keywords: Telecommunications system, neural network, nonlinear modelling.

1. Introduction.

Ces dernières années, l'état de déroulement des nouveaux services sans fil est devenu incontrôlable. Aujourd'hui, le nombre mondial des standards et les services sans fil est vraiment étonnant. Un désir a surgi dans l'industrie sans fil pour concevoir des équipements suffisamment flexibles pour être programmés à s'adapter immédiatement à des nouvelles standards fonctionnant dans des nouvelles allocations de fréquences en se servant du spectre libre en marché. L'équipement de génération de fréquence tel que l'oscillateur doit répondre à ses besoins.

Les oscillateurs ont été souvent considérés comme un art noir dans une industrie qui a eu de longues années de réputation dans ce trou. Maintenant il existe des outils modernes permettent non seulement à un oscillateur d'être analysé dans sa partie non linéaire, mais aussi de modéliser le bruit en tant qu'élément dans le processus de conception.

2. Algorithme d'Equilibrage Harmonique (EH) et le Réseau de Neurone Artificiel (RNA).

Dans la simulation non linéaire l'emploie de l'algorithme de EH et RNA est une technique réputée pour avoir un bon compromis entre le temps de simulation et la précision des calculs.

2.1. Principe de l'Equilibrage Harmonique.

La méthode d'EH est une méthode intermédiaire entre les méthodes temporelles et fréquentielles. Elle exploite les avantages de chacun des deux méthodes. Le circuit initial est décomposé en deux sous circuits comme l'illustre la figure (1). L'un linéaire, est analysé dans le domaine fréquentiel. Il permet ainsi de prendre en compte les éléments linéaires définis dans le domaine fréquentiel. L'autre regroupe les éléments non linéaires modélisés dans le domaine temporel.

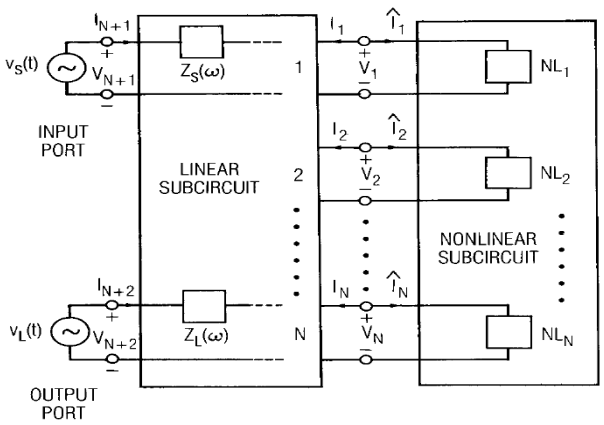


Figure 1 : illustration présentant la méthode d'équilibrage harmonique.

La résolution de ce système est obtenue par un procédé itératif consistant à comparer les réponses de chacun des deux sous circuits analysés dans leurs domaines respectifs, ceci à l'aide de la TF [1, 2, 3].

L'arrêt du processus itératif est déterminé par la fonction F(V) qui tend à réduire l'écart entre les solutions obtenues pour chacun des sous circuits.

$$F(V) = I_S + Y_{N\times N}V + j\Omega Q + I_G \tag{1}$$

$$F(V,P) = I_S(P) + Y_{N\times N}(P)V + j\Omega Q + I_G \tag{2}$$

F(V) appelé le vecteur de courant d'erreur qui représente la différence entre les courants linéaires et les courants non linéaires à chaque port et à chaque harmonique pour un vecteur solution d'essai V.

Une autre approche est d'employer un ou plusieurs paramètres de circuit comme variable, avec les tensions harmoniques à travers les éléments non linéaire la fonction de courant d'erreur devient F(V,P) selon l'équation (2).

2.2. Principe de la méthode de Réseau de Neurone Artificiel (RNA).

Les RNA peuvent être regardés comme des modèles non linéaires paramétriques possédant des propriétés d'approximation universelle. Pour résoudre (modéliser) un problème

à l'aide de RNA, il est indispensable de trouver une architecture adéquate du réseau et des valeurs optimales pour les poids de connexions à l'aide de la rétropropagation du gradient.

a) Algorithme de rétropropagation : C'est un processus stochastique basé sur le principe de la descente la plus profonde du gradient [4, 5, 6] où les poids du RNA sont remis à jour suivant la direction du gradient négatif dans l'espace des poids. Les formules de mise à jour sont comme suit:

$$\Delta w_{now} = w_{next} - w_{now} = -\eta \frac{\partial E_{Tr}}{\partial w}|_{w=w_{now}} \tag{3}$$

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k \in T_r} \sum_{j=1}^{m} (y_j (x_k , w) - d_{jk})^2 \tag{4}$$

Où η est le taux d'apprentissage.

E : l'erreur entre la sortie du réseau et la sortie désirée d_k

d_{jk} : Le $j^{éme}$ élément de d_{jk}

$y_j(x_k, w)$: La $j^{éme}$ sortie du RNA pour x_k

Tr : Ensemble des données d'apprentissage.

m : nombre de neurones de sortie.

3. Modélisation Non Linéaire d'un oscillateur à fréquence fixe à l'aide des Réseaux de Neurones Artificiels (RNA).

a) Simulation linéaire

La première étape de la simulation consiste à choisir un transistor qui présente une résistance négative à ses bornes lorsqu'une rétroaction est introduite entre deux de ses bornes pour engendrer une instabilité à la fréquence désirée f0. L'instabilité se mesure par le facteur de stabilité k est et calculé à partir des paramètres S à deux accès du transistor.

$$k = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|}$$
$$\Delta = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} \tag{5}$$

Le transistor choisi est de type MESFET –NEC NE71300 en raison de son excellente propriété de faible bruit et un gain fortement associé pour les applications en bande K. pour ce dispositif la longueur de grille est 0.3µm et sa largeur est 280µm a un facteur de stabilité k = 0.16 faible à la fréquence d'opération f0=2GHz, tout en présentant un gain maximal (Gmax=21dB) à cette même fréquence, après il faut lui appliquer une rétroaction de façon à ce qu'il soit instable à f0 et ensuite concevoir le résonateur pour que l'impédance vu par le transistor soit dans une région instable.

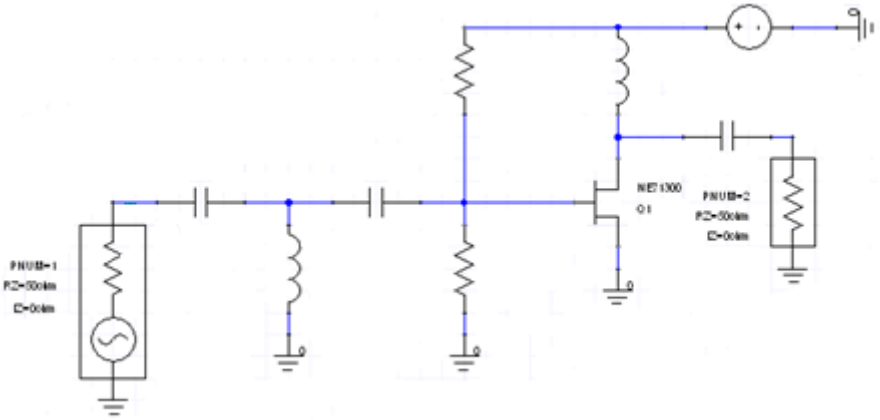


Figure.2. oscillateur à base du transistor MESFET

b) Simulation non linéaire

L'analyse par l'EH prédit ainsi une fréquence d'oscillation de 2 GHz pour une puissance 5.82dBm. L'harmonique 2 affiche une puissance de -25,89dBm, ce qui la situe à environ 31.71dBc du fondamentale (Figure 3)

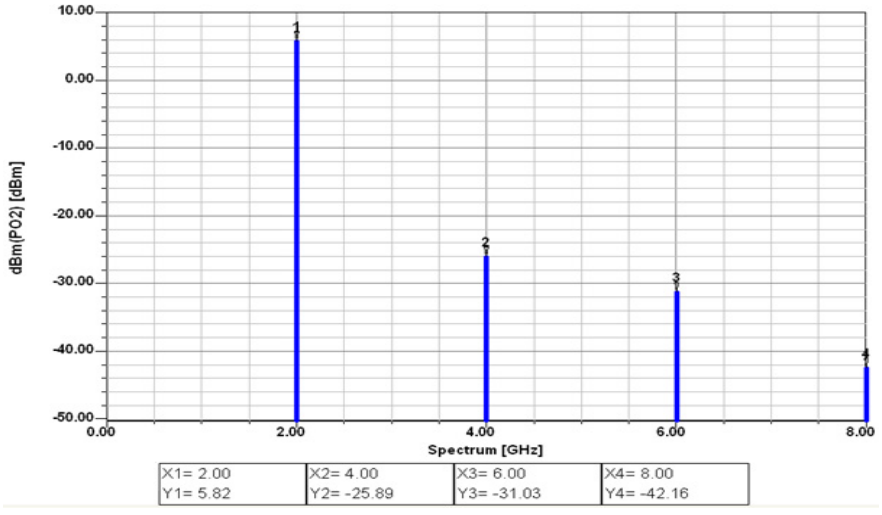


Figure.3. Harmoniques simulées de l'oscillateur

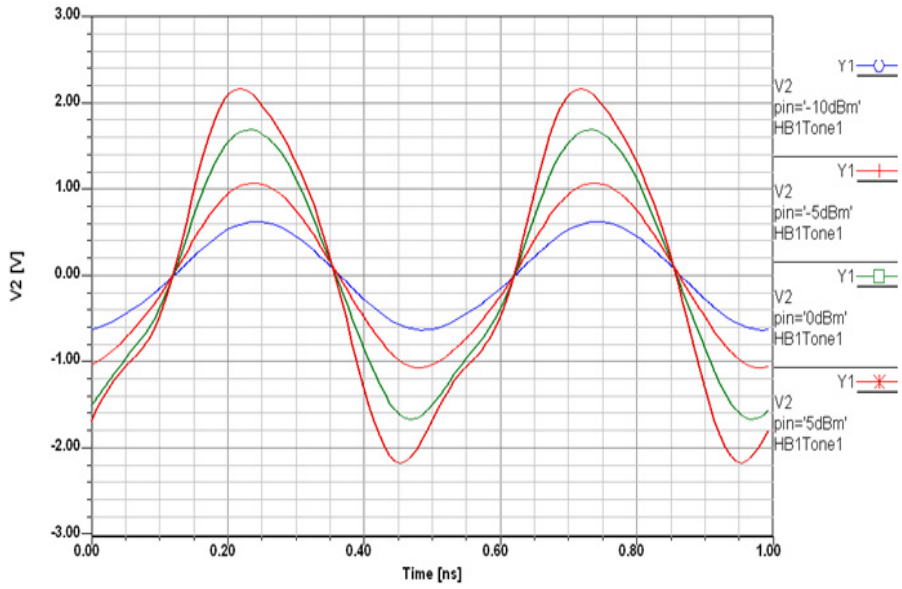


Figure .4. Tension de sortie de l'oscillateur à 2 GHz pour différents puissance d'entrées.

L'analyse par les réseaux de neurones artificiels des caractéristiques non linéaires de l'oscillateur tels que la puissance RF de sortie est le gain « Transducer » est représentée sur les Figure.5. et 6.

Pour la structure RNA utilisée on a choisie le PMC à trois couches. Pour l'apprentissage nous avons choisi les intervalles suivants pour le variable d'entré Pin ϵ [-20dBm, 5dBm] ainsi que les variables de sortie sont choisis suivant tels que Pout<f0>ϵ [-5dBm, 20dBm] ; TG21<f1,f1> ϵ [10dB ,16dB]

Nous avons pris 37 exemples de données pour l'apprentissage et 17 exemples pour le test. Pour fixer le nombre optimal de neurones cachés, plusieurs essais sont nécessaires. On a commencé par 10 neurones jusqu'à 15 neurones cachés, nous constatons qu'un réseau avec 12 neurones cachés accomplit la tâche avec une bonne précision.
L'apprentissage de ce PMC est fait à l'aide de l'algorithme d'optimisation de Quasi Newton pour une erreur égale a Er=0.0006564.

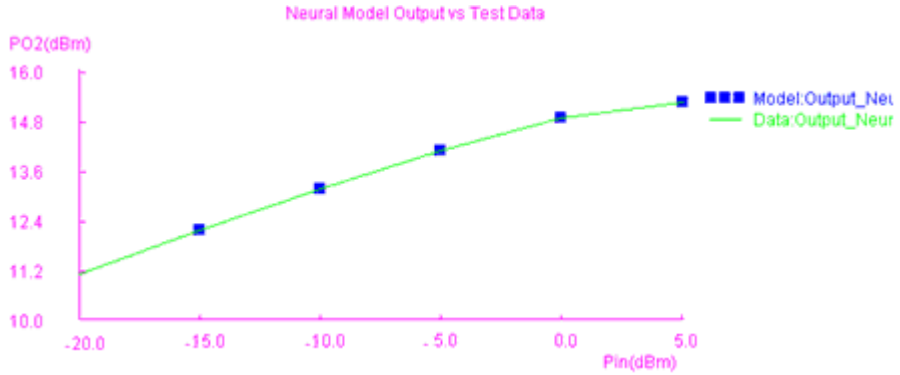


Figure.5. Performance RF de la puissance de sortie à la fréquence fondamentale ; les marques représentent le modèle neuronal et les lignes représentent la simulation par EH

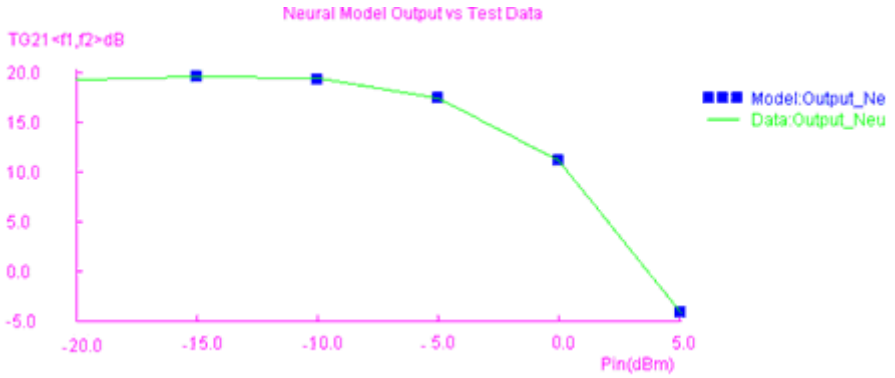


Figure .6. Performance du gain 'Transducer' entre la fréquence fondamentale au port 2 ; les marques représentent le modèle neuronal et les lignes représentent la simulation par EH

La prédiction des réponses précise pour d'autres valeurs d'entrée dans le test de notre modèle neuronal, prouve la robustesse et la performance de l'algorithme utilisé. En effet, un temps nécessaire de calcul par le modèle RNA est de l'ordre de 0.01s ce qui prouve la rapidité de l'algorithme de Quasi Newton.

L'oscillateur est capable de fournir une puissance RF maximale de 15.3dBm à une fréquence 2 GHz associée à un gain 11.2dB pour un niveau de puissance d'entrée de 5 dBm.

4. Conclusiones.

Il a été constaté le long de cette étude que notre démarche présente une grande potentialité à modéliser des relations qui sont difficile à les décrire avec des modèles mathématiques simples. Elle est aussi, rapide et parallélisable. La qualité des résultats obtenus est convaincante. Ce travail mène à des perspectives plus prometteuses. Elles peuvent être vulgarisées et exploitées dans d'autres applications.

Remerciement.

Nous remercions Mr. ANGEL MEDIAVELLA, professeur et directeur du département d'ingénierie et de communication (DICOM) de l'université de CANTABRIA pour nous avoir fourni toute les mesures expérimentales nécessaires pour la réalisation de ce travail dans le cadre d'une coopération entre notre équipe de recherche (Electronique et Instrumentation) et l'équipe espagnole.

References.

[1] Stephen A. Maas, Nonlinear Microwave and RF circuits 2nd ed, British (2003).
[2] F. Giannini, G. Leuzzi, Nonlinear Microwave circuit Design, Wiley, Italy (2004).
[3] Andrei Grebennikov, RF and Microwave Transistor Oscillator Design, Wiley, Germany (2007).
[4] G. Dreyfus, Neural Networks: Methodology and Applications, Springer (2004).
[5] Q.J. Zhang, K. C. Gupta, Neural Networks for RF and Microwave Design, Artech House Microwave Library, Canada (2000).
[6] Amr H. Yassin, Mazhar B. Tayel "An Introduced Neural Network-Differential Evolution Model for Small Signal Modeling of PHEMTs," International Conference on Electronic Computer Technology (2009).

