



Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática

7^{mo} Symposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática

del 29 de Junio al 2 de Julio de 2010
Orlando, Florida ~ EE.UU.

MEMORIAS **Volumen IV** (Edición Post-Conferencia)

Editado por:

Orlando Arzola
Jorge Baralt
Nagib Callaos
Belkis Sánchez
Andrés Tremante



Organizada por
International Institute of Informatics and Systemics
Member of the International Federation for Systems Research (IFSR)



Derechos de Autor y Permiso de Reimpresión: Se permite extraer partes del libro siempre y cuando se den los créditos a la fuente. Se les permite fotocopiar a las Bibliotecas para su uso privado y a los instructores artículos por separado, sin costo, para fines académicos no comerciales. Para permisos de otras fotocopias, reimpresiones o republicaciones, escriba a IIS Copyright Manager, 13750 West Colonial Dr Suite 350 – 408 Winter Garden, Florida 34787, U.S.A. Todos los derechos reservados. Copyright 2010 © por el International Institute of Informatics and Systemics.

Los artículos de este libro constituyen las memorias de la conferencia mencionada en la portada y en el título. Estos artículos reflejan las opiniones de los propios autores con el propósito de una distribución oportuna, se publican tal y como fueron presentados, sin ningún cambio. La inclusión de dichos artículos en esta publicación no constituye necesariamente respaldo alguno por parte de los editores.

ISBN-13: 978-1-934272-93-0 (Colección) ISBN-13: 978-1-936338-09-2 (Volumen IV)



COMITE DEL PROGRAMA

Presidente: Nagib Callaos

Abe, Jair Minoro	SENAC	Brasil
Abreu, O. V.	Universidad de Cantabria	España
Acedo de Bueno, María	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Acurero, Alfredo J.	Universidad del Zulia	Venezuela
Aguilar Vera, Raúl A.	Universidad Autónoma de Yucatán	México
Álvarez, Francisco J.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Alvear, D.	Universidad de Cantabria	España
Angulo R. Graciela Annie	Fundación Universidad del Norte	Colombia
Arguello Fuentes, Henry	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Arreaza, Evelyn C.	Universidad de Carabobo	Venezuela
Arteta Manrique, María I.	Universidad del Norte Barranquilla	Colombia
Ávila Urdaneta, Maritza	Universidad del Zulia	Venezuela
Ballesteros, Francisco	Universidad Politécnica de Madrid	España
Barbosa, Alfonso	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Barnabé, Thiago	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Bermeo, José	Universidad de los Andes	Colombia
Briceño C., Sergio R.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Bruzón, M. Ángeles	Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa	España
Buono, Juan J.	INIDEP	Argentina
Burgos, Ivan V.	Universidad del Zulia	Venezuela
Burgos-Artizzu, Xavier P.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	España
Bustacara, César J.	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Bustos, Gabriela I.	Universidad del Zulia	Venezuela
Campos Freire, Francisco	Universidad de Santiago de Compostela	España
Capote, J. A.	Universidad de Cantabria	España
Cardoza, Liliana	Universidad Autónoma de Baja California	México
Carreras R. Francisco J.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Castillo Ortiz, Jesús	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Castrillón, Omar D.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Cerqueira, Valdenice M.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Chaparro Sánchez, R.	Universidad Autónoma de Querétaro	México
Cipolla Ficarra, Francisco	Università degli studi di Bergamo	Italia
Corchado R., Juan M.	Universidad de Salamanca	España
Cymrot, Raquel	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
De la Fuente, David	Universidad de Oviedo	España
De los Rios Sastre, Susana	Universidad Pontificia Comillas de Madrid	España
Díaz Pérez, Francisco	Universidad Politécnica de Madrid	España
Díaz, Carlos	Instituto Tecnológico de Orizaba	México
Díaz, Elva	ITESM	México
Díaz, Francisco Javier	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Donoso, Yezid	Universidad de los Andes	Colombia
Durán, Jaume	Universidad de Barcelona	España

Escobar Díaz, Andrés	Universidad Distrital	Colombia
Espina, P.	Universidad de Cantabria	España
Espinosa B., Gabriel E.	Universidad Tecnológica del Centro	Venezuela
Farias, Nicandro	Universidad de Colima	México
Feijóo González, Claudio	Universidad Politécnica de Madrid	España
Fernández, Javier D.	Universidad Cooperativa de Colombia	Colombia
Fernández, Juan A.	Universitat Ramon Llull	España
Fernández-Pampillón, Ana	Universidad Complutense de Madrid	España
Ferreira, Deller James	Universidade Federal de Goiás	Brasil
Ferro, Edgardo	Universidad Nacional del Sur	Argentina
Flores P., Pedro	Universidad de Sonora	México
Flores, M ^a Sierra	Universidad Complutense de Madrid	España
Fonseca, David	Universitat Ramon Llull	España
Fonseca, Pau	Universidad Politécnica de Cataluña	España
Galvis, Jhon Jairo	Universidad Distrital	Colombia
García, Enrique Efrén	Universidad Autónoma de Baja California	México
García, Oscar	Universitat Ramon Llull	España
Gauthier, Alain	Universidad de los Andes	Colombia
Gil, Richard J.	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Giraldo, Jaime Alberto	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
González B., Manuel	Universidad Carlos Tercero de Madrid	España
González G., Moisés	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
González S., Víctor M.	Universidad Nacional de Educación a Distancia	España
Grande González, Rubén	Universidade da Coruña	España
Guerrero, Gerardo V.	CENIDET	México
Guevara, Juan C.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Hernández S., César A.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Hernández, Daniel	IUSIANI	España
Hernández, Juan Miguel	Universidad Autónoma de Baja California	México
Hoyo, Alexander	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Ibarra-Zannatha, Juan M.	Centro de Investigación y Estudios Avanzados	México
Iduñate R., Erick L.	CENIDET	México
Isern-González, Josep	IUSIANI	España
Jakymec, Juan P.	Universidad del Zulia	Venezuela
Juanatey, Oscar	Universidad de la Coruña	España
Lammoglia, Nelson L.	Universidad de los Andes	Colombia
Lanzarini, Laura	Universidad Nacional de La Plata	Argentina
Lázaro, M.	Universidad de Cantabria	España
Liévano, Federico A.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
López L., Edna D.	CENIDET	México
López S., Iván A.	Universidad de Sonora	México
López, José Antonio	Universidad Complutense de Madrid	España
López, Rosa Martha	Universidad Autónoma de Baja California	México
Madrid V., José I.	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Magadán-Salazar, Andrea	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
Martínez, Valentín A.	Universidade da Coruña	España
Martins, Fábio C.	Universidade Estadual de Londrina	Brasil
Matesanz, María	Universidad Complutense de Madrid	España
Mejía, Marcelo	Instituto Tecnológico Autónomo de México	México

Meza, Miguel A.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Molina, Juan C.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Moraes, Ubirajara C.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Morales C., Melina	Universidad de Sonora	México
Morales R. Lluvia C.	Universidad de Granada	España
Moreno Cañón, Julio C.	Codensa	Colombia
Muñoz, Hilarión	Instituto Tecnológico de Orizaba	México
Muñoz, Jaime	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Ochoa, Carlos A.	Universidad Autónoma de Zacatecas	México
Okuyama, Edson T.	Universidade Presbiteriana Maclenzie	Brasil
Olguín, Jesús E.	Universidad Autónoma de Baja California	México
Oliveros Pantoja, Ingrid	Fundación Universidad del Norte	Colombia
Pacheco, Sanders	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Padilla, Alejandro	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Páez, Haydée G.	Universidad de Carabobo	Venezuela
Paletta, Mauricio	Universidad Nacional Experimental de Guayana	Venezuela
Parella, Sonia	Universitat Autònoma de Barcelona	España
Pazos Sierra, Alejandro	Universidad de la Coruña	España
Pedraza Martínez, Luis F.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Pereira Loureiro, Javier	Universidad de A Coruña	España
Pereira, Miguel A.	Hospital do Meixoeiro	España
Pérez Aguiar, José R.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Pifarré, Marc	Enginyeria Arquitectura La Salle	España
Ponce de León, Eunice E.	UAA	México
Ponce, Julio C.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Puig, Janina	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Rahme, Ma. Elena	ITESM	México
Ramos, Esmeralda	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Recio, Beatriz	Universidad Politécnica de Madrid	España
Reyes, Diana L.	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Reyes, Jaime Duván	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Ribó, Oriol	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Riera de Montero, Eddy	Universidad de Carabobo	Venezuela
Rincón, Carlos A.	Universidad del Zulia	Venezuela
Roberts, Peter	Universidad de Ciencias de la Informática	Chile
Rodríguez, Cátia C.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Rodríguez E. Dionisio J.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Rodríguez L., Gloria I.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Rodríguez, Wladimir	Universidad de Los Andes	Venezuela
Romero-Moreno, Luisa M.	Universidad de Sevilla	España
Ruiz, Maryem	Eafit University	Colombia
Salcedo P., Octavio	Universidad Cooperativa de Colombia	Colombia
Sánchez, J. Salvador	Universitat Jaume I	España
Solaque, Leonardo	Universidad Militar Nueva Granada	Colombia
Soriano-Equigua, Leonel	Universidad de Colima	México
Stump, Sandra M. D.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Tirado, Pedro	Universidad Politécnica de Valencia	España
Torres Soto, Aurora	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Torres Soto, María D.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Torres, Wuilian J.	Fundación Instituto de Ingeniería	Venezuela

Velásquez, Natalia C.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Viera Santana, José G.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Vílchez Quesada, Enrique	Universidad Nacional	Costa Rica
Villagrasa Falip, Sergi	Universitat Ramon Llull	España
Villegas, Eva	Enginyeria Arquitectura La Salle	España
Zarama, Roberto	Universidad de los Andes	Colombia



REVISORES ADICIONALES

Abarca C., Mireya Sarahí	Universidad de Colima	México
Acosta Díaz, Ricardo	Universidad de Colima	México
Aguiar, Rocío	Instituto Tecnológico de Mérida	México
Almeida S., Adriano M.	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Portugal
Almeida, Ana Rita	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia	Brasil
Alonso L., María de los Á.	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	México
Alonso, Julio	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Álvarez Cárdenas, Omar	Universidad de Colima	México
Álvarez G., Fernando	Universidad de Oviedo	España
Alvarez G., Francisco J.	Fundación Escuela Colombiana de Mercadotecnia	Colombia
Alvarez, Sofia	Universidad San Ignacio de Loyola	Perú
Alves, Nuno	Instituto Politécnico de Leiria	Portugal
Ambrósio, Paulo E.	Universidade Estadual de Santa Cruz	Brasil
Andrade G., Edgar A.	Universidad Autónoma Metropolitana	México
André, Paulo	Instituto de Telecomunicações	Portugal
Andreeta, Marcello R. B.	Universidade de São Paulo	Brasil
Antunes, Julio Santana	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Aranda, Carmen	Universidad de Málaga	España
Aviña C., Juan Gabriel	University of Guanajuato	México
Azerrad, María Rut	Universidad Nacional del Litoral	Argentina
Barcena, Elena	Universidad Nacional de Educación a Distancia	España
Barchino, Roberto	Universidad de Alcalá	España
Barradas, Luis Claudio	Escola Superior de Gestão e Tecnologia de Santarem	Portugal
Barrera, Eduardo	Universidad Politécnica de Madrid	España
Barrero, David F.	Universidad de Alcalá	España
Bartolomé, Donaciano	Universidad Complutense de Madrid	España
Blanco Díaz, Walter Jesús	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Blanco, Mitvia	Universidad de Carabobo	Venezuela
Bocos, Antonio	Universidad de Alcalá	España
Borba, Jean Marlos P.	Universidade Federal do Maranhão	Brasil
Bracho, David	Universidad del Zulia	Venezuela
Bursztyn, Andres Pablo	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Cabrera, Jaime	Instituto Tecnológico de Saltillo	México
Cadile, María Silvia	Universidad Nacional de Córdoba	Argentina
Calderón M., José A.	Instituto Tecnológico de Aguascalientes	México
Caldño G., Ulises	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Camacho, Héctor	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	México
Camós, Cristina	Universidad Abierta Interamericana	Argentina
Cancino de Greiff, Héctor F.	Universidad Distrital	Colombia
Canedo-Romero, Gerardo E.	Universidad de Guanajuato	México
Carnero, Carmen	Universidad de Castilla-La Mancha	España

Carpintero, Daniel Diego	Universidad Nacional de La Plata	Argentina
Carrancho da Silva, Angela	Universidade Estadual do Rio de Janeiro	Brasil
Carvalho, Deborah	IPARDES	Brasil
Castelo Branco, Kalinka	Universidade de Sao Paulo	Brasil
Castro L., Antonio Ricardo	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Castro, Maria João	Instituto Superior de Contabilidade e Administração	Portugal
Cerda Villafaña, Gustavo	Universidad de Guanajuato	México
Cerda, Ruben	GMD S.A.	Perú
Chacón, Edgar	Universidad de Los Andes	Venezuela
Cid Monjaraz, Jaime	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Clunie, Clifton	Universidad Tecnológica de Panamá	Panamá
Coltell-Simón, Oscar	Universitat Jaume I	España
Contreras H., Leticia	Instituto Politécnico Nacional	México
Corcuera, Pedro	Universidad de Cantabria	España
Correa Espinal, Alexander A.	Universidad Nacional de Colombia	España
Covarrubias, Lourdes	Universidad de Colima	México
Cruz-Suárez, Daniel	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	México
Cuenca P., Liliana Raquel	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Curado, Alejandro	Universidad de Extremadura	España
da Silva, Edenilson José	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Dalfovo, Oscar	Universidade Regional de Blumenau	Brasil
Damián Reyes, Pedro	Universidad de Colima	México
Darin, Susana	Universidad Abierta Interamericana	Argentina
De Andrés, Javier	Universidad de Oviedo	España
De Queiróz , Wendell	Universidad de Taubate	Brasil
De Ré, Angelita M.	Universidade Estadual do Centro-Oeste	Brasil
Del Blanco, Gustavo R.	Universidad Nacional de Lomas de Zamora	Argentina
Delgado de Ruiz, Cloudet R.	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Delgado Rivera, Jesús A.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Díaz Rodríguez, Jorge L.	Universidad de Pamplona	Colombia
Domínguez, Javier	El Colegio de México A.C.	México
Emiliani Arboleda, Luis D.	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Espinoza, Fortunato	Universidad Autónoma de Baja California	México
Fabre, Danu	Universidad Veracruzana	México
Fernandes A., Pedro	Instituto Politécnico de Setúbal	Portugal
Fernández G., Eduardo René	Universidad Autónoma de Sinaloa	México
Fernández-Caballero, Antonio	Universidad de Castilla-La Mancha	España
Ferreira da Silva, António J.	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Portugal
Flores, Carola Victoria	Universidad Nacional de Catamarca	Argentina
Flórez, Elizabeth	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Fonseca Casas, Pau	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Fonseca, Aldemar	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Colombia
Fonseca, Jaime	University of Minho	Portugal
Fortes Ruiz, Inmaculada	E.T.S.I.	España
Fuster-Sabater, Amparo	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	España
Gallardo G., Mónica	Universidad de Los Lagos	Chile
Gamarra R., Víctor Orlando	Universidade Estadual Paulista	Brasil
García A., Pedro	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario	México
García J., Luis E.	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Colombia
García Perea, M. Dolores	Instituto Superior de Ciencias de la Educación	México
García Ruiz, María Elena	Universidad de Cantabria	España

García Sánchez, Manuel	Universidad de Vigo	España
García Simón, Amado I.	CUJAE	Cuba
García, Aracele	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Gericota, Manuel	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Portugal
Gilart I., Virgilio	Universidad de Alicante	España
Godínez Hernández, Alejandro	Servicio Geológico Mexicano	México
Gómez Miranda, Pilar	IPN	México
Gómez, Nancy	Universidad Pedagógica Experimental Libertador	Venezuela
González Posadas, Vicente	Universidad Politécnica de Madrid	España
Gonzalez, Aleida	Instituto Superior Politécnico José Antonio	Cuba
González, Walfredo	Universidad de Matanzas	Cuba
Goñi, Niria	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú
Grimoni, Jose	USP	Brasil
Gurruchaga R., María E.	Instituto Tecnológico de Orizaba	México
Gutiérrez de Mesa, José A.	Universidad de Alcalá	España
Güttler, Cláudio	Furnas Centrais Elétricas S.A.	Brasil
Harari, Ivana	Universidad Nacional de La Plata	Argentina
Helayel-Neto, José A.	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	Brasil
Hernández F., Carlos	Universidad Politécnica de Valencia	España
Hernández F., Donato	Universidad de Guanajuato	México
Hernández R., Jesús A.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Huapaya C., Juan A.	IEEE	Perú
Hurtado C., Luini L.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Ibeas, Asier	Universitat Autònoma de Barcelona	España
Igei Kaneshiro, Percy	Escola Politécnica da Universidade de Sao Paulo	Brasil
Imaña, José Luis	Universidad Complutense	España
Inzunza G., Everardo	Universidad Autónoma de Baja California	México
Isola, Alfredo Eduardo	Senado de la Provincia de Buenos Aires	Argentina
Jenci, Daniel	Universitario Autónomo del Sur	Uruguay
Jiménez Builes, Jovani A.	GIDIA	Colombia
Jiménez R., Lourdes	Universidad de Alcalá	España
Jiménez Vargas, Roberto	Universidad de Guadalajara	México
Juárez-Toledo, Carlos	Universidad Autónoma del Estado de México	México
La Red Martínez, David L.	Universidad Nacional del Nordeste	Argentina
Lacuesta G., Raquel	Universidad de Zaragoza	España
Lambertt, Ángel	Universidad Anáhuac del Norte	México
Ledesma O., Sergio E.	University of Guanajuato	México
Leiva Olivencia, José L.	Universidad de Málaga	España
León, Alain	Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría	Cuba
Lera, Fernando	Universidad Pública de Navarra	España
Lesso Arroyo, Raúl	Instituto Tecnológico de Celaya	México
Levy, Sary	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Llarena, Myriam G.	Universidad Nacional de San Juan	Argentina
Lloret Mauri, Jaime	Universidad Politécnica de Valencia	España
Lombo, Andres	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Colombia
Lopes, Eduardo	Universidade de Évora	Portugal
López Sánchez, José Á.	Universidad de Extremadura	España
Lorca, Pedro	Universidad de Oviedo	España
Lorenzo G., Juan V.	Universidad Central	Cuba
Lorenzo Iglesias, Eva	Universidad de Vigo	España
Luengas, Lely	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia

Madruga, Francisco Javier	Universidad de Cantabria	España
Maenza, Rosa Rita	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Marante, Francisco	Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría	Cuba
Martínez S., Fredy Hernán	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Marulanda E., Carlos Eduardo	Universidad de Caldas	Colombia
Mas Camacho, María Rosa	Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana	Cuba
Mata, Miguel Felix	UPIITA	México
Matos, Elizete	Pontificia Universidade Católica do Paraná	Brasil
Mendes de O., Yara M. B.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Mendonça, Víctor José D.	Instituto Politécnico de Bragança	Portugal
Metrolho, José	Instituto Politécnico de Castelo Branco	Portugal
Mihi Ramírez, Antonio	Universidad de Granada	España
Minetti, Gabriela	UNLPAM	Argentina
Moctezuma, Isidro	Universidad del Mar	México
Mondéjar J., Juan Antonio	Universidad de Castilla-La Mancha	España
Montenegro S., Marilu	Universidad Carlos III de Madrid	España
Montes-de-Oca, Raúl	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Monzón, Ricardo	UNNE	Argentina
Moraes de A., Fabrício	UFMT	Brasil
Morales-Mendoza, Luis J.	Universidad Veracruzana	México
Moreira, Fernando	Universidade Portucalense	Portugal
Moreno R., Rosendo	Universidad Central de Las Villas	Cuba
Moreno Sabido, Mario R.	Instituto Tecnológico de Mérida	México
Moreno V., Luís F.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Moreno, Carlos	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Muñoz A., Evodio	Universidad Veracruzana	México
Muñoz G., Ana C.	Instituto Universitario Tecnológico de Ejido	Venezuela
Mustaro, Pollyana	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Navarro, Miguel	Universidad Pedagógica de Durango	México
Núñez Mc Leod, Jorge E.	Universidad Nacional de Cuyo	Argentina
Obac Roda, Valentin	Universidade de São Paulo	Brasil
Olivares B., Joaquín	Universidad de Córdoba	España
Oliveira, Luiz Sérgio de	Universidade Federal Fluminense	Brasil
Oliveira, Paulo Moura	University of Trás-os-Montes e Alto Douro	Portugal
Oliveira, Roge	UPIS	Brasil
Oliver Salazar, Marco A.	CENIDET	México
Oller, Albert	Universitat Rovira i Virgili	España
Ordóñez G., Felipe A.	Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán Catedrático	México
Pacheco Espejel, Arturo A.	Instituto Politécnico Nacional	México
Pacios, Luis	Laboratorio Nacional de Fusión	España
Padilla, Felipe	Ecole de Technologie Superiure	Canadá
Pardo, Aldo	Universidad de Pamplona	Colombia
Peña Zapata, Gloria E.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Peña, Mario	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Pereira Fariña, José	Universidad de Santiago de Compostela	España
Pérez de C. H., María de la C.	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Pérez, Alonso	Universidad de Sonora	México
Pezoa, Daniel	Universidad de Ciencias de la Informática	Chile
Pezzotti, Gianni	Istituto di Cristallografia	Italia
Pina Amargós, Joaquín D.	CUJAE	Cuba
Pinto A., David E.	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México

Pizarro Junquera, Joaquín	Universidad de Cádiz	España
Prospero Sanchez, Pedro L.	Universidade de Sao Paulo	Brasil
Rairán Antolines, José D.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Ramada Paiva, Ana C.	Universidade do Porto	Portugal
Ramón, Ramón	Asociación Iniciativa Focus	España
Ramos, Fernando	Universidade de Aveiro	Portugal
Raymundo, Carlos	Universidad Privada Antenor Orrego	Perú
Revuelta D., Francisco I.	Universidad de Extremadura	España
Ricardo B., Carmen Tulia	Universidad del Norte	Colombia
Riquelme, Bibiana	Instituto de Física Rosario	Argentina
Rivera, Selva Soledad	Universidad Nacional de Cuyo	Argentina
Rodrigues de Souza, J.	Universidade do Estado da Bahia	Brasil
Rodrigues, Luciano B.	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	Brasil
Rodríguez B., José E.	Universidad Politécnica de Valencia	España
Rodríguez M., Carlos	Universidad Politécnica de Madrid	España
Rodríguez, Antonio	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
Rodríguez, Rocío A.	Universidad Nacional de la Matanza	Argentina
Rodríguez-Vázquez, Katya	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Romero, Luis Felipe	Universidad de Sonora	México
Ruiz Ojeda, Nicolás Enrique	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Sánchez Ávila, Carmen	Universidad Politécnica de Madrid	España
Sánchez López, Juan	Universidad Autónoma de Baja California	México
Sánchez R., David	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Sánchez Ruiz, José Gabriel	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Sánchez Valdés, Alina	FORMATUR	Cuba
Sandoval, Maria Marta	Universidad Nacional	Costa Rica
Santos da Silva, José G.	Universidade do Estado do Rio de Janeiro	Brasil
Santos Peñas, Matilde	Universidad Complutense de Madrid	España
Santos, Ednaldo Oliveira	Unión Nacional de Estudiosos en Meteorología	Brasil
Serra Barreto, Alexandre	Ministério da Fazenda	Brasil
Serradell-López, Enric	Universidad Abierta de Cataluña	España
Sevillano, Maria Luisa	Universidad Nacional de Educación a Distancia	España
Sigura, Aldo	Universidad Nacional de Entre Ríos	Argentina
Silva, Carlos Alexandre	University of Sao Paulo	Brasil
Silva, Flavio	Universidade Estadual de Maringá	Brasil
Silveira, Maria Clara	Instituto Politecnico da Guarda	Portugal
Sirvente, Francisco	Universidad Nacional de San Juan	Argentina
Souza, Jocarly Patrocinio	Universidade de Passo Fundo	Brasil
Stopilha, Ana Lícia	Universidade do Estado da Bahia	Brasil
Strassburg, Udo	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Brasil
Suárez Garaboa, Sonia M.	Universidade da Coruña	España
Syers Hernández, Antonio J.	Universidad Metropolitana	Venezuela
Tajonar S., Francisco S.	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Teixeira, Leonor	Universidade de Aveiro	Portugal
Torres de Clunie, Gisela E.	Universidad Tecnológica de Panamá	Panamá
Torres V., Georgina A.	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Torres Velandia, Serafín A.	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
Torres, Patricia	Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Brasil
Valdez M., Alicia G.	Universidad Autónoma de Coahuila	México
Valdivia, Irma	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú
Varajão, João	UTAD	Portugal

Vaz de Carvalho, Carlos	Instituto Politécnico do Porto	Portugal
Vega-Corona, Antonio	Universidad de Guanajuato	México
Ventorini, Silvia E.	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Venturini, Osvaldo José	Universidade Federal de Itajubá	Brasil
Vera, Pablo Martín	Universidad Nacional de la Matanza	Argentina
Vidotte Blanco T., María C.	Universidade Federal de Goias	Brasil
Villadangos-Alonso, Jesús	Universidad Pública de Navarra	España
Villegas S., J. Jesús	Instituto Tecnológico de Celaya	México
Villegas, Hyxia	Universidad de Carabobo	Venezuela
Viloria, Orlando	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Vivanco, Verónica	Universidad Politécnica de Madrid	España
Wachowicz, Marcos	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Zurita Sánchez, Juan M.	Instituto de Investigaciones Antropológicas	México



REVISORES ADICIONALES PARA LA REVISIÓN NO-CIEGA

Abaunza, Felipe	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Acero Soto, Diego Mauricio	Univesidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Acosta Díaz, Ricardo	Universidad de Colima	México
Aguiar, Elisangela Santana	Serviço Federal de Processamento de Dados	Brasil
Aguiar, Rocío	Instituto Tecnológico de Mérida	México
Alberti, Antônio Marcos	INATEL	Brasil
Almeida S. Adriano Manuel	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Portugal
Alonso, Julio	UNAM	México
Álvarez Cárdenas, Omar	Universidad de Colima	México
Alvarez, Miguel	Universidad de Guadalajara	México
Alves Castello, Daniel	Universidade Federal de Rio de Janeiro	Brasil
Alves M., Roberto Sidney	Universidade Federal da Bahia	Brasil
Alves Matos, Antônio	Hospital Curry Cabral	Portugal
Alves, Anabela Carvalho	Universidade do Minho	Portugal
Amilcar, Amilcar Porto P.	Instituto Tecnológico de Aeronáutica	Brasil
Amoros, José Ernesto	Universidad del Desarrollo	Chile
Andrade Aréchiga, María	Universidad de Colima	México
Aramendi, Elisabete	Universidad del País Vasco	España
Armentano, Marcelo	UNICEN	Argentina
Arteta Manrique, María Inés	Universidad del Norte Barranquilla	Colombia
Avalos Arzate, Guillermo	Unidad Profesional Culhuacan	México
Azevedo Pereira, José Miguel	Universidade de Lisboa	Portugal
Azevedo, Nair dos Anjos Pires	Universidade Nova de Lisboa	Portugal
Ballesteros, Francisco	Universidad Politécnica de Madrid	España
Barros, Julio	Universidad de Cantabria	España
Bastos, Henrique	Myfreecom	Brasil
Berenguel, Manuel	Universidad de Almeria	España
Bermudez B, Giovanni	Universidad Distrital	Colombia
Béziau, Jean-Yves	Universidade Federal do Ceará	Brasil
Blanco Tirado, Cristian	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Bolaños, Jorge	Universidad de Antioquia	Colombia
Bonissone, Piero P.	CRD	USA
Caicedo Bravo, Eduardo	Universidad del Valle	Colombia
Calderon Mayorka, Cesar	Universidad de Guadalajara	México
Callejas Cuervo, Mauro	UPTC	Colombia
Campos, Maria de Fátima	UEFS	Brasil
Candeia Gurjão, Emar	Universidade Federal de Campina Grande	Brasil
Canedo R., Gerardo Enrique	Universidad de Guanajuato	México
Canto Herrera, Pedro José	Universidad Autónoma de Yucatán	México
Cárdenas A., Diana Maria	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Carranza A., María del Rocío	Cualtos Universidad de Guadalajara	México

Carvajal, Jaime Humberto	Universidad Santo Tomas	Colombia
Casal, Gabriel	Subsecretaría de Tecnologías de Gestión	Argentina
Castaño Vélez, Andrés Paolo	Universidad de Caldas	Colombia
Castiblanco Ortiz, Mariela	Universidad Distrital	Colombia
Cavalcanti, Antonio Carlos	Universidade Federal da Paraíba	Brasil
Ceballos, Yony Fernando	Universidad de Antioquia	Colombia
Cervantes, Jorge	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Chamorro, Camilo	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Colombia
Chauca Saavedra, Mario	Universidad Nacional del Callao	Perú
Chavez Pérez, Ricardo Arturo	CICESE	México
Chuvieco, Emilio	Universidad de Alcalá	España
Correa Espinal, Alexander	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Correa Guia, Dalia	Universidad de Carabobo.	Venezuela
Cortés, Daniel Edgardo	Universidad Católica de Salta	Argentina
Cristina Yoshie Toyoda	Universidade Federal de São Carlos	Brasil
Cuan Duron, Enrique	Instituto Tecnológico de la Laguna	México
Cuenca Pletch, Liliana Raquel	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
da Costa L., Andrey	Universidade Federal do Pará	Brasil
da Silva Pires, Gabriela	Universidade Federal de Juiz de Fora	Brasil
Dalfovo, Oscar	Universidade Regional de Blumenau	Brasil
Dante, Elias	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú
de Araujo Filho, Benedito Sa.	Instituto de Aeronáutica e Espaço	Brasil
de Castro Ramos, Menandro	Universidade Federal da Bahia	Brasil
de Gortari Rabiela, Rebeca	UNAM	México
de la Fuente García, David	Universidad de Oviedo	España
de la Torre Barba, Silvano	Universidad de Guadalajara	México
De Santana, Marise	UESB	Brasil
de Souza, Kleber Xavier S.	Embrapa Informática Agropecuária	Brasil
de Souza, Rausley Adriano A.	INATEL	Brasil
Del Valle, Manel	Universitat Autònoma de Barcelona	Venezuela
Delgado R. Jesús Alberto	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Delgado Victore, Roberto	ISPJAE	Cuba
Denivaldo, Cicero Pavão L.	Universidade Federal do Maranhão	Brasil
Destefanis, Eduardo	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Dias, Paulo R.	Universidade Regional de Blumenau	Brasil
Díaz Alpuente, Fernando	UNESCO	España
Díaz Bolaño, Idanis Beatriz	Universidad Nacional De Colombia	Colombia
Díaz Serna, Francisco Javier	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Díaz, Javier	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Díaz, Jorge Luis	Universidad de Pamplona	Colombia
Divakara, Mayya	INAOEP	México
Dmitruk, Andrés	Universidad Nacional de La Matanza	Argentina
Dogliotti, Ana Inés	Instituto de Astronomía y Física del Espacio	Argentina
Domínguez Mora, Ramón	Universidad Nacional autónoma de México	México
Donadello, Domingo	Universidad Nacional de La Matanza	Argentina
dos Santos, Adriana Delfino	Embrapa Informática Agropecuaria	Brasil
dos Santos, Eurivaldina do Carmo	Universidad Estadual Da Bahiaç	Brasil
Dantas		
Elosua, Roberto	IMIM	España
Erdely Ruíz, Arturo	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Escandón, Francisco	Universidad Católica de la Santísima Concepción	Chile

Escavy Zamora, Ricardo	Universidad de Murcia	España
Escobar, Camilo		Colombia
Espinel Ortega, Alvaro	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Esteban V., Luis Alberto	Universidad de Pamplona	Colombia
Estrada Esquivel, Hugo	CEDINET	México
Farenga, Marcelo Omar	Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario	Argentina
Farías Mendoza, Nicandro	Universidad de Colima	México
Fernandes Lopes, Rafael	Instituto Federal do Maranhão	Brasil
Fernandes Rodrigues, Gustavo	UFSJ	Brasil
Fernández Barrero, David	Universidad de Alcalá	España
Fernández, Eduardo	Florida Atlantic University	USA
Ferreira Menezes, Ana María	Universidade do Estado da Bahia	Brasil
Ferro, Edgardo	Universidad Nacional del Sur	Argentina
Flores Romero, Juan José	UMSNH	México
Floris, Claudia	UNCPBA	Argentina
Fonseca, Pau	Universidad Politécnica de Cataluña	España
Fonthal Rico, Faruk	Universidad Autónoma de Occidente	Colombia
Fors López, Martha	Centro Nacional Coordinador de Ensayos Clínicos	Cuba
Freire Beltrão, Lucía Maria	Universidade Federal da Bahia	Brasil
Fuentes, Luis María	Universidad de Valladolid	España
Gaio Alves, Mariana	Universidade Nova de Lisboa	Portugal
Gallego, María Jesús	Universidad de Granada	España
Gálvez Lio, Daniel	Universidad Central de Las Villas	Cuba
Gálvez Rojas, Sergio	Universidad de Málaga	España
Galvis López, Jhon Jairo	Universidad Distrital	Colombia
García Alvarez, Julio César	Universidad Nacional	Colombia
García C. Rosa María G.	Tecnológico de Monterrey	México
García Godínez, Patricia	UPAEP	México
García Melo, José Isidro	USP	Brasil
García Ruiz, Miguel Angel	Universidad de Colima	México
García Salcedo, Ricardo	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología	México
García Simón, Amado Ignacio	CUJAE	Cuba
García, Begoña	Universidad de Deusto	España
Garzón, Enrique Yamid	Universidad Distrital	Colombia
Garzón, Johnson	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Gaviria, Carlos	Universidad del Cauca	Colombia
Gil, Richard J.	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Giner, César	Universidad Carlos III De Madrid	España
Giraldo Gómez, Gloria Lucía	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Giulianelli, Daniel	Universidad Nacional de La Matanza	Argentina
Gómez Forero, Diana Teresa	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Gómez García, Rodrigo	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Gómez L. Enrique Armando	Universidad Autónoma Chapingo	México
Gómez M., Juan Bernardo	Universidad Nacional	Colombia
Gómez Miranda, Pilar	IPN	México
Gómez, Edwar Jacinto	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
González Calderón, Guillermo	Universidad de Medellín	Colombia
González S. Andrés Alberto	NewNet S.A.	España
González Santoyo, Federico	UMSNH	México
González, Eric	Universidad Nacional Autónoma de México	México

Gracia Sánchez, Jesús	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Gredilla, Guillermo	AVANZO	España
Guerrero Bermúdez, Jader	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Gutiérrez de Mesa, José A.	Universidad de Alcalá	España
Gutierrez Martín, Heriberto	Universidad de Guanajuato	México
Guzmán Caballero, Andrés	Adalid Abogados	Colombia
Habte Gabre, Ezana	Universidad Externado de Colombia	Colombia
Heguiabehere, Juan Martín	Universidad de Buenos Aires	Argentina
Herlon, Clayton Paggi H.	Serviço Federal de Processamento de Dados	Brasil
Hermosa Salas, Angel	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	España
Hernández G., Victor Julio	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Costa Rica
Hernández Suárez, César A.	Universidad Distrital	Colombia
Hernando Rica, Agustín	Universidad de Barcelona	España
Herrera Sandoval, José Tomas	Universidad de Guadalajara	México
Hoyo, Alexander	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Huamani N., Pedro Freddy	Universidad Ricardo Palma	Perú
Huapaya Camacho, Juan Angel	IEEE	Perú
Hurtado Cortés, Luini L.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Jaén Posada, Juan Sebastián	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Jaramillo López, Carlos Mario	Universidad de Antioquia	Colombia
Jiménez Builes, Jovani Alberto	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Jiménez R., Claudia Stella	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Junqueira, Fabricio	Universidade de São Paulo	Brasil
Kalinka, Regina Castelo B.	Universidade de São Paulo	Brasil
Krause, Décio	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Lanzarini, Laura	Universidad Nacional de La Plata	Argentina
Lara-Ros, Sonia	Universidad de Navarra	España
Leal, Aurely	Universidad del Zulia	Venezuela
Leal, Esmeidel	Universidad Simón Bolívar	Colombia
León de Mora, Carlos	Universidad de Sevilla	España
Linero Segrera, Dorian Luis	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Liporace, Julio	Pontificia Universidad Católica Argentina	Argentina
Lizcano D., Adriana Rocío	Universitaria de Investigación y Desarrollo	Colombia
Llarena, Myriam Gladys	U.N.S.J.	Argentina
Lopes, Estevan	Instituto Nacional de Telecomunicações	Brasil
López De Luise, Daniela	Universidad de Palermo	Argentina
López García, Xoxe	Universidad Santiago de Compostela	España
López, Enrique Herrera	CIATEJ	México
Lorias Espinoza, Daniel	Instituto Tecnológico de Nuevo León	México
Luengas, Lely	Universidad Distrital	Colombia
Luna, Aurelio	Universidad de Murcia	España
Madrigal Martínez, Manuel	Instituto Tecnológico de Morelia	México
Maia P. de Castro S., Maria J.	ISCAP	Portugal
Manjarrés B., Roberto A.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Manrique, Bell	Universidad de Medellín	Colombia
Marcelo, Carlos	Universidade de Sevilla	España
Martínez Abaunza, Víctor E.	Universidad Industrial de Santander	España
Martínez Carillo, Ranulfo	Universidad de Guadalajara	México
Martínez Sanches, Natalia	Universidad de Ciencias Informáticas	Cuba
Martínez Santa, Fernando	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Martínez, Fredy Hernan	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia

Martínez, Ricardo del Olmo	Universidad de Burgos	España
Martín-Sánchez, Fernando	National Institute of Health Carlos III	España
Mateus S., Sandra Patricia	Politécnico Jaime Isaza Cadavid	Colombia
Mayoral B., Margarita Glenda	Universidad de Colima	México
Meda Campaña, Jesús	Instituto Politécnico Nacional	México
Melean, Rossana	Universidad del Zulia	Venezuela
Melo Lobo, Luiz Miguel	Universidade Federal do Pará	Brasil
Mendoza C., Alfonso	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Merrit, Humberto	Instituto Politécnico Nacional	México
Miranda, Luiz Carlos	Universidade Federal de Pernambuco	Brasil
Monroy Vargas, Leodegario	Universidad Politécnica del Valle de Toluca	México
Montanha, Fabio Montanha R.	Instituto Federal Goiano	Brasil
Montenegro M., Carlos E.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Montiel Ariza, Holman	Universidad Distrital	Colombia
Montoya Tena, Jorge Ismael	Universidad Politécnica del Valle de Toluca	México
Morales M., Luis Javier	Universidad de Guanajuato	México
Morales R., Pedro José	Universidad Nacional Experimental del Táchira	Venezuela
Morales, Luis Javier	Universidad Veracruzana Campus Poza Rica	México
Moravec, John	Universidad de Minnesota	USA
Moreno L., Gustavo Alberto	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Colombia
Moreno Rodríguez, Rosendo	Universidad Central de Las Villas	Cuba
Moreno, Antonio	Universidad de Córdoba	España
Morocho Zutia, Villie	Universidad de Cuenca	Ecuador
Munevar M., Libardo José	Universidad El Bosque	Colombia
Muñoz, Enrique	Universidad de Murcia	España
Narcimária, Luz	PPGEDUC	Brasil
Nide, Geraldo do Couto R. F.	Instituto Tecnológico de Aeronáutica	Brasil
Obac Roda, Valentin	Universidade de São Paulo	Brasil
Ochoa, Maria Alejandra	Universidad de Buenos Aires	Argentina
Oliveira de A. Jr, Lindolpho	CEFET-MG	Brasil
Orantes J., Sandra Dinora	Centro de Investigación en Computación	México
Orozco Silva, Eduardo	Consultoría BioMundi	Cuba
Ortega, Isabel	Universidad Nacional de Educación a Distancia	España
Ortiz Hernández, Javier	CEDINET	México
Osorio, Luz Adriana	Universidad de Los Andes	Colombia
Outerelo, Norberto Osvaldo	ALADDE	Argentina
Pablos, Juan	Universidade de Sevilla	España
Padilla Mora, Eric	Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica	Costa Rica
Palacios G., Cuahutemoc	Universidad Politécnica del Valle de Toluca	México
Palazuelos, Juan Carlos	Universidad Adolfo Ibáñez	Chile
Palza Vargas, Edgardo	Université du Québec	Canadá
Pámanes, Alfonso	Instituto Tecnológico de la Laguna	México
Pantoja, Jenny	Universidad del Zulia	Venezuela
Pardo Garcia, Aldo	Universidad de Pamplona	Colombia
Parra, Carlos Alberto	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Patricio G., Miguel Ángel	Universidad Carlos III	España
Pedraza Martínez, Luis Fernando	Universidad Militar Nueva Granada	España
Pedraza Vega, María Cruz	Universidad Autónoma de Baja California	México
Pedregal, Diego José	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales	España
Peñafiel R., Wilma Nelly	Universidad La Salle	Bolivia
Pérez Aguiar, José R.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España

Pérez Akaki, Pablo	UNAM	México
Pérez, Miguel	Universidad San Buenaventura	Colombia
Pérez-Cárceles, María Dolores	Universidad de Murcia	España
Pfefferman, Jonas Damián	CERTANT S.A.	Aruba
Piñeiro, Albino	Universidad del Zulia	Venezuela
Pinillos Nieto, Francisco	Universidad César Vallejo	Perú
Pinto A., David Eduardo	BUAP	México
Pirela, Gerardo	Universidad del Zulia	Venezuela
Plata Gómez, Arturo	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Ponjuán Dante, Gloria	Universidad de La Habana	Cuba
Prats-Prat, Jordi	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Prospero Sánchez, Pedro Luís	Universidade de Sao Paulo	Brasil
Protásio de Souza, Cleonilson	Universidade Federal da Paraíba	Brasil
Queiroz Pinto, Bruno	Universidade de Rio Verde	Brasil
Quiceno, Cristian Alberto	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Rairán Antolines, José Danilo	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Rairan, Danilo	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Ramírez M., Hilda Beatriz	Universidad Autónoma de Baja California	México
Ramírez, Juan Fernando	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Ramos Michel, Erika	Coordinación General de Investigación Científica	México
Ramos, Casimiro	IADE	Portugal
Realpe C., Judy Cristina	Universidad del Cauca	Colombia
Recaman Chaux, Hernando	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Colombia
Rein, Guillermo	The University of Edinburgh	Reino Unido
Riaño H., Néstor Miguel	Centro Nacional de Investigaciones del Café	Colombia
Riaño Rojas, Juan Carlos	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Ricardo Bray, Rafael	Universidad de La Sabana	Colombia
Ridha, Ennafaa	Université Vincennes Saint-Dennis	Francia
Rincon, Carlos	Universidad del Zulia	Venezuela
Rios, Francisco	Universidad de Guadalajara	México
Rios, Luis Hernando	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Rivera, Daniel	Arizona State University	USA
Rivolta, Mercedes	Cuerpo de Administradores Gubernamentales	Argentina
Roberts, Peter	Universidad de Ciencias de la Informática	Chile
Rodrigues, Luís Silva	Instituto Superior de Contabilidade e Administração	Portugal
Rodríguez A., Olinto Jesús	Universidad del Zulia	Venezuela
Rodríguez B., Mario Alberto	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Rodríguez Cheu, Luis Eduardo	Grupo de Investigación en Bioingeniería	Colombia
Rodríguez Lozano, Gloria I.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Rodríguez M., Sigerist J.	Universidad del Zulia	Venezuela
Rodríguez, Carlos Francisco	Universidad de los Andes	Colombia
Rodríguez-Sedano, Alfredo	Universidad de Navarra	España
Rojas López, Miguel David	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Rojas M., Fernando Antonio	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Ros Torrecillas, Salvador	Instituto de Automática Industrial	España
Rosende, Ana Maria	País Digital	Chile
Rueda, Claudia Leonor	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Ruiz, Maryem	Eafit University	Colombia
Salado Sánchez, Juan José	Director General de la Fundación Ciudadanía	España
Salcedo Parra, Octavio Jose	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Salinas, Sergio	Universidad del Cauca	Colombia

Sánchez Torres, Germán	Universidad del Magdalena	Colombia
Sandro, Adriano Fasolo	UFSJ	Brasil
Santos, Luis Carlos	UNEB	Brasil
Serrano, Diego Javier	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Sevillano, María Luisa	Universidad Nacional de Educación a Distancia	España
Sierra Bueno, Daniel Alfonso	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Siller, Mario	CINVESTAV	México
Silva, Francisca de Paula	PGDR	Brasil
Silva, Octavio	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Silva, Ricardo	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Sircilli, Francisco	Instituto de Estudos Avançados	Brasil
Sirvente, Francisco	Universidad Nacional de San Juan	Argentina
Sobrado, Eddie	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú
Solaque, Leonardo	Universidad Militar Nueva Granada	Colombia
Soto Durán, Doris Edith	Universidad de Pamplona	Colombia
Soto Sumuano, Leonardo	Universidad de Guadalajara	México
Sousa, Leliana Santos de	Universidade do Estado da Bahia	Brasil
Stopolha, Ana Licia	Universidade do Estado da Bahia	Brasil
Tajonar Sanabria, Francisco	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Tamayo Osorio, Paula Andrea	Institución Universitaria Luis Amigó	Colombia
Thompson, Paul	The University of Birmingham	Reino Unido
Torres M., José Guadalupe	ESIME	México
Trujillo Rasúa, Rafael A	Universidad de las Ciencias Informáticas	Cuba
Tsurkov, Vladimir	Computing Center Russian Academy of Sciences	Federación Rusa
Ulate S., Gaby	Universidad Nacional de Costa Rica	Costa Rica
Ulloa Rubio, Bertha	Universidad Cesar Vallejo	Perú
Uranga Piña, Rolando	Centro Nacional Coordinador de Ensayos Clínicos	Cuba
Valdivia Infante, Irma	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú
Vanegas C., L.I. Gustavo A.	Universidad Tecnológica de Morelia	México
Vargas Soto, José Emilio	Universidad Anahuac del Sur	México
Vázquez Briceño, Mabel	Universidad Autónoma de Baja California	México
Vázquez, Juan Carlos	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Vera Muñoz, Gerardo	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Vera, Leonor	Universidad Nacional	Colombia
Villanueva Espinosa, Georgina	Tecnológico de Monterrey Campus	México
Villarreal, César	Universidad Autónoma de Nuevo León	México
Vinícius, Manhães Teles	Improve It	Brasil
Wanumen Silva, Luis Felipe	Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas	Colombia
Wellington M., Aragão José	Universidade Federal da Bahia	Brasil
Wöhler, Otto Cristian	INIDEP	Argentina
Yamaoka, Eloi Juniti	Serviço Federal de Processamento de Dados	Brasil
Zaldivar, Marisa	Universidad Autónoma de Yucatán	México
Zamora Linares, Rafael	Universidad Autónoma Chapingo	México
Zamora N. Francisco Javier	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia



PRESIDENTE HONORARIO

Freddy Malpica

PRESIDENTE

Jorge Baralt

PRESIDENTE DEL COMITÉ DE PROGRAMA

Nagib Callaos

PRESIDENTE COMISIÓN ORGANIZADORA

Belkis Sánchez

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN PAPEL

María Sánchez

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN CD

Juan Manuel Pineda

DESARROLLO, MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS

Dalia Sánchez (coordinadora)

Keyla Guédez

Nidimar Díaz

Yosmelin Marquez

ASISTENTES DE OPERACIONES

Marcela Briceño

HELP DESK

Riad Callaos

ORGANIZADA POR

International Institute of Informatics and Systemics: IIIS

www.iiis.org/iiis

(Miembro de la International Federation for Systems Research, basada en Viena)

CO-PATROCINADORES ACADÉMICOS, CIENTÍFICOS Y PROFESIONALES

Organización Universitaria Americana

Instituto de Energía de las Américas

Asociación Latina Interacción Persona-Ordenador (ALAIPO)

AINCI -Asociación Internacional de Comunicación Interactiva

Revista Ibero-Americana de Sistemas, Cibernética e Informática



COMITÉ DEL PROGRAMA

Presidentes: Andrés Tremante (Venezuela) y Friedrich Welsch (Venezuela)

Acosta Díaz, Ricardo	Universidad de Colima	México
Aguilar Cisneros, Jorge	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	México
Alcázar de V. Rico, Ángel	Universidad Politécnica de Madrid	España
Allegretti, Sonia	Pontificia Universidade de São Paulo	Brasil
Almendra S., Alberto	Universidad Politécnica de Madrid	España
Alves, Paulo A.	Instituto Politécnico de Bragança	Portugal
Amaral, Luís	Universidade do Minho	Portugal
Argote Veja-Murguía, José I.	EducaMadrid	España
Ayuga, Esperanza	Universidad Politécnica de Madrid	España
Barajas, Cintia	Universidad Politécnica de Madrid	España
Bastián M., Mauricio G.	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Benito Gómez, Manuel	UPV/EHU	España
Berzal, M.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Botero T., Ricardo de Jesús	Tecnológico de Antioquia	Colombia
Brito, Glaucia da Silva	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Caja, Jesús	Universidad Politécnica de Madrid	España
Campos Rodríguez, Javier	CAVA Investigación Psicología Integral, A. C.	México
Canales Cruz, A.	UNAM	México
Caravantes Ramírez, J. C.	CIC-IPN	México
Carreto, Chadwick	Instituto Politécnico Nacional	México
Casquero Oyarzabal, Oskar	UPV/EHU	España
Cristóbal-Salas, Alfredo	Universidad Autónoma de Baja California	México
Da Silva, Joaquim F. M.	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil
De Souza A., Carlos H.	CEDERJ	Brasil
Esquer, Delia	Universidad Autónoma de Baja California	México
Fedorov, Andrei N.	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Costa Rica
Fernández J., Consuelo	Universidad Politécnica de Madrid	España
Figuroa Escobar, Martín	Universidad Veracruzana	México
Gómez, Emilio	Universidad Politécnica de Madrid	España
González B., Silvia B.	Universidad Autónoma Metropolitana	México
González P., Margarita	Universidad Politécnica de Madrid	España
Grande Ortiz, M. A.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Guarddon-Anelo, María	UNED	España
Jiménez Leube, F. Javier	Universidad Politécnica de Madrid	España
Juárez-Ramírez, Reyes	Universidad Autónoma de Baja California	México
Landa, Yuri J.	Universidad de Lima	Perú
Lapuerta, Victoria	Universidad Politécnica de Madrid	España
Licea de Arenas, Judith	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Licea, Guillermo	Universidad Autónoma de Baja California	México
Macau, Rafael	Universitat Oberta de Catalunya	España
Magallanes, Karem D.	Universidad Metropolitana	Venezuela
Maresca, Piera	Universidad Politécnica de Madrid	España

Márquez, Juan J.	Universidad Politecnica de Madrid	España
Martínez, M. Luisa	Universidad Politécnica de Madrid	España
Megías, David	Universitat Oberta de Catalunya	España
Melcón de Giles, M ^a José	Universidad Politécnica de Madrid	España
Meza, Ma. Victoria	Universidad Autónoma de Baja California	México
Montezuma, Malege A.	Universidad Metropolitana de Colombia	Colombia
Moreno, Esteban L.	CEDERJ	Brasil
Nápoles Alberro, Amelia	Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona	España
Negri Filho, Paulo	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Núñez, Gustavo	Universidad Politécnica de Pachuca	México
Olarrea, José	Universidad Politécnica de Madrid	España
Pacheco, Sanders	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Pascual Albarracín, Ester	Universidad Politécnica de Madrid	España
Peña, María de los Dolores	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Peredo Valderrama, R.	Instituto Politécnico Nacional	México
Pérez Soltero, Alonso	Universidad de Sonora	México
Pérez, Jesús M.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Pesce, Lucila	Pontificia Universidade Catolica de São Paulo	Brasil
Pfeiffer, Cristina	CEDERJ	Brasil
Pires, José A.	Instituto Politécnico de Bragança	Portugal
Portillo Berasaluce, Javier	UPV/EHU	España
Prieto-Blázquez, Josep	Universitat Oberta de Catalunya	España
Ramírez, Julio	Universidad Politécnica de Madrid	España
Ramiro Díaz, José B.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Rocha Silva, M. Alejandra	Universidad de Colima	México
Rolando, Roberta F. R.	CEDERJ	Brasil
Romero, Gregorio	Universidad Politécnica de Madrid	España
Romo Uriarte, Jesús	UPV/EHU	España
Rubia Avi, Bartolomé	Universidad de Valladolid	España
Sáenz del Castillo R., A. A.	Universidad de Extremadura	España
Salom, Catalina	Universidad Politécnica de Madrid	España
Salvador, Daniel F.	CEDERJ	Brasil
Sánchez Ávila, Carmen	Universidad Politécnica de Madrid	España
Sanz, Alfredo	Universidad Politécnica de Madrid	España
Serradell-López, Enric	Universitat Oberta de Catalunya	España
Taborda B., Gabriel E.	Tecnológico de Antioquia	Colombia
Tevar Sanz, Gonzalo	Universidad Politécnica de Madrid	España
Torres Gastelú, Carlos	Universidad Veracruzana	México
Travieso R., José Antonio	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Valadez, R.	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Vargas-Castillo, Carlos A.	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Villegas Garrido, Marcela	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	México



REVISORES ADICIONALES

Abarca Cedeño, Mireya	Universidad de Colima	México
Acedo de Bueno, María	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Adrián de Pérez, Trina	UCAB	Venezuela
Aguilar, José	Universidad de Los Andes	Venezuela
Almenárez M., Fanny	Universidad de La Sabana	Colombia
Álvarez, M. Concepción	Universidad de Oviedo	España
Ambrósio, Paulo Eduardo	Universidade Estadual de Santa Cruz	Brasil
Araujo, Doris	Universidad Rafael Bellosso Chacín	Venezuela
Araujo Pinto, Alvaro	Universidad Politécnica de Madrid	España
Arias Masa, Juan	Universidad de Extremadura	España
Avilés Vega, Lisandro	Centro de Gestión Tecnológica	Cuba
Bada Rubim, Ligia C.	Universidade Católica de São Paulo	Brasil
Barros, Ricardo	Universidad de los Andes	Colombia
Basanta, Elisa Marta	Universidad Nacional de La Matanza	Argentina
Begosso Alves, Fabiany	UNIMEO	Brasil
Bernal Escoto, Blanca	Universidad Autónoma de Baja California	México
Bernal Martínez, Aurora	Universidad de Navarra	España
Berná-Martínez, José	Universidad de Alicante	España
Bertoncello, Ludhiana	CESUMAR	Brasil
Beth Bastos, Elizabeth	Fundação CECIERJ	Brasil
Bianconcini de A., Maria	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Brasil
Blanqueto Estrada, Melissa	Universidad de Quintana Roo	México
Bologna S. de A., Mariana	UNESP	Brasil
Botella, Federico	Universidad Miguel Hernández de Elche	España
Braga Garcia, Tânia M.	University Federal of Parana	Brasil
Brascher, Marisa	Universidade de Brasília	Brasil
Briseño, José Luis	CICESE	México
Calderón, Dolores	Universidad de Murcia	España
Cárdenas-López, Georgina	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Carrasco, Selin	Universidad de La Frontera de Chile	Chile
Castro Castro, Carlos A.	Universidad de San Buenaventura Medellín	Colombia
Cazenave, Silvia	Pontificia Universidade Católica de Campinas	Brasil
Cendros, Jesus	Universidad Rafael Bellosso Chacín	Venezuela
Cerda Neumann, Gerardo	Universidad Ciencias de la Informática	Chile
Chain, Celia	Universidad de Murcia	España
Chvarri, Fernando	Universidad Politécnica de Madrid	España
Concari, Sonia Beatriz	Universidad Nacional del Litoral	Argentina
Covarrubias, Lourdes	Universidad de Colima	México
Cristobal Salas, Alfredo	Universidad Veracruzana	México
Da Silva, Gelson Aguiar	Universidade Federal Do Mato Grosso	Brasil
Da Silva, Sani	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil

Da Silva, Ricardo	Universidade de Brasília	Brasil
de la Fuente Arias, Jesús	Universidad de Almería	España
de la Torre A., Rocío	Universidad Nacional Autónoma de México	México
De León Reyes, Félix	Universidad Pedagógica Nacional	México
Del Blanco, Gustavo	Instituto Iberoamericano de Investigación para la Sociedad de la Información	Argentina
Del Valle Rojas, Carlos	Universidad de La Frontera	Chile
Dellepiane, Paola Andrea	Universidad Argentina de la Empresa	Argentina
Díaz-Barrios, Jazmín	Universidad del Zulia	Venezuela
Díaz-García, Carlos M.	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Dibut Toledo, Lázaro S.	Universidad de Cienfuegos	Cuba
Domínguez H., José	Universidad Nacional Autónoma de México	México
dos Santos, André M.	Universidade do Vale do Itajaí	Brasil
Durán Cuevas, Martin	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Edel Navarro, Rubén	Universidad Veracruzana	México
Edson Walmir, Cazarini	Universidade de São Paulo Escola	Brasil
Bittencourt, Evandro	UDESC	Brasil
Fabregat Fillet, Jaime	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Fernández, Patricia Esther	Universidad Nacional de Rosario	Argentina
Fernández Sánchez, Néstor	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Fialho, Francisco	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Flavio Bortolozzi, Flavio	Centro Universitario de Maringa	Brasil
Fombona, Javier	Universidad de Oviedo	España
Galiazzi, Maria do Carmo	Universidade Federal do Rio Grande	Brasil
García García, Gabriela	Universidad de Manizales	Colombia
García López, Alfonso	Universidad Politécnica de Madrid	España
García Moreno, Ana	Universidad Complutense de Madrid	España
García Perea, Ma. Dolores	ISCEEM	México
García Ruiz, Miguel Ángel	Universidad de Colima	México
Gilart-Iglesias, Virgilio	Universidad de Alicante	España
Giorgi, Silvia María	Universidad Nacional del Litoral	Argentina
Gobbi, Maria Cristina	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Gomes, Sonia Maria	Universidade Federal Da Bahia	Brasil
Gómez, José Antonio	Universidad de Murcia	España
González, Julio César	Universidad Autónoma de Tamaulipas	México
Gramajo, María Cecilia	Universidad Nacional de Salta	Argentina
Guarnieri, Patricia	UFPE	Brasil
Guerra G., Lautaro	Universidad Técnica Federico Santa María	Chile
Guimaraes, Isac Pimentel	Universidade Federal da Bahia	Brasil
Hernández Franco, Carlos	Universidad Politécnica de Valencia	España
Jaramillo López, Carlos M.	Universidad de Antioquia	Colombia
Kantek, Pedro	Universidade Positivo	Brasil
La Red Martínez, David	Universidad Nacional del Nordeste	Argentina
Leiva Olivencia, Juan J.	Universidad de Málaga	España
López, Máximo	CENIDET	México
Maldonado, Calixto	Universidad Empresarial Siglo 21	Argentina
Marcio, Vieira de Souza	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Marcos-Jorquera, Diego	Universidad de Alicante	España
Mariño, Perfecto	Universidad de Vigo	España
Marques, Deividi Marcio	Universidade Ferderal de Uberlandia	Brasil
Martínez, Cynthia	La Universidad del Zulia	Venezuela

Martínez Castro, Diego	Universidad Autónoma de Occidente	Colombia
Medronho N., Claudia	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil
Meza-Kubo, Victoria	Universidad Autónoma de Baja California	México
Miranda, Luisa A. V.	Instituto Politécnico de Bragança	Portugal
Miskinis Salgado, Tania D.	Universidade Federal do Rio Grande	Brasil
Modesto Barbosa, Débora	FACICA	Brasil
Monica, Tassigny	Universidade De Fortaleza	Brasil
Montoyo, Andres	Universidad de Alicante	España
Moreno C., Ileana	Universidad Central Marta Abreu de Las Villas	Cuba
Muñoz, Olga Beatriz	Universidad de los Andes	Venezuela
Navarro, Helio A.	University of São Paulo	Brasil
Ojeda, Elizabeth	Universidad Autónoma de Baja California	México
Oliveira, Yara	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Omaña M., Teresa	Instituto Universitario Tecnológico de Ejido	Venezuela
Outerelo, Raimundo	Universidad Complutense de Madrid	España
Padilla M., Víctor Manuel	Universidad Autónoma de Nuevo León	México
Pallares Munoz, Myriam	Universidad Santo Tomás	Colombia
Parra Rodríguez, Guillermo	ITESM	México
Peláez Sánchez, José I.	Universidad de Málaga	España
Pérez Flores, Rafael	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Pérez L. de la V., María C.	CUJAE	Cuba
Pinedo, Carlos Rafael	Universidad del Valle	Colombia
Primera, Nelly	Universidad del Zulia	Venezuela
Quiñones C., Jeremías	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Real García, José Julio	Universidad Autónoma de Madrid	España
Reuelta D., Francisco I.	Universidad de Extremadura	España
Reyes, Jaime Duvan	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Rincón R., Helda Yadira	Universidad de La Sabana	Colombia
Rios Bolívar, Addison	Universidad de Los Andes	Venezuela
Rivas-Echeverría, Franklin	Universidad de Los Andes	Venezuela
Rivero Albarrán, Dulce M.	Universidad de Los Andes	Venezuela
Rodriguez A., Hermes J.	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Rodríguez Calderón, Wilson	Universidad de la Salle	Colombia
Rodríguez Paz, Wilme F.	Universidad de La Laguna	España
Rodríguez Pérez, María E.	Universidad de Guadalajara	México
Rojas Sola, José Ignacio	Universidad de Jaén	España
Romero, Marcela	Universidad de Santiago de Chile	Chile
Romero, Susana	Universidad de Deusto	España
Romero-Moreno, Luisa M.	Universidad Sevilla	España
Rosario, Jimmy	Universidad Autónoma de Santo Domingo	República Dominicana
Salas Campos, Ileana	Universidad Estatal a Distancia	Costa Rica
Salazar, Gabriela	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Sánchez Schmitz, Guzmán	Universidad de Sonora	México
Sánchez-Romero, José-Luis	Universidad de Alicante	España
Sasso, Grace	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Sevilla Hurtado, Lorenzo	Universidad de Málaga	España
Soares Coelho, Olga V.	Centro Federal de Educação Tecnológica	Brasil
Sousa, Joao Artur	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Suárez Rodríguez, Carmen	Universidad Autónoma de San Luis Potosi	México
Utsumi, Miriam	ICMC-USP	Brasil
Valdez, Cecilia Eugenia	ITESM Campus Ciudad Juarez	México

Valdez Rubio, Luis E.	Universidad de Guadalajara	México
Valero, Oscar	Universidad de las Islas Baleares	España
Valverde-Chavarría, Johnny	Universidad Estatal a Distancia	Costa Rica
Vargas, Carlos	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Vargas Barraza, Juan	Universidad de Guadalajara	México
Vazquez Castillo, Javier	Universidad de Quintana Roo	México
Vega, Omar Antonio	Universidad de Manizales	Colombia
Velasco, Eduardo	Universidad de Granma	Cuba
Vera Bahl, Vera Lucia B.	Universidade Estadual de Londrina	Brasil
Villegas Saucillo, J. Jesús	Instituto Tecnológico de Celaya	México
Vilma Slomski, Vilma G. S.	FECAP	Brasil
Vírgala, Amelia Estela	Universidad Nacional de Rosario	Argentina



REVISORES ADICIONALES PARA LA REVISIÓN NO-CIEGA

Adrian, Trina	Universidad Católica Andrés Bello	España
Ag Almouloud, Saddo	Pontificia Universidade Católica de São Paulo	Brasil
Aguilar, Manuel	Universidad de Morelos	México
Aires de Castro F., José	Universidade Federal do Ceará	Brasil
Aispuro Felix, Elvia E.	Universidad Autónoma de Baja California Sur	México
Alcaraz Calderón, Agustín	Instituto de Investigaciones Eléctricas	México
Altamirano Carmona, Edgar	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Álvarez García, María C.	Universidad de Oviedo	España
Alvarez, Miguel	Universidad de Guadalajara	México
Alvarez, Miguel	Universidad de Guadalajara	México
Amado, Hector	Universidad Galileo	Guatemala
Aquino, Norma Beatriz	Net-Learning	Argentina
Arce Molina, Jorge	Instituto Minero Superior Metalúrgico de Moa	Cuba
Arenas Sepulveda, Cristina	Universidad Cooperativa de Colombia	Colombia
Arroyo Ulloa, Maximiliano	Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	Perú
Avella, Clara	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Avilés Vega, Lisandro	Centro de Información y Gestión Tecnológica	Cuba
Ballier, Nicolas	Universidad Paris 7	Francia
Balpuesta Pérez, Jorge A.	Universidad de Guadalajara	México
Barrón, Margarita	Universidad Nacional de Córdoba	Argentina
Bello Pérez, Rafael Esteban	Universidad Central de Las villas	Cuba
Bérgamo, Geraldo Antonio	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Bernal Torres, Cesar A.	Universidad de La Sabana	Colombia
Berná-Martínez, José V.	Universidad de Alicante	España
Bérriz, Luis	CUBASOLAR	Cuba
Bersch, Maria Elisabete	Centro Universitário UNIVATES	Brasil
Bianconcini T, Maria E.	PUC-SP	Brasil
Bosco H., Martha D.	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Botero T., Ricardo de J.	Tecnológico de Antioquia	Colombia
Brisola Brito P., Maria E.	Universidade Bandeirante de São Paulo	Brasil
Brito, Glaucia da Silva	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Brizuela Pérez, Mario	Universidad de Camagüey	Cuba
Cabrera Campos, Alcides	UCI	Cuba
Cadena Roa, Jorge	UNAM-CEIICH	México
Cantero Dorsa, Arlinda	Universidade Católica Dom Bosco	Brasil
Cardozo, Alejandro	UADE	Argentina
Carla Liane N., Santos	UNEB	Brasil
Carlos Magno, Maria I.	Universidade Anhembi Morumbi	Brasil
Carreto, Chadwick	Instituto Politécnico Nacional	México
Carvalho de O., Cláudia	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	Brasil
Casadesus, Martí	Universitat de Girona	España

Castañeda F., Sandra	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Castillo, Jorge	Universidad de Buenos Aires	Argentina
Caudillo, Lourdes	Universidad Iberoamericana A. C.	México
Cazenave, Silvia	Pontificia Universidade Católica de Campinas	Brasil
Cedano, Karla	UNAM	México
Chavarri Dicenta, Fernando	Universidad Politécnica de Madrid	España
Chaverra Fernández, Dora I.	Universidad de Antioquia	Colombia
Chero Valdivieso, Henry A.	Universidade Federal de Minas Gerais	Perú
Ciqueto Peres, Heloisa	Universidade do Estado de São Paulo	Brasil
Cldera Montes, Juan F.	Universidad de Guadalajara	México
Conde Martín, Antonio F.	Foro Diagnóstico por Imagen Pat-Uninet	España
Contrera, Malena	UNIP	Brasil
Costa Rodrigues, Sheyla	Universidade Federal do Rio Grande	Brasil
Couto Ribeiro, Maria	Universidade Federal de Minas Gerais	Brasil
Covarrubias, Lourdes	Universidad de Colima	México
Datsira, Silvia	AIME	Argentina
de Andrade, Vladimir	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Brasil
Dell Oro, Graciela	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales	Argentina
Derpich, Ivan	Universidad de Santiago de Chile	Chile
Diez Cicero, Carlos	CUJAE	Cuba
Direne, Alexandre	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Domínguez Mora, Juana	Universidad de Granma	Cuba
Duarte Freitas, Maria Do C.	Universidade Federal do Parana	Brasil
Duarte Hueros, Ana	Universidad de Huelva	España
Duval Wannmacher, Clovis	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brasil
Edel Navarro, Ruben	Universidad Veracruzana	México
Eneida Brito, Eneida M.	Núcleo de Tecnología Educacional	Brasil
Escudero, Frances	Universidad Ramon Llull La Salle	España
Espinosa, Luisa	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Fernández, Hugo Alberto	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Fernández, Manuel S.	Universidad Autónoma de Madrid	España
Ferro, Roberto	Universidad Distrital	Colombia
Fierros Peñaloza, Manuel	Universidad Autónoma de Guerrero	México
Flavio B., Flavio	Centro Universitario De Maringa	Brasil
Flóres Tapias, Diana L.	Universitaria de Investigacion y Desarrollo	Colombia
Flóres Villela, M. Carlos	UNAM	México
Fonseca Pérez, Juan José	Universidad Territorial de Las Tunas	Cuba
Gainza Reyes, Dainys	UCI	Cuba
Galiazzi, Maria do Carmo	Universidade Federal do Rio Grande	Brasil
Galisteo del V., Antonio	Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa	España
García Carrasco, Joaquín	Universidad de Salamanca	España
García Moreno, Ana	Universidad Complutense	España
García Rojo, Marcial	Hospital General de Ciudad Real	España
García, Paulo Alves	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
García, Teobaldo	Universidad Popular del Cesar	Colombia
Garza Gaona, Luis	Universidad Autónoma de Tamaulipas	México
Gil Montelongo, María D.	Universidad Veracruzana	México
Giráldez-Hayes, Andrea	Universidad de Valladolid	España
Gobbi, Maria Cristina	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Godoy, Carlos	Unellez	Venezuela

Gomes de Menezes, Glauco	UFPR	Brasil
Gomes, Alex Sandro	Universidade Federal do Pernambuco	Brasil
Gómez García, Emilio	Universidad Politécnica de Madrid	España
Gosciola, Vicente	Universidade Anhembi Morumbi	Brasil
Guanipa, María	URBE	Venezuela
Guarnieri, Patricia	UFPE	Brasil
Guzmán Acuña, Josefina	Universidad Autónoma de Tamaulipas	México
Guzmán Franco, María D.	Universidad de Huelva	España
Habte Gabre, Ezana	Universidad Externado de Colombia	Colombia
Hernández, Emil	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Hurtado, Arancha Simón	Universidad de Valladolid	España
Idoyaga Molina, Anatilde	Centro Argentino de Etnología Americana	Argentina
Imaz Bengoechea, José I.	Universidad del País Vasco	España
Jaramillo López, Carlos M.	Universidad de Antioquia	Colombia
Jaramillo, Carlos Mario	Universidad de Antioquia	Colombia
Jiménez Flores, José Rafael	UNAM	México
Judikis Preller, Juan Carlos	Universidad de Magallanes	Chile
Karaguilla Ficheman, Irene	Laboratório de Sistemas Integráveis	Brasil
Karrer, Monica	Centro Universitário da FEI	Brasil
Lagunes Huerta, Cristina A.	Universidad Autónoma del Carmen	México
Leiton, Ruth	Universidad de Mendoza	Argentina
Leliana Santos de, Sousa	Universidade do Estado da Bahia	Brasil
Liberatti Javaroni, Sueli	UNESP	Brasil
Lícia Beltrão, Lícia M.	Universidade Federal da Bahia	Brasil
Linares, Byron	Universidad Galileo	Guatemala
Llorens, Juan Antonio	Universidad Politécnica de Valencia	España
Llozas Ibuerne, Yolanda	Universidad de Oriente	Cuba
Llogreira, Carmen	URBE	Venezuela
Londoño, René Alejandro	EAFIT	Colombia
López Trujillo, Arlette	Secretaría de Ecología Gobierno del Estado de México	México
López Valek, María Teresa	Universidad Libre	Colombia
Magalhaes, Cecilia	CH Consultoria em Engenharia	Brasil
Margalef, Jordi	Universidad Ramon Llull La Salle	España
Marins Lopes Garrido, S.	Universidade do Vale do Rio dos Sinos	Brasil
Martin Valls, Valéria	FABCI / FESPSP	Brasil
Martínez de A., Elizabeth	Universidad Nacional de Rosario	Argentina
Martinez Sarmiento, Fredy	Universidad Distrital	Colombia
Maschio Krynski, Eleandro	Universidade Estadual do Centro-Oeste	Panamá
Melean, Rosana	Universidad del Zulia	Venezuela
Meléndez, Juan	Universidad de Puerto Rico	Puerto Rico
Menandro, Celso	Universidade Federal da Bahia	Brasil
Meneguelo L. da C., Nielce	Universidade Bandeirante de São Paulo	Brasil
Menezes Paiva, Alessandro	Universidade Gama Filho	Brasil
Mestre Gómez, Ulises	Universidad de Las Tunas	Cuba
Miskinis Salgado, Tania D.	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brasil
Montes de Oca R., Yorberth	Universidad del Zulia	Venezuela
Morales Sa., María del R.	Universidad Autónoma del Estado de Puebla	México
Morales-Fernández, Sergio	Universidad Central de Las Villas	Cuba
Moreno, Conrado	CETER	Cuba
Moreno, Esteban Lopez	Fundação CECIERJ	Brasil
Moro-Sancho, Quiliano I.	Universidad de Valladolid	España

Narvaez, Mayra	Universidad Católica Andrés Bello	Venezuela
Navarro, Helio Aparecido	University of São Paulo	Brasil
Norval, Norval Baitello J.	Pontificia Universidade Católica	Brasil
Nuñez Brandao, Marcello	Petrobras	Brasil
Ocón Carreras, Antonio	Universidad de las Palmas de Gran Canaria	España
Outerelo, Norberto	Universidad Abierta Interamericana	Argentina
Outeruelo D., Raimundo	Universidad Complutense de Madrid	España
Parada, Victor	Universidad de Santiago de Chile	Chile
Pardo Garcia, Aldo	Universidad de Pamplona	Colombia
Paredes Labra, Joaquin	Universidad Autónoma de Madrid	España
Paredes, Joaquin	Universidad Autónoma de Madrid	España
Parente Ramos, Mónica	UNIFESP	Brasil
Pascual Sevillano, María A.	Universidad de Oviedo	España
Peixoto de A. P., Stella	PUC	Brasil
Peña, Dionnys	Universidad del Zulia	Venezuela
Peña, Maria de los D.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Peñalosa Castro, Eduardo	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Pereira Fialho, Francisco	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Pérez Capdevila, Javier	Ministerio Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente	Cuba
Pérez Soltero, Alonso	Universidad de Sonora	México
Pérez, Pedro Fabián	Universidad de Los Andes	Venezuela
Pernalet, Natividad	UNERMB	Venezuela
Pfeiffer, Cristina	Fundação CECIERJ	Brasil
Piñeiro, Albino	Universidad del Zulia	Venezuela
Pinto, Gabriel	Universidad Politécnica de Madrid	España
Portela M. de S., Emília	Universidade Federal da Bahia	Brasil
Quintero, Jose Rafael	Unellez	Venezuela
Rainolter, Andrea	Universidad Nacional de Mar del Plata	Argentina
Rebolledo, Argenis	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Reyes Muro, Luis	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias	México
Reyes, Orlando	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Ribeiro Modro, Nilson	UDESC	Brasil
Ricardo Bray, Rafael	Universidad de La Sabana	Colombia
Riff, María Cristina	Universidad Técnica Federico Santa María	Chile
Rios, Francisco	Universidad de Guadalajara	México
Rodríguez Arocho, Wanda	Universidad de Puerto Rico	Puerto Rico
Rodríguez Martínez, Jose H.	Instituto de Investigaciones Eléctricas	México
Rodríguez, Julio César	Universitaria de Investigación y Desarrollo	Colombia
Rodríguez, Karina	Universidad Lasalle	México
Rosa Nieto, Luis Miguel	EXIN International	España
Rover, Aires José	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Rubia Avi, Bartolomé	Universidad de Valladolid	España
Rubio Royo, Enrique	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Sánchez, Mª Dolores	Universidad de Málaga	España
Santa Rita da Silva, Emmerson	Intituto Federal do Amazonas	Brasil
Santiago de Araújo, Márcia	Universidade Federal do Rio Grande	Brasil
Santiago, Ricardo	EXIN	España
Santos Sousa, Adriana	Núcleo de Tecnología Educacional	Brasil
Santos, Alfonso	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Santos, David	Universidad Autónoma Chapingo	México