Modélisation Neuronale d'un dispositif RF en Petit Signal

M. Lagziri, N. Bentaibi, M. Boussouis

Dpt. de physique, Université Abdelmalek Essaâdi

B.P. 2121. Tétouan, Maroc, lagziri.manal@gmail.com

Abstract. Neural network algorithms are able to model nonlinear relations between different data sets, an introduced neural network model based on a backpropagation training algorithm is presented for Metal Semiconductor Field Effect Transistor (MESFET). The main advantage of this technique is its validation in wide range of frequencies and high accuracy for the small signal characteristics. The proposed model is used to predict the scattering parameter values for various bias values different from the ones in the data set used for training. This model has been verified by comparing predicted and measured values of a MESFET for certain data set of S- parameters at different frequencies and biais point.

Keywords: MESFET; S- parameters; small signal model; Artificial neural networks.

1. Introduction.

La modélisation adéquate des dispositifs microondes est toujours une étape complexe mais très importante vers l'accomplissement d'une bonne conception de système de télécommunication [1]. Ainsi il est important de développer un modèle précis petit signal d'un MESFET intervenant comme dispositif des équipements de télécommunications sous des conditions variables, dont les résultats du modèle petit signal devraient être les mêmes (à une erreur près) que les valeurs mesurées.

Un des facteurs les plus importants qui sont nécessaires pour optimiser les éléments du circuit équivalent d'un MESFET est la matrice de diffraction S en faible signal.

Les paramètres S des transistors micro-ondes dépendent de la fréquence, de la température et de la polarisation [1,2] et sont considérés comme facteur de mérite pour la performance des transistors hautes fréquences.

2. Les Réseaux de Neurones Artificiels (RNA).

Les réseaux de neurones artificiels sont en fait une tentative de modélisation du cerveau humain en deux points [3] :

-L'acquisition des connaissances à travers un processus d'apprentissage.

-Mémorisation des connaissances acquises en utilisant les poids des connexions w entre neurones.

2.1. Perceptron multicouche (PMC).

Les PMC sont des approximateurs universels. Ils sont capables d'approximer une grande catégorie de fonctions, et sont utilisés dans une variété de problèmes de modélisation microonde et d'optimisation. Le perceptron multicouche est une structure « feedforward » où l'information va dans une seule direction, de l'entrée vers la sortie.

Un RNA avec au moins une couche cachée est nécessaire et suffisant pour l'approximation d'une fonction non linéaire arbitraire. En pratique, les RN à une ou deux couches cachée (PMC3 et PMC4) sont fréquemment utilisés aux applications RF et microondes [4].

2.2. Rétropropagation (RP).

L'objectif principal de la RP est de trouver le poids w optimal, tel que y=y(x,w) qui représente avec une bonne précision le problème original, à travers un processus d'apprentissage. Un ensemble de données sous forme de paires $\{(x_k, d_k), k = 1, 2, \ldots p\}$ où p est le nombre de données d'apprentissage présentée au réseau.

Durant l'apprentissage, la performance du RNA est évaluée en calculant l'erreur entre la sortie du réseau et la sortie désirée d_k . Cette erreur est donnée par :

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k \in T_r} \sum_{j=1}^{m} (y_j (x_k , w) - d_{jk})^2 \quad (1)$$

d_{jk} : Le $j^{éme}$ élément de d_{jk}

$y_j(x_k, w)$: La $j^{éme}$ sortie du RNA pour x_k

Tr : Ensemble des données d'apprentissage.

m : nombre de neurones de sortie.

Les paramètres de poids w sont ajustés de façon à minimiser l'erreur.

2.3. Apprentissage.

Les méthodes se basant sur le gradient sont le type le plus important des techniques d'apprentissage. Dans ces méthodes, la direction de la mise à jour est déterminée à partir de $E_{Tr}(w)$ et de $\frac{\partial E_{Tr}}{\partial w}$.

Soit ε le critère de précision désiré.

'max-epoch':nombre maximal d'époques avant la fin d'apprentissage.

Les étapes principales dans ce genre de méthode sont :

- Etape 1 : On pose w='initial guess' et epoch=0
- Etape2:Si $(E_{Tr}(epoch) < \varepsilon)$ ou si $(epoch > \max - epoch)$ alors stop.
- Etape 3: Calcul E_{Tr}(ou E_{Tr} et $\frac{\partial E_{Tr}}{\partial w}$) utilisant tous les exemples de l'ensemble des données d'apprentissage.
- Etape 4 : Utiliser un algorithme d'optimisation pour trouver Δw et mettre à jour le poids w : w=w+Δw.
- Etape 5: Poser epoch=epoch+1 et Go To étape 2. [4]

Nous allons considérer maintenant deux algorithmes d'optimisation:

1) Algorithme de rétropropagation : C'est un processus stochastique basé sur le principe de la descente la plus profonde du gradient [5,6] où les poids du RNA sont remis à jour suivant la direction du gradient négatif dans l'espace des poids. Les formules de mise à jour sont comme suit : (2)

$$\Delta w_{now} = w_{next} - w_{now} = -\eta \frac{\partial E_{Tr}}{\partial w}|_{w=w_{now}} \quad (2)$$

Où η est le taux d'apprentissage.

Dans la plupart des cas, si la fonction d'erreur possède plusieurs minimas locaux, le réseau subira un blocage dans l'un d'eux ou dans une région où la surface d'erreur est aplatie

2) Algorithme Quasi-Newton : Avec les méthodes Quasi-Newton, on veut généraliser la formule itérative de Newton [7].

$$w_{next} = w_{now} - \alpha_{now} B_{now} . g_{now} \quad (3)$$

avec :

α_{now} : Le pas de progression

$g_{now} = \frac{\partial E_{Tr}}{\partial w}|_{w=w_{now}}$: Le gradient à l'itération en cours.

3. Modélisation Neuronale petit signal.

Nous allons essayer de développer un modèle RNA pour une modélisation petit signal d'un transistor RF de type NEC NE71300, MESFET en raison de son excellente propriété de faible bruit et un gain fortement associé pour les applications en bande K. pour ce dispositif la longueur de grille est 0.3µm et sa largeur est 280µm. Le modèle petit signal y=f(x) à trois variables d'entrée (fréquence, Vds, Id) et 8 variables de sortie (amplitude et phase des paramètres S) avec x=[Vds Id f] et y= [mag(S11) ang(S11) mag(S21) …ang(S22)].

Les données d'apprentissage ont été recueillies des mesures expérimentales (datasheet NEC-NE71300). Pour la structure RNA utilisée on a choisie le PMC à trois couches. Pour l'apprentissage nous avons choisi les intervalles suivants pour les variables d'entée :

f ϵ [0.5GHz, 26GHz] ; Vds ϵ [2v, 4v] ; Id ϵ [10mA ,30mA]

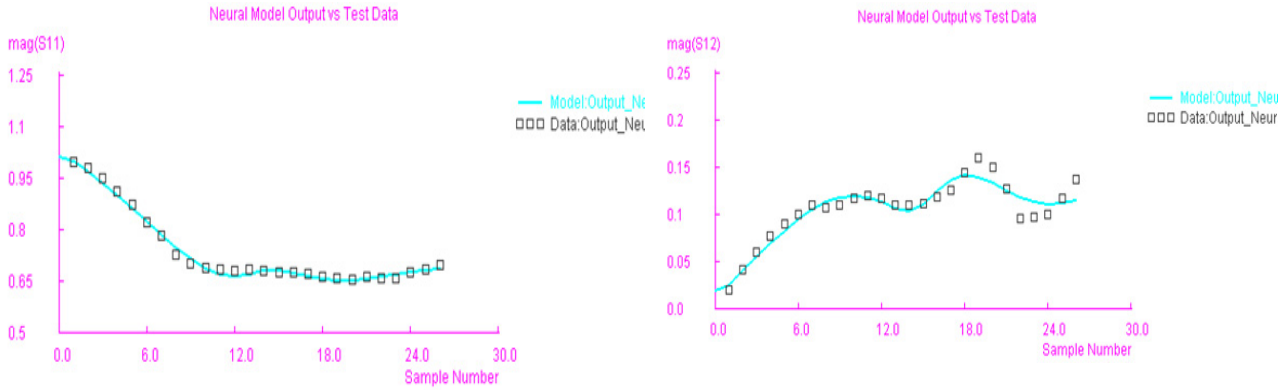
Nous avons pris 27 exemples de données pour l'apprentissage et 26 exemples pour le test. Pour fixer le nombre optimal de neurones cachés, plusieurs essais sont nécessaires. On a commencé par 10 neurones jusqu'à 15 neurones cachés, nous constatons qu'un réseau avec 12 neurones cachés accomplit la tâche avec une bonne précision. D'autre part, deux algorithmes d'optimisation ont été choisis pour faire l'apprentissage de ce PMC : l'algorithme de rétropropagation de gradient et Quasi-Newton [8]

Algorithme d'apprentissage	itération	Erreur d'apprentissage(%)	Erreur moyen Test(%)
RP	600	0.0347459	0.034726
Quasi-Newton	200	0.0180940	0.018935

TABLEAU I. Comparaison entres les deux algorithmes d'optimisations

Le modèle qui a eu un apprentissage par la méthode d'optimisation Quasi-Newton donne des résultats avec une bonne précision et moins d'itérations que l'algorithme de Rétropropagation.

a) *Apprentissage par la Rétropropagation*



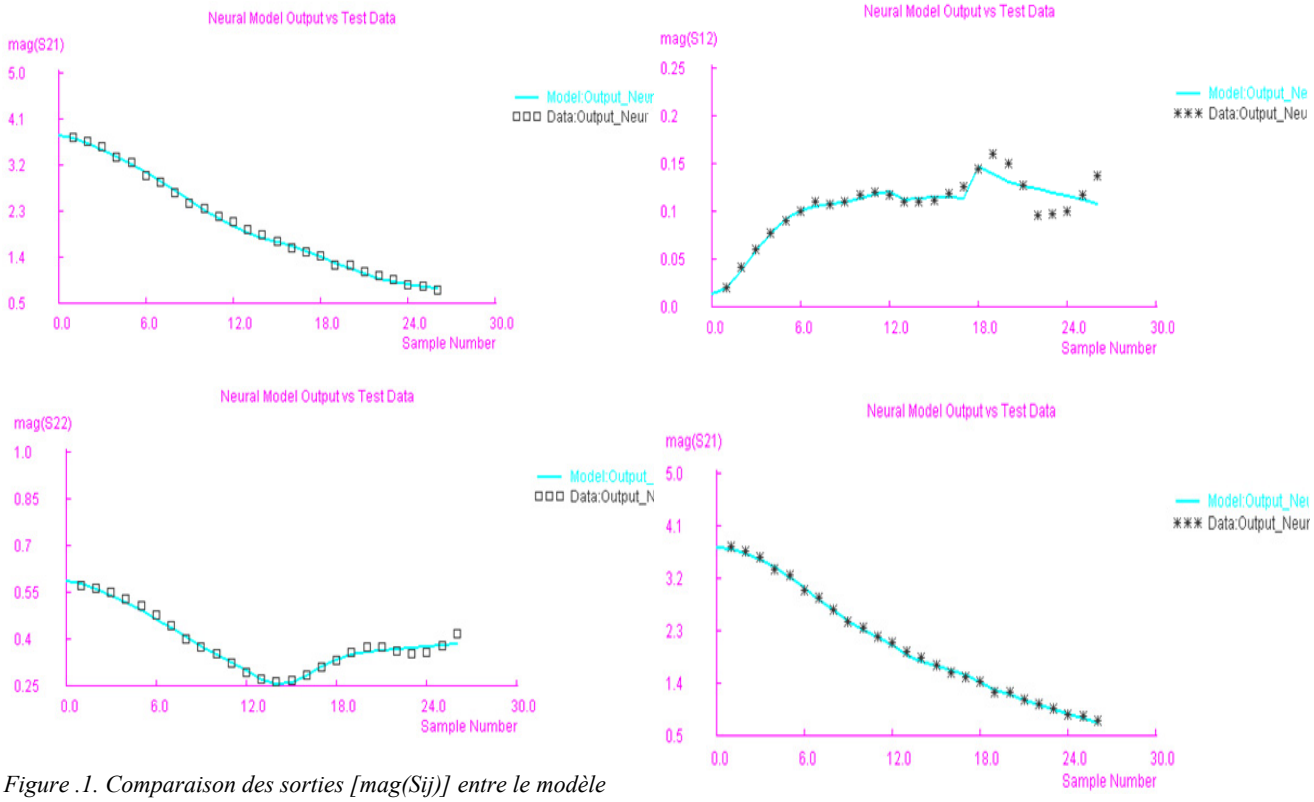


Figure .1. Comparaison des sorties [mag(Sij)] entre le modèle neuronal proposé par la méthode de rétropropagation et les données de test pour Vds=3V et Id=30mA. (_) modèle neuronal, (□) mesures

b) *Apprentissage par Quasi Newton.*

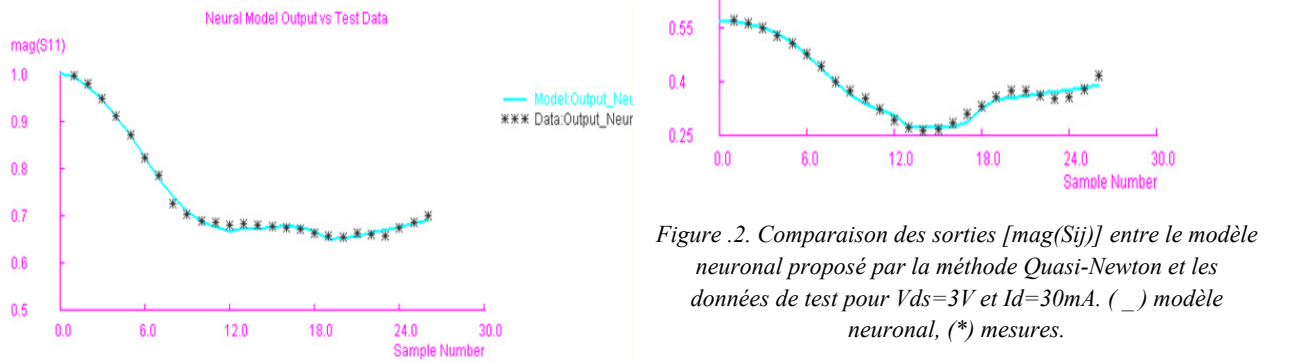


Figure .2. Comparaison des sorties [mag(Sij)] entre le modèle neuronal proposé par la méthode Quasi-Newton et les données de test pour Vds=3V et Id=30mA. (_) modèle neuronal, (*) mesures.

c) *Apprentissage par la Rétropropagation.*

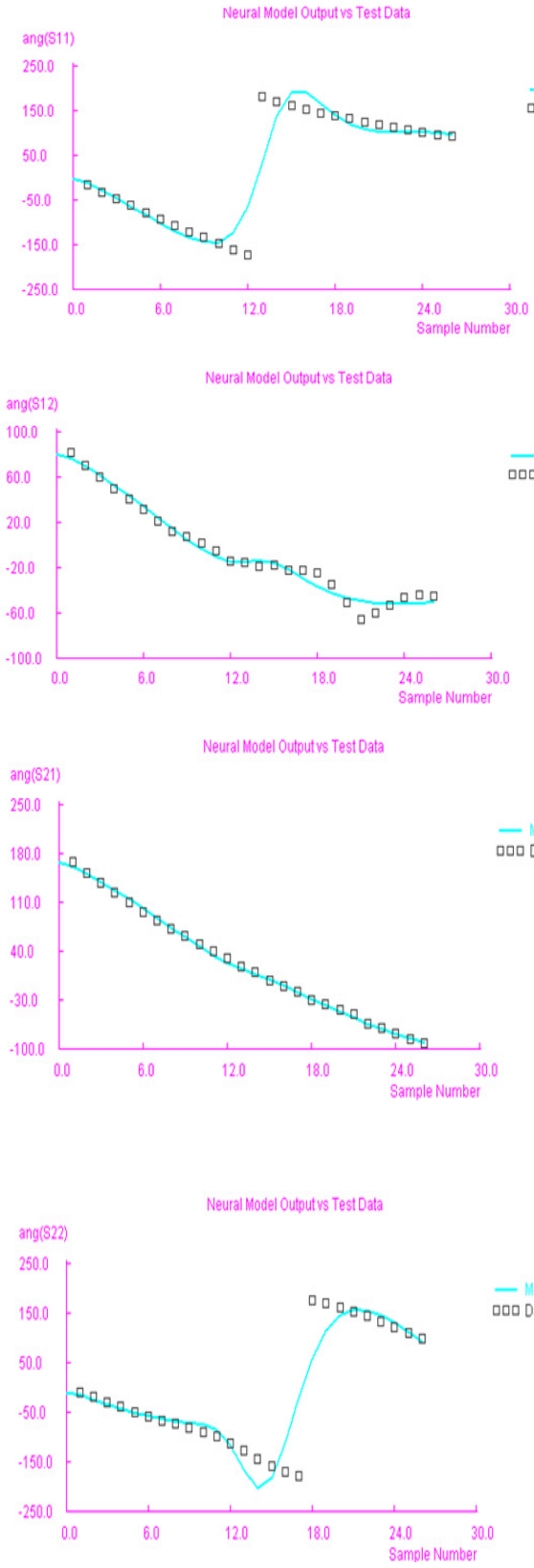


Figure .3. Comparaison des sorties [ang(Sij)] entre le modèle neuronal proposé par la méthode de rétropropagation et les données de test pour Vds=3V et Id=30mA. (_) modèle neuronal, (□) mesures.

d) Apprentissage par Quasi-Newton.

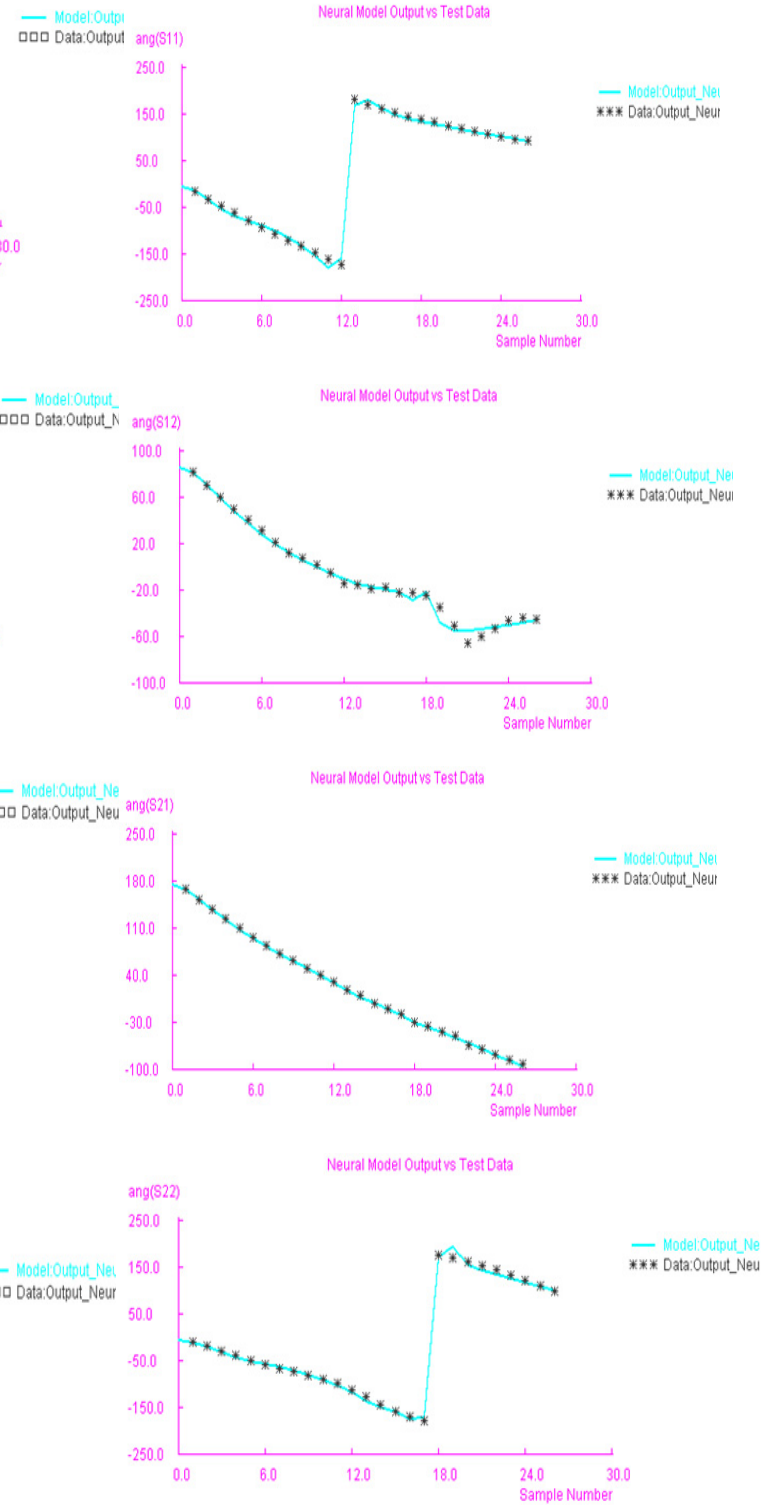


Figure .4. Comparaison des sorties [ang(Sij)] entre le modèle neuronal proposé par la méthode Quasi-Newton et les données de test pour Vds=3V et Id=30mA. (_) modèle neuronal, (*) mesures.

Le modèle de RNA proposé pour la modélisation petit signal présente une bonne précision pour les deux méthodes d'optimisation, ce qui indique la bonne possibilité de la prévision du modèle de RN proposé.

4. Conclusiones.

Les RNA ont récemment gagné l'attention en tant qu'outil rapide, précis et flexible à la modélisation, à la simulation et à la conception RF et microonde.

Les paramètres caractéristiques du MESFET ont été déterminés avec succès en utilisant un modèle RNA. L'accord entre les résultats de mesures et ceux du modèle justifie la validité des modèles neuronaux proposés.

Remerciement.

Nous remercions Mr. ANGEL MEDIAVELLA, professeur et directeur du département d'ingénierie et de communication (DICOM) de l'université de CANTABRIA pour nous avoir fourni toute les mesures expérimentales nécessaires pour la réalisation de ce travail dans le cadre d'une coopération entre notre équipe de recherche (Electronique et Instrumentation) et l'équipe espagnole.

References.

[1] . Harkouss, J. Rousset, H. Chéhadé, E. Ngoya, D. Barataud, J. P. Teyssier, "Modeling Microwave Devices and Circuits for Telecommunications System Design," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech* vol. MTT-40, no. 7, pp. 1456-1465, July 1998.

[2] Amr H. Yassin, Mazhar B. Tayel "An Introduced Neural Network-Differential Evolution Model for Small Signal Modeling of PHEMTs," International Conference on Electronic Computer Technology 2009.

[3] S.Haykin, Neural Networks, A Comprehensive Foundation, Mc Master University Hamilton, Ontario, Canada, Inc., 1999.

[4] Q.J.Zhang K.C.Gupta ,Neural Network for RF and Microiwave Design, Artech House Microwave Library, Canada (2000).

[5] B. p. Van der Smagt, An Introduction to NeuralNetworks, November 1996.

[6] Lauren Fausett, Fundamentals Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications.

[7] Terrence Fine, Feedforward Neural Network Methdologie, Wesley Publishing (1999).

[8] G. Dreyfus, Neural Networks: Methodology and Applications, Springer 2004.

Métamatériau : un meilleur transport de l'information

QARCHI Abdelaziz[1], BELKEBIR Hicham[1] and MIR Abdellah[2]

[1] Département AEEE, Université My Ismail , ENSAM Meknes, Maroc, qarchia@yahoo.fr

[2] Département de physique, Université My Ismail, Faculté des sciences Meknes, Maroc, abdellahmir@gmail.com

Abstract. A metamaterial is a material which can exhibit a particular behavior, specially a negative refraction, this material has the power to focus all Fourier components of 2D image, so a better transport of the information is possible in thus medium. Thus medium could be a perfect alternative to a conventional lenses whom are limited by the resolution, this medium behaves like a super lenses since it exceeds the Rayleigh resolution.

Keywords: flat perfect lens, metamaterials, negative index of refraction.

1. Introduction.

La lentille conventionnelle a pour rôle d'apporter une correction de phase à chaque composante de Fourier, et de focaliser les divers ordres diffractés d'un objet illuminé par une source dans le plan image. Cependant, elle présente une limite de résolution. La super-lentille à base de métamatériau offre une alternative à cette limitation, et peut dépasser de loin la limite de Rayleigh.

Les métamatériaux sont des structures purement artificielles qui peuvent exhiber des propriétés spectaculaires qui n'ont pas été observées auparavant. Veselago [1] été le premier à prédire que dans un milieu ayant une perméabilité et une permittivité simultanément négatives on observerait : L'inversion de l'effet Doppler, L'inversion du rayonnement de Cerenkov et l'inversion de la loi de Snell-Descartes, c.à.d. une réfraction négative.

Ce dernier phénomène pourrait être exploité dans la conception d'une lentille parfaite qui ne présente pas de limite de résolution.

Ces dernières années, Smith, Schultz et collaborateurs ont réussit à construire une structure composite qui fonctionne en régime micro-onde et ont démontré expérimentalement l'inversement la loi de Snell et Descartes [2,3].

Comment obtenir un milieu a indice de réfraction négatif ?

La Synthèse d'un métamatériau est basée essentiellement sur l'assemblage d'une structure composite constitué de deux composants : Le résonateur magnétique et le réseau de fils métalliques.

Dans son article[4] Pendry met en évidence une structure nommée suiss-roll ou rouleau suisse (figure 1 a), et une autre nommée Split ring resonator (figure 1 b) qui pourrait être traduite par résonateur en anneau fondu (RAF), structure dont les dimensions sont petites devant la longueur de l'onde incidente. En périodisant cette structure suivant les trois directions de l'espace, Pendry obtient un milieu artificiel isotrope.

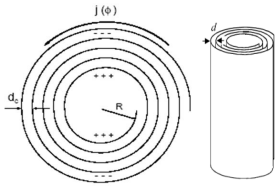
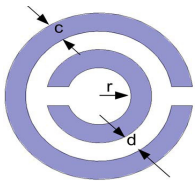
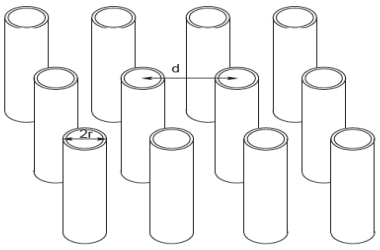


Figure 1 : a) Suiss roll de Pendry



b) Structure RAF de Pendry



c) Réseau de fils métallique de Pendry

Dans notre travail, on va essayer d'expliquer pourquoi la lentille conventionnelle présente des limites dans sa résolution, et comment la super-lentille offre une alternative en exploitant la réfraction négative, ensuite nous allons présenter nos résultats de simulation qui montre qu'il est possible de synthétiser un milieu à indice de réfraction négatif.

2. Lentille classique et limite de résolution.

Considérons le champ électromagnétique dans le plan (xy) diffracté par un objet illuminé par une source de fréquence ω. La lentille conventionnelle a pour objet de collecter les radiations du plan objet et de les reproduire au plan image.

Le champ diffracté par l'objet peut être décomposé en ondes planes qui se propagent dans les différentes directions de l'espace :

$$E(x,y,z,t) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_{kx} \int_{ky} dk_x dk_y E_0(k_x,k_y) \exp\left[i(k_x x + k_y y + k_z z - \omega t)\right] \quad (1)$$

Dans le vide, la relation de dispersion est donnée par :

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = \frac{\omega^2}{c^2} = k_0^2 \quad (2)$$

Si z est l'axe de la lentille on a :

$$k_z = +\sqrt{k_0^2 - k_x^2 - k_y^2} \quad \text{et} \quad k_0^2 \gg k_x^2 + k_y^2 \quad (3)$$

Cependant pour des grandes valeurs du vecteur transverse $k_x^2 + k_y^2 \gg k_0^2$, on aura :

$$k_z = +i\sqrt{k_x^2 + k_y^2 - k_0^2} \quad (4)$$

Ainsi, seuls les ordres propagatifs qui vérifient $k_0^2 \geq k_x^2 + k_y^2$ participeront à la formation de l'image, et par suite la résolution ne dépassera jamais la limite suivante :

$$\Delta \approx \frac{2\pi}{k_{max}} = \frac{2\pi c}{\omega} = \lambda \tag{5}$$

Si jamais, par un moyen ou un autre, les composantes évanescentes du champ diffracté sont amplifiées, elles participeront alors à la formation de l'image et on l'on obtiendra une image parfaite contenant toute l'information sur l'objet imagé.

La focalisation de la lumière a lieu dans le cas d'une lentille conventionnelle grâce a sa forme convexe, cependant la super-lentille focalise la lumière grâce à la réfraction négative.

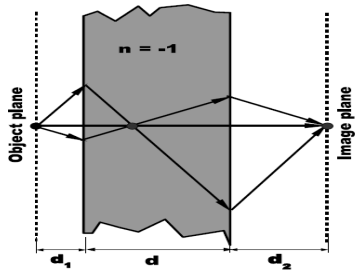
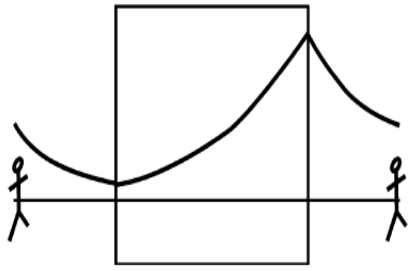


Figure 2 : a) Focalisation des rayons émis par une source ponctuelle à travers un milieu métamatériau. Une image virtuelle est formée à l'intérieur, une autre réelle est formée à l'extérieur du milieu métamatériau



b) La composante évanescente du champ est amplifiée lors de son passage du milieu métamatériau ; apparition des détails de l'image.

Il faut noter que la super-lentille possède deux foyers images, un se situe à l'intérieur, et qui ne présente pas d'importance majeure, et l'autre se trouve à une distance telle que $d = d_1 + d_2$.

Un milieu ayant simultanément une permittivité et une perméabilité toutes les deux négatives possède nécessairement un indice de réfraction négatif, en effet :

$$n(\omega) = \sqrt{\varepsilon(\omega).\mu(\omega)} \quad \text{et} \quad \varepsilon(\omega) < 0 \Rightarrow \varepsilon(\omega) = |\varepsilon(\omega)|e^{i\pi}$$

$$\mu(\omega) < 0 \Rightarrow \mu(\omega) = |\mu(\omega)|e^{i\pi}$$

$$n = \sqrt{|\varepsilon(\omega).\mu(\omega)|}e^{i\pi} = -\sqrt{|\varepsilon(\omega).\mu(\omega)|} \tag{6}$$

La perméabilité effective de la structure rouleau suiss de Pendry [12] est :

$$\mu_{eff} = 1 - \frac{F\omega^2}{\omega^2 - \omega_0^2 + i\tau\omega} \tag{7}$$

avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{dc_0^2}{2\pi^2 R^3 (N-1)}}$ est la pulsation de résonance, $\tau = \frac{2\sigma}{\omega R \mu_0 (N-1)}$ est l'amortissement de la résonance, C_0 est la vitesse de la lumière dans le vide, ω est la pulsation angulaire ,σ est la conductivité de la feuille spirale, R est le rayon interne de la feuille spirale, N est le nombre d'enroulement dans la spirale, dc_0 est la distance entre deux tours consécutifs de la spiral, F est le taux de remplissage du matériau et est donné par : $F = 1 - \frac{\pi r^2}{a^2}$

Dans sa nouvelle structure, Pendry [5] utilise un treillis métallique, les électrons libres de la structure obéissent à la la loi des plasmas, la permittivité diélectrique est donnée par :

$$\varepsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \qquad (8)$$

où ω_p est la fréquence plasmon avec : $\omega_p^2 = \frac{ne^2}{\varepsilon_0 m}$

n : est le nombre d'électrons libres dans la structure, « e » et « m » sont respectivement la charge et la masse de l'électron, ε_0 est la permittivité du vide.