Santos, Soraia	Universidade Aberta do Brasil	Brasil
Sastoque, Amapro	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	Colombia
Sepúlveda, Juan	Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco	Colombia
Simonian, Michele	PMC	Estados Unidos
Soares Filho, Mário de Paula	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Soares, Luciano	PUC	Brasil
Solano, Alvaro	Universidad Popular del Cesar	Colombia
Sousa, Joao Artur	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Stable, Yudayly	Instituto de Información Científica y Tecnológica	Cuba
Stump, Sandra Maria Dotto	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Suarez R., Carmen del P.	Universidad Autónoma de San Luis Potosi	México
Suarez V., Jaime	Universidad Autónoma de Baja California Sur	México
Taborda Blandón, Gabriel	Institución Universitaria Luis Amigo	Colombia
Tineo Rodríguez, Leonid	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Togni, Ana Cecília	Centro Universitário Univates	Brasil
Tolfo Silveira, Denise	UFRGS	Brasil
Torres Ovalle, Socrates	Universidad Autónoma de Coahuila	México
Trefftz Gómez, Helmuth	Universidad de EAFIT	Colombia
Ugaz, Max	USMP	Perú
Ulloa Rubio, Bertha	Universidad César Vallejo	Perú
Valderrama, Waldo	Universidad Técnica Federico Santa María	Chile
Van Gool, Mónica Elvira	UNMDP	Argentina
Varini Mutti, Regina M.	Universidad Federal de Rio Grande do Sul	Brasil
Vega, Martín	Concejal de Castilla la Nueva	España
Velasco Benítez, Eduardo	Universidad de Granma	Cuba
Vera Muñoz, Gerardo	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Viveros Vela, M. en C. K.	IPN	México
Vosgerau, Dilmeire	Pontificia Universidade Católica do Paraná	Brasil
Zalthen Hernández, Lorena	Universidad Autónoma de Carmen	México
Zamarro, José Miguel	Universidad de Murcia	España



PRESIDENTE HONORARIO

Freddy Malpica

CO-PRESIDENTES

Andrés Tremante

Friedrich Welsch

PRESIDENTE DEL COMITÉ DE PROGRAMA

Nagib Callaos

PRESIDENTE COMISIÓN ORGANIZADORA

Belkis Sánchez

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN PAPEL

María Sánchez

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN CD

Juan Manuel Pineda

DESARROLLO, MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS

Dalia Sánchez

Keyla Guédez

Nidimar Díaz

Yosmelin Marquez

ASISTENTES DE OPERACIONES

Marcela Briceño

Cindi Padilla

HELP DESK

Riad Callaos

Louis Barnes

Katerim Cardona

Arlein Vilorio

Pedro Martínez

ORGANIZADA POR

International Institute of Informatics and Systemics: IIIS

www.iiis.org/iiis

(Miembro de la International Federation for Systems Research, basada en Viena)

CO-PATROCINADORES ACADÉMICOS, CIENTÍFICOS Y PROFESIONALES

Organización Universitaria Americana

Instituto de Energía de las Américas

Asociación Latina Interacción Persona-Ordenador (ALAIPO)

AINCI -Asociación Internacional de Comunicación Interactiva

Revista Ibero-Americana de Sistemas, Cibernética e Informática



COMITÉ DEL PROGRAMA

Presidentes: Jorge Baralt (Venezuela), Nagib Callaos (Venezuela) y Federico Welsch (Venezuela)

Abe, Jair Minoro	SENAC	Brasil
Abreu, O. V.	Universidad de Cantabria	España
Acosta Díaz, Ricardo	Universidad de Colima	México
Adorno-Silva, Dulce Adélia	Pontificia Universidade Católica de Campinas	Brasil
Aguilar Cisneros, Jorge	Universidad Tecnológica de Puebla	México
Aguilar Vera, Raúl Antonio	Universidad Autónoma de Yucatán	México
Alcázar de V. Rico, Ángel	Universidad Politécnica de Madrid	España
Álvarez, Francisco J.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Alvear, D.	Universidad de Cantabria	España
Alves, Paulo A.	Instituto Politécnico de Bragança	Portugal
Angulo R., Graciela Annie	Fundación Universidad del Norte	Colombia
Arana, Luisa	Instituto Andaluz de Tecnología	España
Arguello Fuentes, Henry	Universidad Industrial de Santander	Colombia
Arreaza, Evelyn C.	Universidad de Carabobo	Venezuela
Arteta Manrique, María Inés	Miembro de de la Federación Mundial de Terapeutas	Colombia
Ávila Urdaneta, Maritza	Universidad del Zulia	Venezuela
Ayuga, Esperanza	Universidad Politécnica de Madrid	España
Ballesteros, Francisco	Universidad Politécnica de Madrid	España
Barajas, Cintia	Universidad Politécnica de Madrid	España
Bastién Montoya, Mauricio	Universidad Autónoma Metropolitana	México
Benito Gómez, Manuel	EHU	España
Bermeo, José	Universidad de los Andes	Colombia
Berzal, M.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Boada, Jaime	Universidad de los Andes	Colombia
Briceño C., Sergio Ramiro	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Brito, Glaucia da Silva	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Bruzón, M. Ángeles	CIFPA	España
Bruzón, María S.	Universidad de Cádiz	España
Buono, Juan J.	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero	Argentina
Burgos, Ivan V.	Universidad del Zulia	Venezuela
Burgos-Artizzu, Xavier P.	CSIC	España
Bustos, Gabriela I.	Universidad del Zulia	Venezuela
Caja, Jesús	Universidad Politécnica de Madrid	España
Campos Freire, Francisco	Universidad de Santiago de Compostela	España
Campos R., Javier Arturo	Investigación Psicología Integral	México
Capote, J. A.	Universidad de Cantabria	España
Carmona, Miguel A.	Instituto Andaluz de Tecnología	España
Carrasquero, José Vicente	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Carreras R., Francisco J.	Universidad de Las Palmas	España
Carreto, Chadwick	Instituto Politécnico Nacional	México
Casquero O., Oskar	EHU	España
Castaño, Joshua	Universidad de los Andes	Colombia
Castillo Ortiz, Jesús	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España

Castrillón, Omar D.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Chaparro Sánchez, R.	Universidad Autónoma de Querétaro	México
Cipolla Ficarra, Francisco	Università Degli Studi di Bergamo	Italia
Corchado R., Juan Manuel	Universidad de Salamanca	España
Cristóbal-Salas, Alfredo	Universidad Autónoma de Baja California	México
Da Silva, Joaquim F. M.	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil
De la Fuente, David	Universidad de Oviedo	España
De los Rios Sastre, Susana	Universidad Pontificia Comillas de Madrid	España
de Miguel García, Elena	Universidad Complutense de Madrid	España
De Souza Alves, Carlos H.	CEDERJ	Brasil
Díaz, Carlos	Instituto Tecnológico de Orizaba	México
Donoso, Yezid	Universidad de los Andes	Colombia
Escobar Díaz, Andrés	Universidad Distrital	Colombia
Espinosa B., Gabriel E.	Universidad Tecnológica del Centro	Venezuela
Esquer, Delia	Universidad Autónoma de Baja California	México
Farías, Nicandro	Universidad de Colima	México
Fedorov, Andrei N.	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Costa Rica
Feijóo González, Claudio	Universidad Politécnica de Madrid	España
Fernández, Javier D.	Universidad Cooperativa de Colombia	Colombia
Fernández, Juan A.	Universitat Ramon Llull	España
Fernández Jiménez, Consuelo	Universidad Politécnica de Madrid	España
Fernández-P. Cesteros, Ana	Universidad Complutense de Madrid	España
Ferreira, Deller James	Universidade Federal de Goiás	Brasil
Ferro, Edgardo	Universidad Nacional del Sur	Argentina
Figueroa Escobar, Martín	Universidad Veracruzana	México
Flores P., Pedro	Universidad de Sonora	México
Flórez, Wilson	Universidad de los Andes	Colombia
Fonseca, David	Universitat Ramon Llull	España
Fonseca Casas, Pau	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Freitas, María I. Castreghini	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Galvis, Jhon Jairo	Universidad Distrital	Colombia
García, Oscar	Universitat Ramon Llull	España
Gauthier, Alain	Universidad de los Andes	Colombia
Gil, Richard J.	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Giraldo, Jaime Alberto	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Giraldo, Jorge I.	Universidad Eafit	Colombia
Gómez, Emilio	Universidad Politécnica de Madrid	España
González B., Manuel	Universidad Carlos Tercero de Madrid	España
González Brambila, Silvia	Universidad Autónoma Metropolitana	México
González G., Moisés	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
González P., Margarita	Universidad Politécnica de Madrid	España
González Sánchez, Víctor	Universidad Nacional de Educación a Distancia	España
Grande González, Rubén	Universidad de A Coruña	España
Grande Ortiz, M. A.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Guarddon-Anelo, María	UNED	España
Guerra G., Lautaro	Universidad Técnica Federico de Santamaria	Chile
Guerrero, Gerardo V.	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
Hernández, Daniel	IUSIANI	España
Hernández S., César A.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Hoyo, Alexander	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Iduñate R., Erick L.	CENIDET	México
Jiménez R., Lourdes	Universidad de Alcalá	España
Juanatey, Oscar	Universidad de la Coruña	España

Juárez-Ramírez, Reyes	Universidad Autónoma de Baja California	México
Kiyán, Carlos	Instituto de Medicina Tropical de Amberes	Bélgica
Lammoglia, Nelson L.	Universidad de los Andes	Colombia
Landa, Yuri J.	Universidad de Lima	Perú
Lanzarini, Laura	Universidad Nacional de La Plata	Argentina
Lapuerta, Victoria	Universidad Politécnica de Madrid	España
Lázaro, Mariano	Universidad de Cantabria	España
Licea, Guillermo	Universidad Autónoma de Baja California	México
Licea de Arenas, Judith	Universidad Nacional Autónoma	México
López Alonso, Covadonga	Universidad Complutense de Madrid	España
López L., Edna D.	CENIDET	México
López Román, Leobardo	Universidad de Sonora	México
López S., Iván A.	Universidad de Sonora	México
Macau, Rafael	Universitat Oberta de Catalunya	España
Magadán-Salazar, Andrea	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico	México
Magallanes, Karem D.	Universidad Metropolitana	Venezuela
Maresca, Piera	Universidad Politécnica de Madrid	España
Martínez, Valentín A.	Universidade da Coruña	España
Martins, Fábio C.	Universidade Estadual de Londrina	Brasil
Mas-Ruiz, F. J.	Universidad de Alicante	España
Matesanz del Barrio, María	Universidad Complutense de Madrid	España
Megías, David	Universitat Oberta de Catalunya	España
Mejía, Marcelo	Instituto Tecnológico Autónomo de México	México
Meza, Ma. Victoria	Universidad Autónoma de Baja California	México
Meza, Miguel A.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Molina, Juan C.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Montezuma, Malege A.	Universidad Metropolitana de Colombia	Colombia
Morales C., Melina	Universidad de Sonora	México
Morales R., Lluvia Carolina	Universidad de Granada	España
Moreno, Estaban L.	CECIERJ	Brasil
Muñoz, Hilarión	Instituto Tecnológico de Orizaba	México
Muñoz, Jaime	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Nápoles Alberro, Amelia	EUETIB	España
Negri Filho, Paulo	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Núñez, Gustavo	Universidad Politécnica de Pachuca	México
Ochoa, Carlos A.	Universidad Autónoma de Zacatecas	México
Olarrea, José	Universidad Politécnica de Madrid	España
Oliveros Pantoja, Ingrid	Fundación Universidad del Norte	Colombia
Padilla, Alejandro	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Páez, Haydée G.	Universidad de Carabobo	Venezuela
Paletta, Mauricio	Universidad Nacional Experimental de Guayana	Venezuela
Parella, Sonia	Universitat Autònoma de Barcelona	España
Parreño-Selva, J.	Universidad de Alicante	España
Pascual Albarracín, Ester	Universidad Politécnica de Madrid	España
Pazos Sierra, Alejandro	Universidad de A Coruña	España
Pedraza M., Luis Fernando	Universidad Cooperativa de Colombia	Colombia
Peredo Valderrama, R.	Instituto Politécnico Nacional	México
Pereira, Miguel A.	Hospital do Meixoeiro	España
Pereira Loureiro, Javier	Universidad de A Coruña	España
Pérez Aguiar, José R.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Pérez-Soltero, Alonso	Universidad de Sonora	México
Pfeiffer, Cristina	CECIERJ	Brasil
Pifarré, Marc	Enginyeria Arquitectura La Salle	España

Pires, José A.	Instituto Politécnico de Bragança	Portugal
Ponce, Julio C.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Portillo Berasaluce, Javier	EHU	España
Prieto-Blázquez, Josep	Universitat Oberta de Catalunya	España
Rahme, Ma. Elena	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	México
Ramírez, Julio	Universidad Politécnica de Madrid	España
Ramiro Díaz, José B.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Ramos, Esmeralda	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Reyes, Jaime Duván	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Riera de Montero, Eddy	Universidad de Carabobo	Venezuela
Rivas, Miguel A.	Instituto Andaluz de Tecnología	España
Rocha Silva, Ma. Alejandra	Universidad de Colima	México
Rodríguez, Wladimir	Universidad de Los Andes	Venezuela
Rodríguez E., Dionisio J.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Rodríguez Lozano, Gloria I.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Rolando, Roberta F. R.	CECIERJ	Brasil
Romo Uriarte, Jesús	EHU	España
Rubia Avi, Bartolomé	Universidad de Valladolid	España
Ruíz, Maryem	Universidad Eafit	Colombia
Ruiz-Conde, E.	Universidad de Alicante	España
Sáenz del C. Ruiz de Arcaute	Universidad de Extremadura	España
Salcedo Parra, Octavio	Universidad Cooperativa de Colombia	Colombia
Salom, Catalina	Universidad Politécnica de Madrid	España
Salvador, Daniel F.	CEDERJ	Brasil
Sánchez, J. Salvador	Universitat Jaume I	España
Sanchis de Miguel, A.	Universidad Carlos III de Madrid	España
Sanz, Alfredo	Universidad Politécnica de Madrid	España
Serradell-López, Enric	Universitat Oberta de Catalunya	España
Silva, Neif	Universidad del Zulia	Venezuela
Silveira, Maria Clara	Instituto Politécnico da Guarda	Portugal
Solaque, Leonardo	Universidad Militar Nueva Granada	Colombia
Soriano-Equigua, Leonel	Universidad de Colima	México
Tear Sanz, Gonzalo	Universidad Politécnica de Madrid	España
Tirado, Pedro	Universidad Politécnica de Valencia	España
Torres, Wuilian J.	Fundación Instituto de Ingeniería	Venezuela
Torres Gastelú, Carlos	Universidad Veracruzana	México
Torres Soto, Aurora	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Torres Soto, María Dolores	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Travieso R., José Antonio	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Tremante, Andrés	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Valadez, R.	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Vargas-Castillo, Carlos A.	Universidad de Costa Rica	Costa Rica
Ventorini, Silvia Elena	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Brasil
Vieira, Marcos R.	WebAula	Brasil
Viera Santana, José G.	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Villegas, Eva	Inginyeria Arquitectura La Salle	España
Villegas Garrido, Marcela	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	México
Zarama, Roberto	Universidad de los Andes	Colombia
Zurita Sánchez, Juan M.	Instituto de Investigaciones Antropológicas	México



REVISORES ADICIONALES

Alvarez, José
Arraut Camargo, Luis Carlos
Bartomeu Magaña, Elena
Costa, Fabiana Oro Cericato
Czerwonka S., Lucia Izabel
Dominguez Lugo, Alma Jovita
Durán, José
Edel-Navarro, Rubén
Espina, P.
Franco Álvarez, Guillermina
Goncalves, Marcio
Guerra, Humberto
Lopes da Silva, Paulo Afonso
Martino, Antonio
Morales Garfias, Jorge Ines
Moreno, Juan Ignacio
Narastefano, Nara
Omena dos Santos, Adriana C.
Pablo Redondo, Rosana de
Pequito, Paula
Pérez, Egilda
Pinto de la Sota Silva, Edwin
Ramada Paiva, Ana Cristina
Silveira, Maria Clara
Silveira Sartori, Ademilde
Tonus, Mirna
Valenzuela M., Guadalupe A.

Pontificia Universidad Católica del Perú
Universidad Tecnológica de Bolívar
Universitat de Barcelona
Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Universitário Franciscano do Paraná
Universidad Autónoma de Coahuila
Universidad de Concepción
Universidad Veracruzana
Universidad de Cantabria
Universidad Carlos III de Madrid
Universidade Federal de Minas Gerais
Universidad Peruana Cayetano Heredia
Military Institute of Engineering
Universidad de Pisa
Universidad Autónoma de Baja California
Universidad Politécnica De Cartagena
Universidade Federal de Santa Maria
Universidade Federal de Uberlândia
Universidad Nacional de Educación a Distancia
Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti
Universidad de Carabobo
Universidade de Brasilia
Universidade do Porto
Instituto Politécnico da Guarda
Universidade do Estado de Santa Catarina
Universidade Federal de Uberlândia
Universidad de Sonora

Perú
Colombia
España
Brasil
Brasil
México
Chile
México
España
España
Brasil
Perú
Brasil
Italia
México
España
Brasil
Brasil
España
Portugal
Venezuela
Brasil
Portugal
Portugal
Brasil
Brasil
México



REVISORES ADICIONALES PARA LA REVISIÓN NO-CIEGA

Antunes Júnior, José Antônio	UNISINOS	Brasil
Argüello, Juan Manuel	Universidad Pontifica Bolivariana	Colombia
Bérriz, Luis	CUBASOLAR	Cuba
Betancur, Carlos Mario	Escuela Interamericana de Bibliotecología	Colombia
Bitencourt, Claudia	UNISINOS	Brasil
Borba, Gustavo	UNSINOS	Brasil
Borchardt, Miriam	Universidade do Vale do Rio dos Sinos	Brasil
Borroto Molina, José	Centro de Información y Gestión Tecnológica Matanzas	Cuba
Borsetti Gregorio V., Silvana A.	UNESP	Brasil
Bouza Betancourt, Odalys	Universidad de Camagüey	Cuba
Bufrem, Leilah Santiago	UFPR	Brasil
Cabral, Lourdes Maria Corrêa	Embrapa Agroindústria de Alimentos	Brasil
Campanha de Carvalho M., Telma	UNESP	Brasil
Canales Ronda, Pedro	Universidad de Valencia	España
Cantero Dorsa, Arlinda	Universidade Católica Dom Bosco	Brasil
Carmona Suárez, Edgar Javier	Universidad del Qundío	Colombia
Castro L., Antonio Ricardo	Universidad Tecnológica Nacional	Argentina
Cataldo, Alejandro	Universidad de Atacama	Chile
Chaparro Sánchez, R.	Universidad Autónoma de Querétaro	México
Chumpitaz, Lucrecia	Pontifica Universidad Católica del Perú	Perú
Cordoba L., José Fernando	Universidad Libre Seccional Cali	Colombia
Cristiá, Maximiliano	CIFASIS	Argentina
Cuevas, Enrique	Universidad de Guadalajara	México
de la Fuente García, David	Universidad de Oviedo	España
de Melo Braga, Marcus	Universidade Federal de Alagoas	Brasil
de Oliveira, Bernardina Maria F.	UFPB	Brasil
del Olmo Martínez, Ricardo	Universidad de Burgos	España
Felício, Goiamérico	Universidade Federal de Goiás	Brasil
Fernández Sánchez, Néstor	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Foronda M., Francisco Javier	MEDIAPRO	España
Francina Tannuri de Oliveira, Ely	UNESP	Brasil
Fresneda, Paulo Sergio Vilches F.	Ministério da Agricultura	Brasil
Furtado, Angela Aparecida L.	Embrapa Agroindústria de Alimentos	Brasil
García Gracianteparaluceta, Beñat	Universidad Pública de Navarra	España
García Lira, Alan	Universidad Autónoma de Yucatán	México
García, Begoña	Universidad de Deusto	España
García, Lucy	Universidad del Norte	Colombia
Garibaldi, Gerardo	Autoridad Nacional del Ambiente	Panamá
Gómez Fernández, Marisol	Universidad Pública de Navarra	España
Guerrero Cortina, Francisco	UEM	España
Hernández Morales, Imelda	Tecnológico de Monterrey Campus Cuernavaca	México
Job Lucio, Gomes Vieira	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Brasil

Kiyán, Carlos	Instituto de Medicina Tropical de Amberes	Bélgica
Lago, Regina Celi Araujo	Embrapa Agroindustria de Alimentos	Brasil
Leal, Esmeidel	Universidad Simón Bolívar	Colombia
Lopes da Silva, Paulo Afonso	Military Institute of Engineering	Brasil
López Mielgo, Nuria	Universidad de Oviedo	España
Maffei, Carla	Hospital da Cruz Vermelha	Brasil
Maldonado, Calixto	Universidad Empresarial Siglo 21	Argentina
Martanez, Oscar	Universidad Miguel Hernández de Elche	España
Matesanz, Javier	Instituto Geográfico Nacional	España
Mejia, Adriana	Escuela Interamericana de Bibliotecología	Colombia
Mendoza, Alfonso	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	México
Moreno, Carlos Manuel	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Moreno, Conrado	CETER	Cuba
Navarro H., Rene Francisco	Universidad de Sonora	México
Nieto Bernal, Wilson	Universidad del Norte	Colombia
Panke, Luciana	Universidade Federal do Paraná	Brasil
Parra V., Luis Fernando	Universida Libre Seccional Cali	Colombia
Pérez Lazo de la Vega, María C.	Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría	Cuba
Perusquia V., Juan Manuel A.	Universidad Autónoma de Baja California	México
Piloto F., Manuel	Consultoría Biomundi	Cuba
Prieto, Enrique	Universidad Politécnica de Valencia	España
Ramos, Daniela Karine	Fundação Universidade Regional de Blumenau	Brasil
Reis, Clóvis	Universidade Regional de Blumenau	Brasil
Robles, Celestino	Universidad de Guadalajara	México
Rodríguez Sedano, Alfredo	Universidad de Navarra	España
Rodríguez, Antonio	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
Roldán Salgueiro, José Luis	Universidad de Sevilla	España
Romero D., Luis Felipe	Universidad de Sonora	México
Romero, Jorge	Universidad de Sonora	México
Ros Florenza, Joaquín	Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial	España
Rubiano, Oscar	Universidad del Valle	Colombia
Rull_Suárez, Ana	UNED	España
Salete Gubiani, Juçara	Universidade Federal de Santa Maria	Brasil
Santos, Alfonso	Universidad Pontifica Bolivariana	Colombia
Serrate Alfonso, Annia	Centro de Información y Gestión Tecnológica Matanzas	Cuba
Silveira, María Clara	Instituto Politécnico da Guarda	Portugal
Soriano, Javier	Universidad Politécnica de Madrid	España
Spotti Lopes F., Mariangela	UNESP	Brasil
Tomazi, Sandra	Patricia Peck Pinheiro Advogados	Brasil
Tonus, Mirna	Universidade Federal de Uberlândia	Brasil
Traversa, Oscar	Instituto Universitario Nacional de Arte	Argentina
Trevisan, Emílio	Universidade Estadual de Ponta Grossa	Panamá
Truzzi, Gisele	Patricia Peck Pinheiro Advogados	Brasil
Vanegas C., Gustavo Abraham	Universidad Tecnológica de Morelia	México
Vega Lopez, Alfonso	Universidad Autónoma de Baja California	México
Verdecia, Teresa	Instituto de Información Científica y Tecnológica	Cuba
Villarraga Daza, Alejandro	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Viviane, Moura Martins	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Brasil
Vizcardo, Vanessa	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú
Watkins, Karen	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	México
Zafalon, Zaira Regina	Universidade Federal de São Carlos	Brasil
Zucarelli, Graciela Viviana	Universidad Nacional del Litoral	Argentina
Zurita Sánchez, Juan Manuel	Instituto de Investigaciones Antropológicas	México



PRESIDENTE HONORARIO

Freddy Malpica

CO-PRESIDENTES

Andrés Tremante

Angel Oropeza

José Vicente Carrasquero

CO-PRESIDENTES DEL COMITÉ DE PROGRAMA

Jorge Baralt

Nagib Callaos

Federico Welsch

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN PAPEL

María Sánchez

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN CD

Juan Manuel Pineda

DESARROLLO, MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS

Dalia Sánchez (coordinadora)

Keyla Guédez

Nidimar Díaz

Yosmelin marquez

ASISTENTES DE OPERACIONES

Marcela Briceño

Cindi Padilla

HELP DESK

Riad Callaos

Louis Barnes

Katerim Cardona

Arlein Vilorio

Pedro Martínez

ORGANIZADA POR

International Institute of Informatics and Systemics: IIIS

www.iiis.org/iiis

(Miembro de la International Federation for Systems Research, basada en Viena)

CO-PATROCINADORES ACADÉMICOS, CIENTÍFICOS Y PROFESIONALES

Organización Universitaria Americana

Instituto de Energía de las Américas

Asociación Latina Interacción Persona-Ordenador (ALAIPO)

AINCI -Asociación Internacional de Comunicación Interactiva

Revista Ibero-Americana de Sistemas, Cibernética e Informática



COMITÉ DEL PROGRAMA

Presidentes: Andrés Tremante (Venezuela) y José Vicente Carrasquero (Venezuela)

Aguilar Torres, Fernando J.	Universidad de Almería	España
Albanés, Luis M.	Universidad de Carabobo	Venezuela
Ayuga Téllez, Esperanza	Universidad Politécnica de Madrid	España
Barberà, Elena	Universitat Oberta de Catalunya	España
Bernardino, Jorge	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra	Portugal
Bosnjak, Antonio	Universidad de Carabobo	Venezuela
Carrasquero, José Vicente	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Castaño-Moraga, Carlos	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	España
Castro Castro, Carlos A.	Universidad de San Buenaventura Medellín	Colombia
Colmenares, Laybet	Universidad de Carabobo	Venezuela
Davim, J. Paulo	University of Aveiro	Portugal
Estrems, Manuel	Universidad Politécnica de Cartagena	España
Faura, Felix	Universidad Politécnica de Cartagena	España
Franco, Patricio	Universidad Politécnica de Cartagena	España
Fúster-Sabater, Amparo	Instituto de Física Aplicada	España
Gelbukh, Alexander	National Polytechnic Institute	México
Jara, Iván	Universidad de Carabobo	Venezuela
Jiménez R., Lourdes	University of Alcalá	España
Lloret Mauri, Jaime	Polytechnic University of Valencia	España
López Román, Leobardo	University of Sonora	México
Montilla, Guillermo	Universidad de Carabobo	Venezuela
Rodríguez L., Gloria I.	National University of Colombia	Colombia
Tremante, Andrés	Universidad Simón Bolívar	Venezuela
Villalba, Nina	Universidad de Carabobo	Venezuela
Villegas, Hyxia	Universidad de Carabobo	Venezuela



REVISORES ADICIONALES

Álvarez, Francisco	Universidad Autónoma de Aguascalientes	México
Alvarez, Isabel	Autonomous University of Barcelona	España
Alves, Adilson Correa	Universidade Do Estado Do Amazonas	Brasil
Arantes Salles, Jose A.	Universidad Nueve de Julio	Brasil
Arrabales Moreno, Raúl	Universidad Carlos III de Madrid	España
Bañuelos, David	Instituto Mexicano del Seguro Social	México
Barreiro, J.	Universidad de León	España
Bernabé, Gregorio	University of Murcia	España
Bilbao, Josu	IKERLAN	España
Bilich, Feruccio	University of Aveiro	Brasil
Botella, Federico	Universidad Miguel Hernández de Elche	España
Camins, Angel Sevilla	Inbionova Biotech S.L.	España
Campos, Arminda	UNESP	Brasil
Cardoso dos S., Luiz	Instituto Federal de Educación	Brasil
Cardoso, Pedro	Universidade do Algarve	Portugal
Carrió Pastor, M ^a Luisa	Universidad Politécnica de Valencia	España
Castro, Rogério Almeida	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro	Brasil
Catai, Rodrigo Eduardo	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Costa, Marta	Federal University of Rio Grande do Norte	Brasil
Cymrot, Raquel	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
da Silva, Sergio Luis	Universidade Federal de São Carlos	Brasil
de Oliveira, Otávio José	Universidade Estadual Paulista	Brasil
Díaz-Pernil, Daniel	Universidad de Sevilla	España
Drohomeretski, Everton	Universidad Católica de Paraná	Brasil
Esteves, Rosana C.	Instituto Nacional de Tecnología	Brasil
Ferla, Alcindo Antonio	Universidade Federal do Pará	Brasil
Fernandes de L., Milton	Institute for Advanced Research	Brasil
Ferreira G., Tanatiana	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Fontanini, Carlos A.	Pontificia Universidade Católica do Paraná	Brasil
Francisco, Antonio C.	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Frank, Alejandro G.	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brasil
Freires Saraiva, Abraão	Universidade de São Paulo	Brasil
Glasenapp, Sirlei	Universidade Federal de Santa Maria	Brasil
Glossman-Mitnik, Daniel	CIMAV	México
Gomes de C., Helio	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Gomes, Francisco Regis	Instituto Federal de Educação	Brasil

Grochocki, Luiz Rodrigo	PUCPR	Brasil
Guerra, Jorge Carlos C.	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Gutiérrez-Torres, C.	Instituto Politécnico Nacional	México
Kohlman R., Emilia	Universidade de Pernambuco	Brasil
Kontaxakis, Georgios	Universidad Politécnica de Madrid	España
Labarga, Julio	Universidad de León	España
Leite, Maria Silene Alexandre	Universidade Federal da Paraíba	Brasil
López de Lacalle, Luis	University of the Basque Country	España
Macowski Durski, Vanina	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Maldonado, J. L.	Centro de Investigaciones en Óptica	México
Mansano, R. D.	USP	Brasil
Mata Cabrera, Francisco	Universidad De Castilla-La Mancha	España
Matoski, Adalberto	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Medeiros, Denise Dumke	Universidade Federal De Pernambuco	Brasil
Minadeo, Roberto	UNIEURO	Brasil
Morel, Eneas N.	FRD	Argentina
Mourad, Anna Lúcia	Instituto de Tecnológica de Alimentos	Brasil
Narastefano, Nara S.	Universidade Federal de Santa Maria	Brasil
Navas, Luis Manuel	University of Valladolid	España
Neves, António J. R.	University of Aveiro	Portugal
Olea, Pelayo Munhoz	Universidade de Caxias do Sul UCS	Brasil
Orta, Belén	Universidad Politécnica de Madrid	España
Palomino-Bean, Sonia	Federal University of Santa Catarina	Brasil
Peralta, María Haydée	Universidad Nacional del Centro de la Provincia	Argentina
Pessoa, Fernando	Federal University Of Rio De Janeiro	Brasil
Prata, Bruno	Universidade de Fortaleza	Brasil
Quintella, Heitor Luiz	Universidade Federal Fluminense	Brasil
Rego Monteiro, Henrique	Instituto Federal de Ciencias	Brasil
Rocha, Joséilton Silveira da	Universidade Federal Da Bahia	Brasil
Rocha, Rui	University of Coimbra	Portugal
Rodolfo, Rodolfo F.	UNESP	Brasil
Rodríguez-Florido, M. A.	Canary Islands Institute of Technology	España
Romero, Rosenberg J.	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
Ros, Lorenzo	Universidad Politécnica de Cartagena	España
Ruzene, D. S.	University of Minho	Portugal
Sánchez , Caio	University of Campinas	Brasil
Santiago-Jiménez, María	Instituto Tecnológico de Puebla	México
Santos, Marcello	UFRJ	Brasil
Santos, Osmildo Sobral	Universidade Guarulhos	Brasil
Satolo, Eduardo G.	Universidade Metodista de Piracicaba	Brasil
Schenatto, Fernando José	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Sena da Silva, Gisele C.	Universidade Federal de Pernambuco	Brasil
Serodio, Carlos M. J. A.	UTAD	Portugal
Silva, Daniel Pereira	Universidade Tiradentes	Brasil
Silveira dos S., Rodrigo	Universidade Federal de Santa Catarina2	Brasil
Soares, Fabrício	Caixa Econômica Federal	Brasil
Sousa, Rui	University of Minho	Portugal

Souza, Adriano	Federal University of Santa Maria	Brasil
Spina, Edison	Escola Politecnica da Universidade de Sao Paulo	Brasil
Spinelli, Luciana S. S.	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil
Spirandeli Crespi, Marisa	UNESP	Brasil
Tavares de F., Felipe	Pontificia Universidade Católica do Paraná	Brasil
Torras, Eulalia	UOC	Espana
Travieso-González, Carlos	University of Las Palmas de Gran Canaria	Espana
Trierweiller, Andréa C.	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil
Tusset, Angelo Marcelo	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Brasil
Uebe Mansur, Andre F.	Instituto Federal de Educação e Tecnologia	Brasil
Ursini, Edson Luiz	Universidade Estadual de Campinas	Brasil
Vaccaro, Guilherme	Universidade do Vale do Rio dos	Brasil
Vasconcelos Rocha, Roberto E.	Banco do Nordeste do Brasil	Brasil
Vasconcelos, Bianca	Universidade de Pernambuco	Brasil
Vega, José A.	Universidad de Oviedo	Espana
Villalón-Turrubiates, Ivan	Universidad de Guadalajara	México
Villen-Altamirano, Manuel	Universidad Politécnica de Madrid	Espana
Zampieri, Douglas E.	UNICAMP	Brasil



REVISORES ADICIONALES PARA LA REVISIÓN NO-CIEGA

Argüello, Juan	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Arredondo, Carlos Andrés	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Banguero, Edison	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Bellas Bouza, Francisco	Universidad de A Coruña	España
Belo, Orlando	Universidade do Minho	Portugal
Beltrán Sanz, Jaime	IAT	España
Bolaños Rodríguez, Ernesto	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	México
Buarque de M., Clarice M.	INPI	Brasil
Cabello, Sandra	Universidad de Carabobo	Venezuela
Cáceres Mesa, Maritza L.	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	México
Calderón Triana, Clara Lilia	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
Calva Yañez, Julio César	Universidad Nacional Autónoma de México	México
Carmona Calvo, Miguel Á.	IAT	España
Casado, Alberto	Universidade de Pernambuco	Brasil
Castro Caballero, Leopoldo	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
Castro, Maria João	ISCAP	Portugal
Cordoba Tuta, Edwin Jesús	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Cruz, Paulo	Universidade Federal de Alagoas	Brasil
Da Silva, Orlando Roque	Universidade Metodista de Piracicaba	Brasil
Delgadillo Valencia, Miguel	Instituto de Investigaciones Eléctricas	México
Dias Dos Santos, Ailton	SABESP	Brasil
Díaz Casás, Vicente	Universidad de A Coruña	España
Duarte, Vannessa	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Escalona, Luis	Universidad de Carabobo	Venezuela
Felix Cuadras, Ramón Antonio	Universidad de Colima	México
Fernández, Rubén	Universidad de la Rioja	España
Fintecha Dulcey, Gilberto	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Frias Rodriguez, Nancy Iraís	BUAP	México
García Cruz, Rubén	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	España
Garcia Rojo, Marcial	Hospital General de Ciudad Real.	España
García Santos, Alfonso	Universidad Politécnica de Madrid	España
Gomez Vargas, Ernesto	Universidad Distrital	Colombia
Gómez, Andrés	SESCAM	España
González Rodríguez, Pedro	Universidad de Sevilla	España
González, Leonoe	Universidad de la Rioja	España
Gonzalez, Marco Antonio	Universidad Simon Bolivar	Venezuela
Gusmao, Alexandre	Universidade de Pernambuco	Brasil
Gutierrez del Pozo, Lourdes	Instituto Andaluz de Tecnología	España
Gutierrez Ramírez, Ranulfo	Instituto de Investigaciones Eléctricas	México
Hernández Arroyo, Emil	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia

Hernández Servín, Rodolfo	Instituto Mexicano del Petróleo	México
Iglesias León, Miriam	Universidad de Cienfuegos	Cuba
Isaza, Gustavo	Universidad de Caldas	España
Logreira, Carmen	Universidad Dr. Rafael Bellosso Chacín	Venezuela
Maldonado, J. L.	Centro de Investigaciones en Óptica	México
Mansur, Tanius	Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear	Brasil
Marcello Jose, Pio	SENAI	Brasil
Martín, Miguel	Universidad Central de Venezuela	Venezuela
Martínez, Plácido	Universidad Dr. Rafael Bellosso Chacín	Venezuela
Martino, Profa. Lucia	Universidad de Carabobo	Venezuela
Mendoza Meraz, Gerónimo	Universidad Autónoma de Chihuahua	México
Ortiz, Alexis Adami	Universidad Distrital	Colombia
Pascalichio, Adostinho C.	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Patiño Bonilla, Michelle	BUAP	México
Pedregal, Diego	Escuela técnica Superior de Ingenieros Industriales	España
Pérez, Carmelo Luis	Universidad Pública de Navarra	España
Pimenta Arruda, Eucidio	Universidade Federal de Uberlândia	Brasil
Pinzon, Allen Bateman	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Pio, Marcello	SENAI	Brasil
Plaza Úbeda, José Antonio	Universidad de Almería	España
Puentes Poyatos, Raquel	Universidad de Jaén	España
Quiun, Daniel	Pontificia Universidad Católica del Perú	Perú
Ramírez Vilató, Rolando	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Régis, Helder	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Brasil
Rigone, Jociane	Universidade Estadual de Ponta Grossa	Brasil
Rincon, Bernardo	Universidad de Colima	México
Rodrigues, Luís	ISCAP	Portugal
Rodriguez Barrera, Mario	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Colombia
Romero Tehuitzil, Hipólito	Instituto de Investigaciones Eléctricas	México
Romero, Carmen	Universidad Dr. Rafael Bellosso Chacín	Venezuela
San Juan, Manuel	Universidad Valladolid	España
Santos, Adailson	INPI	Brasil
Santos, Adriana Delfino	Embrapa Informática Agropecuária	Brasil
Santos, Marcello	UFRJ	Brasil
Souza, Kleber Xavier	Embrapa Informática Agropecuária	Brasil
Tamayo Bustamante, Víctor	Universidad de Antioquia	Colombia
Tonus, Mirna	Universidade Federal de Uberlândia	Brasil
Vicente, Silmara	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Brasil
Villamizar, Marco	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia
Zampieri, Douglas E.	UNICAMP	Brasil



CO-PRESIDENTES

Andrés Tremante
José Vicente Carrasquero

CO-PRESIDENTES DEL COMITÉ DE PROGRAMA

Jorge Baralt
Nagib Callaos
Freddy Malpica

PRESIDENTE COMISIÓN ORGANIZADORA

Belkis Sánchez

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN PAPEL

María Sánchez

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE LAS MEMORIAS EN CD

Juan Manuel Pineda

DESARROLLO, MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS

Dalia Sánchez
Keyla Guédez
Nidimar Díaz
Yosmelin Marquez

ASISTENTES DE OPERACIONES

Marcela Briceño
Cindi Padilla

HELP DESK

Riad Callaos
Louis Barnes
Katerim Cardona
Arlein Vilorio
Pedro Martínez

ORGANIZADA POR

International Institute of Informatics and Systemics: IIIS
www.iiis.org/iiis

(Miembro de la International Federation for Systems Research, basada en Viena)

CO-PATROCINADORES ACADÉMICOS, CIENTÍFICOS Y PROFESIONALES

Organización Universitaria Americana
Instituto de Energía de las Américas
Asociación Latina Interacción Persona-Ordenador (ALAIPO)
AINCI -Asociación Internacional de Comunicación Interactiva
Revista Ibero-Americana de Sistemas, Cibernética e Informática

1er Simposio Iberoamericano en Visualización Digital: SVD 2010
en el contexto de la
Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática: CISCi 2010
y junto al
Séptimo Simposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática: SIECI 2010



PRESIDENTE

Jorge Baralt

PRESIDENTE COMISIÓN ORGANIZADORA

Belkis Sánchez

COMITÉ DEL PROGRAMA

Co-Presidentes:

David Fonseca (España)

Nagib Callaos (Estados Unidos de América)

Clarés, Judith	Universitat Oberta de Catalunya	España
Durán, Jaume	Universitat de Barcelona	España
Fonseca, David	Universitat Ramon Llull	España
García, Oscar	Universitat Ramon Llull	España
Hidalgo Toledo, Jorge	Universidad Anáhuac México Norte	México
Iglesias, Rosa	IKERLAN	España
Navarro, Isidro	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Paniagua, Fernando	Universidad Carlos III de Madrid	España
Puig, Janina	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Villagrasa, Sergi	Universitat Ramon Llull	España
Villegas, Eva	Universitat Ramon Llull	España

REVISORES ADICIONALES

Guevara Díaz, Jorge Luis	Universidad Nacional de Trujillo	Perú
Santacruz V., Liliana P.	Universidad Rey Juan Carlos	España

REVISORES ADICIONALES PARA LA REVISIÓN NO-CIEGA

Campos Pastelin, Jesús	Universidad de la Cañada	México
Jiménes Varea, Jesús	Universidad de Sevilla	España
Navarro Delgado, Isidro	Universitat Politècnica de Catalunya	España
Orlando Guerrero, Israel	Universidad de la Cañada	México
Puig Costa, Janina	Universitat Politècnica de Catalunya	España



Número de Artículos por País Publicados en estas Memorias

(De acuerdo a los países del primer autor de la ponencia)

País	# Ponencias	%
TOTAL	224	100.00
México	58	25.89
España	53	23.66
Colombia	46	20.54
Brasil	37	16.52
Argentina	8	3.57
Portugal	8	3.57
Chile	5	2.23
Perú	3	1.34
Costa Rica	2	0.89
Ecuador	1	0.45
Países Bajos	1	0.45
Panamá	1	0.45
Venezuela	1	0.45

Prólogo

Sistémica, Cibernética e Informática son tres áreas muy relacionadas e integradoras. Sus relaciones, entre sí y a través de sus aplicaciones en la sociedad y en el ámbito corporativo, han venido aumentando paulatinamente e intensificándose continuamente.

La **transdisciplinaridad** común de las tres áreas las caracteriza y las comunica, generando relaciones fuertes entre ellas y con otras disciplinas, y fomentando incrementadas aplicaciones en el ámbito corporativo y en el de los negocios. En las tres áreas se viene operando, cada vez con mayor intensidad, con nuevas formas de pensamiento y de acción. Este fenómeno persuadió al comité organizador a estructurar la Octava Conferencia Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática: CISCi 2010 como una multi-conferencia donde los participantes puedan centrarse en un área, o en una disciplina, y tener la posibilidad, al mismo tiempo, de asistir a conferencias en otras áreas o disciplinas. Este enfoque sistémico estimula la **fertilización cruzada** entre diversas disciplinas, inspirando a especialistas, generando analogías y provocando innovaciones; lo cual, después de todo, es uno de los principios más básicos del movimiento de sistemas y un objetivo fundamental de la cibernética.

CISCi 2010 ha sido organizada y patrocinada por el *International Institute of Informatics and Systemics* (IIS), miembro de la *International Federation for Systems Research* (IFSR). IIS es una organización dedicada a contribuir con el desarrollo del Enfoque de Sistemas, con el de la Cibernética, y con el de la Informática, fomentando la combinación de conocimiento y experiencia, pensamiento y acción, para:

- a) identificar relaciones **sinérgicas** entre las tres áreas ya mencionadas, y entre ellas y la sociedad;
- b) promover relaciones entre las diversas áreas académicas, a través de la **transdisciplinaridad** del enfoque de sistemas;
- c) identificar y poner en práctica canales de comunicación entre las diversas profesiones;
- d) proporcionar vínculos de comunicación entre las universidades y el mundo profesional, así como con el ámbito corporativo de los negocios y de las organizaciones en general, tanto públicas como privadas, políticas y culturales;
- e) incentivar la creación de acuerdos integradores entre diferentes niveles de la sociedad, de la familia y del orden personal;
- f) fomentar las investigaciones **transdisciplinarias**, tanto en la teoría, como en las metodologías y en la aplicación de las mismas a problemas concretos.

Estos objetivos de IIS han orientado los esfuerzos hechos en la organización anual, desde 1995, de la *International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis*

(ISAS) y de la *World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics* (WMSCI).

El éxito logrado en ISAS' 95, en Baden-Baden (Alemania), simbolizado por el premio otorgado por el *International Institute for Advanced Studies in Systems Research and Cybernetics* (Canadá), como el simposio de mejor calidad y más grande en la *5th International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics*, animó a sus patrocinadores y organizadores a organizar ISAS' 96 en Orlando y a preparar unas conferencias más generales en Sistemas, Cibernética e Informática (WMSCI' 97) en Caracas (Venezuela); y desde 1998 hasta el presente conferencias anuales WMSCI en Orlando, Florida, EE.UU. El reconocido éxito de estas últimas conferencias animó a los miembros iberoamericanos del comité organizador a organizar las conferencias anuales CISCi desde el año 2002 hasta la actual CISCi 2010.

Muchos miembros de las comisiones organizadoras de estas conferencias han venido participando, desde 1995, en las organizaciones de los eventos anuales de WMSCI y de ISAS, incluyendo a muchos de los que organizaron, en Caracas, la Conferencia Mundial en Sistemas, patrocinada por la UNESCO y por la Federación Mundial de las Naciones Unidas de las Organizaciones de la Ingeniería (WFEO).

En el contexto de CISCi 2010 hemos organizado el Séptimo Simposio Iberoamericano de Educación, Cibernética e Informática: SIECI 2010, Simposio Iberoamericano en Generación, Comunicación y Gerencia del Conocimiento: GCGC 2010, la Conferencia Ibero-Americana de Ingeniería e Innovación Tecnológica: CIIT 2010, y 1er Simposio Iberoamericano en Visualización Digital: SVD 2010. En nombre de los cuatro Comités Organizadores extendiendo nuestro cordial agradecimiento:

1. a los 513 miembros de los comités de programa de 12 países;
2. a los organizadores de sesiones invitadas que lograron identificar trabajos de alta calidad para sus respectivas sesiones;
3. a los 539 evaluadores adicionales, de 17 países, que revisaron, en forma **doblemente anónima**, los trabajos que nos fueron enviados; y
4. a los 635 revisores, de 22 países, que evaluaron trabajos en forma **no anónima** y quienes hicieron posible la calidad alcanzada en CISCi 2010, SIECI 2010 y GCGC 2010, CIIT 2010, y SVD 2010. (algunos revisores hicieron tanto evaluaciones doblemente anónimas, como no anónimas)

Hemos recibido 622 artículos y resúmenes, para ser considerada en su aceptación para ser presentados en CISCi/SIECI/GCGC/CIIT/SVD 2010. En total, 1174 revisores (que revisaron al menos un trabajo) hicieron 3321 evaluaciones de esos 622 artículos recibidos, lo cual equivale a un promedio de 5.34 evaluaciones por artículo recibido. Todos los autores inscritos en la conferencia han recibido una clave que les dio acceso a las evaluaciones de sus artículos por parte de los revisores que recomendaron las respectivas aceptaciones de los mismos, así como a los comentarios y a la crítica constructiva que hicieron tales evaluadores. De esta manera, todos los autores de los artículos de estas memorias han tenido la oportunidad de mejorar la versión final de sus respectivos artículos en base a esas evaluaciones, comentarios y críticas constructivas.

En estas memorias hemos incluido 224 artículos que han sido aceptados para su presentación en la conferencia. Los trabajos que fueron enviados a CISC/SIECI/GCGC/CIIT/SVD 2010 han sido cuidadosamente revisados con las restricciones de tiempo del caso, lo cual nos permite una revisión similar a la que se hace en el caso de las revistas especializadas. Esperamos que la mayoría de los mismos aparezcan en una forma más acabada y completa en revistas científicas. Extendemos nuestras felicitaciones a los autores de los artículos publicados en estas memorias por la alta calidad lograda en los mismos.

La tabla siguiente resume los datos arriba mencionados de CISC 2010 (incluyendo los relativos a SIECI/GCGC/CIIT/SVD 2010) junto a las otras conferencias que se realizaron simultáneamente en inglés, en el mismo sitio y durante el mismo tiempo y a cuyas sesiones tenían acceso todos los participantes de CISC/SIECI/GCGC/CIIT/SVD 2010

Conferencia	# de trabajos recibidos	# de revisores que han hecho al menos una revisión	# total de revisiones hechas	Promedio del número de revisiones hechas por revisor	Promedio de revisiones hechas por cada trabajo recibido	# de artículos incluidos en las respectivas memorias	% de los trabajos recibidos que han sido incluidos en las respectivas memorias
WMSCI 2010	711	1841	3586	1.95	5.04	242	34.04%
IMETI 2010	425	1124	2480	2.21	5.84	134	31.53%
IMSCI 2010	321	720	1751	2.43	5.45	131	40.81%
CISC 2010	622	1174	3321	2.83	5.34	224	36.01%
TOTAL	2079	4859	11138	2.29	5.36	731	35.16%

Extendemos nuestra gratitud a los co-editores de estas memorias, por el arduo trabajo, la energía y el entusiasmo demostrado en la preparación de sus respectivas sesiones. Nuestra inmensa gratitud al profesor Freddy Malpica, ex-Presidente de la Organización Universitaria Interamericana y Ex-Rector de la Universidad Simón Bolívar de Venezuela por tres períodos consecutivos, por su eterna energía, constante estímulo y fraternal solidaridad. Gracias profesor Malpica por aceptar ser el Presidente Honorario de esta conferencia y por habernos dado soporte fundamental en los momentos más críticos, tanto de esta conferencia como de las anteriores. Al profesor Jorge Baralt, presidente de esta conferencia, le agradecemos su enérgico dinamismo, sus pro-activos consejos, sus constantes estímulos y su capacidad de convocatoria. Gracias profesor Jorge Baralt por contribuir a esta conferencia con su gran y merecido prestigio internacional.

También queremos expresar especial agradecimiento a los profesores David Fonseca Escudero y Jaime Duran por la efectiva organización de sesiones invitadas y por coordinar en forma muy efectiva el proceso organizacional simposio SVD 2010

De igual manera extendemos nuestro más profundo agradecimiento a la profesora Belkis Sánchez por presidir tan brillante y responsablemente al comité organizador, por sus eternos desvelos por elevar la calidad de la conferencia y por el sacrificio académico y personal que hizo para dedicarse de alma y cuerpo a la organización de la conferencia. Extendemos también nuestro agradecimiento a la Ing. María Sánchez por la solidez de su

apoyo en los momentos más claves y críticos en la auditoría del proceso de elaboración de las memorias de la conferencia, así como su desvelo en la última fase de dicho proceso. Asimismo extendemos nuestro agradecimiento al Ing. Juan Manuel Pineda, Ing. Leonisol Callaos, Ing. Dalia Sánchez, TSUs Keyla Guédez, Nidimar Díaz, Yosmelin Márquez, y por el soporte en los sistemas computarizados y por la elaboración de las memorias electrónicas en CD; al Ing. Riad Callaos por su soporte incondicional y gran preocupación y responsabilidad; y a la Sra. Marcela Briceño, la Sta. Katerim Cardona y al resto del personal de apoyo y de soporte secretarial, operativo y administrativo.

Profesor Nagib C. Callaos

Presidente del Comité de Programa de CISC I 2010

VOLUMEN IV (Edición Post-conferencia)

CONTENIDO

Contenido

i

La Incidencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Adquisición de Competencias e Innovación Docente – Sesión Invitada

Organizador(es): Alfredo Rodriguez-Sedano y Luz Yolanda Sandoval (España)

Segovia Cifuentes, Yasbley (Colombia): "Aciertos en el Proceso de Desarrollo de Competencias en Informática Educativa de Profesores en la Educación Superior"

1

Soluciones de Tecnología de Información y Comunicaciones en el Sector Productivo - Sesión Invitada

Organizador(es): Orlando Arzola Garza y Alicia Valdez (México)

Arzola Garza, Orlando; Preciado Martínez, Olga Maricela; Hernández Donjuan, Samuel; Zárate Martínez, Ángel; Valdez Menchaca, Alicia Guadalupe; Borrego Quiñonez, Mónica Lizzeth (México): "Implementación de una Metodología Basada en Tecnologías de Información para la Solución de Fallas en la Operación de Redes Empresariales Basadas en TCP/IP"

8

Arzola Garza, Orlando; Preciado Martínez, Olga Maricela; Verduzco Cura, Óscar; García Yregoi, Manuel; Castañeda Alvarado, Sergio Raul; Boone Rodríguez, Fidencio de Jesús (México): "Solución de Tecnologías de Información para el Ahorro de Energía y Agua en el Hogar mediante Domótica"

14

García Y., M.; Rosales S., M. G.; Guevara Z., J. Y.; Facundo A., I. A.; Arzola G., O. (México): "Evaluación de Técnicas de Inteligencia Computacional en la Predicción de Propiedades Mecánicas de un Acero Estructural Gr50"

19

Valdez Menchaca, Alicia Guadalupe; Campos Posada, Gloria Elisa; Arzola Garza, Orlando; Castañeda Alvarado, Sergio Raul; Saldívar Vaquera, René Alonso (México): "Desarrollo de un Minicluster de Linux como una Solución Tecnológica para las MIPYMES"

25

Aplicaciones de Informática y Cibernética en Ciencia e Ingeniería

López, Antonio; Montañó, Juan Carlos; Gutiérrez, Jaime; Castilla, Manuel; Borrás, Dolores; Bravo, Juan Carlos (España): "Instrumento Virtual para la Medida de la Frecuencia Instantánea de Red bajo Condiciones no Estacionarias"

31

Pontes Pereira, Tiago; Protásio de Souza, Cleonilson; Lacerda Protásio, Ane Polline (Brasil): "Um Método de Compressão de Sinais Eletrocardiográficos para Uso de SMS em Sistemas Móveis"

36

Rairán, José D.; Pérez, Juan D.; Osorio, John E. (Colombia): "Entrenamiento de una Red Neuronal para la Medición Indirecta de Posición"	42
Rodríguez Calderón, Wilson; Pallares Muñoz, Myriam Rocío (Colombia): "Aplicación de Algoritmos de Optimización de Funciones no Lineales en Problemas de Mecánica de Fluidos. Un Enfoque desde la Complejidad"	48
Ética, Informática y Cibernética (Info-Cibernética 2010)	
Zaldívar, José Ángel (México): "Aspectos Éticos Aplicados a la Informática. El Código Ético Informático. Ética, Informática y Cibernética"	54
Procesamientos de Imágenes y Señales Multidimensionales	
Buono, Juan J.; Cucchi Colleoni, Daniel; Carreto, José Ignacio; Bertolotti, María I. (Argentina): "Proceso de Imágenes Satelitales de Clorofila y Temperatura (SST)"	58
Riaño Rojas, Juan Carlos *; Ocampo Blandón, Cristian Felipe *; Prieto Ortiz, Flavio Augusto *; Sánchez Camperos, Edgar Nelson ** (* Colombia, ** México): "Segmentación de Imágenes Capilares Basado en Colormap"	64
Robótica	
Martínez, F. H.; Acero, D. M. (Colombia): "Plataforma Robótica como Herramienta para el Desarrollo y Aprendizaje de Aplicaciones en Control Inteligente"	69
Sistemas/Tecnologías de Comunicaciones y Redes y sus Aplicaciones	
Espíndola, Jorge E.; Gómez, Ernesto (Colombia): "Seguimiento de Órbitas de Satélites LEO Basado en Técnicas de Inteligencia Artificial"	75
Sistemas/Tecnologías de Información y sus Aplicaciones	
Acero, D. M.; Londoño, S. P. (Colombia): "Laboratorio Remoto para el Aprendizaje de la Ciencia y la Tecnología"	81
Chías, P.; Abad, T. (España): "Cartoteca Digital Iberoamericana Basada en un GIS y Accesible a través de Internet"	87
Montoya Quintero, Diana María; Giraldo, Juan Camilo (Colombia): "Sistema Basado en Conocimiento (SBC) para Orientación Profesional"	92
Tecnologías de la Información y Globalización Académica	
Acero, Diego M.; Londoño, Sandra P. (Colombia): "El Tratamiento Digital de Señales en Forma Discreta como Método de Aprendizaje de la Matemática y su Aplicación en Procesos Básicos de Control en Últimos Grados de Secundaria"	95
Pinilla, F.; Pinilla, V.; Londoño, S. P. (Colombia): "Diseño de un Prototipo de Bobina TESLA con Tensión de Operación Pico de 280kV"	98

Educação em Ciências da Saúde – Sessão Invitada

Organizador(es): Elísio Costa y Rui Pimenta (Portugal)

- Mineiro, Ana; Reis Lagarto, José; Nunes, Maria Vânia; Castro Caldas, Alexandre (Portugal):
"Enseñanza y Aprendizaje a Distancia para Sordos: Bases Metodológicas del Desarrollo Curricular
de la Licenciatura en Lengua de Señas Portuguesa" 104

Aprendizaje y Enseñanza en Línea (e-learning)

- Arias J., Lady; Gardié, Gabriela (Venezuela): "Elaboracion de Materiales Educativos
Computarizados. Una Actividad de Extensión Acreditada en Modalidad Blended Learning" 110

Educación Superior

- Andina, D.; Bermúdez-Valbuena, R.; Hernández, W. (España): "Una Estrategia Didáctica Basada en
Redes Neuronales Artificiales (Artículo de la Sesión Invitada 0000021: "Nuevas Metodologías de
Enseñanza: Análisis de Resultados y Evaluación del Aprendizaje")" 116

- Hernández, W.; Palmero, J.; Labrador, M.; Bonache, J.; Cousido, C.; Álvarez-Vellisco, A. (España):
"Cuatro Años de Aplicación de la Metodología ECTS en la Materia Análisis de Circuitos:
Diferencias Significativas (Artículo de la Sesión Invitada 0000021: "Nuevas Metodologías de
Enseñanza: Análisis de Resultados y Evaluación del Aprendizaje")" 120

- Sarmiento Ortiz, Henry José; Madrid Vega, José Iván; Galvis López, Jhon Jairo (Colombia):
"Articulación de la Educación Media con la Superior en Colombia Modelo I.T.S.A." 126

E-learning y Cambio en las Universidades: El Papel de las Unidades de Apoyo a la Docencia

- González Sanmamed, M. (España): "Las TIC en la Universidade da Coruña: Perspectivas y
Problemas" 128

- Pardo, Irene (Perú): "Una Mirada a la Integración de las TICs en el Proceso Docente de la Pontificia
Universidad Católica del Perú (PUCP)" 134

- Sangrà, Albert; Cabrera, Nati (España): "La Evolución del Apoyo a la Docencia en Línea en la
UOC" 140

Gestión del conocimiento

- Ortiz-Páez, Diana M.; Delgado, Fernando (Colombia): "Aplicación del Modelo de Gestión de
Conocimiento en COTECMAR" 146

Investigación y Desarrollo en Disciplinas en Ingeniería

- Aristizábal, Andrés J.; Botero, Mónica A.; Gordillo, Gerardo (Colombia): "Evaluación del
Desempeño Energético de un Sistema BIPVS de 3,4kW y Dimensionamiento de un Sistema BIPVS
para un Usuario Doméstico Típico en Bogotá, Colombia" 151

Rojas, Jeimy Y.; Alfonso, José L.; Cortés, Juan G.; Aristizábal, Andrés J. (Colombia): "Diseño e Implementación de un Dispositivo Electrónico Portable para Medir, Procesar, Visualizar y Almacenar Datos de Concentraciones de Gases Contaminantes en las Empresas Manufactureras"	157
Índice de Autores	163

ACIERTOS EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INFORMATICA EDUCATIVA DE PROFESORES EN LA EDUCACION SUPERIOR.

YASBLEY SEGOVIA CIFUENTES.

Hasbladysc@unisabana.edu.co

*Centro de Tecnologías para la Academia– Universidad de La Sabana
Chía, Cundinamarca, Colombia*

RESUMEN

Este documento presenta la contextualización del proceso de integración de tecnologías de la información y la comunicación en ambientes educativos, específicamente los aciertos frente al proceso de desarrollo de competencias en informática educativa en profesores de Educación Superior.

Bajo un enfoque sistémico se han diseñado estrategias que abarcan aspectos pedagógicos, comunicativos, y de gestión, para los cuales se han elaborado detallados planes de acción, que permiten el desarrollo de las competencias en informática educativa en los profesores de la Universidad de La Sabana.

A partir de esta propuesta y los insumos base de su construcción, la Universidad ha determinado el marco de referencia, la generación de políticas encaminadas a desarrollar esta propuesta que permita asegurar el

fortalecimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje institucional.

Palabras Claves: Informática Educativa. Competencias en informática educativa. Plan de formación docente en informática educativa. Escalafón docente. TIC.

CONTEXTUALIZACIÓN

El Centro de Tecnologías para la Academia es una unidad académica y de servicios de la Universidad de La Sabana, que fomenta la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación -TIC- aplicada a la academia con sentido humanístico e innovador en sus procesos de docencia, investigación y proyección social

Su objeto de estudio es la informática educativa y cuenta con un grupo de investigación reconocido ante COLCIENCIAS, o Sistema Nacional de

Ciencia y Tecnología de Colombia. El grupo ha desarrollado dos líneas de investigación: Ambientes de aprendizaje apoyados con TIC y Diseño, desarrollo y evaluación de soluciones informáticas para la academia.

Como resultado de la experiencia y producción del grupo de investigación, nace la Maestría en Informática educativa en el año 2008. Este programa está diseñado para profesionales que se desempeñen en el sector educativo. Pueden acceder a él profesores de cualquier área académica, directivos y coordinadores de instituciones de educación preescolar, básica, media o superior interesados en liderar proyectos de integración de TIC en sus instituciones. El programa también se dirige a diseñadores, desarrolladores y autores de materiales educativos digitales.

Adicional a los procesos de investigación, el Centro de Tecnologías para la Academia, es la dependencia encargada del desarrollo de la planeación estratégica de incorporación de TIC en el proceso educativo de la Universidad, en que se identifican los objetivos estratégicos, las metas e indicadores que trazan el camino para dicha integración en un período de tiempo determinado. El plan vigente fue concebido para el período 2006 – 2010 y actualmente

se encuentra en diseño el plan para el período 2011-2015.

En la elaboración de los dos planes se ha contemplado que la incorporación de TIC en el quehacer docente es fundamental para el mejoramiento de la calidad del proceso educativo y para ello se formula:

Objetivo estratégico: Fortalecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje mediante la integración de las TIC.

Estrategia:

Consolidación de una ruta de formación permanente en informática educativa para los profesores de pregrado y postgrado.

Acciones:

- Diagnóstico sobre el nivel de desarrollo de las competencias en informática educativa de los profesores.
- Desarrollo de la ruta de formación en competencias en informática educativa de profesores.
- Vinculación de las competencias en informática educativa como requisito para el ingreso de un profesor al Escalafón docente
- Inclusión de los productos relacionados con TIC en la valoración de la producción de los profesores.
- Diseño de un proyecto de Investigación longitudinal para el monitoreo permanente de la ruta de formación docente
- Desarrollo de un sistema de gestión de la ruta de formación docente y seguimiento de competencias en informática educativa.

Para la realización del objetivo y los planes de acción formulados, los miembros del Centro de Tecnologías elaboraron una propuesta para el desarrollo de

Competencias en Informática Educativa que responde en primer lugar, a las recomendaciones y recomendaciones que la UNESCO en el documento “Estándares de competencias en TIC para docentes” y el Ministerio de Educación Nacional colombiano, en el documento “Apropiación de Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC- en el desarrollo profesional docente” (Zea, 2008).; en segundo lugar, se atiende a los resultados de los proyectos de investigación de su grupo y por último a los objetivos del plan de formación docente que la Universidad tiene establecido y que aportan al profesor de la Universidad diferentes escenarios para desarrollar dichas competencias.

Según la Unesco, cada país, debe promover:

- El acceso a las TIC a estudiantes y profesores
- Contenidos educativos digitales de calidad
- El desarrollo de habilidades en profesores para que sus estudiantes desarrollen competencias con el uso de las TIC

Para ello, propone la inclusión de tres enfoques que deben ser considerados en el planteamiento de una reforma educativa: Nociones básicas en TIC, profundización del conocimiento y generación de conocimiento y a su vez deben estar interrelacionados con los componentes del sistema educativo como: Currículo, política educativa, pedagogía, utilización de las TIC, organización y capacitación de docentes. Cruzar los enfoques y los componentes permitieron generar una matriz con estándares como marco de referencia mundial para

que los docentes desarrollen las competencias requeridas que permiten mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En cuanto a la propuesta del Ministerio de Educación Nacional Colombiano, se plantean dos niveles de apropiación cognitiva:

1. **Nivel de apropiación personal**, donde los profesores comprenden las oportunidades y retos que presenta el uso de TIC para su productividad personal en relación con diversos contextos educativos y que estén en condiciones de interactuar con otros utilizando y compartiendo diversas herramientas de comunicación.
2. **Nivel de apropiación profesional o de profundización**, en el que se plantean objetivos más ambiciosos, que impactan directamente la labor docente y por ende repercuten, se espera que positivamente, sobre los estudiantes y su formación. Los objetivos, esbozados en el documento para este nivel, son:
 - Apropiar las TIC con un sentido pedagógico, más allá del manejo instrumental, que permitan el desarrollo de competencias en los estudiantes.
 - Generar nuevas estrategias que modifiquen las prácticas docentes.
 - Reflexionar y asumir una posición crítica frente a los procesos de incorporación de TIC en ambientes académicos y los recursos existentes para ello.
 - Actualizar y fortalecer los conocimientos propios de la disciplina haciendo uso de las TIC.
 - Aportar a los procesos de transferencia de conocimiento y de transformación del aula y/o de la institución.

En este nivel, un objetivo a resaltar es el diseño e implementación de acciones que permitan el desarrollo de competencias en los estudiantes, es decir, que no es

únicamente el desarrollo docente, sino como se explicó al inicio, el apoyo en el desarrollo de competencias en terceros.

En cuanto a los resultados de las investigaciones, se presentan algunos de los aportes más relevantes para la construcción de la propuesta:

En la investigación “*Inventario de usos de las TIC*” (Jaramillo, Castañeda & Pimienta, 2008), se identificaron y clasificaron los usos que los profesores universitarios hacen de las TIC con propósitos educativos en donde se realiza un marco referencial que establece un comparativo en que diferentes autores categorizan la integración de las TIC con los procesos de aprendizaje y enseñanza. Algunos autores clasifican el uso de las TIC en el apoyo a la comunicación, al aprendizaje y a la interacción. Otros formulan niveles de integración de TIC desde la familiarización, apoyo a la gestión académica, apoyo a la docencia, la reorientación enfocada hacia el aprendizaje de los estudiantes hasta un nivel de evolución relacionado con la construcción social del conocimiento. Finalmente, como conclusión importante se identificó que la gran mayoría de profesores usan las TIC como apoyo a la enseñanza.

En la investigación “*Casos de integración de TIC en educación superior*” (Jaramillo & Ruiz, 2009) , se realizó un estudio de caso múltiple en el que se analizaron 17 Ambientes de aprendizaje con el fin de presentar el modo de integración de las TIC y los resultados de la integración en términos de aprendizaje. En esta investigación se identificó que la gran mayoría de los docentes creen que con hardware y software, los estudiantes aprenden más y mejor. Sin embargo uno de los casos evidenció que tal premisa no es real pues se comprobó que la inundación de TIC en un ambiente de aprendizaje no desarrolla ni mejora el proceso de aprendizaje.

Finalmente, se consideró el plan de formación docente en informática vigente, diseñado y puesto en marcha por el Centro de Tecnologías y que da respuesta a los retos propuestos en el Proyecto Educativo Institucional relacionados con la formación integral de los profesores. El plan cuenta con un ciclo básico y uno de profundización. Para cursar el ciclo básico los profesores deben realizar un examen que diagnostique el nivel de conocimiento y uso de las TIC. En este ciclo se cuenta con dos cursos de formación:

Curso: Estrategias de interacción virtual en ambientes educativos.

Objetivo: Desarrollar estrategias de acompañamiento al trabajo independiente de los estudiantes a través de ambientes virtuales.

Curso: Usos innovadores de TIC en ambientes académicos

Objetivo: Propiciar espacios para que los profesores realicen innovación en su práctica docente, mediante la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para mejorar el proceso formativo de los estudiantes.

Así mismo para dar cuenta al desarrollo de la propuesta se incluyen dos cursos adicionales:

- Competencias en el manejo de la información
- Diseño y producción de materiales educativos digitales

Para el ciclo de profundización se cuenta con dos diplomados de 120 horas:

- Diplomado en Informática para la Docencia
- Diplomado en Aula Virtual

Con todos estos insumos, en primera instancia para la comunidad educativa de la Universidad de la Sabana, se entenderá por competencias en informática educativa, aquellas acciones docentes verificables, a través de diversas evidencias, que den

cuenta de sus procesos de apropiación de las TIC en los ambientes académicos de los cuales participa.

Es importante aclarar que no se hace una apropiación directa y completa de las propuestas académicas anteriormente presentadas, sino las pertinentes para la comunidad académica de la Universidad, es decir, que se toman aquellas que por la naturaleza de nuestros profesores le serán necesarias desarrollar para aportar significativamente tanto al Proyecto Educativo Institucional -PEI como a los Proyectos Educativos de Programa – PEP y proyectar su carrera profesoral a través de su agenda académica.

A continuación se presenta la propuesta de competencias en Informática educativa a desarrollar en los profesores de la Universidad de la Sabana:

Competencia en Informática Educativa	El profesor competente en IE fortalece los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la integración innovadora de las TIC
Estándar	Indicador
Uso básico herramientas e información basadas en TIC	Usa las TIC para sus actividades personales
	Es competente en manejo de información con el uso de TIC
Integra las TIC para el mejoramiento de la calidad del proceso de enseñanza en Ambientes	Diseña y usa recursos educativos digitales para el proceso de enseñanza
	Usa las TIC para preparar actividades de evaluación para sus estudiantes
	Desarrolla estrategias de evaluación y realimentación a través de las TIC

Competencia en Informática Educativa	El profesor competente en IE fortalece los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la integración innovadora de las TIC
de Aprendizaje	Apoya sus actividades de enseñanza a través de VirtualSabana o de plataformas que cumplan fines similares Participa en redes de académicas mediadas por TIC para apoyar su labor docente
Promueve que sus estudiantes usen las TIC para mejorar su proceso de aprendizaje	Propone actividades para que sus estudiantes manejen (Identifiquen, accedan, evalúen y apliquen) información mediante las TIC Diseña y usa recursos educativos digitales para mejorar el proceso de aprendizaje de sus estudiantes Propone actividades para facilitar el trabajo independiente y la interacción de sus estudiantes a través de VirtualSabana o de plataformas que cumplan fines similares Propone actividades para que los estudiantes diseñen y desarrollen productos de conocimiento mediante el uso de las TIC
Innova su práctica pedagógica con apoyo de las TIC	Planea, sistematiza, hace seguimiento y evalúa estrategias para que los estudiantes diseñen y desarrollen productos de conocimiento mediante el uso de las TIC Planea, sistematiza, hace seguimiento y evalúa la conformación de redes/comunidades de conocimiento con apoyo de TIC para la participación de sus estudiantes y otros actores

CONCLUSIONES

Para lograr que el profesor de la Universidad desarrolle las competencias en informática educativa, la Universidad de La Sabana cuenta con varias estrategias que han permitido avanzar y hoy son

consideradas como aciertos para el éxito de su propuesta:

- Contar con una dependencia cuyo objeto de estudio sea la informática educativa: El Centro de Tecnologías para la Academia
- Contar con un grupo de investigación cuyos resultados se apliquen a las demás funciones sustantivas institucionales.
- Contar con un plan estratégico para la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación.
- Contar con un plan de formación docente en informática educativa.
- Contar con un equipo de trabajo interdisciplinario cuyos miembros hacen parte de diferentes dependencias institucionales para promover el desarrollo de dichas competencias (Dirección de currículo, Dirección de Docencia, Centro de Tecnologías para la Academia, entre otros).
- Contar con un escalafón docente que fomente el desarrollo de competencias en informática educativa.

Finalmente, el Centro de Tecnologías para la Academia, ha desarrollado diversas estrategias de sensibilización dirigidas a la comunidad académica en general (profesores, estudiantes, directivos, administrativos) y como resultado del proceso, podría afirmarse que tanto profesores como la comunidad en general son conscientes de los beneficios y oportunidades que las TIC brindan a los procesos que le son propios a la institución. Se espera por tanto, que un profesor de La Sabana, sin importar el escalafón docente en el cual se encuentre, esté en capacidad

de dominar herramientas informáticas básicas para optimizar sus labores cotidianas y buscar, seleccionar y evaluar información (Competencias en Manejo de información). De alguna manera podría decirse que estos son los mínimos requeridos para ser profesor universitario. En ese orden de ideas el Centro de Tecnologías ha venido desarrollando una serie de estrategias en pro de preparar a la comunidad académica en el uso adecuado de las TIC en ambientes educativos, orientado hacia la innovación educativa que conlleva a un proceso reflexivo del profesor frente su quehacer que le permita innovar su práctica pedagógica con el uso de las TIC desde un proceso consciente y planeado. Esto invita a que el profesor socialice los resultados de su proceso de innovación educativa desde la sistematización de su experiencia con el fin de que su propuesta se valide y se ajuste permanentemente.

REFERENCIAS

- [1] Almenárez, F., Boude, O., Chiappe, A., Díaz, D., Hennig, C., Jaramillo, P., Segovia, Y. Competencias en informática educativa para profesores de la Universidad de La Sabana. 2010.
- [2] Jaramillo, P., Castañeda, P. & Pimienta, M. Inventario de usos de las TIC para aprender y enseñar. Informe final del proyecto Integración de TIC en educación Superior, fase 1. 2008.
- [3] Jaramillo, P., Ruiz, M. Un caso de integración de TIC que no agrega valor al aprendizaje.
<http://www.umanizales.edu.co/revistacinde/index.html>. 2009
- [4] Ministerio de Educación Nacional, PROGRAMA NACIONAL DE USO DE MEDIOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS. "Apropiación de Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC- en el desarrollo profesional docente.
www.iered.org/cmmapserver/servlet/SBReadResourceServlet. 2008.
- [5] UNESCO. Shawki Tarek,
<http://www.unesco.org/new/es/unesco/resources/online-materials/publications/unesdoc-database/>. 2008.

IMPLEMENTACION DE UNA METODOLOGIA BASADA EN TECNOLOGIAS DE INFORMACION PARA LA SOLUCION DE FALLAS EN LA OPERACIÓN DE REDES EMPRESARIALES BASADAS EN TCP/IP

MATI Orlando Arzola Garza
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

y

Ing. Olga Maricela Preciado Martínez
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

Coautores:

Ing. Samuel Hernández Donjuan, Ing. Angel Zarate Martínez,
MATI Alicia Guadalupe Valdez Menchaca
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

Estudiante:

Monica Lizzeth Borrego Quiñonez

RESUMEN

La creciente necesidad de disponer oportunamente de información relevante, obliga a las empresas a reevaluar constantemente su infraestructura tecnológica y la forma de administrarla. Dentro de este ambiente, un lugar preponderante es ocupado por la red de comunicaciones. En México no estamos acostumbrados a medir lo que nos cuesta tener fuera de operación una red de comunicaciones sea esta pública ó privada, y como no existe una cultura al respecto este trabajo pretende fomentar el desarrollo de esta cultura.

Este trabajo de investigación se basa en el análisis de la problemática de fallas en la operación que presentan las Redes de Cobertura Amplia basadas en TCP/IP, en éste estudio analizaremos el caso específico de una empresa del Sector Productivo que servirá para aportar sugerencias de mejora en la prevención, detección y/o corrección de fallas en cualquier red de cobertura amplia basada en TCP/IP.

Para desarrollar este proyecto fue necesario analizar la administración del monitoreo y operación de la red, en una empresa del sector productivo de México; la selección se realizó principalmente por las facilidades para la investigación

de campo y el antecedente de la problemática manifestada en ésta empresa, dicha problemática de fallas en la operación de la red, no solo impactaba en el decremento de la disponibilidad de operación, aumento en la incidencia de fallas LAN y WAN, sino que dañaba los equipos de cómputo y comunicaciones, por lo cual se decidió evaluar la problemática en dos periodos de estudio uno antes y otro después de aplicar las medidas preventivas, y procedimientos de atención y corrección de fallas en la operación de la red.

Se tomaron como muestra los concentrados de reportes de fallas correspondientes a cada mes, los cuales se procesaron en hojas de cálculo para obtener los reportes de clasificación de fallas por tipo, disponibilidad y gráficas de eficiencias relativas a la operación de la red en cada uno de los meses de estudio.

Como resultado se obtuvo que una vez que se trabaja organizadamente aplicando medidas preventivas para evitar fallas y se aplican procedimientos adecuados para la atención y corrección de las mismas, aumenta considerablemente la disponibilidad en la operación de la red y disminuye el número de incidentes ó fallas tanto LAN como WAN de la red.

Palabras Clave: LAN, WAN, Análisis, problemática

1. INTRODUCCIÓN

Descripción de la Metodología de Investigación aplicada en el desarrollo de éste análisis.

Los parámetros de medición, es decir, los aspectos generales que influyen en el análisis, se efectúa el estudio de campo para obtener los datos.

Además el estudio estadístico que permitió procesar los datos recolectados para formular bases de datos y a su vez generar los reportes y gráficas estadísticas y así representar los resultados encontrados en ambos periodos, compararlos, y realizar las conclusiones objeto de éste análisis.

Objetivo:

Realizar el análisis de la problemática de fallas en la operación de una red de cobertura amplia en una empresa Mexicana del sector productivo, detectar las áreas con mayor incidencia de fallas y encontrar las causas que generan tal problemática, analizando éstas para encontrar las soluciones adecuadas.

Emitir aportaciones de mejora en la operación de las Redes de cobertura Amplia que serán probadas en campo después de analizar la problemática de fallas en la operación de la Red de la empresa en estudio.

Para al final hacer una comparativa de la operación de la red antes del análisis y después de éste con la aplicación de los procedimientos de prevención, detección y corrección de fallas de operación de la red de cobertura amplia.

2. METODOLOGÍA

Parámetros de Medición

Esta investigación consiste en analizar la problemática de fallas en la operación de las redes de cobertura amplia TCP/IP en cualquier empresa de México, para lo cual se analiza una empresa del sector productivo con el mismo escenario en 2 periodos diferentes obteniendo la información correspondiente para dicho fin.

Aspectos Generales

- a) Relación mensual de Fallas tipo LAN por departamento.
- b) Relación mensual de Fallas tipo WAN por departamento.
- c) Reporte mensual de Disponibilidad de Operación de la red por departamento y general.
- d) Relación mensual de Incidencia de fallas por tipo.
- e) Mantenimientos Preventivos.

1. Se realiza el estudio de campo obteniendo los datos de la operación de la red correspondientes al primer periodo que comprende los meses agosto, septiembre y octubre de 2007, obteniendo la información marcada en los *aspectos generales*. (ver Figura 7)
2. Se efectúa un análisis exhaustivo al finalizar éste primer periodo con el fin de encontrar los problemas y sus

posibles soluciones para posteriormente implementar las medidas preventivas y procedimientos adecuados en la atención y corrección de fallas. (ver apéndices A, B, C, D, E, F, G y H).

3. Se detectan las Areas de mayor problemática durante el primer periodo, así como los tipos de fallas que influyen en dicha problemática. (ver gráficas 1, 2, y 3)
4. Se forman grupos efectivos de trabajo, con los Ingenieros de Servicio asignados en el mantenimiento de la red, de acuerdo a sus habilidades y especialidades, así como la formación de Areas de Capacitación continua, Soporte Técnico y Laboratorio.
5. Se desarrollan medidas preventivas para cada caso específico, desarrollando un esquema de mantenimiento preventivo para cada caso. (ver apéndice G)
6. Se desarrollan de igual manera un estudio eléctrico específico en las áreas que presentaban graves problemas de fallas. (ver apéndices E y F)
7. Se aplican al final del primer periodo todas las medidas preventivas, procedimientos generales y específicos de atención y corrección de fallas respectivamente. (ver apéndices A, B, C, D, E, F, G y H).
8. Se realiza el estudio de campo obteniendo los datos de la operación de la Red correspondientes al segundo periodo que comprende los meses Noviembre y Diciembre de 2007 además de Enero, Febrero, Marzo, abril, Mayo y Junio de 2008, obteniendo la información marcada en los *aspectos generales*. (ver figura 9).
9. Se detectan las Areas de mayor problemática, así como los tipos de fallas que influyen en dicha problemática. (ver gráficas 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11).
10. Se compara la información encontrada en ambos periodos, analizando los aspectos generales a considerar. (ver gráficas 18, 19 y 20).
11. Basándose en el análisis de los resultados encontrados en ambos periodos se realizan las conclusiones respectivas, que es el objeto de este estudio.
12. Los datos obtenidos son completamente reales, tomados de la operación diaria de la red de comunicaciones.
13. Los datos estadísticos para realizar los cálculos de disponibilidad, número de fallas, tipos de fallas, porcentajes, etc., se realizaron utilizando la herramienta Excel de Microsoft.
14. Se generan gráficas a partir de los datos estadísticos que permiten visualizar el panorama general de las tendencias de fallas LAN y WAN así como de Disponibilidad en ambos periodos de la empresa. (ver gráficas 12, 13, 14, 15, 16 y 17)
15. Es necesario comentar que esta investigación no es experimental, ya que los datos son reales.

3. Estudio de Campo

Para adquirir los datos se corroboró de los archivos personalmente con los reportes originales tanto en computadora como en papel.

Se analizaron 11 meses en 2 periodos diferentes para el análisis de esta problemática. Los datos para efectos de nuestro análisis se distribuyeron de la siguiente manera:

- a) Primer periodo comprende los meses de Agosto, Septiembre y Octubre de 2007.
- b) Segundo periodo comprende los meses de Noviembre y Diciembre de 2007 además de Enero, Febrero, Marzo, abril, Mayo y Junio de 2008.

En cada uno de los periodos se obtuvieron los datos de los concentrados de reportes correspondientes a cada mes.

4. Estudio Estadístico

Para el procesamiento de los datos de campo se utilizó el Software de Office 2007 para Windows. Se clasificó la información por tipos de fallas (ver figuras 8 y 10) en cada uno de los meses utilizando el concentrado de reportes (apéndice E) correspondiente.

Se construyeron las bases de datos en Excel para cada mes. Enseguida obtener de dichas tablas los datos para realizar los resúmenes mensuales totales de fallas LAN, WAN y Disponibilidad de la red, agrupadas por periodos. (ver figuras 7 y 9).

Se analiza cada uno de los periodos en forma separada para posteriormente realizar una comparativa del comportamiento de disponibilidad e incidencia de fallas por tipo, de la siguiente manera:

- a) Se construyen las gráficas de Fallas LAN, WAN y Disponibilidad correspondientes al primer periodo (ver gráficas 12,13 y 14).
- b) Se construyen las gráficas de Fallas LAN, WAN y Disponibilidad correspondientes al segundo periodo (ver gráficas 15,16 y 17).
- c) Se construyen las gráficas de Tendencia General de Fallas LAN, WAN y Disponibilidad correspondientes a los 2 periodos (ver gráficas 18,19 y 20).

Interpretación de las Gráficas

Los datos para la representación de las gráficas fueron tomados de las figuras 7 y 9 correspondientes a los dos periodos de este estudio.

En la representación lineal de cada una de las gráficas por periodo, se podrá apreciar el comportamiento de la incidencia de fallas LAN, WAN y Disponibilidad en cada uno de los periodos, así como las tendencias en forma general.

En el primer periodo se aprecian altos índices en la incidencia de fallas LAN y WAN, así como también una disminución en la disponibilidad de la red (ver gráficas 12, 13 y 14); lo cual es el reflejo de una atención desorganizada en la operación de la red.

Durante el segundo periodo se aprecia una disminución en los índices de incidencia de fallas LAN y WAN, así como también un aumento en la disponibilidad de la red (ver gráficas 15, 16 y 17).

En las gráficas de tendencias se aprecia el comportamiento de los índices de fallas LAN, WAN y Disponibilidad en ambos periodos (ver gráficas 18, 19 y 20).

Interpretación de las Tablas

Para la construcción de las tablas, se diseñó el formato de acuerdo a las necesidades del Area de Telecomunicaciones de la empresa, desde la distribución de las Areas, departamentos, abreviaturas para identificación de equipos, clasificación de fallas, aplicación de fórmulas.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de disponibilidad tienen que ver con los términos de disponibilidad en la operación de la red, que generalmente se exige un 98 % de disponibilidad esto es hablando de las empresas de México.

El promedio, como indicador de tendencia de la disponibilidad se calcula por departamento, refleja el porcentaje de disponibilidad de un departamento específico y se acumula sumando los promedios de todos los departamentos en la empresa, como lo indican la intersección de la columna DISP-GRAL con la fila TOTAL en la que se promedia la disponibilidad de todos los departamentos y resultando la disponibilidad de la empresa en el mes.

Los datos de entrada en estas tablas se obtienen de cada uno de los reportes localizados en su correspondiente concentrado mensual, una vez que se tiene actualizado el inventario de equipo de computo y comunicaciones por departamento son principalmente día, concepto (refiriéndose a todas y cada una de las fallas), demora, y demora total.

El significado de cada uno de los campos en las columnas de izquierda a derecha.

AREA = Corresponde al nombre del departamento de la empresa.

HUB = número de hub's ó concentradores existentes en el departamento.

DS = número de servidores de terminales existentes en el departamento.

CS = número de enrutadores existentes en el departamento.

MODEM = número de Modem's existentes en el departamento.

SW = número de Switchés existentes en el departamento.

TERM = número de terminales existentes en el departamento.

IMP = número de impresoras matriciales existentes en el departamento.

P.C. = número de computadoras personales existentes en el departamento.

IMP. Y P.C. EN RED = número de impresoras lasser y P.C.'s en red existentes en el departamento.

TOT-DISP = Disponibilidad del departamento en minutos resulta de multiplicar 30 días del mes por 24 horas del día por 60 minutos por número de conexiones.

DE CONEXIONES = suma de TERM. + IMP. + P.C. + IMP. Y P.C.'S EN RED.

TOT-DEM = Σ DEMA en minutos.

DISP-GRAL = disponibilidad general del departamento en el mes representado en porcentaje y resulta de la siguiente formula:

$$1 - \text{TOT-DEM} / \text{TOT-DISP}$$

DIA = representa el día del mes en que ocurrió la falla.

CNPTO = descripción del tipo de falla.

DEMD = tiempo fuera de operación del equipo ó equipos.

DEMT = tiempo fuera de operación total del equipo ó equipos que resulta de multiplicar.

*DEMD * el número de equipos afectados por la falla.*

TOTAL = se obtienen los totales por las columnas correspondientes al final del reporte.

TIPOS DE FALLAS = al final del reporte se enumeran los distintos tipos de fallas que afectan la columna "CNPTO".

5. RESULTADOS

- En el primer periodo se aprecia un incremento en las fallas LAN y WAN. (ver *Figura 7*)
- Así como decremento en la disponibilidad. (ver *Figura 7*)
- También se aprecia que la incidencia de fallas en este primer periodo tiene que ver con problemas de cableados, instalaciones eléctricas, puertos dañados o inhibidos, current loop, interfaces y conectores, equipos de comunicación dañados y configuraciones de equipo. (ver *Figura 8*)
- Durante el segundo periodo se aprecia una disminución en las fallas LAN y WAN. (ver *Figura 9*)
- Así como un aumento sostenido de la disponibilidad. (Ver *Figura 9*).
- Las medidas preventivas y la aplicación de procedimientos generales de atención y corrección a fallas ayudaron a disminuir la incidencia de fallas y aumentar la disponibilidad general de la red en éste segundo periodo. (ver *Figura 9*).
- Además se aprecia una disminución consistente en el índice de fallas. (ver *Figura 10*).
- Comparando los resultados de ambos periodos en los aspectos de Disponibilidad, fallas LAN y fallas WAN, podemos observar una mejora en la disponibilidad de la red en general, notándose una disminución de las fallas LAN y WAN durante el segundo periodo. (ver gráficas 18, 19 y 20)

MES	FALLAS LAN	FALLAS WAN	DISPONIB.
AGOSTO DE 2007	195	31	99.98%
SEPTIEMBRE DE 2007	178	36	99.98%
OCTUBRE DE 2007	230	23	99.90%

Figura 7. Resumen de Fallas y disponibilidad correspondiente al periodo Agosto-octubre de 2007

	Clasificación de Fallas	AGO	SEP	OCT
A	SWITCH	0	1	0
B	RUTEADOR	1	0	0
C	HUB/MAU	0	0	0
D	MODEMS	4	9	7
E	PARES DE LA RED	10	12	14
F	CABLE DE UNION DE RED	0	0	0
G	VOLTAJE Y EQUIPO DESCONECTADO	39	38	32
H	REINICIAR EQ. DE COMUNICACIONES	16	3	5
I	PAR TRENZADO PARA RED	0	1	0
J	CABLE DAÑADO PAR TRENZADO P/TERMINAL	4	2	4
K	CABLE COAXIAL	0	0	1
L	PUERTOS DAÑADOS O INHIBIDOS	17	17	33
M	EQUIPOS DE COMPUTO	15	0	5
N	TECLADOS	3	0	1
O	TARJETA DE RED	6	0	3
P	TARJETA DE EMULACION	0	0	0
Q	CURRENT LOOP	12	33	20
R	CONECTORES(DB25,D B9,RJ45,BNC) FALSOS CONTACTOS U OTROS	39	37	47
S	LINEA REVENTADA	5	5	5
T	CONFIGURAR EQUIPO	14	22	36
U	OTROS	33	19	25
V	DECSERVER	8	15	15
	TOTALES	226	214	253

Figura 8. Relación de Fallas por Tipo, de Agosto a Octubre de 2007

MES	FALLAS LAN	FALLAS WAN	DISPONIB.
NOVIEMBRE DE 2007	103	15	99.98%
DICIEMBRE DE 2007	110	6	99.99%
ENERO DE 2008	99	8	99.99%

FEBRERO DE 2008	80	7	99.99%
MARZO DE 2008	91	21	99.95%
ABRIL DE 2008	107	23	99.99%
MAYO DE 2008	95	15	99.99%
JUNIO DE 2008	76	17	99.97%

Figura 9. Resumen de Fallas y Disponibilidad correspondiente al periodo Noviembre de 2007- Junio de 2008

	Clasificación de Fallas	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
A	SWITCH	1	0	0	1	0	4	0	0
B	RUTEADOR	1	1	2	0	3	2	0	0
C	HUB/MAU	0	1	0	2	0	6	0	1
D	MODEMS	4	0	1	2	1	0	1	1
E	Pares de la Red	0	0	0	0	3	0	1	0
F	Cable de unión de Red	0	0	0	2	0	1	0	0
G	Voltaje y Equipo Desconectado	16	4	6	6	18	11	10	11
H	Reiniciar Eq. De Comunicaciones	5	0	1	0	9	11	4	2
I	Par trenzado para Red	0	4	1	1	5	0	0	3
J	Cable dañado par trenzado p/terminal	2	1	5	7	6	4	5	2
K	Cable Coaxial	0	0	0	2	0	0	0	0
L	Puertos Dañados o Inhibidos	11	14	17	3	10	8	5	4
M	Eq. de Computo	5	5	4	2	0	1	4	1
N	TECLADOS	0	3	0	1	0	0	0	1
O	Tarjeta de Red	2	0	2	0	0	5	5	5
P	Tarjeta de Emulación	6	4	0	2	1	6	4	4
Q	Current Loop	5	8	11	8	7	10	9	8
R	Conectores (DB25, DB9, RJ45, BNC) Falsos contactos y otros	33	40	33	36	23	38	59	32
S	Línea Reventada	4	4	1	1	8	9	9	1
T	Configurar Equipo	4	6	13	2	12	4	9	8
U	OTROS	18	16	9	8	4	6	7	8
V	DECSERVER	1	5	1	1	2	4	1	1
	TOTALES	118	116	107	87	112	130	133	93

Figura 10. Relación de fallas por tipo de Noviembre de 2007 a Junio de 2008

6. CONCLUSIONES

- Los requisitos que se deben tomar en cuenta para iniciar la operación de una red de cobertura amplia son:
 - Revisar y auditar las instalaciones tanto eléctricas como de cableados de datos en toda la empresa para dimensionar los problemas que pudieran presentarse.
 - Realizar un inventario de equipos de computo y comunicaciones completo.
 - Extraer un reporte al detalle de la operación diaria en los últimos 90 días.

- Obtener datos estadísticos de incidencia de fallas, equipos dañados, disponibilidad de la red y clasificación de fallas por tipo.
- Implementar una estrategia general que nos permita prevenir, atender y corregir las fallas en todas y cada una de las áreas operativas.
- Formar grupos efectivos de trabajo, con habilidades y experiencia practica en redes de computadoras.
- Realizar un análisis costo-beneficio del proyecto en estudio, considerando todos los factores que afectan la operación.

- Se concluye que la empresa o institución que aplica mantenimientos preventivos, procedimientos de atención y corrección de fallas, mejora en los siguientes aspectos:
 - Aumenta la disponibilidad en la operación de la red
 - Disminuye la incidencia de fallas del tipo LAN.
 - Disminuye la incidencia de fallas del tipo WAN
 - Permite documentar adecuadamente la red.
 - Es más fácil realizar actualizaciones en la documentación
 - Disminuye el tiempo fuera de operación en las operaciones más importantes, y por tanto las perdidas en el negocio.
 - Proporciona seguridad y confianza a los dueños del negocio.
 - Se aplica ésta metodología a empresas grandes, ya que las herramientas de monitoreo en la actualidad poseen esa capacidad.
- Para poder aumentar la disponibilidad en la operación de la red, es necesario identificar cada uno de los elementos de falla. (ver gráficas 1-11).
- Aplicar el correcto mantenimiento preventivo en cada uno de los sites de comunicación, así como en el lugar del equipo de cómputo es decir con el usuario, a través de un programa adecuado. (ver apéndice G)
- Realizar una clasificación de fallas, es decir asignarles prioridades.
- Identificar las áreas de mayor problemática (ver apéndice E) y clasificarlas de acuerdo al impacto en el negocio.
- Aplicar procedimientos generales de atención a fallas (ver apéndice A)
- Aplicar procedimientos específicos para la corrección de fallas (ver apéndices B y C)
- Realizar un estudio eléctrico y de cableados en cada una de las redes de Area Local involucradas (ver apéndices E, F y H), así como los medios de enlace a la red WAN.
- Realizar los cambios en la topología de la red a fin de hacer más eficiente el rendimiento de la misma.
- Crear equipos efectivos de trabajo, capacitarlos y realizar rotación oportuna de los ingenieros de servicio así como tener especialistas.

11. Utilizar herramientas de monitoreo: OpenView, Netview, Cisco blue Maps, Cisco Resource Manager, Cisco Works.
12. Revisar los estándares en los cableados estructurados, auditando periódicamente las instalaciones.
13. Revisar y auditar las instalaciones eléctricas (ver apéndices E, F y H) que cumplan con las normas de calidad internacionales.
14. Instalar equipo de protección eléctrica es decir una unidad de suministro de voltaje ininterrumpible para contrarrestar la pérdida o interrupción del suministro eléctrico; esto en cada uno de los sites de comunicación.
15. Realizar instalación de sistemas de tierra física adecuados al medio ambiente respectivo en cada uno de los sites de comunicación. (Ver apéndice H)
16. Verificar el medio ambiente en cada una de las instalaciones que forman parte de la red, esto es humedad, inducciones electromagnéticas, calor, radiación, variación de voltaje, cortos circuitos (ver apéndice E).
17. Contar con equipo de medición adecuado a necesidades y actualizado.
18. Mantener diariamente el cumplimiento de todos los factores mencionados.

Como resultado se obtuvo que una vez que se trabaja organizadamente aplicando medidas preventivas para evitar fallas y se aplican procedimientos adecuados para la atención y corrección de las mismas, aumenta considerablemente la disponibilidad en la operación de la red y disminuye el número de incidentes o fallas tanto LAN como WAN de la red.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[Alanis, et. al., 1994] Alanis, Macedonio, et. al. "Elementos para un Programa Estrategico en Informatica" Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Octubre de 1994.

[Anixter, 1997] www.anixter.com
<http://www.anixter.com/solution/cabling/x3108100.htm#wisc>

[Corning, 1993] Corning Incorporated "Just The Facts" Corning, New York. 1993

[Englebert, et. al. 1996] Englebert, Jeff, et. al. "Optical Fiber and Cable for Telecommunications", Siecor, 1996

[Hecht, 1987] Hecht, Jeff "Understanding Fiber Optics" Howard W. Sams & Company, Carmel, Indiana. 1987

[Llamas, 1998] Llamas, Armando "Mediciones e Inspección de Alambrado y Puesta a Tierra en Departamentos que presentaba problemática En fallas", Monterrey, N. L. Abril de 1998

[Llamas, 1998] Llamas, Armando "Alimentación y Puesta a Tierra de Los Racks" Monterrey, N. L. Mayo de 1998

[Llamas, 1998] Llamas, Armando "Supresores de Sobrevoltajes Transitorios" Monterrey, N. L. Junio de 1998

[Macias, 1993] Macias, Samuel "Seminario de Redes de Redes" Red Uno de Mexico. Marzo de 1994

[Rodríguez, 1996] Rodriguez, Jorge E. "Introducción a las Redes de Area Local" Ed. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V. 1996

[Siecor, 1994] www.siecor.com
<http://www.siecor.com/web/siecor.nsf/introfro?OpenForm>

[Stamper, 1994] Stamper, David "Business Data Communication" The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 1994

[Stoltz, 1994] Stoltz, Kevin "Todo Acerca de... Redes de Computación" Ed. en Español, 1995, Prentice-Hall-Hispanoamericana, S. A. Ed. en Ingles (original) 1994, by New Riders Publishing.

[1] IEEE Std 1100-1992, Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment, ISBN: 1-55937-231-1.

[2] IEEE C62.41-1991, IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits.

[3] F.D. Martzloff, "Coordination of surge protectors in low-voltage AC power circuits," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-99, No. 1 Jan/Feb 1980, pp 129 - 133.

[4] Allan Greenwood, "Electrical Transient in Power Systems, Second Edition, Wiley- Interscience," ISBN: 0-471-62058-0, TK/3226/.G73/1991.

SOLUCION DE TECNOLOGIAS DE INFORMACIÓN PARA EL AHORRO DE ENERGIA Y AGUA EN EL HOGAR MEDIANTE DOMOTICA

MATI Orlando Arzola Garza
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

Y

Ing. Olga Maricela Preciado Martínez
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

Coautores:

MC Oscar Verduzco Cura, MAI Manuel García Yregoi, Ing. Sergio Raúl Castañeda
Alvarado
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

Estudiante:

Fidencio de Jesús Boone Rodríguez
Estudiante de la Carrera de Ingeniero en Sistemas Computacionales
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

1. RESUMEN

En este proyecto se aplica la tecnología de información y automatización al hogar, enfocado a mejorar la calidad de vida aumentando la comodidad, la seguridad y el confort; haciendo eficiente el consumo de energía y los recursos naturales. Este sistema funciona bajo el control de un ordenador personal; de esta manera, los usuarios no tienen que estar pendientes de los diversos equipos autónomos, con su programación e indicadores situados en diferentes lugares.

El sistema para su funcionamiento se concentra en el software, además interviene una computadora personal, un PLC con su respectivo modulo, Visual Basic, PHP, Java Script. Un sistema Domótico esta formado por una unidad central que gestiona distintos elementos periféricos destinados a realizar determinados servicios en el ámbito domestico.

Palabras clave: tecnología domótica, tecnología de Información, eficiencia, energía, recursos naturales

2. INTRODUCCIÓN

La configuración de un Sistema Domótico está íntimamente ligada a los procedimientos de transmisión de información que posibilitan el dialogo entre dichos periféricos y la unidad central.

Un Sistema Domótico puede trabajar de forma centralizada o descentralizada. En el primer caso el funcionamiento global del sistema depende de la programación introducida en la central domótica. En cambio en los sistemas descentralizados cada elemento es inteligente y se programa de forma individual. Las posibilidades de la domótica son muy amplias. No obstante las áreas en las que se han dedicado mayores esfuerzos son las relativas a la seguridad, la automatización de tareas domésticas o el confort, la

gestión de la energía de las comunicaciones. De hecho para calificar de domótica una vivienda debe contemplar estas cuatro familias de servicios.

- La mejora de la comodidad
- Aportar más seguridad
- Nuevas formas de comunicación
- Reducción de los gastos energéticos

Los terminales (Radiadores de calefacción, electrodomésticos, puntos de luz, etc.) suelen ser equipos convencionales a los que se aporta una inteligencia o capacidad de comunicación a través de una interfase. Los elementos de campo comprenden todo el conjunto de sensores que permiten convertir una magnitud física en señal eléctrica, y los actuadores u órganos de mando, capaces de transformar una señal eléctrica en una acción sobre el entorno físico. Todos los elementos de campo envían y reciben señales a través de una red de comunicaciones o bus Domótico, para comunicarse entre ellos y con la unidad central encargada de gestionar los intercambios de información. Estas señales de control están codificadas de una determinada forma (protocolos de comunicación), por lo que se necesitan unos elementos que pasen las señales bus, y a su vez de señales bus a señales de salida a los actuadores tales como: relays, interruptores, etc., estos elementos se suelen denominar de diferentes formas: módulos de entrada-salida, acopladores, interfaces, etc.

El término domótica proviene de la unión de las palabras *domus* (que significa *casa* en latín) y *tica* (de *automática*, palabra en griego, 'que funciona por sí sola'). Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la *integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto*. (Colaboradores de Wikipedia, 2008)

La convergencia absoluta significa que la tecnología de telecomunicaciones llegará e inundará nuestros hogares. (Recientemente Levy 2001), en la sección "*Focus on Technology*" de Newsweek propuso una visión de cómo serán los hogares del futuro resalta una pantalla plana gigante de ultra alta definición que podrá conmutar entre video, Internet o fotos para prácticamente utilizar todas las cosas de la casa, aparatos de línea blanca como refrigerador o la lavadora conectados a red y que proporcionarán información sobre las corridas de lavado o la existencia de ciertos alimentos. Sistemas de audio conectados inalámbricamente a instrumentos musicales.

Con la evolución de las memorias de gran escala de integración, de los procesadores y el software de aplicación complejo a mediados de los noventa del siglo pasado, aumento la aparición de sistemas dedicados de

muy diversas aplicaciones en los ámbitos de manufactura, ciencias de la salud, procesos industriales, hogares, entre otros.

Un caso especial, el de los sistemas de instrumentación y control en los que su diseño de control de lazo sencillo pasó a sistemas de control, distribuido capaces de manejar sistemas complejos como los procesos de una planta petrolera. Este cambio no tuvo éxito debido a los costos y dificultades de mantenimiento y disponibilidad de los sistemas. Emergió una nueva tendencia los microsistemas de control, dedicados a la supervisión específica de los procesos distribuidos a lo largo de todo el proceso industrial. Luego sobrevino el problema del monopolio por los fabricantes en los sistemas de control, en un ambiente de múltiples fabricantes en una misma empresa con marcas diferentes para los distintos sistemas e instrumentos, esto aislaba los subprocesos del sistema.

Debido a esto que generó problemas y costos adicionales en la industrial, fue necesario que las asociaciones de instrumentistas internacionales trabajaran en un estándar para lograr la completa interconexión de los sistemas hacia un nuevo modelo de *Sistemas Abiertos*. Aparecen así los estándares "*Fieldbus*" para la interconexión física y el protocolo de comunicación HART. En la actualidad existen instrumentos individuales de campo como las válvulas inteligentes de Masoneilan (3) ó los transmisores inteligentes de Rosemount (4) entre otros, con capacidad de monitorearlos y calibrarlos a distancia a través de este protocolo.

Hoy en día los controladores lógicos programables o PLC se han desarrollado con el concepto de sistemas abiertos, software abierto, comunicaciones abiertas y son capaces de manejar los protocolos TCP/IP para comunicarse a través de Internet, haciendo posible la interconexión de sistemas distantes geográficamente en topologías de redes WAN (Cleveland, 2000). De esta forma es posible la supervisión de procesos, instrumentos individuales o sistemas entre el corporativo de una fábrica y sus aplicaciones en cualquier lugar remoto del mundo.

Objetivo:

Utilizar la Tecnología para eficientizar el uso de la energía y recursos naturales, en los hogares.

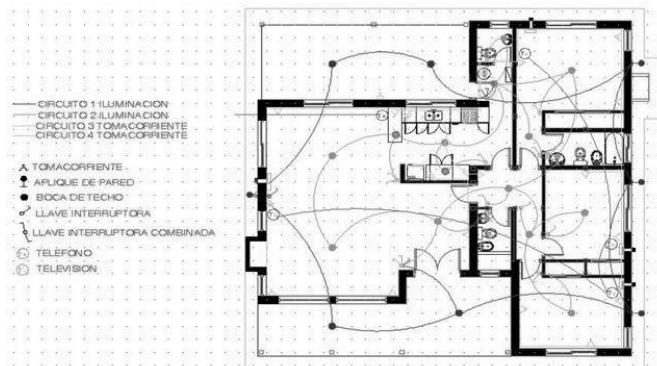
3. METODOLOGIA

Debido a la necesidad imperante en los hogares, empresas e instituciones públicas de reducir el consumo de energía eléctrica, agua y otros servicios que demandan consumo de energía, identificamos como problema crítico el "alto consumo de energía que impacta directamente en los costos operativos al interior de los hogares, empresas e instituciones", principalmente por no tener la cultura del ahorro de energía.

Desarrollo

La idea central de nuestro proyecto, esta basada principalmente en una solución económica y técnicamente factible, que ayude a reducir los gastos de energía y recursos naturales, principalmente.

El prototipo diseñado contempla técnicas sencillas y básicas de diseño, como primer punto, se revisa la instalación eléctrica completa, así como la distribución hidráulica de la casa habitación, una vez ubicados los diagramas eléctricos completos se procede a identificar los circuitos donde se energiza a cada apagador, contacto y/o válvulas.



Posteriormente se realiza un estudio de consumos eléctricos y de agua en toda la habitación, para seleccionar los contactos, apagadores y válvulas involucradas para la implementación de los controles necesarios.

Una vez realizado este estudio, se analizan los horarios de consumo de la casa y se definen los umbrales para encender, apagar circuitos, así como abrir o cerrar válvulas de agua.

El siguiente paso es Instalar y configurar el Controlador Lógico Programable en el área del centro de carga, lugar donde se distribuyen todos los circuitos eléctricos de la casa. Se conectan cada uno de los circuitos involucrados a la tarjeta de salida del controlador lógico programable y se configuran los parámetros básicos a cada uno de los circuitos, previo el análisis inicial.

```
Sin título - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda

Public Function ValorDec(Exp As Integer)
Select Case Exp
Case 0: ValorDec = 1
Case 1: ValorDec = 2
Case Else: ValorDec = 2 ^ Exp
End Select
End Function

Public Sub LeePalabra(DireccionPalabra As String)
Dim Word As String
Dim i As Integer
Dim BL_Succ As Boolean

Word = ""
Set ASABSERIAL1 = New ASABSERIAL
ASABSERIAL1.Adapter = 2
ASABSERIAL1.ErrorChecking = 1 'CRC mode
ASABSERIAL1.CommSettings = "19200,N,8,1" "9600,N,8,1"

ASABSERIAL1.Function = SLC500ReadWord
ASABSERIAL1.MemStart = DireccionPalabra 'B3:196' 'Starting Address
ASABSERIAL1.MemQty = 1 'Number of 16 bit words

ASABSERIAL1.Refresh2

MsgBox Asabserial1.ResultString & " " & Asabserial1.Result
Wait (1)

If ASABSERIAL1.Result = 0 Then 'Test transaction result.
Word = ASABSERIAL1.GetDataword(0)
End If

MsgBox Asabserial1.ResultString & " " & Asabserial1.Result
Wait (1)

Text4.Text = word
Response.Write "<br><b><font color='red'>" & word & "</font></b><br>"
Set ASABSERIAL1 = Nothing
Exit Sub
```

Fragmento del Programa de Control en el Servidor

Todo el sistema funciona bajo el control de un ordenador personal, con una interface de Visual Basic utilizando una herramienta de comunicación serial de la computadora al Programador Lógico Programable. De esta manera, los usuarios no tienen que estar pendientes de los diversos equipos autónomos, con su propia programación.

Una de las principales características que ofrece este Sistema Domótico es la capacidad para relacionar diferentes elementos y obtener una gran versatilidad y variedad en la toma de decisiones, es sencillo relacionar el funcionamiento del aire acondicionado con el de otros electrodomésticos, o con la apertura de ventanas, o con que la vivienda este habitada o vacía, etc., cabe mencionar que en el alcance de éste proyecto no utilizamos sensores, lo que lo haría mejor, pero su implementación es factible, la pantalla de la computadora personal representa la estación de monitoreo, el usuario esta completamente informado del estado de su vivienda. Y si desea modificar algo solo necesitará pulsar un reducido número de teclas.

Imagen de las cámaras instaladas en el hogar



Este diseño puede incrementar sus alcances según sean las necesidades, es decir esta preparado para crecer en forma modular, controlando otras variables, la simple observación de la pantalla nos dirá las temperaturas dentro y fuera de la vivienda, si esta conectado el aire acondicionado, cuando se ha regado el jardín por ultima vez, si la tierra esta húmeda, etc. Las mismas posibilidades de supervisión y control disponibles localmente, pueden obtenerse mediante Internet desde otra Computadora Personal, en cualquier lugar del mundo.

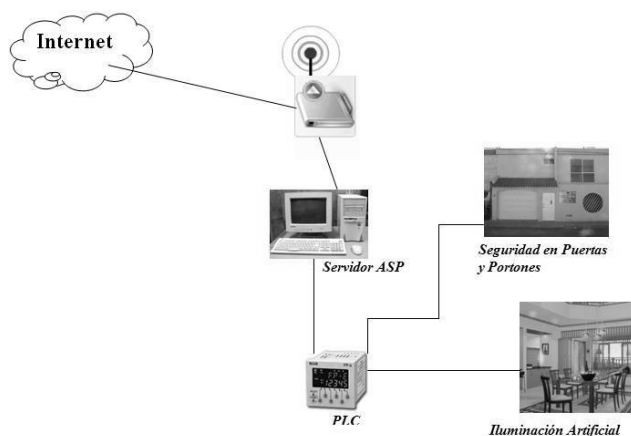
De gran utilidad será cuando las personas que viajan frecuentemente, o cuando se trate de residencias de fin de semana, casas de playa, etc. Las computadoras personales actuales son maquinas muy potentes, rápidas y confiables. Si añadimos la utilización de un sistemas de alimentación ininterrumpida, ventilación forzada de CPU, batería de gran capacidad que alimente periféricos, apagado automático de pantalla, etc., disponemos de una plataforma ideal para aplicaciones domóticas, capaz de funcionar muchos años sin problemas, de un costo accesible.

La puesta al día del sistema es muy sencilla. Al aparecer nuevas versiones y mejoras solo es preciso cargar el nuevo programa en su equipo. Toda la lógica de funcionamiento se centra en el software y no en los equipos instalados. De este modo, cualquier instalación existente puede beneficiarse de las nuevas versiones sin ningún tipo de modificaciones.

Requerimientos:

- Computadora Personal
- PLC RSLogic500
- Rack para módulos de puertos
- 1 modulo de 16 puertos
- Conexión a Internet
- Visual Basic 6.0
- Componente de Visual Basic a-b serial
- Software de PLC RSLogic500

Diagrama General



4. RESULTADOS:

Una vez implementado el prototipo observamos que los ahorros de energía son importantes en el orden del 30%, la inversión se recupera fácilmente con los ahorros del primer año.

El sistema permite controlar los horarios de encendido y apagado de cualquier equipo electrodoméstico, aire acondicionado, lámparas, o cualquier aparato eléctrico que este conectado a cualquiera de los circuitos eléctricos existentes.

Los ahorros dependen fundamentalmente del nivel de control que nosotros configuremos, así como de evitar el mal uso de la energía y recursos de nuestra vivienda.

5. CONCLUSIONES

Este proyecto esta orientado principalmente al ahorro de energía, ahorro de los recursos naturales que impactan directamente en la reducción de los costos de dichos recursos y energía a través del uso de la Tecnología de Información.

Las organizaciones grandes, medianas, pequeñas hasta los hogares pueden utilizar el prototipo para implementarlo, relativamente los costos de la inversión se recuperan en un mediano plazo con los ahorros en los consumos de energía, personal de vigilancia, personal de mantenimiento.

Nuestros resultados indican, que la convergencia de los sistemas de computadoras y comunicaciones que predijo Saito (1997), ha sido sobrepasada en su alcance, ya que no solo convergen esos dos tipos de sistemas sino que todas las tecnologías de información, los sistemas de automatización y control, prácticamente todo sistema que sea parte de la vida humana se convertirá en miembro de la red de Internet.

Los factores que determinan la dinámica del desarrollo tecnológico crecen vigorosamente. Los impactos individuales y sociales aumentan, de tal manera que en menos de dos décadas los estilos de vida han cambiado profundamente. Lo que sigue es identificar hasta donde el ser humano, sus organizaciones y sociedades podrán reaccionar a los cambios que están por venir y proponer acciones de adaptaciones pertinentes, orientadas principalmente a la conservación del medio ambiente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Colaboradores de Wikipedia. *Domótica* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2008 [fecha de consulta: 13 de mayo del 2008].

- Disponible en
<<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=DomC3%B3tica&oldid=17360892>>.
2. Cleveland P. (2000). Programmable Controllers Stay Current, Special Report, I& CS, May, pp 23-42.
 3. Levy S. (2001). The Next New Thing. Newsweek, December 17, pp 61-64.
 4. Masoneilan (3): Valvue, valve communication software Data Sheet. www.masoneilan.com
 5. Rosemount (4): Smart Transmitter 3344P, Profibus
<http://www.rosemount.com/document/pds/4021b00n.pdf>
 6. Saito F. (1998). Managing Technology development at NEC Corporation. International Journal of Technology Management, Vol. 14, No 2/3/4, pp196-207.

EVALUACION DE TECNICAS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL EN LA PREDICCION DE PROPIEDADES MECANICAS DE UN ACERO ESTRUCTURAL Gr50

M. García Y.*, M. G. Rosales S.*, J. Y. Guevara Z**, I. A. Facundo A.* O. Arzola G.***

*: Facultad de Metalurgia, (U.A. de C.), Universidad Autónoma de Coahuila. Monclova, Coah., México

** Estudiante del programa de Licenciatura I.Q.MyM. Fac. de Metalurgia U.A. de C.

*** Facultad de Ingenieria Mecanica y Electrica(FIME) U.A. de C.

* E-mail: manuel_garcias@mail.uadec.mx

Resumen

Actualmente la industria metalmecánica requiere obtener resultados rápidos y confiables de los ensayos experimentales de los aceros. Por lo tanto, el modelado de su comportamiento es un tema de relevancia que ha sido parte de diversas investigaciones en años recientes. Específicamente, en la predicción de propiedades mecánicas sin necesidad de llevar a cabo costosos ensayos experimentales.^[1] En este contexto, el presente trabajo es un paso más hacia la formulación de una relación válida entre la composición química del material de aporte y sus propiedades mecánicas. Para el logro de este objetivo se desarrollo un modelo basado en técnicas de inteligencia computacional, que aporte los resultados de predicción de los ensayos mecánicos del acero A572 Gr 50. En este trabajo se recolectaron 180 registros de un total de 300, de los registros seleccionados se tomaron los valores de los contenidos químicos del material de aporte en condiciones operacionales, partiendo de los registros de control del proceso y de los reportes de calidad del material. Se utilizaron los resultados experimentales como variables de entrada al modelo de red neuronal tipo [16,6,1], 16 nodos en la capa de entrada, 6 en la capa oculta y 1 en la capa de salida, los resultados obtenidos del entrenamiento se compararon con los datos experimentales, para el entrenamiento de los datos se utilizo *Neuro solution para Excel*, se analizaron los resultados de distintos algoritmos encontrando que el algoritmo Levenberg Marquard fue el que más se aproximó a los resultados experimentales reportados en las hojas de registro de la colada. Queda de manifiesto una vez más que las redes neuronales artificiales permiten una adecuada predicción de los resultados de ensayos físicos, una vez conocida su composición química.

Palabras Claves: Redes Neuronales Artificiales, Inteligencia Computacional, Contenido químico. Ensayos mecánicos

1. 1. Introducción

El gran número de variables involucradas en el resultado del proceso productivo del Acero, por lo general han dado lugar a discrepancias insuperables, para el desarrollo de modelos confiables para predecir las propiedades mecánicas de un acero fabricado, tomando solamente las variables básicas del proceso, tales como la composición química. Así como las características finales del acero, de hecho, las propiedades mecánicas dependen tanto de la estructura de la matriz y la forma, tamaño y distribución de los esferoides de grafito. La matriz y esferoides, a su vez, dependen de la composición química de fusión, en la desulfuración, globular y la escoriación métodos aplicados en la olla de tratamiento, en el método de inoculación normalmente se toma en consideración el tiempo transcurrido entre estos eventos y el vaciado en el molde^[1]. Por otra parte, la mecánica de la formación esferoide en sí no ha sido aún entendido completamente y muchos modelos se encuentran aún en desarrollo^[2,3]. A ello se suma el hecho de que cada producción de acero, la planta ha desarrollado su propio proceso, diferentes de los de otros en muchos factores, tales como la composición de la carga, las características de la arena de moldeo y su compactación, el método de fundición, etc, Por esta razón, aunque existe los análisis de elementos finitos (FEM) o análisis de diferencias finitas (FDM) que

pueden proporcionar información sobre velocidades de enfriamiento y el tiempo transcurrido antes de la solidificación,

así como las características químicas y físicas de todo el proceso elementos que se están perfectamente conocidos, aun con todo este conocimiento no serán capaz de predecir con éxito las propiedades mecánicas de la fundición^[4].

proceso elementos que están perfectamente conocidos, no será capaz de correlacionan con éxito este conocimiento con la mecánica propiedades de la fundición^[4]. Un enfoque alternativo para la predicción de propiedades mecánicas en productos de acero se basa en la utilización de una red neuronal artificial (ANN). Las RNA consisten en muchos elementos de computación, que funcionan en paralelo, interconectados por enlaces con pesos variables que son adaptados durante el proceso de aprendizaje. Aunque el desarrollo parte de modelos matemáticos que se iniciaron en la década de 1960, Sólo en los últimos años han tenido una gran aplicación en muchas de las áreas del conocimiento científico, debido principalmente al avance tecnológico en el área de los ordenadores y en el desarrollo de algoritmos para las RNA, esto ha permitido el desarrollo de modelos computacionales para la solución de ciertos problemas en la industria metal mecánica^[5,7]. Para el desarrollo de las RNA, una parte fundamental consiste en determinar los datos de entrada (input) y salida (target) que son necesarias para la etapa del modelo de red a elegir.

Estos pueden obtenerse a través de un proceso de modelo o través de la experimentación real.

el hacer modelos de predicción de ensayos mecánicos requiere detallar todas las condiciones de trabajo, el predecir estos ensayos requiere validar el modelo lo cual se efectúa apoyándose en experimentos en laboratorio, porque es muy difícil en el campo

el primero describe la resistencia de un material a un esfuerzo aplicado lentamente. entre las propiedades importantes están el esfuerzo de cedencia, la resistencia a la tensión, el módulo de elasticidad, y el porcentaje de elongación, así como el porcentaje de reducción de área. el ensayo de dureza mide la resistencia de un material a la penetración y da una medida de su resistencia al desgaste y a la abrasión. comúnmente se utilizan varios ensayos de dureza, incluyendo los ensayos rockwell y brinell. a menudo la dureza se relaciona con otras propiedades mecánicas, particularmente con la resistencia a la tensión. todos estos ensayos arrojan resultados los cuales se encuentran en hojas de registro por lo que al ir aumentando la cantidad de datos almacenados, la capacidad para asimilarlos disminuye, lo que hace necesario el uso de herramientas computacionales que permitan extraer conocimiento útil a partir de grandes conjuntos de datos. la inteligencia computacional es una colección de paradigmas con inspiración biológica y lingüística, en los cuales se incluyen redes neuronales, sistemas conexionistas, algoritmos evolutivos, sistemas difusos así como inteligencia computacional[3,4] en algunos trabajos estas técnicas se emplean por separado y en otros casos combinados, estas han sido aplicados en la predicción de ensayos mecánicos, llegando a ser herramientas practicas en la predicción y clasificación.[5] la elección adecuada del modelo, más un algoritmo de entrenamiento, es el procedimiento utilizado para construir modelos de redes neuronales

capaces de realizar una buena predicción en problemas ingenieriles^[3,4]

la elección adecuada del modelo, más un algoritmo de entrenamiento, es el procedimiento utilizado para construir modelos de redes neuronales capaces de realizar una buena predicción en problemas ingenieriles^[3,4]

con el fin de superar las limitaciones de los modelos estadísticos tradicionales y mejorar la capacidad de predicción, se utilizo el software nerolutions o neuroexcel en su versión beta.

las redes neuronales artificiales tratan de representar el conocimiento de un modo conexionista y adaptativo, aplicando la estructura neuronal del cerebro humano. lo fundamental de este paradigma es el aprendizaje mediante patrones o ejemplos, estas han sido ampliamente utilizadas en muchos áreas de investigación llegando a ser una herramienta altamente flexible para el modelado en fenómenos de la ciencia e ingeniería, son particularmente adecuadas para el tratamiento de aquellos fenómenos que tienen múltiples entradas y tienen un comportamiento no

lineal, y en ocasiones tienen una compleja relación entre las variables de entrada y salida del modelo experimental

2.- experimentación

2.1 Obtención de datos y estructura del modelo

Para poder aplicar Redes Neuronales Artificiales a un problema específico, es necesario recolectar datos. Se eligieron 180 de una muestra de alrededor de 300, estos son de pruebas de laboratorio de los contenidos químicos y sus correspondientes resultados de ensayos mecánicos. Estos datos corresponden a los rangos mostrados en la tabla 1. Algunos de los 300 datos registros de pruebas debieron ser descartados, dejando únicamente 180 datos confiables y utilizables, por las siguientes razones:

- Componentes Especiales. En algunos resultados agregan ciertos componentes químicos poco usuales y obligan a agregar una o más variables al problema, lo que hace al sistema innecesariamente más grande (y por lo tanto más difícil de entrenar).
- Datos poco claros o incompletos. Algunos resultados son poco claros acerca de los componentes químicos que agregan, haciendo que el registro sea poco confiable.

Los componentes químicos elegidos como relevantes son mostrados en la tabla 1:

Para el entrenamiento del modelo, se dividió el conjunto de 180 datos disponibles en 3 subconjuntos generados de manera aleatoria la división de los mismos quedando divididos de la siguiente manera: 60 % para el Entrenamiento (108 datos), 20 % para el Control o testeo (36 datos), y 20 % para la Validación (36 datos). Los datos fueron analizados utilizando la herramienta Neurosolutions o NeuroExcel en version Beta

El numero de muestras utilizadas mostraban las combinaciones posibles dentro de los parametros establecidos para el acero A570 grado 50, como se muestra en la tabla 1

2.2 Composición química del acero

La composición química es una parte importante en los aceros, conocer esta información permite establecer si el acero esta dentro de los rangos establecido para cierto grado de acero y así poder utilizado,. El material de aporte utilizado en este trabajo se encuentra dentro de los siguientes rangos.

Tabla 1 Rangos permitidos de la composición química del acero A570 Gr 50

C	MN	P	S	SI	CB
0.2000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.2600	1.350	0.030	0.015	0.250	0.050
ALSO	CA	N ₂	Ti	B	V
0.0200	0.002	0.000	0.009	0.000	0.000
0.0600	0.004	0.008	0.015	0.000	0.008
Ni	Mo	CR	ALT		
0.0000	0.000	0.000	0.020		
0.0500	0.010	0.060	0.040		

2.3 Ensayo de tensión y diagrama de esfuerzo deformación.

El ensayo de tensión se utiliza para evaluar varias propiedades mecánicas de los materiales que son importantes en el diseño, dentro de las cuales se destaca la resistencia, en particular, de metales y aleaciones, realizándose bajo las especificaciones de la norma ASTM E-8. En este ensayo la muestra se deforma usualmente hasta la fractura incrementando gradualmente una tensión que se aplica uniaxialmente a lo largo del eje longitudinal de la muestra. La muestra utilizada es rectangular. (Figura 1). Durante la tensión, la deformación se concentra en la región central más estrecha, la cual tiene una sección transversal uniforme a lo largo de su longitud.

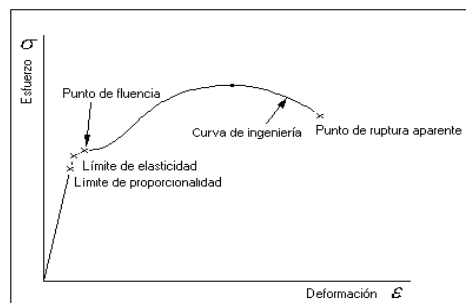
La muestra se sostiene por sus extremos en la máquina por medio de mordazas que a su vez someten la muestra a tensión a una velocidad constante. La máquina al mismo tiempo mide la carga aplicada instantáneamente y la elongación resultante (usando un extensómetro). Un ensayo de tensión normalmente dura pocos minutos y es un ensayo destructivo, ya que la muestra se deforma permanentemente y usualmente se fractura.



Figura 1. Muestra típica de sección rectangular para el ensayo de tensión-deformación

En una hoja de registro, se designan los resultados de la fuerza (carga) aplicada a la muestra que se está ensayando así como la deformación que se puede obtener a partir de la señal de un extensómetro como se describe en la norma ASTM E-8. Los datos de la fuerza pueden convertirse en datos de tensión y así construirse una gráfica de esfuerzo – deformación, como la que se observa en la figura 2. De este ensayo se obtienen los datos de límite elástico, resistencia a

la tensión y porcentaje de elongación. Estos resultados experimentales son utilizados para hacer la comparación entre los obtenidos por el modelo y los datos experimentales para determinar el error medio cuadrático (MLS)



1.1.1 Figura 2. Diagrama tensión-deformación nominal

2.4 Entrenamiento de la (RNA) con Neuro Solution para Excel

El modelo de red propuesto así como el algoritmo de aprendizaje se estructura en el modulo como se muestra en la figura 3, A partir de 180 muestras del material de aporte con 16 elementos químicos de aleación que se utilizaron como variables de entrada en el modelo

Al ejecutar la opción de New Custom Network la ventana de NeuroSolutions muestra una estructura de Red Neuronal con los elementos típicos del modelo Como se muestra en la figura 4

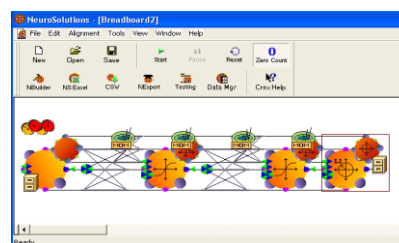


Figura 3 Interconexiones de los pesos y vias del modelo de red

2.5 Estructura del modelo de Red Neuronal

En este trabajo el modelo de red neuronal con el que se obtuvieron mejores resultados consta de dieciséis entradas, seis neuronas en la capa oculta y una neurona en la capa de salida, es decir una red del tipo [16,6,1]. La figura 5 muestra la estructura del modelo de red neuronal con un total de 96 conexiones

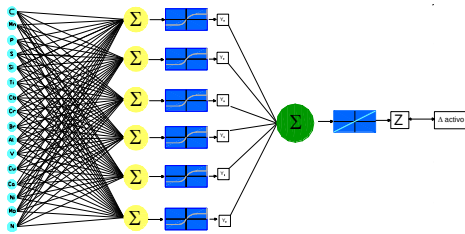


Figura 4. Red neuronal tipo [16,6,1], capa de entrada, oculta y de salida y las funciones de transferencia

3.- Análisis y discusión de resultados

3.1 Resultados obtenidos para porcentaje de elongación y resistencia a la tensión

Para estos dos factores se tomó una matriz de datos de 16 variables como entradas a la red neuronal y como objetivos los resultados de las pruebas físicas realizadas. Se inició con el porcentaje de elongación y se continúa con las propiedades mecánicas restantes, asignando a la red neuronal 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 y 15 nodos en la capa oculta, siendo 6 nodos el que mejor resultados arrojó en los 4 diferentes pruebas. A continuación se muestran los resultados obtenidos para el porcentaje de elongación y resistencia a la tensión. En las figuras 5 y 6 se muestra el gráfico de la prueba de entrenamiento donde se presentan los datos evaluados, en las tablas IV y V se detalla la cantidad de coincidencias en los datos experimentales y los arrojados por el modelo. En los gráficos la línea continua muestran los valores reales y la discontinua el valor arrojado por el modelo, la discontinua se observa muy poco, lo que demuestra que la mayoría de los datos arrojados por el modelo coinciden con los valores reales comparados con las del modelo de red

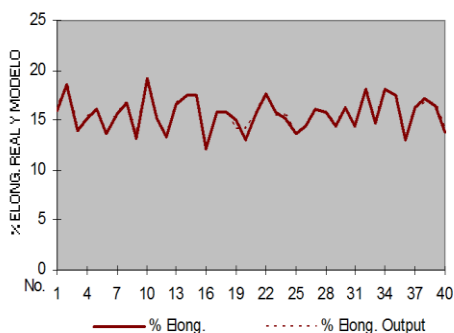


Figura 5. Comparación de % de elongación real vs el % de elongación del modelo

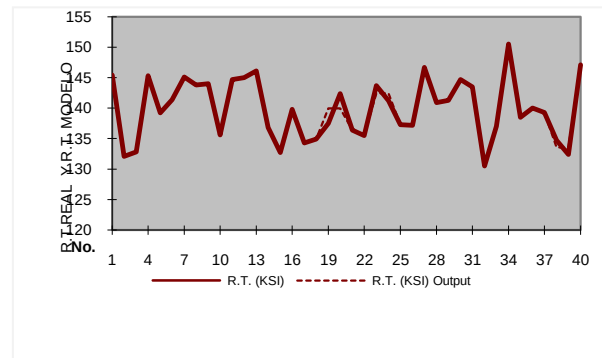


Figura 6. Comparación de la resistencia real con la del modelo obtenido

Tabla II. Resultados sobre la red neuronal del porcentaje de elongación

DESCRIPCIÓN	% ELONG.
MSE	0.06525625
NMSE	0.023374115
MAE	0.08675
MIN ABS ERROR	2.57572E-12
MAX ABS ERROR	1.02
R	0.988243839

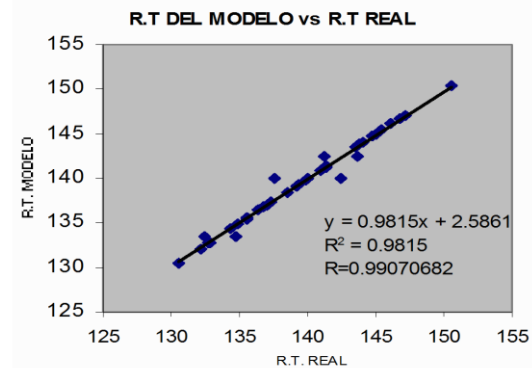
Tabla III. Rendimiento de la red para la resistencia a la tensión

DESCRIPCIÓN	R.T.
MSE	0.444375
NMSE	0.018480824
MAE	0.2425
MIN ABS ERROR	3.46745E-12
MAX ABS ERROR	2.45
R	0.990716496

En las tablas II y III se muestra los resultados del error cuadrático medio (MSE), error cuadrático medio normalizado (MSE/varianza de la salida deseada, NMSE), el error medio absoluto (MAE), el error mínimo absoluto, el error máximo absoluto y el coeficiente de correlación lineal donde se puede observar que se tiene una correlación bastante buena relativamente.

Tabla IV. Resultados Reales y los obtenidos por el modelo para % Elongación (%EL)

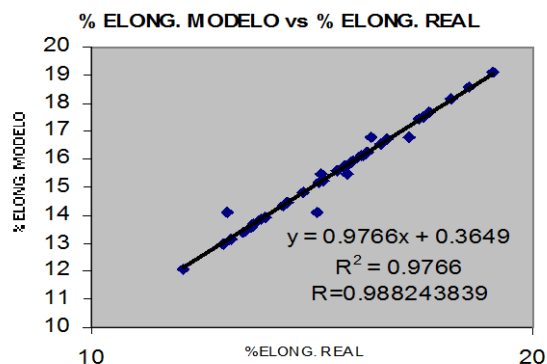
No.	%EL. REAL	%EL. MOD	No.	%EL. REAL	%EL. MOD
1	15.95	15.95	21	15.75	15.75
2	18.55	18.55	22	17.65	17.65
3	13.92	13.92	23	15.78	15.49
4	15.16	15.16	24	15.2	15.49
5	16.16	16.16	25	13.6	13.6
6	13.68	13.68	26	14.36	14.36
7	15.58	15.58	27	16.12	16.12
8	16.7	16.7	28	15.75	15.75
9	13.15	13.15	29	14.35	14.35
10	19.1	19.1	30	16.25	16.25

**Figura 8.** Gráfica de la relación que guardan los valores de resistencia a la tensión contra los valores conseguidos por el modelo**Tabla V.** Resultados Reales y los obtenidos por el modelo para el factor Resistencia a la tensión (RT)

No.	R.T. REAL	R.T. MOD.	No.	R.T. REAL	R.T. MOD.
1	145.4	145.4	21	136.4	136.4
2	132.1	132.1	22	135.5	135.5
3	132.8	132.8	23	143.7	142.45
4	145.3	145.3	24	141.2	142.45
5	139.2	139.2	25	137.3	137.3
6	141.4	141.4	26	137.2	137.2
7	145.1	145.1	27	146.7	146.7
8	143.8	143.8	28	140.9	140.9
9	144	144	29	141.3	141.3
10	135.6	135.6	30	144.7	144.7

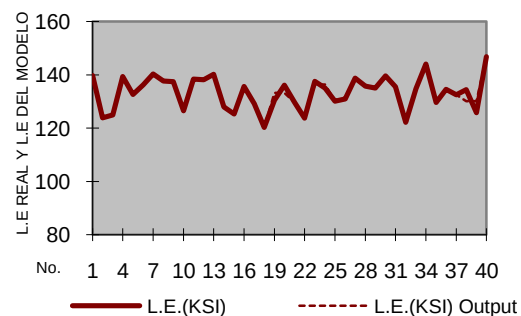
Las figuras 7 y 8 muestran los gráficos de la correlación existente entre los valores reales y los arrojados por el modelo, para el porcentaje de elongación $R = 0.0988243839$ como se puede observar también en la tabla II, y, para la resistencia a la tensión el valor de coeficiente de correlación $R = 0.99070692$. lo que también se puede verificar en la tabla

III

**Figura 7.** Gráfica de la Relación que guarda los valores del % de elongación real contra los valores conseguidos por el modelo

3.2 Resultados del factor Limite elástico y Dureza

Las figuras 9 y 10 muestran el comportamiento grafico del entrenamiento de la red con datos experimentales y los que se obtienen mediante el modelo de red neuronal, esta grafica se obtiene con el software Nerosolutions, se observa que una gran cantidad de datos experimentales coinciden con los obtenidos por modelo, la línea continua pertenece a los datos experimentales y la discontinua es la de los valores del modelo, se puede observar que al igual que en los resultados anteriores, estos también coinciden con los porcentajes de errores así como las aproximaciones en la obtención de los datos experimentales así como los obtenidos por el modelo de red neuronal por lo que se puede afirmar que las RNA son una herramienta excelente para aproximar resultados a los experimentales o reales

**Fig. 9.** Lim. Elástico real vs Lim. Elástico obtenido por el modelo

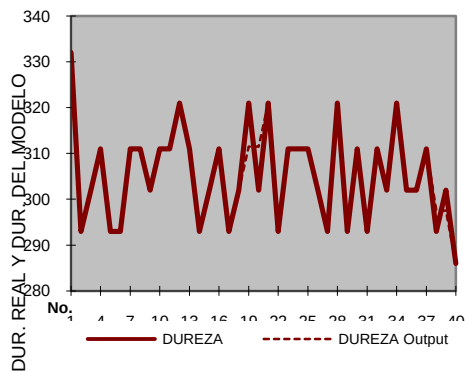


Figura 10. Comparación de la dureza real y la del modelo

4.- Conclusiones

De acuerdo a los resultados presentados, se hacen las siguientes conclusiones:

En este trabajo se ha mostrado la eficiencia de las redes neuronales, en la predicción de las propiedades mecánicas del acero, a partir de sus componentes químicos.

De acuerdo a los resultados obtenidos por este método permite comprobar que los modelos de redes neuronales son una excelente herramienta para la predicción de resultados, permitiendo con ello obtener un modelo en las condiciones y rangos trabajados en esta tesis.

En cuanto a los resultados obtenidos para el coeficiente de correlación lineal tenemos que para el % de elongación r es igual a 0.988243839, en la resistencia a la tensión se obtuvo un valor de 0.990716496, en el límite elástico 0.980905105 y 0.974335938 para el coeficiente de correlación de la dureza por lo que podemos concluir que la predicción por medio de redes neuronales es bastante aceptable relativamente.

En los resultados reales y de salida de todas las propiedades mecánicas la diferencia entre ellos es prácticamente mínima.

Con la aplicación de las redes neuronales aunque no se puede suprimir por completo las pruebas de laboratorio, si sería una buena alternativa cuando se desea predecir de manera rápida alguno de los ensayos mecánicos, teniendo con esto un considerable ahorro en tiempo y el trabajo que implica, lo cual tendría como consecuencia un ahorro económico considerable.

6.- Referencias Bibliográficas

- [1] Metals Handbook, American Society for Metals, Ohio, 1985.
- [2] N.M. Sytnik, Mechanism of crystallization of spheroidal graphite in cast iron, Met. Sci. Heat Treatment 33 (3/4) (1991) 317±322.
- [3] A. Almansour, M. Kazuhiro, T. Hatayama, O. Yanagisawa, Simulating solidification of spheroidal graphite cast iron of Fe±C±Si systems, Mater. Trans. JIM 36 (12) (1995) 1487±1495.
- [4] A. Anglani, A. Grieco, B. Previtali, Application of simulation to casting processes, in: Proceedings of the Acts of the Third AITEM Conference, Fisciano, Italy, September 17±19, 1997, pp. 135±144.
- [5] Propiedades mecánicas <http://www.unalmed.edu.co/~cpgarcia/mecanicas>.
- [6] Propiedades mecánicas <http://www.utp.edu.co/~publio17/propiedades.htm>
- [7] Propiedades generales www.lafacu.com
- [8] Propiedades de los materiales Programa de tecnología mecánica. Universidad tecnológica de Pereira
- [9] Fundamentos de manufactura moderna
- [10].- Mechanical working of metals theory and practice Ing. Raul Espinosa Isles
- [11].- Mechanical metallurgy. George E. Dieter
- [12].- Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products Designation: A 370 – 06
- [13].- Desarrollo de técnicas de minería de datos en procesos industriales – modelización de líneas de producción de acero Ana González Marcos, 2006
- [14].- Preparación de largeros para uso automotriz mediante soldadura y post tratamiento. Tesis de posgrado de Sergio Garcia Villarreal
- [15].- Redes neuronales aplicadas a señales sonoras obtenidas de un sonar Ing. Amelia a Catalfamo, 2006 [Www.itba.edu.ar/capis/epg-tesis-y-tf/catalfamo-trabajo-final-de-especialidad.pdf](http://www.itba.edu.ar/capis/epg-tesis-y-tf/catalfamo-trabajo-final-de-especialidad.pdf)

“DESARROLLO DE UN MINICLUSTER DE LINUX COMO UNA SOLUCION TECNOLOGICA PARA LAS MIPYMES”

Autores:

Alicia Guadalupe Valdez Menchaca
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

Y

Gloria Elisa Campos Posada
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Monclova, Coahuila, 25750, México

Coautores:

Orlando Arzola Garza, Sergio Raúl Castañeda Alvarado, c

Estudiante:

René Alonso Saldívar Vaquera

Palabras Clave: Innovación con Cluster de Computadoras para Mipymes.

Resumen:

El cómputo con clúster surge como resultado de la convergencia de varias tendencias actuales que incluyen la disponibilidad de microprocesadores económicos de alto rendimiento y redes de alta velocidad, el desarrollo de herramientas de software para cómputo distribuido de alto rendimiento, así como la creciente necesidad de potencia computacional para aplicaciones que la requieran.

Clúster es un grupo de múltiples computadoras unidas mediante una red de alta velocidad, de tal forma que el conjunto es visto como una única computadora, más potente que las comunes de escritorio.

Configurar un Clúster de Computadoras que proporcione soporte a las demandas de las pequeñas empresas con herramientas de última generación utilizando software libre, en este caso Knoppix el cual es una distribución Linux.

Introducción

Una de las principales causas para la formación del cluster es la reutilización de equipo considerado “obsoleto” cuyas características no les permiten trabajar con software de última generación (Java, SQL Server 2008, Visual Studio 2005.NET, etc.), este equipo se reutiliza de una manera funcional con un mínimo equipamiento en

memoria RAM para formar los nodos del clúster.

Ala vez que se les proporciona a las pequeñas empresas el manejo de herramientas de software libre tanto para desarrollo como suites de oficina.

Los clúster permiten aumentar la escalabilidad, disponibilidad y fiabilidad de múltiples niveles de red.

Un cluster puede presentarse como una solución de especial interés sobre todos a nivel de empresas, las cuales pueden aprovecharse de estas especiales características de computación para mantener sus equipos actualizados por un precio bastante más económico que el que les supondría actualizar todos sus equipos informáticos y con unas capacidades de computación que en muchos casos pueden llegar a superar el hardware de última generación.

Objetivos

Presentar el trabajo de un grupo de maestros que desarrollaron un clúster con mínimo equipamiento y gran utilidad en las empresas basado en software libre.

Mostrar qué es la tecnología de clúster y como puede ayudar a proporcionar un soporte informático.

Desarrollo

Los clúster permiten aumentar la escalabilidad, disponibilidad y fiabilidad de múltiples niveles de red.

Características

A continuación se definen las características más importantes:

- *Escalabilidad*: capacidad de un equipo de hacer frente a volúmenes de trabajo cada vez mayores, sin dejar por ello de prestar un nivel de rendimiento aceptable.

- *Disponibilidad*: es la capacidad de estar presente, de estar listo en un determinado momento en el que se quiere hacer uso.

- *Fiabilidad*: es la probabilidad de funcionamiento correcto.

Un clúster puede presentarse como una solución de especial interés sobre todos a nivel de empresas, las cuales pueden aprovecharse de estas especiales características de computación para mantener sus equipos actualizados por un precio bastante más económico que el que les supondría actualizar todos sus equipos informáticos y con unas capacidades de computación que en muchos casos pueden llegar a superar el hardware de última generación.

Tipos

Básicamente se distinguen tres tipos de clúster atendiendo al uso que se le da:

- **High Availability**: Alta disponibilidad Consiste en la conexión de una o varias computadoras conectadas en red utilizándose una conexión *heartbeat* para monitorear cual de sus servicios está en uso, así como la sustitución de una máquina por otra cuando uno de sus servicios haya caído.

- **Load-balancing**: Equilibrio de carga Utilizado en los servidores web, el cluster verifica cual de las máquinas de éste posee mayores recursos libres y así, asignarle el trabajo pertinente. Actualmente, los *cluster load-balancing* son también *fail-over* con el extra de balanceo de carga y número de nodos.

- **High Performance computing**: Alto rendimiento Clúster destinado al alto rendimiento, capacidad muy alta de proceso para cómputo de grandes volúmenes de datos.

De un clúster se espera que presente combinaciones de los siguientes servicios:

1. Alto rendimiento
(*High Performance*)
2. Alta disponibilidad
(*High Availability*)
3. Equilibrio de carga
(*Load Balancing*)

4. Escalabilidad (Scalability)

La construcción de las computadoras del clúster es más fácil y económica debido a su flexibilidad: pueden tener todas la misma configuración de hardware y sistema operativo (cluster homogéneo), diferente rendimiento pero con arquitecturas y sistemas operativos similares (cluster semi-homogéneo), o tener diferente hardware y sistema operativo (cluster heterogéneo).

Para que un clúster funcione como tal, no basta solo con conectar entre sí las computadoras, sino que es necesario proveer un sistema de manejo del cluster, el cual se encarga de interactuar con el usuario y los procesos que corren en él para optimizar el funcionamiento.

Componentes de un Clúster

En general, un clúster necesita de varios componentes de software y hardware para poder funcionar:

- Nodos: Las computadoras o servidores
- Sistemas Operativos
- Conexiones de Red
- Middleware

Es el que recibe los trabajos entrantes al clúster y los redistribuye de manera que el proceso se ejecute más rápido y el sistema no presente sobrecargas en un servidor. Esto se realiza mediante políticas definidas en el sistema (automáticamente o por un administrador) que le indican dónde y cómo debe distribuir los procesos, por un sistema de monitorización, el cual controla la carga de cada CPU y la cantidad de procesos en él.

- Protocolos de Comunicación y servicios.
- Aplicaciones



Figura1: Clúster Linux
“Colmena” instalado en la
UABC

Cómputo paralelo es la división de una gran tarea o trabajo computacional de cierta cantidad de partes para ejecutarse de manera simultánea en todos los nodos. La gran mayoría de las tareas son fraccionables.

La división de las tareas puede hacerse de 2 formas:

- De manera manual. Esto es indicando explícitamente en el programa como debe dividirse, se requiere para ello tener instaladas las librerías para el paso de mensajes entre los procesadores (MPI – interfase para el Paso de Mensajes o PVM – Máquina virtual Paralela).
- De manera automática. Esto es configurando el Cluster con OpenMosix para crear una sola imagen del sistema operativo común a todos los nodos. De esta forma los nodos se comunican entre si sin la necesidad de la intervención del usuario manteniendo un óptimo balanceo en la división y distribución de la carga. En otras palabras el paralelismo transparente al usuario quien trabaja en la máquina como si esta fuese de un solo procesador pero de mucha mayor capacidad.

Aplicaciones.

El cómputo paralelo se vuelve indispensable cuando se trabaja con algoritmos complejos o con manejo intensivo de datos, donde una computadora con un solo procesador tardaría horas o días y que requerimos de los resultados a la mayor brevedad posible.

Gracias al poder de cómputo que se logra con un cluster, la simulación ha pasado a ser una herramienta mas para la investigación. Y mediante esta se resuelven problemas de gran escala, por ejemplo:

Aerodinámica: simulaciones de vuelo.

Astrofísica: modelado de la evolución de las galaxias, dinámica estelar (el Instituto de astronomía de la UNAM en Ensenada cuenta con un cluster para esto).

Biología: modelado de nuevos componentes genéticos, simulación de redes neuronales (gracias al uso de supercomputadoras fue posible descifrar el genoma humano).

Ciencias de la computación – simulación de circuitos integrados y de nuevos microprocesadores, minería de datos, inteligencia artificial.

Química: predicción de reacciones químicas.

Ingeniería: análisis de estructuras, cálculos, cómputo numérico.

Geofísica: exploración sísmica, filtrado de imágenes satelitales.

Física Nuclear: simulación de reacciones nucleares.

El objetivo de la utilización de un clúster que pueda proporcionar apoyo de procesamiento de información en las Micro, pequeñas y medianas empresas de la Región centro de Coahuila, México, donde algunas demandan equipos para diseño de piezas mecánicas sofisticadas tales como engranes de diferentes medidas para la industria nacional e internacional entre otras piezas.

Tecnologías de Implementación

MOSIX

Es un paquete de software que mejora el kernel de Linux con capacidades de computación de clúster. El kernel mejorado permite cualquier cluster de estaciones de trabajo y servidores X86/Pentium/AMD trabajar coordinadamente como parte de un sólo sistema.

MOSIX es una extensión del kernel de Linux que permite ejecutar aplicaciones “normales” (no paralelizadas) en un Clúster. Una de las posibilidades de MOSIX es la “migración de procesos”, que permite migrar procesos de nodo en nodo. Si por ejemplo, cierto proceso está dominando la carga de un nodo, este será movido a otro que tiene más recursos. Una de las características de MOSIX es que, a diferencia de otros clusters, no es necesario modificar las aplicaciones ni tampoco utilizar librerías especiales. De hecho, tampoco es necesario asignar “a mano” los procesos a los diferentes nodos que componen el cluster.

La idea es que después de la creación de un nuevo proceso (fork), MOSIX intenta asignarlo al mejor nodo disponible en ese entonces. MOSIX monitorea constantemente los procesos, y si fuera necesario, migrará un proceso entre los nodos para maximizar el rendimiento promedio.

MOSIX realiza todo esto automáticamente, bajo el concepto de “**fork and forget**” al igual que en un sistema SMP. Esto significa que sólo algunas aplicaciones se beneficiarán de un cluster MOSIX, básicamente:

- Procesos que requieren de mucho CPU, aplicaciones científicas, de ingeniería, etc.
- Procesos paralelos, especialmente los que tienen tiempos de ejecución impredecibles.
- Clústers con nodos de diferentes velocidades y/o distintas cantidades de memoria.
- Entornos multiusuario y de tiempo compartido.
- Servidores WEB escalables.

MOSIX funciona silenciosamente. Sus operaciones son transparentes para las aplicaciones. Los usuarios no necesitan saber dónde se están ejecutando los procesos, tampoco necesitan preocuparse de lo que están haciendo otros usuarios.

Como MOSIX está implementado en el kernel de Linux, sus operaciones son totalmente transparentes para las aplicaciones. Esto permite definir distintos tipos de clúster, incluso un clúster con diferentes CPU's o velocidades LAN.

Otra característica de MOSIX, es que sus algoritmos son descentralizados – esto significa que cada nodo puede ser el maestro de los procesos creados localmente, y un servidor de los procesos remotos que migraron desde otros nodos. Esto permite agregar o remover nodos desde el cluster en cualquier momento.

Los nodos destinados a MOSIX deben tener instalados Linux. La instalación automática de MOSIX es compatible con RedHat 5.1, 6.0, 6.2, 7.0, 7.1 y SuSE 6.0, 6.1, 6.2, 6.3, 7.0. En caso de preferir otra distribución, simplemente se debería seguir un procedimiento de instalación manual que se encuentra documentado en los fuentes de MOSIX, siempre y cuando se cumplan los requisitos: **make** versión 3.77 o superior, **gcc** versión 2.95.3, 2.95.4 o 2.96.74+, y **binutils** 2.9.1.0.25 o superior.

Knoppix

Knoppix es una distribución de GNU/Linux. Está desarrollada por el consultor de GNU/Linux Klaus Knopper.

Distribuciones derivadas de Knoppix

- ClusterKnoppix es una distribución basada en Knoppix y que utiliza Linux Terminal Server Project y OpenMosix. Es una vía conveniente para probar configuraciones en cluster de computadores cluster.

Posibilidades

Se puede usar de distintas formas como:

- Para enseñar y demostrar de manera sencilla el sistema GNU/Linux, especialmente como sistema operativo.
- Probar rápidamente la compatibilidad de hardware bajo Linux antes de comprarlo o utilizarlo, especialmente para tarjeta de vídeo.
- Utilizar las herramientas incluidas para restaurar un sistema corrupto o sus datos perdidos.

Instalación:

1. Configuración básica del ClusterKnoppix.
2. Configuración de la Red.
3. Consola Root (root shell).
4. Asignación de una IP al nodo.
5. Verificación de la Conectividad.
6. Inicio de los servicios de OpenMosix
7. Verificación de los servicios de OpenMosix.

Resultados

Se instaló un clúster inicialmente con 5 nodos en un laboratorio de cómputo como prueba inicial antes de instalarlo en pequeñas empresas.

Conclusiones

El trabajo expuesto en este artículo nos ha mostrado que el software GNU es una valiosa herramienta en la aplicación de la computación.

Actualmente se ha instalado exitosamente en su primera fase el cluster.

Bibliografía

Gallego Catalina, UNix, Linux Iniciación y Referencia, 2ª. Edición ISBN: 8448140095, Editorial McGraw-Hill

García Tomás Jesús, Santiago Fernando, Redes para proceso distribuido, ISBN: 970-15-0339-2, 2000, Editorial Alfa-Omega.

Cárdenas Haro José Antonio, Artículo: “Clúster Linux “Colmena””, Revista “Gaceta” editada por la Universidad Autónoma de Baja California. Edición 27 de Marzo 2004.

Sitio Web, Noviembre 2007, <http://www.sourcepole.com/sources/software/gis-knoppix/index.xml>

r, New Jersey.

Buyya, R. (1999). High Performance Cluster Computing: Programming and Applications, Volume II, *Prentice Hall*, Upper Saddle River, New Jersey.

Instrumento Virtual para la medida de la Frecuencia Instantánea de Red bajo Condiciones no Estacionarias

Antonio López ⁽¹⁾, Juan Carlos Montaña ⁽²⁾, Jaime Gutiérrez ⁽³⁾
Manuel Castilla ⁽⁴⁾, Dolores Borrás ⁽⁴⁾, Juan Carlos Bravo ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Dpto. Tecnología Electrónica. Escuela Universitaria Politécnica
Virgen de África, 7, 41011-Sevilla, España. alojeda@us.es

⁽²⁾ Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), IRNAS.
Reina Mercedes S/N. 41080-Sevilla, España. montano@irnase.csic.es

⁽³⁾ Dpto. Física Aplicada III. Escuela Superior de Ingenieros
Avda. de los Descubrimientos s/n, 41092-Sevilla, España. jaiben@us.es

⁽⁴⁾ Dpto. Ingeniería Eléctrica. Escuela Universitaria Politécnica
Virgen de África, 7, 41011-Sevilla, España

RESUMEN

Se presenta un instrumento virtual para la medida de la frecuencia instantánea de la red eléctrica. A partir de la estimación de la frecuencia con tres muestras equidistantes de tensión, se desarrolla un algoritmo que minimiza la varianza de la estimación. Este procedimiento se aplica tanto al caso de una red monofásica, como al de una red trifásica. El hardware empleado para el equipo es de bajo coste y está compuesto por un PC compatible, una tarjeta de adquisición de datos estándar y un módulo de acondicionamiento. La aplicación informática ha sido desarrollada con un entorno de programación gráfica (LABVIEWTM), que ofrece una gran flexibilidad, comodidad y rapidez en la creación de soluciones completas sobre una plataforma hardware convencional. Finalmente, la herramienta desarrollada, ha sido probada con datos simulados representativos de situaciones reales.