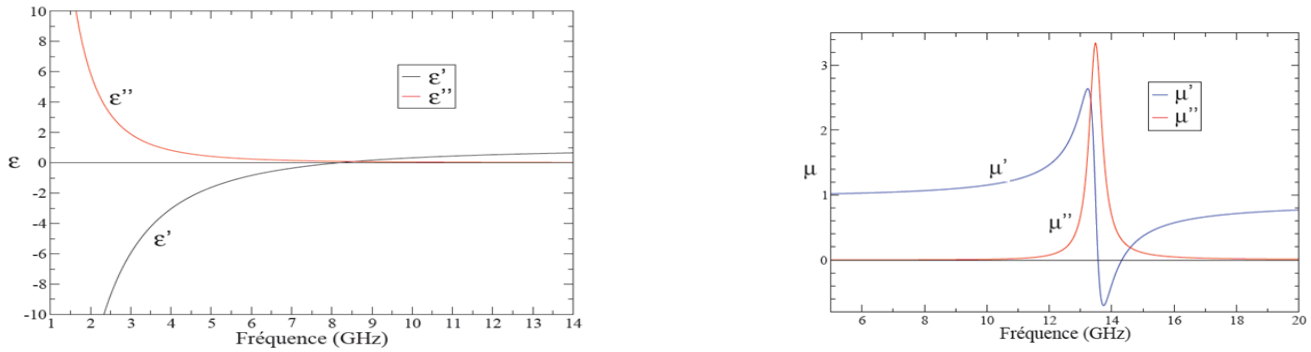


Figure 3 : permittivité d'un réseau de fils métalliques et perméabilité du rouleau suiss de Pendry

Les structures présentées sont les principaux composants qui entrent dans la synthèse des métamatériaux, ainsi les résonances magnétique et électrique sont exploitées pour obtenir une perméabilité négative, et une permittivité négative respectivement.

3. Méthode de calcul et résultat de simulation.

La méthode de travail repose sur le calcul des coefficients de réflexion-transmission, ainsi que l'impédance, ces coefficients sont fonction de l'indice de réfraction du milieu [6] :

$$t^{-1} = [\cos(nkd) - \frac{i}{2}\left(z + \frac{1}{z}\right)\sin(nkd)]\,e^{ikd} \qquad \frac{r}{t} = -\frac{1}{2}i\left(z - \frac{1}{z}\right)\sin(nkd) \qquad (9)$$

Ainsi on peut remonter à la perméabilité et la permittivité et l'indice de réfraction du milieu les calculs sont faits par le logiciel commercial HFSS (High frequency structure simulator).

Les dimensions des structures et de l'espace de simulation sont décrites sur la figure 4 :

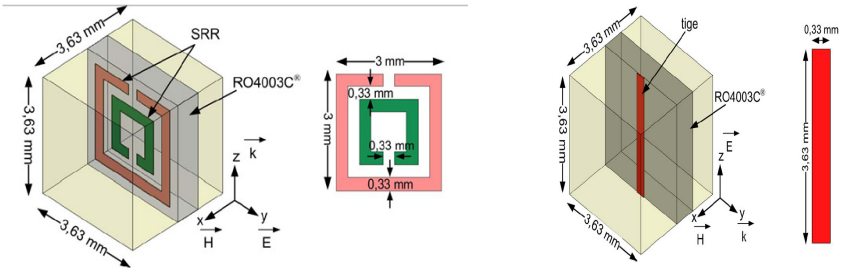


Figure 4 : a) structure RAF carrée b) Structure fil métallique c) : structure métamatériau

Des conditions de périodicité sont appliquées pour avoir le résultat d'un réseau RAF, la propagation est suivant l'axe Z. le champ magnétique doit être parallèle à l'axe de l'anneau afin d'assurer une activité magnétique dans le RAF. Deux cas de figure se présentent :

3-1 Structure RAF, le champ électrique est suivant l'axe Y.

La figure 5 représente l'évolution fréquentielle des paramètres S (coefficient de réflexion-transmission), on remarque que la structure présente une résonance à proximité de 9.12 GHz.

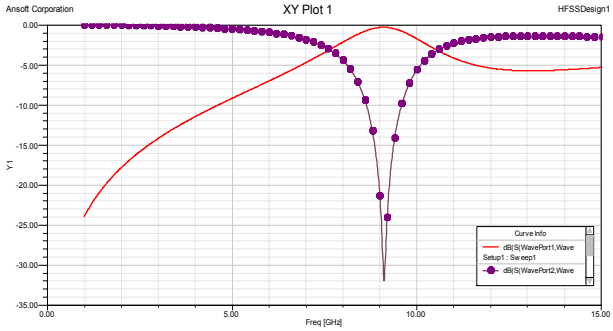


Figure 5 : évolution fréquentielle des Paramètres S

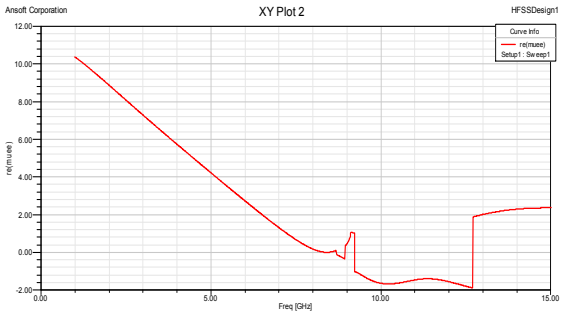


Figure 6 : évolution fréquentielle de la perméabilité

L'évolution fréquentielle de la partie réelle de la perméabilité effective est illustrée sur la figure 6, on remarque une bande de fréquence qui s'étale entre 9.12 GHz et 12.70 GHz où la grandeur est négative.

3-2 Structure RAF, le champ électrique est suivant l'axe des X.

L'évolution fréquentielle des coefficients de réflexion-transmission est représentée sur la figure 7, cette fois deux résonances sont présentes aux fréquences 7.70 GHz et 8.52 GHz.

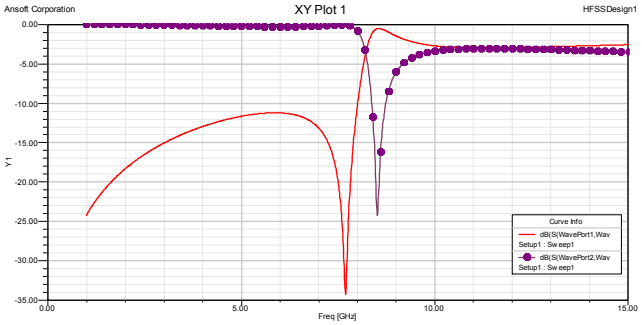


Figure 7 : évolution fréquentielle des Paramètres S

onnanc

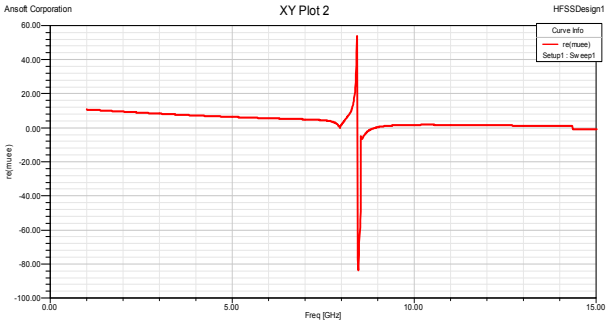


Figure 8 : évolution fréquentielle de la perméabilité

L'évolution de la partie réelle de la perméabilité effective est représentée sur la figure 8, on remarque qu'il y a une montée brusque de la grandeur au voisinage de la résonance puis diminution au dessous de zéro pour rester négative le long de la bande de fréquence entre 8.46GHz et 8.93 GHz. Ce qui concorde parfaitement avec le modèle de Pendry.(équation (7))

Les deux situations se distinguent par la direction du champ E, dans le premier cas, le champ E est orienté de façon qu'il respecte la symétrie de la structure et aussi qu'il n'excite pas la

coupure des anneaux, nous retrouvons donc seulement une résonance magnétique de la structure. Dans le deuxième cas le champ E est tel que la symétrie de la structure n'est pas respectée, la conséquence est que l'on se retrouve, en plus de la résonance magnétique, aussi avec une résonance électrique. La résonance magnétique est due à la pénétration du champ à travers les anneaux et qui donc génère un courant circulant sur ceux-ci. La résonance électrique, quant à elle, est due à l'excitation de la coupure des anneaux par le champ E.

3-3 Structure réseau de fils métalliques.

L'évolution fréquentielle des coefficients de réflexion-transmission est représentée sur la figure 9 : on remarque que la fréquence plasma est située à 21.87 GHz

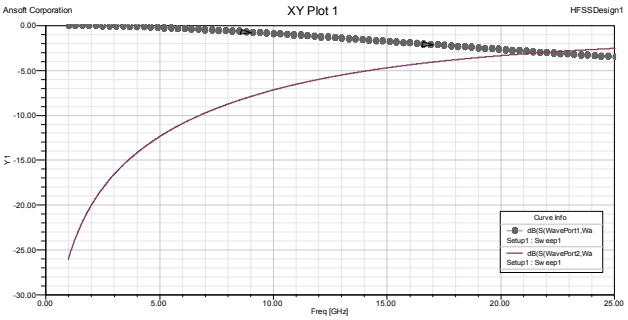


Figure 9 : évolution fréquentielle des Paramètres S

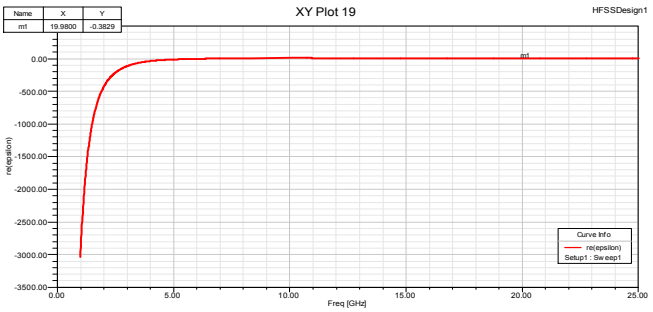


Figure 10 : évolution fréquentielle de la permittivité

D'autre part, on remarque que la partie réelle de la permittivité effective est négative sur la plage de fréquence situé avant la fréquence plasma comme le prévoie Pendry (équation (8))

3-4 Structure métamatériau.

L'évolution des coefficients de réflexion-transmission montre trois résonances, celles qui nous intéressera est celle située à 7.75 GHz, les autres sont situées à 8.66 GHz et 14.36 GHz.

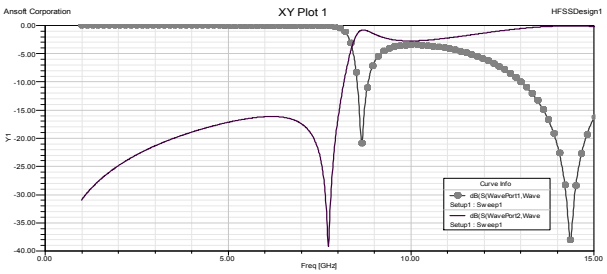


Figure 11 : évolution fréquentielle des Paramètres S

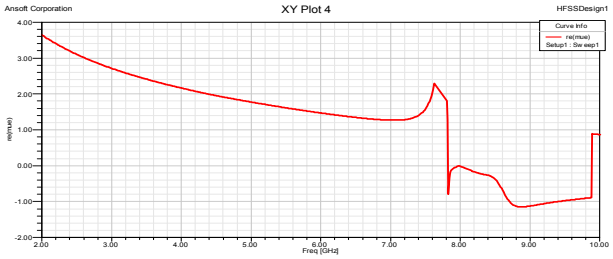


Figure 12: évolution fréquentielle de la perméabilité

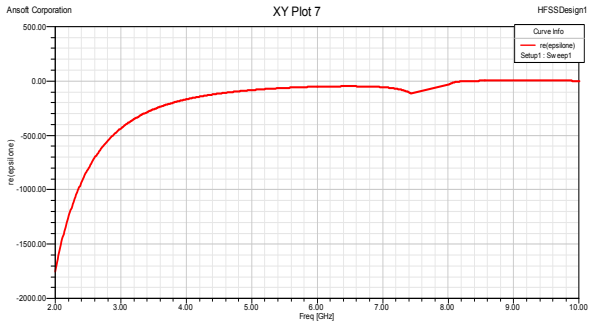


Figure 13 : évolution fréquentielle de la permittivité

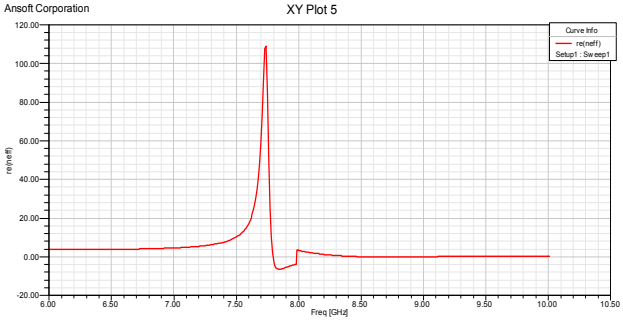


Figure 14 : évolution fréquentielle de l'indice de réfraction

L'évolution des paramètres effectifs est décrite sur les figures ci-dessus :

La perméabilité est négative sur une plage de fréquence située entre 7.8 GHz et 9.82 GHz, la permittivité est négative sur la plage de fréquence située avant 8 GHz. L'indice de réfraction du milieu est négatif sur la plage de fréquence où la perméabilité et la permittivité sont simultanément négatives c.à.d. sur la plage de fréquence située entre 7.80 GHz et 8 GHz.

Dans cette bande de fréquence, la structure présente un indice de réfraction négatif ; la structure se comporte en métamatériau.

Nous avons montré qu'il est possible de synthétiser un milieu qui dispose d'un indice de réfraction négatif et qui pourrait être exploitée dans la fabrication d'une super-lentille qui n'est pas limitée en terme de résolution.

4. Conclusion.

Pour fabriquer ce genre de lentille, il a fallut résoudre un problème de taille ; les métamatériaux n'ont d'effet que sur les rayonnements électromagnétiques dont la longueur d'onde est proche de leurs dimensions, une équipe américaine de l'université de Berkeley a réussis a fabriquer une lentille de 35 nm d'épaisseur qui a permis de distinguer deux petites lignes séparées de seulement 100 nanomètres, une performance hors de portée d'un microscope traditionnel.

References.

[1] - V. G. Veselago, "The electrodynamics of substances with simultaneously negative values of ε and μ," Sov. Phys. Uspekhi, 1967, vol. 10, no. 4, pp. 509–514, 1968. [Usp. Fiz.Nauk, vol. 92, pp. 517–526.

[2]- D. R. Smith, W. J. Padilla, D. C. Vier, S. C. Nemat-Nasser, and S. Schultz, "Composite medium with simultaneously negative permeability and permittivity," Phys. Rev. Lett., May 2000, vol. 84, no. 18, pp. 4184–4187.

[3]- R. A. Shelby, D. R. Smith, and S. Schultz, "Experimental verification of a negativeindex of refraction," Science, 6 Apr. 2001, vol. 292, no. 5514, pp. 77–79.

[4]- J. B. Pendry, A. J. Holden, D. J. Robbins, and W. J. Stewart, "Magnetism from conductors and enhanced nonlinear phenomena", IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, November 1999, vol. 47, no. 11, pp. 2075–2084.

[|5] J.B. Pendry, A.J. Holden, D.J. Robbins, and W.J. Stewart. "Low frequency plasmons in thin-wire Structures". J. Phys. : Condens. Matter, 1998, vol 10 , pp 4785–4809.

[6] P. Markos and C. M. Soukoulis, "Transmission properties and effective electromagnetic parameters of double negative metamaterials", Optics Express, April 2003, vol. 11, no. 7, pp. 649–661.

Magnetic liquids

Abdelkarim Oukouiss [1] and Ali. Daanoun [2]

[1] Faculté Pluridisciplinaire de Nador, BP.300,62700 Selouane, Nador, Maroc, *aoukouiss@yahoo.fr*

[2] Faculté des Sciences et Technique de Tanger, B.P. 416, Tanger, Maroc

Abstract. We use a simple van der Waals theory, suitably extended to the solid phase and to anisotropic interactions, to study the phase behaviour of a system of particles with magnetic exchange interactions. A very rich phase behaviour is found which indicates, in particular, that the ferromagnetic liquid phase is favored by increasing the range of both the magnetic exchange interaction and the nonmagnetic interactions.

Keywords : free energy , transition, fluid, anisotropic interaction.

1. Introduction.

Magnetic liquids or ferrofluids are stable colloids containing ferromagnetic particles such magnetite or cobalt in carrier fluids. The particle size is chosen to be small enough that each particle has only a single magnetic domain but large enough to have strong magnetic order. In other words, each particle behaves like a spherical permanent magnet with a north and south pole. Magnetically, a ferrofluid is erfectly soft. This means that when a magnetic field is applied, the magnetic moments of the particles orient along the field lines.

The phenomenon of ferromagnetism, as it is properly called [1], arises from parallel alignment of the tiny magnetic moment associated with the individual atoms thought a quantum mechanical interaction known as the exchange interaction.