Palabras clave: Procesamiento digital de señales, frecuencia instantánea, medida de la frecuencia, instrumentación virtual.

1. INTRODUCCIÓN

En el mercado existe una gran variedad de equipos para la medida de la frecuencia de la red eléctrica (equipos portátiles, de laboratorio, para montaje en armario, módulos VXI, basados en PC, ...). Sin embargo, la mayoría de ellos están diseñados para la medida promediada de la frecuencia en un intervalo relativamente grande de tiempo (1 a 10 segundos) y considerando condiciones estacionarias. Estas características hacen que el instrumento no sea adecuado en aplicaciones de ingeniería eléctrica en donde la red esté en condiciones transitorias, que provoquen derivas de la frecuencia u oscilaciones [1-14]. Algunas de estas aplicaciones son el control de filtros activos para la eliminación de armónicos durante intervalos transitorios, la monitorización de las fluctuaciones de contenido armónico en la corriente o el control de velocidad de motores [1]. Entre las causas que provocan variaciones en la frecuencia se encuentran los desequilibrios entre la potencia consumida por la carga y la potencia generada [2], el arranque y paro de los generadores y la conmutación de grandes cargas.

La medida rápida y precisa de la frecuencia es requisito fundamental para determinar las cargas o unidades de generación que deben ser conmutadas, también para medir con exactitud valores RMS de potencia y de energía y para evitar problemas de estabilidad causados por la interacción entre generadores vecinos.

2. DESARROLLO DE LA TÉCNICA

El punto de partida para los objetivos propuestos es la estimación de la frecuencia a partir de tres muestras equidistantes de una señal senoidal, en general estas obedecen a la siguiente expresión:

$$v_n = V \cdot \sin(\omega \cdot n \cdot T_s + \phi) \quad \text{Ec.(1)}$$

Tres muestras consecutivas pueden determinarse mediante las expresiones:

$$v_{-1} = V \cdot \sin(\omega \cdot (-T_s) + \phi) \quad \text{Ec.(2)}$$

$$v_0 = V \cdot \sin(\phi) \quad \text{Ec.(3)}$$

$$v_1 = V \cdot \sin(\omega \cdot T_s + \phi) \quad \text{Ec.(4)}$$

Donde T_s es el periodo entre muestras, ω la frecuencia angular y ϕ la fase inicial de la tensión de red. Desarrollando las funciones trigonométricas y operando, se obtiene:

$$c = \frac{v_{-1} + v_1}{2 \cdot v_0} \quad \text{Ec.(5)}$$

Donde $c = \cos(\omega \cdot T_s)$. Pudiéndose despejar el valor de ω .

Este procedimiento tiene el inconveniente de que si la muestra central v_0 se encuentra en las proximidades del paso por cero de la señal de red, un pequeño error debido a la cuantización de los datos o al ruido superpuesto a la señal, provoca grandes errores en el cálculo de ω .

Una forma de cuantificar este hecho consiste en descomponer las muestras, v'_i , en su valor teórico, v_i , y el error aleatorio superpuesto, e_i , que suponemos con distribución normal (esperanza cero y desviación típica σ).

$$v'_i = v_i + e_i \quad \text{Ec.(6)}$$

Esto permite considerar el valor estimado de c , definido con la notación $\hat{c}$, como una variable aleatoria indirecta, pudiendo obtenerse una expresión para su esperanza y varianza en función de los valores teóricos de la señal de red y las propiedades estadísticas del ruido superpuesto. El valor esperado de la estimación se calcula mediante la aproximación de Taylor [9]

$$E(\hat{c}) = c + \frac{\sigma^2}{2} \sum_{j=1}^{j=1} \frac{\partial^2 c}{\partial x_j^2} \quad \text{Ec.(7)}$$

Donde x_j representa a la variable aleatoria independiente v'_j . Operando se obtiene

$$E(\hat{c}) = c \cdot \left(1 + \frac{\sigma^2}{v_0'^2} \right) \quad \text{Ec.(8)}$$

La varianza se obtiene teniendo en cuenta que c es una función que depende de otras tres variables aleatorias independientes de varianza σ^2

$$\text{Var}(\hat{c}) = \sum_{j=1}^{j=1} \left(\frac{\partial c}{\partial x_j} \right)^2 \sigma^2 \quad \text{Ec.(9)}$$

Operando se obtiene

$$\text{Var}(\hat{c}) = \frac{(1 + 2 \cdot c^2)}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{v_0'^2} \quad \text{Ec.(10)}$$

2.1 Caso Monofásico

Para evitar el inconveniente que se presenta en las

proximidades del cero de tensión, indicado anteriormente, se realizan varias estimaciones de la frecuencia, cada una de ellas con tres muestras distintas, y se calcula una media ponderada de las mismas.

$$\hat{c}_j = \frac{(v'_{-1})_j + (v'_1)_j}{2 \cdot (v'_0)_j} \quad \text{Ec.(11)}$$

$$\hat{c} = \frac{\sum_{j=0}^{j=A} a_j \cdot \hat{c}_j}{\sum_{j=0}^{j=A-1} a_j} \quad \text{Ec.(12)}$$

siendo a_j el peso de la estimación $\hat{c}_j$, y A el número de estimaciones considerado.

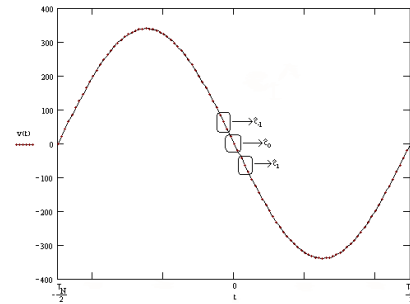


Figura 1 – Tres estimaciones consecutivas estadísticamente independientes.

Sin pérdida de generalidad, en el desarrollo que sigue a continuación, se considerará la situación concreta de tres estimaciones ($A=3$), según se muestra en figura 1

Para determinar los pesos a_j , se hace mínima la varianza de la estimación global $\hat{c}$.

$$\frac{\partial}{\partial} \left(\frac{\text{Var}(\hat{c})}{a_j} \right) = 0 \quad \text{Ec.(13)}$$

$\text{Var}(\hat{c})$ puede expresarse en función de cada estimación individual $\hat{c}_j$, considerada como variable aleatoria independiente afectada con el peso a_j ,

$$\text{Var}(\hat{c}) = \frac{\sum_{j=0}^{j=2} a_j^2 \text{Var}(\hat{c}_j)}{\sum_{j=0}^{j=2} a_j^2} \quad \text{Ec.(14)}$$

Donde las varianzas individuales responden a la expresión general, obtenida anteriormente:

$$\text{Var}(\hat{c}_j) = \frac{1 + 2 \cdot c_j^2}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{(v'_0)_j^2} \quad \text{Ec.(15)}$$

Sustituyendo Ec.(14) y Ec.(15) en Ec.(13), operando y

despreciando la variación que se produce en el valor teórico de la frecuencia ($\hat{c}_0 \cong \hat{c}_1 \cong \hat{c}_2$) al realizarse las estimaciones en una fracción reducida de un ciclo, obtenemos la expresión siguiente:

$$\hat{c} = \frac{\sum_{j=0}^2 (v'_0)_j^2 \cdot \hat{c}_j}{\sum_{j=0}^2 (v'_0)_j^2} \quad \text{Ec.(16)}$$

Como el valor teórico de la señal muestreada, v'_j , no se conoce, se emplea en su lugar el valor medido, v_j , llegándose a la expresión final:

$$\hat{c} = \frac{\sum_{j=0}^2 (v_0)_j \cdot [(v_{-1})_j + (v_1)_j]}{2 \cdot \sum_{j=0}^2 (v_0)_j^2} \quad \text{Ec.(17)}$$

Donde se observa que el problema que se presenta en las proximidades del paso por cero de las muestras de tensión ha desaparecido, puesto que en el denominador aparece un sumatorio del cuadrado de muestras consecutivas, en lugar del valor de una sola. Esta expresión es relativamente simple desde el punto de vista computacional.

Para evaluar el error cometido al calcular la frecuencia con esta expresión, se calcula al igual que antes, su esperanza Ec.(7) y varianza Ec.(9), llegando al siguiente resultado:

$$E(\hat{c}) = c \cdot \left(1 + \frac{\sigma^2}{\sum_{j=0}^2 (v_0)_j^2} \right) \quad \text{Ec.(18)}$$

$$Var(\hat{c}) = \frac{1 + 2 \cdot c^2}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{\sum_{j=0}^2 (v_0)_j^2} \quad \text{Ec.(19)}$$

2.2 Caso Trifásico

En esta situación se hace una estimación de la frecuencia en cada una de las fases, partiendo de muestras tomadas simultáneamente en las tres fases, fig.2, los subíndices r, s, t hacen referencia a cada una de las fases

Realizando de nuevo una media ponderada de las estimaciones individuales y haciendo consideraciones similares al caso anterior, se llega ahora al resultado:

$$\hat{c} = \frac{\sum_{k=r,s,t} (v_0)_k \cdot [(v_{-1})_k + (v_1)_k]}{2 \cdot \sum_{k=r,s,t} (v_0)_k^2} \quad \text{Ec.(20)}$$

Se observa que el paso por cero de las muestras de las

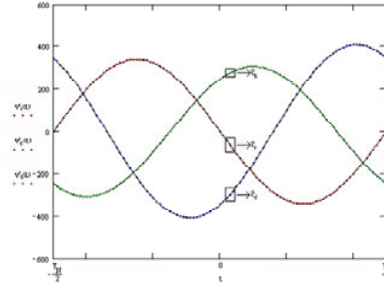


Figura 2 – Tres estimaciones simultáneas estadísticamente independientes.

señales no presenta inconvenientes al no producirse simultáneamente en las tres fases.

La esperanza y la varianza de la estimación global son:

$$E(\hat{c}) = c \cdot \left(1 + \frac{\sigma^2}{\sum_{k=r,s,t} (v_0)_k^2} \right) \quad \text{Ec.(21)}$$

$$Var(\hat{c}) = \frac{1 + 2 \cdot c^2}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{\sum_{k=r,s,t} (v_0)_k^2} \quad \text{Ec.(22)}$$

3. REALIZACIÓN DEL INSTRUMENTO VIRTUAL

El equipo de medida está basado en un PC estándar, con un tarjeta de adquisición de datos para bus PCI y un panel con módulos de atenuación y acondicionamiento de las tensiones de la red. Los módulos, proporcionan aislamiento galvánico de hasta 1500 Vrms y señales en tensión de niveles apropiados para la tarjeta de adquisición de datos, cuyas características más significativas son: 8 canales analógicos en modo diferencial, 12 bits de resolución, 125 muestras por cada ciclo de la red eléctrica y posibilidad de adquisición de datos por DMA.

El ordenador personal contiene una placa base formato ATX con procesador Pentium-IV a 2 GHz y su chasis es de 19 pulgadas para montaje en armario, diseñado para trabajar en entornos industriales severos, en donde puede estar sometido a choques, vibraciones, altas temperaturas, polvo, humedad y radiaciones electromagnéticas.

El software de medida está desarrollado con el entorno de programación gráfica LABVIEW™ [15], especialmente diseñado para aplicaciones de medida en las que hay que llevar a cabo tareas de adquisición, procesamiento y almacenamiento o visualización de resultados. Esta herramienta permite además emplear la pantalla del ordenador como si se tratara del frontal de un instrumento, ofreciendo una gran flexibilidad y comodidad en la configuración del modo de trabajo del instrumento virtual y en la presentación de los resultados.

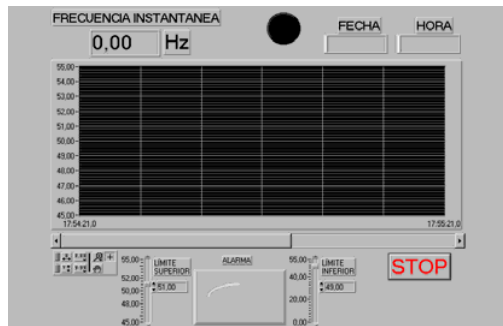


Figura 3 – Interface de usuario del instrumento virtual.

El sistema captura muestras de las señales de red de forma continua, almacenado en fichero las medidas de la frecuencia, a la vez que estas son presentadas en la pantalla del ordenador en forma numérica y gráfica. Además, el equipo avisa acústica y visualmente cuando la frecuencia de red supera unos umbrales programados por el usuario al iniciar la aplicación. Alternativamente el instrumento puede trabajar con señales simuladas generadas por el propio programa. Esto permite evaluar las prestaciones del instrumento, en posibles situaciones reales, sin necesidad de utilizar un generador de trifásica, de alto precio y limitada capacidad para simular perturbaciones en frecuencia.

La figura 3 presenta la interface de usuario del instrumento virtual.

4. RESULTADOS SIMULADOS

Para evaluar las prestaciones del algoritmo, se ha considerado una señal de red con componente de continua, un alto contenido en armónicos, ruido superpuesto y variación de frecuencia (entre ± 1 Hz, y frecuencia 5 Hz.). La forma de onda de la señal de red y la variación de la frecuencia a lo largo del tiempo están indicadas en las figuras 4 y 5 respectivamente.

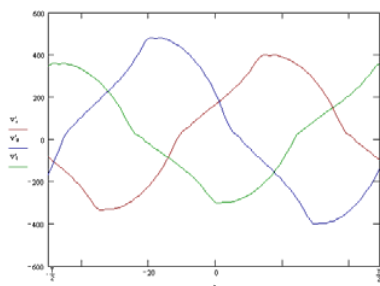


Figura 4 – Forma de onda de la señal de red

Esta situación es mucho más severa de lo que podemos encontrar en la mayoría de las situaciones reales.

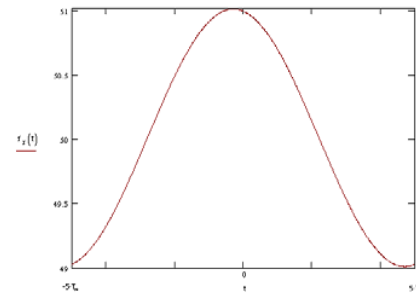


Figura 5 – Variación de la frecuencia de red

Antes de realizar la estimación de la frecuencia, se realiza un filtrado digital de las señales, ofreciendo mejor comportamiento el filtro FIR BP. El error relativo cometido en la estimación de c , viene dado por la figura 6 para ambos casos.

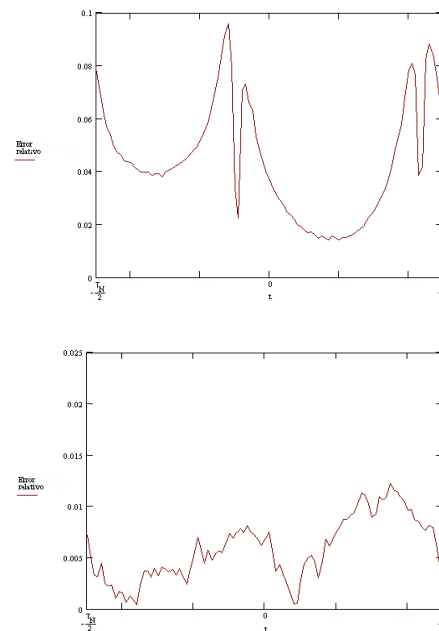


Figura 6 – Error relativo de c .

- A) Caso monofásico.
- B) Caso trifásico.

El error relativo máximo, no supera el 0.1 %, en el caso monofásico, ni el 0.025 % en el caso trifásico.

5. CONCLUSIONES

Se ha presentado un instrumento virtual para la medida de la frecuencia instantánea de la red eléctrica, basado en la minimización de la varianza de la estimación, válido tanto para una red monofásica como para una red trifásica.

El equipo ha sido probado con señales simuladas muy distorsionadas, confirmando una buena precisión en las medidas realizadas, incluso en presencia de ruido aleatorio, armónicos y componente de continua, considerando además una variación de la frecuencia.

6. Referencias

- [1] G. Bucci y C. Landi, "On-Line Digital Measurement for the Quality Analysis of Power Systems Under Nonsinusoidal Conditions", IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 48, No. 4, pp.853-857, 1999.
- [2] Z. Salcic, Z. Li, U.D. Annakkage, y N. Pahalawaththa, "A Comparison of Frequency Measurement Methods for Underfrequency Load Shedding", Electric Power System Research, vol 45, No 3, pp. 209-219, 1998.
- [3] Inoue, T.; Taniguchi, H.; Ikeguchi, Y.; Yoshida, K, "Estimation of power system inertia constant and capacity of spinning-reserve support generators using measured frequency transients", IEEE Tran. Power Systems, vol. 12 No. 1, pp. 136-143, 1997.
- [4] V. Eckhardt, P. Hippe and G. Hosemann, "Dynamic Measurement of Frequency and Frequency Oscillations in Multiphase Power Systems". IEEE Trans. Power Delivery, vol. 4, No. 1, pp. 95-102, 1989.
- [5] A. Koksai, M.J. Daveney, "A New Quadratic Form Based Frequency Measurement Algorithm", in Proc. 1996 IEEE Instrumentation & Measurement tech. conf., vol. 2, pp. 1065-1070, Bruselas, Belgium
- [6] P.J. Moore, J.H. Allmeling, and A.T. Johns, "Frequency Relaying on Instantaneous Frequency measurement" IEEE Trans. Power Delivery, vol. 11, No. 4, pp. 1737-1742, 1996.
- [7] B. Boashash, "Estimating and interpreting the instantaneous frequency of a signal—Part2: Algorithms and applications", Proc. IEEE vol. 80 No. 4 pp. 540-568, 1992.
- [8] V. Backmutsky, J. Blaska, M. Sedlacek, "Methods of finding actual signal period time", Proceedings of IMEKO XVI World Congress, Vienna, vol. IX, pp. 243-248, 2000.
- [9] R. M. Adelson, "Frequency Estimation from Few Measurements", Digital Signal Processing, vol. 7, pp. 47-54, Academic Press, 1997.
- [10] G. Andria, M. Savino, A. Trotta, "Windows and interpolation algorithms to improve electrical measurement accuracy", IEEE Trans. Instrum. & Measurement., vol. 38 No. 4, pp. 856-863, 1989.
- [11] M. Sedlacek, M. Titera, "Interpolations in frequency and time domains used in FFT spectrum analysis", Measurement, vol. 23, No. 3, pp. 185-193, 1998.
- [12] A. Longo, R. Micheletti, R. Pieri, "Fast and accurate power system frequency measurement by dynamic parameters estimation", Proceedings of IMEKO XV World Congress, Osaka, vol. IV, pp. 63-69, 1999.
- [13] R. Micheletti, "Real-time measurement of power system frequency", Proceedings of IMEKO XVI World Congress, Vienna, vol. III, pp. 425-430, 2000.
- [14] M. Sedlacek, J. Blaska, "Low uncertainty power-line frequency estimation for distorted and noisy harmonic signals", Measurement, vol. 35, pp. 97-107, Elsevier, 2004.
- [15] National Instruments Corporation, LabView Analysis VI Reference Manual, NIC, Austin, 1996.
- [16] Antonio López, Juan-Carlos Montaña, M. Castilla, Jaime Gutiérrez, M. Dolores Borrás, and Juan Carlos Bravo. "Power System Frequency Measurement Under Nonstationary Situations". Transactions on Power Delivery, vol. 23, nº 2, pp 562-567, 2008.

Um método de compressão de sinais eletrocardiográficos para uso de SMS em sistemas móveis

Tiago Pontes Pereira
Departamento de Eletrônica
Instituto Federal do Maranhão
São Luís, MA - Brasil
tiago.ic@dee.cefet-ma.br

Cleonilson Protásio de Souza
Departamento de Engenharia Elétrica
Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa, PB - Brasil
protasio@ct.ufpb.br

Ane Polline Lacerda Protásio
Departamento de Saúde Pública
Universidade Federal do Maranhão
São Luís, MA - Brasil
anepolline@hotmail.com

Resumo—O crescente desenvolvimento das comunicações móveis permite projetos de novas aplicações em diferentes áreas. A telemedicina é uma dessas áreas e estudos e pesquisas nesta área é de grande importância para a sociedade. Uma importante aplicação da telemedicina é o de eletrocardiograma (ECG) remoto em que sinais de ECG podem ser transmitidos a distância. Entretanto, as tecnologias de transmissão de ECG disponíveis atualmente ainda são bastante caras e se baseiam no uso de modems e, recentemente, PDAs. Por outro lado, um serviço de telefonia móvel básico, de baixo custo e de grande difusão é o serviço de mensagem de texto, conhecido como SMS (*Short Message Service*). Neste contexto, um ECG remoto baseado em SMS seria de grande relevância tecnológica, mas, para tirar proveito dessa inovação, faz-se necessário o desenvolvimento de algoritmos de compressão para possibilitar a transmissão dos sinais ECG por meio de caracteres do SMS. Assim, é apresentado neste trabalho um algoritmo de compressão que mostra resultados animadores.

Palavras-Chave: telemedicina, eletrocardiograma, telefonia móvel celular, SMS.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, a telemedicina é vista como uma das formas de difundir cuidados da área de saúde em localidades desprovidas dos mesmos, ou ainda, deficitárias de determinados tipos de procedimentos, com o objetivo amplo de permitir igualdade de acesso aos serviços médicos, independentemente da localização geográfica do indivíduo (por exemplo, localidades remotas, em zonas rurais, com população muito pequena ou dispersa, etc.) [1].

A telemedicina é uma aplicação extremamente necessária no Brasil, por ser um país de dimensões continentais, com muitas áreas remotas e isoladas, e uma desigualdade muito grande de cobertura de atendimento de saúde. Existem milhares de municípios e cidades que não têm médicos, ou contam com número insuficiente de especialistas, obrigando muitas vezes pacientes viajar para centros distantes onde se espera encontrar atendimento médico.

A telemedicina também permite aumentar a qualidade da atenção médica, ao “levar” um especialista eletronicamente até a “beira” do leito do paciente, ajudando um profissional médico não-especialista ou o paramédico local a resolver casos difíceis e a salvar vidas [2].

Uma das mais importantes aplicações da telemedicina é o eletrocardiograma portátil, que permite o acompanhamento de pacientes com problemas cardíacos de maneira prática e eficiente, ajudando no diagnóstico e prevenção de várias cardiopatias [3]. Isto é de grande importância visto que doenças cardíacas estão entre os maiores problemas de saúde pública do mundo moderno.

O eletrocardiograma (ECG) é o registro dos fenômenos elétricos que se originam durante a atividade cardíaca por meio de um aparelho denominado eletrocardiógrafo. Ele serve como um auxiliar

para o diagnóstico de um grande número de cardiopatias [3]. O resultado deste exame é uma imagem que representa a variação de tensão, como mostrado na Figura 1. Esta imagem é posteriormente analisada por um médico especialista que faz um diagnóstico baseado nesta. O ECG é o exame de diagnóstico mais utilizado na prática cardiológica por ser seguro, de baixo custo e eficaz. Dentre outras vantagens o ECG é um método indolor, não invasivo, reproduzível e de fácil manuseio quando comparado a outros métodos [4].

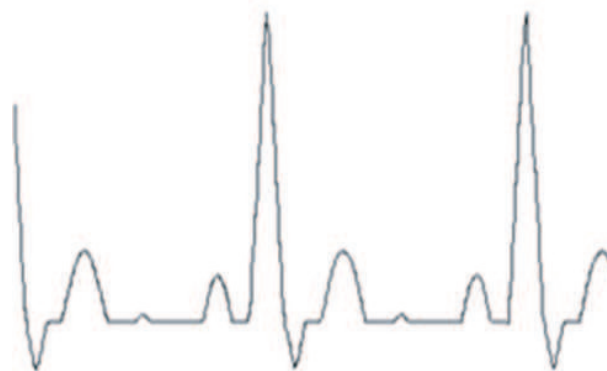


Figura 1. Example of Electrocardiogram (ECG) signal.

Um eletrocardiograma portátil pode ser baseado em várias das tecnologias de aquisição e transmissão de dados existentes atualmente, cabendo-se a escolha da tecnologia utilizada baseada na escolha e análise de suas características. A tecnologia de aquisição de dados é baseada em circuitos de captação dos sinais de eletrocardiograma e processamento desses sinais em um computador, podendo este ser desde um microcontrolador até um computador de alta performance utilizando processadores poderosos [4].

A seguir, exemplos de tecnologias de transmissão são apresentados.

A. Eletrocardiograma transtelefônico

O eletrocardiograma transtelefônico envia os dados coletados através da linha telefônica. O aparelho é colocado próximo ao microfone do telefone para que o sinal seja transmitido para a central de telemedicina. A transmissão do ECG pelo telefone perdura aproximadamente entre trinta segundos a dois minutos [4].

A central de telemedicina converte o sinal sonoro recebido em um sinal compatível com o sistema de recepção utilizado, imprimindo-se assim o ECG, que será posteriormente analisado por um médico.

Possui a vantagem de utilizar a infra-estrutura previamente existente, sem adaptações, para a transmissão do exame e o custo da transmissão é de uma ligação local (dependendo da localização da central) e varia de acordo com as tarifas cobradas pela operadora de telefonia. Para a transmissão também pode ser utilizado o aparelho celular. É uma das tecnologias mais utilizadas para o envio de eletrocardiograma.

Porém essa tecnologia é bastante sensível a ruídos, tanto os de origem da linha de transmissão quanto aos ruídos sonoros do ambiente durante a transmissão e apresentam equipamentos de alto custo, tanto para coleta de dados quanto para a decodificação do sinal transmitido.

Um exemplo de equipamento que trabalha com essa tecnologia é o *HeartView* da Aerotel Medical Systems [5] que é baseado em linhas telefônicas fixas e um dos mais usados para coleta, transmissão e diagnóstico de eletrocardiograma. Tem a desvantagem de ser bastante sensível a ruído, ter alto custo e baixa mobilidade.

B. Eletrocardiograma baseado em transmissão via modem

A internet surgiu como um meio de comunicação rápida e eficaz e o eletrocardiograma via internet aproveita essas características para a transmissão de dados eletrocardiográficos, obedecendo aos protocolos de comunicação da rede. A internet possibilita o envio de grande quantidade de dados, o que é muito vantajoso, pois permite que sejam enviados exames com uma quantidade grande de informações que podem ajudar no diagnóstico da doença e controle das informações do paciente, favorecendo assim a criação de bancos de dados de exames que podem ser acessados de qualquer lugar com conexão à internet. A internet possibilita também que o exame de eletrocardiograma seja feito em tempo real, agilizando o atendimento médico ao paciente.

Para a aquisição dos dados eletrocardiográficos pode utilizar um equipamento específico ou um ECG digital via PC, no qual o próprio computador faz a captura das informações. É uma das tecnologias mais vantajosas para a aplicação na telemedicina. Tem a desvantagem, porém, de necessitar de equipamentos robustos como PCs e softwares de manipulação de dados, que representam alto custo [3].

Os custos de transmissão são determinados pelo modelo de conexão a internet e as tarifas definidas pela operadora de internet. Existe ainda a limitação quanto a disponibilidade de internet banda larga em todas as regiões do Brasil, sendo as zonas rurais as mais atingidas pela falta de conexão à rede. Além disso, ano a ano cresce o volume de PCs sem qualquer conexão com a internet de acordo com pesquisa divulgada em 26/03/2009 pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br).

Um exemplo de transmissão de ECG via internet é o eletrocardiograma baseado em Assistente Pessoal Digital (PDA) [4] que utiliza um sistema de condicionamento de sinal e de aquisição de dados acoplado a um PDA (no caso, um computador de mão do tipo Palm Top) e o eletrocardiograma digital *WinCardio* da Micromed.

C. Eletrocardiograma via celular

O eletrocardiograma via celular, consiste de um sistema de aquisição eletrocardiográfico convencional, interligado a um módulo de transmissão/recepção de dados que utiliza a telefonia móvel (celular) para enviar o sinal de ECG e os dados do paciente para uma central de exames. Valendo-se da mobilidade que o

sistema oferece, independente de haver uma estrutura fixa com microcomputadores e internet de banda larga, bastando haver sinal de telefonia celular.

O eletrocardiógrafo utilizado pode ser tanto um equipamento padrão adaptado para a comunicação com o celular, quanto um circuito microcontrolado que se comunica diretamente com o celular seja através de cabos ou mesmo conexão sem fio como o *Bluetooth* [3].

Os dados são enviados pelo celular tanto através de pacote de dados (GPRS). Na recepção, os dados são enviados a um computador para serem depois analisados pelo médico.

Esse sistema apresenta a grande vantagem de alta mobilidade, dependendo apenas da cobertura da rede celular da região e o custo depende do hardware (microcontrolador) utilizado quando do serviço comprado pela operadora [2].

O acesso ao telefone celular - posse e uso - tem mostrado um crescimento significativo nos últimos anos, como mostra uma pesquisa feita pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) em 2008. Este é, atualmente, um dos principais vetores de inclusão da população brasileira ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, tendo em vista que o seu uso já atinge 70% da população urbana.

Como exemplo de transmissão de eletrocardiograma via celular podemos citar o tele-ECG, desenvolvido pelo Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia e que é composto de um eletrocardiógrafo (aparelho que realiza o eletrocardiograma) acoplado a um teclado especial, ao qual está embutido um sistema GSM, os dados são enviados via sinal celular.

II. PROPOSTA DE UM ECG MÓVEL VIA SMS

Já existem alguns serviços móveis para transmissão de sinais de ECG. Entretanto, a maioria apresenta alto custo de aquisição e de manutenção. Vislumbrou-se nesta pesquisa o desenvolvimento de um aparato baseado em serviço de mensagem de texto, conhecido como SMS (*Short Message Service*).

As vantagens no uso de SMS são as seguintes: (a) utilização de aparelhos celulares de custos baixíssimos, e (b) é uma tecnologia que pode atingir uma grande parte da população de baixa renda e em localizações remotas e fora de grandes centros. Embora tenham tecnologias, como o GPRS, que pode atingir banda de passagem adequada, essa não é adequada para a população de baixa renda, pois requer aparelhos caros. Esse mesmo problema ocorre com o uso de ECG via tecnologia via Internet.

Outro dado que incentiva a utilização de SMS é a popularização de seu uso no Brasil. Uma pesquisa feita com 13.359 pessoas em 2008, pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br) aponta que metade dos brasileiros que possuem celular usa mensagens de texto para se comunicar. Apesar da alta demanda, os brasileiros enviaram, em 2008, uma média de 10 mensagens por mês - número quase 30 vezes inferior ao verificado nos Estados Unidos, onde se trocaram mais de 285 torpedos no mesmo período, apresentando tarifas inferiores à praticadas no Brasil. Assim a utilização de SMS para o envio do exame eletrocardiográfico representa uma vantagem não só em nível nacional, mas também mundial.

A transmissão de dados via celular tem se tornado cada vez mais comum e o serviço SMS pode ser considerado extremamente barato quando comparado as demais tecnologias e transmissão de dados. Além disso, é importante ressaltar que a localidade não precisa

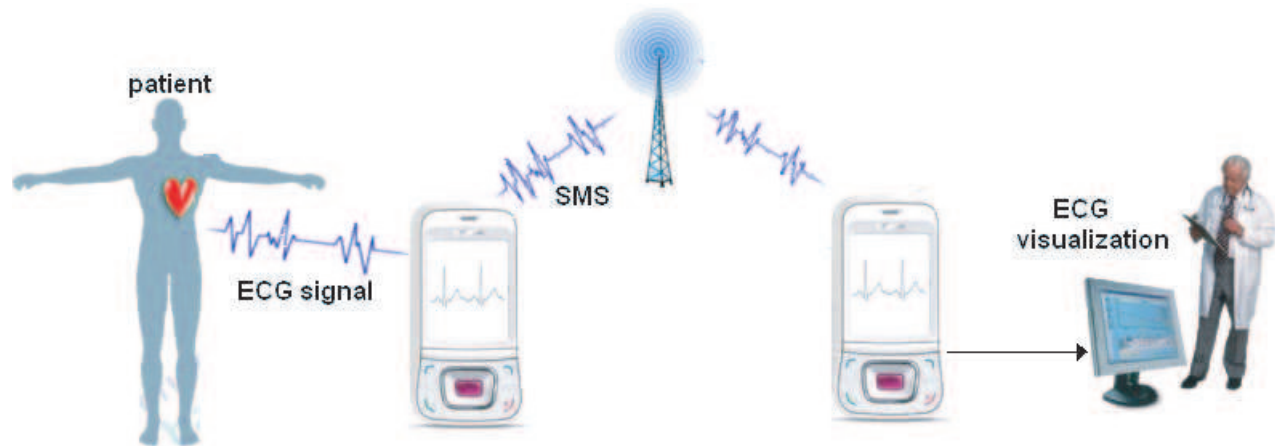


Figura 2. Esquema geral do ECG móvel proposto.

ser, necessariamente, coberta pela área de abrangência da operadora celular, pois, no caso de não-cobertura, pode-se armazenar os dados dos exames e realizar a transferência destes na localidade mais próxima coberta pela rede.

Uma visualização geral do esquema proposto do **ECG Móvel via SMS** pode ser vista na Figura 2.

A operação intencionada ao ECG MÓVEL é a seguinte. Um dispositivo de aquisição e processamento de sinais eletrocardiográficos será instalado em um aparelho celular. Esse conjunto, próximo ao paciente, realizará a aquisição dos sinais e comprimirá esses sinais em uma mensagem SMS que será enviada pelo celular do paciente para o celular do médico que transferirá a mensagem para o seu computador, como mostrado na Figura 2.

O serviço SMS permite o envio de dados pelo celular através de mensagens de texto. Porém esse serviço é limitado ao envio de cerca de 160 caracteres por mensagem enviada (dependendo da operadora de telefonia móvel). Esta limitação é o principal desafio para o pleno desenvolvimento do ECG MÓVEL. Dessa forma, este artigo tem como objetivo principal apresentar um algoritmo de compressão de imagem para ser aplicado ao ECG MÓVEL.

III. ALGORITMO DE COMPRESSÃO PROPOSTO

Em geral, os métodos de compressão podem ser classificados como **sem perdas** e **com perdas** [6]. Métodos de compressão com perdas obtêm melhores taxas de compressão, mas podem perder informação. Este método normalmente é utilizado em tratamento de imagens, som e filmes, pois baixas perdas não afetam de sobremaneira a sua qualidade. Em outros casos, métodos de compressão sem perdas são utilizados em tratamento de dados computacionais [7]. O método de compressão sem perdas foi escolhido para o desenvolvimento do ECG móvel proposto nesta pesquisa.

Na Figura 3 é mostrado um sinal de ECG típico em função do tempo. Para uma aquisição segura de um sinal de ECG, faz-se necessário a captura na faixa de -1,5mV a +1,5mV e com o objetivo de construir uma imagem de ECG com boa resolução e sem perda de informação do sinal, será utilizada imagens no formato PBM de 500x300 pixels.

Com a resolução de 500x300 pixels, definiu-se uma resolução de 0,01mV que corresponderá à diferença de um pixel a outro.

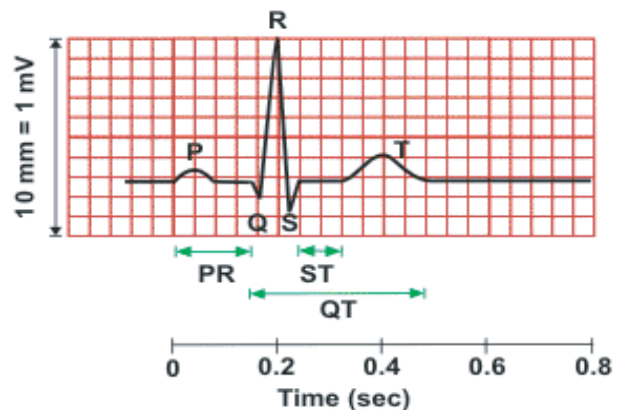


Figura 3. Sinal de ECG típico em função do tempo. As áreas escuras mostram a concentração de informação.

O valor máximo a ser representado na imagem será de 1,50mV e o valor mínimo será de -1,49mV, garantindo-se assim 300 pixels na vertical. E para garantir 500 pixels na horizontal, decidiu-se amostrar 125 sinais de tensão a cada segundo de sinal capturado correspondendo a 4 segundos de aquisição.

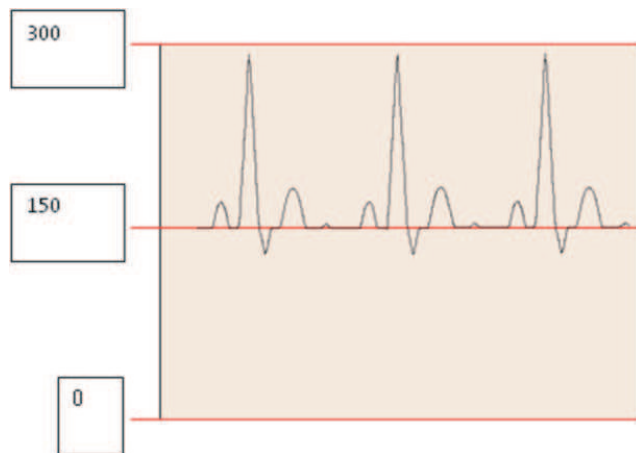
Os passos propostos para a compressão são descritos abaixo:

- 1) Conversão sinal de tensão $V_{ECG}(t) \rightarrow$ pixel.
- 2) Conversão pixel $\rightarrow$ caracteres.
- 3) Compressão dos caracteres.

Para o passo 1, antes de transformar os sinais de tensão em caracteres, usou-se de um mapeamento que associa os valores de tensão aos valores correspondentes de pixel na horizontal, ou seja, 0 para o mais baixo (-1,49mV) e 300 o mais alto (1,50mV), conforme equação abaixo:

$$v = p \cdot 100 + 150 \quad (1)$$

em que p é o valor do pixel (0 a 300) e v é a tensão correspondente de entrada. Na Figura 4 é visto o mapeamento $V_{ECG}(t) \rightarrow$ pixel proposto.

Figura 4. Mapeamento $V_{ECG}(t) \rightarrow \text{pixel}$.

Para o passo 2 com o objetivo de adaptar a tabela de conversão pixel $\rightarrow$ caracteres ASCII e a partir da análise da Figura 5, percebe-se que existem regiões onde a concentração de informação é maior (área vermelha), e que essa quantidade de informação vai diminuindo ao afastar-se dessa região crítica. Baseando-se neste fato, o método de compressão assim é baseado na codificação de Huffman [6]. Assim, utilizou-se menos caracteres para representar os valores de pixels da área vermelha e uma combinação de caracteres para representar os valores das demais áreas.

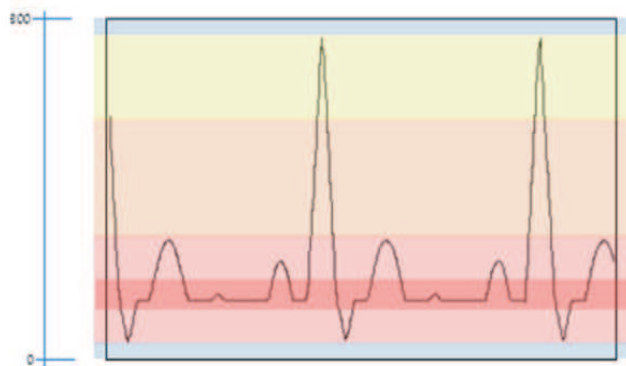


Figura 5. Região onde a concentração de informação é maior (área vermelha) e afastando-se desta região a quantidade de informação vai diminuindo.

A associação dos caracteres com os valores de pixel foi feita da seguinte forma:

- Escolheu-se os caracteres que fossem utilizados pelos mais diversos tipo de aparelhos celulares, tomando-se um total de 91 caracteres conforme visto na Tabela I.
- Como com 91 caracteres é uma quantidade inferior a quantidade de pixel que eu teria que representar (300 valores), foi necessário fazer uma lógica com alguns **caracteres especiais**, de tal forma que a associação de caracteres permitisse exceder o valor necessário ao uso para se ter uma margem de segurança e ainda de usar a menor quantidade possível de caracteres, pensando dessa forma foram utilizados apenas 5 caracteres

especiais, são eles:

- Caractere: y valor: -86
- Caractere: z valor: -172
- Caractere: valor: +86
- Caractere: valor: +172
- O quinto caractere especial é o "espaço", que representa o controle de final de valor, por exemplo: ! # significa: pixel = 107 e pixel = 109. Esse caractere é fundamental para a interpretação dos caracteres especiais, por exemplo: z! ! significa: pixel = $172 - 33 = 139$ e pixel = 33.
- É importante notar que os caracteres especiais, mesmo sendo tabelados com valores positivos ou negativos, no seu uso esse sinal representa o que o algoritmo deverá fazer com o caractere seguinte, por exemplo o caractere y com valor -86, significa que quando y for seguido de outro caractere o algoritmo de descompressão deverá fazer a conta: pixel = $86 - \text{valor do caractere seguinte}$. O **sinal** representa então se o caractere especial é de incremento ou decremento.
- Os outros 86 ($91 - 5$) caracteres possuem valores fixos e foram distribuídos da seguinte forma (tiveram seus valores associados a pixels):
 - Para se distribuir de forma que representem bem o meio da imagem ECG, fez-se: $86/2 = 43$, ou seja, 43 acima do pixel 150 e 43 abaixo do pixel 150. Como a divisão é de um valor par, escolheu-se o pixel 150 como o meio, 42 acima do pixel 150 e 43 abaixo do pixel 150.
 - Pixel 150 = valor zero de tensão = caracter L = exatamente o meio da imagem. A distribuição pode ser vista na Figura 6.

Os valores associados aos caracteres descrito acima obedecem a lógica de utilizar a menor quantidade de caracteres possível para representar um valor pixel (valor de tensão). Assim associou-se os valores que mais aparecem no ECG com os valores base (os valores menores) que os caracteres representam. Como a contagem dos pixels se dá de baixo para cima (0 a 300) e como os valores de pixel que mais aparecem estão no meio da imagem ECG, então os valores de pixel que mais irão aparecer são próximos do valor de pixel 150, como pode ser observado na Figura 6.

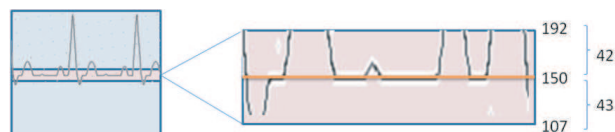


Figura 6. Região central (meio) da imagem ECG.

Portanto, ao final da execução dos passos propostos, uma mensagem no formato adequado para o envio via SMS é obtida, conforme mostrada na figura 7, e poderá ser enviada para o celular do médico.

IV. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Para fins de verificação de funcionalidade e de efetividade, o algoritmo proposto foi implementado em MatLab[®] devido sua interface amigável e para gerar sinais de ECG foi utilizado LabView[®].

Os resultados experimentais obtidos pelo uso do algoritmo proposto são visto na Figura 8 e na Figura 7. A Figura 8 mostra o sinal de ECG original o qual foi amostrado em diferentes taxas.

Tabela I
TABELA DE 90 CÓDIGOS ASCII DE MAPEAMENTO PIXEL →
CARACTER.

Caractere ASCII	Valor de pixel	Caractere ASCII	Valor de pixel	Caractere ASCII	Valor de pixel
!	107	?	137	,	167
\$	108	@	138	_	168
#	109	A	139	a	169
\$	110	B	140	b	170
%	111	C	141	c	171
&	112	D	142	d	172
Š	113	E	143	e	173
(	114	F	144	f	174
)	115	G	145	g	175
*	116	H	146	h	176
+	117	I	147	i	177
,	118	J	148	j	178
-	119	K	149	k	179
.	120	L	150	l	180
/	121	M	151	m	181
0	122	N	152	n	182
1	123	O	153	o	183
2	124	P	154	p	184
3	125	Q	155	q	185
4	126	R	156	r	186
5	127	S	157	s	187
6	128	T	158	t	188
7	129	U	159	u	189
8	130	V	160	v	190
9	131	W	161	w	191
:	132	X	162	x	192
;	133	Y	163	y	-86
<ã	134	Z	164	z	-172
=	135	[	165	{	86
>ã	136	]	166	}	172

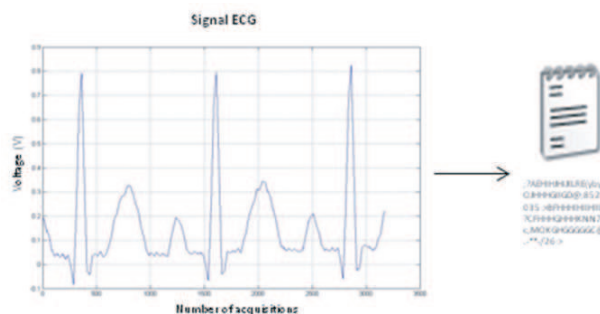


Figura 7. Conversão sinal ECG Signal para caracteres ASCII.

A Figura 7 mostra o número de caracteres obtidos após o sinal ECG amostrado ser codificado e comprimido usando o método proposto adequado para envio via SMS. Evidentemente, quanto menor é a taxa de amostragem, melhor é a compressão. A Figura 9 também é mostrado a decompressão e decodificação do sinal ECG-SMS enviado pela lado do médico.

Na Figura 10 é mostrado o sinal ECG descomprimido e decodificado, pontos vermelhos, usando 158 caracteres enviados pelo SMS. Pode-se ver que a correta reconstrução do sinal ECG pelo lado do médico. Na Figura 11 é visto a reconstrução usando 226 caracteres e na Figura 12, usando 317 caracteres.

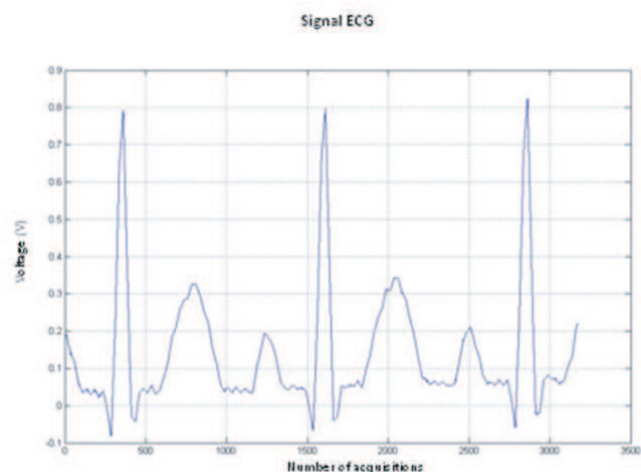


Figura 8. Sinal ECG.

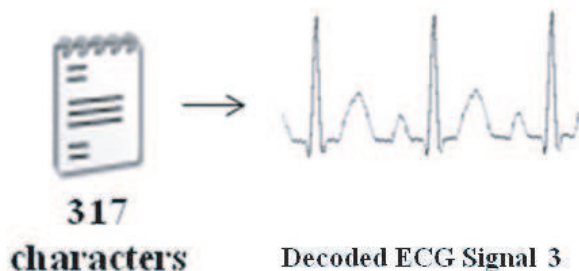
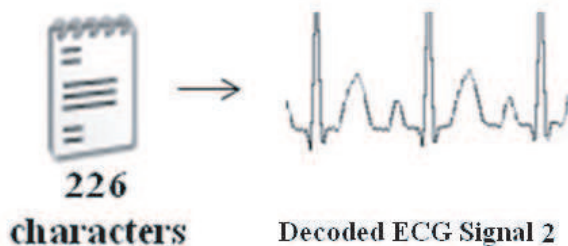
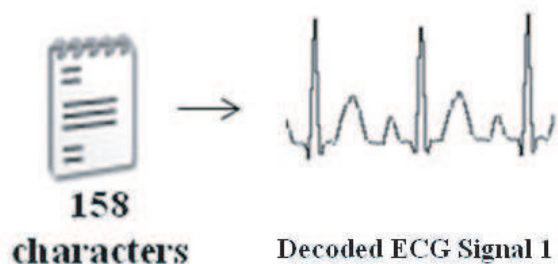


Figura 9. Conversão do sinal ECG em caracteres ASCII.

V. CONCLUSÕES

De maneira a contribuir significativamente para o desenvolvimento de um equipamento de eletrocardiograma portátil de baixo

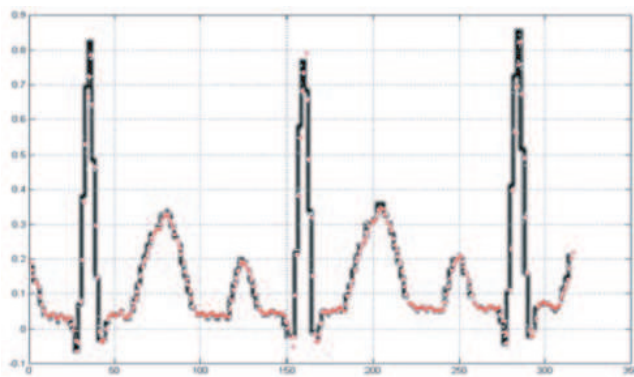


Figura 10. Reconstrução do sinal ECG pelo lado do médico usando 158 caracteres enviados pelo SMS.

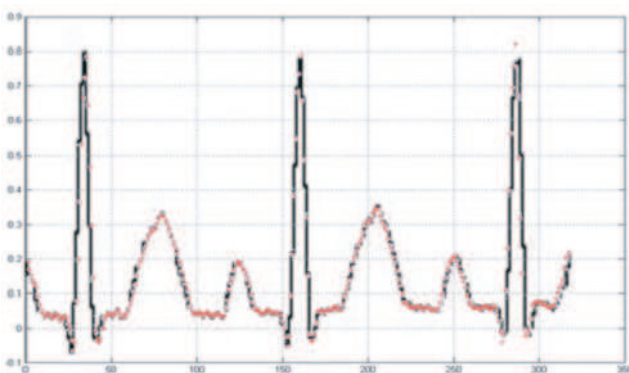


Figura 11. Reconstrução do sinal ECG pelo lado do médico usando 226 caracteres enviados pelo SMS.

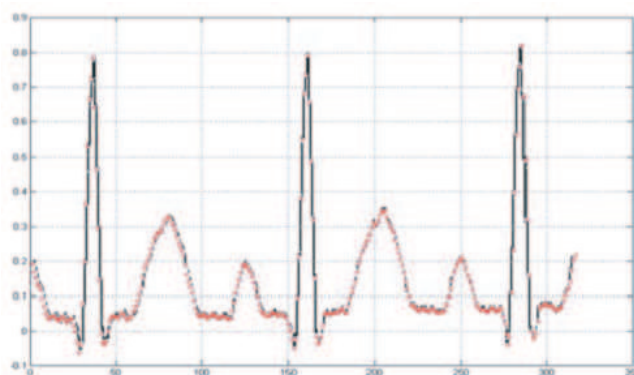


Figura 12. Reconstrução do sinal ECG pelo lado do médico usando 317 caracteres enviados pelo SMS.

custo baseado em SMS, neste trabalho foi descrito um algoritmo de codificação e compressão de sinais de ECG em caracteres possíveis de serem enviados através de mensagem de texto via celular. Os resultados experimentais são promissores e mostram que é possível o uso de SMS para tal finalidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCT) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

REFERÊNCIAS

- [1] M. "MOORE, "The evolution of telemedicine," *Future Generation Computer Systems*, vol. 15, pp. 245–254, 1999.
- [2] A. B. "SILVA, *Telemetria em sistemas de comunicação móvel celular*, 2005.
- [3] F. F. "BORGES, "Sistema para telemetria da frequência cardíaca utilizando telefonia celular," *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, vol. 17, no. 2, pp. 97–110, 2005.
- [4] ROBSON, R. R. et al., "Low cost electrocardiogram system based on mobile platforms for telemedicine applications," *IEEE - Portable 2007 - International Conference on Portable Information Devices*, 2007.
- [5] Israel: Aerotel Medical Systems. Heartview 12 lead ecg recorder/transmitter. Accessed 2007 Feb 21. [Online]. Available: <http://www.aerotel.com/PDF/HeartView.pdf>
- [6] SALOMON, David, *Data Compression - The Complete Reference*. London: Springer-Verlag London Limited, 2007.

Entrenamiento de una red neuronal para la medición indirecta de posición

José D. RAIRÁN

Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

Juan D. PÉREZ

Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

y

John E. OSORIO

Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

Resumen—En este artículo se presenta una alternativa al uso de un sensor óptico para la medición del entrehierro en el proceso de levitación magnética. Esta consiste en utilizar la relación no lineal entre el voltaje y la corriente en la bobina, con el valor de entrehierro, para medir este último de manera indirecta. Se presentan los resultados con respecto al diseño y entrenamiento de la red neuronal seleccionada, la cual aprende el patrón entre las variables mencionadas. Además se explica el campo de aplicación del sensor indirecto propuesto, el cual depende del tiempo de actualización requerido.

Palabras Claves: auto sensado, medición de entrehierro, levitación magnética, red neuronal.

1. INTRODUCCIÓN

En cuanto al transporte masivo de pasajeros, una de las propuestas más avanzadas se basa en la levitación magnética. De esta alternativa existen dos versiones: una, la japonesa, en la cual la levitación se logra mediante superconductores; la otra, el sistema alemán, en el cual trabajan electroimanes. En esta segunda opción se utiliza la atracción que aparece cuando se tienen dos campos magnéticos con polaridades contrarias, o un solo electroimán, cuando éste actúa sobre una lámina ferromagnética, como se explica en [5]. Al conjunto electroimán y placa metálica se lo conoce como sistema bobina-placa.

En el proceso de levitación magnética se busca mantener un entrehierro en un valor fijo. Entiéndase por entrehierro al espacio de aire que hay entre la bobina y la placa. Con este propósito se han implementado muchas estrategias de control, dentro de las cuales vale la pena mencionar al algoritmo de control clásico PID, el cual elimina la inestabilidad del sistema y fija el comportamiento a un valor deseado; otros son el control de estados, el predictivo, las redes neuronales, la lógica

difusa, etc. Como puede verse en las referencias siguientes [1,6,8,10].

En cualquier caso, excepto cuando se implementa un observador completo, y sin importar las ventajas de la configuración del sistema de control, es indispensable medir la posición de la placa, o entrehierro. Con esta medida se cierra el lazo de control, por lo cual es indispensable. De la construcción del estado del arte puede afirmarse que el sensor óptico es el más utilizado en este proceso. La tarea del sensor es informar al algoritmo de control sobre el valor del entrehierro actual, de manera que el controlador puede generar un voltaje de corrección, con el cual se alimenta al electroimán.

Si bien los sensores ópticos son los más utilizados, por su precio bajo y operación sencilla, aún así tienen desventajas, las cuales se buscan eliminar con la propuesta en este artículo. Uno de los inconvenientes es que estos sensores se ven afectados por la luz del entorno, lo cual hace que la curva de voltaje de salida cambie según la fuente de iluminación. Otro problema tiene que ver con la ubicación del sensor; esta debe ser estratégica, si se quiere obtener la medida correcta de entrehierro, y esto no resulta sencillo en algunos montajes. Un inconveniente más tiene que ver con el color del objeto que mide el sensor, puesto que influye sobre la lectura, también si se trata de un material opaco o brillante.

En este artículo se presenta una alternativa al uso de los sensores ópticos, en el sistema bobina-placa, la cual busca eliminar todos los inconvenientes listados en el párrafo anterior. La idea es utilizar un sensor indirecto. Este sensor mide variables físicas, distintas a la que se desea observar, pero a partir de las cuales se pueda inferir el valor buscado. En este caso, por ejemplo, a partir de la medición de corriente y voltaje se pretende deducir el valor de entrehierro, como se explica en [3].

En la primera parte de este documento se describe el principio de funcionamiento del método de auto-sensado. Luego se presenta la curva que caracteriza el

comportamiento del sistema bobina-placa, y se encuentra que el entrehierro está definido por la razón corriente a voltaje del circuito. Además, se muestra la utilización de redes neuronales, implementadas en Matlab, con el fin de asociar el valor de cada dupla voltaje corriente a una posición. También se resalta el uso de Labview en la adquisición de datos. Finalmente, se presentan las curvas del sensor, y se indican las características del funcionamiento de este.

2. FUNDAMENTO MATEMÁTICO DEL MÉTODO DE AUTO-SENSADO

El principio fundamental del método de auto-sensado, también denominado en este trabajo sensor indirecto, está relacionado con el comportamiento de la inductancia “ L ” de la bobina, la cual es inversamente proporcional al entrehierro “ x ”, ver [9]. En el sistema bobina placa la relación es la que se presenta en Ec. (1).

$$L = \frac{\partial \psi}{\partial i} = \frac{\mu_0 N^2 A}{2x} \quad (1)$$

En Ec. (1) “ μ_0 ” es la permeabilidad del aire, “ A ” el área en la cual el campo actúa sobre la placa, y “ N ” el número de vueltas del electroimán. Estos tres parámetros son constantes, por lo cual resulta válido afirmar que el valor de entrehierro “ x ” es inversamente proporcional a la inductancia. Así, se valida el uso de la inductancia en la estimación del entrehierro.

La forma de medir la inductancia, en lugar del entrehierro está relacionada con el funcionamiento de un sistema de control. En él, la variable de corrección, que es el resultado del cálculo en el controlador, pasa por una etapa de potencia y alimenta al electroimán. En la mayoría de los casos ese valor es un voltaje continuo o es un tren de pulsos con ciclo útil variable. El método en este artículo consiste en adicionar a la variable de corrección una señal de prueba, como se expone en [7], la cual debe ser senoidal, con una amplitud pequeña en comparación con el voltaje de alimentación del electroimán; además, con la frecuencia por encima del ancho de banda del sistema de control.

La señal senoidal adicionada genera una corriente, la cual se denomina “ I_p ”. Si se asume que la reactancia inductiva es mucho mayor que la resistencia equivalente del circuito, se calcula “ L ”. El resultado está en Ec. (2).

$$L = \frac{V}{\omega I_p} \quad (2)$$

Al igualar Ec. (1) y Ec. (2), y al despejar “ x ”, se observa que el entrehierro puede determinarse a través de la corriente de prueba “ I_p ”, debido a que los demás términos que acompañan dicha corriente son constantes, como indica Ec. (3).

$$x = \frac{\mu_0 N^2 A \omega}{2V} * I_p \quad (3)$$

Ahora, cuando ya se ha inyectado la señal de voltaje que genera “ I_p ” debe medirse esa corriente, para lo cual se anexa una resistencia en serie con la bobina. De esta se mide el voltaje, que es proporcional a la corriente de interés. Se selecciona una resistencia menor a 10 veces el valor de la resistencia interna de la bobina, en este caso $0,5 \Omega$, con el fin de que esta no afecte significativamente el comportamiento del circuito eléctrico. La figura 1 muestra un esquema general del método, en el cual se resume lo expuesto en esta sección.

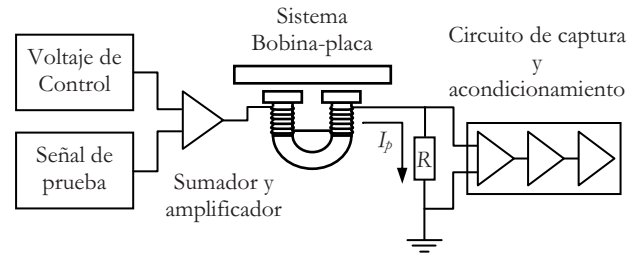


Figura 1. Esquema general del método de auto-sensado.

3. MONTAJE EXPERIMENTAL Y ADQUISICIÓN DE DATOS DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

Se inicia con el diseño de una tarjeta electrónica que suma la señal de voltaje de control, con la señal senoidal que se adiciona. Esta se compone de tres etapas, las cuales son: 1) generación de la senoidal, con amplitud de 0,5 V a 100 Hz; 2) la suma de las dos señales; y 3) la etapa de potencia, a la cual se conecta el electroimán. Luego de pasar por la bobina, la señal es visible en la resistencia sensor.

En la adquisición de la señal en la resistencia sensor se utiliza otra tarjeta electrónica, esta de captura y acondicionamiento, compuesta por amplificadores operacionales. La tarea de estos últimos es aumentar el rango de voltaje, o ganancia.

Con el fin de determinar el comportamiento del sistema, se captura el voltaje entregado por la tarjeta electrónica, y a la vez, el valor de corriente continua que produce el voltaje de control en el devanado; esto, a cada valor de entrehierro. Con ese propósito, se construye una herramienta de patronamiento, la cual es un sistema mecánico que soporta la bobina y aloja la placa, además de permitir variaciones del entrehierro de 0 a 25 mm.

El material de esta estructura es aluminio, para no alterar la distribución de campo magnético, generado en la bobina. Así, se toman los datos de voltaje de salida, relacionados con la amplitud de la corriente de prueba “ I_p ”, y se tienen en cuenta las variaciones en la corriente directa, asociadas con el voltaje de control. La superficie obtenida, la cual caracteriza al sistema, se muestra en la figura 2, en la cual se realizan pasos de entrehierro cada 0,5 mm.

De acuerdo con lo que se presenta en la figura 2, para entrehierros mayores a 5 mm la variación del voltaje de salida no es significativa; además, estos cambios no solo se producen por el cambio de entrehierro, sino que también son función de la corriente en la bobina. Esto se debe a que al aumentar la corriente, el núcleo de la bobina entra en la zona de saturación magnética, por tanto se disminuye la variación del flujo magnético y a su vez la inductancia, ver [3]. Es así como puede afirmarse que el voltaje de salida es función del entrehierro y de la corriente asociada al voltaje de control.

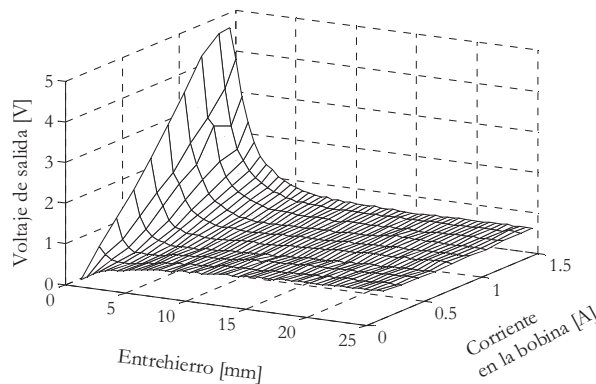


Figura 2. Curva característica del sistema.

Se asume que a entrehierros mayores a 5 mm los cambios en la inductancia no son relevantes. De este modo se fija el rango de funcionamiento del sensor a ese valor, y en adelante se decide realizar pasos de 0,1 mm en las mediciones. Además, dada la forma de la superficie que caracteriza el sistema, se decide trabajar con herramientas discretas para la linealización. Para lo cual se requiere una tarjeta de adquisición de datos. En este trabajo se utiliza la PCI 6024E de National Instruments, la cual es de 12 bits, y trabaja en el rango de ± 10 V.

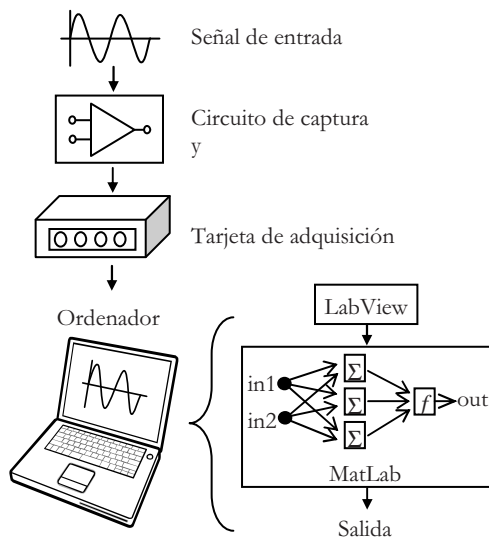


Figura 3. Esquema de implementación del sensor.

Una vez el valor del voltaje de salida y la corriente de control están en el PC, se utiliza LabView, según se muestra en la figura 3, en donde se representa el flujo de la información, desde la resistencia sensor, hasta que ese valor es presentado como el valor del entrehierro.

En LabView se vuelven a ajustar ganancias y se diseña un filtro pasa banda, para eliminar las señales de frecuencia baja, correspondiente a la señal de control, y las de frecuencia alta, que son ruido. Así la frecuencia de operación de este filtro es de 50 a 150 Hz. finalmente, la salida del filtro sirve de entrada a una red neuronal, en Matlab, como se explica en la sección siguiente.

4. APRENDIZAJE DE LA SUPERFICIE DE MEDIDA CON UNA RED NEURONAL

El trabajo en la sección anterior consiste en caracterizar la superficie de medida correspondiente al sensor, el resultado está en la figura 2. Ahora debe construirse una función matemática o relación que aprenda esa superficie. En este artículo se utiliza la red neuronal, por ser ideal para el aprendizaje de patrones. En la red neuronal, en lugar de medir el entrehierro y la corriente por la bobina para conocer el voltaje de salida del sensor (como en la figura 2), a cada dupla voltaje en el sensor y corriente en la bobina, la red da como resultado el valor de entrehierro. Así se logra la medida indirecta de posición.

El proceso de entrenamiento consiste en asociar cada pareja de entradas con la salida correspondiente. En el entrenamiento se evalúa la diferencia entre la salida de la red neuronal y el valor que se espera (también conocida como error), y por medio de algoritmos para el ajuste de los pesos de las conexiones de la red, estos se modifican, hasta hacer que el error llegue a un valor considerado adecuado. A cada secuencia completa en la que se presenta dupla a dupla de entrada y se corrigen los pesos, para acercar el comportamiento de la red a la salida deseada, se lo conoce como época.

La red utilizada es un perceptron multicapa, con algoritmo de entrenamiento *backpropagation*. En la primera prueba se utiliza una red con ocho neuronas en la capa de entrada, ocho en la capa intermedia y una en la capa de salida. La primera capa tiene función de activación tipo tansing, la segunda logsing y la de salida purelin.

Además de la configuración, es importante definir otros parámetros, como el número de iteraciones en cada sesión de entrenamiento, la cantidad de épocas de entrenamiento, y el error máximo permitido. Cuando el error llega al valor deseado se dice que la red aprendió el patrón presentado. Por último, con la red resultante, se realiza un proceso de verificación, el cual puede ser hecho con un conjunto de datos similares a los de entrenamiento, pero no los mismos.

Es importante mencionar que se realizó una comparación entre los algoritmos que Matlab tiene para entrenamiento. Esto con el fin de seleccionar al más adecuado para la aplicación. El resultado es que los

denominados “trainlm” y “trainbfg” resultan con el error más bajo, como se presenta en los resultados de la tabla 1. Además del error que entregado, otros parámetros para la selección del algoritmo es el número de épocas y el tiempo que tarde en entrenar.

Tabla 1. Comparación de algoritmos.

Algoritmo	Error	Algoritmo	Error
Trainlm	0,105	trainrp	0,146
Trainbfg	0,120	traincgp	0,148
Trainscg	0,133	traingdx	0,187
Traincgf	0,138	traingd	0,221
Trainoss	0,139	traingdm	0,226
Traincgb	0,140	traingda	0,231

La segunda prueba consiste en cambiar las funciones de activación en cada capa, para estos dos algoritmos de entrenamiento, como se presenta en la tabla 2. Téngase en cuenta que se modifica la cantidad de neuronas por capa, además que en la capa de entrada e intermedia se ensaya con las funciones tansing y logsing, mientras que la de salida es purelin siempre.

Tabla 2. Comparación de configuraciones de red.

Algoritmo	Configuración de la red			Error
	Capa de entrada 7 neuronas	Capa intermedia 5 neuronas	Capa de salida 1 neurona	
Trainlm	tansing	tansing	Purelin	0,1136
Trainbfg	tansing	tansing	purelin	0,1226
Trainlm	tansing	logsing	purelin	0,1186
Trainbfg	tansing	logsing	purelin	0,1231
Trainlm	logsing	tansing	purelin	0,1186
Trainbfg	logsing	tansing	purelin	0,1261
Trainlm	logsing	logsing	purelin	0,1241
Trainbfg	logsing	logsing	purelin	0,1293

Aunque la diferencia, en cuanto a error, no es grande, de la tabla 2 puede afirmarse que el algoritmo “trainlm” presenta errores más bajos que el algoritmo “trainbfg”. Además, puede concluirse que la función de activación a seleccionar debe ser la “tansing”. El orden en que se está configurando la red no es obligatorio, por ejemplo, antes de definir las funciones de activación se puede experimentar con el número de neuronas por capa. Los resultados durante los entrenamientos de la red demuestran que solo la práctica y el conocimiento de los datos que se quieren aprender son los que definen la secuencia de ajuste de la red.

En este momento se considera que se han definido las funciones de activación, y se prueba con la cantidad de neuronas por capa; como una prueba adicional, se adicionan capas intermedias, y se repite el proceso de entrenamiento, con el objetivo único de reducir el error. Uno de los resultados que deben ser consignados tiene que ver con que el aumento de capas intermedias mejora el comportamiento de la red. El inconveniente está relacionado con el tiempo de entrenamiento, que es mayor; sin embargo, no se considera a este tiempo como

parámetro decisivo en la selección de la red, dado que la red trabaja fuera de línea.

Una de las configuraciones con mejores resultados tiene cinco capas, cada una con 7, 20, 20, 5, y 1 neuronas, respectivamente. El error resultante es de 0,033, que es unas tres veces menor a los alcanzados en la tabla 1. De esta manera se entiende que la secuencia de ensayos y modificaciones a la red es apropiada. Aunque el error es un parámetro que informa la calidad del aprendizaje de la red, resulta más precisa la información que se observa en la figura 4. En ella se compara la superficie de medición, con lo que entrega la red a duplas de entrada, en los rangos de trabajo.

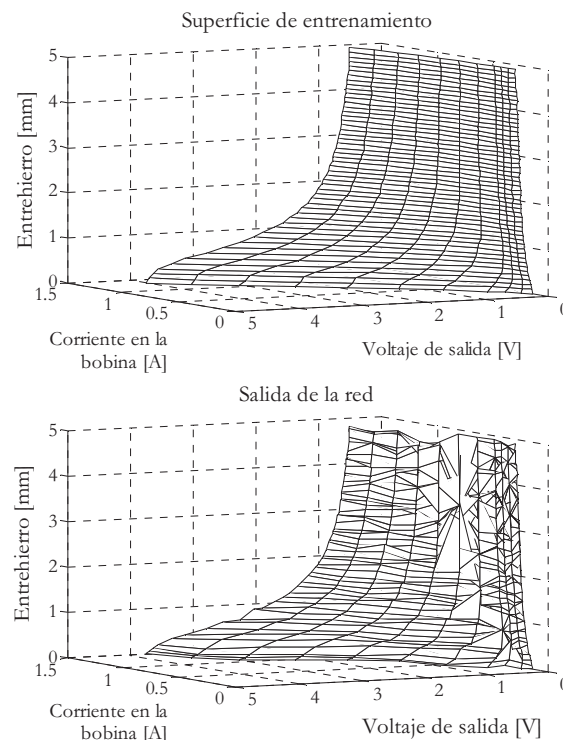


Figura 4. Resultado del entrenamiento de la red. Superior, datos reales. Inferior, respuesta de la red.

Aunque la superficie en la parte inferior de la figura 4 tiene características que la hacen similar con la superficie que debe aprender, y que el error general de la red es bajo, al observar punto a punto se encuentra que la diferencia puede llegar incluso a los 2 mm, lo cual es inaceptable, dado que el rango de trabajo del sensor es de 5 mm. Otros cambios sobre la estructura de la red no logran mejorar el comportamiento general, por lo cual se decide utilizar una estructura distinta.

5. ENTRENAMIENTO DE UNA RED RECURRENTE

Dado que el perceptron multicapa no alcanza el comportamiento deseado, en esta sección se prueba una red perceptron multicapa recurrente. Esta tiene en cuenta valores de salida anteriores, los cuales son realimentados

como entradas adicionales de la red; de esta manera se espera que la red no presente los saltos que tiene en la figura 4, sino que se suavice, con lo cual puede acercarse más a la superficie deseada. Una de las pruebas iniciales realimenta cinco instantes de cada entrada; en ella, además, se utilizan tres capas, con 10, 10, y 1 neuronas. El resultado del entrenamiento es un error de $2e-5$, y error máximo de $\pm 0,15$ mm, lo cual es más de diez veces menor que la red perceptron multicapa de la sección anterior.

En este punto puede pensarse que la red recurrente es la solución al problema; sin embargo, una prueba más rigurosa muestra que es necesario hacer ajustes. El ensayo consiste en darle a la red neuronal, como datos de entrada, valores para los cuales no fue entrenado, pero que forman parte de la superficie que debe aprender, esto es, valores intermedios. El resultado en la figura 5 demuestra que la red funciona bien para los datos que fue entrenada, pero aún no puede afirmarse que está generalizando. La red con la cual se obtiene la curva en la figura 5 tiene 10 neuronas en la capa de entrada, 10 en una capa intermedia, y 1 en la capa de salida. Los puntos en donde la respuesta de la red coincide con el ideal, son los valores con los cuales se entrena. A izquierda y derecha de este punto, el error aumenta.

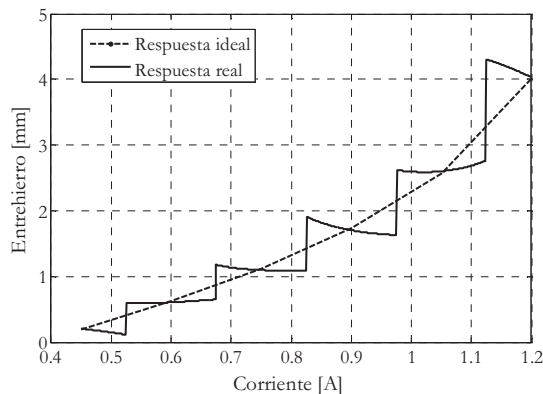


Figura 5. Respuesta de la red en un rango análogo.

En la figura 5 solo está una porción del comportamiento, por facilidad para interpretar los datos; sin embargo, el resultado es el mismo para cualquier dupla de entrada. La manera de mejorar el desempeño de la red es haciendo que los datos de entrenamiento estén lo suficientemente cerca para garantizar que el máximo error está en un valor dado. En lugar de tomar los datos cada medio milímetro, se hacen variaciones cada $100 \mu\text{m}$. En cuanto a la corriente se divide el rango de entrada, el cual va de 0,13 a 1,45 A, en 27 pasos, es decir, con intervalos cercanos a 49 mA.

El resultado del entrenamiento de la red con esta malla nueva de valores es un error promedio de $7,63e-6$, y al medir los errores puntuales, de la forma expuesta en la figura 5, el error máximo es de $\pm 0,15$ mm. Así, se considera que la red neuronal ha sido entrenada, y que los resultados pueden ser utilizados en la medición del entrehierro del sistema bobina placa.

6. DESCRIPCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SENSOR

Al realizar las pruebas de funcionamiento del sensor indirecto, incluido el trabajo de la red neuronal, se observa que el sensor actúa de manera adecuada cuando la corriente es menor a 200 mA. Para valores mayores de corriente, la salida del sensor resulta no ser un valor repetible, esto es, que al mismo valor de entrehierro, a una misma corriente, se obtienen valores de voltaje en el sensor diferentes. Con el fin de entender este comportamiento se adquieren datos de voltaje del sensor y entrehierro a 500 mA de corriente en la bobina. Se comienza con el entrehierro en cero, y se aumenta hasta 5 mm, y durante el desplazamiento se toman datos; luego se realiza el proceso en el sentido inverso. El resultado es que la curva recorre caminos distintos, lo cual se entiende como la histéresis del comportamiento. Este efecto es apreciable cuando el entrehierro es menor a 3 mm, como se presenta en la figura 6. La saturación en el núcleo provoca que no se recorra la misma curva en la relación voltaje en el sensor a entrehierro, cuando se aumenta el entrehierro, o cuando se disminuye.

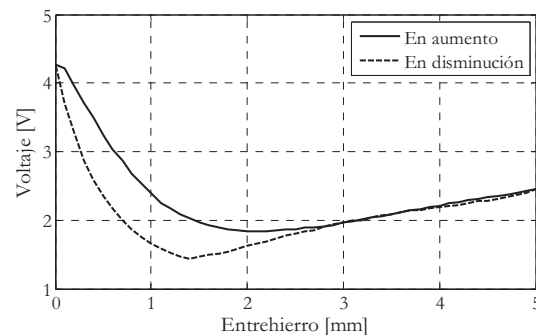


Figura 6. Histéresis en el núcleo de la bobina.

La histéresis implica que al mismo valor de entrehierro para una misma corriente, puedan obtenerse varios valores de voltaje de salida, en función de la historia de cambio del entrehierro. Además, la curva en la figura 6 no puede considerarse como una función matemática, puesto que no es inyectiva, por tanto no es invertible. Enseguida se repiten las mediciones presentadas en la figura 6, pero para corrientes distintas, de lo cual se llega a determinar que la diferencia más alta, entre el valor de entrehierro que el sensor debe indicar y el que en realidad entrega es de $\pm 0,7$ mm. También debe mencionarse que el efecto de la histéresis es despreciable para corrientes inferiores a 200 mA, rango en el cual el error por histéresis no supera $\pm 0,1$ mm.

La visualización de la posición se hace en Labview, por lo cual el resultado de la red neuronal, en Matlab, es retornado a Labview. En este último programa se permite al usuario establecer las condiciones de operación del sensor, tales como el intervalo de tiempo de muestreo de la tarjeta PCI de National Instruments, y el cambio de la visualización de la señal senoidal; asimismo el tipo de

filtro, el orden y sus frecuencias de corte. También es posible ver en una curva el cambio de la posición en una ventana de 3 s, los cuales pueden ajustarse.

El propósito de la aplicación expuesta es que la salida del sensor indirecto sirva para cerrar el lazo de control del sistema bobina, para que este mantenga un valor de entrehierro, para ello no es suficiente con que el sensor indique la posición, sino que además esta señal debe darse en tiempo real, es decir, que el intervalo de tiempo desde que se adquiere una lectura de voltaje y corriente hasta que esta se traduce y puede ser utilizada como posición debe ser mucho menor a las constantes de tiempo del sistema a controlar. Un intervalo de tiempo estándar para el proceso de levitación magnética es 1 ms, ver [4], aunque se encuentran aplicaciones que llevan ese tiempo hasta los 2 ms, luego de lo cual no es posible para un algoritmo de control corregir al sistema para mantenerlo en un valor estable, porque la señal de realimentación que se le da al controlador está desactualizada.

La constante de tiempo de la bobina es una característica desfavorable si se quiere utilizar el montaje expuesto en levitación, donde las bobinas tienen un valor de inductancia alto, en relación con la resistencia interna, por lo cual las constantes de tiempo, $5L/R$, son valores que pueden ser cercanos o mayores al segundo. Esto hace que el método de auto sensado no sea adecuado para el control de los sistemas de levitación magnética, por sí solo. El tiempo que tarda el voltaje de corrección del controlador en convertirse en un valor constante de corriente es sencillamente demasiado. Una solución a este inconveniente es utilizar un lazo de control sobre la corriente, como se expone en [2].

El tiempo de respuesta del sensor con el cual se experimenta es de 300 ms, de los cuales 100 ms se deben al procesamiento de los datos, incluido el filtro digital, 40 ms se deben a la tarjeta de captura y acondicionamiento y el resto se debe al transitorio de la bobina. Dependiendo de la constante de tiempo, el intervalo de muestreo puede llevarse hasta 150 ms; sin embargo, este tiempo puede ser reducido, por ejemplo, si se realiza toda la adecuación y la red neuronal en un solo programa.

7. CONCLUSIONES

La red neuronal tipo perceptron multicapa recurrente es la adecuada para la aplicación, en la cual debe aprenderse un patrón con dos variables de entrada, de las cuales se almacenan y presentan como entradas adicionales los valores de cinco instantes anteriores. La mejor combinación se logra con 10 neuronas en la capa de entrada, 10 en la intermedia, y una de salida. En esta aplicación se llega a una precisión de 0,1 mm.

La variación de la inductancia, y por tanto de la medición indirecta, no solo depende de variaciones en la señal inyectada, sino que además es función del voltaje de control, utilizado para indicar el valor de fuerza en el

sistema, el cual se traduce, primero, en corriente en la bobina. Es por esto que el sistema está caracterizado por una superficie, en lugar de ser una curva.

El método de auto sensado puede implementarse apropiadamente para la medición de entrehierro, de manera directa, cuando el tiempo de actualización requerido es superior al que permite el transitorio de corriente. También, en levitación magnética, implementando un lazo de control de corriente, el cual hace que el tiempo de actualización disminuya hasta donde se considere necesario. El efecto de histéresis presentado por el sistema bobina placa, el cual es función de la corriente, genera errores en la medición de posición, lo cual impide la aplicación del sensor a corrientes superiores a 200 mA, en el caso de la bobina con que se realizan las mediciones en este artículo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Baranowski J., Piątek P., 2008. Nonlinear dynamical feedback for motion control of magnetic levitation system. En: 13th International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE-PEMC 2008), pp. 1446-1453.
- [2] Kato Y., Yoshida T., Ohniwa K., y Miyashita O., 2005. A Self-Sensing Active Magnetic Bearing with Zero-Bias-Current Control. En: EpE2005 - Dresden, ISBN: 90-70815-08-5, pp. 1-9.
- [3] Krishnamurthy M., Chaddha N., y Fahimi B., 2006. Sensorless Estimation of Airgap in a Magnetically Levitated (MagLev) System. En: IEEE ISIE 2006, July 9-12, Montreal, Quebec, Canada, pp. 2566-2570.
- [4] Rairán, D., 2007. Análisis de sistemas dinámicos y control PID, Fondo de publicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Primera edición, Bogotá D.C., pp. 357-412.
- [5] Rairán, D., 2003. Levitación magnética alternativa para el transporte de pasajeros, Fondo de Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., pp. 13-19.
- [6] Shing-Jen W., Cheng-Tao W., and Yen-Chen C., 2008. Neural-Fuzzy Gap Control for a Current / Voltage-Controlled 1/4-Vehicle MagLev System. En: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 9, No. 1, March, pp. 122-136.
- [7] Sivadasan K., 1996. Analysis of Self-Sensing Active Magnetic Bearings Working on Inductance Measurement Principle. En: IEEE Trans. Magn., Vol. 32, No. 2, pp. 329-334.
- [8] Ulbig A., Olaru S. y Dumur D., 2008. Explicit Model Predictive Control for a Magnetic Levitation System. En: 16th Mediterranean Conference on Control and Automation Congress Centre, Ajaccio, France. June 25-27, pp. 1544-1549.
- [9] Vischer D. y Bleuler H., 1993. Self-Sensing Active Magnetic Levitation. En: IEEE Trans. Magn., Vol. 29, No. 2, pp. 1276-1281.
- [10] Yasuyuki S., Hisakazu N., Hitoshi K., Hirokazu N., 2007. Robust Nonlinear Adaptive Control for the Magnetic Levitation System. En: Mediterranean Conference on Control and Automation, July 27-29, 2007, Athens - Greece, pp. 1-6.

Aplicación de Algoritmos de Optimización de Funciones No Lineales en Problemas de Mecánica de Fluidos. Un enfoque desde la complejidad

Wilson RODRÍGUEZ CALDERÓN

Programa de Ingeniería Civil
Universidad de La Salle
Bogotá, Colombia

Myriam Rocío PALLARES MUÑOZ

Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás
Bogotá, Colombia

Resumen

El artículo presenta una comparación entre los métodos de búsqueda (Método de Fibonacci y Sección Dorada) y los métodos de aproximación o de estimación de puntos (Método de Powell, Métodos DSC-Powell y Método de la Media Aritmética). Dicha comparación se realiza a nivel de resultados y de un índice de costo computacional denominado NEFO (número de evaluaciones de la función objetivo). El caso particular en el que se prueban los diferentes métodos corresponde al estudio de un problema de mecánica de fluidos relacionado con el equilibrio de compuertas en el que se busca encontrar el ángulo máximo de la compuerta para mantener un equilibrio estable. Este problema presenta como ventaja la posibilidad de solución analítica que sirve como referente para calcular porcentajes reales de variación y de esta manera validar los resultados.

Palabras Clave: Optimización, Métodos de Búsqueda de Funciones de Variable Simple, Métodos de aproximación polinomial o estimación de puntos, Equilibrio de Compuertas, GNUPLOT, OCTAVE.

1. Introducción

Cuando se quiere minimizar o maximizar una función existen diversas formas de hacerlo a través de métodos gráficos y analíticos, sin embargo, estos pueden ser algo imprecisos o tediosos respectivamente, además en muchos casos suelen ser poco prácticos, por tanto se recurren a técnicas numéricas de optimización que permitan hallar máximos y mínimos locales con cierta eficacia. Dentro de estas técnicas se encuentran dos grandes familias de métodos: los de Búsqueda (Método de Fibonacci y Sección Dorada o Áurea, Entre otros) y los basados en técnicas de aproximación o estimación de puntos (Método Cuadrático, Método Cúbico, Método Davies, Swam y Campey – DSC, Método Powell de Interpolación cuadrática, DSC-Powell, Método de Media Aritmética) [4].

El artículo aborda la comparación entre los métodos mencionados a nivel de resultados y de un índice de costo computacional denominado NEFO (número de evaluaciones de la función objetivo). El caso particular de estudio corresponde al problema de equilibrio de compuertas en el que se busca encontrar el ángulo máximo de la compuerta para mantener equilibrio estable.

2. Marco Teórico

El primer método de estudio es el método de la sección dorada o sección áurea. Se basa en la regla del mismo nombre. Esta regla plantea la división de un intervalo S en dos intervalos desiguales ($S_1 > S_2$) que cumplen las siguientes proporciones: la razón del más pequeño (S_2) al más grande (S_1) es a la razón entre el más grande (S_1) y el intervalo a dividir (S) (ver Fig. 1). Matemáticamente esto se escribe en términos de la expresión (1).

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{S_1}{S} \quad (1)$$

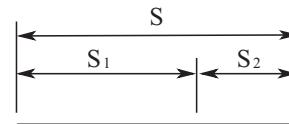


Fig. 1: Regla de la Sección Dorada aplicada al método del mismo nombre

Pero sabemos que,

$$S = S_1 + S_2 \quad (2)$$

Si se reemplaza (2) en (1) y se simplifica se obtiene la expresión:

$$\left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2 + \frac{S_2}{S_1} = 1 \quad (3)$$

Sustituyendo $C = S_2/S_1$ en (3), tenemos que,

$$C^2 + C = 1 \quad (4)$$

La solución positiva de (4) es $C = 0.6180$. Al aplicar esta regla en la búsqueda, el intervalo de incertidumbre se reduce por el valor de la constante $C = 0.6180$. Las fronteras de la región de búsqueda inicial pueden denotarse por b_l para el límite inferior y b_u para el límite superior. Por tanto, el intervalo de incertidumbre para la búsqueda, I está dado por,

$$I = b_u - b_l \quad (5)$$

Teniendo este intervalo se localizan dos nuevos puntos empleando la regla de la sección dorada como se muestra en la fig. 2. De allí se obtiene,

$$x_1 = b_u - C * I \quad (6)$$

$$x_2 = b_l + C * I \quad (7)$$

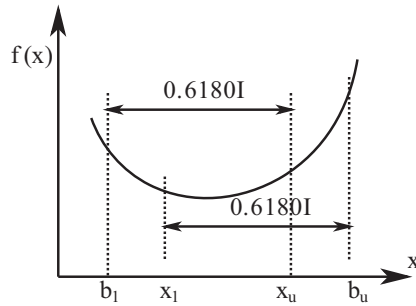


Fig. 2: Método de búsqueda de la Sección Dorada

Con $C=0.6180$. Ahora es necesario evaluar la función en los puntos x_1 y x_u para decidir cuál es la nueva región de búsqueda. El criterio usado para minimizar (lo contrario si se quiere maximizar) compara el valor de la función en los puntos mencionados, luego si $f(x_1) < f(x_u)$ la búsqueda queda confinada dentro de región a la derecha de $x=x_1$ (región $[x_1, b_u]$), y en caso contrario, la región de confinamiento se encuentra a la izquierda de $x=x_u$ (región $[b_l, x_u]$). Esto redefine el intervalo de incertidumbre para la búsqueda I , y por tanto los valores de x_1 y x_u . Se vuelve a aplicar el criterio para la eliminación de regiones y así sucesivamente hasta que se cumpla cierto nivel de tolerancia respecto al error absoluto o relativo de la solución [8] [9].

Por su parte, en el método de eliminación de regiones de Fibonacci, el intervalo de búsqueda se reduce de acuerdo a la serie que se atribuye a Leonardo Pisano Fibonacci, un matemático del 1200 de nuestra era.

La propiedad de los números de Fibonacci es que, dados dos números consecutivos F_{n-2} y F_{n-1} , el tercer número se calcula usando la regla de la expresión (8).

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2} \quad (8)$$

Donde, $n = 2, 3, 4, \dots$

Los primeros números de Fibonacci son: $F_0=1$, $F_1=1$, $F_2=2$, $F_3=3$, $F_4=5$, $F_5=8$, $F_6=13$ y así sucesivamente.

Los números de Fibonacci pueden usarse para crear un algoritmo de búsqueda que requiera sólo una evaluación de la función objetivo en cada iteración. El principio de la búsqueda de Fibonacci consiste en que, de dos puntos requeridos para el uso de la propiedad de eliminación de regiones uno es siempre el punto previo y el otro punto es nuevo. Por ende, sólo se requiere una evaluación de la función en cada iteración [7].

En la iteración k , se eligen dos puntos intermedios, cada uno de los cuales está a una distancia L_k^* de cada extremo del espacio de búsqueda ($L=b-a$). Cuando la propiedad o criterio de eliminación de regiones elimina una porción del espacio de

búsqueda, el espacio de búsqueda restante es L_k . Definiendo

$L_k^* = (F_{n-k+1}/F_{n+1})/L$ y $L_k = (F_{n-k+2}/F_{n+1})/L$ se puede mostrar que,

$$L_k - L_k^* = L_{k+1}^* \quad (9)$$

Esto significa que uno de los dos puntos usados en la iteración k se mantiene como uno de los puntos de referencia en la iteración $(k+1)$.

Es necesario tener en cuenta las siguientes observaciones:

- La función a optimizar debe ser unimodal en el intervalo inicial de búsqueda.
- Este método no puede localizar el óptimo exacto del problema.
- Debe especificarse el número de iteraciones a efectuar o una tolerancia.

Con la búsqueda de Fibonacci, el intervalo se reduce a,

$$\frac{2}{F_{n+1}} xL \quad (10)$$

Nótese que debe calcularse la serie de Fibonacci hasta $N+1$ al usar este método.

Por otra parte, existen los métodos de aproximación o estimación de puntos, que pueden describirse comenzando por el método de interpolaciones cuadráticas sucesivas de Powell [6].

El método de Powell consiste en aplicar la búsqueda cuadrática

usando tres puntos: x_1, x_2, x_3 , y calcular $\bar{x}$, el cual se estima del mínimo de la función y depende únicamente de los tres puntos elegidos (x_1, x_2, x_3). De entre los cuatro puntos utilizados por el

método ($x_1, x_2, x_3, \bar{x}$), se retienen los tres mejores y se obtiene una nueva función interpolada $q(x)$. El procedimiento continúa hasta que dos estimaciones consecutivas se encuentran muy cerca entre sí.

Aunque el artículo, no usa de manera directa el método de Davies, Swann, y Campey (DSC), si se implementa un híbrido para el cual se utilizan las estrategias del método DSC y Powell, por tanto, se hace necesario describir algunos aspectos importantes del método DSC.

El método DSC, combina la filosofía de los métodos de aproximación y los métodos de búsqueda. La búsqueda de los tres puntos necesarios para aproximar la función con una cuadrática parte de un punto inicial con un paso Δx . El paso siguiente consiste en doblar el tamaño del paso Δx hasta que el punto del mínimo es sobrepasado, esto puede detectarse cuando la función comienza a incrementar su valor, en este instante, la dirección de búsqueda debe invertirse y el valor absoluto del paso actualizado corresponde a la mitad del paso calculado cuando se da el sobrepaso del mínimo. De este último movimiento resultan cuatro puntos, de los cuales se descarta el de valor más alto de función y se prosigue la búsqueda hasta alcanzar el mínimo. La fig. 3 ilustra el proceso de manera gráfica.

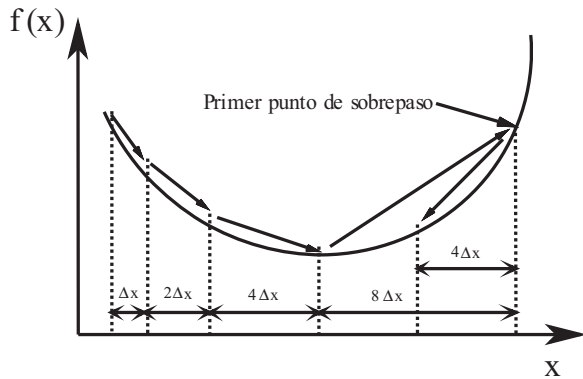


Fig. 3: Método de Interpolación de Davies, Swann, y Campey - DSC.

El método DSC-Powell no requiere que el óptimo este encerrado como en el de Powell. El método DSC converge más rápidamente al mínimo debido a que continuamente dobla el tamaño de paso, por otro lado, se sabe que el método de Powell es superior al método DSC en términos de la rata convergencia, pero como se dijo se debe mantener encerrado el mínimo, por tanto, se combinan las ventajas de los dos métodos obteniendo un método donde se busca encerrar el mínimo usando el método DSC para luego localizar el mínimo mediante el método de Powell [4].

Los métodos descritos hasta ahora tienen ciertas desventajas. Por ejemplo, el método de la sección dorada tiende a alcanzar la solución requerida sin ninguna relación con la función objetivo a ser optimizada. También debido a que los métodos basados en interpolación cuadrática y cúbica son métodos de ajuste curvo, producen resultados insatisfactorios para ciertas funciones.

Para superar estos problemas, Rao y Subbaraj (1988) introdujeron tres poderosos esquemas que emplean la media de un conjunto dado de números: la media aritmética, la media geométrica y la media armónica. Estos métodos son esencialmente los mismos y hacen uso de la propiedad unimodal de la función y la función actual en lugar de aproximar a la función.

Por ejemplo, el método de la media aritmética minimiza el tamaño del paso en dos fases. La primera, establece tres puntos que se unen en el intervalo de incertidumbre del mínimo y su media. La segunda, determina el punto mínimo y su media usando los tres puntos establecidos en la primera.

3. Resultados

Para probar la efectividad de los métodos, se trata un problema clásico de mecánica de fluidos en el que se determina el ángulo máximo para el que una compuerta bajo cierto nivel de fluido mantiene un estado de equilibrio estable. Para la solución analítica del problema se recurre a planteamientos clásicos de estática de fluidos y cálculo, posteriormente se determina la solución numérica con los diferentes métodos de optimización descritos y se evalúa la complejidad de cada uno de ellos mediante el parámetro NEFO.

En los dos primeros métodos de búsqueda (Sección áurea y Fibonacci) se presenta una interesante comparación de la curva de convergencia.

3.1 Problema de Equilibrio de una Compuerta y su Solución Analítica

El caso de estudio está inspirado en fundamentos propios del clásico libro de mecánica de fluidos de Streeter y Wylie [10]. Una compuerta plana de longitud normal al plano unitaria (fig. 4) de 2000 N de peso y centro de gravedad ubicado a 2 m de la articulación en el punto de rotación O. Se desea encontrar el ángulo $\phi_{\max}$ con el que la compuerta mantiene equilibrio estable.

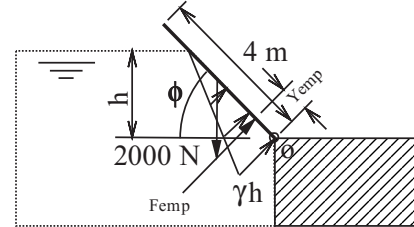


Fig. 4: Esquema de fuerzas para el equilibrio de la compuerta

Se inicia planteando un balance de momentos respecto al punto O,

$$\sum M_o = 0 = -F_{emp} * Y_{emp} + 2000 * 2 * \cos \phi \quad (11)$$

Dado que, Y_{emp} y F_{emp} son iguales a la localización del centroide y el volumen del prisma de presión respectivamente se tiene que,

$$F_{emp} = \frac{\gamma h l}{2} \quad , \quad Y_{emp} = \frac{h}{3 \sin \phi} \quad (12)$$

Sabiendo que la longitud ($l=4$), reemplazando (12) en (11) y realizando simplificaciones y transposiciones de términos se obtiene h como función de ϕ ,

$$h = \sqrt[3]{2.447 \sin^2 \phi \cos \phi} \quad (13)$$

Al graficar la función (fig. 5 obtenida usando el software libre de graficación GNUPLOT) puede verse que posee un máximo contenido entre $\phi=50^\circ$ y $\phi=60^\circ$ aproximadamente, por tanto el $\phi_{\max}$ puede determinarse analíticamente derivando la función h con respecto a ϕ e igualando a cero,

$$\frac{1}{3} (2.447 \sin^2 \phi \cos \phi)^{-2/3} \sqrt[3]{2.447} [2 \sin \phi \cos^2 \phi - \sin \phi] = 0 \quad (14)$$

De (14) se deduce que el término en corchetes debe ser igual a cero, por tanto, si se realizan las manipulaciones algebraicas pertinentes y usando la identidad $\sin 2\phi = 1 - \cos 2\phi$, se obtiene el ángulo ϕ que hace que h sea máximo bajo condiciones estables,

$$\cos \phi = \sqrt{\frac{1}{3}} \quad , \quad \phi_{\max} = 54,735610317245 \quad (15)$$

El problema es muy útil para el análisis de la complejidad de los métodos de optimización, por cuanto se tiene un valor de referencia analítico que permite obtener porcentajes de error sobre la solución obtenida con los diferentes métodos.

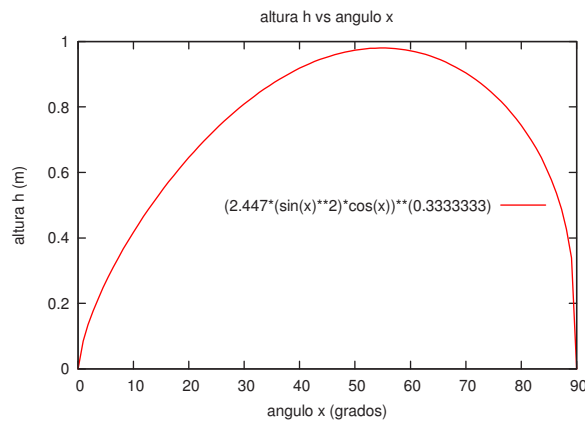


Fig. 5: Altura (h) nivel de agua Vs. Ángulo de la compuerta (x)

3.2 Solución del Problema de Equilibrio de una Compuerta por Técnicas de Optimización

Se emplearon tanto métodos de búsqueda (Sección Áurea, Fibonacci), como métodos de aproximación o estimación de puntos (Powell, DSC-Powell, Media Aritmética).

El desarrollo de los códigos de cada uno de los métodos es llevado a cabo empleando el Sistema de Álgebra Computacional “CAS” libre OCTAVE. El artículo destaca el desarrollo de códigos propios adaptados a las necesidades de docencia e investigación en el medio local. En el caso del problema solucionado mediante técnicas numéricas de optimización es necesario evaluar la complejidad de los algoritmos, para esto se incorporan directamente contadores que determinan el número exacto de evaluaciones de la función objetivo requeridas para llegar a cierto nivel de tolerancia.

El costo computacional indudablemente está altamente influenciado por el número de evaluaciones de la función objetivo (NEFO) dado que, en términos generales, se busca minimizar o maximizar una función de cierta complejidad en cuanto a número de operaciones y tipo de funciones básicas comprometidas (funciones exponenciales, logarítmicas, trigonométricas, entre otras). Se hacen diferentes pruebas cambiando el paso y determinando su incidencia en el indicador NEFO y en el resultado del punto donde se presenta el máximo de la función altura (h).

Dado que los algoritmos investigados originalmente han sido formulados para la minimización de funciones y que el problema a resolver consiste en la maximización de la función altura (h), se realiza una modificación simple y clásica en optimización que consiste en cambiar el signo de la función original y con ello poder usar los métodos para obtener el $\phi_{\max}$ reportado como $X_{\min}$ en las salidas de los códigos desarrollados (solamente los métodos de búsqueda de Fibonacci y Sección Dorada fueron adaptados para resolver el problema de maximización de una función).

De manera preliminar se comparan los dos métodos de búsqueda estudiados (Sección Dorada y Fibonacci). Esta operación se realiza calculando el error relativo de la solución en cada iteración y graficando la curva de convergencia (fig. 6).

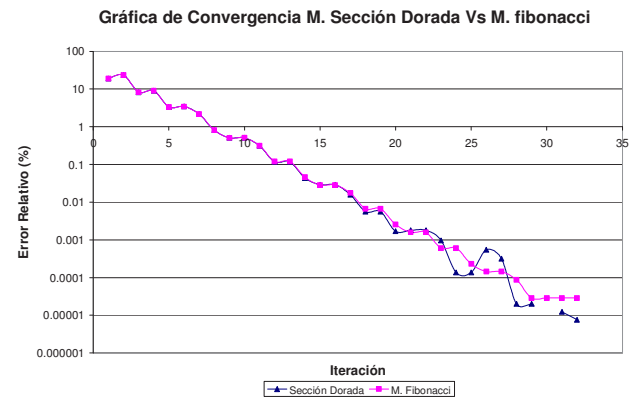


Fig. 6: Convergencia de los Métodos de Fibonacci y Sección Dorada, en escala semilogarítmica

Resulta interesante observar la forma en que las curvas de convergencia de los métodos de Sección Dorada y Fibonacci coinciden en las primeras dieciséis iteraciones de manera aproximada. No obstante, Fibonacci presenta menos oscilaciones en las iteraciones finales, que genera más estabilidad en la solución y que finalmente se obtenga un resultado ligeramente mejor. La pendiente de las curvas es similar y ello puede sugerir que ambos métodos presentan una convergencia similar, además, tiende a ser lineal.

En las tablas 1 y 2, se presenta la evaluación del costo computacional de los algoritmos empleando el parámetro NEFO y los resultados obtenidos para $X_{\min}$.

Tabla 1: Evaluación del costo computacional de los algoritmos para diferentes pasos mediante el NEFO

Método	PASO	NEFO
Sección Dorada	---	29
Fibonacci	---	29
Powell	0.5	56
Powell	0.3	35
Powell	0.1	42
Powell	0.05	42
DSC-Powell	0.5	24
DSC-Powell	0.3	26
DSC-Powell	0.1	27
DSC-Powell	0.05	28
Media Aritmética	0.5	14
Media Aritmética	0.3	14
Media Aritmética	0.1	16
Media Aritmética	0.05	17

Los resultados de la tabla 1 llevan a colegir que los algoritmos de búsqueda: sección Dorada y Fibonacci, presentan un mayor NEFO que los algoritmos de aproximación, a excepción del método de Powell. A su vez se observa que el Método de Fibonacci y el de Sección Dorada llegan a resultados similares bajo el mismo valor del índice NEFO, sin embargo, debe tenerse en cuenta que en el método de Fibonacci es necesario calcular y almacenar los números del mismo nombre lo que agrega mayor complejidad al algoritmo; este detalle hace que en general el método de Fibonacci tenga un mayor costo computacional que la Sección Dorada. Por otra parte, entre los

métodos de aproximación el de mayor costo computacional es el método de Powell, seguido por el método DSC-Powell y finalmente el método de la media aritmética.

El método de Powell exhibe un comportamiento interesante del NEFO. Puede observarse que un paso pequeño de 0.05 genera una reducción significativa del NEFO respecto al valor obtenido con un paso diez veces mayor. El Método DSC-Powell revela una reducción importante del NEFO con respecto al método Powell. Además, se observa que el tamaño del paso no tiene una incidencia importante en el NEFO. Por último, el método de la media aritmética presenta mejoras importantes con respecto a sus predecesores y además muestra que la reducción en el paso no incide de manera sustantiva sobre el NEFO. Es importante acotar a este nivel, que las pruebas se realizaron tomando en todos los casos como punto de partida el valor de cero y que la tolerancia especificada sobre el error absoluto de la solución tomó un valor de 1×10^{-6} .

Tabla 2: Evaluación del resultado obtenido con los algoritmos para un paso adecuado de 0.05 en el caso de los métodos de Powell, DSC-Powell y Media Aritmética. (Tolerancia = 1×10^{-6})

Método	X _{min} Numérico	X _{min} Grados	% Variación
Sección Dorada	0.95531749	54.735660	0.000090990
Fibonacci	0.95531677	54.735619	0.000015853
Powell	0.95502128	54.718689	0.030915209
DSC-Powell	0.92431440	52.959314	3.245229648
Media Aritmética	0.95552507	54.747554	0.021820187

En la tabla 2 se observa que los mejores resultados para el nivel de tolerancia especificado los consiguen los métodos de búsqueda de Fibonacci y Sección Dorada, en su orden, no obstante, poseen un costo alto entre los métodos analizados. De los algoritmos de aproximación probados, el de mejor desempeño aparente es el de media aritmética; además utiliza la menor cantidad de evaluaciones de la función objetivo, que para efectos prácticos es bastante ventajoso si se tiene en cuenta que el valor del ángulo en grados no cambia significativamente respecto al valor exacto obtenido por vía analítica. Por su parte, el método DSC-Powell, aunque logra reducir el NEFO de manera importante, presenta un error que induce dudas sobre la conveniencia de usarlo en el caso de estudio; sin embargo, es conocido por investigaciones de diferentes autores de la década de los 90s que el método DSC-Powell produce los mejores resultados con el menor tiempo computacional cuando la función a optimizar es cuadrática, situación que no ocurre, si el polinomio es de grado superior ya que el método mantiene su competitividad en costo computacional pero no logra alcanzar resultados suficientemente precisos.

4. Conclusiones

El problema de estabilidad de compuertas es muy útil para el análisis de la complejidad de los métodos de optimización evaluados, por cuanto se tiene un valor de referencia analítico que permite obtener porcentajes de error sobre la solución obtenida con los diferentes métodos; además el problema de compuertas tiene una connotación muy práctica en la contención de fluidos y estructuras hidráulicas. Por otra parte, las dos filosofías de métodos discutidas: los algoritmos de búsqueda y los de aproximación y sus híbridos, muestran

ventajas y desventajas (discutidas en los resultados). Finalmente, la lección que nos deja este análisis, es que ningún método es totalmente superior a otro y debe reconocerse los ámbitos de uso de cada uno de ellos para contar con una batería de herramientas disponibles para la solución de un rango importante de aplicaciones en ciencias e ingeniería.

Es importante destacar el impacto de los resultados obtenidos por medio de desarrollos propios implementados con Software Libre poco explorados en nuestro medio, pero de un poder de cálculo interesante para las restricciones económicas propias de la región. A partir de los desarrollos realizados en esta investigación se abre una ventana de posibilidades para futuros trabajos en la misma línea donde se exploren las alternativas de uso de CAS libre en modelos de optimización aplicados en Ciencias e Ingeniería.

5. Referencias

- [1] C. Onwubiko, Mathematical model for setting up a CAD/CAM laboratory, Annual Central Texas Engineering Conference; CAD/Cam, The University of Texas at Austin, July 19-21, 1984.
- [2] C. Onwubiko, Foundations of computer aided design, St Paul, Minn.: Westt, 1989.
- [3] J. H. Mathews, K. D. Fink, Métodos Numéricos con Matlab, Madrid: Pearson, 2000, pp. 433-438.
- [4] M. J. D. Powell, An efficient method for finding the minimum of a function of several variables without calculating derivatives." Computer Journal, vol. 7, pp. 155-162, 1964.
- [5] Manual GNU Octave, USA: Edition 3, 2007.
- [6] M. V. C. Rao, P. Subbaraj, New and efficient one-dimensional search schemes for optimization." Engineering Optimization, vol. 13, pp. 293-305, 1988.
- [7] M. V. C. Rao, P. and Subbaraj, On the Performance of one-dimensional search schemes for optimization." Engineering Optimization, vol. 16, pp. 191-204, 1990.
- [8] R. Fletcher, Practical Methods of Optimization: Unconstrained Optimization, vol. I. New York: Wiley, 1960.
- [9] S. C. Chapra, R. P. Canale, Métodos numéricos para ingenieros, México: McGraw-Hill, 2007, pp. 364-375.
- [10] S. Víctor, W. E. Benjamín, Mecánica de los Fluidos México: McGraw-Hill, 1998, pp. 25-63.

6. Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad de La Salle e Universidad Santo Tomás, por el apoyo brindado en la actividad investigativa de los profesores adscritos a los grupos CIMON y SICON que participan en esta publicación.

7. Biografías

Myriam Rocío Pallares Muñoz: Ingeniera Civil de la Universidad Industrial de Santander, Especialista en Gerencia de Proyectos de ESING, Magister en Métodos Numéricos para Ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña. Directora e investigadora del grupo de I+D en Simulación y Control Numérico – SICON (USTA). Profesora y Coordinadora de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería Civil – USTA. Sus

áreas de interés se centran en: Métodos Numéricos Aplicados a La Ingeniería, Elementos Finitos, Optimización Aplicada a la ingeniería, Modelación Numérica de fenómenos y procesos. Email: myriampallares@usantotomas.edu.co

Wilson Rodríguez Calderón: Ingeniero Civil de la Universidad Industrial de Santander, Especialista en Gerencia de Proyectos de ESING, Magister en Métodos Numéricos para Ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña. Director e investigador del Centro de Investigación en Modelación Numérica y Desarrollo de Software CAE - CIMON (UNISALLE). Profesor Investigador del programa de Ingeniería Civil – UNISALLE. Sus áreas de interés se centran en: Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería, Elementos Finitos, Optimización aplicada a la ingeniería, Modelación Numérica de Fenómenos y Procesos, Desarrollo de Software CAE. Email: wrodriguez@unisalle.edu.co

Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática: CISCI 2010

ASPECTOS ÉTICOS APLICADOS A LA INFORMATICA

El código ético Informático

Ética, Informática y Cibernética

Mtro. José Ángel ZALDIVAR

Departamento de Ciencias Sociales y Humanidades,
Centro Universitario de los Valles Universidad de Guadalajara
Guadalajara Jalisco México

RESUMEN

Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación han atravesado todos los aspectos de la vida de las personas, cambiando la visión del mundo. En consecuencia, también se han modificado y complejizado los patrones de acceso al conocimiento y de relación interpersonal.

Se ha escrito muchísimo sobre el tema de los cambios tecnológicos, las diferentes miradas sobre la realidad y las consecuencias que estos cambios producen y producirán en el desarrollo de las ciencias y en el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario y multidisciplinario, pero su irracional uso y falta de una legislación efectiva la sociedad es mas vulnerable a sufrir algún deterioro en su patrimonio.

Actualmente, en nuestra sociedad se presenta una crisis en la utilización de las Tics, desorganización de la escala de valores, que deberían caracterizar el comportamiento cabal de un buen ciudadano, situación que merece de la preocupación de todos los ciudadanos que hacen parte de la educación formal e informal.

La informática es la tecnología más importante del siglo XXI, la cual ha revolucionando modos de pensar de todo aquellos inmersos en esta sociedad, haciendo posible lo que últimamente se está denominando como sociedad del bienestar, aunado a lo anterior de todos es conocido que estas nuevas tecnologías influyen en todos los aspectos tanto personales como sociales y estas tienen gran aplicación y auge en este nuevo milenio impactando así nuestro modo de vida¹.

Conforme la sociedad se hace más y más dependiente de la Tics, se hace también más y más vulnerable a los fallos que se produzcan, por lo cual hace necesario proponer el diseño e implementación de un código ético que regule el saber informático que este a la vista y que deben conocer los profesionales y usuarios de la informática² objetivo que persigue esta aportación.

El problema no es diseñar un código de ética que regule la conducta para los profesionales de la Informática, el problema será cumplirlo.

Palabras Claves: Ética, valores, tics, informática, código, tecnologías, cumplimiento.

INTRODUCCION

El Derecho y la Informática, lo bueno y lo malo

La Ética considerada como una ciencia normativa debido a que se encarga de regular la conducta humana y desde que los hombres conviven en sociedad, la regulación moral ha sido necesaria para beneficio colectivo

Para proponer un código de ética pero mas que nada para entender estos términos de ética³ e informática⁴, para concluir que la ética informática es la disciplina que analiza problemas éticos que son creados por la tecnología de los ordenadores o también los que son transformados o agravados por la misma, es decir, por las personas que utilizan los avances de las Tics

La relación existente entre el Derecho y la Informática se podría apreciar desde dos ópticas: si lo tomamos desde el punto de vista instrumental, hacemos referencia a la informática jurídica, pero si lo observamos como objeto del Derecho, hemos de entenderlo como Derecho Informático.⁵

La coexistencia de estas dos disciplinas funciona eficiente y eficazmente, en razón a que el derecho es ayudado por la informática; no obstante lo anterior estas deben estar sometidas a ciertas normas y/o criterios globalizados, para asegurar su cumplimiento y respeto de las pautas informáticas. Efectivamente, al surgir el derecho informático como una ciencia que surge en razón de la cibernética, como ciencia que trata la relación derecho e informática desde el punto de vista del conjunto de normas, doctrina y jurisprudencia, que van a establecer, regular las acciones, procesos, aplicaciones, relaciones jurídica, en su complejidad de la informática. Pero del otro lado encontramos a la informática jurídica que ayudada por el derecho informático hace válida esa cooperación de la informática al derecho.

La informática presenta a los usuarios, una serie de problemas relacionados con la ética y los valores tales como reconocer o pensar que es valido leer el correo electrónico de otras personas? ¿Borrar archivos de otros? ¿Utilizar softwares piratas y mas sin pagarlo? ¿Copiar información hecha por otros? ¿Se podrán instalar programas en los computadores ajenos? ¿Un empleado del poder judicial puede cambiar términos y acuerdos como le venga en gana con el PC puesto por el Estado a su disposición? Lo importante a estas preguntas es que no sólo se pueden hacer en su casa u oficina, sino que el usuario tiene el poder concreto de elegir lo que es bueno y lo que es malo y la posibilidad real de hacerlo, en muchos casos sin ver cómo afecta a otras personas con total impunidad.

De todos es conocido que en la Internet se puede hacer un sinnúmero de tropelías por ejemplo enviando correos electrónicos dudosos o armando páginas web con contenido no muy creíble. Y que decir de los famosos hackers, quienes son expertos en jugar con las nuevas tecnologías pero ignorantes del respeto a la intimidad y al derecho ajeno, he de reconocer que se podrían suscitar ciertas conductas delictivas.

Actualidad axiológica

Si bien el uso irracional y abusivo de las nuevas tecnologías de la información (TICS) se pueden tipificar como delitos, esto no salvaguarda los derechos de los afectados por algunas practicas poco deseables por lo que al hablar del uso de las tecnologías debemos tratar el asunto de los valores, por lo cual abordaremos a la axiología palabra que proviene del griego axios, que significa "valor", por lo que axiología es el estudio de los valores.

Los valores se vinculan, por tanto, a los bienes creados por el hombre, actividades orientadas por sus sentimientos, convenciones, fines, intereses y necesidades; en todos los casos, determinados por un entorno social (material y de relaciones entre hombres) específicos.

La tecnología es un valor material, en tanto la creación humana, carente de neutralidad, debe servir al bienestar de la sociedad. El desarrollo tecnológico, pese a los problemas globales actuales, no está destinado a dar fin a la existencia de la sociedad, si bien debe hacer un uso racional de sus resultados, por lo cual debemos reconocer el impacto de la ciencia y la tecnología en los valores éticos

Siempre que hablamos de impacto debemos considerar un aspecto positivo y otro negativo. En el caso específico de la ciencia y la tecnología, su impacto en la ética es positivo. Con su desarrollo se produce una ampliación del dominio ético, es decir la ética genera nuevas zonas, nuevas esferas de acción y de comportamiento humano.

En la actualidad "la ciencia proporciona un conocimiento cada vez más alto de los procesos que nos afectan y por consiguiente nos permite intervenir cada vez más con conocimiento de causa y por otra parte la tecnología nos proporciona el medio de intervenir en niveles y regiones que hasta el momento eran inaccesibles⁶.

Cuando inicia la era de la informática, y aun no estaba en boga el Internet, ninguna reflexión ética podía realizarse en estos dominios, al ampliarse la esfera de acción de las nuevas tecnologías esto es el Internet surgen nuevas situaciones, nuevos problemas, conflictos que reclaman juicios valorativos para la toma de decisiones. Entre las múltiples alternativas que se presentan, el hombre debe seleccionar la más adecuada.

Pero en las condiciones actuales el criterio de selección no puede limitarse a los beneficios que proporcionan un descubrimiento o la aplicación de una determinada tecnología. Hoy no basta simplemente con el cumplimiento del deber de ejecutar una acción tecnológica; es requisito ineludible evaluar el alcance de esta acción para considerarla responsable desde el punto de vista ético.

Por lo tanto el impacto positivo de la ciencia y la tecnología en la ética se aprecia en: la ampliación del dominio ético, la creación de nuevos problemas, el surgimiento de nuevos

valores y el modo de plantearse el problema de la determinación de las normas⁶.

La ética, en tanto ciencia que estudia la moral, nos proporciona el instrumental teórico y el fundamento necesario para establecer y evaluar las relaciones que establece el hombre. Es sistema de valores, principios y normas de comportamiento moral en la sociedad. Estas normas de comportamiento varían en correspondencia con la sociedad, clase, pero no existe una culturización de la sociedad de respetar con base a lo anterior nos dimos a la tarea de trazarnos los siguientes objetivos de la Investigación.

Analizar el comportamiento ético de los estudiantes de educación Superior de la licenciatura en sistemas de información e informática en el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS). A efecto de elaborar un Código de Ético Informático

Este trabajo esta dirigido a obtener información sobre la práctica de valores éticos en el uso de las Tics, tomando en cuenta las acciones que desempeñan al desenvolverse en el ámbito académico previendo así su formación profesional ética en el ámbito laboral profesional.

El presente estudio se engloba dentro de las investigaciones de campo, ya que los datos se recolectarán vía encuestas y entrevistas directas a los sujetos en estudios consistente en una población de estudio en virtud de las características de las variables y este grupo estará conformada por 150 estudiantes de la carrera de informática y computación hoy denominada sistemas de la información quienes su herramienta de trabajo profesional es el uso de las Tics, así como el uso constante y seguimiento de la plataforma moddle paginas de los cursos regulares en línea de la carrera de Informática y otras carreras como son Derecho , Contaduría y Administración, incluyendo 15 personas de la planta docente el caso en estudio inicia en 2009.

Metodología utilizada

Debido a que la presente investigación se realizo observando los fenómenos, a partir de las vivencias y experiencias propias de la realidad es no experimental,

Utilizaremos la metodología cualitativa ya que en este tipo de investigaciones no se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sean posibles. Así mismo, se debe hablar de entendimiento en profundidad en lugar de exactitud, se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible.

Técnica e Instrumentos para la Recolección de Datos como instrumento se consideró necesario utilizar encuestas y entrevistas, así como una guía de preguntas abiertas a efecto de obtener propuestas para elaborar el código ético.

Todo esto nos orientara y llevara a empezar desde ahora a concientizar en la todos los espacios educativos sobre la necesidad de que lo alumnos clientes potenciales del usos de las tecnologías pidan permiso antes de hacer algo con el equipo, Implementando técnicas de enseñanza a los alumnos sobre nociones clave de ética actual, de una forma práctica desde luego, que insista en el problema del conflicto ético, los resultados serían razonablemente exitosos.

Evitar los caminos cerrados, permitir que programas y

maquinaria se usen de la forma más abierta y diversa posible, pero no ilimitada, permitirá una convivencia sana, armoniosa y respetuosa. No podemos olvidar que en cierto momento de nuestras vidas, un informático tendrá que plantearse, como ya lo hacen los abogados, médicos, biólogos, y físicos, si se quiere realmente desarrollar un proyecto que claramente se va a usar para menoscabar los derechos de los internautas.

¿Como abogado informático o especialista en informática y computación con valores éticos, es loable sugerirle a su cliente que instale una puerta trasera en un navegador de manera que todas las operaciones que realice con él queden registradas, para venderlas al mejor postor o manipular datos sensibles o simplemente confidenciales, abusando del derecho a la privacidad del usuario.

Objetivos planteados en el presente trabajo

Es esencial comprometerse íntegramente a vivir al lado de la ética para que en lo particular cada uno de nosotros decidamos qué se puede y que no puede hacer,

Razón por la cual en el presente trabajo se esboza la importancia y necesidad de contar con un código de ética aplicada a la informática, con el propósito de contribuir al desarrollo y formación de los estudiantes de nivel Superior de la carrera de Informática, Computación y Sistemas de Información, lo anterior debido a la pérdida de valores que en forma constante ha ocurrido, por lo cual pretendo que esta investigación contribuya a elevar la responsabilidad no solo de los estudiantes, sino también en todos aquellos usuarios de las Tics, aunado a que la carrera en nuestra institución educativa no cuenta con una asignatura sobre ética informática y mas aun sin un código, manual o documento que establezca como debe comportarse el profesionista en el área de las Tics.

Para lograr dicho objetivo planteado es conveniente diseñar y aprobar un código de valores éticos que se apliquen y se cumplan en las instituciones de educación superior, que permitan la transparencia y el cumplimiento de las normas profesionales contemplada en el deber ser institucional para que estos profesionistas estén en condiciones y sean competentes para aplicar sus conocimientos en un ambiente de respeto y responsabilidad en el uso de las Tics.

Sin embargo, no todas las actividades desarrolladas en el ámbito virtual se encuentran previstas ni pueden ser reguladas en los términos habituales de la legislación vigente. De hecho, puede suceder que la aplicación de la norma vigente para el entorno tradicional resulta imposible cuando se traslada al ámbito digital; en otros casos, la legislación que resulta idónea en el mundo físico, lejos de propiciar el aprovechamiento integral del potencial que ofrecen los avances tecnológicos, disminuyen en la práctica la eficiencia de las herramientas digitales y virtuales, con base a lo anterior.

Decálogo del Profesionista en la Informática, Computación y Sistemas de información

La presente ponencia esboza varios de los principales temas de la discusión actual acerca de las implicaciones jurídicas inherentes al uso y abuso de las tecnologías de la información e Internet, pero va mas enfocada a difundir los valores pertinentes en el uso del Internet y todo lo inherente a las tics.

Pongo a su disposición tomando de referencia el decálogo del abogado de Eduardo Couture, algunos principios axiológico, pero mas aun opiniones, criticas, aportaciones de tantos conocedores y especialistas⁷ en el tema tomados de eventos de carácter local e internacional que hoy pongo a su consideración:

1. Respeto a los derechos Humanos y al bienestar Social. Impulsar el respeto a Los derechos humanos y a la diversidad de todas las culturas; evitando el uso irracional y dañino de los sistemas informáticos, tales como aprovecharse de la información de las redes sociales para vulnerar la seguridad, la salud y el patrimonio.

2. Respeto mutuo y corresponsable: No interferiré con el trabajo de tu otro. Consiste en el uso racional y pertinente de las TICs para así evitar daños y perjuicios que conlleven una grave pérdida de recurso o un gasto innecesario de recursos humanos tales como el tiempo y el esfuerzo requerido para limpiar los sistemas de virus informáticos.

3. Honestidad: La honestidad constituye la cualidad del ser humano que consiste en comportarse y expresarse con sinceridad y coherencia respetando los valores de la justicia y la verdad y un componente esencial de la honestidad es la confianza. Sin confianza una organización no puede funcionar con efectividad. El experto o profesional de la informática honesto no hará falsas o engañosas declaraciones sobre la efectividad del o los productos o servicios que ofrezca.

4. Igualdad: trato idéntico que debe realizar el profesionista de la informática, computación y sistemas de información sin que exista de discriminación por la raza, sexo, clase social u otra circunstancia que lleve o haga diferencia En una sociedad justa, todos los individuos tiene igual derecho a participar o beneficiarse del uso de los recursos informáticos sin distinción de raza, sexo, religión, edad, discapacidad, nacionalidad.

5. Respeto a los Derechos Intelectuales y a la creación e innovación humana no me apropiare de Derechos intelectuales de otros: Significara que todos y cada uno de los usuarios de la Internet o las Tics debemos respetar los derechos de autor y derechos de propiedad industrial, esto es respetar y guardar el secreto de las patentes, licencias y no copiar softwares protegidos y realizar el pago por su explotación.

6. Uso racional de las Tics, nunca utilizar una computadora vía Internet para:

Dañar a otros
Indagar en los archivos ajenos y
Robar.

7. Respetaré la intimidad de otros: La tecnología informática y de comunicaciones permite la interacción en redes sociales donde comúnmente existe intercambio de información personal, lo cual da como resultado de que sea un botín para las bandas criminales de elegir posibles victimas debido a la irresponsabilidad de vulnerar la intimidad de los asuarios de la Internet. Es responsabilidad de los profesionales el mantener la confidencialidad e intimidad de los datos pertenecientes a las personas

8. Respetaré la confidencialidad: El principio de honestidad se extiende a las cuestiones de confidencialidad de la información, siempre que se haya realizado un compromiso explícito de respetar esa confidencialidad o, implícitamente, cuando se disponga de información privada no relacionada directamente con las obligaciones asignadas. La preocupación ética es la de respetar todas las obligaciones de confidencialidad con los empresarios, clientes y usuarios a menos que se esté libre de tales obligaciones por la ley.

9. Conoceré y respetaré las leyes existentes relacionadas con el trabajo profesional. Se debe conocer y obedecer las leyes municipales, estatales y federales así también como las políticas públicas y procedimentales

10. Respetar los compromisos adquiridos en acuerdos y contratos y conocer las consecuencias por su incumplimiento: Respetar las obligaciones contraídas es una cuestión de integridad y honestidad.

Resultados y Consideraciones Finales

De los resultados vertidos hasta el momento es de mencionar que los sujetos objeto de estudio logran incorporar la responsabilidad en sus decisiones académicas, cuando están cursando una asignatura que requiere destrezas o habilidades en el manejo del computador y cuando no poseen esa destreza, competencia o habilidad un 30% hace trampa, y no tratan de asesorarse para obtener dicha habilidad, desde este momento ya están tergiversando su conducta incumpliendo una norma moral y si no son detectados no hay delito.

Se aprecia que los estudiantes refieren y fue constante esta respuesta yo copio y pego que al cabo los asesores no los revisan

Hay que reconocer que los estudiantes y futuros Ingenieros o licenciados en computación, informáticos y sistemas de la información al utilizar la plataforma moddle⁸ y necesitan enviar trabajos por la pagina web en línea no batallan el problema es mas visible con estudiantes de otras carreras.

Se evidencia un indicador relativo a entrar a información privada de sus compañeros, para checar calificaciones o para copiar sus tareas ya enviadas al buzón de tareas

Un alto porcentaje de la muestra no conoce y acepta que no existe una asignatura relativa a ética o valores en su área del conocimiento

En cuanto, a el conocimiento del Derecho y las posibles consecuencias por el mal uso de las Tics, solo aducen que llevan una asignatura que se llama derecho informático pero de ética nada.

Se les presento una guía de valores tales como responsabilidad, honradez, puntualidad, justicia, integridad, verdad, honorabilidad, dinero, igualdad, respeto y la mayoría la respuesta fue recurrente los conocemos pero en la practica no sabemos como aplicarlos porque es necesario contar con un manual o código de valores

Termino exponiendo que los valores se vinculan al desarrollo tecnológico y pese a los problemas globales actuales, esto no acabara con la existencia de la sociedad, ya que si bien la tecnología moderna y su capacidad para dañar la vida humana, animal, vegetal y para afectar en forma irreversible el medio ambiente es reconocida, todos estamos obligados a convivir para plantear soluciones concretas ante los desafíos

evidentes y podemos Emp.¿zar con un documento donde nos hace soñar como ser mejores.

Además que la carrera de informática, computación y sistemas de información no cuenta con un código, manual o documento que legisle el actuar moral de los internautas estudiosos de las Tics, incluso no existe una asignatura como debería ser ética informática

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1 Aguirre Isabel, García Dalina, Zambrano Maricela, con apoyo de Dra. Petra Luqués Conceptos tomados del trabajo de los Tesistas: Comportamiento ético estudiantil durante la aplicabilidad de las tecnologías de información y comunicación.

2 Kliksberg Bernardo “Enseñar ética para el desarrollo” BID – Videoconferencia, 2007

3 Guibert (1997) define la ética como una disciplina filosófica que establece principios directivos que orientan a las personas en cuanto a la concepción de la vida, el hombre, los juicios, los hechos, y la moral.

4 Castellón (2006), la informática es la ciencia que estudia el fenómeno de la información, los sistemas de información y el procesamiento, transferencia y utilización de la información, pero no necesariamente mediante computadoras y telecomunicaciones, simplemente como herramienta para el beneficio de la humanidad.

5 Heller Carlos “Ética y valores en la sociedad contemporánea” Biblioteca Digital BID.

6 Viega Maria José “Protección de datos y delitos informáticos” Artículo publicado en la Biblioteca Virtual del CEJA.

7 Díaz García Alexander, Ponencia ganadora en el Décimo Simposio De Jueces de Colombia

8 La plataforma Moddle es donde se alojan los cursos en línea en el Centro Universitario de los Valles

9 Código de Ética y Conducta Profesional de la Academia Mexicana de Informática. www.amiac.cm

10 Código de Ética Informática de la Universidad Pontificia de Salamanca España www.bocudups.fac.edu.es

11 Guerra Cerrón. J. María Elena Artículo publicado en la Biblioteca Virtual del CEJA. “Transparencia Judicial”

12 Aporrea, C. (2002). Ética del Usuario. Derecho de Autor.(2008)

13 Bernhard D. (1999). Principios de la ética en Internet: Áreas de conflicto y perspectivas de solución. Uruguay. (2009)

14 Los Valores Humanos justicia e integridad evento al que asistí Simposio Latinoamericano y del Caribe: las Tecnologías de Información en la Sociedad. Aguascalientes, México, 1999

Proceso de Imágenes Satelitales de Clorofila y Temperatura (SST)

Juan J. BUONO

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

Daniel CUCCHI COLLEONI

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

: José Ignacio CARRETO

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

: María I. BERTOLOTTI

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de un método que permite el procesamiento de archivos HDF (Hierarchical Data Format) conteniendo información de matrices de datos y de capas raster de imágenes satelitales asociadas con la estimación de clorofila y temperatura por sensoramiento remoto.

Empleando este método se pueden obtener los siguientes resultados:

- 1) La construcción de archivos de datos TXT conteniendo información de Latitud, Longitud y concentración de clorofila.
- 2) La definición de un área determinada de la imagen satelital considerada.
- 3) La superposición de distintas imágenes temporales del área en estudio obteniendo imágenes semanales, mensuales, etc.
- 4) El procesamiento de los archivos con cualquier Sistema de Información Geográfica (SIG) (ej. ArcView®, ArcGIS®, MapInfo®, SPRING®, etc.).
- 5) La graficación de capas de información sobre imágenes satelitales de clorofila georeferenciadas (ej. Datos de capturas, áreas de desove, etc.).

Estos productos serán de gran utilidad para el usuario final, constituyendo una herramienta que facilitará la interpretación y el análisis de la información satelital.

Áreas de Interés (Figura 1)

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| 1 Mar del Plata (Estación EPEA): | 36.5°S a 40.5°S |
| 2 Península Valdés(Estación EGI) | 40.5°S a 45.0°S |
| 3 Golfo San Jorge: | 45.0°S a 48.5°S |
| 4 Bahía Grande: | 46.5°S a 55.0°S |
| 5 Talud: | 42°.0S a 47.0°S |



Figura 1. Áreas de Interés

INTRODUCCION

El sensoramiento remoto de variables oceanográficas representa una fuente de información a partir de la cual, usando análisis y procesamiento digital, es factible extraer datos espacialmente distribuidos.

La información producida puede consistir en variables continuas, en la categorización de la imagen en clases temáticas, en el análisis de

cambios y en la medición de la estructura espacial, utilizándose como complemento y/o actualización del conocimiento del área de cobertura.

Las imágenes digitales de color del océano (Figura 2) originadas a partir de sensores en una plataforma aérea o espacial se componen de un conjunto de elementos estructurados en una matriz y ordenados según filas y columnas. Estos elementos discretos se denominan píxeles. La intensidad de cada píxel corresponde a la reflectancia medida sobre el área terrestre correspondiente a cada píxel.

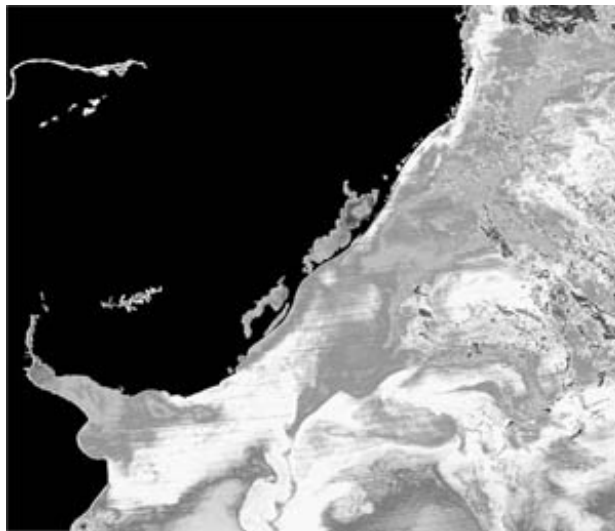


Figura 2. Ejemplo de imagen Digital

Una imagen compuesta por una sola banda puede visualizarse en términos de sus tonos de grises, con un rango entre negro (0) hasta blanco (255), píxeles con una respuesta espectral débil son de tono oscuro (negro) y píxeles con una respuesta espectral fuerte son de tono brillante (blanco). Los números digitales por lo tanto son representaciones de niveles de intensidad desde negro a blanco.

Las clorofilas son los principales pigmentos fotosintetizadores, tanto en los ambientes marinos como terrestres. En nuestro planeta se producen y degradan 1000×10^6 toneladas de clorofila *a* por año. El fitoplancton constituye más del 25 % de la vegetación del planeta y las miles de especies conocidas, presentan una variedad de formas y metabolismos que igualan o superan a las plantas terrestres. La tasa de recambio de la clorofila en el océano es mayor de 40 veces al año, debido a los cortos tiempos de generación de las especies fitoplanctónicas. El fitoplancton (Figura 3) utiliza CO_2 como sustrato para su nutrición (fotosíntesis)

por lo que juega un rol principal en el ciclo planetario del CO_2 .

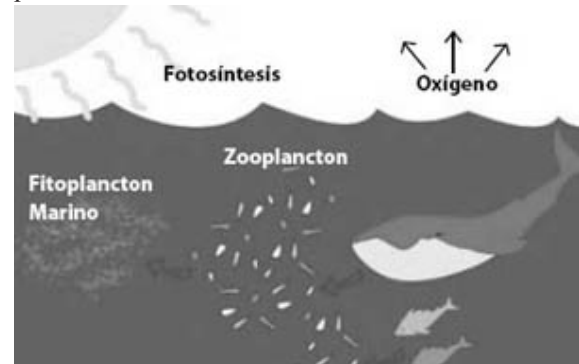


Figura 3. Fitoplancton Marino

La principal función de las clorofilas es la de absorber y convertir la energía luminosa en energía química a través de la fotosíntesis, un proceso que comenzó en el océano alrededor de 2000 millones de años atrás.

Debido a su función en la fotosíntesis las clorofilas son indicadores únicos de la biomasa y productividad del océano, siendo probablemente el parámetro más frecuentemente medido en oceanografía. Estas mediciones han sido usadas para estudiar variaciones diurnas, estacionales y de largo plazo en la productividad biológica de diferentes regiones marinas: Además de utilizarse como indicador de la biomasa fitoplanctónica y de la productividad global del océano, los pigmentos del fitoplancton (clorofilas, carotenoides y biliproteínas) han sido empleados como:

- 1) Indicadores quimiotaxonómicos de la composición de las comunidades fitoplanctónicas naturales.
- 2) Indicadores de la selectividad y presión del pastoreo que los diversos grupos del zooplancton (micro y macrozooplancton) ejercen sobre las comunidades fitoplanctónicas.
- 3) Indicadores de la productividad biológica del pasado a través de los productos de degradación que se acumulan en el sedimento.

El sensoramiento remoto del color del océano, convertido en concentración de clorofila *a*, es el único medio que provee una visión a escala sinóptica del ecosistema marino.

Por lo tanto, su empleo resulta de gran utilidad para el estudio de procesos tales como la biogeoquímica del océano, el manejo costero, las pesquerías, los florecimientos de algas nocivas y la dinámica de la capa de mezcla.

Dado que pueden obtenerse series temporales de larga duración del color del océano a escala sinóptica, esta herramienta provee los medios para evaluar en que medida las variaciones en la abundancia del stock de peces, moluscos y crustáceos explotados, están relacionadas con la variabilidad del ecosistema.

Además el sensoramiento remoto del color del océano resulta ideal para estudiar fenómenos a gran escala, tales como “El Niño” y su repercusión en el ecosistema global y por ende en las pesquerías afectadas.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de la información satelital:

Las imágenes satelitales fueron provistas por la Red ANTARES desde su sitio Web:

<http://www.antares.ws>

El principal objetivo de ANTARES es el estudio de los cambios a largo plazo de los ecosistemas costeros alrededor de Sudamérica, para distinguir la variabilidad natural de las perturbaciones externas (efectos antropogénicos). Para lograr este objetivo se comparten, entre los miembros y con el público en general, datos in situ de estaciones costeras y datos satelitales (temperatura y clorofila) alrededor de Sudamérica.

La formación de recursos humanos, colaboración científica y técnica son clave en nuestra tarea. La red ANTARES es apoyada por International Ocean Colour Coordinating Group (IOCCG), Partnership for Observation of the Global Oceans (POGO) y un proyecto inicial de Inter-American Institute for Global Change Research (IAI). Los países participantes actualmente son: Argentina, Brasil, Canadá, Chile, México, USA, Venezuela.

Empleo de archivos con formato jerárquico de datos (HDF)

El denominado formato jerárquico de datos (HDF) (Figura 4) es un formato de archivo de datos diseñado por el Centro Nacional para Aplicaciones de Supercomputación (NCSA) para ayudar a los usuarios en el almacenamiento y manipulación de datos científicos a través de diversos sistemas operativos y equipos informáticos. NCSA desarrolló una biblioteca de rutinas y un conjunto de programas utilitarios y herramientas para la creación y utilización de archivos HDF.

HDF integra una gran variedad de tipos de datos: los datos científicos conjuntos, tablas, texto y anotaciones, así como varios tipos de imágenes raster y sus paletas de colores.

Hay dos versiones de HDF, la tradicional conocida con la sigla HDF (versión 4 y anteriores) y la recientemente diseñada HDF5.



Figura 4. Formato archivos HDF

Algunas de las características de HDF son:

- Facilitan a los usuarios obtener información sobre las matrices de datos y las capas raster de imágenes asociadas.
- Normaliza el formato y las descripciones de muchos tipos de conjuntos de datos de uso común, tales como imágenes de trama y los datos científicos.
- Es un formato de archivo independiente de la plataforma. Puede ser utilizado en diferentes computadoras, independientemente de su sistema operativo.
- Sobre estos archivos es posible por parte del usuario añadir y editar nuevas capas de información y acoplarlas al archivo.

Para cada dato en un archivo HDF, existen etiquetas predefinidas que identifican la información como el tipo de datos, la cantidad de datos, sus dimensiones y su ubicación en el archivo.

La auto-capacidad de descripción de archivos HDF tiene implicancias importantes para el procesamiento de datos científicos que permite comprender la estructura y el contenido de un archivo sólo a partir de la información almacenada en el propio archivo. Un programa que se ha escrito para interpretar algunos tipos de etiquetas puede escanear un archivo que contiene los tipos de etiquetas y proceso de los datos correspondientes.

Determinación de clorofila *a* “in situ”

Las muestras de agua para la determinación de clorofila *a* obtenidas en varias campañas de investigación (Figura 5 y Tabla 1), fueron tomadas en superficie con balde. Dichas muestras se filtraron a través de filtros de fibra de vidrio (Millipore APTT4700) conservándose los mismos durante la campaña en nitrógeno líquido y luego en el laboratorio en un ultra freezer a -83°C hasta su análisis.

Campaña	Fecha	Nº est.	Valor mínimo cl <i>a</i>	Valor máximo cl <i>a</i>
OB-01/06	28/02 15/03/06	104	0.05	5.19
OB-03/08	22/11 07/12/06	122	0.23	4.78
OB-06/06	04/11 18/11/06	105	0.37	6.76
EH-01/09	09/01 27/01/09	115	0.32	4.03
EH-02/09	03/02 26/02/09	19	0.46	1.62
EH-03/09	15/03 01/04/09	72	0.11	2.44
EH-04/09	16/05 28/05/09	29	0.11	2.44
CC-04/09	13/03 24/03/09	16	0.66	18.30
CC-02/09	19/02 20/02/09	5	0.13	1.01

Tabla 1. Resultados obtenidos en las campañas realizadas

Los filtros fueron colocados en un tubo con metanol al 100%, tratados con ultrasonido durante 30 segundos y mantenidos a 0°C , durante aproximadamente 24 horas.

Para clarificar el extracto resultante, los tubos fueron centrifugados durante 30 minutos a una velocidad de 2000rpm.

La concentración de clorofila *a* fue determinada por fluorometría, usándose a tal fin un espectrofluorómetro (Perkin Elmer LS-3), siguiendo el método de Holm-Hansen et al. (1965).



Figura 5. Obtención de muestras a bordo

Procesamiento Informático

En base a la información obtenida en los archivos HDF, con HDFView, se exportó la matriz de datos en formato ASCII y a partir de este tipo de archivos de datos se desarrolló un programa en lenguaje Visual FORTRAN (Figura 6), el cual basándose en un archivo de parámetros procesa los datos permitiendo:

- Relacionar los valores de X e Y con posiciones geográficas de Latitud y Longitud.
- Desencriptar los valores de clorofila por el SLOPE (valor de encriptación provisto).
- Eliminar los datos que caen en tierra.
- Filtrar los datos marcados como erróneos (flag) o que caen sobre nubes.
- Acotar los datos de la imagen a un área deseada.
- Exportar como un archivo salida en formato TXT.

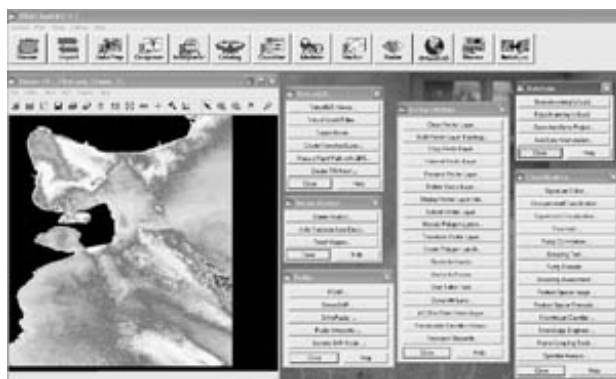


Figura 6. Interfaz software de procesamiento

RESULTADOS

Distribución de la concentración de clorofila *a* “in situ”.

En la (Figura 7) se muestra una imagen de la concentración superficial de clorofila *a* determinada “in situ” durante la campaña OB-03/08 perteneciente al “Programa de pesquerías de crustáceos-langostino” del INIDEP realizada entre el 22/11/08 al 07/12/08 a bordo del BIP (Buque de Investigación Pesquera) Oca Balda en el Golfo San Jorge.

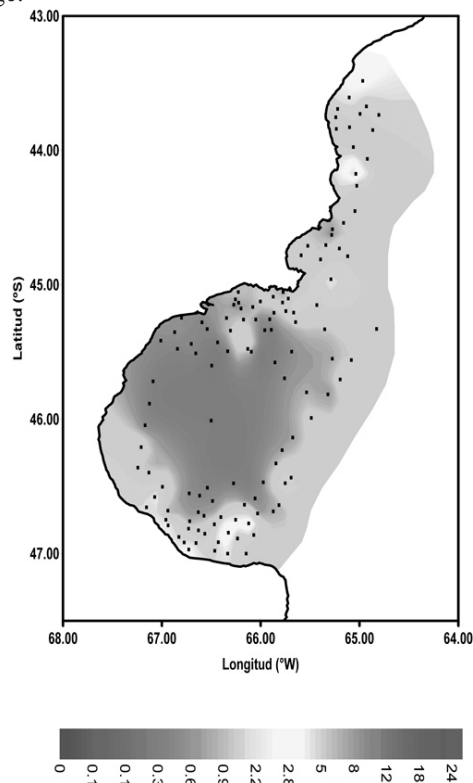


Figura 7. Estaciones realizadas en la Campaña

Obtención de archivos de datos TXT

Empleando el proceso informático descrito se obtuvo una serie de archivos de datos en los que se incluye información de Latitud, Longitud y valor de clorofila *a*. (Tabla 2)

	Longitud	Latitud	Clorofila
1	-66.1875	-45.0000	1.3750
2	-66.1601	-45.0000	1.6242
3	-66.1510	-45.0000	1.6242
4	-66.1419	-45.0000	1.6242
5	-66.1328	-45.0000	2.2801
6	-66.1237	-45.0000	1.2610
7	-66.1146	-45.0000	1.3299
8	-66.1055	-45.0000	1.6455
9	-66.0964	-45.0000	1.8571
10	-66.0872	-45.0000	1.2566
11	-66.0781	-45.0000	2.9090
12	-66.0690	-45.0000	2.9090
13	-66.0326	-45.0000	1.9727
14			

Tabla 2. Ejemplo de archivo de datos

Obtención de imágenes temporales

Procesando los archivos TXT con un SIG, se obtuvo una serie de imágenes diarias para el área seleccionada en este estudio (Figura 8) y también imágenes promediadas semanalmente (Figura 9)

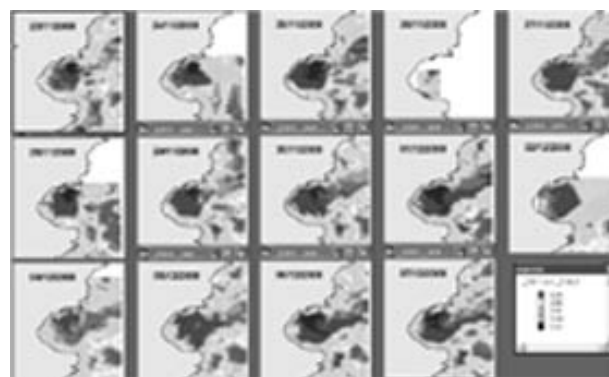


Figura 8. Imágenes diarias

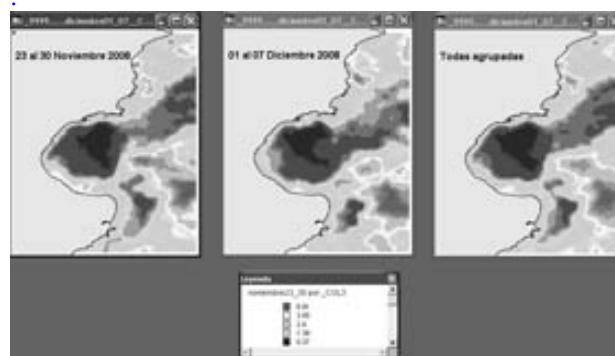


Figura 9. Imágenes promediadas semanalmente.

Obtención de imágenes georeferenciadas

A partir de los archivos se pudo procesar empleando Sistemas de Información Geográfica SIG en cualquiera de sus versiones (ej. ArcView®, ArcSIG®, MapInfo®, etc.). En la (Figura 10) se presenta una imagen procesada en uno de los sistemas de información geográfica, mencionado.

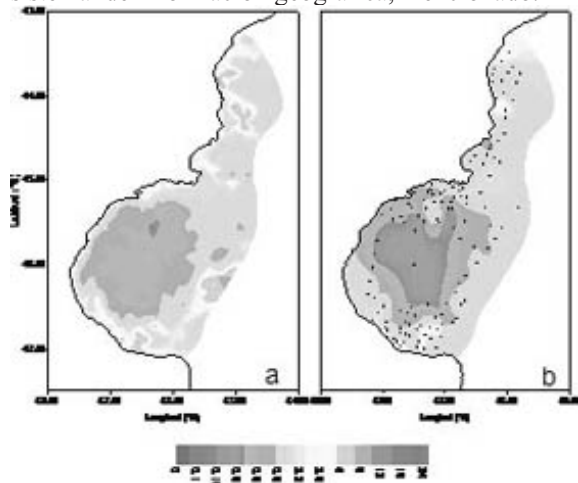


Figura 10. Imagen Procesada con SIG.

Obtención de Mapas con capas de información.

En la (Figura 11) se presenta como ejemplo la obtención de un mapa con capas con información relativas a temperatura obtenida “in situ” superpuestas sobre imágenes satelitales de temperatura (SST), georeferenciadas.

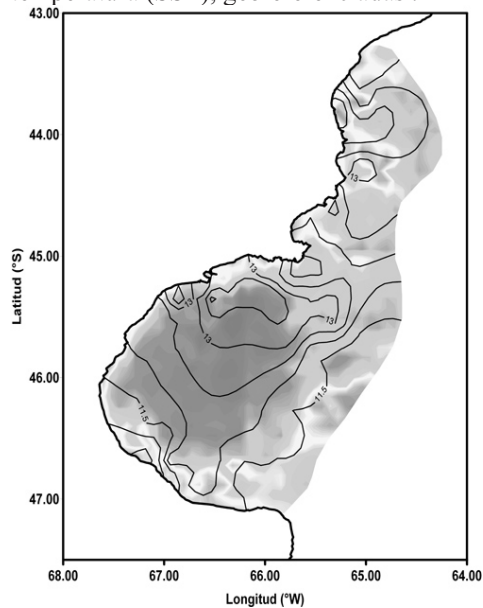


Figura 11. Mapa con capas de información.

RESUMEN

La metodología empleada en el ejemplo piloto presentado para el área del Golfo San Jorge, se puede utilizar para cualquiera de las áreas de interés referidas inicialmente.

BIBLIOGRAFIA

Holm-Hansen O., Lorenzen G.J., Holmes R.W., Strickland J.D.H., 1965, Fluorometric determination of chlorophyll. J. du Conseil 30, 3-15.

Strickland J.D.H and Parsons T.R. , 1968 A Practical Handbook of Seawater Analysis.

Satellite information in the Antares web-site (www.antares.ws),

Daily images of sea surface temperature and chlorophyll as well as ascii data from MODIS , are obtained from NASA and processed at the Institute of Marine Remote Sensing (IMARS), University of South Florida

Segmentación de Imágenes Capilares Basado en Colormap

JUAN CARLOS RIAÑO ROJAS.
Departamento de Matemáticas y Estadística.
Universidad Nacional de Colombia-Manizales.

CRISTIAN FELIPE OCAMPO BLANDÓN.
Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación.
Universidad Nacional de Colombia-Manizales.

FLAVIO AUGUSTO PRIETO ORTÍZ.
Departamento de Ingeniería Mecatrónica.
Universidad Nacional de Colombia-Bogotá.

EDGAR NELSON SÁNCHEZ CAMPEROS.
Cinvestav-IPN México-Guadalajara.

Resumen—La segmentación de imágenes en general es crucial en procesos de visión artificial para lograr reconocimiento y una toma de decisiones efectivas. La segmentación esta inmersa en aplicaciones industriales para automatizar procesos de clasificación de rostros u objetos, soporte al diagnóstico médico en la detección de tumores cancerígenos de seno, detección de enfermedades vasculares del tejido conectivo como lupus eritematoso, dermatomiositis y esclerodermias. En este trabajo se uso el colormap en la segmentación de imágenes capilares, caracterizadas por ser complejas al contener elevados grados de ruido, opacidad y baja iluminación. El colormap es una herramienta simple y potente para agrupar y clasificar efectivamente los colores de la imagen, Empleando técnicas de agrupamiento para separar colores relevantes, logrando solucionar las dificultades que poseen estas imágenes capilaroscópicas. La técnica, fue evaluada sobre 40 imágenes capilares previamente segmentadas manualmente por un experto arrojando un desempeño aproximado al 92 %. Además, se utilizaron 100 imágenes a color no capilares obteniendo un desempeño similar, mostrando que la segmentación propuesta es general y robusta, no limitada a un tipo de imagen en particular.

Palabras claves 1 *Imagenes Capilares, Segmentación de Imágenes, colormap, Corrección de Contraste, Imagen Indexada, Clusters.*

1. INTRODUCCIÓN

La segmentación de imágenes en color es un proceso esencial, crítico y preliminar en una gran cantidad de tareas basadas en visión tales como: reconocimiento de objetos, seguimiento o rastreo visual, interacción computador - humano, visión basada en robótica [1]. Lo anterior es debido a que el color es una herramienta visual efectiva y robusta para segmentar objetos, diferenciándolos de otros. Como se reportó en [2], las condiciones irregulares de iluminación hacen que la imagen pierda cualidades. Para solucionar este problema, se propone una forma de modelar el color en el espacio HSI usando B-spline, ya que el color de los objetos cambia de intensidad, producto de las variaciones de

las cámaras y la iluminación. Sin embargo, se requieren muchas variantes de iluminación para poder hallar alto desempeño, y en muchas aplicaciones, sólo se cuenta con pequeña cantidad de imágenes contrastadas con diferentes condiciones de iluminación, como es el caso de las imágenes capilaroscópicas de personas con enfermedades vasculares [3], [4].