This cooperative, parallel ordering of atomic moment is a phenomenon found only in the solid state and, therefore, at first sight the title of this communication seems rather strange. Nevertheless, there does exist a class of materials consisting of fine ferromagnetic particles suspended in a liquid which exhibits quite remarquable properties and has all the appearances of a genuinely magnetic liquid.

As is well known, the phenomenon of ferromagnetism is exhibited by iron, nickel, cobalt, and many of their alloys. However, the ferromagnetic ordering exhibited by these ferromagnetic metals disappears above the so-called Curie temperature which is always below the melting temperature of the metals. Hence, we can never obtain a ferromagnetic liquid simply by increasing the temperature of the ferromagnetic metal.

The basic interaction between two colloidal ferromagnetic particles consists of an excluded-volume repulsion, a magnetic force, and a Hamaker-van der Waals attraction. The former

describes the fact that these particles are ‘’solid’’ and hence can not penetrate each other, the second results from spin-spin interactions while the latter results from integrating the atomic London-van der Waals attractions over the volume of each particle. Note that the magnetic forces are present even when the fluid has not been magnetized by an external field.

In a bulk solid no magnetization is seen under these conditions. The reason is that such a solid is made up of many individual magnetic domains, whose magnetization vectors are oriented randomly and therefore cancel. The size of a domain is of the order of a micrometer.

Magnetic liquid have a wide range of technological applications, they can be used, for instance, to improve the brakes of fast trains, realise the magnetic ink printer, improve the performance of loudspeakers, and modulate rapidly a light intensity. In the military domain, ferrofluids can be used for the fabrication of anti-radar paint. They have also been applied to sealing of gas lasers and motors. In the U.S. a ferrofluid pilot plant has been designed to separate industrial scrap metals, including nonferrous scrap from automobiles.

In the present work we will examine the thermodynamic stability of magnetic liquids when the solid phases are taken into account.

This paper is organized as follows. In sec.2 we introduce our model for the anisotropic potential. The free energy functional for the magnetic phase will be computed in sec.3 while sec.4 contains our discussions and conclusions.

2. The molecular interactions.

We consider a system of N identical spherical molecules with an embedded anisotropy (such as an electric or magnetic moment). The position and orientation of these molecules will be specified, respectively, by the coordinates (r_i) of their center of mass and the orientations (s_i) of a unit spin variable ($s_i^2 = 1$) placed at this center. The pair potential between two such molecules (say, i=1, 2) will be assumed to depend on their relative distance, $|r_1 - r_2|$, and on their relative orientation, $s_1.s_2$. The interaction potential between two such molecules, $V(r_1, r_2, s_1.s_2)$, will be taken to be of the form :

$$V(r_1, r_2; s_1.s_2) = V_{HS}(r_{12}) + V_1(r_{12}) + V_{MS}(r_{12}; s_1.s_2), \tag{1}$$

where the hard-sphere repulsion $V_{HS}(r_{12})$ is given by

$$V_{HS}(r_{12}) = \begin{cases} \infty & \text{if } x_{12} \le 1 \\ 0 & \text{if } x_{12} > 1 \end{cases} \tag{2}$$

where $x_{12} = r_{12}/\sigma$ is the reduced distance and σ which fixes the range of the repulsion, is the hard-sphere diameter. The second term $V_1(r_{12})$ of Eq. (1) represents the isotropic (spin-

independent) interactions and $V_{MS}(r_{12};s_1.s_2)$ the anisotropic (spin-dependent) interactions. For simplicity, the isotropic interaction will be represented by an inverse-power attraction [2,3,4]

$$V_1(r_{12}) = \begin{cases} 0 & \text{if } x_{12} < 1 \\ -\varepsilon_1 \phi_1(x_{12}) & \text{if } x_{12} \geq 1 \end{cases} \tag{3}$$

where $\phi_1(x_{12}) \geq 0$, with $\phi_{12}(x_{12}=1)=1$, as appropriate to anisotropic interactions of amplitude $\varepsilon_1 \geq 0$ and

$$\phi_1(x_{12}) = 1/(x_{12})^{n_1} \tag{4}$$

Henceforth we will take $n_1 = 6$, in which case (3)-(4) represents the standard van der Waals (vdW) potential

$$V_{vdW} = V_1(r_{12}). \tag{5}$$

For the anisotropic (magnetic) interactions, we take the magnetic interaction

$$V_M = V_2(r_{12}).(s_1.s_2) \tag{6}$$

where $V_2(r_{12})$ is the radial factor of amplitude ε_2

$$V_2(r_{12}) = \begin{cases} 0 & \text{if } x_{12} < 1 \\ -\varepsilon_2 \phi_2(x_{12}) & \text{if } x_{12} \geq 1 \end{cases} \tag{7}$$

will likewise be taken to be of the inverse-power type

$$\phi_2(x_{12}) = 1/(x_{12})^{n_2}, \tag{8}$$

with a range fixed by n_2. The final pair potential of our model can thus written

$$V(r_1,r_2;s_1.s_2) = V_{HS}(r_{12}) + V_1(r_{12}) + V_2(r_{12}).P_2(r_{12};s_1.s_2) \tag{9}$$

with the radial factors fixed by (3)-(4), (7)-(8), or explicitly,

$$V_2(r_{12}) = \begin{cases} \infty & \text{if } x_{12} < 1 \\ -\varepsilon_1 \left\{ \dfrac{1}{(x_{12})^{n_1}} + \dfrac{1}{2}[3(s_1.s_2)^2 - 1] \dfrac{\gamma}{(x_{12})^{n_2}} \right\} & \text{if } x_{12} \geq 1 \end{cases} \tag{10}$$

where $x_{12} = r_{12}/\sigma$, while ε_1 fixes the energy scale and $\gamma = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$ measures the strength of the magnetic interactions. The reduced potential $\frac{V}{\varepsilon_1}$ thus depends on three positive parameters $\{\gamma, n_1, n_2\}$.

3. The free energy.

For a system of *N* molecules enclosed in a volume *V* at the equilibrium temperature *T*, the phase behaviour can be deduced from the Helmholtz free energy, *F(N,V,T)*. In terms of the intensive property, $f = F/N$, we have for the (Helmholtz) free energy per particle, $f = f(\rho, T)$, where ρ is the number density, $\rho = N/V$. From $f = f(\rho, T)$ we can obtain the pressure, $p = p(\rho, T)$, and the chemical potential, $\mu = \mu(\rho, T)$, by using the following well known thermodynamic relations [2]:

$$p = \rho^2 \frac{\partial f}{\partial \rho} \quad ; \quad \mu = \frac{\partial}{\partial \rho}(\rho f) \; ; \tag{11}$$

and, knowing *p* and μ we can find the coexisting densities (ρ_1, ρ_2) of phase 1 and phase 2 by solving, for each *T,* the following two-phase equilibrium conditions :

$$p_1(\rho_1, T) = p_2(\rho_2, T) \; , \tag{12}$$

$$\mu_1(\rho_1, T) = \mu_2(\rho_2, T) \, , \tag{13}$$

where P_i , μ_i denote the value of *P*, μ evaluated for phase *i* = (1,2).

The free energy, *F*, of a system with pair-potential of the form defined by Eq. (9) reads

$$F = F_R + \frac{1}{2} \int dr_1 \int ds_1 \int dr_2 \int ds_2 r_2(r_1, r_2; s_1.s_2) \; [V_1(r_{12}) + V_2(r_{12})(s_1.s_2)] \tag{14}$$

where F_R is the hard-sphere free energy and $\rho_2(r_1, r_2; s_1.s_2)$ denotes the pair-density. Within the mean field approximation the latter is factorized as, $\rho_2(r_1, r_2; s_1.s_2) = \rho_1(r_1, s_1)\rho_2(r_2, s_2)$,

where $\rho_1(r, s)$ is the one-particle density. Because Eq.(9) does not couple the position and angular variables we can likewise factorize $\rho_1(r_1, s_1)$ as

$$\rho_1(r, s) = \rho(r)h(s), \tag{15}$$

where $\rho(r)$ is the center of mass density normalized to the average density ρ

$$\frac{1}{V}\int dr\rho(r)=\rho \tag{16}$$

and $h(s)$ is the angular distribution of the spin variable normalized to one [30,31]

$$\int dsh(s)=1 \tag{17}$$

where
$$\int ds...=\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}d\phi\int_0^{\pi}d\theta\sin\theta \tag{18}$$

with θ,ϕ being the polar angles of the unit vector s referred to a laboratory fixed coordinate system. Using Eqs.(15), and (17) the reduced free energy of (14) becomes

$$\begin{aligned} f=\frac{F_{HS}}{N\varepsilon_0}+\frac{1}{2N\varepsilon_0}\left[\int dr_1\int dr_2\rho(r_1)\rho(r_2)V_1(r_{12})\right]\left[\int ds_1\int ds_2h(s_1)h(s_2)\right] \\ +\frac{1}{2N\varepsilon_0}\left[\int dr_1\int dr_2\rho(r_1)\rho(r_2)V_2(r_{12})\right]\left[\int ds_1\int ds_2h(s_1)h(s_2)(s_1.s_2)\right] \end{aligned} \tag{19}$$

The hard-sphere free-energy, F_{HS}, can be approximated by [2,3]

$$F_{HS}(N,V,T)=NK_BT\left[\ln(\rho\Lambda^3)-1\right]+NK_BT.\frac{1}{2}\int_{-1}^{1}du\ h(u)\ln\left[h(u)\right]-NK_BT\ln\alpha(\rho) \tag{20}$$

where the first term is the ideal gas contribution, Λ being the thermal de Broglie wavelength, $\rho=\frac{N}{V}$ the average density. The second represents the orientational entropy and the last term represents the free-volume entropy due to the hard-sphere repulsions of Eq. (2). In particular, we have (see [2,3])

$$\alpha(\rho)=(1-\frac{\rho}{\rho_0}) \tag{21}$$

for a fluid phase, with $(\frac{\pi}{6})\rho_{cp}\sigma^3=0.495$ being the packing fraction above which the fluid becomes unstable. The second and third terms of Eq.(19), which represents the mean-field exchange energy contribution of the isotropic and nematic interactions defined by Eqs.(3) and (7), becomes (see [2,3])

$$-\phi_1-\gamma\phi_2\int ds_1\int ds_2h(s_1)h(s_2)(s_1.s_2)=-\phi_1-\gamma\phi_2<s_1.s_2>^2 \tag{22}$$

where $\gamma=\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}.\ \varepsilon_l(l=1,2)$ are the amplitudes defined in Eqs.(3) and (7) and ϕ_l denote the radial average defined in Eqs.(3) and (7). For an inverse power potentials, we have[2,3]:

$$\phi_l = \frac{4\pi\rho\sigma^3}{n_l - 3} \tag{23}$$

By using Eqs. (22) and (24), The reduced free energy of Eq.(19) becomes now [2,3,5]:

$$f = t\left[\ln(\rho\Lambda^3) - 1\right] - t\ln\alpha(\rho) - \phi_1 + \gamma\phi_2 m^2 - t\ln N(q) \tag{24}$$

where $N(q) = \dfrac{\sinh(q)}{q}$, $m = \coth(q) - \dfrac{1}{q}$ et $q = \dfrac{2}{t}\gamma\phi_1 m$

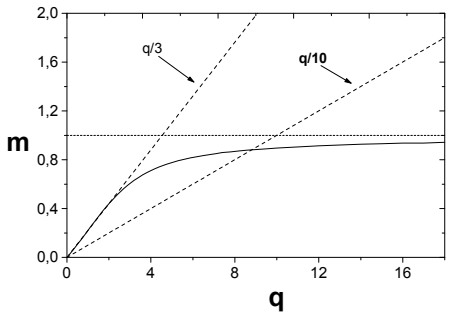


Fig.1. Graphical representation of the solution of the self-consistency equation $m = \coth(q) - \dfrac{1}{q}$, indicating that a nonzero magnetization ($m \neq 0$) can exist only for $q > 3m$

4. Conclusion.

According to the value of $\gamma^* = \dfrac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\dfrac{n_1 - 3}{n_2 - 3}$ there are three topologically distinct types of phase diagrams (see Fig. 2). For $0 < \gamma^* < 0.55$ all the phase diagrams have a paramagnetic gas (pg)-paramagnetic liquid (pl) transition at the higher temperatures, and a first-order pg-fl (ferromagnetic liquid) transition at the lower temperatures. For $0.55 < \gamma^* < 0.85$ all the phase diagrams have a pg-fl transition for temperatures below that of a pg-pl-fl triple line. For temperature above this triple point temperature there is both a pg-pl transition ending in a CP (critical point) and a first-order pl-fl transition ending in a TCP (triple critical point).

Finally for $\gamma^* > 0.85$ all the phase diagrams contain only a first-order pg-fl transition ending in a TCP above which it becomes a continuous pf-ff transition along the Curie line.

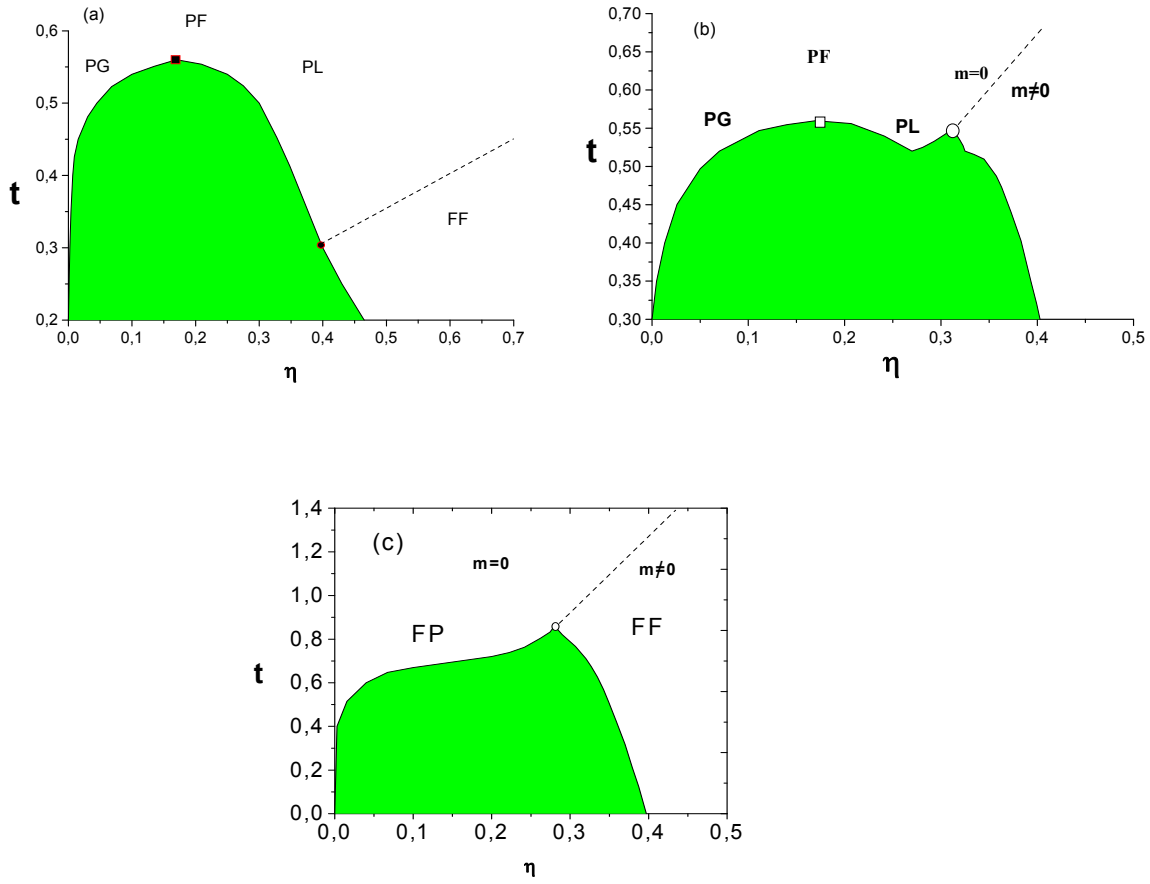


Fig.2 : The three topologically distinct types of phase diagrams in the reduced temperatures-reduced density plane.

(a) $\gamma^* = 0.3$, (b) $\gamma^* = 0.7$ and (c) $\gamma^* = 1.2$.