La segmentación en el caso de aplicaciones médicas es una etapa crucial; algunas aplicaciones que lo confirman son: La segmentación basada en contornos activos y sus aplicaciones con imágenes médicas de resonancia magnética e imágenes tomográficas [5], [6], hasta métodos relacionados con características de color para detectar y caracterizar lesiones de la piel [7], [8]. Un modelo muy útil para el estudio de imágenes es el colormap debido a la reducción de complejidad que presenta frente a otros métodos previamente mencionados, para los cuales el análisis es más arduo. La estrategia del colormap ofrece la ventaja de trabajar sobre la imagen sin alterar sus características de color, haciendo posible el aislamiento del objeto de interés y conservando las características puras de la imagen en el espacio RGB [9], [10]. El documento se encuentra organizado de la siguiente manera: En la sección 2, se presenta el preproceso de las imágenes capilaroscópicas, en la sección 3 se describe la segmentación. En la sección 4 se muestra la integración de los proceso de segmentación, finalmente, las conclusiones se muestran en la sección 5.

2. PREPROCESO

En la figura 1(a) se observó, como obtener inadecuadamente las imágenes dificulta el procesamiento de la imagen porque o no hay información relevante ó esta información no es optima. Aunque no todas las imágenes en este estudio fueron defectuosas, en la gran mayoría el común denominador fue la falta de contraste entre la zona capilar y su fondo, lo que origina que en etapas

posteriores se obtengan zonas ruidosas en el proceso de segmentación. Por esta razón, se aplicaron tres pasos fundamentales en el preproceso para reducir este problema, figura 1(b)).

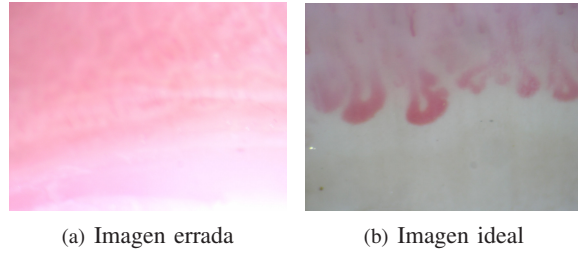


Figura 1. Imágenes capilares.

1. Suavizado de la imagen, eliminando altas frecuencias empleando un filtro mediana.
2. Realce del contraste local: En [11] los autores proponen un operador de realce, fue generalizado de la siguiente forma para imágenes procesadas: Un canal de la imagen RGB, $I(x, y)$ con intervalo de intensidades $[I_{min}, I_{max}]$ se transformaron a la matriz de intensidades $U(x, y)$ con intervalo $[U_{min}, U_{max}]$ (figura 2).

$$T(I(x, y)) = U(x, y), \text{ en donde se debe cumplir,}$$

$$\text{si } I(x, y) \leq a, \text{ entonces}$$

$$U(x, y) = \frac{(b - U_{min})(I(x, y) - I_{min})^r}{(a - I_{min})^r} + U_{min}.$$

$$\text{si } I(x, y) \geq a, \text{ entonces}$$

$$U(x, y) = -\frac{(U_{max} - b)(I(x, y) - I_{max})^r}{(a - I_{max})^r} + U_{max}. \quad (1)$$

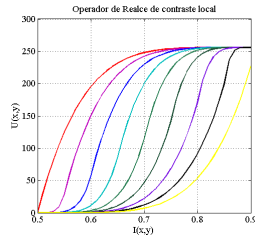


Figura 2. Operador para el realce de contraste

Tomando $a = \text{mediana}(I)$ y $b = \text{media}(U)$ por ser valores de tendencia central. En la figura 3, se aprecia el realce aplicado.

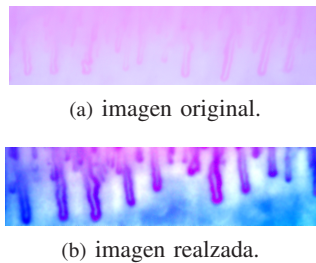


Figura 3. Imagen original Vs Imagen realzada

3. Aplicando WPCA (weighted principal component analysis) tomado de la literatura [12] para conocer los canales mas contrastados, de los siguientes espacios de color empleados en MatLab: RGB, HSV, YIQ, YCbCr, LAB, XYZ, UVL, CMYK. Se concluye que los canales más contrastados fueron:
 - a) El canal M de CMY, figura 4(b).
 - b) El canal a de Lab, figura 4(c).
 - c) El canal Cr de YCbCr, figura 4(d).

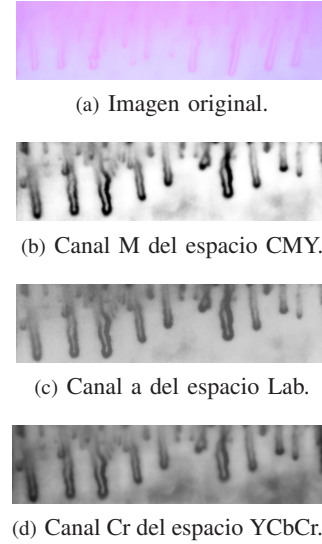


Figura 4. Canales relevantes que aumentan el contraste de las imágenes.

3. SEGMENTACIÓN

3-A. Segmentación empleando el Laplaciano

Se calculó el Laplaciano con un factor nuevo, para los canales más contrastados:

$$L(x, y) = \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial y^2} - \frac{1}{4} \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial x \partial y} - \frac{1}{4} \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial y \partial x}. \quad (2)$$

En el proceso de segmentación, se combinaron los siguientes pasos:

1. Aplicar Laplaciano a M , a y Cr , figura 5(a), figura 5(b) y figura 5(c).
2. Eliminación de ruido, figura 5(c).
3. Definir las semillas de zonas relevantes y realizar el crecimiento de región, adjuntando píxeles vecinos, si son de intensidades homogéneas.

La segmentación fue evaluada usando 20 imágenes capilares con aumentos 6X y 8X, segmentadas manualmente por dermatólogos, siendo obtenidas de personas que padecen Lupus eritematoso. Los resultados se presentan en el Cuadro I. Se puede notar que las imágenes con aumento 8X tienen un porcentaje de verdadera aceptación y falso rechazo alto, lo que tiene como consecuencia que la zona de crecimiento sea más pequeña que la región segmentada manualmente.



(a) Eliminación de ruido del Laplaciano en el canal M.



(b) Eliminación de ruido del Laplaciano en el canal a.



(c) Eliminación de ruido del Laplaciano en el canal Cr.



(d) Imagen segmentada.

Figura 5. Segmentación de imágenes capilares.

Cuadro I
EFICIENCIA DE LA SEGMENTACIÓN MANUAL DE IMÁGENES
CAPILARES DE PERSONAS CON LUPUS ERITEMATOSO.

Magni- ficación	Verdadera aceptación		Verdadero rechazo		Falsa aceptación		Falso rechazo	
	%Umbral	%Sin umbral	%Umbral	%Sin umbral	%Umbral	%Sin umbral	%Umbral	%Sin umbral
6X	88,99	78,96	98,74	99,28	1,26	0,72	11,01	21,04
8X	91,61	82,09	98,65	99,37	1,35	0,63	8,39	17,91

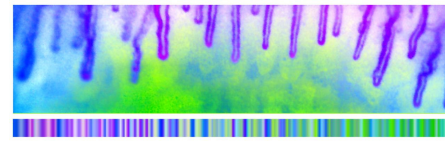
El Cuadro II presenta la evaluación de la segmentación de imágenes capilares de personas con Lupus eritematoso. Se observa que al realizar la segmentación de las imágenes con magnificación 6X, estas presentan mayor porcentaje de verdadera aceptación al aplicar crecimiento de regiones. Por lo cual se considera la técnica de crecimiento de regiones como segmentador adecuado.

Cuadro II
EFICIENCIA DEL SEGMENTADOR EN IMÁGENES CAPILARES DE
PERSONAS CON LUPUS ERITEMATOSO.

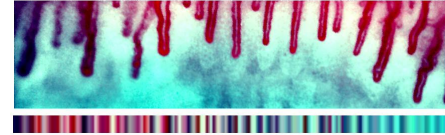
Magni- ficación	Verdadera aceptación		Verdadero rechazo		Falsa aceptación		Falso rechazo	
	%Umbral	%Sin umbral	%Umbral	%Sin umbral	%Umbral	%Sin umbral	%Umbral	%Sin umbral
6X	92,26	88,55	93,26	94,95	6,74	5,05	7,74	11,45
8X	89,38	86,92	95,85	96,82	4,15	3,18	10,62	13,08

3-A1. Tipos de Realce Aplicados: Como alternativa de contraste se aplicaron los siguientes métodos, partiendo de la imagen construida con los canales más relevantes:

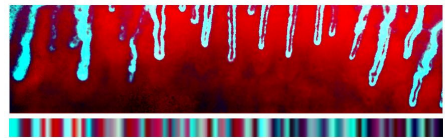
- Transformación del espacio de color
- Ajuste de Intensidades
- Ecuilización



(a) Imagen resaltada con transformación de espacio de color y su colormap.



(b) Imagen resaltada por Ajuste y su colormap.



(c) Imagen resaltada por Ecuilización y su colormap.

Figura 6. Imágenes Resaltadas

3-B. Segmentación por Color

Teniendo en cuenta que toda la gama de colores que presenta una imagen RGB corresponde al colormap, es adecuado aplicar el concepto a una imagen con suficiente contraste sobre el objeto de interés. Para ello, se describe a continuación el método propuesto en este artículo.

3-B1. Descripción del Método por Colormap: El colormap es una matriz $C_{N \times 3}$, donde las filas representan la magnitud de cada color existente en la imagen RGB y N es la cantidad de colores estimados. Para extraer el colormap es necesario recorrer la imagen con un valor de paso adecuado y discretizar la imagen para lograr la estimación de los colores presentes, dado que si dicho paso es igual a uno $Stp = 1$, se tendría un colormap tan grande como el producto de las dimensiones de la imagen, siendo ineficiente en términos computacionales. Para la estimación de los colores relevantes se debe tener en cuenta, que la zona a segmentar esta contrastada y que al efectuar la estimación de los colores, gran parte de los puntos discretizados pertenezcan a la zona a segmentar.

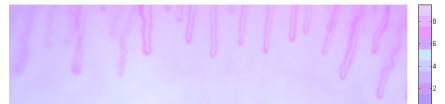


Figura 7. Imagen original indexada.

Aunque la imagen original, figura 4(a), posee zonas donde se aprecian débilmente algunos capilares, en otras zonas estos son casi invisibles, el realce de contraste es necesario.

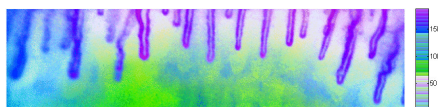
3-B2. Proceso de Segmentación: Luego de realizar la corrección de contraste, la zona de interés presenta colores mas puros resaltando los capilares y para nuestro caso simplificando la tarea.

Después de extraer el colormap, se obtiene una representación casi exacta de la imagen original asociando cada intensidad de píxel con el color más similar del colormap, es decir, se establece un arreglo que relacione cada píxel de la imagen original RGB con un índice del colormap, la imagen resultante se denomina imagen indexada, figura 7.

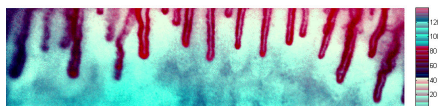
Siendo esto posible, surge el problema de reordenar los colores presentes en el colormap, este reordenamiento se hace posible de dos formas:

- Condicionando el intervalo de existencia para cada color y extrayendo los diferentes colores.
- Mediante métodos conglomerados que definen las agrupaciones específicas de cada color.

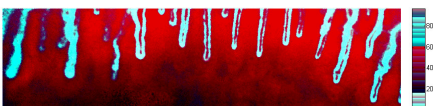
Finalmente, luego de ordenar los colores por grupos, es necesario reducir aquellos que no pertenezcan al objeto de interés y sustituirlos por otro dejando solo tonos que definan el capilar, es decir los colores magenta y azul para la imagen 8(a). A continuación se muestran las imágenes indexadas, figuras 8(a), 8(b) y 8(c), de las imágenes previamente contrastadas con su respectivo colormap reorganizado.



(a) Imagen indexada a partir de la Resaltada y su colormap.



(b) Imagen indexada a partir de la Ajustada y su colormap.



(c) Imagen Indexada a partir de la Ecuilizada y su colormap.

Figura 8. Imagenes Indexadas.

Aplicando segmentación basada en colormap a todas las imágenes previamente contrastadas y eliminando en cada una de ellas los colores que no corresponden al capilar, sustituyéndolos por color blanco para generar el fondo de la imagen, se obtiene la figura 9.

Para evaluar el desempeño de las estrategias propuestas se emplearon 21 imágenes capilares segmentadas man-



(a)



(b)



(c)

Figura 9. Imágenes Segmentadas.

ualmente por un experto. Se pudo observar el Cuadro 3-B2 que a pesar de no alcanzar el 100 %, el desempeño podría mejorarse usando estrategias presentadas en [13], siempre y cuando se tenga una gran cantidad de imágenes de los mismos individuos bajo varias condiciones de iluminación y tipos de sensores equivalentes. En el Cuadro 3-B2 se observa que la estrategia por colormap presentó el mejor desempeño. Pero también genero una cantidad considerable de falsos positivos.

Cuadro III
DESEMPEÑO DE LAS ESTRATEGIAS DE SEGMENTACIÓN.

Estrategia	% Verdaderos Positivos	% Falsos Negativos	% Falsos Positivos
colormap	91.7	8	124
Pseudocolor	89.37	10.2	74.8
Laplaciano	79.9	20	93.9

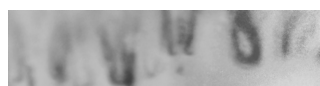
3-C. Segmentación por Clusters

Se realizó un análisis de conglomerados sobre las intensidades de gris, indicando que el número de clases mínimo requerido para el agrupamiento de estas imágenes fue $k = 5$ conglomerados. Para extraer el grupo perteneciente a los capilares es necesario medir su intensidad y obtener el agrupamiento con la intensidad mas baja, figura 10.

4. INTEGRACIÓN DE LOS TRES PROCESOS DE SEGMENTACIÓN

Con el objeto de confirmar la zona capilar y reducir las debilidades presentes, se integraron los métodos de segmentación de la siguiente forma, partiendo de la imagen mejorada, figura 11.

1. Aplicar segmentación empleando Laplaciano, luego calcular los centros de gravedad de posibles zonas capilares, figura 11(b).



(a) 2^{do} Canal de la imagen mejorada.



(b) Imagen segmentada por Clusters.

Figura 10. Segmentación de imágenes capilares usando Kmeans.

2. Aplicar segmentación por Kmeans, luego calcular los centros de gravedad de posibles zonas capilares, figura 11(c).
3. De los conjuntos previamente hallados definir los centros de gravedad comunes, luego buscar el color correspondiente a cada centro de gravedad, determinar cual es el color más frecuente, figura 11(d).
4. Aplicar segmentación por colormap empleando como referencia a segmentar los colores anteriormente obtenidos.
5. Si la segmentación alcanzada en el paso anterior esta por debajo de un porcentaje del área, esta es la segmentación final. De lo contrario, que tome la imagen segmentada por cluster como segmentación final.



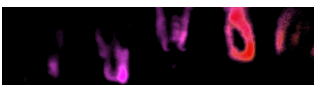
(a) Imagen Original.



(b) Segmentación mediante Laplaciano.



(c) Segmentación mediante Kmeans.



(d) Segmentacion Final.

Figura 11. Segmentación integrada.

5. CONCLUSIONES

1. Aunque el bajo contraste se involucre frecuentemente en la zona capilar, las diferentes estrategias de contraste usadas mejoraron las imágenes, permitiendo la utilidad de múltiples imágenes erróneamente adquiridas y alcanzando una segmentación óptima.

2. Emplear métodos de reducción ponderado para escoger los canales más contrastados, fue una herramienta útil por la reducción para extraer los canales relevantes.
3. La eficiencia del método propuesto depende de la adecuada ubicación de la semilla, de lo contrario genera ruido. Por esta razón se realizó la integración de varios segmentadores buscando reducir el riesgo o evitando ubicar malas semillas. Como proceso anexo se construyó un modulo semiautomático que permite al especialista ubicar las semillas.
4. El colormap resulta ser una herramienta simple, y versátil para segmentar imágenes a color.

REFERENCIAS

- [1] H.D. Cheng, X.H. Jiang, Y. Sun and J. Wang, Color image segmentation: advances and prospects, Pattern recognition 34 (2001) 2259-2281.
- [2] C. Serrano, B. Acha, I. Fondon. Calibración de imágenes en color en condiciones de iluminación no controladas.
- [3] F. Jaramillo, J. Brieva, A. Sánchez, Capilaroscopia. Observaciones en 65 pacientes con desórdenes del tejido conectivo, Acta Med. Col. 13 (1988) 129-138.
- [4] Rafael Arango Vélez, Felipe Jaramillo Ayerve, Juan Carlos Riaño Rojas, Flavio Augusto Prieto Ortiz, caracterización de Patrones del Tejido Ungueal en Personas sin Enfermedad Evidente mediante Técnicas de Inteligencia Artificial. Prueba Piloto, Biosalud, 6 (2007) 85-95.
- [5] M. Wei, Y. Zhou and M. Wan, A fast snake model based on non-linear diffusion for medical images segmentation, Computerized Medical Imaging and Graphics, 28 109-117 (2003).
- [6] E. Claridge, S. Cotton, P. Hall and M. Moncrieff, From colour to tissue histology: Physics-based interpretation of images of pigmented skin lesions, 7 4 489-502 December (2003).
- [7] J. Angulo, J. Serra, Segmentación de Imágenes en color utilizando histogramas Bi variables en espacios de colores polares Luminancia, saturación, matiz. Computación y sistemas, Vol. 8, No 4, (2005).
- [8] W.J. Torres, R.J. Bello, Procesamiento de imágenes a color utilizando morfología matemática.
- [9] R. Rodríguez, P.J. Castillo, V. Guerra, A. Suarez, E. Izquierdo, Dos técnicas robustas para la segmentación de imágenes biomédicas. Computación y sistemas, Vol. 9, No 4, (2006).
- [10] J.J Baez R, M.L. Guerrero, J. Conde, A Padilla, G.U. Serrano, Segmentación de imágenes de Color. Revista mexicana de física 50,(2004)
- [11] Thomas Walter, Jean-Claude Klein, Automatic Detection of Microaneurysms in Color Fundus Images of the Human Retina by Means of the Bounding Box Closing, Medical data Analysis (springer 2002 Berlin) pp. 210-220.
- [12] Luis Sánchez, Fernando Martínez, Germán Castellanos and Augusto Salazar, Feature Extraction of Weighted Data for Implicit Variable Selection, Computer Analysis of Images and Patterns, (springer 2007 Berlin) pp. 840-847.
- [13] C. Serrano, B. Acha, I. Fondon. Calibración de Imágenes en Color en condiciones de iluminación no controladas.

Plataforma Robótica como Herramienta para el Desarrollo y Aprendizaje de Aplicaciones en Control Inteligente

F. H. Martínez, D. M. Acero
Grupos de Investigación ARMOS y DEDALO
Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”
Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá D.C., Colombia

Tema conferencia: Sistemas/Tecnologías de Control y sus Aplicaciones/Robótica

Tipo: Artículo Completo

Resumen—Este artículo presenta el diseño, desarrollo y prueba en laboratorio de un pequeño robot, concebido como plataforma para la evaluación y desarrollo de esquemas de control inteligente para sistemas autónomos por parte de los grupos de investigación ARMOS de la Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” y DEDALO de la Universidad Pedagógica Nacional.

El prototipo se dotó con una FPGA Spartan 3 de Xilinx como unidad central de control, se estructuró sobre una plataforma diferencial con dos motores independientes acoplados a ruedas de desplazamiento, y una tercera rueda omnidireccional de apoyo. La estructura mecánica se diseñó en acrílico (metacrílico), buscando resistencia mecánica, bajo peso, visualización de componentes y presentación estética. Para ubicación espacial, se incorporaron sensores ultrasónicos de posición codificados y colocados para amplio espectro de visión. Además, el sistema cuenta con puertos de acceso para incrementar los periféricos del robot.

El prototipo se evaluó en laboratorio, observando un excelente desempeño de acuerdo con lo proyectado en el diseño.

Index Terms—Control inteligente, robot, herramienta para educación.

I. INTRODUCCIÓN

Martínez S., Fredy H.: fhmartinezs@udistrital.edu.co, Ingeniero Electricista Universidad Nacional de Colombia, Especialista en Gestión de Proyectos de Ingeniería Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, Candidato a Doctor en Ingeniería Sistemas y Computación Universidad Nacional de Colombia, Director del grupo de investigación ARMOS. Docente planta Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”. Teléfono: (57) 3005585481, Fax: (57-1) 7311537.

Acero S., Diego M.: dacero@pedagogica.edu.co, Ingeniero Electrónico Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, Candidato a Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Director del grupo de investigación DEDALO. Docente planta Universidad Pedagógica Nacional. Teléfono: (57) 3005667081.

MIRANDO el desarrollo actual de la robótica, y su difusión en numerosas industrias, se observa como en los últimos años aparece una serie de aplicaciones en nuevas áreas del desarrollo humano como lo son la agricultura, la alimentación, las obras civiles, la minería, la medicina, etc., que demandan nuevas prestaciones, investigaciones y desarrollos, que van más allá del estado del arte [1], [2], [3], [4]. Muchas de estas aplicaciones especiales implican de manera significativa la consideración de aspectos ecológicos y de impacto medioambiental, así como la necesidad de obtener una mejora sustancial en las condiciones, frecuentemente hostiles o peligrosas, en las que se lleva a cabo la actividad humana.

Al modernizar tecnología, el ser humano se ve inmerso en un proceso de adaptación a un entorno con posibilidades infinitas. Esta modernización no solo consiste en conseguir o crear nuevas y mejores tecnologías, sino que al acoplar mecanismos que se utilizan individualmente para dar origen a un solo componente, se está llevando éste a otro nivel de evolución, en el que el hombre busca un desarrollo intelectual, imaginativo y creativo, para después llevarlo a la práctica. Este tipo de implementación exige el uso de algoritmos de alto grado de desempeño que permitan resolver problemas complejos con un reducido costo computacional, dentro de esta categoría caen los llamados sistemas inteligentes [5], [6]. Adicionalmente, se requiere del profesional capacitado para el desarrollo de estas soluciones.

En alianza los grupos de investigación ARMOS de la Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, y DEDALO de la Universidad Pedagógica Nacional, han iniciado el trabajo de formación de estudiantes en el

desarrollo de sistemas de control inteligente. El trabajo aquí presentado en particular, busca desarrollar un sistema base de prueba para éste tipo de aplicaciones inteligentes, escalable y de altas prestaciones tanto en capacidad de procesamiento como de estructura física, que funcione como herramienta de entrenamiento real en la implementación de soluciones [7], [8], [9].

II. PERFIL DEL VEHÍCULO-ROBOT

En el desarrollo de un nuevo producto tecnológico, es de vital importancia partir de un perfil general del sistema, a fin de orientar coherentemente las actividades de diseño; no es posible iniciar un recorrido sin saber cual es la meta, por lo menos no en ingeniería.

Características como la capacidad de procesamiento y la versatilidad de su programación resultaban desde la formulación inicial del trabajo fundamentales para los propósitos futuros del robot. Por esta razón, desde su planteamiento inicial se consideró a las FPGA's (*Field Programmable Gate Array*, es un dispositivo semiconductor, circuito integrado, que contiene bloques de lógica interconexión y funcionalidad se puede programar) como las unidades indicadas para el procesamiento central del robot.

Revisando la documentación disponible, es fácil encontrar información relacionada con el desarrollo de proyectos que muestran la utilidad y didáctica que presta el manejo del VHDL, implementado sobre hardware de alto desempeño como la FPGA, que por su gran cantidad de compuertas lógicas programables permite descripción y manejo de sistemas complejos [3], [5], [11].

II-A. Aplicación final

Luego de largas consultas con los miembros de los grupos de investigación ARMOS y DEDALO, se logró definir el problema inicial que debería resolver el vehículo robot. De igual forma, se estableció algunos parámetros generales que asegurarían que el robot funcionara verdaderamente como plataforma de evaluación de esquemas de control.

El problema inicial que debería resolver el robot, y que serviría para definir su perfil, corresponde a la adaptación de criterios de múltiples competencias nacionales e internacionales en donde participan este tipo de vehículos robóticos autónomos. En términos generales, el robot debería estar en capacidad de avanzar en cualquier dirección sobre un plano (inicialmente una superficie lisa sin pendiente), y lograr evitar el choque con paredes u obstáculos que encuentre en su recorrido. Este criterio se ajusta a las condiciones generales de los laberintos.

El vehículo robot a desarrollar debería contar por tanto con motores y engranajes que permitieran el avance y el cambio de dirección, al igual que debería contar con sensores de distancia. En cuanto a la velocidad promedio de avance y la ventana de distancia en la cual será capaz de medir, se regresó nuevamente al problema de los laberintos, definiéndose una velocidad promedio máxima de entre 5 y 10 cm/s y un rango de visión de hasta 1 m, identificando la distancia exacta al obstáculo. Además, se optó por permitir ubicación espacial colocando por lo menos dos sensores de distancia.

Por tal motivo, y por razones de simplicidad, el diseño del vehículo robot se soportó sobre una plataforma diferencial (dos ruedas) tipo triciclo, lo que a futuro facilitará el planteamiento de la cinemática del vehículo y la planificación de movimientos [4].

Adicionalmente, se decidió permitir el acceso a pines de E/S de la FPGA con el fin de, a futuro, implementar periféricos adicionales (brazos, pinzas, antenas, cámaras, infrarrojos, etc.). Esto, en conjunto con el uso de la FPGA, hace parte de la proyección futura del vehículo robot.

II-B. Perfil

Para el vehículo-robot se definió el siguiente entorno de trabajo (REAS) de acuerdo al enfoque de agentes inteligentes [6]:

II-B1. Ambiente: Esta definido por el espacio en el cual se desplazará el vehículo-robot. Como se detalló antes, se trata de un sistema para trabajo en laboratorio, por lo cual las superficies sobre las cuales se desplazará el vehículo-robot serán en general planas (sin rocas ni obstáculos similares) de área igual o superior a los 20 cm × 20 cm, en donde los obstáculos que se le presenten serán de tamaño comparativo al robot mismo, es decir, deberá esquivarlos en lugar de pasar sobre ellos. No se descarta la presencia de rampas ascendentes y descendentes de hasta 45°.

II-B2. Medidas de rendimiento: Las medidas de rendimiento son fundamentalmente de desempeño del prototipo. Para este primer trabajo se considera tan solo una: velocidad de respuesta frente a obstáculo. Parte de la velocidad estará determinada por el diseño mismo del prototipo, y parte por el software de control utilizado para la prueba, al final se evalúan estos dos parámetros.

II-B3. Sensores: El sistema es escalable, es decir, es posible la integración de mayor número de sensores y actuadores a la unidad de control. Para este primer prototipo, se opta por la utilización de sensores de posición, sensores de distancia que permitan identificar un obstáculo a una distancia de hasta 1 m, en un ángulo de visión frontal no inferior a 45°.

II-B4. Actuadores: En primera instancia, los actuadores serán los motores que generen el desplazamiento del motor a través de sus ruedas. Independiente del tipo de motor a utilizar, se debe garantizar una velocidad de desplazamiento frontal de entre 5 y 10 cm/s, posibilidad de desplazamiento total sobre un plano y torque para ascender pendientes de hasta 45°.

II-B5. Tipo de agente: Se desea un agente reactivo, basado en objetivo, mismo que estará reflejado en las reglas de comportamiento programadas en su unidad de control.

Las propiedades que se definen para este entorno de trabajo son:

- *Observable:* Se pretende trabajar con un entorno de trabajo observable, por lo menos para las variables de interés definidas para el prototipo, es decir, entorno plano con obstáculos visibles a través de sus sensores. La unidad de control podrá determinar de forma precisa las condiciones del entorno en un momento dado.
- *Determinista/estocástico:* Es deseable también trabajar inicialmente con entornos de trabajo deterministas,

en donde los resultados de una acción se puedan especificar de forma exacta, a fin de que se conviertan en la realimentación del modelo. A futuro, sin embargo, es posible incrementar los periféricos del robot con sensores que realimenten su estado actual, y lograr su desempeño en ambientes estocásticos.

- Episódico/secuencial: El entorno de trabajo no es episódico, es más del tipo secuencial a nivel de las acciones que realiza.
- *Estático/dinámico/semi-dinámico*: De acuerdo a las características planteadas para el robot en relación con su operación, el mismo debería lograr desempeñarse adecuadamente en un entorno de trabajo dinámico.
- *Discreto/continuo*: El entorno como tal es de tipo continuo. Sin embargo, conviene aclarar que la implementación real del robot involucra dispositivos digitales que deben sensar y codificar las señales del entorno, proceso que consume un tiempo entre una acción de control y otra, haciendo que el comportamiento del robot se asimile a uno discreto. Esto es debido a la implementación, el entorno como tal es continuo.
- Individual/multiagente: El entorno es individual, solo se considera el diseño de un único agente (un único vehículo robot).

III. DISEÑO DEL VEHÍCULO ROBOT

El diseño del vehículo robot se hace partiendo de las especificaciones técnicas y operativas proyectadas para el mismo en su perfil. De acuerdo a estos criterios, es posible definir, luego de una revisión de posibilidades de implementación en la literatura pertinente, elementos claves del robot como son: su sistema de desplazamiento, su sistema de sensores, su unidad de control y su estructura mecánica.

III-A. Sistema de desplazamiento

Dadas las posibilidades de desplazamiento definidas en el perfil para el robot, es clara la necesidad de dotar al prototipo con un sistema ágil, eficiente y de simple modelo matemático, que permita cumplir las expectativas de movimiento.

El sistema de desplazamiento de un robot está íntimamente ligado a la función final que el mismo ha de desempeñar, y por ende del medio en el cual realizará el desplazamiento. Este entorno define variables como velocidad de desplazamiento y de respuesta del sistema, desplazamiento mínimo y continuidad del movimiento, así como estrategias de desplazamiento: ruedas, patas o algún esquema híbrido.

Para el desplazamiento del robot, se tuvo en cuenta la maniobrabilidad, la tracción, la eficiencia, la posibilidad de mantenimiento y su parte de control. En los vehículos robots se presenta una variada gama de sistemas de locomoción, tales como ruedas (diferencial, síncrona, triciclo, omnidireccionales), patas, cintas de desplazamiento y otras como los modulares o reconfigurables [12], [9].

De acuerdo al perfil del prototipo proyectado, y al entorno de trabajo (REAS) definido para su operación, se optó por utilizar una estructura diferencial soportada en tres ruedas, dos de desplazamiento con motor DC en

su eje y una tercera omnidireccional de pivote, la cual también se comportará como rueda transversal del sistema. A continuación, se presentan los detalles de diseño de este sistema de desplazamiento.

III-A1. Motores DC: La elección de los motores es crucial en el diseño, ya que de ellos depende el desempeño final del robot. Esta debe partir del conocimiento de algunos datos básicos finales del vehículo-robot, como lo son su esquema de desplazamiento, su velocidad máxima y su peso total.

En relación con el esquema de desplazamiento, ya éste se ha definido como un triciclo diferencial, en el cual una rueda omnidireccional hace las veces de punto de apoyo. En cuanto a la velocidad, también con anterioridad se ha definido el ambiente del robot y su finalidad, razón por la que se puede intuir de forma práctica un desplazamiento máximo aproximado de 10 cm/s sobre una superficie plana (se asume baldosa cerámica). Ahora, con respecto al peso total requerido para inferir el torque necesario del motor, y por ende el motor, no se conoce hasta tener el prototipo ensamblado, sin embargo, se puede aproximar contemplando los elementos más relevantes:

- Batería, dos en total: 360 g. cada una.
- Motor: 60 g. cada uno.
- Tarjeta de control: 240 g.
- Sensores y tarjetas adicionales: 50 g.
- Rueda omnidireccional: 312 g.
- Ruedas laterales tipo coche: 230 g. cada una.
- Estructura: 800 g.
- Porcentaje de holgura - 10 %: 270 g.
- Total requerido: 2,97 kg.

El modelo simple linealizado de los motores DC ideales contempla dos características:

- La velocidad del motor es proporcional al voltaje aplicado al mismo.

$$rpm = K_V V \quad (1)$$

- El torque de salida (es decir, la fuerza que produce la rotación) es proporcional a la corriente que el motor toma de la batería.

$$T = K_T I \quad (2)$$

En otras palabras, a mayor voltaje sobre el motor mayor velocidad, y entre más torque se le exija mayor corriente tomará de la batería. Las constantes del motor se conocen como K_V constante de velocidad del motor (rpm por V) y K_T constante de torque del motor (N-m por A en el SI, pero normalmente se indican en oz-in por A, 1 oz-in = 0,0071 N-m ó en lb-in por A, 1 lb-in = 0,113 N-m).

Es de aclarar, sin embargo, que en los motores reales existen ciertas condiciones que alteran estas relaciones. Por ejemplo, la ecuación 1 muestra que la velocidad del motor no se ve afectada por el torque aplicado al mismo, lo cual es claro que si ocurre (se frenan al aumentar su torque). Todo motor tiene una cierta cantidad de resistencia interna que produce una caída de tensión en su interior, esto significa que el voltaje que el motor recibe desde la batería se encuentra proporcionalmente reducido por la corriente a través de él. La ecuación 3 muestra el voltaje efectivo que utiliza el

motor, y la ecuación 4 muestra la velocidad efectiva del mismo.

$$V_{motor} = V_{in} - I_{in}R \quad (3)$$

$$rpm = K_V V_{motor} = K_V (V_{in} - I_{in}R) \quad (4)$$

Donde V_{in} es el voltaje de la batería en V, I_{in} es la corriente que toma el motor en A, R es la resistencia interna del motor en Ω , y V_{motor} es el voltaje efectivo aplicado al motor en V. Se puede observar en la ecuación 4 que al aumentar la corriente (aumentando el torque aplicado, por ejemplo), se disminuye el voltaje aplicado y por tanto la velocidad del motor.

Todos los motores requieren una mínima cantidad de energía para comenzar a girar, esta energía tiene que superar las pérdidas internas por fricción. Una vez que se supera este umbral, el motor comienza a rotar y llega rápidamente a su velocidad máxima de acuerdo al voltaje aplicado. Cuando no hay nada conectado a su eje de salida, se tiene velocidad sin carga y corriente sin carga. La ecuación 5 muestra el torque del motor como una función de la corriente tomada de la batería, donde I_0 es la corriente sin carga en A. Observe que el motor no entrega torque en la condición sin carga; además, el voltaje aplicado debe superar a la corriente sin carga multiplicada por la resistencia interna del motor para comenzar a girar (ecuación 4).

$$T = K_T (I_{in} - I_0) \quad (5)$$

Con estas ecuaciones, así como con la relación de engranajes, el tamaño de la rueda (diámetro de 140 mm), el coeficiente de fricción entre las ruedas y el suelo (que para esta aplicación se asume como valor promedio en superficie plana baldosa cerámica seca sin deslizamiento $\mu = 0,5$), y la velocidad máxima del robot (10 cm/s), es posible determinar la fuerza de empuje del robot, y por tanto seleccionar los motores adecuados (dos, cada uno con el total de la fuerza requerida), valor que se determinó en 2,95 N-m. Así, se optó por utilizar dos motores DC con reductores de 12 V GM3523 de Abroad Co. Ltd (Fig. 1).



Figura 1. Detalle de ensamble de la rueda, motor y tarjeta de control

III-A2. Rueda omnidireccional (Mecanum wheel) de apoyo: Esta rueda (Fig. 3) de Kornylak Corporation (serie 2000 modelo 4202B de doble hilera), fue escogida a fin de abrir las posibilidades de desplazamiento del vehículo hacia cualquier dirección. Ella hace el trabajo de una rueda sin el bloqueo de los movimientos de balanceo y los problemas experimentados por lo general con ruedas giratorias.

III-B. Batería de alimentación de potencia

Para la selección de la batería del vehículo-robot, se retoma la ecuación 5, a partir de ella se puede definir el tipo y número de baterías necesarias, esto asumiendo que el elemento que más consume energía son los motores (al valor final se le incrementó un 10 % a fin de incluir el consumo de la electrónica del robot). La corriente requerida de la batería esta definida por:

$$I_{in} = I_0 + \frac{T}{K_T} \quad (6)$$

A partir de la ecuación 6 es posible calcular el valor de la corriente que debe alimentar la batería para cualquier torque o fuerza de empuje dada, considerando adicionalmente el tiempo de autonomía deseado. Sin embargo, se deben considerar también casos críticos de operación, por ejemplo situaciones en las cuales el robot se puede estancar con algún obstáculo, en estos casos los motores drenarán de la batería una corriente máxima, misma que debe estar en capacidad de suministrar. La corriente tomada de la batería en condiciones de motor bloqueado se puede determinar por la ecuación 7; la batería se debe dimensionar para ser capaz de manejar esta cantidad de corriente.

$$I_{bloqueado} = \frac{V_{in}}{R} \quad (7)$$

Es claro que baterías de menor capacidad a la indicada por la ecuación 7 pueden ser capaces de alimentar al prototipo, pero como criterio de diseño se ha optado por disponer de toda la capacidad y desempeño de los motores, y optar por incluir un fusible para limitar el tiempo durante el cual se presenta esta corriente.

Otro conjunto de ecuaciones que debe ser considerado es el que relaciona la potencia suministrada por las baterías y la generada por los motores. La potencia de entrada al motor, P_{in} , se muestra en la ecuación 8; esta potencia es altamente dependiente de la corriente tomada por el motor.

$$P_{in} = V_{in} I_{in} = I_{in}^2 R \quad (8)$$

La potencia de salida, P_0 , es determinada en forma mecánica por la ecuación 9 y en forma eléctrica por la ecuación 10. También se debe observar la eficiencia del motor, la cual se puede determinar por la ecuación 11.

$$P_0 = T \times rpm \quad (9)$$

$$P_0 = K_T K_V (I_{in} - I_0) (V_{in} - I_{in}R) \quad (10)$$

$$\eta = \frac{P_0}{P_{in}} \quad (11)$$

La potencia de salida siempre es menor que la potencia de entrada. La diferencia entre estas dos es la cantidad de calor que se generará debido a pérdidas eléctricas y mecánicas. Dado que lo mejor es diseñar y operar el robot en el rango de mayor eficiencia, se debe minimizar el calentamiento del motor. Si el motor fuese capaz de manejar su calentamiento, lo mejor sería diseñar el robot para operar a la máxima potencia del motor. Sin embargo, la mayor cantidad de calor se genera cuando el motor se encuentra bloqueado, y en general los motores solo pueden tolerar este calentamiento y operación por cortos periodos de tiempo antes de sufrir daños permanentes. El calor bajo estas condiciones es producido en el devanado de la armadura y en las escobillas, componentes que además son difíciles de refrigerar.

Para todos los motores de imán permanente, la máxima potencia ocurre cuando se alcanza el 50 % de la corriente de motor bloqueado. Los fabricantes de motores recomiendan que estos motores se operen a máxima eficiencia, de lo contrario terminan calentándose muy rápido.

De acuerdo con el análisis anterior, se seleccionaron dos (2) baterías de plomo ácido de 12 V - 0,8 AH, particularmente la batería MT1208, en donde cada una puede suministrar una corriente de 300 mA durante un poco más de dos horas en operación continua (Fig. 2) y hasta 20 A durante periodos cortos de tiempo (5 minutos), con una muy baja rata de auto-descarga (en tres meses pierde cerca del 8 % de su carga).

III-C. Unidad de control

Desde el punto de vista de los mini-robots, conjunto al que pertenece el prototipo, es posible identificar tres categorías de robots caracterizadas por su unidad de control:

- Robots programables. Estos sistemas como norma poseen una unidad de control digital programable, esta unidad, dependiendo de la aplicación final y el desempeño esperado del robot puede ser un microcontrolador, un microprocesador, un DSP (procesador digital de señales), un CPLD o una FPGA. El diseñador del programa de control del robot desarrolla un código que refleje un conjunto de comportamientos o tareas a ejecutar de acuerdo a las lecturas de sus sensores.
- Robots BEAM. También conocidos como robots no programables. El término BEAM proviene del nombre de las áreas que intervienen en el desarrollo de estas máquinas, en inglés: *Biology, Electronics, Aesthetics y Mechanics*. Estas máquinas utilizan electrónica análoga y un diseño mecánico adecuado para producir un comportamiento emergente inteligente no programado.
- Robots cibernéticos. En estos sistemas se busca controlar pequeños seres vivos con circuitos electrónicos acoplados, esto permite explotar la sensibilidad de los seres biológicos y de los actuadores biológicos (sistema nervioso motor y patas).

La primera categoría es sin duda la más desarrollada, y es también a la que pertenece el robot aquí planteado. Desde el perfil definido se ha propuesto de forma implícita que la unidad de control para el robot sea una FPGA; éste dispositivo programable tiene una alta capacidad de

procesamiento, muy superior a la de los procesadores, y esto sin contar con su gran flexibilidad. Mediante los sistemas periféricos adecuados, es capaz de desarrollar complejos esquemas de comportamiento, lo deseado en las aplicaciones finales del robot [10], [11].

Se optó por trabajar con una FPGA Spartan 3 de Xilinx, en particular la XC4000 (máxima capacidad con posibilidad de montaje nacional y a un costo razonable), la cual posee 400.000 compuertas. Se adquirió e implementó como unidad de control central para el vehículo-robot el sistema Labereus (Fig. 2) de Sidereus Ltda.

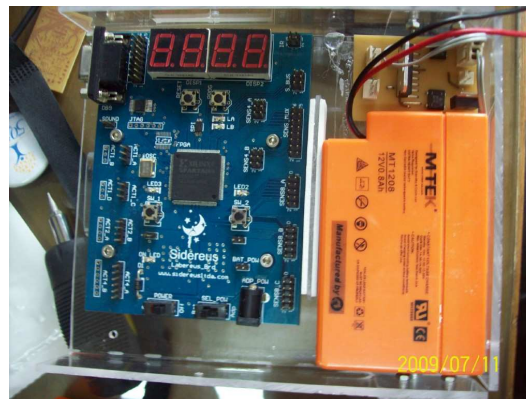


Figura 2. Detalle del montaje final del cuerpo del vehículo-robot

III-D. Sistemas sensores

Los sensores en sistemas artificiales (procesos industriales, máquinas y robots, entre otros) permiten trasladar los atributos del mundo físico en valores que pueden ser interpretados por la unidad de control. Para un robot, las señales de interés dependen de su uso o aplicación final; un robot industrial puede requerir conocer el nivel de un líquido, un peso o un tiempo transcurrido, mientras que un robot como el que preocupa en éste proyecto, debe atender señales de alguna forma equivalentes a las de los seres vivos, es decir, ubicación espacial, detección de obstáculos, nivel de luz, audio, calor, etc.

Para el sistema sensor del robot, se optó por utilizar un sistema sensor de posición diseñado alrededor del sensor ultrasónico SFR05. Este sensor tiene un rango de medición de hasta cuatro metros, y posee la capacidad de ser comandado por un solo pin.

III-E. Estructura mecánica

Existen muchas posibilidades para el diseño de la estructura mecánica de un robot, para ésta aplicación en particular los criterios más relevantes que se tuvieron en cuenta fueron:

- Robustez mecánica de la estructura.
- Peso final de la estructura.
- Capacidad de aislamiento eléctrico.
- Posibilidad de refrigeración por ventilación natural.
- Disponibilidad del material.
- Facilidad de trabajo con el material.
- Costo del material.
- Presentación estética del prototipo.

Considerando estos criterios, se optó por diseñar la estructura mecánica del robot en metacrilato transparente. La disponibilidad y bajo costo del material son incuestionables, además, tiene las grandes ventajas frente a metales, como el garantizar aislamiento eléctrico del circuito interno del robot, brindar un bajo peso a la estructura, permitir la perforación de agujeros, y dar un muy buen acabado al prototipo.

El diseño de la estructura se realizó de forma modular, a fin de facilitar la duplicación del robot y garantizar su robustez mecánica. Se diseñó un módulo en acrílico para alojar y fijar la tarjeta de control, y módulos específicos para soportar los sensores de ultrasonido y para facilitar la conexión de los motores y las ruedas. Todos los módulos se pensaron para encajar unos en otros formando una estructura sólida, simétrica y agradable visualmente (Fig. 1 y Fig. 3).

IV. PROTOTIPO VEHÍCULO-ROBOT

La Fig. 3 muestra la implementación final del vehículo-robot. Para la evaluación de desempeño se desarrolló una pequeña aplicación de prueba en VHDL, consistente en activar los motores para avance frontal, y para cambio de dirección de acuerdo a las lecturas de los sensores.

La FPGA controla los motores regulando su velocidad de forma individual mediante la generación de señales PWM. Como se mencionó, la decisión respecto a la velocidad de cada motor en la aplicación de prueba la toma con base a un comparador de acuerdo a la información obtenida por los sensores de ultrasonido. La señal PWM es entregada a un circuito *drive* capaz de manejar corrientes de hasta 5 A, y dependiendo de la versatilidad que se quiera dar al robot, es posible obtener avances y giros a diferentes velocidades ajustando el ancho de pulso de las señales PWM.



Figura 3. Vista final del vehículo-robot

V. CONCLUSIONES

La robótica plantea un sin número de posibilidades en el desarrollo de competencias y habilidades en estudiantes en los campos de tecnología e ingeniería. Particularmente en las áreas de control inteligente, permite la implementación real de complejos esquemas de control permitiendo al estudiante enfocarse en el problema y su solución, estimulando simultáneamente su creatividad y entusiasmo.

Con el desarrollo de éste prototipo de laboratorio se logró generar una nueva herramienta de aprendizaje que permite

la implementación de esquemas inteligentes para la solución de problemas clásicos en robótica móvil. La plataforma final posee una unidad de control central basada en FPGA capaz de procesar complejos algoritmos, y con la posibilidad de permitir la integración de sensores y actuadores complejos, lo que asegura la escalabilidad de la herramienta.

El prototipo de robot se evaluó con un simple programa de prueba que permitió demostrar la funcionalidad de la unidad de control central, de sus sensores y de su sistema de desplazamiento.

REFERENCIAS

- [1] Hashimoto Y., Murase H., Morimoto T., and Torii, T. (2001). Intelligent systems for agriculture in Japan. IEEE Control Systems Magazine. Oct 2001. Vol 21, pp: 71 - 85. ISSN: 0272-1708.
- [2] Gao junyao, Gao xueshan, Zhu wei, Zhu jianguo, and Wei boyu (2008). Coal Mine Detect and Rescue Robot Design and Research. IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, 2008. ICNSC 2008. 6-8 April 2008. pp: 780 - 785. ISBN: 978-1-4244-1685-1.
- [3] Ayala, O. y Gonzales, J. (2006). Desarrollo de un Robot Móvil con Control Inteligente usando Algoritmos Evolutivos y un FPGA. Corporación Universitaria del Meta. Colombia. Sin publicar. www.monografias.com/trabajos-pdf/ desarrollo-robot-movil/ desarrollo-robot-movil.shtml.
- [4] Bermúdez, G. y Sierra, P. (2006). Robot para la Detección de Focos de Incendio "Flamebot". IV Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. - Colombia. ISBN 958-8247-64-0.
- [5] Chávez, N.E.; Valdés, M.A.; Esquivel, J.; Vázquez, A.M.; Aviña, R.; Mora, J.A. y Rojano, E. (2005). Brazo Robótico Jugador del Juego "gato" Controlado Mediante FPGA y Lenguaje VHDL. II Simposio La Investigación y Desarrollo de Ingeniería 2005. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [6] Russell, S. and Norvig, P. (2002). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Second Edition. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence. ISBN 978-0137903955.
- [7] Guomin Zhang and Jianping Zhang (2008). The Issue of Robot Education in China's Basic Education and its Strategies. 2008 IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics. 21-24 Sept. 2008. pp: 702 - 705. ISBN: 978-1-4244-1675-2.
- [8] Shuying Zhao, Wenjun Tan, Shiguang Wen, and Chongshuang Guo (2008). Research on Robotic Education Based on LEGO Bricks. 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering. 12-14 Dec. 2008. Vol. 5. pp: 733 - 736. ISBN: 978-0-7695-3336-0.
- [9] González, J. (2003). Diseño de Robots Ápodos: Cube Reloaded, Trabajo de iniciación a la Investigación, Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid.
- [10] Mandado, E.; Alvarez, L. y Valdes, M. (2002). Dispositivos Lógicos Programables y sus Aplicaciones. Paraninfo. ISBN 978-8497320549.
- [11] Perry, D. (2002). VHDL Programming by Example. Fourth Edition. McGraw-Hill Professional. ISBN 978-0071400701.
- [12] Martínez, S. (2006). Acercándonos a la Robótica: Algunas Aplicaciones y el Diseño de Robots con Patas. Matematicalia, Vol. 2, No. 1, ISSN 1699-7700.

Seguimiento de orbitas de Satélites LEO basado en técnicas de Inteligencia Artificial

Jorge E ESPÍNDOLA

Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Boyacá, Colombia

Ernesto GÓMEZ

Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia

RESUMEN

Este artículo muestra los resultados de la tesis de maestría sobre seguimiento de órbitas LEO (low-earth-orbits), la cual hace parte del proyecto Cubesat-UD del grupo de investigación en telemedicina GITEM de la Universidad Distrital. En este se presenta un marco referencial, la metodología, y los resultados de dicha investigación. El objetivo principal de la tesis, consiste en determinar la técnica de Inteligencia Artificial (IA) que se debe usar para desarrollar un algoritmo que permita predecir y hacer seguimiento a la órbita que hacen los satélites artificiales como los picosatélites.

Palabras clave: Estación terrena, inteligencia artificial, picosatélite, seguimiento de órbitas.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto del lanzamiento de un picosatélite con objetivos académicos que lidera la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital el cual se ha denomina Colombia 1, tiene varios módulos, siendo el de comunicaciones uno de ellos. Sobre este módulo se ha venido trabajando, creando los diferentes submódulos para su correcto funcionamiento. Un objetivo específico de este módulo consiste en hacer seguimiento a la órbita que describen los picosatélites a lo largo de su trayectoria usando técnicas de inteligencia artificial.

Este proyecto es trabajado conjuntamente con el grupo de investigación INFELCOM [1] de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y el grupo de investigación GITEM [2] de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

La realización del algoritmo, permitió desarrollar a plenitud los diferentes objetivos planteados en esta investigación.

Por último se ven los resultados que se obtuvieron al aplicar esta técnica de IA en el seguimiento de órbitas de picosatélites.

2. MARCO REFERENCIAL

Las teorías físicas son muy importantes para la realización del algoritmo, entre otras tenemos las Leyes de Kepler que justifican el modelo heliocéntrico según el cual los planetas giran entorno al sol [3], [4].

Los elementos Keplerianos son números que permiten calcular las órbitas de los satélites. Se necesitan siete números para definir la órbita de un satélite. Este conjunto de números se denomina elementos orbitales o "Keplerianos" (por Johann Kepler [1571-1630]), estos son: Epoch, Orbital Inclination, Right Ascension of Ascending Node, Argument of Perigee, Eccentricity, Mean Motion, Mean Anomaly y Drag [5]. Estos definen una elipse, la orientan con respecto a la tierra, y ubican el satélite en la elipse a un cierto tiempo determinado.

En el modelo Kepleriano, las órbitas satelitales son modelos de forma y orientación constantes [6], [7].

La mecánica orbital se usa para determinar la forma como se comporta el satélite en su órbita alrededor de la tierra y como se describen las elipses como un modelo físico que permite verificar que los picosatélites describen una órbita circular polar [8].

Según Prochnow, Cupertino Durão y Schuch [9], "un satélite artificial es un sistema que gira en torno de nuestro planeta, ...". Estos, según su tamaño, pueden ser clasificados como:

Satélites Grandes: poseen una masa de más de 1000Kgr, Satélites Medianos: cuya masa se encuentra entre 500Kgr y 1000Kgr, Satélites

Pequeños o picosatélites: con masas menores de 500Kgr

El CubeSat, es un picosatélite completamente funcional con forma de cubo de diez centímetros de lado y una masa de un kilogramo [10]. Como cualquier otro satélite es el resultado de la integración de varios subsistemas, lo cual le permite llevar a término su misión [11], [12].

Las redes neuronales Backpropagation (o entrenamiento hacia atrás) es un sistema automático de entrenamiento de redes neuronales con capas ocultas, perfeccionado en la década de los 80 [13], [14], [15]. En este tipo de redes, el problema a la hora de entrenarlas estriba en que sólo se conoce la salida de la red y la entrada, de forma que no se pueden ajustar los pesos sinápticos asociados a las neuronas de las capas ocultas, ya que no podemos inferir a partir del estado de la capa de salida como tiene que ser el estado de las capas ocultas.

El sistema de entrenamiento mediante back-propagation consiste en [16]:

Empezar con unos pesos sinápticos, generalmente elegidos al azar.

Introducir un subconjunto de datos de entrada (en la capa de entrada), que serán usados para el entrenamiento.

Dejar que la red genere un vector de datos de salida (propagación hacia delante).

Comparar la salida generada por la red con la salida deseada.

La diferencia obtenida entre la salida generada y la deseada (denominada error) se usa para ajustar los pesos sinápticos de las neuronas de la capa de salidas [17], [18].

El error se propaga hacia atrás (backpropagation), hacia la capa de neuronas anterior, y se usa para ajustar los pesos sinápticos en esta capa. Se continua propagando el error hacia atrás y ajustando los pesos hasta que se alcance la capa de entradas [19], [20]. Este proceso se repetirá con los diferentes datos de entrenamiento.

El método por el cual el error es propagado hacia atrás fue descubierto por D.E. Rumelhart, G.E. Hinton y R.J. Williams en 1986, y casi al mismo al tiempo por Parker y Le Cun [13].

3. METODOLOGÍA

El proyecto se realizó en varias etapas, en las cuales se desarrollaron diferentes actividades así:

FASE 1. Requerimientos preliminares.

En esta primera etapa se hizo un estudio del estado del arte sobre la ciencia y la tecnología aeroespacial en Colombia, se conocieron los diferentes proyectos que se han desarrollado en cuanto al lanzamiento de picosatélites como Libertad 1, de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia 1, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas donde revisaron cada uno de sus módulos: Datos, control de actitud, Comunicaciones, Telemetría y control, potencia, estación terrena, entre otros.

FASE 2. Diseño Preliminar.

Para realizar un primer diseño se procedió a estudiar las diferentes técnicas de inteligencia artificial con el objetivo de decidir cuál de ellas se convenía utilizar. Se hizo una comparación de éstas técnicas y se tomó la decisión de entrenar una red neuronal (RN), básicamente porque permite hacer predicción de una forma más eficiente, además porque es la más usada en este tipo de proyectos.

Por qué inteligencia artificial? La forma más completa para que el algoritmo propuesto cumple con su propósito específico es usando la IA; en este caso las redes neuronales ya que estas permiten “aprender de sus propios errores”, permiten almacenar en su base de conocimiento los éxitos de predicción hechos a los largo de la vida de las neuronas creadas para tal fin.

Como resultado de este estudio se determinó que las redes neuronales backpropagation cumplieran con las expectativas para el desarrollo del proyecto.

FASE 3. Integración y programación.

La etapa de programación inició haciendo una simulación de la forma como un picosatélite gira alrededor de la tierra. Se entendió cómo usar las variables ya estudiadas en las etapas anteriores.

Usando Java como lenguaje de programación para modelar el algoritmo [21], se creó una RN, la cual está basada en un archivo inicial con formato NASA (National Aeronautics and Space Administration), esta se usa para tomar datos iniciales tanto de simulación como de predicción, lo

cual permite cumplir con el objetivo planteado en este proyecto.

FASE 4. Pruebas

Después de desarrollar el algoritmo de seguimiento de órbitas se hicieron pruebas de simulación con datos reales de picosatélites lanzados al espacio.

Estas pruebas permitieron verificar y corregir el software, la RN y los cálculos que se realizaron para obtener los resultados esperados.

4. RESULTADOS

Como resultado de este proyecto se desarrolló un algoritmo basado en una RN que funciona de la siguiente forma:

En la figura 1 se ve un diagrama de flujo del algoritmo que muestra tres procedimientos: Lectura inicial de NASA, análisis de datos de los éxitos y ubicación de antenas.

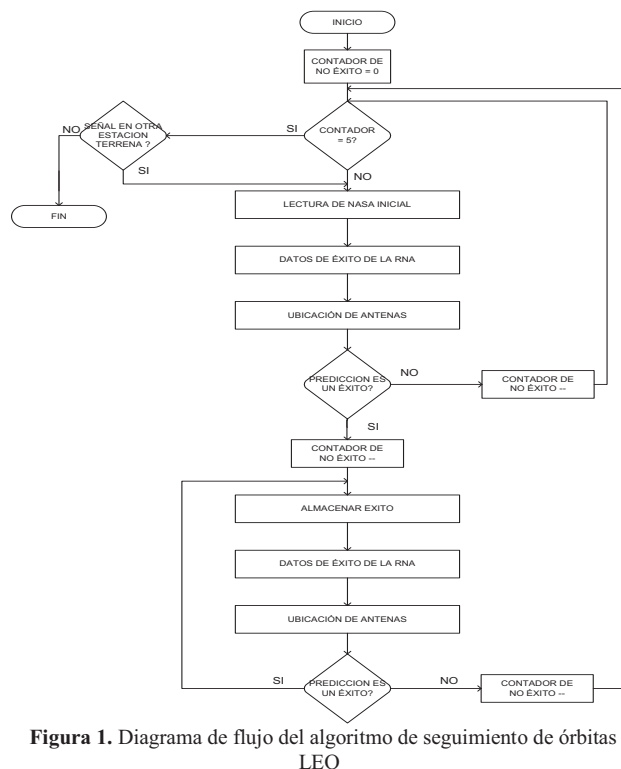


Figura 1. Diagrama de flujo del algoritmo de seguimiento de órbitas LEO

El algoritmo contempla tres etapas que permiten predecir la órbita de los satélites:

4.1. Lectura inicial NASA

El algoritmo como punto de partida tiene la lectura el código NASA dado por el lanzador del

pico satélite al espacio, en este código se encuentran las variables iniciales. Una vez leído el código, se procede a realizar todos los cálculos, para esto se utilizan las fórmulas de mecánica orbital [3].

El código es leído carácter por carácter, y una vez leído es llevado a la primera neurona de la RN creada para tal fin.

Esta información se realimenta al guardar los éxitos de la predicción, esto es, si tuvo lugar una predicción y esta es correcta se almacena en la base de conocimientos de la RN con formato NASA, estos datos son utilizados para hacer nuevas predicciones.

Si pasado el tiempo la estación terrena no recibe señal alguna, el sistema puede buscar en otra estación y empezar de nuevo todo el recorrido en busca de éxitos.

4.2. Análisis de datos

En el procedimiento análisis de datos de éxito se utiliza la Red Neuronal y funciona de la siguiente forma:

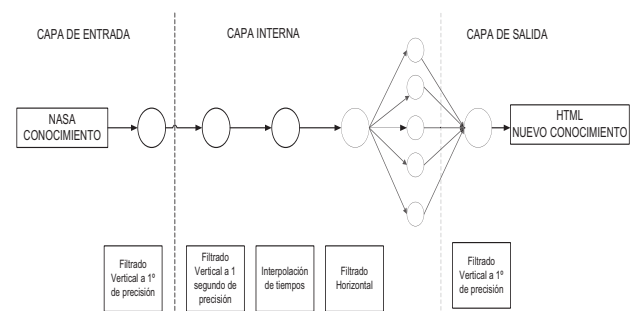


Figura 2. Red neuronal

En la figura 2 se encuentra un modelo de RN con tres capas: de entrada, interna y salida. A lo largo estas capas existen neuronas que hacen funciones específicas así:

En la capa de Entrada. Toma el código NASA o el conocimiento generado previamente que se encuentra en la base de conocimientos de la RN, y lo lee.

Filtrado vertical con un grado de precisión. Esta capa genera la órbita del satélite y los intervalos de señal con una precisión de un grado aproximado dentro de la elipse que describe el satélite.

En la capa Interna. Filtro vertical con un segundo de precisión. Aquí se generan los intervalos

de señal con una precisión de un segundo aproximado dentro de la órbita del satélite.

Interpolación de tiempos: Indica el tiempo inicial y final en la órbita del satélite y el tiempo inicial y final en la órbita de la tierra.

Filtrado horizontal. Crea una neurona para filtrar cada segmento de tiempo que representa la ventana de señal determinando cuáles y qué partes se usarán ya que todos no tienen señal. Crea una neurona por cada segmento a filtrar.

En la capa de salida. Neurona de salida. Toma los valores obtenidos en el último filtrado y los muestra en formato HTML (HyperText Markup Language) convencional para ser entendibles y genera el nuevo conocimiento.

4.3. Ubicación de antenas

Por último se deben tomar los resultados y llevarlos al hardware que permitirá mover las antenas de forma inteligente, se debe destacar que este módulo se está implementando actualmente.

4.4. Software resultante

El software resultante denominado “Seguimiento de órbitas de picosatélites - SOP” es un sistema que predice los momentos en que un satélite tendrá alcance de señal sobre una estación terrena en particular. La predicción se hace basada en el formato NASA obtenido de la entidad encargada de hacer el lanzamiento del picosatélite. Este formato permite simular el comportamiento del picosatélite alrededor de la tierra basado en las variables encontradas en dicho formato.



Figura 3. Selección de un satélite

SOP permite escoger un picosatélite (Figura 3), de una lista que el usuario puede crear, además muestra de forma detallada las variables usadas en los

cálculos de predicción. Por último permite almacenar los éxitos o predicciones correctas en una base de datos usada para hacer las próximas predicciones.

La estación terrena, en este caso de Tunja, (figura 4) estará ubicada en las siguientes coordenadas: Latitud Norte: 5.552° y 73.3565° de Longitud Oeste a una altura de 2.723 m sobre el nivel del mar.

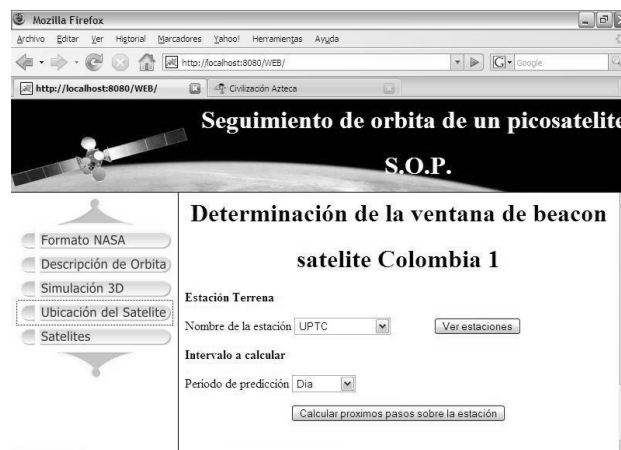


Figura 4. Estación terrena

El código NASA (ver figura 5) utilizado para esta prueba es el siguiente:

Número de linea_1	1
Número de catalogo_1	24905
Clasificación de seguridad	U
Identificación internacional	97043C
Año	03
Día del año	029
Fracción del día	.77037232
Signo primera derivada	+
Tasa de decaimiento	.00000191
Signo segunda derivada	+
Segunda derivada	00000
Exponente	-0
Signo BSTAR	+
BSTAR	60972
Exponente BSTAR	-4
Tipo Efemerides	0
Número de elemento	0043
Checksum_1	7
Número de linea_2	2
Número de catalogo_2	24905
Inclinación orbital	036.8979

Ascensión recta	290.5387
Excentricidad	0.0002724
Perigeo	058.5465
Anomalía media	301.5990
Revoluciones día	14.34218966
Revoluciones a la fecha	28499
Checksum_2	4

Figura 5. Código NASA usado

De igual forma se requieren variables adicionales como el periodo, la longitud de semieje mayor y longitud de semieje menor de la ubicación del picosatélite (figura 6)

Periodo	6024.1847338672
Longitud de semieje Mayor	10480.441409257819
Longitud de semieje Menor	10480.441020424212

Figura 6. Variables adicionales

Con los anteriores datos se obtuvieron los siguientes resultados, que corresponden a los seis primeros momentos de vista de señal (tiempo en que la estación terrena podrá comunicarse con el picosatélite):

Tiempo en la estación	Latitud Satélite	Longitud Satélite
Sat Jan 17 22:32:21 COT 2009	53.5368	72.5026
Sat Jan 17 22:41:44 COT 2009	6.6436	106.1489
Sun Jan 18 00:11:49 COT 2009	57.4413	69.1559
Sun Jan 18 00:27:23 COT 2009	-21.67000	124.9741
Sun Jan 18 01:53:51 COT 2009	50.5615	74.9528
Sun Jan 18 02:10:54 COT 2009	-37.48749	136.0899
Sun Jan 18 03:37:12 COT 2009	36.7285	85.5308
Sun Jan 18 03:53:02 COT 2009	-45.7546	142.3052
Sun Jan 18 05:22:12 COT 2009	12.8569	102.0253
Sun Jan 18 05:33:11 COT 2009	-44.5932	141.4088
Sun Jan 18 11:07:49 COT 2009	-42.4605	261.2833

Sun Jan 18 11:17:14 COT 2009	6.7797	295.0084
------------------------------	--------	----------

Figura 7. Resultados de la predicción

Al analizar los datos de inicio del primer momento (figura 7) se observa que, el tiempo de inicio en la estación es: Sat Jan 17 22:32:21 COT 2009, y la posición del picosatélite tiene una latitud de 53.53681813425793°, y la longitud es de 72.50262691560965°.

El tiempo final del primer momento de la estación es Sat Jan 17 22:41:44 COT 2009, significa que el primer momento tiene una duración de 9 minutos con 23 segundos en los cuales la estación terrena tendrá contacto con el picosatélite. La latitud del satélite es de 6.643697617005994°, lo que significa que en los 9 minutos con 23 segundos el satélite avanza 46.89° y la longitud relativa del satélite es de 106.14892604017427°.

De cada momento se obtienen resultados tanto para el periodo de entrada como para el de salida. En la figura 8, se observan los datos del primer momento que pasa el picosatélite por la estación terrena.

Propiedades	Entrada	Salida
Tiempo Satélite	1395.9780	1959.0101
Tiempo Estación	17 22:32:21	17 22:41:44
Latitud Satélite	53.5368	6.6436
Longitud relativa Satélite	72.5026	106.1489
Latitud Estación	5.552	5.552
Longitud relativa Estación	51.4431	53.7891
Distancia Satélite Estación	52.4027	52.3711
Distancia al foco	10480.1136	10481.7399
Azimut	-23.6955	-88.8055
Elevación	89.3430	89.3432

Figura 8. Detalles de la predicción del primer periodo

5. CONCLUSIONES

Después de revisar la información acerca de técnicas de IA utilizadas para hacer predicción, como: agentes inteligentes, redes neuronales, lógica difusa, agentes racionales, entre otros. Se determinó usar RN del tipo backpropagation para predecir la órbita que describirá el picosatélite en estudio, básicamente porque propaga el error hacia atrás desde la capa de salida hasta la de entrada,

permitiendo así la adaptación de los pesos con el fin de reducir el error en la predicción y guardar los éxitos en su base de conocimiento.

La técnica escogida permitió desarrollar un simulador capaz de predecir con un alto grado de precisión la órbita de picosatélites.

La elaboración del algoritmo permite hacer predicción de la órbita necesaria para el desarrollo de otros módulos del proyecto Cubesat-UD.

Se propone para futuras investigaciones, el desarrollo de algoritmos inteligentes para el movimiento de las antenas de las estaciones terrenas ligadas al presente proyecto.

El diseño y el montaje de las estaciones terrenas, permitirá comprobar los datos y resultados encontrados en la presente investigación.

6. REFERENCIAS

- [1] Grupo de Investigación en Informática, Electrónica y Comunicaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá. Consultado en: <http://sites.google.com/site/infelcom/>
- [2] Grupo de Investigación de Telemedicina de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá DC. Consultado en <http://gitem.udistrital.edu.co/>
- [3] Pratt, Timothy and Hostian, Charles W. Satellite Communications. Editorial Jhon Wiley & Sons. Singapore, 2004.
- [4] Patrick Moore, The Data Book of Astronomy, Institute of physics publishing Bristol and Philadelphia, Philadelphia, USA, 2000
- [5] Abbas Jamalipour, Low Earth Orbital Satellites for Personal Communication Networks, ARTECH HOUSE, INC. London, England, 1998
- [6] Alminde, Bisgaard y otros. The AAU-Cubesat Student Satellite Project: Architectural Overview And Lessons Learned. Aalborg University, 2004. Publicado en www.studentspace.aau.dk/publications/AAUCubesatProject.pdf
- [7] Mukund R. Patel, Spacecraft Power Systems, CRC Press, Washington, D.C, United States of America, 2005
- [8] Miguel, Ávila, Mecánica Celeste. Seminario Mecánica Orbital.
- [9] Prochnow S. L., Durão O. S. C. y Schuch N. J. Miniaturização De Satélites. Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRSPE/INPE – MCT, Julio de 2006, p10
- [10] Ohta, Tamamoto y otros. The University of Hawaii CubeSat: An Undergraduate Student Satellite Project. College of Engineering University of Hawaii at Manoa. Publicado en <http://www-ee.eng.hawaii.edu/~cubesat/docs/UHCubeSatforUSSS.pdf>
- [11] Kikugawa, Tyson. Systems Integration and Stabilization of a Cubesat. Department of Electrical Engineering, University of Hawai'i at Manoa Honolulu. Publicado en www.spacegrant.hawaii.edu/reports/15_FA05-SP06/Kikugawa_Tyson_FA.pdf
- [12] Korea Aerospace Research Institute. Spacecraft Subsystems: Electrical Power Subsystem (EPS). Publicado en http://csplab.kaist.ac.kr/lecture/SatRec2007/lecture_notes/EE807_070322.pdf. 2007. p 2 y p. 4.
- [13] Russell, Stuart y Norvag, Peter. Inteligencia Artificial. Un Enfoque Moderno. Segunda Edición. Editorial Pearson, Prentice Hall. España, 2007. p. 19-60.
- [14] Wassermann, P.D. Neural computing: Theory Practice, VNR. New York
- [15] Hertz, J., Krogh, A & Palmer, RG (1991) Introduction to the Theory of neural Computation. Addison – Wesley.
- [16] Wooldridge, M. (1999) Intelligent Agents. In Weiss G. (ed.) Multiagents Systems. A modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. MIT Press.
- [17] Brown, D. & Rothery, P. 1993. Models in Biology. Ed. Springer-Verlag. Berlín.
- [18] Alonso, G. & Becerril, J.L., Introducción a la inteligencia artificial. Ed. Multimedia Ediciones S.A. Barcelona 1993
- [19] Nikolay Y. Nikolaev y Hitoshi Iba, Adaptive Learning of Polynomial Networks Genetic Programming, Backpropagation and Bayesian Methods. Springer Science+Business Media, Inc, New York, NY 10013, USA, 2006
- [20] Daniel Graupe, Principles of Artificial neural Networks, 2nd Edition, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, Univ. Illinois, Chicago, USA, 2007
- [21] Jeff Heaton, Introduction to Neural Networks for Java, 2nd Edition, Heaton Research, Inc, United States of America, 2008

LABORATORIO REMOTO PARA EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

D. M. ACERO

Licenciatura en Electrónica Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá, Colombia – 571

S. P. LONDOÑO

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia – 571

RESUMEN

El gran potencial que tiene el desarrollo y puesta en marcha de un laboratorio remoto repercute directamente en el fortalecimiento del trabajo colaborativo, aprendizaje colaborativo y el aprendizaje autónomo, vinculados estos con un proceso desarrollado en ambientes de aprendizaje abiertos, en los que la interacción que tiene el estudiante con las herramientas, el conocimiento, el docente y sus compañeros, permiten el desarrollo de habilidades que fomentan el crecimiento individual y colectivo. Por otro lado las posibilidades de ampliar los ambientes de aprendizaje localizándolos no en el aula de clase sino fomentando redes con zonas alejadas del casco urbano, representa un potencial enorme en términos de proporcionar la facilidad de acceder a la tecnología por parte de estudiantes y docentes de áreas rurales, lo que aumenta la cobertura, además de facilitar la interacción de los estudiantes que se desarrollan en diferentes contextos.

Se presentan los resultados obtenidos de la puesta en marcha de la primera fase de este proyecto con el que se busca implementar en los ambientes de aprendizaje de la facultad de ciencia y tecnología la utilización de los laboratorios a distancia o remotos. Se ha

desarrollado un laboratorio remoto, en una primera fase, como contribución al enriquecimiento de los procesos tecnológicos y educativos que se vienen desarrollando en la Facultad.

Aprovechando las facilidades que presenta la comunicación por red, el laboratorio remoto, aparece como una evolución de la simulación y del laboratorio virtual en el caso particular de los sistemas de control se convierte en una valiosa herramienta para la solución de situaciones que involucran trascendentales conceptos físicos.

La relación directa que deben tener estudiantes y docentes con herramientas para el aprendizaje en tecnología exige la aplicación de estrategias innovadoras, que les permita permanecer actualizados, lo que facilita el entendimiento y la integración con los desarrollos que se están llevando a cabo en el mundo globalizado.

Con esta propuesta se busca hacer un aporte en esta dirección, contribuyendo a la creación de ambientes en los que se dé relevancia al aprendizaje autónomo y al trabajo colaborativo por medio del acercamiento de estudiantes de educación media, tecnológica y superior al manejo de laboratorios remotos con experiencias basadas en ciencias básicas.

1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas tipo laboratorio son de gran importancia en la educación en tecnología dado que se forman profesionales con la capacidad de resolver situaciones que en muchos casos tienen alto grado de dificultad, y esta interacción permite mayor comprensión del fenómeno; en la enseñanza de la electrónica la construcción de modelos precisa que el estudiante acceda al laboratorio donde mediante la observación construye explicaciones posibles de acuerdo al comportamiento de los dispositivos o entornos contruidos para la recreación del fenómeno y la identificación de variables y magnitudes. Se propone un diseño de laboratorio basado en el usuario, y con el propósito de lograr el desarrollo personal. Las prácticas están enmarcadas en los contenidos de la malla curricular, se busca constante comunicación entre el docente y el estudiante, así como entre el estudiante y sus compañeros de grupo. Por otra parte, el estudiante tiene la posibilidad de ampliar su conocimiento y mejorar la calidad de su propio aprendizaje al desarrollar los procesos con estudiantes de otras regiones del país en torno a trabajo colaborativo en red con diferentes instituciones adscritas.

2. LABORATORIOS REMOTOS

Cuando se habla de un laboratorio remoto controlado por Internet, implica que se ha construido un espacio adecuado en el que se desenvuelve un fenómeno que puede ser visualizado mediante un montaje, donde las variables de interés se pueden controlar, variar cambiar por medio del uso de una red. Es decir existe una relación usuario montaje a distancia, con la ventaja que el estudiante o docente que acceden al mismo a pesar de no

interactuar con los elementos constituyentes del montaje, obtienen resultados que no se alejan de los obtenidos en un laboratorio tradicional.

Los laboratorios remotos le permiten al usuario una mayor interacción con el fenómeno dado que puede realizar la práctica cuantas veces lo requiera, por otra parte el horario de acceso al laboratorio no tiene restricción y al no existir manipulación física la vida útil de los equipos de laboratorio será mayor. Si el usuario cuenta con conexión a Internet, y es un estudiante inmerso en un proceso educativo orientado por un docente, se facilitará el trabajo del docente en términos de ahorro de espacio, y tiempo. Podrá lograr mayor personalización de las actividades por parte de los estudiantes, por otro lado los resultados obtenidos por el estudiante, le permitirán al docente visualizar con mayor claridad los logros conceptuales alcanzados, no es necesaria la supervisión directa del docente .

En el uso de un Laboratorio remoto deben destacarse el desarrollo de actividades que introduzcan al estudiante en un proceso de aprendizaje que lo lleve a ser protagonista y participe de su propio avance cognitivo, siendo consiente de su propio desarrollo. El papel del docente es el de facilitador, acompaña al estudiante, para que este logre el grado de complejidad que desee en el desarrollo del proceso. El conocimiento es una construcción dialógica entre el estudiante y otros factores relevantes como las herramientas, el docente, expertos y la literatura complementaria que debe consultar en todo momento a lo largo del proceso.

Las herramientas constituyen la conexión de los actores con la tecnología.

Los laboratorios remotos le permiten al estudiante crear su propio entorno de aprendizaje, observar prácticas a distancia con control de variables y resultados. El docente tendrá la posibilidad de hacer acompañamiento. El laboratorio remoto será una solución clara para aquellos casos en los que la práctica es complicada o no existen suficientes montajes en el laboratorio, situación que por lo general resuelve el docente por falta de elementos, realizando una demostración para todo el grupo. Es improbable que todos los estudiantes cuenten con el material completo para la realización de la práctica, el Laboratorio Remoto es una herramienta de auto aprendizaje, donde se puede personalizar el experimento, observar sin errores humanos el desarrollo de un fenómeno.

Un elemento del aprendizaje en este tipo de laboratorios es la prueba y error, de tal forma que el estudiante lo puede hacer sin causar accidentes, el Laboratorio Remoto debe ser una herramienta complementaria de un proceso de aprendizaje planeado, ya que reemplaza la enriquecedora experiencia de la manipulación directa y la construcción de un montaje. Aumenta el tiempo que el estudiante puede pasar en la realización de un experimento, pues lo puede repetir. Trabaja con elementos reales lo que disminuye la posibilidad de que el estudiante se forme una imagen errónea de los conceptos que esta trabajando en la experiencia, con el laboratorio remoto, el estudiante puede usar la simulación para comparar resultados pero no es necesario, da la posibilidad de desarrollar habilidades en la solución de problemas, e interpretación de resultados creando a su alrededor un ambiente en el que un investigador se desenvolvería. El carácter abierto de este tipo de laboratorios permite desarrollo de habilidades para la

lectura de datos en forma dinámica y la interacción en un ambiente tecnológico con la instrumentación. Como es experimentación en tiempo real se exigen periodos de muestreo menores, por ende mayor precisión. Los laboratorios remotos facilitan, mediante un buen montaje, la comprensión de fenómenos difíciles de entender. Las percepciones sensoriales que experimenta el usuario en el laboratorio presencial como escuchar, oler, tocar, ver, degustar, no son posibles en su totalidad con el laboratorio remoto, esta percepción sensorial se limita a la visión y al oír, con una ventaja que las modificaciones al montaje no son necesarias dado que se ha probado muchas veces con anterioridad para asegurar unos resultados estándar de la práctica.

3. APRENDIZAJE AUTÓNOMO, APRENDIZAJE COLABORATIVO, TRABAJO COLABORATIVO.

Los aportes que a la educación puede dar la realización de los laboratorios remotos se centran en la posibilidad de potenciar el aprendizaje autónomo y el trabajo colaborativo. La sociedad moderna propone una serie de exigencias en pro de abordar los cambios y avances rápidos y continuos de la tecnología, las tendencias pedagógicas no pueden estar al margen de esta evolución, por ende el aprendizaje autónomo se convierte en una forma de corresponder con estos cambios. El principal reto de la educación es crear currículos y contenidos que le permitan al estudiante desenvolverse en el contexto socio-cultural de su entorno cercano con miras a convertirse en un ser autónomo y propositivo capaz de comprender diferentes lenguajes y desempeñarse en diferentes contextos lo que puede sugerir

la elaboración de nuevas formas de pensamiento.

El aprendizaje autónomo requiere de procesos mentales de nivel superior como la memoria, dado que el ser humano al enfrentarse a un problema, recurre a sus conocimientos previos con el fin de comparar, elaborar juicios, con los cuales convalidar su conocimiento y las formas de aprendizaje, cuando ya ha determinado que sabe, acude a su memoria para aplicar este saber en el problema al que se enfrenta. Existe una siguiente fase que es el aprendizaje colaborativo donde al compartir la solución propuesta con otros, se llega a negociaciones que permiten en conjunto la solución del problema.

El aprendizaje colaborativo requiere de una serie de instrucciones y entrenamientos, apoyados en la tecnología, que sugieren el desarrollo de la persona y del ser social, dado que cada miembro del grupo es responsable de su propio aprendizaje y de realizar aportes para el aprendizaje de sus compañeros.

Los laboratorios remotos permiten entonces el desarrollo de ambientes en los que se propicia habilidades de desarrollo personal y social, a partir de la discusión entre los estudiantes al explorar nuevos conceptos. El estudiante se encuentra en igualdad de condiciones con sus compañeros, esta característica está determinada en el aprendizaje colaborativo [1].

El nivel de competitividad genera en el proceso otras características como la conexión entre los integrantes del grupo, la profundidad de los aprendizajes y la comunicación, otros aspectos relevantes que permiten evaluar el desarrollo de habilidades sociales en el grupo son la distribución de responsabilidades, la

planificación conjunta y el intercambio de roles, lo que determina la autonomía de cada integrante dentro del grupo y el conocimiento general del problema por cada uno. Es claro que cada integrante tiene la responsabilidad de contribuir activamente propendiendo por llegar a la solución más óptima al problema. Se desarrollan habilidades comunicativas y argumentativas dado que los integrantes del grupo interactúan, e intercambian ideas apropiándose del conocimiento y del proceso en sí.

El aprendizaje colaborativo comprende metodologías de aprendizaje que incentivan la colaboración entre individuos, para conocer, compartir, ampliar, mejorar la información que individualmente se tiene de un tema específico. El aprendizaje colaborativo surge del trabajo colaborativo que se define como un proceso intencional que se lleva a cabo en grupo con el propósito primordial de facilitar una tarea y alcanzar objetivos específicos, en tal caso los integrantes se reúnen aportando sus fortalezas complementando las de todos para lograr una meta común.

Es de gran importancia que el grupo se reúna en torno a una tarea común y afín a todos para lograr verdadera colaboración, pues la fortaleza del grupo supera la habilidad individual que se quedaría corta para llegar a una solución. El trabajo colaborativo busca en esencia el desarrollo humano. El ambiente de aprendizaje es abierto estimulando de esta forma la creatividad, el integrante del grupo se encuentra en libertad de participar o no hacerlo, lo que genera la exigencia de compromiso personal y motivación cuando la tarea es afín a los intereses de cada individuo del grupo. Cada integrante debe realizar aportes que enriquezcan la labor del grupo en pro de

la solución de un problema o la realización final de una tarea.

4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema propuesto se basa en la arquitectura de red de computadores cliente-servidor. En dicha arquitectura cada computador en la red puede o solicitar un servicio, en cuyo caso se le denomina cliente o prestar un servicio, en cuyo caso se llama servidor. Se puede considerar una transacción de red bajo esta arquitectura como una transacción en dos partes:

El lado de cliente proporciona una interfaz para solicitar servicios de red al usuario, y el lado del servidor es responsable de aceptar las solicitudes de servicio. Ambos términos, cliente y servidor, son aplicables tanto a programas como a dispositivos. Internet en su mayoría está soportado sobre esta arquitectura. Cada usuario que abre el navegador y digita una dirección web, está solicitando a un computador remoto un servicio de transferencia de archivos de páginas Web. En este caso, no sólo el computador actúa como cliente, sino cada ventana que se abre del navegador es un nuevo cliente que se comunica con un programa en el servidor.

Los computadores en Internet se ubican a través de un número denominado dirección IP. Y cada programa dentro de un computador se identifica con un número denominado Puerto. Es decir que un proceso cliente servidor hay una solicitud desde un computador y programa cliente identificado por IP y puerto con un computador y programa servidor identificado por IP-puerto también.

En el caso del laboratorio remoto, cada estudiante deberá tener un computador, el cual actuará como cliente, y una conexión a Internet para poder acceder al computador que controla el laboratorio, es decir al servidor. A su vez, tanto clientes como servidores deberán tener instalados cada uno un programa que les permita comunicarse entre sí.

El servidor dispone de una base de datos para determinar qué estudiantes pueden acceder al laboratorio y a qué horas. Además registra en esta las actividades realizadas. El servidor entonces tiene dos funciones:

- Recibir solicitudes de clientes que quieren utilizar el laboratorio
- Enviar y recibir información de los laboratorios en uso.

Como se mencionó anteriormente el software servidor tiene como función recibir solicitudes de clientes que quieran utilizar el laboratorio y enviar y recibir información de los laboratorios en uso. Para este software se diseñaron dos clases: La clase servidor, la cual contiene el procedimiento principal (main) y la un objeto de la clase cliente el cual se ejecuta como hilo es aceptar y administrar las conexiones (sockets) de cada uno los clientes que se conectan al servidor. Por medio de estas, el servidor envía y recibe la información a través de la Web. Esta clase también es la encargada de enviar y recibir datos hacia el servidor.

Se diseñaron dos alternativas para la base de datos. Una base de datos independiente o una base de datos integrada a moodle. En ambos casos se utilizan las mismas tablas, por esta razón se pensó en integrar el sistema de laboratorios remotos a la plataforma de aprendizaje virtual moodle.

Cada usuario tiene uno o varios roles (profesor, estudiante, administrador).

Cada usuario puede ser asignado a uno a varios grupos, cada grupo tiene un horario para el uso del laboratorio. Para la transmisión en tiempo real se utilizaron las clases JMF de java de sun microsystems®. Estas clases permiten la transmisión de audio, video y otros componentes multimediales en diferentes formatos.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Realizar Convenios con diferentes instituciones que permitan mayor cobertura en la utilización de estos laboratorios, dada la importancia de que los estudiantes que accedan a ellos interactúen con otros que se desenvuelven en otros contextos como los rurales.

Se espera que los estudiantes de semestres superiores de la tecnología en electrónica puedan realizar prácticas en el área de control aplicando conceptos de ciencias básicas.

Se espera que el laboratorio después de ser monitoreado se convierta en una alternativa para el aumento de la cobertura en la educación superior.

Fortalecer una puesta pedagógica que implemente ambientes de aprendizaje inclusivos y masivos, en pro del trabajo colaborativo, el aprendizaje significativo y aplicado.

El estudiante tendrá plena libertad de escoger tanto el horario como la práctica a realizar, también podrá utilizar la herramienta cuantas veces desee.

Los resultados quedarán almacenados de tal forma que sirvan como historial de las veces en que cada estudiante ha ingresado, como ha realizado las variaciones de las magnitudes relacionadas en el laboratorio, de tal

forma que el estudiante pueda realizar análisis de error y la entrega de sus informes.

El docente tendrá la posibilidad de realizar real acompañamiento y orientación del proceso al estudiante en pro de conseguir los objetivos planteados para cada curso. Proporcionará ambientes propicios para el desarrollo del auto aprendizaje en la formación en tecnología.

Las pruebas piloto serán de gran ayuda para el fortalecimiento tanto del laboratorio como del modelo pedagógico aplicado.

6. REFERENCIAS

- [1] F. Diaz, Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGrawHill.2002.
- [2] K. Keahey et al. "Virtual Workspaces: Achieving Quality of Service and Quality of Life in the Grid". Scientific Programming Journal, vol 13, No. 4, 2005.
- [3] Report of the expert meeting on Virtual Laboratories. Unesco, 2000, Paris.
- [4] William A. Wulf, James D. Myers. "Collaboratories: Doing science on the Internet". IEEE Computer, 1996.
- [5] Del Castillo Rodolfo, Grosclaude Eduardo, A. López Luro, Francisco Rodríguez, Jorge Sanchez Laura, Zanellato Claudio, Bertogna Leandro "Experiencia con Laboratorio Remoto Colaborativo", TE&ET 2006.
- [6] Eduardo Grosclaude, Soporte de Sistemas para Procesos Colaborativos, WICC 2005.
- [7] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke."The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations". International J. Supercomputer Applications, 15(3), 2001.

Cartoteca Digital Iberoamericana basada en un GIS y accesible a través de Internet

P. Chías ^{a,*}, T. Abad ^a

^a Dept. de Arquitectura, Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Geodesia, Universidad de Alcalá,
España – pilar.chias@uah.es, tabad@ciccp.es

PALABRAS CLAVE: GIS, Cartografía Histórica, Bibliotecas Digitales, Accesibilidad Online, Bases de Datos multilingües y Multiformato

Resumen

El Consejo de Europa está auspiciando una política de difusión del patrimonio cultural europeo a través de Internet y utilizando las modernas tecnologías de la información. La formación de Bibliotecas Digitales y su accesibilidad online por el público en general y no sólo por la comunidad investigadora es uno de sus objetivos prioritarios, dentro del que se enmarca la formación de Cartotecas Digitales. Los mapas históricos tienen sus propias particularidades para ser consultados y almacenados en formato digital, a los que tiene que dar una respuesta adecuada la Cartoteca Digital. Con este fin estamos desarrollando una completa base de datos relacional, multiformato y multilingüe sobre Cartografía Histórica de Iberoamérica, vinculada a un sistema de información geográfica abierto y compatible, que supera la operatividad tradicional de las bases de datos con la posibilidad de efectuar búsquedas sobre la base cartográfica digital y de obtener una información más personalizada. El objetivo final es extender esta metodología a los restantes países de la Unión Europea, lo que facilitará el conocimiento del desarrollo histórico de todos sus territorios.

1. Introducción

La cartografía histórica, igual que las fotografías antiguas, los dibujos o los cuadros, no ha sido considerada tradicionalmente una fuente fiable de información sobre la historia y la evolución del territorio y de la ciudad. Estos materiales gráficos se han venido considerando como ‘de segundo orden’, en gran medida a causa de los problemas que a menudo plantea su interpretación [1] a causa de las diferentes convenciones que han sido utilizadas por el cartógrafo.

Pero no es esta la única razón por la que la cartografía se ha venido utilizando tan escasamente en las investigaciones históricas pues existen otros problemas derivados de la propia naturaleza de los mapas antiguos – tanto manuscritos como impresos- relacionados con la dificultad de localizarlos y de visualizarlos adecuadamente.

Por otra parte hay que considerar las propias particularidades del material cartográfico [2]. Es evidente

que no resulta fácil acceder a un mapa original de gran tamaño y de pequeña escala, y el problema se agrava cuando se trata de un mapa impreso compuesto por varias hojas. También resulta complicado leer adecuadamente los símbolos cartográficos y los textos rotulados cuando se maneja una copia en papel del mapa o una imagen digital de baja resolución. Finalmente hay que destacar los problemas que plantea la localización de los mapas, ya que es frecuente que formen parte de otros documentos o se incluyan en fajos de papeles y expedientes que dificultan su identificación.

En consecuencia y de acuerdo con las estrategias que lidera el Consejo de Europa sobre Bibliotecas Digitales [3], el Proyecto propone consolidar un acceso común y multilingüe al Patrimonio Cultural Europeo, centrado en un conjunto documental tan desconocido como importante como es el de la cartografía histórica. A causa de su estrecha vinculación con la cartografía europea y al hecho de que los archivos españoles y portugueses custodian una gran cantidad de mapas de América, el Proyecto se extiende también al Patrimonio Cartográfico Iberoamericano.

Aunque los principales organismos culturales españoles están haciendo un gran esfuerzo por digitalizar los documentos históricos que integran los principales fondos públicos –archivos, bibliotecas y museos estatales, autonómicos y de la Defensa-, los problemas que se plantean a causa de la dispersión de los fondos cartográficos, de sus variadas técnicas, tamaños y estado de conservación, están retrasando en muchos casos su difusión. Proyectos de la importancia del Portal de Archivos Españoles (PARES), del Instituto Geográfico nacional o del Institut Cartogràfic de Catalunya, por citar sólo algunos, permiten efectuar búsquedas sencillas sobre la base del uso de listas controladas de palabras, pero también permiten acceder a una imagen del mapa en baja resolución –no siempre descargable. Por otra parte, aportan una completa información del documento y sus metadatos, sobre la base del recurso a los formatos de catalogación MARC21 e INSPIRE/ISO/NEM. También incluyen, en todos los casos, las condiciones de uso de los distintos fondos.

Por otra parte, también existen precedentes en la integración en un GIS de una serie de mapas históricos, como es el caso las experiencias con el *Catastro Gregoriano* [4] y con los planos catastrales antiguos de Utrecht [5]. Su objetivo se centra en la evolución del

sistema de la propiedad del suelo, como en otros casos se aprovechan las posibilidades de la georreferenciación para efectuar otro tipo de análisis territoriales [6].

Sobre la base de otros Proyectos previos de implementación de bases de datos patrimoniales en general, y cartográficas en particular [7], estamos desarrollando una metodología basada en GIS que permita acceder a los mapas de los diferentes archivos aprovechando las capacidades de las bases de datos relacionales, de la georreferenciación y del concepto hipermédial.

2. Las bases de datos cartográficas

2.1 Contenido, estructura y derechos IPR

Hemos definido el contenido de las bases de datos cartográficas aplicando la amplia definición de Harvey [8] y de Harley y Woodward [9], que incluye todo tipo de mapas, planos y cartas náuticas de Iberoamérica a diferentes escalas, así como dibujos y vistas, sin limitaciones debidas a las técnicas, el origen, el periodo histórico o la función.

Tras una primera fase exhaustiva de búsqueda y localización de los documentos cartográficos en los diferentes archivos y bibliotecas públicos y privados, se ha procedido a la obtención de las correspondientes imágenes digitales. Pero como éstas implican tanto la copia como la migración, se ha procedido dentro del estricto marco de la legislación europea sobre los derechos de la propiedad –legislación sobre IPR de la Comisión de la Unión Europea, 2005-, de modo que los fondos digitalizados están adecuadamente citados y respetan las condiciones de visualización y reproducción de cada documento establecidas por quienes detentan los correspondientes derechos. Asimismo proporcionamos las direcciones de las páginas web de acceso a los correspondientes portales, cuando están disponibles. Sólo se mantienen las marcas de agua en las imágenes digitales en el caso en que los archivos lo indiquen explícitamente.

Para digitalizar los fondos analógicos hemos recurrido tanto al escaneado como la fotografía sin contacto [10], buscando tanto la protección del documento original, como la minimización de los problemas de distorsión a base de digitalizar hojas o fragmentos separadamente, y de montarlos a posteriori en una imagen mosaico.

En el caso de los mapas inéditos o desconocidos, y siempre que no exista ningún impedimento legal para la difusión de su imagen, ofrecemos un *link* a una imagen en alta resolución 1:1, que permite a través del zoom apreciar hasta el mínimo detalle y leer cualquier rótulo sin problemas.

En las fases siguientes se diseñó la base de datos relacional sobre el desarrollo de una plataforma comercial compatible. Las premisas de partida han sido tanto la opción bilingüe español-inglés, como la posibilidad de ampliación futura incorporando nuevos registros, e

incluso adaptando las tablas existentes a nuevas necesidades o normativas. Por otra parte, la explotación del concepto ‘relacional’ implica la posibilidad de cruzar datos y de reducir el peso del conjunto de las tablas, facilitando tanto la gestión de los datos como el planteamiento de las consultas.

Las tablas principales iniciales son tres, y se denominan ‘Cartografía’, ‘Referencias’ y ‘Archivos y Bibliotecas’. Cada una incorpora los campos necesarios para definir adecuadamente:

- El documento cartográfico –incluyendo sus metadatos– en el caso de la tabla ‘Cartografía’; se han seguido las Normas ISBD de catalogación (ISO 9115), pero adaptándolas a las particularidades de este tipo de materiales y a los objetivos concretos del Proyecto; además, se están teniendo en cuenta las posibilidades que ofrece la pasarela entre formatos de catalogación MARC21 e INSPIRE/ISO/NEM antes citados, que permiten aprovechar en gran medida los datos procedentes directamente de los catálogos digitales de los distintos archivos.

- Las referencias completas correspondientes a cada documento cartográfico, que siguen en este caso la Norma ISO 690-1987.

- Y los datos para la adecuada localización del archivo o biblioteca que custodia cada mapa, incluyendo su signatura.

Cada archivo de imagen se define con el formato FFFFFX_NNNNNNNN_T.EXT, en el que:

- FFFFF: ID del archivo que custodia el documento, con una longitud máxima de 5 caracteres.
- XX: ID interno; longitud 2 caracteres.
- NNNNNNNN: ID del mapa, que incluye una referencia geográfica –según el nomenclátor–; longitud variable entre 1 y 20 caracteres, de la A ala Z o de la a a la z, sin acentos, incluye (-) pero no el resto de caracteres incluyendo (), que se usa para separar los diferentes grupos de IDs de la imagen.
- T: formato de imagen en pantalla: V = ilustración, T = 1/3 pantalla, P = pantalla completa, 2 = alta definición (2.000 x 3.000 píxeles), 4 = alta definición 4.000 x 6.000 píxeles, H = alta definición (más de 4.000 x 6.000 píxeles).
- EXT: extensión del formato: JPG, GIF, TIFF, PCD...

□ Ejemplo ara una imagen del Archivo de la Real Chancillería de Valladolid, España: AChV_00743TO_4.tiff

El caso concreto de las imágenes digitales de cada mapa se ha resuelto de dos maneras. El caso general permite incorporar una imagen raster en baja resolución – en un formato jpg muy comprimido- como un objeto – campo contenedor- dentro de la propia tabla de ‘Cartografía’, que facilita su reconocimiento pero no su descarga, y que también aparece en el caso de los formularios estándar que hemos propuesto como uno de los resultados directos de las búsquedas.

Como caso particular, y siempre respetando los derechos de propiedad de la imagen, se permite acceder a una banco de imágenes en alta resolución y formato tiff a

través de un hipervínculo, o pinchando sobre la imagen; en este caso, es posible su descarga en formato 1:1. En el caso de imágenes compuestas, se accede a cada hoja por separado, y se compone el mosaico posteriormente.

3. El GIS de Cartografía Histórica Iberoamericana

3.1 Las bases cartográficas

El GIS también se ha basado en el desarrollo de una plataforma comercial abierta y compatible, que se ha elegido con la exigencia de que soportase tanto los formatos raster como vectorial. Sin embargo, y debido a los particulares objetivos del Proyecto, hemos considerado imprescindible la máxima operatividad y flexibilidad en el manejo e incluso redacción de la cartografía de base, aunque para ello haya sido necesario utilizar una plataforma que no integrase las bases de datos y fuese necesario vincularlas a través de un protocolo ODBC.

Previamente hemos realizado algunas experiencias con varias plataformas GIS que, o bien integraban las bases de datos a costa de contar con unas limitadas capacidades para el dibujo vectorial, o bien posibilitaban un potente desarrollo de las bases de datos alfanuméricas pero con la limitación de que las bases de datos cartográficas vectoriales sólo se podían importar a través de formatos de intercambio dxf, con la consiguiente e importantísima pérdida de topología, y la dificultad de manipulación posterior [11].

La posibilidad de dibujar la base cartográfica desde el interior de GIS no sólo evita los problemas derivados de la importación de archivos vectoriales, sino que permite una mejor y más fácil definición de las bases cartográficas georreferenciadas, y de adaptarlas a los objetivos del Proyecto tanto en el simbolismo utilizado como en la escala o el grado de simplificación. En este sentido, también se ha preferido utilizar una plataforma que contase con la capacidad de resimbolización automática con el cambio de escala, utilidad que resulta imprescindible cuando se trata de georreferenciar mapas, planos y cartas realizados a escalas muy diversas.

También hemos optado por no reutilizar las bases cartográficas vectoriales disponibles, y por redactar nuestra propia cartografía de base en un formato compatible, debido a que hubiera resultado mucho más arduo limpiar los elementos que no interesaban para adecuarla a los objetivos del Proyecto.

La nueva base cartográfica vectorial se ha estructurado en capas y hojas, generalmente redactadas a escala 1:200.000, y descendiendo en los casos en que se considera necesario –como en los territorios de la Península Ibérica, o en determinadas zonas de la costa de México, de América Central y del Sur– a la escala 1:50.000. En la redacción de esta cartografía de base se han seguido las directrices y normas del Instituto Geográfico Nacional de España, que asegura la adecuada identificación y lectura de los datos planimétricos y

altimétricos, a la vez que posibilita futuras conexiones con otros GIS existentes o futuros.

3.2 La conexión con las bases de datos alfanuméricas y multiformato

La elección de la plataforma comercial de la base de datos también ha sufrido un proceso de experimentación y de adecuación a los objetivos del Proyecto.

Por una parte, era un requisito imprescindible que la base de datos soportase tanto objetos/imágenes –desde el concepto de contenedor– como hipervínculos, lo que ha llevado directamente a la eliminación de algunas plataformas disponibles que no cumplían con ello. Por otra parte, hemos comparado el peso que iban adquiriendo los archivos en los diferentes sistemas a medida que se les iban insertando las imágenes raster; ello nos ha llevado a una segunda selección en función de la capacidad de cada plataforma para crear archivos más pequeños y manejables. Este segundo requisito resulta imprescindible a la hora de ‘mover’ una cantidad ingente de datos –en este momento contamos con más de 10.000 mapas/registros– y de efectuar unas búsquedas suficientemente ágiles.

Finalmente, la plataforma elegida no tiene limitada la capacidad de los campos a 256 caracteres, lo que permite introducir más información en los casos en que se necesita –por ejemplo, en la descripción de los contenidos del documento cartográfico.

En el sistema elegido, cada mapa histórico está vinculado a un punto, una línea o un centroide, dependiendo de la superficie que represente en comparación con la escala de la base cartográfica. Los puntos se utilizan generalmente en planos urbanos o en vistas, y se refieren a algún hito geográfico identificable y georreferenciado, o a algún vértice geodésico cuando ello es posible. Las líneas se usan esencialmente en los planos de obras públicas tales como caminos, carreteras o ferrocarriles. Los centroides permiten identificar el territorio cubierto por los planos o mapas, aunque sus contornos sean irregulares.

Obviamente es frecuente que un mismo punto, línea o centroide corresponda a más de un mapa: en este caso se despliegan las posibilidades y se facilita el acceso individualizado a cada una.

Las ventajas de visualizar los contornos de los diferentes mapas o planos existentes sobre un mismo ámbito territorial estriban en que es muy fácil distinguir por colores el periodo histórico al que corresponde cada mapa, a la vez que permite identificar las superposiciones que plantean las diferentes representaciones del territorio. Es evidente que esta utilidad facilita la realización de análisis cartográficos y territoriales de muy diversos tipos y con variados enfoques.

Obviamente siempre es posible plantear las consultas tradicionales al GIS (*queries*), tanto a las bases cartográficas o alfanuméricas independientemente, como a ambas a la vez. También se mantienen todas las posibilidades de obtención de tablas, estadísticas, mapas temáticos, etc. habituales en los GIS, incrementadas con

las nuevas posibilidades que ofrece la visualización de la información [12].

3.3 La difusión online a través del geoportal de la UAH

Actualmente es frecuente recurrir a los recursos digitales basados en la web como una vía para preservar el patrimonio cartográfico, así como de acceso a la cartografía moderna [13]. Varias experiencias previas [14] han mostrado el potencial del GIS y de su accesibilidad a través de Internet.

Como se ha comentado en el apartado anterior, las utilidades para la realización de consultas al GIS se mantienen en el acceso remoto, con la salvedad de que se han establecido una serie de filtros en función de los potenciales usuarios que permiten un acceso más o menos restringido al conjunto de los datos y, por supuesto, a las imágenes digitales. En este sentido se han establecido tres niveles de acceso: uno universal, otro limitado a los investigadores acreditados, y un tercero limitado a los miembros del equipo investigador. Estos filtros facilitan el cumplimiento estricto de la legislación sobre los derechos de propiedad y reproducción.

Por otra parte, la inclusión de un hipervínculo que permita enlazar directamente con el portal de cada institución, hace posible que el usuario gestione directamente sus propias condiciones de uso y explotación de las imágenes con el propietario de los derechos.

4. Conclusiones

El proyecto se enmarca dentro de la iniciativa de la Unión Europea de formación de una Cartoteca Digital como un portal de acceso a los recursos patrimoniales (<http://www.ielat.es>). Pero también se incorpora a iniciativas como la World Digital Library, cuyos objetivos son similares aunque de ámbito mundial.

El Proyecto de Cartoteca Digital Iberoamericana que presentamos aporta una serie de valores añadidos a otros geoportales ya existentes sobre cartografía:

- En primer lugar, al estar basado en un GIS, permite otros modos de acceso a la información más variados, personalizados e intuitivos que los que permite una simple base de datos. En particular, al estar representados y georreferenciados todos los mapas sobre la cartografía de base, es posible la identificación inmediata de los territorios que representan, así como sus superposiciones y distorsiones –lo que facilita las investigaciones sobre la precisión de sus redactores [15]. Por otra parte, el código de color también facilita la identificación de los diferentes periodos históricos en los que fueron redactados los documentos.
- En segundo lugar, la Cartoteca reúne los fondos procedentes de distintos archivos y bibliotecas españoles e internacionales, facilitando una visión general y comparada de los documentos cartográficos históricos que se conservan.

- En tercer lugar, el Proyecto facilita la realización de un gran número de análisis y estudios, tanto sobre la cartografía histórica y su contexto, como de los propios territorios que representan y de su evolución [16], desde muy diversos puntos de vista –usos, cultivos, edificación, etc.

En resumen, se trata de un geoportal de características únicas para facilitar la investigación y el acceso a la cultura de amplias capas sociales, cumpliendo con un objetivo esencial de la Sociedad de la Información.

5. Referencias

- [1] Harley, J.B. "The Evaluation of Early Maps: Towards a Methodology", *Imago Mundi* **22**, 1968, pp. 68-70.
- [2] Livieratos, E. "The challenges of Cartographic Heritage in the Digital World". En *Third International Workshop 'Digital Approaches to Cartographic Heritage*. Barcelona, 2008. Introductory Speech. http://web.auth.gr/xeee/ICA-Heritage/Commission/3rd_Workshop/Livieratos_Heritage_Barcelona.pdf (acceso: 20 julio 2008)
- [3] Edney, M.H. "Maps and "other awkward materials": critical reflections on nature and purpose of cartobibliography". En *Paper and poster abstracts of the 22nd International Conference on the History of Cartography*, Berne, 2007, p. 119.
- [4] Commission of the European Communities. *i2010: Digital Libraries*, Brussels, 2005.
- [5] Orciani, M., V. Frazzica, L. Colosi y F. Galletti. "Gregoriano Cadastre: transformation of old maps into Geographical Information System and their contribution in terms of acquisition, processing and communication of historical data", *e-Perimtron* **2** (2), 2007, pp. 92-104.
- [6] Heere, E. "The use of GIS with property maps", *e-Perimtron* **4** (1), 2006, pp. 297-307.
- [7] Chías, P. y Abad, T. "A GIS in Cultural Heritage based upon multiformat databases and hypermedial personalized queries", *ISPRS Archives XXXVI-5*, 2006, pp. 222-226
- [8] Egil, H.-R. y Flury, Ph. "GIS-Dufour: historical maps as base in a geographical information system". En *Paper and poster abstracts of the 22nd International Conference on the History of Cartography*, Berne, 2007, p. 196.
- [9] Chías, P. y T. Abad. "Visualising Ancient Maps as Cultural Heritage: A Relational Database of the Spanish Ancient Cartography". En *Information Visualisation*. London, IEE, 2008, pp. 453-457.
- [10] Harvey, P.D.A. *Topographical maps. Symbols, pictures and surveys*. London, Thames and Hudson, 1980.
- [11] Harley, J.B. y Woodward, D. "Preface". En J.B. Harley and D. Woodward, *The history of cartography: Cartography in prehistoric, ancient, and medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago, Ill.: The University of Chicago Press, 1987, Vol. I, pp. xv-xxi.
- [12] Tsioukas, V., Daniil, M. y Livieratos, E. "Possibilities and problems in close range non-contact 1:1 digitization of antique maps", *e-Perimtron* **3** (1), 2006, pp. 230-238.
- [13] Chías, P. *Bases de datos y gestores de bases de datos para los sistemas de información geográfica*. Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, 2004.
- [14] Chías, P. *La imagen de los fenómenos geográficos en un sistema de información geográfica*. Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, 2004.

- [12] Spence, R. *Information Visualization. Design for Interaction*. Pearson, London, 2007.
- Tufte, E.R. *Visual Explanations. Images and Quantities, Evidence and Narrative*. Graphics Press, Cheshire, Connecticut, 2005.
- [13] Zentai, L. "Preservation of modern cartographic products", *e-Perimtron* **4** (1), 2006, pp. 308-313.
- [14] Entre otros, ver: Jessop, M. "Promoting cartographic heritage via digital resources on the Web", *e-Perimtron* **3** (1), 2006, pp. 246-252.
- [15] Chías, P. y Abad, T. "The nautical charts of the Spanish Mediterranean coast in the 18th and 19th centuries: digital methods to compare the cartographic techniques of the main European Navies". En *5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage CartoHeritage 2010*, Wien, ICA, 2010, pp. 21-22.
- [16] Chías, P. y Abad, T. "Las vías de comunicación en la cartografía histórica de la cuenca del Duero: construcción del territorio y paisaje", *Ingeniería Civil* **149**, 2008, pp. 79-91

6. Agradecimientos

Este artículo es el resultado de dos proyectos de investigación:

- El Proyecto EH-2007-001-00 "Base de datos de cartografía histórica de Castilla-León", financiado por el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU-CEDEX) del Ministerio de Fomento (España).
- El Proyecto PAI08-0216-9574 "La cartografía histórica de la Comunidad de Castilla-La Mancha en los principales archivos españoles", financiado por la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (España).

Ambos proyectos se inscriben en las líneas de investigación que venimos desarrollando sobre el patrimonio cultural Iberoamericano en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Geodesia de la Universidad de Alcalá, aplicando las Tecnologías de la Información y la Comunicación más innovadoras.

Sistema Basado en Conocimiento (SBC) para Orientación Profesional

Diana María Montoya Quintero¹, y Juan Camilo Giraldo¹,

Universidad Cooperativa de Colombia, UCC. Seccional Buenos Aires. Calle 48 No 28-00 Medellín, Antioquia.

Facultad de Ingeniería de Sistemas

{Diana María. Montoya Quintero¹, Juan Camilo. Giraldo¹,
dmmontoya@hotmail.com, jcmg16@hotmail.com}

Resumen. Este trabajo fue desarrollado con el objetivo de apoyar a los estudiantes de último grado escolar al momento de elegir cuál es la carrera profesional que mejor se ajusta a su perfil. El proyecto tiene como finalidad apuntalar al proceso de orientación profesional con una autoevaluación, sustentada por un prototipo de Software (Sistema Basado en Conocimiento) denominado “SBC Vocation”. En el momento de probar el sistema, se seleccionó una prueba elaborada por un grupo de investigación en psicología de la Universidad Cooperativa de Colombia, la cual maneja internamente un valor ponderado para la clasificación de los perfiles del estudiante, midiendo también sus habilidades por áreas, las cuales están siendo manejadas en el prototipo por reglas de inferencia adoptadas en la línea de Inteligencia Artificial.

Palabras Clave: Vocación Profesional, CommonKads, UML, Sistemas Basados en Conocimiento, Ingeniería de Software.

1 INTRODUCCION

En la sociedad actual se abren distintos caminos para elegir el perfil dentro de la vocación profesional y se presentan distintas posibilidades de respuesta, conviene llevar a cabo una orientación que sirva de cauce en el desarrollo integral de la persona. Una adecuada orientación en la formación de los jóvenes, que contribuya en sus vidas y las llene de sentido. Por esta razón el proyecto se enfoca en la orientación profesional, entendida como un proceso continuo para la realización personal.

Muchas son las definiciones sobre orientación profesional que a lo largo de casi un siglo se han dado, esta se considera como concepto “una ayuda”, hacia la consecución de promoción personal y de madurez social.

El sistema basado en conocimiento “*SBC VOCATION*” consiste en orientar a los estudiantes de último grado de bachiller, en la toma de decisión para continuar su ciclo universitario y profesional; esto mediante un test de comportamiento que evalúa las aptitudes frente a las diferentes profesiones existente en el medio, el sistema les sugiere las profesiones más convenientes para cada alumno y otros datos de su perfil Psicológico a partir de un análisis básico en su aptitud psicológica.

Esta herramienta se implementará como prueba para apoyar el proceso de proyección social, y dar a conocer los programas técnicos, tecnológicos y profesionales que brinda en primera instancia la Universidad Cooperativa de Colombia, esperando sea de utilidad para todas las universidades del departamento.

2 SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO

“Antes de la aparición del ordenador, el hombre ya se preguntaba si se le arrebataría el privilegio de razonar y pensar. En la actualidad existe un campo dentro de la inteligencia artificial al que se le atribuye esa facultad: el de los sistemas expertos (SE). Estos sistemas también son conocidos como Sistemas Basados en Conocimiento, los cuales permiten la creación de máquinas que razonan como el hombre, restringiéndose a un espacio de conocimientos limitado. En teoría pueden razonar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano (médico, analista, empresario, etc.) para resolver un problema concreto. Este tipo de modelos de conocimiento por ordenador ofrece un extenso campo de posibilidades en resolución de problemas y en aprendizaje. Su uso se extenderá ampliamente en el futuro, debido a su importante impacto sobre los negocios y la industria.” [1]

“Un sistema Basado en Conocimiento es un software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema. Pueden almacenar conocimientos de expertos para un campo determinado y solucionar un problema mediante deducción lógica de conclusiones.” [2]

3 METODOLOGIA EMPLEADA PARA EL DESARROLLO DEL “SBC VOCATION”

La metodología empleada en esta propuesta es CommonKADS [0001] es una metodología diseñada para el análisis y la construcción de sistemas basados en conocimiento (SBC) de forma análoga a los métodos empleados en ingeniería de software, esta se basa en la construcción de un número de modelos interrelacionados que capturan los principales rasgos del sistema y de su entorno.

El proceso de desarrollo de SBC consiste en rellenar un conjunto de “plantillas” de los modelos. Asociados a estas plantillas, CommonKADS define “estados” de los modelos que caracterizan puntos importantes en el desarrollo de cada modelo. Estos estados permiten la gestión del proyecto, cuyo desarrollo se realiza de una forma cíclica dirigida por riesgos.

Aplicamos el modelo de Diseño (DM) que utiliza esta metodología que consiste en describir la arquitectura y el diseño técnico del SBC como paso previo a su implementación utilizando como herramienta de diseño el Lenguaje de Modelado Unificado (UML).

Con el modelo trabajado se cubrió los aspectos del modelado de la organización en que se va a introducir el sistema, modelado de interfaces hombre-máquina, como se puede observar en los diagramas posteriores. Cumpliendo con las etapas de la metodología el desarrollo del sistema se ha venido trabajando as:

3.1 Especificación de Requerimientos

Se sistematizó la información indispensable sobre el crecimiento tecnológico que han venido experimentando algunos establecimientos educativos del Municipio de Medellín, por parte de los Psicoorientadores de estas instituciones en la orientación profesional. En el momento se creó un prototipo de software para observar el comportamiento del sistema frente a estos datos.

Los datos están formados por reflexiones de tipo cualitativas y cuantitativas asignadas por valores ponderados, dados por los Psicoorientadores en la parte del manejo de métricas psicotécnicas, que se basa en diferentes aspectos

En el momento se considera pertinente hacer algunos ajustes al test, teniendo en cuenta la utilización de un instrumento sicométrico que soporte el proceso en conjunto con el desarrollo analítico y estratégico de pruebas en el ámbito profesional, y esto a través de la prueba conocida como 16PF la cual refleja 16 dimensiones básicas de la personalidad humana por medio de 16 factores que son funcionalmente independientes y con un significado psicológico

específico al derivarse directamente. La validez de la prueba se refiere a la teoría de Cattell & Krung (1986).

3.2 La compatibilidad de la metodología CommonKand y UML

El metamodelo de UML está constituido principalmente por elementos estructurales o estáticos (para un propósito de análisis interesan los elementos conceptuales o lógicos: clases, colaboraciones, casos de uso y clases activas), elementos conductuales o dinámicos (interacciones y máquinas de estado), relaciones o conexiones entre los diferentes elementos (dependencia, asociación, generalización y realización), elementos de agrupación y elementos para anotaciones.

3.6 Modelo de dominio

Como anteriormente se indicó la base de conocimientos, específica un dominio de problema particular asociada con el SBC, es un componente distinto para los algoritmos de solución de problemas que puede ser empleado a través de diferentes dominios o tareas. El conocimiento consiste de todos los tipos de conocimiento usado por el experto del dominio durante el curso de la solución de problemas relacionados en un dominio: objetos, descripciones y relaciones, comportamientos durante la solución, restricciones, heurísticas e incertidumbres. El éxito del SBC está relacionado con la exactitud de su base de conocimientos.

El SBC usa en su comportamiento la solución de una Máquina de Inferencia (MI). La MI realiza deducciones o inferencias basada en reglas o hechos. Además es capaz de realizar un razonamiento inexacto o difuso basado en probabilidad o empate de patrones.

El proceso básico del SBC es llamado Ciclo de Control. Tres pasos se identificaron en el ciclo de control de la inferencia del sistema “VOCATION”: i) Empate de reglas con hechos dados ii) Selección de la regla que fueron ejecutadas y iii) Ejecución de la regla.

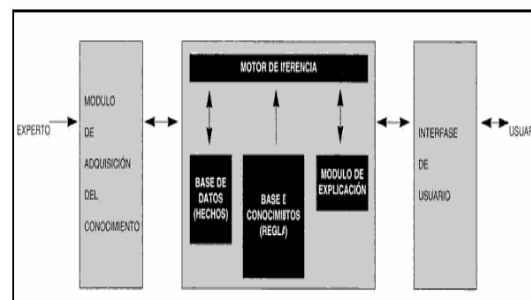


Figura 4. Modelo de dominio

4 ESTRUCTURA DE LAS REGLAS CONFORMADAS PARA EL “SBC VOCATION” EN EL MOTOR DE INFERENCIA

Se empleo la estructura de un antecedente -también denominado parte “si” o parte izquierda de la regla (LHS)1- y de un consecuente -también denominado parte “entonces” o parte derecha de la regla (RHS)2.

El antecedente está formado por un conjunto de Condiciones -también denominadas elementos condicionales (EC)- que deben satisfacerse para que la regla sea aplicable. (Existe un *and* implícito entre todas las condiciones en la parte izquierda de la regla).

También cada regla está constituida por un valor ponderado que le permite clasificar las características de cada una de las profesiones.

La satisfacción en un EC se basa en la existencia o no existencia en la MT de los hechos especificados o las instancias de clases definidas por el usuario en la regla.

5 Resultados

Producto de Software: sistema orientado a la Web, cuya estructura y funcionalidad están basados en las características de un SBC. A partir de la Figura 5 se observa las interfaces del usuario y el prototipo de prueba.



Figura8. Detalle –elegir profesión

- Base de conocimiento retroalimentable, cuya estructura almacena y administra los datos correspondientes a programas, preguntas y

respuestas previamente analizadas por expertos en Psicología.

6 CONCLUSIONES

Con los avances en la tecnología, los sistemas basados en conocimiento se posesionan como un método para realizar implementaciones que simulen el pensamiento humano, SBC VOCATION abre las puertas para explorar con detalle este campo.

Se logro adaptar un diseño acorde con los requerimientos de la Universidad Cooperativa de Colombia, un modelo agradable y de fácil interacción para los jóvenes de la actualidad, facilitando tomar decisiones en su orientación profesional.

Con los ajustes hechos a la base de conocimiento, sugeridos por un experto en el campo de la psicología, consideramos la posibilidad de validar el prototipo con estudiantes de diferentes instituciones educativas.

Referencias

1. Boehm B.W (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. In IEEE Computer, May 1988, pp. 61-7
2. G. SCHREIBER, B. WIELINGA & J. BREUKER. KADS: A Principled Approach to Knowledge- Based System Development, pp. 93-118. Academic Press.
3. Gruber (1993). A translation approach to portable ontology specification Knowledge Acquisition, 5,199-220.
4. Henao M. (1997). Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas inteligentes en tiempo real. Propuesta para tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, España.
5. Hoog R Wielinga & Schreiber A. Th. (1995). Organizational Modeling in CommonKADS: the Emergency Medical Service. *IEEE Expert* 12 (6), 1997.
6. Samper Márquez Juan José (2004). Introducción a los sistemas expertos. 2004. <http://www.redcientifica.com/doc/doc199908210001.html>
7. R. de Hoog, W. Post, B. J. Wielinga and A. Th. Schreiber. Organizational Modeling in CommonKADS: the Emergency Medical Service. *IEEE Expert* 12(6),1997.
8. Schreiber, G & Akkermans, Anjo Anjewierden, R. de Hoog, N. Shadbolt, W. Van de Velde y B. Wielinga. Knowledge engineering and Management: The CommonKADS Methodology. MIT Press, Cambridge, Mass. 1999.

EL TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES EN FORMA DISCRETA COMO MÉTODO DE APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA Y SU APLICACIÓN EN PROCESOS BÁSICOS DE CONTROL EN ÚLTIMOS GRADOS DE SECUNDARIA.

Diego M. ACERO

**Licenciatura en Electrónica, Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá, Colombia/ 571**

y

Sandra P. LONDOÑO

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia /571**

RESÚMEN

En esta propuesta metodológica el tratamiento digital de señales se convierte en un objeto que contribuye al proceso de enseñanza aprendizaje en la comprensión del cálculo diferencial e integral enfocado a estudiantes de últimos años de secundaria. Utilizando el tratamiento digital de señales en su forma básica y la experimentación con herramientas de hardware y software orientados a esta población, se pretende que por indagación, el estudiante adquiera y/o refuerce los conceptos referentes al cálculo diferencial e integral, mediante técnicas de matemática discreta, y que en un segundo estadio utilice estos conocimientos en la formulación e implementación de métodos de control y optimización de procesos. Los métodos de aprendizaje por indagación buscan que el educando saque sus propias conclusiones enfrentándose directamente al fenómeno.

Palabras Claves: indagación, control, matemáticas, física, tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

Existe una relación íntima entre los conceptos básicos de la física y la matemática con el desarrollo tecnológico, por esta razón es importante conocer profundamente el comportamiento de los fenómenos, poniendo su comprensión al alcance de todos. La matemática se convierte en el lenguaje apropiado para escribir la historia del descubrimiento del secreto de la naturaleza, ese secreto que se devela a partir de la exposición de los sentidos humanos al experimento con lo cual interpretan los fenómenos; pero existen ciertos conceptos que pueden ser comprendidos con el uso de otras herramientas, por ejemplo, la razón de cambio, derivada, pendiente; su interpretación física a partir de la relación existente entre magnitudes es de fácil entendimiento pero la interiorización de su significado se logra con mayor rapidez si mediante la observación se realiza un acercamiento al concepto por medio de la experiencia física, lo mismo sucede con el concepto de la integral, para mencionar algunos ejemplos .

2. OBJETIVO

En general el objetivo de este trabajo es mostrar que a partir de la indagación, (entendiéndose esta como las diversas formas en las que el científico estudia el mundo natural proponiendo explicaciones basadas en la evidencia por contacto directo con el fenómeno por medio de prácticas experimentales), un estudiante con conocimientos básicos en lógica digital y algoritmos computacionales, logra la comprensión de algunos conceptos de la matemática y la física que posteriormente llevará a la práctica en procesos de control.

3. GENERALIDADES

Al utilizar los datos resultantes de un experimento físico realizado en el aula o en la casa, el estudiante relaciona las graficas resultantes del proceso de recolección y tabulación, muchas veces sin reconocer que las muestras tomadas a intervalos regulares de tiempo son precisamente una aproximación confiable y no una medición completa del tiempo continuo. Haciendo uso del método propuesto en el presente escrito, el estudiante se encargará de determinar las características del fenómeno basándose en el comportamiento observable entre muestras cercanas, es decir, la diferencia que existe entre un valor y otro correspondientes a las mediciones de intervalos conocidos.

Las herramientas que se utilizan para estos propósitos son ya populares en las instituciones educativas y son principalmente plataformas programables ó de captura de datos, (data-loggers), que son usadas con más frecuencia para implementar robots simples ó hacer mediciones de experimentos de ciencias.

4. PRESENTACIÓN DEL MÉTODO

El método consiste en construir un espacio, consistente en dos etapas, en el que el estudiante comprenda el significado de la tecnología en

términos del beneficio que puede obtener un sujeto o una comunidad mediante el uso de las herramientas sin afectar su entorno, relacionando además la matemática aplicada con el desarrollo de un proyecto técnico, y de esta forma determinar que quienes han puesto en marcha ese proceso han desarrollado en algún grado, pensamiento tecnológico, aunque aún se discute mucho con respecto a esta terminología.

La metodología está basada en los siguientes aspectos: uso de instrumentos tecnológicos para afianzar conceptos matemáticos, verificación del manejo de conceptos de la matemática y la física, escogencia de fenómenos físicos específicos, aplicación de control de variables en fenómenos físicos específicos, interpretación de señales y modelo del fenómeno físico.

El objetivo inmediato es que se ayude a un joven con conocimientos básicos de electrónica digital tales como la aritmética con números binarios, la lógica booleana y los fundamentos de programación, a llevar a cabo un proceso de iniciación en los temas correspondientes al tratamiento digital de señales, al tiempo que estudia los del cálculo diferencial e integral, aplicados al control de variables físicas.

El tratamiento digital de señales aborda temas básicos como amplificación, offset o valor DC de una señal y desplazamiento de fase, temas que requieren conocimiento matemático básico como lo es la aritmética con números binarios, puesto que la amplificación se logra al multiplicar el valor correspondiente a la señal de entrada por un número que representa proporcionalmente la ganancia del amplificador; de igual manera el valor offset de la señal se puede modificar sumando una constante a una serie de datos que represente una señal, y por último el desplazamiento de la fase consiste en re ordenar los datos de una serie con respecto al índice que representa el tiempo. Teniendo en cuenta lo mencionado, los conceptos básicos de DSP pueden ser abordados por estudiantes de secundaria, preferiblemente de grados 10 y 11,

según los niveles de escolaridad definidos por el modelo de educación colombiana.

Se desarrolla un conjunto de actividades programadas que permita que el estudiante aplique las técnicas de DSP correspondientes a la diferenciación e integración; la primera midiendo la rata de cambio de una señal que ha sido convertida previamente al dominio discreto del tiempo para conocer la diferencia entre dos mediciones consecutivas y por este método determinar la pendiente de dicha señal, y en el segundo caso, integrar la señal por el método de Riemman, que consiste en sumar todos los valores correspondientes al intervalo de interés. Con el manejo de estos conceptos matemáticos el estudiante podrá poner en práctica la solución de situaciones que impliquen control electrónico. Como un ejemplo de ese ejercicio se propone el caso de un móvil que se desplaza por un terreno plano y luego asciende por una plataforma inclinada, donde la potencia de los motores debe ser mayor en el segundo escenario que en el primero para que el recorrido se realice con velocidad constante, y para escoger el momento en el que se debe realizar ese cambio en la potencia aplicada es útil determinar la rata de cambio de la velocidad del móvil.

Debe tenerse en cuenta que los pre conceptos que el estudiante tiene con respecto al comportamiento de los elementos de un experimento y los fenómenos asociados a estos, sean corroborados ó corregidos antes de la etapa de implementación del proyecto práctico, y es en ese momento en que los métodos de aprendizaje por indagación hacen su mayor aporte, permitiendo que el estudiante compruebe experimental y vivencialmente las teorías que soportarán el desarrollo posterior de un proyecto técnico.

5. CONCLUSIONES

La teoría de control exige la aplicación de conceptos de física y matemática que deben

estar bien fundamentados para lograr soluciones óptimas, y la aplicación de estos en proyectos de aula acordes a las competencias y habilidades del grupo de jóvenes al que se hace mención en este texto, permite incluir la enseñanza de la tecnología en las actividades regulares de la escuela.

El aprendizaje por indagación se ha aplicado en el proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales tales como física, biología y química, pero no es un método común para la enseñanza de la tecnología. Esta propuesta ofrece una alternativa orientadora que se basa en los beneficios del aprendizaje autónomo y la experimentación, con lo cual el estudiante convierte su curiosidad y su avidez de conocimiento en teorías y competencias para el desarrollo tecnológico.

6. REFERENCIAS

- [1] O. Katsujiko, Ingeniería de control moderno. New York. Prentice Hall. 2002.
- [2] J. M. Aguirre, Students Teachers Conception of Science Teaching and Learning: a Case Study in Preservice Science Education, 1990.
- [3] K. Ogata, Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall. 1996.
- [4] K. Ogata, Sistemas de Control en tiempo Discreto, Prentice Hall may. 1996.
- [5] R. DRIVER, Young people's images of science, Buckingham, UK. 1996.
- [6] D. GIL, ¿Como promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago de Chile, OREALC / UNESCO. 2005.
- [7] D. GIL, La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo, en Enseñanza de las ciencias, 1996.
- [8] L. C. MC DERMOTT, Physics by inquiry. An Introduction to physics and the Physical sciences, EE.UU., Wiley.
- [9] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996) :National Science Education Standards, Washington D.C., National Academy Press.

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BOBINA TESLA CON TENSIÓN DE OPERACIÓN PICO DE 280kV

F. PINILLA, V. PINILLA

Tutor del proyecto: S. P. LONDOÑO

Universidad Distrital Francisco José de Caldas [Facultad Tecnológica]
Bogotá – Colombia

Tema conferencia: Educación y sistemas de Información

Tipo: Resumen extendido

Resumen

Este artículo presenta el diseño de un prototipo de bobina Tesla con el cual se pretende representar el fenómeno electromagnético, las manifestaciones de la existencia del campo eléctrico y magnético que se presentan en forma de arcos eléctricos. El componente tecnológico de este diseño abarca aplicaciones de conceptos fundamentales de la física, en concordancia con las tensiones que intervienen y las corrientes obtenidas. Se usó Pspice® para las simulaciones eléctricas de cada una de las partes de la bobina y para el circuito en su totalidad; otra herramienta utilizada en la simulación es el Comsol® basado en el método de elementos finitos con el que se obtienen resultados del comportamiento magnético de la bobina. El trabajo se ha presentado como trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Electricidad de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

1. Introducción

La bobina de Tesla es un generador electromagnético que produce descargas de alta tensión de elevadas frecuencias con efectos observables, como manifestación de la existencia de campo eléctrico y magnético este experimento ha evolucionado, pero debe mencionarse que a partir de su creación aún se estudian las aplicaciones de los resultados obtenidos en diferentes campos de la ciencias y de la vida cotidiana, lo que convierte este

experimento en hito de la historia. El componente educativo de la construcción del dispositivo será desarrollado a partir de su implementación en el laboratorio de alta tensión de la Universidad. Es importante tener en cuenta este estudio ya que mediante el diseño y construcción de este dispositivo se busca realizar un aporte al desarrollo académico de la Universidad, que permita reforzar su conocimiento por medio de la aplicación de conceptos de física, como son la transformación de energía, alta tensión, movimiento de carga, resonancia eléctrica, principios de comunicación entre otros, teniendo en cuenta el desarrollo de un proceso tecnológico como también la introducción de elementos de diseño, simulación, y la construcción del dispositivo.

La bobina de Tesla es un transformador resonante que consta de un circuito primario sintonizado con una bobina secundaria. Un transformador de alto voltaje provee la corriente eléctrica necesaria para su funcionamiento (figura 1.). Con ayuda de éste, el condensador se carga dentro del circuito primario; cuando la diferencia de potencial es lo suficientemente alta, el transformador y el condensador rompen la resistencia eléctrica del aire dentro del explosor, creando un arco eléctrico que permite que el condensador se descargue en la bobina primaria. Esta bobina primaria, se encuentra en sintonía con la bobina secundaria. En la parte superior de la

bobina secundaria se encuentra una esfera o toroide que actúa como un condensador.

Cuando pasa corriente a través de la bobina primaria, esta crea un campo electromagnético que permite que se pueda descargar en la bobina secundaria con el fin de aumentar el voltaje, que al

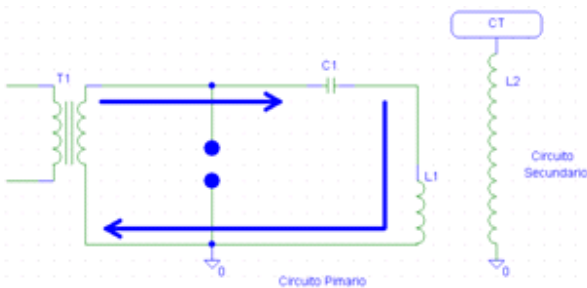


Figura 1. Funcionamiento de la Bobina Tesla

descargarse a tierra crea un fuerte campo electromagnético que incrementa el voltaje en el toroide, lo que normalmente produce que este se descargue en forma de arco eléctrico hacia el aire de su alrededor debido al alto voltaje del orden de cientos de miles de voltios. Para obtener un óptimo funcionamiento es necesario que la bobina primaria y la secundaria estén en resonancia. Esto se logra ajustando los inductores y condensadores del circuito primario y secundario respectivamente.

2. Elementos que componen una bobina Tesla

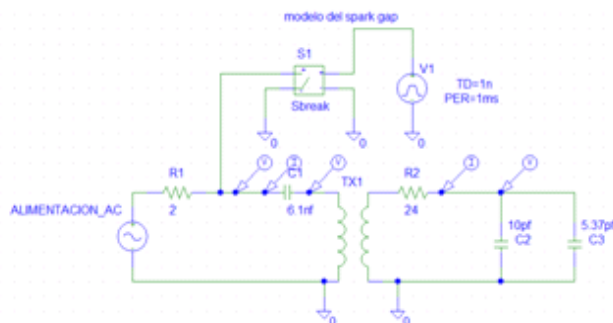


Figura 2. Circuito con el que se hicieron las simulaciones y pruebas

La bobina en esencia está formada por los siguientes elementos fundamentales:

- Fuente AC la cual proporciona el potencial eléctrico al transformador de alta tensión.
- Transformador de alto voltaje que permite convertir el potencial eléctrico proporcionado por la red eléctrica domiciliaria en un potencial eléctrico mayor con el fin de poner en funcionamiento el circuito secundario de la bobina Tesla.
- Descargador o “spark-gap”[2] que puede ser estático o dinámico, tiene como función permitir la carga y descarga del circuito primario a alta velocidad.
- Condensador primario. Este elemento almacena toda la carga debida a la tensión proporcionada por el secundario del transformador que se debe acoplar a cada una de las condiciones proporcionadas por este transformador, dependiendo de su tensión de transferencia al secundario permitirá dar las condiciones de diseño del sistema.
- Una bobina primaria que permite colocar en resonancia el circuito primario con el circuito secundario.
- Una bobina secundaria que se compone de cientos de vueltas devanadas sobre una base, que se diferencia de la bobina primaria, en el calibre del alambre; en este modelo de bobina primaria y de bobina secundaria encontramos un transformador de núcleo de aire de alta frecuencia.
- El condensador secundario o también llamado toroide principal, compuesto de material conductor comúnmente aluminio, se encuentra ubicado en la parte superior de la bobina secundaria,

y a través del circuito secundario permite realizar las descargas.

- La frecuencia de resonancia aunque no es un elemento material o de construcción de la bobina Tesla, hace parte fundamental de su estructura ya que por medio de ella se determinan los dos tipos de circuitos; esta frecuencia está determinada por los valores de inductancia y capacitancia de cada uno de los elementos almacenadores de energía como lo explicado a continuación:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \quad \frac{1}{2\pi\sqrt{L_p \cdot C_p}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s \cdot C_s}} \quad L_p \cdot C_p = L_s \cdot C_s$$

Ecuación 1.

Donde L es inductancia de resonancia, C capacitancia de resonancia, Lp inductancia primaria, Ls inductancia secundaria, Cp capacitancia primaria, Cs capacitancia secundaria. El valor de la frecuencia de resonancia para que los dos circuitos estén sintonizados al mismo tiempo depende principalmente del valor del producto de la inductancia y la capacitancia del circuito primario y secundario.

3. Características Generales del Prototipo:

Como hemos observado anteriormente encontramos que la bobina Tesla está constituida por diferentes elementos de los que depende su funcionamiento. Se escogió un método de diseño basado en el transformador, con el que se obtuvieron cada una de las variables eléctricas y físicas de la bobina Tesla, pero básicamente el modelo de ésta contiene las partes de la Tabla 1.

Para efectos de la realización de diseño de la bobina de Tesla de este proyecto, se han desarrollado tres etapas fundamentalmente:

Primera Fase: Estudio bibliográfico a partir con el que se logró contextualizar el

Tabla 1. Partes y características de la bobina

<u>ELEMENTO</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
TRANSFORMADOR	Transformador de ignición de 10kV/0.023"
CONDENSADOR PRIMARIO	Condensador con un valor de capacitancia de 6.1nF
BOBINA PRIMARIA	Bobina de Arquímedes o de espiral plana con una inductancia de 82.44μH
FRECUENCIA DE RESONANCIA	La frecuencia de resonancia determinada a partir de los valores de inductancia y capacitancia primaria fue de 225kHz
BOBINA SECUNDARIA	Bobina helicoidal de 900 vueltas aproximadamente con un valor de resistencia e inductancia de 24Ω y 31mH respectivamente
CONDENSADOR SECUNDARIO	El condensador secundario tiene una capacitancia de 5.17pF, será diseñado en forma de toroide metálico
SPARK GAP	El spark gap es de tipo dinámico (motor AC) con una frecuencia de descarga de 1ms aproximadamente
TENSION DE SALIDA	Tensión de salida 197kV
CORRIENTE DE SALIDA	Corriente de salida 4.37A

trabajo y la selección de cada uno de los elementos, con las características apropiadas para el diseño y construcción de la bobina de Tesla.

Segunda Fase: Realización de los cálculos y diseño preliminar de la bobina y cada una de sus partes: En esta fase se utilizó Pspice® para realizar las simulaciones del modelo diseñado.

Tercera Fase: Realización de los cálculos teóricos preliminares: Se escogió el método mediante el cual se hizo el diseño. Para nuestro caso el método escogido está basado en la alimentación de la bobina Tesla que tiene como elemento principal un

transformador de media tensión, de ignición o quemador de aceite, debido a que sus características de tensión y corriente hacen que sea especial para la construcción del dispositivo.

4. Pruebas realizadas al transformador

Las pruebas realizadas al transformador se escogieron según la norma NTC 380 “transformadores eléctricos, ensayos eléctricos y generalidades”, Tabla2.

Tabla 2. Clasificación de los ensayos y NTC sobre los métodos de ensayo

Ensayos eléctricos	Norma aplicable para ejecutar el ensayo
Ensayos de rutina	
Medición de la resistencia de los devanados	NTC 375
Medición de la relación de transformación, verificación de la polaridad y relación de fase.	NTC 471
Medición de las tensiones de cortocircuito	NTC 1005
Medición de las pérdidas y corriente sin carga (en vacío)	NTC 1031

4.1 Prueba de resistencia de los devanados: Se realizó para determinar el valor de la resistencia de los devanados del transformador. Se varió la tensión de entrada en una secuencia ascendente hasta llegar a 165V de corriente directa. Para hallar los valores de la resistencia de los devanados se utilizó el método de la caída de tensión, que es observar la caída de tensión en cada devanado y también registrar la corriente que pasa por el devanado, obteniendo los datos de tensión y corriente que se encuentran en el devanado por medio de la ley de Ohm se puede calcular el valor de la resistencia en el devanado.

4.2 Prueba de circuito abierto: Se dejó abierto un devanado del transformador mientras el otro se excitó aplicando el voltaje del transformador de 120V, la prueba se realizó en bajo voltaje pues no se contó con fuentes de alto voltaje en el laboratorio. Con el resultado de esta prueba se logró determinar las pérdidas en el núcleo por corrientes de Foucault y por

corrientes de magnetización, obteniendo el siguiente valor:

Resistencia de foucault	2771,9 Ω
Reactancia de magnetización	993,8 Ω

Tabla 3. Circuito Abierto

4.4 Prueba de cortocircuito: Con esta prueba hallamos los valores de la resistencia de los devanados y las reactancias de dispersión en los mismos. Se estableció un cortocircuito a través de un devanado y excitando el otro con una fuente de voltaje alterna a la frecuencia de especificación del transformador que es de 60 Hz. Con mucho cuidado se aplicó el voltaje para que cada devanado condujera una corriente especificada. En cada devanado la corriente asegura la simulación adecuada del patrón del flujo de dispersión asociado con el devanado correspondiente. Puesto que el cortocircuito restringe la potencia de salida a cero, la potencia de entrada al transformador es baja. En los resultados obtenidos de la prueba se logró determinar la reactancia de dispersión y la resistencia de los devanados, datos que fueron encontrados a partir de las pruebas, los cuales son:

Resistencia del devanado	6,82 Ω
Impedancia de dispersión	80,14 Ω
Reactancia de dispersión	79,85 Ω

Tabla 4. Corto Circuito

4.5 Prueba de relación de transformación: Definida como la relación entre el número de espiras de los devanados (N_1 y N_2), que es equivalente a la relación de los voltajes existentes en los devanados (V_1 y V_2) estando el

transformador en vacío. Esta misma relación se aplica a las corrientes que circulan por los devanados (I_1 e I_2) estando el transformador con carga.

Polaridad y relación de transformación

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Ecuación 2.

Se aplicó una tensión cerca de 120 VAC en el devanado de alta tensión, obteniéndose una relación de transformación de:

Relación de Transformación	82,96
----------------------------	-------

Tabla 5. Relación de Transformación

4.6 Resultados

Las simulaciones eléctricas de tensión y corriente se obtuvieron a partir del circuito representado en la Figura 2, relacionada antes. Con el circuito se determinó el comportamiento de la tensión en el secundario. Encontramos la tensión pico en el circuito secundario, el valor de la señal de tensión es de 259kV aproximadamente en un tiempo de 4ms, encontrando así que los valores obtenidos teóricamente con los valores dados en el simulador tienen un error relativo cercano del 7.5%, la forma de onda tiene un comportamiento amortiguado en el momento que el circuito se carga y se descarga en pequeños instantes de tiempo cercanos a 1ms.

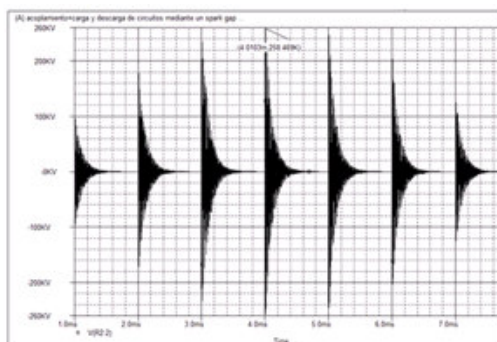


Figura 3. Tensión del secundario

En la Figura 4 encontramos el comportamiento de la onda de tensión vista

desde el circuito primario, en donde la tensión pico alcanzada por el condensador es de 14.1kV mientras que la bobina primaria es de 13kV aproximadamente, esto quiere decir que en 4ms la tensión de carga del condensador, que tiene una forma de senoidal pura, con un periodo de 16.6ms, está siendo descargada en la bobina primaria, la cual está recibiendo un ciclo de descargas a 1ms, momento en el cual se produce la sintonización de los dos circuitos.

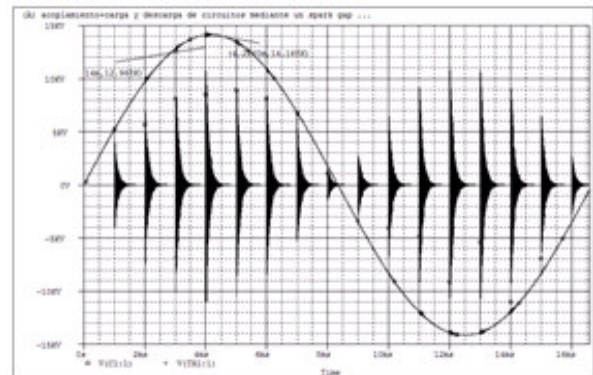


Figura 4. Tensión de Carga del condensador primario y bobina primaria

En la figura 5 encontramos el comportamiento pico de la corriente del circuito primario, el valor obtenido teóricamente en comparación con los valores arrojados por el simulador tiene un error relativo cercano al 10%, al igual que la onda de tensión descargada sobre la bobina primaria, en ella encontramos que la onda de corriente tiene la misma forma y que su periodo de descarga se realiza también en 1ms aproximadamente.

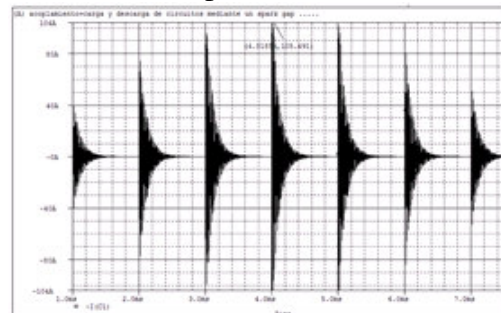


Figura 5. Corriente del circuito primario

En la figura 6 encontramos el pico de corriente en el secundario, el valor de corriente se encuentra en 4.8 A en un

instante de 4 ms, instante en el cual el circuito primario y el circuito secundario se encuentran en sus valores más altos de descarga; el error relativo encontrado fue de 10% con respecto a los valores teóricos obtenidos y su forma de onda es de tipo amortiguada debido al tipo de circuito que se encuentra en resonancia.

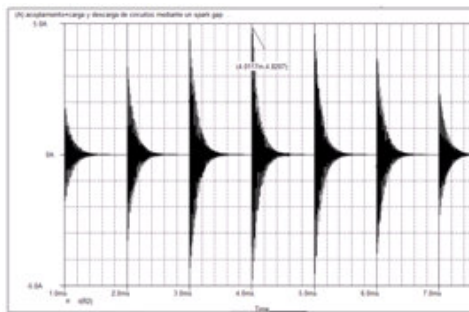


Figura 6. Corriente del secundario

En la figura 7 encontramos la frecuencia de resonancia del circuito primario y del circuito secundario, aquí podemos observar claramente que se producen dos picos en la frecuencia de resonancia, esto tiene que ver básicamente con el acoplamiento del circuito primario y secundario, aunque los dos circuitos se encuentran acoplados magnéticamente a la misma frecuencia de resonancia, en el momento de funcionamiento siempre va a haber un circuito que tenga una capacidad de desempeño mayor que el otro circuito; esto se debe al nivel de acoplamiento del transformador de núcleo de aire formado por la bobina primaria y secundaria, encontramos que entre más grande sea el factor de acoplamiento los valores de frecuencia de resonancia entre ambos circuitos cambiarán de forma proporcional, mientras que si el factor de acoplamiento K es bajo tenemos que disminuirá notoriamente. A partir del diseño teórico de cada una de los elementos que conforman el prototipo, y teniendo en cuenta su dimensionamiento físico y los valores obtenidos con respecto a los componentes, se realizó la construcción de cada una de las partes a implementar, con el fin de completar su construcción total.

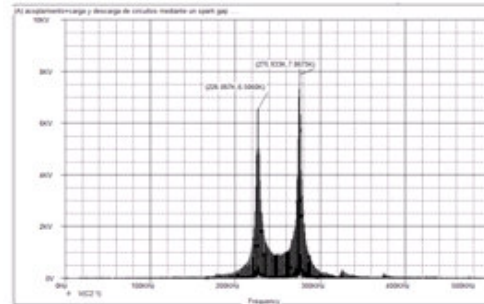


Figura 7. Frecuencia de Resonancia

4.7 Referencias

- [1]. Cortés, D. et al. Diseño y construcción parcial de una bobina Tesla. Manizales – Colombia, 2004. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Eléctrica, electrónica y computación.
- [2]. Bedoya, Duvier. Roldan, francisco. Diseño y construcción de un espinterómetro para un generador de impulso de alta tensión. Scientia et technica. U.t.p. Año xi, no 28. Pereira - Colombia, 2004.
- [3]. Bassi, h. Et al simulación del efecto corona y ensayos de rigidez dieléctrica. Santiago de Cali, 1987. Trabajo de grado. Universidad autónoma de occidente. Programa de ingeniería eléctrica.
- [4]. Roth, a. Técnica de alta tensión. Barcelona, labor, 1966.
- [5]. Grupo de investigación “CLASSIC TESLA COIL OF BART ANDERSON” <http://www.classicTesla.com/>
- [6]. Grupo de investigación “TESLA TECHNOLOGY RESEARCH COMPANY PROFILE” <http://www.ttr.com/index.htm>
- [7]. Centro “NEVADA LIGHTNING LABORATORY” <http://www.lightninglab.org/>

Enseñanza y aprendizaje a distancia para sordos: bases metodológicas del desarrollo curricular de la licenciatura en Lengua de Señas Portuguesa

Ana Mineiro, Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Católica Portuguesa e Instituto de Linguística Teórica e Computacional, Lisboa, Portugal

José Reis Lagarto, Faculdade de Educação e Psicologia da Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, Portugal

Maria Vânia Nunes, Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, Portugal

Alexandre Castro Caldas, Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, Portugal

Resumen

En este artículo pretendemos dar cuenta de las bases metodológicas que han desembocado en el diseño y construcción de una Licenciatura en Lengua de Señas Portuguesa (LGP), en la Universidad Católica Portuguesa. Esta licenciatura tiene por objeto formar sordos en LGP, en un régimen de Enseñanza a Distancia, con el método de *blended learning*.

Por primera vez en Portugal, la lengua vehicular de todas las clases presenciales así de como la mayoría de los materiales científicos y didácticos ha sido la LGP.

La licenciatura se encuentra acompañada y apoyada por un proyecto de investigación, a cargo del *Observatório de LGP*, que pretende observar y registrar los nuevos gestos asociados a los contenidos científicos de las 26 unidades curriculares de que consta esta licenciatura.

A partir de las observaciones registradas se realizará un diccionario especializado con los gestos nacidos en la comunidad sorda, recopilados por primera vez en contexto académico universitario.

Palabras Claves

Enseñanza a distancia – Sordera – Lengua Gestual – Paradigmas de aprendizaje alternativos – Nuevas tecnologías al servicio de la educación

1. Notas Introductorias

Durante muchos años, los sordos portugueses no tuvieron la posibilidad de hablar su lengua natural, la Lengua de Señas Portuguesa (LGP) porque se creía que la mejor forma de integrar esta comunidad era promover que sus hablantes tuvieran un buen desempeño en lengua portuguesa (su equivalente hablado). Los resultados de este planteamiento fueron desastrosos y llevaron al abandono escolar de gran parte los alumnos sordos por falta de accesibilidad a la educación básica, secundaria y superior, u en consecuencia a empleos cualificados

Actualmente, el paradigma de enseñanza vigente en Portugal tiene por objeto incluir y respetar a las personas portadoras de varias deficiencias, especialmente la sordera. En base a esta política de valorización de la diferencia, la Universidad Católica Portuguesa ha creado un paradigma de enseñanza innovador que

integra las nuevas tecnologías de enseñanza y aprendizaje a distancia y la vehiculación íntegra de todos los contenidos en LGP - promoviendo y procurando la integración de los alumnos sordos interesados en una educación de nivel superior en Portugal.

En este artículo presentamos, en primer lugar, una breve contextualización sobre la LGP como lengua de escolarización, y pasaremos después a describir la licenciatura, su estructura y diseño curricular.

2. La LGP: lengua elegible para la enseñanza y aprendizaje de los sordos

Los trabajos desarrollados por William Stokoe, a partir de los años 60 del siglo pasado, fueron los primeros en sustentar algo que hoy es una evidencia innegable: los sordos poseen su propia lengua, que adquieren de forma natural siempre que estén expuestos a un ambiente lingüístico favorable, es decir, que les permita la adquisición y el desarrollo de su propia lengua, “hablada” con las manos.

Las lenguas de señas utilizan una modalidad de percepción y de producción diferente de las lenguas orales. Mientras que en las lenguas orales el *input* es auditivo, en las lenguas de señas es visual. En cuanto al *output*, en las lenguas gestuales es manual y no oral. Esta diferencia de percepción y de producción lingüística llevó a que las lenguas gestuales no fueran consideradas, durante mucho tiempo, “verdaderas lenguas”. Esta postura explica la falta de interés de lingüistas y antropólogos por su estudio durante largo tiempo, y también ha contribuido a un cierto empobrecimiento léxico, puesto que las lenguas “habladas con las manos” no fueron lenguas de escolarización para los alumnos sordos, y los procesos de creación e innovación léxica se vieron estancados.

En Portugal, durante muchos años, los sordos fueron obligados a “oralizar” porque se creía, de acuerdo con el paradigma entonces vigente, propuesto por el fatídico Congreso de Milán, en 1880 que la sordera era una cuestión estrictamente médica y por ello eventualmente “curable”, y que el desarrollo

de la lengua gestual perjudicaba el aprendizaje de la lengua oral; en nuestro contexto, la lengua portuguesa. [1]

Durante la época en que el paradigma de Milán estuvo vigente, los sordos portugueses se hallaban mayoritariamente integrados en la escuela, y la lengua en la que se desenvolvía su pretendido aprendizaje era la lengua portuguesa. En tiempo de recreo y en la comunicación interpersonal utilizaban entre ellos una “lengua secreta”, hablada con las manos, que les servía para comunicarse de forma natural. Así nació la Lengua de Señas Portuguesa (LGP) que tiene una existencia reciente (cerca de 200 años, en una estimación optimista) y un uso condicionado por razones de naturaleza variada. Puede afirmarse que la LGP cuenta hoy en día en Portugal con una comunidad de hablantes relativamente importante, estimada en unas 30.000 personas, cálculos realizados sobre la base de la comunicación cotidiana, familiar e informal. Las posibilidades que tienen las lenguas naturales como vehículos de cultura y de ciencia no se han reflejado todavía en los usos de la LGP, debido a su existencia reciente y, sobre todo, la escolarización masiva de los alumnos sordos en lengua portuguesa, cosa que condujo al fracaso escolar de buena parte de esos alumnos.