References:

[1] R. E. Rosensweig, Sci. Am. 274, 1982, 124

[2] A. Oukouiss and M. Baus, Phys. Rev. E 55, 1997, 7242

[3] A. Oukouiss and M. Baus, J. Chem. Phys.109, 1998, 6157

[4] M. Baus and R. Achrayah, J. Phys.Condens. Matter 8, 1996, 9633

[5] A.Oukouiss and A.Daanoun, Phys.Chem.News 50,2009, 37-45

Les Vblogues : vers une information validée et classée sur les blogues

Boubker Sbihi [1] and El kadiri Kamal Eddine [2]

[1] Laboratoire LIROSA, Faculté des Sciences de Tétouan, Bsbihi@hotmail.com

[2] Laboratoire LIROSA, Faculté des Sciences de Tétouan, Elkadiri@uae.ma

Résumé. Le présent article s'inscrit dans le cadre d'une recherche scientifique sur l'évolution du web et plus précisément le web collaboratif actuel web 2.0. Il a pour objectif de proposer une amélioration de l'outil blogue, l'un des deux uniques outils de publication de l'information au niveau du web 2.0 ; ce faisant, on essaiera de surmonter les problèmes majeurs de la qualité de l'information, la surinformation, et enfin la gestion des droits d'auteurs. Dans ce contexte, on se fixera l'objectif qui publie quoi, quand, où et quel est le degré de pertinence de cette information en ajoutant la notion de la validation des contenus. On mettra en place, à cet effet, un comité de validation du blogue qui se chargera de la validation de l'information produite par les utilisateurs en plus d'un comité du suivi de la publication sur le blogue ; celui-ci prendra en charge le processus de publication depuis la création de l'information jusqu'à son élimination ou son archivage finale. L'information ne sera pas directement publiée par un utilisateur sur le blogue mais pré-publiée et soumise à une pré-validation dans une partie non officielle du web. De telles améliorations mettront à la disposition des internautes une nouvelle catégorie de l'information de qualité, validée et bien gérée.

Mots clés: Web 2.0, Vblogue, validation, qualité de l'information.

Abstract. This article is part of a scientific research on the Web evolution, more precisely recent collaborative Web 2.0. It aims at suggesting an improvement of the blog, which is one of the two unique tools of publishing information at the level of Web 2.0, by trying to overcome the major problems that concern information quality, over-information and, finally, copyright management. In this context, we set the goal of answering the questions : who publishes what, when, where and what is the relevance degree of this information by adding the concept of content validation. To target this goal, we will establish a committee for blog's validation, which will be in charge of validating the information generated by users, in addition to another committee of monitoring publications on the blog, which will have as task: following the process of publication since the information creation to its deletion or final archiving. Information will not be published directly by a user on the blog but pre-published, submitted to validation in a non-official part of the website. Such ameliorations will make available to Internet users a new category of high quality information, validated and well-managed.

Keywords: Web 2.0; Vblog; validation; information quality.

1-Introduction

Depuis sa création en 2005, le Web 2.0 ou encore le web collaboratif avancé par Tim O'Reilly [13], se propose comme un nouveau mode de production, de communication, de partage et de diffusion de l'information en donnant la possibilité aux utilisateurs de devenir producteur collaborant ainsi à la réalisation des contenus du web [9]. Ce changement de base est une réelle évolution du web qui a augmenté sans doute sa quantité de l'information, offrant ainsi la possibilité de créer une intelligence collective sur le réseau [12]. Grâce à cette vision du web, des milliers de services en lignes sur le net, dont certains sont accessibles gratuitement, ont vu le jour et viennent pour remplacer l'acquisition et l'installation des logiciels. Selon Richard MacManus, « Le web 2.0 est social, ouvert et correspond à de nouvelles interfaces et manières de rechercher et d'accès à l'information. C'est une plateforme prête à recevoir les éducateurs, les médias, la politique, les communautés, pour pratiquement chacun un contenu » [11]. Devis de son côté, définit le web 2.0 comme « une philosophie d'ouverture sociale dont le but est d'abandonner le contrôle individuel au profit de la participation du plus grand nombre » [3]. Le web 2.0 est en réalité une série de principes d'utilisation des technologies existantes proposant une nouvelle manière de créer, de publier et de partager l'information sur Internet. Il consiste à approcher le web selon différentes dimensions : technique, sociologique et éditoriale. Notons bien que le succès du web 2.0 est dû au nombre de participants ; par exemple, en 2007, pas moins de 24 % des Européens ont publié en ligne ou participé à des forums [15]. Dans le contexte du web 2.0, les utilisateurs peuvent créer des contenus de tout type y compris les videocast et podcast [6], rapidement et simplement à l'aide des blogues ; ils peuvent les commenter, faire du travail collaboratif à travers les wikis, se faire connaitre et connaitre d'autres personnes qui partagent les mêmes intérêts sur les réseaux sociaux, et être informés des nouveautés grâce aux flux RSS. Concernant les recherches, on peut marquer, à travers les tags, une information et la partager tout en la structurant. Parmi les avantages du web 2.0, on peut citer la simplicité, la souplesse, l'implication des utilisateurs, la facilité de publication, la large gamme des outils et enfin la possibilité d'être informé des nouveautés à travers les flux RSS. Dans le paragraphe suivant, on présentera l'outil blogue du web 2.0, puis on exposera les limites des blogues à savoir ceux en relation avec les utilisateurs dans un premier temps suivi de ceux relatives à l'information dans un deuxième temps ; tel est le contenu du paragraphe 3 ; on présentera par la suite l'outil Vblogue qui est une extension de l'outil blogue du web 2.0 en lui ajoutant la notion de validation de son contenu dans un dernier paragraphe avant de terminer avec une conclusion où on présentera un ensemble de perspectives.

2-Les blogues

Le web 2.0 possède deux types d'outils de publications qui sont les blogues et les wikis. Les blogues font parties des outils simples et faciles qui permettent à un internaute de publier régulièrement des informations ou de les commenter dans le contexte du web 2.0. Ils font partie de la force du web 2.0 qui permettent de garantir un travail collaboratif et offrent un espace de partage des connaissances permettant ainsi une grande liberté et capacité d'interaction ; en plus, ils se caractérisent par leur coût peu élevés voir même leur gratuité, un archivage d'articles, et une fonctionnalité de regroupement par spécialité. Un blogue ou encore un web log (carnet de bord web) est un journal personnel en ligne qui permet à un

internaute de publier régulièrement des informations ou de commenter l'actualité sur un sujet bien déterminé [4]. Il est généralement libre d'accès et privé, protégé par mot de passe qui remplace la vision de la messagerie et du chat qui permet d'informer les internautes sur les nouveautés dans un domaine donné [10]. C'est un véritable outil de communication collaboratif [5] qui se caractérise par la simplicité de son utilisation, permet un travail collaboratif et offre un espace de partage des connaissances [2]. Certains le considèrent comme une revue qui est disponible sur le web permettant de publier facilement des actualités (Articles, Notes, Billets) dans la langue des blogueurs) sur un sujet, de les illustrer de façon multimédia et de partager ses idées en recueillant des commentaires sur ses articles [8]. Globalement, c'est un site web hiérarchisé dans lequel un ou plusieurs auteurs publient au fil du temps des contenus sous forme des textes, des images, des objets multimédias et de données classées par ordre chronologique inverse [10]. Les points forts des blogues sont, on l'a vu, la simplicité d'utilisation, la rapidité et la facilité de publication, la grande liberté, la grande capacité d'interaction, et son coût bon marché voir même sa gratuité ; à tout cela s'ajoutent l'archivage d'articles, et la fonctionnalité de regroupement par spécialité. Les blogues ne manquent pas de limites dont la classification sera présentée dans le paragraphe suivant.

3-Limites des blogues

Les blogues se basent sur la participation des utilisateurs pour créer les contenus et former des communautés qui s'articulent autour d'un même domaine d'intérêt pour partager, communiquer et diffuser les informations. Cependant la gestion de la qualité de l'information est absente dans ce type d'outil du moment que l'information peut provenir de différents types d'utilisateurs sans prendre en considération leur niveau scientifique, leur âge et leurs spécialités ; de plus, aucune stratégie de vérification ni d'évaluation n'est prise en charge. Nous pouvons décomposer les limites les blogues en deux parties. Une qui concerne les utilisateurs et une autre qui concerne l'information composant les blogues.

3.1- Limites relatives aux utilisateurs

- Taux d'abandons très élevé

Les blogues se créent et meurent rapidement à cause du taux d'abandon très élevé. Les internautes n'arrivent pas à suivre le même rythme tout le temps et abandonnent rapidement la participation à de milliers de blogues par mois ; la raison en est que le nombre important de pages et de commentaires augmente très rapidement leurs tailles avec trop d'informations et que la mise à jour du blogue ne se fait pas régulièrement et rapidement.

- Peu de participants

Les internautes ne participent que rarement à la production des contenus et se contentent de la simple lecture, à part quelques rares utilisateurs qui y participent.

- Faible taux de participation

Le nombre limité de créateurs de contenus qui participe à l'élaboration des blogues se caractérise par un faible taux de participation. On peut en déduire deux types de producteurs, les producteurs permanents et les producteurs occasionnels.

- Participation hétérogène

Le nombre réduit d'internautes qui participent, n'interviennent pas de la même manière et avec la même fréquence ; ils sont nombreux sur les actions simples (lire, enregistrer un signet,

commenter) mais beaucoup moins actifs sur des participations plus compliquées (écrire, collaborer).

- La non motivation pour participer

Les blogues ne motivent pas les utilisateurs à une participation régulière et considèrent celui qui produit et celui qui consomme comme étant identiques. C'est l'une des raisons pour laquelle le taux de participation est très modeste.

- Participation anonyme

Certaines informations sur les blogues sont anonymes du moment qu'un auteur est en mesure de publier de l'information sans faire aucune authentification sur certains sites. Il peut aussi s'identifier avec une authentification erronée avec des faux pseudos qui ne permettent pas de le localiser et de connaître sa vraie identité.

3.2- Limites relatives à l'information

- Mauvaise qualité de l'information

Sur les blogues, tout le monde peut : créer, publier, partager, se connecter, influencer, collaborer ; Oui, mais quelle est la qualité de ce qui est publié et sa pertinence ? Pour participer, il faut au moins des connaissances et compétences minimales voir même de la formation avant d'aborder un sujet pertinent.

- Sur information

Le mode actuel des blogues donne un nombre important de pages et de commentaires qui augmente très rapidement leurs tailles avec le temps ce qui nous oblige à le réadapter. Chacun écrit ce qu'il veut et donc il n'y pas de structuration ni d'homogénéité ni de convergence. Il s'agit donc d'un mélange de contenus issus de plusieurs types d'utilisateurs. Aucun type de classification n'est fait.

- Information redondante

Sur les blogues, on peut retrouver un même billet sur plusieurs sites différents. Ce billet peut être une traduction d'un texte ou même un résumé. Dans ce contexte, l'utilisateur est perdu et il devient dès lors nécessaire de contrôler la redondance du contenu des blogues quitte à effacer les informations redondantes et les commentaires les plus gênants.

- Information dispersée et mal triée

Les commentaires sont triés dans l'ordre inverse de l'ordre chronologique alors qu'on peut trouver de bons commentaires perdus au milieu de certains qui ne servent à rien. Plusieurs nouveaux billets qui ne sont pas de la même importance viennent pour les écarter. Aucun tri selon l'ordre de pertinence ou d'intérêt n'est fait.

- Manque des droits d'auteurs

Les blogues posent le problème des droits d'auteurs surtout le problème de reproduction de certains contenus. On peut retrouver un même billet sur plusieurs sites sans connaitre l'origine de la source.

- Manque de sécurité

Sur les blogues des personnes virtuelles se créent sans limite des fois pour des fins de propagande et posent beaucoup de contenus sur le web qui ne respectent pas les règles générales des discussions et des consentements.

- Durée de vie très courte de l'information

La durée de l'information sur les blogues est très courte même si elle est d'une grande importance du moment qu'il existera d'autres informations qui vont la remplacer sur la page principale. L'information ne s'archive pas sur les serveurs selon l'ordre de pertinence mais en sens inverse de l'ordre chronologique ce qui est une grande limite des blogues.

4-Les Vblogues

Depuis leur apparition, les blogues se basent sur la participation des utilisateurs pour les créer et les alimenter. Il ne suffit pas juste de communiquer, publier et partager n'importe quel type d'information mais plutôt de produire la bonne information. Plus encore, pour un même type d'utilisateur, on ne peut pas mettre sur le même pied d'égalité:

- ✓ Celui qui produit et celui qui se contente d'utiliser.
- ✓ Celui qui produit beaucoup et celui qui produit peu.
- ✓ Celui qui produit de la bonne information et celui qui produit de l'information erronée.

C'est la raison pour laquelle on propose dans la philosophie des Vblogues de limiter l'accès aux non producteurs ou leur demander de payer avec une devise virtuelle pour pouvoir accéder à la totalité des services et des contenus.

- Identification des utilisateurs

Chaque utilisateur doit être identifié par un lecteur d'empreintes digitales et une webcam à chaque fois où il se connecte à la Vblogue Sphère. Cette identité qui doit être faite sur un site sécurisé avec un identifiant unique sur tous les Vblogues, sera accordée une fois pour toute. Ce nouveau mode offrira plus de sécurité et permettra à un utilisateur qui le souhaite de naviguer sur un web clair qui ne possède que de la bonne information.

- Classement de l'information sur les Vblogues

L'information produite sur les Vblogues peut prendre plusieurs formats tels que le texte, les images, les podcasts ou encore les vidéocasts. Elle sera divisée en cinq classes représentées dans le tableau suivant :

Symbole	Type de l'information	Signification de l'information
B	Bonne	Validée et pertinente
M	Moyenne	Validée moyennement
F	Faible	Validée sous réserve et corrections
E	Erronée	Non validée
C	Avis ou commentaire	

Tableau 1 Classement de l'information sur les Vblogues

- Catégories d'utilisateurs du web

On propose de créer des comités de validation de l'information sous la responsabilité des experts qui feront le suivi de la publication, le tri, le classement après l'élimination ou l'archivage final. Pour cela, on propose de décomposer les utilisateurs du Vblogue en trois groupes et qui sont représentés ainsi que leurs rôles dans le tableau suivant :

Acteur	Rôle
Utilisateur	Lire et produire les contenus
Valideur	Valide ce qui est produit
Expert	Suivi des publications

Tableau 2. Catégories d'utilisateurs des Vblogues

Dans ce contexte, la participation au Vblogue ne se limite pas à la lecture ou la production de l'information sous forme de Vbillets ou les Vcommentaires mais peut aussi prendre quelques

autres types de participation telles que la production de l'information, la correction de l'information ou encore le suivi d'une publication.
Les Vblogues ne comportent pas les interventions anonymes et les informations de mauvaise qualité ou reprises ailleurs et mettra l'identité du producteur, la date de production et la classe de l'information sur les contenus.

- Validation d'un contenu

Pour valider un contenu, un expert appartenant à la communauté des experts, spécialisé dans le domaine, désignera deux valideurs assermentés pour chaque contenu déposé pour la publication. Il le publiera sur le Vblogue si jamais les deux valideurs donnent l'avis favorable. Si un valideur accepte la publication d'un contenu et un l'autre refuse la publication, on propose de donner à un troisième valideur dans le domaine, la possibilité de trancher quant à la publication de l'information. Mais certainement, même dans le cas de sa publication, elle sera ou bien de moyenne ou de faible qualité. Elle ne sera pas publiée dans le cas contraire jusqu'à l'amélioration de sa qualité, quelle soit vbillet ou Vcommentaire. Un utilisateur peut devenir valideur s'il est recommandé par deux experts. Dans ce cas, les Vblogues seront hiérarchisés, classés en externe selon les spécialités et classés en interne selon l'ordre de pertinence par les experts ; ceux-ci ne vont publier alors que de la bonne information non redondante, non reproductive, bien triée et validée. Ils procéderont à l'élimination de l'information inutile et stockeront l'information validée ancienne dans des dépôts d'archives électroniques.

- Accès aux contenus

Dans les Vblogues, notre philosophie consiste à limiter les accès pour les consommateurs et l'élargir pour les producteurs et les valideurs. Par exemple, les simples utilisateurs qui ne produisent pas de la bonne information auront un accès très limité concernant les contenus dans les Vblogues. Les valideurs qui sont des producteurs réguliers, auront un accès plus large en leur donnant la possibilité d'accéder à la totalité des contenus faits par les utilisateurs et la majorité des services des Vblogues. Enfin, les experts auront la possibilité d'accéder à la totalité des contenus et des services supplémentaires y compris les données sécurisées de la gestion des Vblogues puisqu'ils auront la tache de l'administrer. Ils seront payés par des pourcentages de publicité sur les sites auxquels ils adhérent. Ce mécanisme, qui fait la différence entre celui qui participe et celui qui ne participe pas, permettra à une large population qui ne participe pas à le faire pour avoir l'accès à la totalité des documents hébergés sur les Vblogues.

- Vblogue central

Pour savoir qui a publié quoi et pour éviter les redondances et gérer les droit d'auteurs, on propose de créer un Vblogue central sur le web où seront stockés les indexes, les résumés et leurs producteurs. Avant de publier de l'information validée sous forme de Vbillet et Vcommentaire, une vérification sera faite sur ce Vblogue central, Dans le cas où l'information existe, on n'en autorise pas la publication, mais dans le cas contraire, l'information est acceptée et aura un numéro unique.

- Sources de financement

Dans les blogues actuels, les dons et la publicité sont les modes principaux de financement des collaborations. Dans les nouvelles générations des blogues qui sont les Vblogues, ce

service ne sera pas financé uniquement par les dons ou la publicité sur cette partie valide et de qualité sur le web ; mais en plus de ces ressources, s'ajoutent les cotisations des personnes qui ne produisent pas pour accéder aux différents services du Vblogues.

5-Conclusion

Le web 2.0 est le web de la nouvelle génération où l'internaute devient actif et collaboratif contrairement au web 1.0. Le problème posé dans cette version du web est la qualité de l'information. Le but de notre proposition consiste à répondre à la question qui publie quoi, quand et comment. La qualité de l'information qui est notre principale préoccupation est garantie à travers le découpage et classification des utilisateurs et de l'information produite. Elle sera dans ce nouveau mode bien identifiée, bien structurée, non redondante et éliminée lorsqu'elle n'est plus utile. Elle nous permettra une meilleure gestion, une meilleure réutilisation, et par conséquent une meilleure recherche. L'intégration d'une devise virtuelle poussera les internautes à participer davantage en profitant de leurs expériences. Des gains sur les volets, optimisation du temps et de l'effort de la recherche de la bonne information seront garantis.

6-Bibliographie

[1] : Anderruthy,J (2007), Web 2.0 : Révolutions et nouveaux services d'Internet, Editions ENI, 2007.
[2] : Cyril,F and Turrettini,E (2004), Blog story. Paris: Eyrolles.
[3] : Devis, I. (2005). "Web 2.0 and all that ". In Internet Alchemy, [Online], Available: http://internetalchemy.org/2005/07/talis-Web-20-and-all-that
[4] : Desavoye,B Moisantr,X and Le Meur,L (2005), Les blogs : nouveau média pour tous. Paris : M2 édition 2005.
[5] : Ertzcheid,O (2005) , Weblogs : un nouveau paradigme pour les systèmes d'information et la diffusion de connaissances ? : Applications et cas d'usage en contexte de veille et d'intelligence économique. Colloque ISKO, France 2005.
[6] : Felix, L., Stolarz, D. (2006). Hands-On Guide to Video Blogging and Podcasting: Emerging Media Tools for Business Communication. Focal Press: Massachusetts, USA.
[7] : Guillaud, H.(2005), Qu'est-ce que le Web 2.0 ?, internet Actu, september.
[8] : Hugh,H (2005), Blog: understanding the information what's changing your world. Nashville, 2005, ISBN 0-7852-1187-X
[9] : Hussher F and al (2006), Le nouveau pouvoir des internautes, Timée-Editions, 2006.
[10] : Le Meur, L and Beauvais,L (2005), Blogs pour les pro,– Paris : Dunod, 2005.
[11] : MacManus, R. Collective Intelligence in Action. Pap/Onl, 2008.
[12] : Musser. J. and O'Reilly.T (2006), Web 2.0 Principles and Best Practices. O'Reilly Media, Inc., 2006.
[13] : O'Reilly, T. (2005). "What Is Web 2.0, Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software", O'Reilly Media, Inc.
[14] **:** Sbihi, B and El kadiri,K,.(2009). "Web 2.2 : Toward classified information on the Web", International Journal of Web Applications, Vol 1, No 2, pp 102- 109.
[15] : Smihily,M(2007) [Online], Eurostat, Enquête communautaire sur l'utilisation des TIC par les ménages et les particuliers, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-QA-07-023/FR/KS-QA-07-023-FR.PDF.

Unsupervised neuro-fuzzy classification and recognition of face images

Hanane Ben Rachid, Mohammed Madiafi, Abdelaziz Bouroumi

Instrumentation and Modelling Laboratory

Ben M'sik Faculty of Sciences, Hassan II-Mohammedia University, Casablanca

E-mail : hanane13@gmail.com, madiafi.med@gmail.com, bouroumi@yahoo.fr

Abstract. This communication deals with the non-trivial problem of automating the process of human face recognition, for which we propose a new technique that combines artificial neural networks and fuzzy logic. The paper describes the main steps of the proposed technique and presents some preliminary results that illustrate its usefulness.

Keywords: Face recognition, Artificial Neural Networks, Fuzzy Logic.

1. Introduction.

Human faces are undoubtedly the most used biometrical identifiers to recognize humans. They are of great interest in a large variety of real world applications including access control, video-surveillance, identity verification, etc. Hence the usefulness of automating the process of human faces recognition. Algorithmically speaking, this automation is a very complex problem whose complexity increases with factors such as lightening conditions, position and orientation of capturing face images, facial expressions, etc.

The main goal of this paper is to propose a new technique for solving this problem. This technique combines two algorithms the first of which is an unsupervised fuzzy classification algorithm [1] that analyses the available images in order to seek clusters or homogeneous classes of faces, and provides à prototype that characterizes each detected cluster [2]. The c prototypes obtained in this way are then used as a learning base for the training step of an artificial neural network of multilayer perceptrons type, which allows to determine the separating frontiers among classes of data space [3,4].

To illustrate the effectiveness of this unsupervised pattern classification technique we also present some results of its application to a data set of 15 real images taken from specialized literature. As shown by Table 1 this data set contains three different classes of images corresponding to three different persons where each person is represented by five different images. Results of classification and recognition of these images are summarized on table 3 whose examination shows clearly that our preliminary tests are very encouraging.

2. Description of the proposed method.

The first step of our method implements a fuzzy learning algorithm that explores data sequentially and similarity analysis in order to detect homogeneous classes. Each datum is presented as a vector object where p is the number of pixels in the case of image data and the number of characteristic parameters in the case of any digital data. To measure similarity between two vectors and any objects we use the following relationship [1].

$$s(i,k)=1-\frac{d^2(x_i,x_k)}{p} \tag{1}$$

where

$$d^2(x_i,x_k)=\sum_{j=1}^{p}\frac{(x_{ij}-x_{kj})^2}{r_j^2}\leq p \tag{2}$$

If the object belongs to the i_{th} class its degree of belonging will be considered as its degree of similarity with the prototype of this class.

$$u_{ik}=s(i,k) \tag{3}$$

The classification process begins by creating a first class (c = 1) whose initial prototype will be represented by the first vector object (v1 = x1). The n-1 vectors remaining objects are then examined in turn and for each vector x_k there are two possible decisions : 1) x_k is used to initialize a new class (c = c +1; $v_c = x_k$), 2) information provided by x_k is used to update the prototypes of c classes already created.

The first decision is taken when the maximum similarity between this xk and prototypes already existing classes c is below a certain threshold, set by the user. This means that x_k is not recognized as coming from one of the classes previously detected. The second decision is taken otherwise, meaning that membership of x_k is distributed over the c existing classes whose prototypes should then be updated to reflect this affiliation. This updating is done according to the rule:

$$v_i(k)=v_i(k-1)+\frac{u_{ik}}{n_i(k)}[x_k-v_i(k-1)] \tag{4}$$

Where $n_i(k)$ denotes the fuzzy cardinal to the $i_{ème}$ class after the second class analysis x_k.

$$n_i(k)=\sum_{j=1}^{k}u_{ij} \tag{5}$$

The prototype so determined is then subjected to a multilayer perceptron which uses them as a learning base to determine the boundaries of separation between classes in the data space. The architecture of this neural network, that is to say the number of layers it contains and the number of neurons per layer can be adjusted empirically based on the intended application.

In the case of face recognition a three tiered architecture has been adopted with an input layer, an output layer and hidden layer.

The structure thus obtained was trained through the back propagation algorithm for the error which aims to minimize the global error defined by:

$$E(n) = \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{C}(y_k - d_k) \tag{6}$$

where C is the number of neurons in the output layer and yk and d_k, respectively, the observed output and the desired output at the k_{th} output layer.

3. Numerical result and discussion.

To illustrate the ability of our method to classify and recognize human faces, we present in this section the results of its application to test data from the literature [6] and are commonly used by researchers to test their models for automatic recognition of human faces. These data account for 15 digitized images of real form of bitmap images 180 pixels wide and 200 pixels high, where each pixel is coded on 24 bits, as shown in Table 1 below.

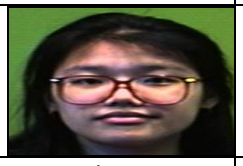
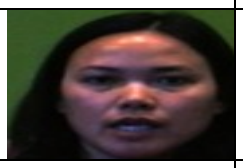
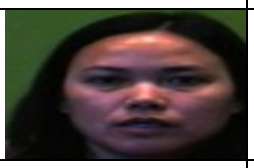
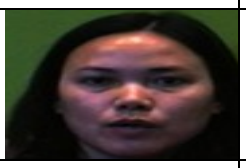
A					
	a.1	a.2	a.3	a.4	a.5
B					
	b.1	b.2	b.3	b.4	b.5
C					
	c.1	c.2	c.3	c.4	c.5

Table1: Three classes of face images corresponding to three different persons.

The 15 images are divided into three different classes each consisting of 5 faces provided by the same individual. In Table 2 we reported the results of the first stage of analysis, that is to say, the detection step homogeneous classes supposedly present in all 15 images.

Threshold ξ (%)	C	H	PC
≤ 42.10	2	0.590	0.732
≥ 43.60	**3**	**0.294**	**0.843**
≥ 71.10	4	0.398	0.705
≥ 74.10	5	0.465	0.601
≥ 78.10	6	0.497	0.550
≥ 82.60	7	0.531	0.501

Table 2: Results of detection of classes

The first column of Table 2 shows the values of the similarity threshold from which the decisions to create new classes are taken. The second column shows the number of classes detected in each interval of values and the last two columns shows the values taken by two validation criteria [5] for each partition with c classes. The first criterion is the partition entropy defined by:

$$H(U) = -\frac{1}{n}\sum_{K=1}^{n}\sum_{i=1}^{c}\left[u_{ik}\log_a(u_{ik})\right] \quad (7)$$

and the best scores are minimized [5]. The second criterion is the partition coefficient defined by the relationship:

$$PC = \frac{1}{n}\sum_{K=1}^{n}\sum_{i=1}^{c}(\mathrm{u_{ik}})^2 \quad (8)$$

which should be maximum for the best score [5]. As one can easily imagine these two criteria are used to determine the optimal number of classes where this information is not available in advance. There is though in our case the two criteria indicate the correct number of classes

c = 3.

Finally Table 3 points for each of the 15 images analyzed the original class (column 2 of Table), that is to say, the individual match, and the class to which the image has been affected by the neural network (column 3). This table shows that, after his learning phase the neural network has the automatic recognition of some face images test with an error rate of 0%. This is an excellent result.

Image	Class		Misclassification errors rate
	original	Suggested by the algorithm	
a-test.1	A	A	Class A : 0%
a-test.2	A	A	
a-test.3	A	A	
a-test.4	A	A	
a-test.5	A	A	
b-test.1	B	B	Class B : 20%
b-test.2	B	**C**	
b-test.3	B	B	
b-test.4	B	B	
b-test.5	B	B	
c-test.1	C	C	Class C: 20%
c-test.2	C	C	
c-test.3	C	C	
c-test.4	C	B	
c-test.5	C	C	

Table 3: Face recognition results.

4. Conclusion.

In this paper we have presented a new hybrid model for automatic recognition of human faces. This model has two stages: a fuzzy stage classification that allows the detection of facial recognition classes by producing a prototype of each class, a recognition stage based on an artificial neural network that uses prototypes produced by the first stage as a learning base. The results of numerical simulations and test of this model on actual data is very satisfactory.

References:

[1] A. Bouroumi, M. Limouri, and A. Essaïd, "Unsupervised Fuzzy Learning and Cluster Seeking," Intelligent Data Analysis, vol. 4, no. 3-4, pp. 241-253, December 2000.

[2] A. K. Jain and R. C. Dubes, Algorithms for Clustering Data, Englewood Cliffs, N. J.: 1988.

[3] M.T. Martin-Valdivia, L.M. Urenã-Lopez and M. Garcia-Vega, "The learning vector quantization algorithm applied to automatic text classification tasks," Newral Networks, vol. 20, Issue 6, pp. 748-756, 2007.

[4] C. M. Lee, S. S. Yang and C. L. Ho, "Modified Back-propagation Algorithm Applied to Decision-Feedback Equalisation," Vision, Image & Signal Processing, Vol. 153, Issue 6, pp. 805-809, 2006.

[5] A. Lachhab, A. Bouroumi, "Benchmarking Validity Procedures for Unsupervised Fuzzy Pattern Classification," International Conference on Multimedia Computing and Systems. ICMCS'09 – April 02-04, 2009 - Ouarzazate, Morocco

[6] Computer Vision Science Research Projects data set, Available :http://cswww.essex.ac.uk/mv/allfaces/index.htm

Identification, Modélisation, Synthèse de la régulation PI et la Simulation par l'élaboration du code dans l'environnem ent Matlab/Simulink pour la Conception et la réalisation d'un système d'essai des tests de freinage ferroviaires.

A.KARBAL [1], A. IDRISSI ADIB[2*], I.ATOUF [1]

1) UFR Traitement de l'Information faculté des Sciences ben M'sik Casa

E-Mail : abdelbast07@gmail.com

2) Laboratoire des Matériaux Thermostructuraux

Avenue Cdt Driss El Harti BP 7955 Sidi Otman -Casablanca –Maroc- www.univh2m.ac.ma [(1, 2)]

Abstract :

In this paper, we study the design and implementation of an automated System aid in the diagnosis of wagons braking railway Morocco (ONCF).
This system allows the control and validation tests of braking with greater reliability of the safety of wagons, recording of test results and trace the life cycle after revisions or expertise.
The system consists of three main modules:

1. The module compressed air or party operative.
2. The electronic control module for acquiring and processing data based on a DSP card.
3. The basic software module for automated testing, programming, monitoring the process and recording the history of test parameters for tests of braking cars train in real time.

Keywords: Acquisition, Test Bench, Braking ferrovaires, Standard UIC 540, Card Motorola 56F8367,

1. Introduction :

Parmi les raisons de réussite du transport ferroviaire en général, on trouve essentiellement la notion de sécurité. Cette notion est étroitement liée à la robustesse du système de freinage ferroviaire. En effet, ce système est conçu de manière à freiner automatiquement en cas d'avarie. Certainement, un train ne peut rouler avant d'être sûr que son système de freinage est en bon état. Aussi, faut-il développer des outils de vérification de ce système.

Dans le cadre de la politique qualité et maintenance préventive adoptée par l'office national des chemins de fer au Maroc (ONCF), nous avons contribué par la conception et la réalisation d'un système d'aide au diagnostique des défauts , afin de mieux contrôler et valider les tests des essais des freins ferroviaires.

1.1 Equipement de freinage des wagons [1] :

Le fonctionnement des organes d'application des efforts de freinage résulte des variations de pression provoquées dans la conduite générale (CG), installée tout au long de la locomotive et du train. En effet, une dépression au niveau de la CG provoque le freinage du train.
La CG est alimentée par l'intermédiaire du robinet du mécanicien (RM), à partir des réservoirs principaux. La pression normale en régime de marche dans la CG est de 5 bars.

1.2. Présentation du banc d'essai du frein ferroviaire :

Les chantiers de l'ONCF disposent d'un banc d'essai mobile pneumatique appelé charrette qui datte des années 50, qui permet de réaliser une maintenance préventive à travers quelques tests sur les différents composants du frein. Ces tests sont réalisés en manipulant les différentes vannes, constituant la charrette, en alimentant la conduite générale du wagon ou en produisant un échappement de la conduite générale et à partir du comportement des freins, suite à ces différents tests, on peut conclure sur la qualité des organes du système de freinage.

Cependant les tests manuels réalisés par la charrette en question présentent plusieurs inconvénients :
-L'opérateur peut donner lieu à des erreurs de mesure ;

-Les tests se font d'une manière discontinue impliquant ainsi une perte de temps importante ;

-L'opérateur doit être très vigilant durant toute la période des tests qui dure plus de 60 mn.

Pour remédier à ces défauts, nous avons réalisé un système automatique de test des essais de freins selon la fiche UIC 540 conformément à la politique qualité et la maintenance préventive adoptée. Ce banc reproduit fidèlement les conditions réelles d'utilisations des distributeurs afin de tester leur comportement, tout en ayant une traçabilité grâce à l'édition automatique d'un procès-verbal.

2. Description du système de test automatique

16 tests on été réunis au seins d'un seul appareil, lors du test l'opérateur ne s'occupe plus des réglages des pressions et des vannes manuellement, suivant l'encodage du type de wagon, l'appareil de test se configure sur les séquences de tests appropriés. Sur un écran figure les signaux de réponse et lorsque une anomalie se manifeste, l'opérateur prête son intention aux mesures, afin de trouver la phase de la défaillance de manière plus rapide et plus correcte.
Le test commence par le contrôle des étanchéités du circuit pneumatique pression du circuit et ensuite le contrôle du cylindre de freins, de la vitesse de dégagement et d'application des semelles sur les roues qui peut provoquer une onde de choc dans les trains, ce qui entraîne une rupture de l'attelage.

Un autre test consiste à vérifier le fonctionnement des freins asservis à la charge du wagon.

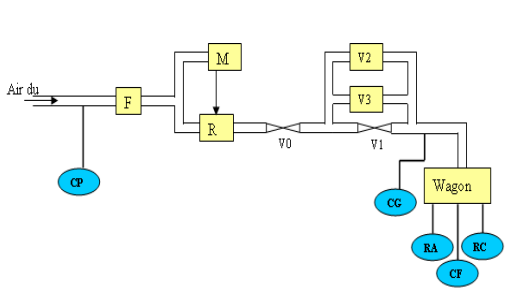
Le système se compose de trois modules principaux :

- ✓ Le module pneumatique ou la partie opératoire ;
- ✓ Le module électronique d'acquisition, de commande et de traitement des données ;

✓ Le module software de base pour l'automatisation des tests qui permet le pilotage et la supervision en temps réel du processus d'essai de freinage.

2.1. Description du module pneumatique : [4]

Le rôle principal de ce banc est soit d'alimenter la conduite générale du wagon, soit de produire un échappement de cette même conduite.



Légende:
F : filtre.
CP : capteur conduite principale.
M : manodétendeur.
R : relais.
V0, V1 : vannes tout ou rien (électrodistributeurs).
V2, V3 : vannes analogiques (distributeurs proportionnels).
CG : capteur conduite générale.
RA : capteur réservoir auxiliaire.
CF : capteur cylindre de frein.
RC : capteur réservoir de commande.

FIG. 2.1 - Schéma du banc d'essai électropneumatique

Le module pneumatique ou la partie opératoire : constitué d'une structure matérielle fonctionnelle et qui a pour principales tâches :

- L'identification et la modélisation en analysant les différents constituants, en adoptant une méthode statistique qui consiste à minimiser l'erreur des moindres carrée en comparaison avec d'autres méthodes classiques déterministes tels que STREJC, BROIDA et CALDWELL ;

- La synthèse de la régulation PI adoptant la théorie de la technique d'anti-windup en conformité avec la norme UIC 540 ; [5]

- La simulation du système par l'élaboration du code dans l'environnement Matlab/Simulink et la validation du programme de test des essais.

2.2. Description du module électronique :

2.2.1. Description matérielle (hardware) : [3] [4]

Le module électronique d'acquisition de commande et de traitement des données qui a pour rôle l'exécution de l'algorithme de commande et le contrôle du processus de ce système par la variante API en comparaison d'une variante de systèmes digital signal processeur à base d'un microprocesseur (DSP) de type 56F8367 de Motorola, et ceci par la simulation sur l'interface software Metrowerks CodeWarrior.

Comme le DSP ne dispose que de signaux de sortie PWM et d'entrée analogique variant de 0V à 3,6V, on lui a associé un ensemble de circuits d'adaptation de signaux.

a- Adaptation I : Constitué d'un circuit abaisseur de tension avec l'isolation des deux circuits (de commande et de puissance).

b- Adaptation II : C'est un circuit amplificateur de tension et de protection de la carte de commande.

c- DAC et Adaptation III : Il transforme les signaux numériques issus du processeur en des signaux analogiques tout en garantissant une adaptation adéquate.

2.2.2. Description logicielle (software) :

La carte est pilotée par un programme moniteur résidant dans la mémoire flash du processeur. Notons que ce type de carte offre la possibilité à l'utilisateur d'établir son programme en langage C sous Matlab Simulink, grâce à l'interface "Metrowerks CodeWarrior" .

Cette dernière permet en plus de son rôle de débogueur lors d'une simulation, de réaliser une émulation du fonctionnement de la carte sans avoir à la brancher physiquement. Un utilitaire très important fait partie de cette interface (Processor Expert) permet de faciliter la gestion des entrées-sorties et la visualisation des résultats de simulation.

3. Procédures d'essai :

L'opérateur branche les capteurs sur le wagon à examiner en différents points : CG, CP, RA, RC, CF, et met en marche l'ordinateur, l'application se met alors en fonction automatique

Sur l'écran de l'ordinateur l'utilisateur dispose de plusieurs interfaces :

- Interface utilisateur : sur laquelle figure toutes les données de l'essai en cours. L'administrateur aura à sa disposition des fenêtres de dialogue nécessaires pour l'introduction des données propres à l'utilisateur, au wagon ou voiture, au distributeur testé ainsi que pour les différentes fonctions à l'édition des rapports ;
- Interface principal : sur laquelle figure les allures de pressions dans les différents circuits particuliers du banc d'essai ainsi que les résultats du test ;
- Interface de navigation : sur laquelle figure tous les paramètres et les résultats des tests.

Notons que l'examen dure jusqu'à la fin du cycle d'essai choisi ou jusqu'au moment de la découverte d'une erreur de fonctionnement du distributeur, ou à l'arrêt immédiat de l'opérateur. La découverte d'une erreur est signalée d'une façon visuelle et acoustique, dans le cas du dépassement de la valeur admise d'un paramètre.

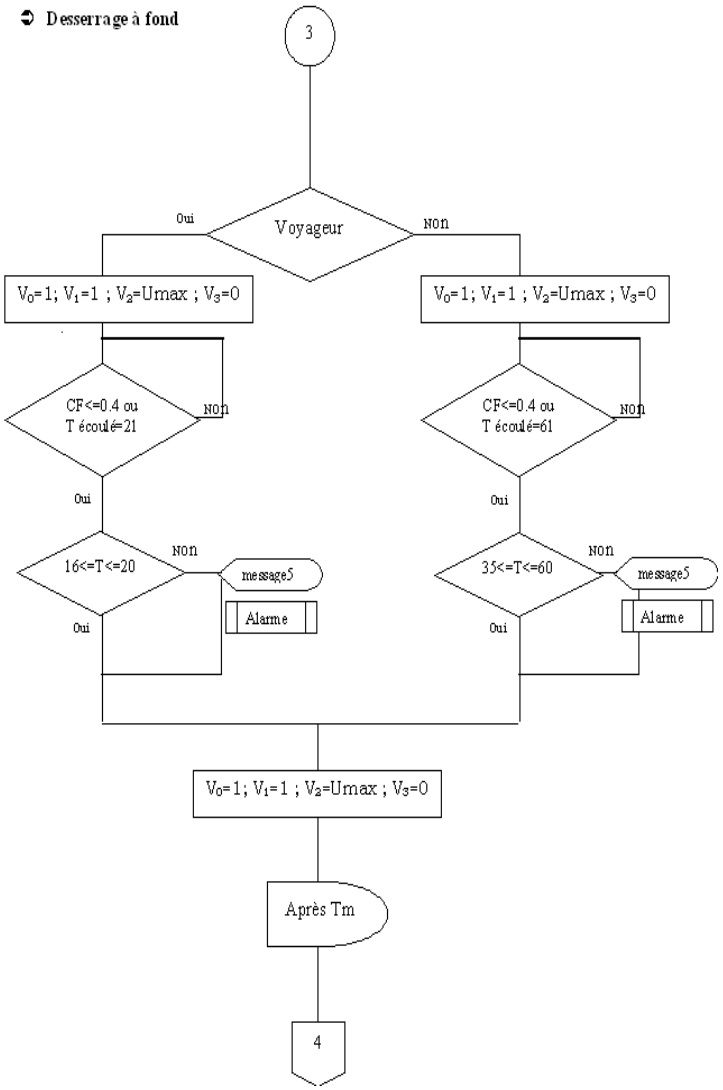
L'opérateur a la possibilité de répéter l'essai ou d'ignorer l'erreur signalée (le paramètre erroné devra être imprimé à la fin des essais au choix de l'opérateur.

4. Algorithmes :

C'est un ensemble d'algorithme qui effectue tous les essais d'une manière enchaînée. Les tests i et (i+1) sont espacés par un intervalle de temps bien déterminé.

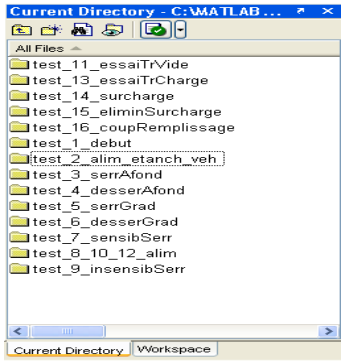
Le déclenchement d'une alarme arrête le processus de test et mémorise l'état actuel de commande jusqu'à l'intervention de l'opérateur qui peut donner un ordre de continuité des tests.

Ci-après l'algorithme du teste d'essai de desserrage à fond:



5. Exemple de Simulation sous Matlab :

Afin de vérifier le code réalisé dans le cas des différents essais que doit effectuer le banc, nous avons découpé le code en plusieurs parties, chaque partie représentant un essai particulier. Et pour chaque essai, on doit simuler les différents cas possibles qui peuvent se produire dans la réalité.



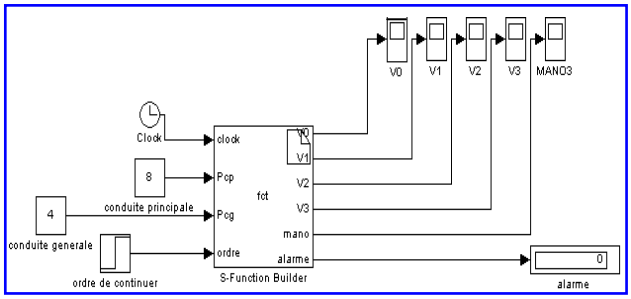


FIG. 5.2 – Exemple de simulation

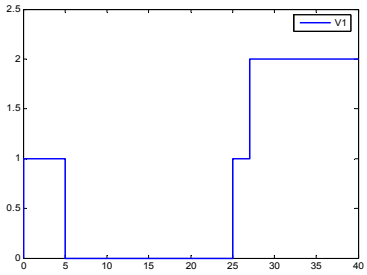


FIG5.1 Allure de V1 pour un test déclaré bon

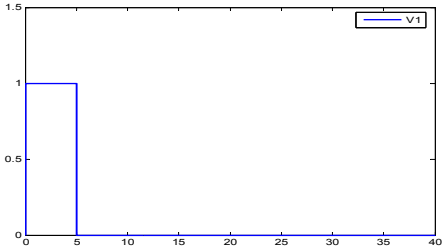
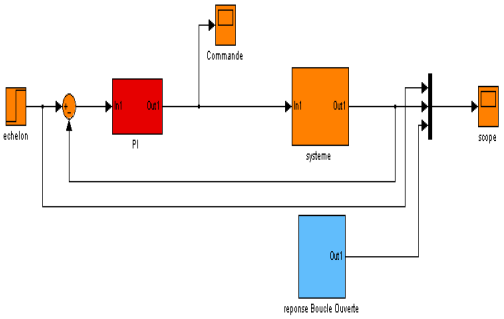


FIG. 5 –2. Allure de V1 pour un test déclaré mauvais

Cas de simulation de serrage sans saturation



5.3. – Serrage sans saturation

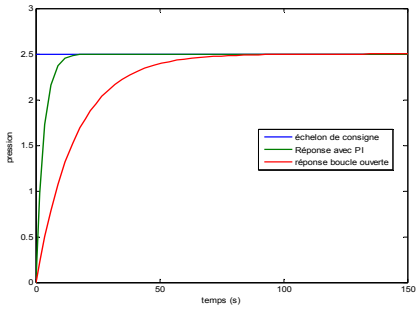


FIG.5.4. – Réponse serrage sans saturation

Cas simulation de serrage avec saturation

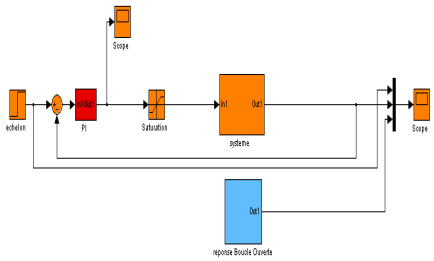


FIG. 5.5. – Serrage avec saturation

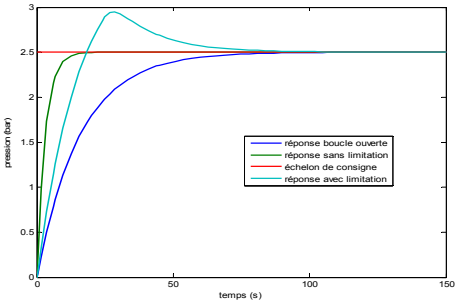
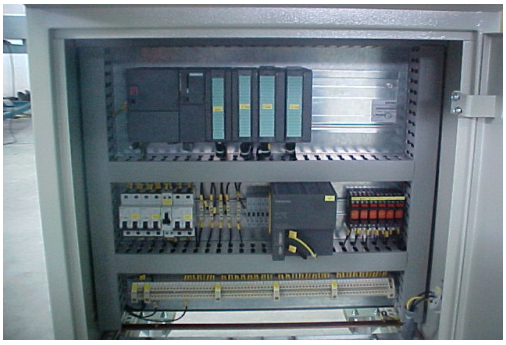
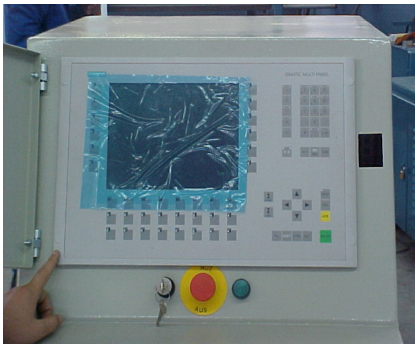


FIG. 5.6. – Réponse serrage avec saturation

PHOTO du système d'essai des tests de freinages ferroviaires par API :

Module pneumatique	Module de commande et de contrôle 
Module de supervision 	Vue d'ensemble i

Conclusion :

La valeur ajoutée par notre système et son apport sur la maintenance par l'automatisation des bilans de production est :

- ✓ La maîtrise du temps d'action et l'optimisation du temps de réaction du système conçu ;
- ✓ L'optimisation de l'usure de semelles de frein quelle soit en composite [6] ou en fonte ;
- ✓ La réduction de l'usure des roues et des rails ;
- ✓ D'assurer une distance de freinage la plus courte possible.
- ✓ Historique de tous les paramètres des tests.

Références :

[1]Norme UIC 540
[2] Fiche de conformité du système de freinage du code UIC, annexe 4Edition1982.
[3]Freescalesemiconductor " http://www.freescale.com"
[4]A.KARBAL les DSP et leur application dans le domaine industriel « PJTEE Oujda2006 »
Et « TELECOM2009&6ÈME jfmma AGADIR2009»
[5] D.Vrancic, Y.Reng, J.Petroveiv, and R.Hanns, « a new tuning method for PID controllers, 4 th IFAC conference on system structure and control, BUCHAREST, OCTOBRE23-25, 1997
[6] H.Hannache"matériaux composites à renfort fibreux de carbone « 1983 Université de bordeaux1 ».

CCII-2010

CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA

CCII-2010

CONGRESO CIENTÍFICO
INTERNACIONAL DE INGENIERÍA

SEDE

Escuela Nacional de Ciencias Aplicadas y Facultad de Ciencias.
Universidad Abdelmalek Essaâdi. Tetuán.

SECRETARÍA TÉCNICA

Aula Universitaria del Estrecho
Avda. Ramón Puyol s/n
11202 Algeciras (España)
aula.estrecho@uca.es
T +34 956 02 81 95

WEB DEL CONGRESO

www.ccii2010.uae.ma
www.auladelestrecho.es

IDIOMAS

Español / Francés / Inglés

UCA Universidad de Cádiz

AUE Aula Universitaria del Estrecho

Universidad Abdelmalek Essaâdi

FUNDACIÓN CAMPUS TECNOLÓGICO ALGECIRAS

Santander