En 1997, la Constitución Portuguesa reconoció la LGP como la lengua oficial de los sordos portugueses. En estos trece años últimos años se han dado algunos pasos para corregir el rumbo, en el sentido de proteger y valorar esta lengua minoritaria, especialmente a través de la introducción en Portugal de la LGP en el currículo de las lenguas elegibles para la enseñanza y el aprendizaje de los sordos.

Actualmente, vivimos en un paradigma educacional que persigue una enseñanza inclusiva. Así, los alumnos sordos de los niveles de enseñanza básica y secundaria se encuentran distribuidos en aulas de enseñanza regular, en las llamadas *Escolas de Referência*. De forma que las necesidades educativas especiales de los alumnos sordos fueran tenidas en cuenta, se optó por un sistema de colaboración entre intérpretes y formadores de LGP, con la participación de docentes de enseñanza especial y de terapeutas del habla, que trabajan de forma conjunta para que el

alumno sordo pueda efectuar su aprendizaje integrado en la escuela.

A nivel universitario, la accesibilidad de los sordos a los cursos de nivel superior no ha sido posible hasta el momento actual. Por un lado, pocos alumnos consiguen finalizar la enseñanza secundaria, vehiculada hasta ahora en lengua portuguesa; por otro lado, la entrada en la universidad los confronta una vez más con una enseñanza pensada para la mayoría, o sea, para los oyentes, hablantes nativos de una lengua oral, la lengua portuguesa.

La Licenciatura en Lengua de Señas Portuguesa (PRO_LGP), de la Universidad Católica Portuguesa, que inició su recorrido muy recientemente, en enero de 2010, pretende llenar el vacío existente en el sistema universitario en Portugal, construyendo un sistema de enseñanza y aprendizaje estructurado a partir de una plataforma tecnológica, en régimen de *blended-learning* (b-learning), asumiendo que la lengua vehicular en la que se desarrolla la enseñanza y el aprendizaje del alumno sordo es la LGP.

3. Características de la PRO_LGP

Lengua en que se desarrolla la enseñanza y el aprendizaje

El hecho de que la Licenciatura se imparta en Lengua de Señas Portuguesa, en régimen de Enseñanza a Distancia (EaD) ha comportado que todos los alumnos de esta primera edición de la Licenciatura fueran sordos, oriundos de varias partes del país (Norte, Sur e Islas), y sean poseedores de un nivel de proficiencia en LGP que les ha permitido integrarse sin problemas en la dinámica particular del curso. Queremos subrayar que el régimen de enseñanza a distancia nos ha permitido llegar a todos los sordos de Portugal (continental e islas), interesados y elegibles para formar parte de una carrera universitaria.

La docencia del curso en LGP –lo subrayamos: *no* en lengua portuguesa– ha constituido una innovación que proporciona a los alumnos sordos y hablantes nativos de LGP un contacto académico con su lengua materna en ambiente natural, lo que está promoviendo un desarrollo de la propia LGP, que se ha notado especialmente en el incremento del vocabulario especializado utilizado por los alumnos.

Además de las clases “regulares”, todos los alumnos participan en el *Observatório da LGP*, proyecto de investigación longitudinal, llevado a

cabo por el Laboratório de Língua Gestual Portuguesa del Instituto de Ciências da Saúde de la Universidad Católica Portuguesa.

El proyecto *Observatório da LGP* pretende registrar los nuevos gestos que van surgiendo a medida que los alumnos van incorporando los nuevos conceptos ligados a las áreas científicas en que se desarrolla el curso. Este proyecto de observación, recolección y descripción de los nuevos gestos lingüísticos sigue la metodología habitual de los observatorios de lenguas, tal como se encuentran descritos en [2].

Mensualmente, los alumnos se reúnen durante dos o tres horas y discuten las varias posibilidades de creación de nuevos gestos relativos a los conceptos que aprendieron, y para los que todavía no existen ítems gestuales. Los conceptos son previamente elegidos y son discutidos, durante las semanas que preceden a la reunión mensual, en la plataforma virtual y en las sesiones presenciales, siempre debidamente acompañados por los tutores y profesores de las unidades curriculares correspondientes.

Este proyecto de investigación asociado a la PRO_LGP tiene un papel fundamental en el planteamiento global de la licenciatura, el sentido en que promueve una mejora en la comprensión de los nuevos conceptos abordados en el marco de la “enseñanza formal” de la unidad curricular, y proporciona un incremento del vocabulario especializado en LGP que contribuye a sedimentar esta lengua todavía joven. Es importante referir que la mayoría de los alumnos que frecuentan la PRO_LGP son formadores de LGP, y por ende son “modelos lingüísticos” para sus propios alumnos. De esta forma, su participación en el *Observatório de LGP* tiene un efecto diseminador, razón por la que consideramos este proyecto una aportación de extrema relevancia.

Al final de los tres años curriculares de la Licenciatura, este Observatorio elaborará un Diccionario Especializado de la PRO_LGP, que podrá ser utilizado como material de referencia para los alumnos de las próximas ediciones del curso.

Modelo de desarrollo del curso

Una de las hipótesis fundamentales sobre las cuales se asientan los estudios sobre aprendizaje multimedia es que los mensajes educativos en soporte multimedia tienen más probabilidades de conseguir un aprendizaje significativo de los que no lo son [3].

La teoría cognitiva de aprendizaje se basa en tres principios: (i) el sistema humano de procesamiento de la información incluye canales dobles para el procesamiento visual/pictórico y auditivo/verbal; (ii) cada uno de estos canales tiene una capacidad de procesamiento de la información limitada; y (iii) el aprendizaje activo implica la ejecución de un conjunto coordinado de procesos cognitivos durante el propio aprendizaje [4].

De acuerdo con estas hipótesis, y teniendo como referencia también la experiencia exitosa de la *Licenciatura Letras Libras*, iniciada en 2005 y llevada a cabo por la Universidad Federal de Santa Catarina, dirigido también a alumnos sordos en un contexto lingüístico portugués-brasileño, construimos un modelo de curso análogo, para los sordos, en Portugal.

Nuestra licenciatura PRO_LGP tiene un régimen de enseñanza a distancia, con un sistema de *blended learning*, es decir, se apostó por una enseñanza *online* con un componente presencial. La enseñanza *online* se focaliza, esencialmente, en las actividades que los estudiantes tienen que realizar para aprender los contenidos de una unidad curricular, mediados por una plataforma tecnológica [5]. Sin embargo, este tipo de enseñanza no se revela muchas veces suficiente por sí mismo para mantener el interés de los alumnos y para obtener resultados académicos positivos, motivo por el cual apostamos por complementarlo con un fuerte componente presencial, con una frecuencia quincenal. Hay que subrayar que estos alumnos son sordos, muchos de ellos viven aislados dentro de la comunidad sorda, y que el componente presencial adquiere, por ello, una mayor relevancia como medio de socialización entre los hablantes de su propia comunidad.

La solución más común para asegurar la integración coherente de todas las actividades de enseñanza y aprendizaje *online* es el recurso a una Plataforma de Gestión de Aprendizaje, llamada LMS (*Learning Content Management System*) [6]. Las LMS que se encuentran en el mercado, algunas gratuitas, como la Plataforma *Moodle*, presentan todavía algunas lagunas en lo que se refiere a la gestión de los contenidos del aprendizaje, especialmente en las actividades complejas en que interactúan distintos actores, alumnos, tutores, profesores y conferenciantes [7].

Entre las carencias referidas por Figueiredo [8] se encuentra la escasez de mecanismos integrados de apoyo a la gestión de la calidad de los procesos de aprendizaje, la insuficiencia de soluciones para el apoyo a la

evaluación contextual integrada y la persistente pobreza de los mecanismos de colaboración y socialización entre los varios agentes que intervienen. Al implementar un curso en *b-learning* para sordos, los responsables de su diseño nos confrontamos con la insuficiencia tecnológica de la plataforma escogida, la *Black Board*, para conseguir evaluar los alumnos en LGP, lengua visual que exige, por su propia naturaleza, la grabación en vídeo de las intervenciones de los alumnos. La solución a este problema pasó por integrar en la plataforma otro tipo de software, utilizando *You Tube* para la grabación de los vídeos en LGP.

El curso de PRO_LGP se desarrolla a razón de tres unidades curriculares por trimestre, totalizando 26 unidades curriculares y 180 ECTS. La opción por las unidades curriculares trimestrales se basó en la experiencia previa del curso *Licenciatura Letras Libras* llevado a cabo por la Universidad Federal de Santa Catarina. En esta experiencia, el aprovechamiento de los alumnos se reveló más productivo en una organización trimestral que en la tradicional organización por semestres, seguida hasta entonces.

En síntesis, en la PRO_LGP coexiste el componente a distancia, asegurado a través de la plataforma tecnológica, y un componente presencial, que presenta una frecuencia quincenal.

Cada unidad curricular consta de siete sesiones presenciales de tres horas, la última de ellas dedicada a las actividades de evaluación.

Materiales pedagógicos

Los materiales pedagógicos de cada unidad curricular están constituidos por los siguientes componentes:

- Un manual de base, en soporte papel, escrito en lengua portuguesa;
- Un manual digital, situado en la plataforma digital, escrito en lengua portuguesa, que puede ser adaptado a partir del manual de base;
- Un DVD con la adaptación en LGP del manual escrito;
- Sesiones de webconferencia con desarrollo de contenidos (dos o tres sesiones en las semanas que no hay sesiones presenciales), en LGP y realizadas a partir de software específico.

- Un guión pedagógico de cada UC, que contiene:
 - Referencias a las lecturas a efectuar durante el período;
 - Lista de las actividades individuales a realizar y notas de orientación;
 - Lista de las actividades de grupo, chats y foros, así como notas de orientación;
 - Temas para participación en foros y criterios (de participación y evaluación);
 - Calendarización;
 - Normas y criterios de participación;
 - Soportes aceptados para los trabajos solicitados.

Estructura de los manuales

Cada uno de los 26 manuales se encuentra estructurado en cuatro unidades y tres temas dentro de cada unidad.

Cada tema del manual se explora durante una semana lectiva, a través del estudio del propio alumno y de su acompañamiento en régimen tutorial.

Cada manual contiene los objetivos generales y específicos a lograr por los alumnos en cada unidad, así como una síntesis final y preguntas de evaluación formativa para los alumnos.

Régimen tutorial

El curso dispone de un régimen tutorial activo, como se ha comentado, con un papel interventor del tutor en todas las fases del proceso de aprendizaje. El tutor / profesor, en este contexto, asume el papel de moderador y orientador de las discusiones y de las actividades de aprendizaje que tienen lugar en cada unidad curricular. Si tenemos en cuenta que un LMS es, fundamentalmente, un entorno “cerrado” en que el tutor, a semejanza del profesor en un aula, controla las condiciones en que transcurre el

aprendizaje, existe por parte del tutor un gran poder de decisión a lo largo de todas las fases del proceso de enseñanza - aprendizaje [9].

El tutor podrá ser el profesor / autor de los contenidos en el caso en que sea proficiente en LGP, o en su lugar será un especialista en LGP que domine los contenidos. Las funciones del tutor se centran en la comunicación con los alumnos vía LMS (chats escritos y foros) con fines pedagógicos (resolución de dudas sobre los contenidos), y a través de webconferencia o videoconferencia utilizando siempre la LGP. El tutor, juntamente con el profesor de la unidad curricular, recibe los trabajos de los alumnos, solicitados en el guión pedagógico y ambos los evalúan. Estos trabajos pueden ser entregados a los tutores en LGP o en lengua portuguesa, ofreciendo siempre a los alumnos sordos la oportunidad de producir trabajo académico y ser evaluados en su propia lengua.

4. Plan y estructura curricular de la PRO_LGP

El número de créditos por unidad curricular se basa en las horas de contacto y de trabajo de los alumnos que incluyen: el trabajo individual para profundizar en los conocimientos presentados, la elaboración de trabajos académicos y artículos científicos, la presentación pública en seminarios y la discusión en el aula relativa al análisis y la crítica de textos.

Diseñamos un plan curricular en torno a tres áreas científicas que fundamentan los conocimientos y las competencias que un licenciado en LGP debe dominar. Esas tres áreas son *las ciencias del lenguaje, las neurociencias y las ciencias de la educación*.

En el área de Ciencias del Lenguaje se imparten un total de 90 ECTS, el área de Neurociencias tiene un total de 36 ECTS y el área de Ciencias de la Educación tiene un total de 54 ECTS.

El área de *Ciencias del Lenguaje* es aquella que tiene más peso en la carrera, puesto que la base de esta licenciatura es adquirir una buena competencia lingüística y metalingüística en Lengua de Señas Portuguesa y en Lengua Portuguesa.

El área de *Ciencias del Lenguaje* está integrada por las siguientes unidades curriculares: Portugués como Segunda Lengua (L2), Literatura de las Lenguas Gestuales, Introducción a los Estudios Lingüísticos, Lingüística I (Fonética y Fonología), Lingüística II (Morfología), Lingüística III (Sintaxis), Lingüística IV (Semántica), Lingüística V (Sociolingüística y

Pragmática), Investigación en Lingüística de las Lenguas Gestuales (12 ECTS), Lexicología y Lexicografía en las Lenguas Gestuales, Escritura de las Lenguas Gestuales I, Escritura de las Lenguas Gestuales II.

El área de *Neurociencias* tiene cuatro unidades curriculares: Introducción a la Sordera, Introducción a las Neurociencias, Bases Biológicas del Lenguaje y Adquisición del Lenguaje, Neurociencias y Cognición.

El área de *Ciencias de la Educación* cuenta con ocho unidades curriculares: Introducción a la Educación, Historia de la Educación I, Historia de la Educación de Sordos II, Estudios Sordos I, Estudios Sordos II, Enseñanza a Distancia para Sordos, Métodos de Enseñanza y de Aprendizaje, Enseñanza y Aprendizaje de LGP como Segunda Lengua.

5. Conclusión

En este artículo hemos querido subrayar la importancia del diseño y construcción de un paradigma de enseñanza universitario para sordos en Portugal. La opción por la enseñanza a distancia se fundamenta, por un lado, en las hipótesis presentadas por Mayer [10] cuando argumenta a favor del aprendizaje multimedia, sosteniendo que “*las personas aprenden mejor a través de palabras e imágenes que solamente a través de palabras*” y por otro lado, en las opciones por la accesibilidad a la enseñanza, por encima de las barreras geográficas, por parte de esta población tradicionalmente desfavorecida. El trabajo pionero realizado en la Universidad Federal de Santa Catarina ha servido también como un punto de partida que hemos adaptado y transformado a la realidad portuguesa.

6. Referencias Bibliográficas

[1] Carvalho, Paulo Vaz de, *História dos Surdos no Mundo e em Portugal*, Surd'Universo Livraria Especializada, Lda: Lisboa, 2007.

[2]Correia, Margarita; Ana Mineiro, Mafalda Antunes, Maria Doria & Teresa Cabré O Observatório de Neologia do Português Europeu – ONP: criação e apresentação, *In: Actas do XX Encontro da Associação*

Portuguesa de Linguística, Lisboa, APL: Colibri, 2006, 471-482.

[3]Mayer, R. E., Anderson, R.B. The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning, *In: Journal of Educational Psychology*, 84, 1992, 444-452.

[4]Mayer, R.E. *Multimedia Learning*. *In: B.H.Ross (Ed.) The Psychology of learning and motivation*, San Diego, CA: Academic Press, Vol. 41, 2002, 85-139.

[5]Lobato Miranda, G. *Concepção de Conteúdos e Cursos Online*, *In: Lobato Miranda, G. (Org.) Ensino Online e Aprendizagem Multimédia*, Lisboa: Relógio d'Água, 2009,81-108.

[6] Lagarto, J.R e Andrade, A. *Sistemas de Gestão e Aprendizagem em E-learning*, *In: Lobato Miranda, G. (Org.) Ensino Online e Aprendizagem Multimédia*, Lisboa: Relógio d'Água, 2009, 56-79.

[7 y 8] Figueiredo, A. D. *Estratégias e Modelos para a Educação Online*, *In: Lobato Miranda, G. (Org.) Ensino Online e Aprendizagem Multimédia*, Lisboa: Relógio d'Água, 2009, 111-124.

ELABORACION DE MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS. UNA ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACREDITABLE EN MODALIDAD BLENDED LEARNING

Lady ARIAS J.
Universidad Pedagógica Experimental Libertador
Maracay - Venezuela

Asesora: Gabriela GARDIÉ.
Universidad Pedagógica Experimental Libertador
Maracay - Venezuela

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito implementar una actividad de extensión acreditable bajo la modalidad *blended learning* para la elaboración de Materiales Educativos Computarizados (MEC) en el pregrado de la UPEL-Maracay. La fundamentación del estudio se centró en los postulados de Galvis (1992), Marqués (1999, 2004), García Aretio (2001), entre otros. Metodológicamente, la investigación se encuentra focalizada en la modalidad de proyecto factible apoyada en un estudio de campo descriptivo. El diseño de la investigación es ex post –facto no experimental del tipo transversal. La población estuvo estratificada en: académica-administrativa y administrativa. Las técnicas empleadas fueron la revisión de documentos, entrevistas no estructuradas y encuesta. Para la encuesta se aplicó como instrumento el cuestionario, obteniéndose como resultados: pocos cursos académicos que posibiliten el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y especialmente en la elaboración de Materiales Educativos Computarizados (MEC), asimismo, se determinó la insuficiencia de aulas y laboratorios en la institución y la existencia de una plataforma educativa con vías a la consolidación y su disponibilidad para docentes y discentes. Por consiguiente, se realizó el diseño instruccional de la actividad *“Elaboración de Materiales Educativos Computarizados”* (EMEC) bajo la metodología del Modelo ASSURE. Para la evaluación de la implementación de esta actividad en el P.A 2007-I se aplicó el Modelo CEPP en su última fase y se utilizó como instrumento una lista de cotejo. Los resultados obtenidos de la evaluación fueron: permanencia de la mayoría de los estudiantes, logro de las metas instruccionales, manejo adecuado de las TIC en el proceso formativo por parte del estudiante y docente, formatos inadecuados de inscripción que deben ser mejorados, entre otros. El estudio concluyó en que la

actividad EMEC debe mejorar en cuanto al uso de formatos y debe ser evaluada de manera permanente.

Palabras claves: actividad de extensión acreditable, materiales educativos computarizados, blended learning, Modelo CEPP.

1. INTRODUCCION

Las fluctuaciones antropológicas y tecnicistas han traído como resultado el surgimiento de nuevas concepciones y por ende nuevos paradigmas, principalmente en lo educativo. En las últimas décadas las instituciones académicas han sufrido transformaciones estructurales y curriculares, unas en mayor medida que otras, buscando adecuarse no sólo a las necesidades del contexto, sino también hacia los requerimientos de los estudiantes; los cuales se encuentran inmersos en una avalancha tecnológica. En este sentido, si las demandas e intereses de los educandos cambian, los sistemas institucionales deben volverse más flexibles y estar en capacidad de adaptarse rápidamente a las necesidades que demandan las nuevas tecnologías, buscando alcanzar la eficacia y eficiencia que exigen las actuales tendencias educativas.

El avasallamiento tecnológico en la educación es tal que nos arropa cada vez más y en mayores proporciones. En este sentido, las tecnologías coadyuvan el desarrollo de nuevos estilos y ritmos de aprendizaje, es decir, formas diferentes de adquirir, organizar y transmitir los conocimientos. Un ejemplo de ello son los populares Materiales Educativos Computarizados (MEC), cuyas potencialidades han sido comprobadas en varios de los niveles del Sistema Educativo. Los Materiales Educativos Computarizados (MEC), al presente, son parte sustancial del proceso formativo, los cuales para su construcción se requiere de la participación activa de docentes y futuros profesionales de la docencia.

En efecto, cuando creamos tecnologías educativas llenas de posibilidades estamos apoyando el proceso para la adquisición de competencias significativas. Por

lo tanto, se estarán formando ciudadanos integrales y de altos niveles de productividad, generadores de nuevos conocimientos y emisores de los mismos. Pero, sobre todo, estaremos generando individuos para afrontar los cambios y retos del mañana.

Sin duda alguna, la pedagogía y la didáctica de la mano con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han tomado un curso determinante y significativo en los últimos años. Su adecuación en el ámbito educativo ha dado frutos relevantes en todas las modalidades de enseñanza, en especial la modalidad semi-presencial (blended learning).

La modalidad semi-presencial (blended learning) debido a sus bondades y características, está siendo asumida con mayor auge por más instituciones educativas, inclusive en aquellas que han practicado durante décadas la educación tradicional. Todo ello como producto de los cambios paradigmáticos y la *sociedad informacional*, tipificada por cada vez más individuos que desean acceder a la educación y por ende al conocimiento, desde una óptica más autónoma y flexible, adaptada a sus necesidades.

En concordancia a lo antes mencionado, el presente trabajo tiene como propósito implementar una actividad de extensión acreditable bajo la modalidad semi-presencial (blended learning) para la elaboración de materiales educativos computarizados en el pregrado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay (UPEL-Maracay). Pues el objetivo principal es formar a los estudiantes de dicha institución en el desarrollo de MEC, como herramientas de apoyo a los procesos de instrucción a realizarse en los niveles de educación básica, media diversificada y profesional en el contexto venezolano.

2. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La tecnología ha ido ganando un gran espacio en el ámbito de la educación en Venezuela. La incorporación de las TIC al quehacer pedagógico es parte de un proceso que está por consolidarse. Con la actualización curricular, las TIC serán un eje transversal para todas las áreas del conocimiento (Planas, 2004).

Estos cambios profundos, que se han suscitado con el nuevo paradigma tecnológico, traen consigo que educadores y estudiantes asuman la realidad sobre la incidencia de las TIC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Éstos deben poseer las competencias para el adecuado manejo de las mismas en el aula, como también para la creación de los llamados MEC, los cuales son herramientas de apoyo para la ejecución de actividades educativas (Osino, 1998; Miratía, 2005).

Debido a toda esta revolución tecnológica que se está propiciando a nivel nacional, es necesario dar respuestas a interrogantes como ¿se estará formando actualmente

en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay (UPEL-Maracay) a futuros docentes con destrezas, habilidades y conocimientos para abordar los procesos educativos del siglo XXI, en pleno auge de la Sociedad de la Información y el Conocimiento? ¿hoy por hoy se ofrece a los estudiantes de pregrado de la misma casa de estudios, unidades curriculares que contemplen el uso de las TIC en la educación? ¿la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay (UPEL-Maracay) se encuentra dotada de suficientes aulas y laboratorios apropiados para satisfacer las necesidades de toda la población estudiantil, para el uso adecuado de las TIC y la elaboración de MEC?.

Es importante mencionar que después de una exhaustiva revisión inicial de los pensa de estudios de las especialidades de pregrado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay (UPEL-Maracay) realizada por la autora de este trabajo, se determinó que gran parte de docentes egresados y estudiantes de la misma, no poseen los conocimientos necesarios para afrontar las TIC y mucho menos en la elaboración de recursos didácticos en formato digital. Lo anterior pone en evidencia que dentro del plan de estudio no se contempla, salvo la especialidad de Informática, la inclusión de las TIC aplicadas en la educación. En otras especialidades se realiza de manera ocasional como es el caso de: Física, Ciencias Sociales y Educación Musical. Sin embargo, no existe una unidad curricular en la cual se le ofrezca al estudiante de pregrado la formación necesaria en el ámbito de la informática educativa, campo en el que otras universidades nacionales se encuentran notablemente adelantadas (Dorrego, 2001).

Otra de las causas que refleja la problemática mencionada, es el escaso espacio dentro de la institución (aulas y laboratorios), los cuales no están dotados con los recursos computacionales que satisfagan las necesidades de toda la población estudiantil, pues los pocos disponibles son subutilizados y además no cuentan con la infraestructura tecnológica adecuada: plataformas virtuales educativas activas y conectividad óptima.

Sumando esto a todas las causas anteriores, se tiene que algunos docentes de esta casa de estudio no poseen conocimientos actualizados en el tema, incluso en la praxis pedagógica se vislumbra la *resistencia al cambio* o *tecnofobia*. Este tipo de docente se siente afectado de pasar de una “educación tradicional” a una verdadera *transformación de la educación* que dé pie a la *educación tecnológica*.

En efecto, hoy, más que nunca, se le exige al docente un conocimiento básico, pero sólido en el empleo de la Internet, en los entornos virtuales educativos y sobretudo en la elaboración de MEC. En relación a lo anterior, Miratía (2005) expone que, “El docente debe ser capaz de evaluar el uso de las redes, el software educativo, los multimedios, la Internet, la Web, los entornos virtuales, para apoyar las actividades de aprendizaje” (p.17).

Dadas las circunstancias anteriores es pertinente trabajar en la creación e incorporación de una unidad curricular para pregrado de la UPEL- Maracay, que inicie a los alumnos en el uso frecuente de las TIC, explicando su importancia y aplicabilidad en el ámbito educativo. Además, que proporcione al estudiante las herramientas y métodos necesarios que le permitan adquirir las competencias para la producción de MEC, tal como afirma Domingo (2000) (citado en Brito 2004), la informática como medio de gestión de información y de comunicación tiene una potencialidad didáctica de gran alcance. Sus funciones y prestaciones, tanto en software de aplicación general como específicamente educativo, pueden tener claras aplicaciones didácticas como herramienta de trabajo, objeto a estudio, recurso de aprendizaje o soporte de material curricular.

No obstante, ¿qué se puede hacer para solventar el problema del espacio y de los recursos computacionales para ofrecerle al estudiantado este tipo de unidad curricular?. Una alternativa sería la creación de varios laboratorios computacionales, pero esta solución se daría a largo plazo y lo que se requiere son soluciones inmediatas a la medida de la evolución tecnológica que se está propiciando. Otra opción consistió en aplicar a esta asignatura la modalidad semi-presencial.

Esta modalidad le brinda tanto al estudiante como al docente mayor flexibilidad y dinamismo, ya que permite la interacción permanente y la construcción colaborativa del conocimiento, no bajo una orientación unidireccional, sino bidireccional e inclusive multidireccional.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Implementar una actividad de extensión acreditable bajo la modalidad *blended learning* para la elaboración de materiales educativos computarizados en el pregrado de la UPEL-Maracay.

Objetivos Específicos

1. Analizar las necesidades educativas existentes relacionadas con la elaboración de materiales educativos computarizados en los estudiantes de pregrado de la UPEL-Maracay.
2. Determinar los destinatarios, objetivos educativos (conceptuales, procedimentales, y actitudinales), y contenidos necesarios para el diseño de la actividad de extensión acreditable "Elaboración de Materiales Educativos Computarizados" (EMEC) bajo la modalidad *blended learning*.
3. Conceptualizar las tecnologías para la entrega de la instrucción y para la interacción, de la actividad de extensión acreditable EMEC bajo la modalidad *blended learning*.

4. Diseñar la actividad de extensión acreditable EMEC en el entorno on-line.
5. Evaluar la actividad de extensión acreditable bajo la modalidad *blended learning*, aplicando el Modelo CEPP, en su última fase, para determinar los resultados obtenidos de la actividad de extensión acreditable EMEC.

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio, conforme a sus objetivos, se encuentra enmarcado bajo la modalidad de proyecto factible, ya que el propósito de la investigación es proponer una actividad como respuesta a necesidades académicas detectadas. La propuesta de la actividad implica la formulación de un programa para la elaboración de materiales educativos computarizados bajo la modalidad *blended learning* (b-learning) haciendo uso de las tecnologías. Esta modalidad implica cuatro fases: diagnóstica, elaboración de la propuesta, factibilidad de la propuesta y ejecución de la propuesta con su respectiva evaluación.

El estudio que se presenta es un diseño de tipo *ex post-facto no experimental*. A su vez, se ubica entre los diseños transeccionales o trasversales, dado que los datos obtenidos en la investigación fueron recolectados sólo una vez y en un momento único de tiempo.

Población y Muestra

La población de estudio fue estratificada, pues los datos requeridos son manejados desde dos perspectivas: Una académica-administrativa y la otra netamente administrativa. La primera, estrato *a*, se encuentra constituida por 14 Jefes de Departamentos y Coordinadores de Programas de las diversas especialidades. La segunda, estrato *b*, por 5 Jefes de las Unidades: *Planificación, Control de Estudios, Informática, Currículo*, y la *Subdirección de Dirección de Extensión*. Ambos estratos de la población pertenecen a la UPEL-Maracay.

Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas aplicadas para el acopio respectivo de la información están conformadas por Revisión de Documentos, Entrevistas No Estructuradas y Encuesta.

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Analizando e interpretando los resultados en cada una de las técnicas e instrumento aplicado se obtiene que:

- a) El Diseño Curricular del pregrado de la UPEL-Maracay, no contempla asignaturas para la formación del estudiantado en la elaboración de materiales educativos computarizados. Además, son muy pocas las especialidades que aproximan a los estudiantes al uso didáctico de las TIC.

b) Existe desconocimiento acerca de la actual sociedad, *sociedad de la información y el conocimiento*. No obstante, cabe mencionar que existe conciencia sobre la importancia e implicaciones del uso de las tecnologías en el ámbito educativo, sobre todo en la elaboración de materiales educativos computarizados.

c) La infraestructura física con la cual se cuenta para formar al estudiantado en el uso de las TIC y para la elaboración de materiales educativos computarizados es insuficiente para la matrícula estudiantil activa de la UPEL-Maracay. Sin embargo, esto no impide la apertura de actividades bajo la dimensión tecnológica para el pregrado, puesto que hoy en día existen múltiples alternativas para llevarse a cabo con el empleo de las TIC. De igual manera se cuenta con la opción de insertar otra modalidad educativa como el b-learning para solventar la demanda académica y la falta de planta física.

d) Existe aceptación por la mayoría de los Jefes de Departamentos y Coordinadores de Programas de las distintas especialidades, y Componente de Docente, no sólo en cuanto la creación de una actividad de extensión acreditable para la elaboración de materiales educativos computarizados, sino también para la inclusión de la modalidad b-learning.

6. LA PROPUESTA

Objetivos de la Propuesta

Objetivo General: Elaborar materiales educativos computarizados bajo la modalidad *blended learning* (b-learning) a través de una actividad de extensión acreditable.

Objetivos Específicos

- a) Reflexionar en el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el ámbito educativo.
- b) Reflexionar en el uso de los sistemas de hipermedia como valor agregado en la enseñanza.
- c) Diseñar una presentación didáctica aplicando las teorías de aprendizaje, texto y color.
- d) Construir el diseño instruccional como soporte pedagógico del material educativo computarizado
- e) Diseñar un material educativo computarizado.
- f) Valorar nuevos escenarios educativos como resultado del uso de las tecnologías de la información y comunicación.

Fundamentación: la presente propuesta se encuentra fundamentada bajo la teoría constructivista. Dicha teoría plantea que, los conocimientos deben ser contruidos y no reproducidos. Por tanto, el alumno debe asumir un rol de participante-activo en la construcción de las estructuras del conocimiento. Para ello, debe enlazar los conocimientos previos con la nueva información e interpretarla (Gros, 1997).

Metodología: para la realización del Diseño Instruccional de la actividad bajo la modalidad b-learning se seleccionó una metodología que se ajusta a las particularidades de la misma, denominada Modelo

ASSURE de Heinich, Molenda y Smaldino (1999).

Análisis de la audiencia: dirigida a todos los estudiantes de pregrado de la UPEL-Maracay de las distintas especiales, los cuales se encuentre cursando entre el 2do y 7mo semestre de la carrera.

Competencias de entrada

- Manejo del ambiente Windows o Linux.
- Manejo de programas de aplicación tales como Word o Writer y PowerPoint o Impress.
- Empleo de Internet y de herramientas comunicativas como: el correo electrónico y el Chat.

Estilos o enfoque de aprendizaje: la actividad de extensión sigue un concepto pedagógico basado en la teoría constructivista. Además, se pretende desarrollar en los estudiantes estilos de aprendizaje en el aprendizaje colaborativo y en el aprender a aprender.

Establecimientos de objetivos: en la UPEL- Maracay se pretende dictar una actividad de extensión acreditable con la finalidad de que los estudiantes, adquieran las competencias necesarias para la elaboración de materiales educativos computarizados, por medio de una modalidad diferente a la presencial.

Objetivo Terminal: elaborar materiales educativos computarizados (MEC).

Contenidos: los contenidos se presentan de forma sistémica apoyados por el método deductivo, que permite al participante partir de los contenidos generales a los particulares, logrando así un conocimiento preciso de los componentes temáticos de la actividad extensionista. Los contenidos de la actividad se encuentran estructurados por tres módulos. El primer módulo llamado *Integración*, en el cual el docente mostrará los temarios de la actividad y reforzará las habilidades del estudiante en el manejo de los recursos informáticos a emplear en el transcurso de la misma. El segundo módulo denominado *Proceso Formativo*, que consta de cinco unidades:

1. Uso de las TIC en la educación
2. Los sistemas hipermedia en la enseñanza
3. Teorías de aprendizaje, texto y color aplicados a un MEC
4. Metodologías para la elaboración de MEC y el Diseño Instruccional
5. Herramientas para la elaboración del MEC

Por último el módulo *Feedback*.

Selección de Métodos, Medios, Tecnologías y Materiales

A. Metodología: el método empleado es el deductivo. La actividad de extensión acreditable ostenta eventos de tipo teórico - práctico, de demostración y de trabajo individual y colectivo. Para el logro de los objetivos los participantes deberán estar comprometidos con la actividad extensionista y, así mismo, trabajar en equipo

con el facilitador y sus compañeros.

B. Actividades de enseñanza aprendizaje: el trabajo académico de la asignatura extensionista estará apoyado por actividades, tales como: integración, interpretación y reflexión de lecturas, trabajos teórico-prácticos, correo electrónico, Chat, foros virtuales, autoevaluación y heteroevaluación.

C. Medios y Tecnologías: *Medio Digital:* artículos y Documentos arbitrados en Línea. Así como Guías suministradas por el facilitador en formato digital. *Medios Audiovisuales:* presentaciones didácticas (diapositivas). *Medios Interactivos:* el hipertexto, correo electrónico, Chat y foros.

D. Tecnologías para la entrega de la instrucción y la interacción: tecnología para la entrega de la instrucción el Weblog. Además, la utilización de un CD contentivo de los materiales intruccionales, programas y contenidos de la actividad. Para la interacción se propone el foro, Chat y Correo electrónico.

E. Evaluar y revisar: evaluación explorativa o diagnóstica, formativa, sumativa, autoevaluación y heteroevaluación

Página Principal

Presentación de la actividad

7. EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN

La actividad de extensión acreditable EMEC fue aprobada en Consejo Directivo N° 110 de fecha veintiuno de marzo de dos mil seis, bajo Resolución N° 2006.110.9325. Para fines de esta investigación el periodo académico evaluado fue el 2007-I, por ser éste el de mayor número de estudiantes (23 participantes) y el más heterogéneo en cuanto a la especialidad y habilidades en las TIC. La evaluación fue realizada por un experto en el área bajo la metodología CEPP (contexto-entrada-proceso-producto) en su última fase (Sarramona, 2001), arrojando los siguientes resultados:

A. Seguimiento de los participantes: relación entre los participantes que ingresan y los que culminan la actividad: el número de egresado (18) de la misma se aproxima al número de estudiantes inscritos (23). Por consiguiente, el número de desertores fue de 5, igualmente la cifra de aplazados en la actividad.

B. Logro de las metas instruccionales: cumplimiento de los objetivos académicos establecidos para cada unidad: la evaluación reflejó el logro de las metas instruccionales, ya que los estudiantes cumplieron con los objetivos educativos establecidos (terminal y específicos) en cada una de las cinco (5) unidades de la actividad de extensión acreditable EMEC.

C. Cumplimiento de las actividades realizadas por los actores involucrados en el proceso académico (estudiante- facilitador): la evaluación manifestó que 18 de los 23 estudiantes entregaron las actividades propuestas por el facilitador en los tiempos establecidos en el cronograma de actividades. Asimismo, siguieron las instrucciones concernientes para el cumplimiento exitoso de la actividad.

Por su parte, el facilitador, durante el seguimiento de las actividades informó a los estudiantes sobre las mismas y sus objetivos, e hizo entrega de los materiales instruccionales los cuales fueron empleados en el transcurso de la actividad de extensión acreditable EMEC. Además, aportó información complementaria para la comprensión de los temas abordados en las unidades del programa, aplicó técnicas de motivación, evaluó cada una de las actividades informando la actuación y desempeño de los estudiantes y las calificaciones obtenidas en los tiempos convenidos. En cuanto al proceso de inscripción, éste se realizó en el tiempo establecido. Sin embargo, la evaluación reveló que los formatos utilizados para la inscripción no son los más adecuados. Dado que el nuevo método que se está empujando no le proporciona al estudiante una constancia que indique que ha sido inscrito en la actividad.

D. Manejo y eficacia de las herramientas tecnológicas empleadas: la evaluación mostró que las herramientas tecnológicas empleadas para la entrega de la instrucción propuestas por el facilitador, brindaron apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje durante la actividad de extensión acreditable EMEC en

cada una de sus unidades. En lo que respecta a las herramientas tecnológicas empleadas para la interacción, la evaluación arrojó que éstas fueron de fácil y adecuado manejo.

F. MEC elaborados: los MEC producidos en este periodo académico fueron (10) presentaciones didácticas y diez (10) videos educativos. Sin embargo, cabe mencionar que los MEC desarrollados por los estudiantes de Informática estaban mejor elaborados que los MEC de estudiantes de otras especialidades.

8. CONCLUSIONES

1) Se evidenció las necesidades existentes en los estudiantes del pregrado de la UPEL –Maracay, no exclusivamente en la elaboración de Materiales Educativos Computarizados (MEC), sino también, en la formación para el aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas indispensables para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

2. Para el diseño de la actividad de extensión acreditable se empleó la metodología Modelo ASSURE, ideal para la elaboración de cursos bajo entornos on-line denominada.

3. Se diseñó la actividad extensionista denominada “Elaboración de Materiales Educativos Computarizados” (EMEC). Para ello se creó el Plan General, la Weblog de la actividad (contenido y foro) alojada en Blogger. Adicionalmente, se realizó la presentación de la actividad EMEC, la cual se encuentra contenida en el CD junto a los materiales instruccionales de las cinco (5) unidades y el Plan General.

5. Se aprobó la actividad de extensión acreditable EMEC por Consejo Directivo.

6. Se evaluó el período académico 2007-I de la actividad de extensión acreditable EMEC; suministrando comentarios positivos en cuanto a los resultados de la implementación de la actividad. No obstante, deben mejorarse los formatos de inscripción.

7. Es necesaria la evaluación permanente de la actividad y bajo todas las fases del Modelo CEPP.

Trabajo de grado de maestría no publicado. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

- Dorrego, E. (2001). Didáctica y tecnología educativa para una Universidad en el mundo digital. Panamá: Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Panamá.
- Galvis, A. (1992). Ingeniería de Software Educativo. Ediciones UNIANDES. Santafé de Bogotá.
- García Aretio, L. (2001). La educación a distancia. De la teoría a la práctica. Ariel educación. Barcelona.
- Gros, B. (1997) Diseño y programas educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software. Ariel Educación. Barcelona
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J., Smaldino, S. (1999). Instructional Media and Technologies for Learning (6a, ed). Prentice Hall. Columbus, Ohio.
- Marqués, P. (1999). Multimedia educativo: clasificación, funciones, ventajas e inconvenientes. [Documento en línea] Disponible: <http://dewey.uab.es/pmarques/function.htm> [Consulta: 2007, Enero 8]
- Marqués, P. (2004). Esquemas sobre TIC y sociedad de la información. [Documento en línea] Disponible: http://dewey.uab.es/pmarques/temas2/esquemti_csi.html [Consulta: 2007, Enero 17]
- Miratía, O. (2005). El Docente y su desarrollo profesional en la era de las TIC. Revista Infobit, 9(2), 16-17
- Osino, (1998). Primera prioridad: La formación informática de los futuros docente. Revista Tecnología y Comunicación Educativa, 28, 41
- Sarramona, J. (2001). Evaluación de programas de educación a distancia. [Documento en línea] Disponible: http://www.utpl.edu.ec/ried/images/pdfs/vol4-1/evaluacion_programas.pdf [Consulta: 2009, Abril 21]

BIBLIOGRAFIA

- Brito, V (2004). Incorporación de las TIC en los procesos de formación de alumnos y docentes en la Escuela de Humanidades y Educación de la Universidad de Oriente.

Una estrategia didáctica basada en Redes Neuronales Artificiales

D. Andina¹, R. Bermúdez-Valbuena¹, W. Hernández²

1.- Grupo de Automatización en señal y comunicaciones.

2.- Departamento de Ingeniería de Circuitos y sistemas

Universidad Politécnica de Madrid, España. E-mail: andina@gc.ssr.upm.es

Resumen

Las Redes Neuronales Artificiales (RNAs), bioinspiradas, implementan un modelo matemático simplificado de las principales características conocidas de los cerebros biológicos, y han logrado emular en máquinas tareas inteligentes que hasta el momento estaban sólo reservadas a los seres biológicos; en especial la capacidad de aprender. De experimentos seleccionados realizados sobre estos sistemas artificiales, se presenta en este artículo un estudio que propone hipótesis didácticas razonadas sobre los sistemas biológicos modelados, proponiendo realimentar así los sistemas artificiales a los biológicos. La principal ventaja de utilizar RNAs es la facilidad de realizar experimentos, cuantificar resultados, discutir y extraer conclusiones que sería muy difícil y costoso realizar sobre los cerebros biológicos.

Palabras clave: Redes Neuronales Artificiales, Perceptrón Multicapa, Didáctica.

1 INTRODUCCIÓN

Los autores presentan en esta contribución resultados y conclusiones cuantificadas sobre experimentos de aprendizaje en RNAs, que pueden contribuir a la elección de estrategias de aprendizaje y didáctica. En particular este artículo se centra en la siguiente cuestión: ¿qué es más eficiente, enseñar sobre ejemplos representativos sencillos del problema a aprender, confiando en que nuestro cerebro es capaz de generalizar conceptos y resolverá también los problemas difíciles, o es mejor centrarse en enseñar sobre los casos difíciles,

pues resolverlos significa que se pueden resolver también el resto de casos?.

Los resultados de la discusión, proponen contribuir de manera novel y eficiente a la propuesta de estrategias innovadoras en los campos de la enseñanza y educación, ya que se basan en resultados obtenidos de ensayos sobre parámetros que modelan las características físicas principales de la dinámica cerebral, introduciendo un concepto difícilmente aplicable en biología, pero comúnmente aplicado en los sistemas artificiales: el concepto de optimización [5].

Este artículo se estructura de la manera siguiente: en el apartado 2 se presentan experimentos discutidos y progresivos sobre RNAs comparando resultados y extrayendo conclusiones. En el apartado 3 se comentan características de un modelo más avanzado, y en 4 se resumen las conclusiones.

2 EXPERIMENTOS SOBRE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

2.1 SOBRE LA CAPACIDAD FÍSICA

En los experimentos se ha utilizado el Perceptrón Multicapa (MLP), una de las RNAs de mayor éxito, y que conserva las similitudes biológicas que modela [1, 7]. El primer experimento se refiere a la capacidad física. Es de esperar que un mayor número de neuronas forme un sistema más capaz que otro de menor dimensión. Sin embargo, sus prestaciones no sólo dependerán del número de neuronas, sino de que los valores de las conexiones sinápticas entre ellas sea el adecuado, es decir, que hayan sido entrenadas convenientemente. Así, dos sistemas con el mismo número y estructura son potencialmente

igual de capaces, pero según se les haya enseñado apropiadamente, las diferencias en prestaciones serán sustanciales. En la Figura 1 gráfica se ilustran la evolución de los resultados de cuatro redes neuronales artificiales que han sido entrenadas con ejemplos de un mismo problema pero con dificultad creciente, desde TSNR=12 (facilidad mayor) a TSNR= 0 (facilidad menor).

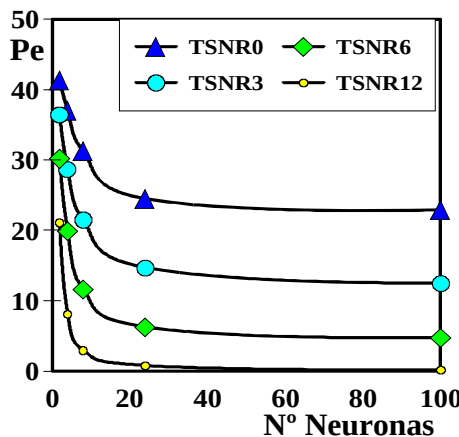


Figura 1. La probabilidad de error (Pe) desciende para sistemas más capaces (con mayor número de neuronas). Sin embargo, el límite asintótico de sus resultados depende de como han sido entrenadas (TSNR).

Se observa la misma tendencia de mejora de prestaciones (descenso de la probabilidad de error, Pe, en abscisas) según se aumente la capacidad física de la red, dada por el número de neuronas que la componen. Sin embargo, se muestra mucho más eficiente la RNA entrenada con ejemplos sencillos (TSNR alta), que aquella entrenada con ejemplos complicados (TSNR baja). Obviamente, las prestaciones de cualquier sistema corren paralelas a la dificultad de la tarea que abordan, por lo que la comparativa de resultados no permite extraer conclusiones sobre las prestaciones hasta que no se compare la capacidad de generalización de ambas, es decir, analizar cómo se comporta sobre ejemplos difíciles una RNA entrenada con ejemplos sencillos y viceversa: cómo se comporta la RNA entrenada a TSNR baja sobre ejemplos fáciles (TSNR altas). Sin embargo sí se observan ya dos tendencias:

- Hay un número mínimo de neuronas artificiales necesarias para acercarse a las prestaciones ideales asintóticas, dada por el codo de las curvas, que no depende de los valores de los pesos sinápticas a los que se llegue con cualquier tipo de entrenamiento,

es decir, cualquier método de entrenamiento requiere una capacidad mínima, que en el caso del problema ilustrado se encuentra en torno a las 8 neuronas

- Sobredimensionar la capacidad física no produce mejoras. Dicho de otra manera, una vez se tiene la capacidad mínima, no se obtienen mejores resultados por aplicar una RNA más capaz, la diferencia de resultados depende de cómo se entrene a la red y no de su capacidad.

Se concluye que, por encima de un mínimo de capacidad, es más eficiente elegir convenientemente el método de enseñanza que seleccionar sistemas más capaces.

2.2 SOBRE LA CAPACIDAD DE GENERALIZACIÓN

Para evaluar las prestaciones de las diferentes RNAs obtenidas con los diferentes sistemas de entrenamiento un método muy utilizado en ingeniería es compararlas para la clasificación de dos hipótesis, existiendo dos casos posibles de clasificación correcta, $P(D_i/H_i)$ que indica decidir correctamente sobre cada hipótesis $i = \{1, 2\}$ y dos de error: $P(D_2/H_1)$ y $P(D_1/H_2)$. Las prestaciones se ilustran sobre las curvas de detección (Figura 1) y ROC (Figura 2) [3, 8]. Se denomina Pd a $P(D_1/H_1)$ y Pfa a $P(D_1/H_2)$. Pd representa la proporción de resultados correctos del total de los posibles para los elementos de H1 y Pfa a la proporción de errores sobre el caso H2. Para un mismo requisito mínimo de Pfa, problema clave que hay que resolver correctamente, se compara que método de entrenamiento obtiene mayor Pd. Es decir, siempre que todas las RNA superen un determinado requisito clave de prestaciones, Pfa, será mejor aquella que mejor se comporte para el resto de los casos (mejor Pd obtenga).

En la Figura 2, dado un requisito mínimo a cumplir ($Pfa_{mínima} = 0,01$), se comparan resultados para redes entrenadas con ejemplos de menor a mayor facilidad. La facilidad de los ejemplos viene cuantificada por el parámetro TSNR, Pd (0, 1) representa las prestaciones de generalización; a mayor Pd, mejores prestaciones tiene la RNA sobre ejemplos generales, de dificultad variable (dificultad variable medida por el parámetro SNR).

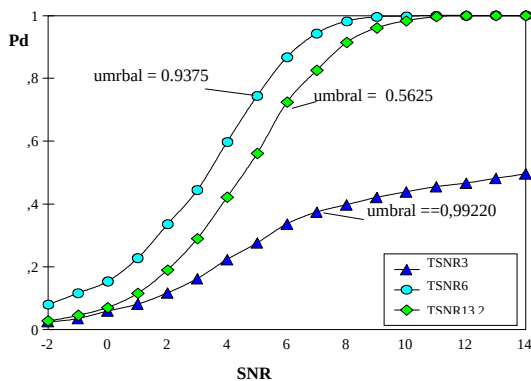


Figura 2. Dado un requisito mínimo a cumplir es $Pfa = 0.01$. Las prestaciones de generalización (Pd) sobre ejemplos de dificultad (SNR9 variable, dependen de un valor óptimo de la facilidad de los ejemplos de aprendizaje (TSNR).

Se observan tres características significativas:

- La red entrenada con ejemplos difíciles (TSNR=3) no es capaz de cumplir el requisito de $Pfa=0.001$, lo que se manifiesta en que no es capaz de obtener una Pd superior a 0,5
- La red entrenada con ejemplos más fáciles (TSNR=13,2) no es la más eficiente, siéndolo la entrenada a ejemplos de dificultad intermedia (TSNR=6)
- El parámetro “umbral” (0,1), que se indica sobre cada curva, está directamente relacionado con Pfa de tal manera que cuanto menor es el umbral, indica que el diseño puede obtener un valor de Pfa más restrictivo.

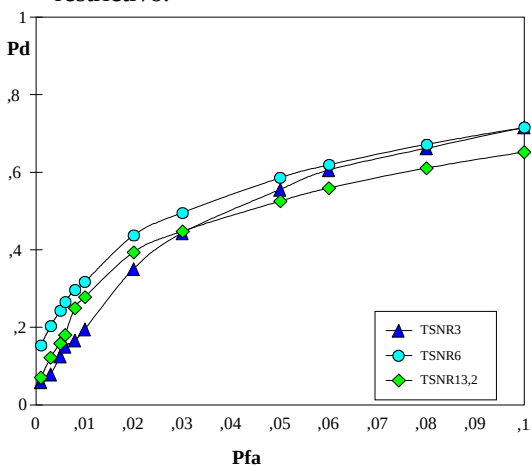


Figura 3. Dado una dificultad (SNR=0), la curva ROC representa la evolución de los valores de prestaciones, Pd, frente a requisitos mínimos, Pfa.

En la Figura 3, la curva ROC, presenta los valores de Pd que se pueden obtener, para una

dificultad dada, en función de los valores de Pfa, ilustra esta última característica.

De estas dos últimas figuras deducimos:

- La red entrenada en condiciones difíciles (TSNR=0), es tan buena como la mejor para las condiciones para la que se le entrenó, pero generaliza peor (véase en la figura 3 como curva de TSNR= 3 pierde rápidamente prestaciones conforme Pfa es más restrictivo).
- Existe una relación directa entre la facilidad de los conjuntos de aprendizaje y la capacidad de generalización. En la Figura 3, la curva de TSNR= 13,2 se comporta con bastante robustez en todo el intervalo de valores de Pfa.
- Que para el intervalo de requisitos de Pfa entre 0,1 y 0,01, hay un valor óptimo para la dificultad de los conjuntos de aprendizaje que permite obtener las mejores prestaciones (en el caso de las figuras, TSNR=6).
- El valor máximo de la restricción que se desea alcanzar es inversamente proporcional a la dificultad de los ejemplos de aprendizaje. Así, en los valores de los umbrales de la figura 3 y en la figura 4 podemos observar que para valores de Pfa menores de 0,001, la red más eficiente es la entrenada en las condiciones más sencillas (TSNR=13,2), alcanzado los límites ideales de Marcum.

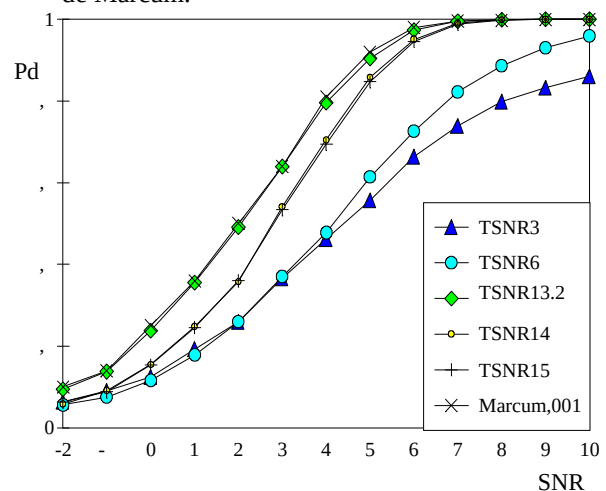


Figura 4. Prestaciones para $Pfa=0.001$. La curva marcada como “Marcum” presenta el máximo alcanzable. La RNA entrenada a 13,2 obtiene por tanto las prestaciones ideales.

3 MODELOS AVANZADOS.

Muchas de las características de los sistemas reales no están modeladas en estos experimentos, aunque sí algunas de las principales. Modelos más completos permitirán establecer nuevas hipótesis y líneas detalladas. Así, por ejemplo, modelar la propiedad de metaplasticidad de las neuronas biológicas al aprendizaje del ejemplo que ilustra esta comunicación, mejora la rapidez del aprendizaje y las prestaciones de la RNA resultante [2, 4]. El modelo de metaplasticidad artificial ensayado consiste en destacar durante el aprendizaje a casos límite, bajo la hipótesis de que los ejemplos poco frecuentes contienen mucha información [2, 6]. Por tanto, se ha comprobado también que resulta conveniente incluir en el conjunto de entrenamiento, destacando su relevancia, los ejemplos poco frecuentes que contengan más información en el conjunto de entrenamiento [2].

4 CONCLUSIONES

Un análisis sobre resultados de aprendizaje en Redes Neuronales Artificiales que modelan los parámetros principales de funcionamiento de las neuronal biológicas, presenta los siguientes resultados:

- Desde el momento que se tiene la capacidad mínima para aprender un problema, es más eficiente elegir convenientemente el método de enseñanza que seleccionar sistemas más capaces.
- La estrategia de entrenamiento más conveniente consiste en aprender sobre los ejemplos más sencillos posibles, siempre que éstos sean representativos del problema. La capacidad de generalización de las neuronas artificiales permite al sistema obtener buenos resultados en amplios márgenes de variación de casos del problema no presentes durante el aprendizaje.
- Hay siempre una dificultad óptima que obtiene los mejores resultados para unas condiciones específicas. Aprender sobre casos complicados no permite generalizar bien, aunque obtiene los mejores resultados sobre condiciones de funcionamiento similares a las de los citados casos.
- Incluir casos extremos que tienen mucha información, mejorará sin embargo las prestaciones generales de la RNA resultante.

Muchas de las características de los sistemas reales no están modeladas en estos experimentos, sin embargo, sí los principales, constituyendo las Redes Neuronales Artificiales aplicadas un modelo de reconocidos resultados en aplicaciones actuales de Inteligencia Artificial. Por ello, aunque todavía está por modelar convenientemente y demostrar fehacientemente en el caso biológico estos mismos resultados, los autores creemos muy recomendable tenerlos en cuenta, así como las conclusiones aquí presentadas, extraídas de ellos.

5 REFERENCIAS.

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Politécnica de Madrid mediante el proyecto IE09590203.

6 REFERENCIAS.

1. Andina D and Pham D.T. (Eds), *Computational Intelligence for Engineering and Manufacturing*, Springer-Verlag, The Netherlands, March 2007.
2. Andina D., Álvarez-Vellisco A., Jevtic A. and Fombellida J., "Artificial metaplasticity can improve artificial neural network learning". *Intelligent Automation and Soft Computing*, TSI Press, USA. 15(4) (2009) 683-696. ISSN: 1079-8587.
3. Andina D, Fombellida J., "Metaplasticity Artificial Neural Networks Model Application to Radar Detection", *Proc. of CITSA 2007*, Orlando, USA, July 12-15, 2007.
4. Abraham, W.C., and Bear, M.F. "Metaplasticity: the plasticity of synaptic plasticity". *Trends in Neuroscience* 19:126-130, 1996.
5. Peláez F.J.R., Piqueira J.R.C., "Biological Clues for Up-to-Date Artificial Neurons" in *Computational Intelligence for Engineering and Manufacturing*, Andina D and Pham D.T. (Eds), Springer-Verlag, The Netherlands, March 2007.
6. Shannon, C. E. "A mathematical theory of communication". *The Bell System Technical Journal* 27:379-423 (July), 27:623-656 (October), 1948.
7. D.W.Rucky, S.K.Rogers, M.Kabrick, M.E.Oxley and B.W.Suter. The multi-layer perceptron as an approximation to a Bayes optimal discrimination function. *IEEE Trans. Neural Network* 1(4), 296-298, December 1990.
8. Marcum J. "A statistical theory of target detection by pulsed radar", *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol. 6, Issue 2, pp: 59-267, April 1960.

CUATRO AÑOS DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ECTS EN LA MATERIA ANÁLISIS DE CIRCUITOS: DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

W. Hernández^{1*}, J. Palmero¹, M. Labrador¹, J. Bonache², C. Cousido², A. Álvarez-Vellisco¹

Universidad Politécnica de Madrid

EUIT de Telecomunicación

1: Departamento de Ingeniería de Circuitos y sistemas

2: Departamento de Matemática Aplicada

Ctra. Valencia km 7, 28031 Madrid

*e-mail: whernan@ics.upm.es

Resumen

En el presente artículo se realiza un análisis comparativo entre la aplicación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), con créditos European Credit Transfer System (ECTS), y la metodología tradicional de enseñanza (MTE) a la materia Análisis de Circuitos, en la EUIT de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid. Aquí se demuestra que en cada una de las especialidades se ha obtenido una mejora progresiva, aunque con altas y bajas, y el resultado global al cabo de cuatro años es satisfactorio. Se realiza un análisis global de toda la materia, compuesta por las asignaturas Análisis de Circuitos I (AC-I) y Análisis de Circuitos II (AC-II), y se demuestra que con el paso del tiempo se va perfeccionando la metodología de enseñanza-aprendizaje y los resultados comienzan a ser significativos. Sin embargo, también se demuestra que en los primeros años no siempre las diferencias son significativas y que el cambio no solo afectó a los estudiantes, sino también a los profesores. Al principio muchos profesores no estaban convencidos de la necesidad del EEES ni de los ECTS, pero con el tiempo todos hemos aceptado la aplicación de dicha iniciativa, nos hemos involucrado con mucha ilusión dentro del proceso y los resultados docentes de los estudiantes han mejorado considerablemente, existiendo diferencias significativas en muchos casos. Con el objetivo de realizar el análisis estadístico de los datos y tomar las decisiones correctas en cada paso, desde los comienzos del experimento docente, se formaron grupos de análisis y grupos de control y se formularon hipótesis sobre dichos grupos. Aquí demostramos al cabo de más de cuatro años que los resultados globales en AC-I y AC-II con la metodología ECTS son significativamente mejores que con la MTE.

Palabras claves: metodología ECTS, Análisis de Circuitos II, análisis estadístico

1. Introducción

En el presente artículo presentamos los resultados de cuatro cursos académicos aplicando la metodología ECTS a la materia AC (asignaturas AC-I y AC-II),

con el objetivo de mejorar el rendimiento de los estudiantes.

Aquí realizamos una comparación de dicha metodología con la MTE desde dos cursos académicos antes del comienzo del experimento hasta el final del mismo, donde todos los estudiantes estudiaron bajo la metodología ECTS.

La metodología ECTS mencionada anteriormente comenzó a ser implantada en la EUIT de Telecomunicación de la Universidad Politécnica (EUITT-UPM) de Madrid cinco años atrás, con la adaptación de los estudiantes de primer año al EEES. Desde el comienzo de la implantación de los ECTS en la materia AC hemos experimentado transformaciones y cambios positivos. El cambio de metodologías desde la MTE hacia el ECTS ha abanderado una revolución en la enseñanza en toda la Universidad y, en particular, en la EUITT-UPM.

En la literatura podemos encontrar ejemplos de buenos resultados en la aplicación de esta metodología junto con metodologías de aprendizaje cooperativo y colaborativo [1, 2]. Abriéndose camino la metodología ECTS mezclada con otras [3-5].

Sin embargo, se ha podido demostrar en trabajos de investigación [2] que no siempre se obtienen resultados significativamente mejores cuando aplicamos dichas metodologías a estudiantes repetidores. Es en nuevo ingreso donde las diferencias si suelen ser significativas.

Además, el cambio de metodología ha implicado un aumento de la carga de trabajo tanto por parte del estudiante como por parte del profesor [6, 7] y resultados de encuestas han revelado que aún hay mucho por hacer [8, 9].

En lo que sigue, se mostrará el análisis estadístico de los resultados docentes de la materia AC desde el año 2004 hasta el 2009.

2. Análisis de resultados

2.1. Análisis de Circuitos I

Vamos a comparar las notas finales, obtenidas por los estudiantes en la asignatura AC-I, durante los cursos académicos 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009.

Las notas finales vendrán representadas a lo largo de nuestro estudio mediante las variables: NACI2004, NACI2005, NACI2006, NACI2000, NACI2008 y

NACI2009, que serán, a partir de este momento, nuestros datos.

El primer paso fue llevar a cabo un análisis exploratorio, descriptivo y gráfico de los datos [10, 11]. Dicho análisis se realizó utilizando los programas R [12] y Minitab [13].

La Figura 1 representa el Box-plot múltiple de los datos, lo que nos permite comparar la distribución de las notas en los distintos cursos académicos. El resumen estadístico de los datos se muestra en la Tabla I.

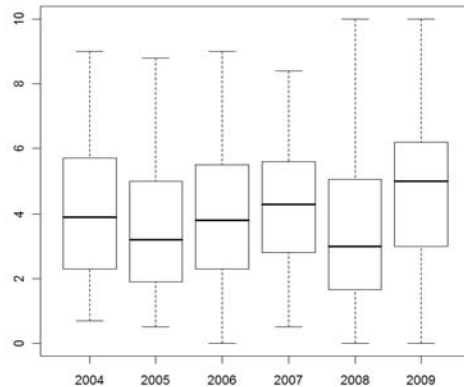


Figura 1. Boxplot de los datos: AC-I

A continuación, representamos en la Figura 2 el Histograma y la densidad estimada de las notas finales de los años 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. Desde la Figura 2 podemos ver que las distribuciones son fuertemente asimétricas.

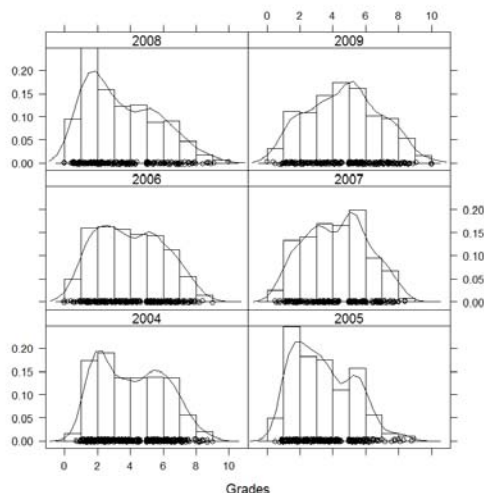


Figura 2. Histograma y densidad estimada de las notas finales: AC-I
Consideraremos el modelo [14]

$$y_{ij} = \mu_i + e_{ij} \quad i = 1, \dots, 6 \quad j = 1, \dots, n_i \quad (1)$$

donde μ_i $i = 1, \dots, 6$, representan la nota media de la asignatura AC-I de los cursos 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, respectivamente. e_{ij} son los errores aleatorios, desviaciones de las notas con respecto a la nota media, que suponemos siguen una Normal con media cero y desviación típica σ . n_i $i = 1, \dots, 6$, representan la longitud de cada variable. Realizamos el contraste de la F para ver si las notas medias son iguales. La hipótesis nula es

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_6$$

La hipótesis alternativa es

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ para al menos un par } (i, j), \quad i, j \in \{1, \dots, 6\}$$

con un nivel de significación de 0,05.

La tabla de análisis de la varianza se muestra en la Tabla II.

La validación y diagnóstico del modelo (1) requiere contrastar si las hipótesis básicas del modelo se cumplen, entonces realizaremos un análisis de los residuos. Para ello, construimos un gráfico probabilístico normal (ver Figura 3) y llevamos a cabo un test de normalidad de los residuos (ver Tabla III).

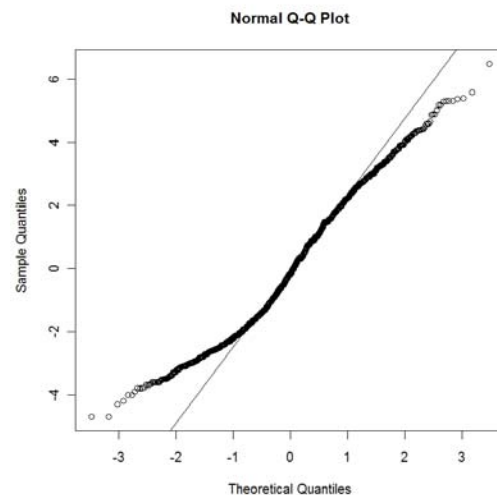


Figura 3. Gráfico probabilística normal: AC-I

Como no se verifican las hipótesis del modelo (1), consideraremos el siguiente modelo [15]:

$$y_{ij} = \mu_i + e_{ij} \quad i = 1, \dots, 6 \quad j = 1, \dots, n_i \quad (2)$$

cuando los errores aleatorios no siguen una distribución normal. μ_i $i = 1, \dots, 6$, representan la nota media de la asignatura AC-I en los años 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, y n_i $i = 1, \dots, 6$, la longitud de cada variable como en el modelo (1).

	NACI2004	NACI2005	NACI2006	NACI2007	NACI2008	NACI2009
Mín	0,700	0,500	0,000	0,500	0,000	0,000
1er Cuartil	2,300	1,900	2,300	2,800	1,675	3,025
Med	3,900	3,200	3,800	4,300	3,000	5,000
μ	4,112	3,437	3,991	4,257	3,571	4,685
3er Cuartil	5,700	5,000	5,500	5,575	5,025	6,200
Máx	9,000	8,800	9,000	8,400	10,000	10,000
Sd	1,996	1,788	2,028	1,829	2,204	2,184

Tabla I. Resumen estadístico: AC-I

Curso	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
	5	339,3	67,9	16,578	< 4,615e-16
Residuos	1955	8003,7	4,1		

Tabla II. Análisis de la varianza: AC-I

Shapiro-Wilk normality test
data: residuals
W = 0,9773 , p-value < 2,2e-16

Tabla III. Test de normalidad de Shapiro-Wilk: AC-I

Ahora, el problema lo resolveremos aplicando el test no paramétrico de rangos de Kruskal-Wallis [16-19]. La Tabla IV muestra los resultados obtenidos.

Kruskal-Wallis rank sum test
data: Notas y curso
Kruskal-Wallis chi-squared = 77,6375, df = 5
p-value = 2,617e-16

Tabla IV. Test de Kruskal-Wallis: AC-I

Teniendo en cuenta el p-valor del test de Kruskal-Wallis, la hipótesis de igualdad de medias se rechaza. Por tanto, continuamos nuestro análisis estadístico estudiando entre qué cursos académicos podemos considerar que hay diferencias significativas, es decir, estudiaremos qué grupos nos conducen a rechazar la hipótesis nula. Utilizaremos para ello métodos de comparaciones múltiples [15, 17-19]. Concretamente, aplicaremos un test de permutaciones para comparar todas las medias por pares (a pairwise permutation test), obteniendo, para los datos de nuestro análisis, que hay diferencias significativas entre las notas finales de los estudiantes de los distintos años. Esta información se muestra en la Tabla V. Para que la probabilidad de rechazar uno o más contrastes de igualdad de medias, cuando todas las medias son iguales, no exceda un nivel $\alpha = 0,2$ al hacer los 15 test simultáneamente, rechazamos cada una de las hipótesis parciales de igualdad de medias cuando el p valor es menor que $0,2/15=0,013$ [5].

También, podríamos aplicar otro método de comparaciones múltiples, el test de Dunn [18, 20, 21], donde obtendríamos el gráfico de la Figura 4. En dicha figura vemos reflejado el valor del estadístico que mide la diferencia entre el rango medio de cada grupo

y el de los demás. El nivel de significación global elegido es $\alpha = 0,2$ que da lugar a un nivel Bonferroni individual $\alpha = 0,013$, ya que se hacen 15 comparaciones.

Las líneas discontinuas determinan la región de aceptación de la hipótesis de igualdad (-2, 475, 2, 475) con lo que se pueden visualizar las diferencias entre grupos que son significativas. Además, para estos pares de grupos no sólo se refleja la magnitud de la diferencia sino también su signo. Entonces, observamos que hay tres agrupaciones diferentes, la formada por 2004, 2006 y 2007, la constituida por 2005 y 2008, y la que forman 2007 y 2009. La Tabla VI muestra esto esquemáticamente.

	Dif	Partial p.value
2004-2005	0,67446635	0,000999001
2004-2006	0,12052494	0,419580420
2004-2007	-0,14480756	0,351648352
2004-2008	0,59491212	0,001998002
2004-2009	-0,57359972	0,000999001
2005-2006	-0,55394141	0,000999001
2005-2007	-0,81927391	0,000999001
2005-2008	-0,07955423	0,624375624
2005-2009	-1,24806606	0,000999001
2006-2007	-0,26533250	0,128871129
2006-2008	0,47438718	0,001998002
2006-2009	-0,69412466	0,000999001
2007-2008	0,73971968	0,000999001
2007-2009	-0,42879216	0,015984016
2008-2009	-1,16851183	0,000999001

Tabla V. Tabla de comparaciones múltiples: AC-I

2005	X		
2008	X		
2004		X	
2006		X	
2007		X	X
2009			X

Tabla VI. Cursos que no son significativamente diferentes: AC-I

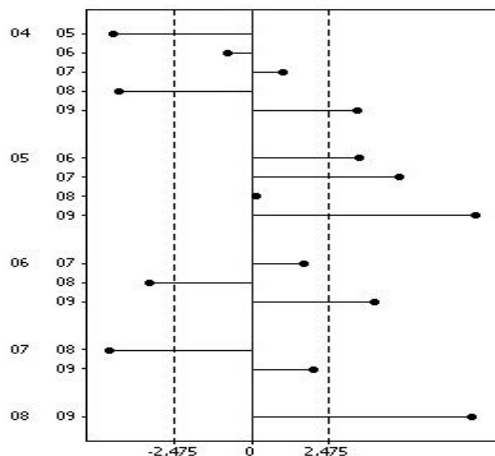


Figura 4. Test de Dunn: AC-I

2.2. Análisis de Circuitos II

Vamos a comparar las notas finales, obtenidas por los estudiantes de la asignatura AC-II, durante los cursos académicos 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009.

Las notas finales vendrán representadas a lo largo de nuestro estudio mediante las variables: NACII2004, NACII2005, NACII2006, NACII2007, NACII2008 y NACII2009, que serán, a partir de este momento, nuestros datos.

Aquí repetimos los mismos pasos que en la Sección 2.1. La Figura 5 representa el Box-plot de los datos y el resumen estadístico se muestra en la Tabla VII.

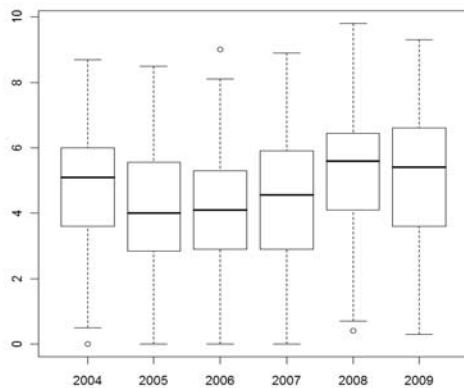


Figura 5. Box-plot de los datos: AC-II

A continuación representamos en la Figura 6 el Histograma y la densidad estimada de las notas finales de los años 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. Observamos, a partir de las gráficas anteriores, la asimetría de las distribuciones de las variables.

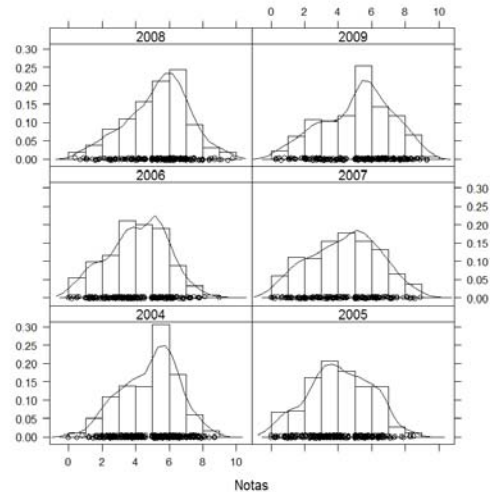


Figura 6. Histograma y densidad estimada de las notas finales: AC-II

Consideraremos el modelo [14]

$$y_{ij} = \mu_i + e_{ij} \quad i = 1, \dots, 6 \quad j = 1, \dots, n_i \quad (3)$$

donde cada una de las variables para AC-II representa lo mismo que para AC-I en (1) de la Sección 2.1. Además, de nuevo realizamos el contraste de la F para ver si las notas medias son iguales como mismo hicimos en Sección 2.1. El análisis de la varianza se muestra en la Tabla VIII. El análisis de residuos del modelo (3) se muestra en la Figura 7 y en la Tabla IX.

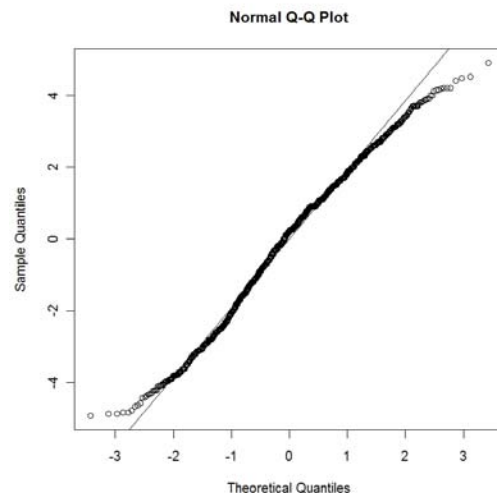


Figura 7. Gráfico probabilística normal: AC-II

Como no se verifican las hipótesis del modelo (3), consideraremos el siguiente modelo [15]:

$$y_{ij} = \mu_i + e_{ij} \quad i = 1, \dots, 6 \quad j = 1, \dots, n_i \quad (4)$$

cuando los errores aleatorios no siguen una distribución normal. Cada una de las variables para AC-II representa lo mismo que para AC-I en (2) de la Sección 2.1. Las longitudes de las variables serán como en el modelo (3). La Tabla X muestra los resultados del test de Kruskal-Wallis.

Considerando el p-valor del test de Kruskal-Wallis, la hipótesis de igualdad de medias se rechaza. En la Tabla XI se muestran los resultados del test de permutaciones.

El resultado de la aplicación del test de Dunn [18, 20, 21] se muestra en el gráfico de la Figura 8 (ver Sección 2.1 para explicación de dicha figura).

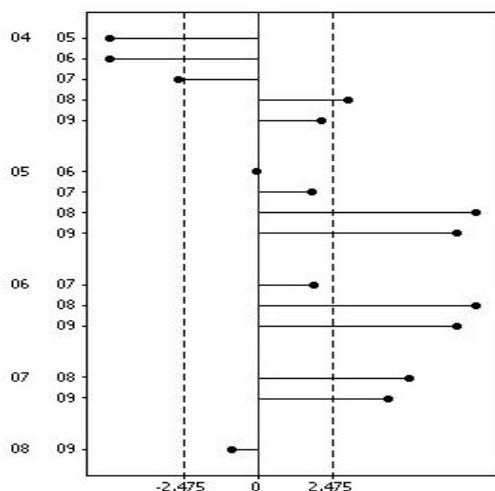


Figura 8. Test de Dunn: AC-II

Entonces, podemos considerar tres agrupaciones diferentes, la formada por 2005, 2006 y 2007, la constituida por 2008 y 2009, y la que forman 2004 y 2009.

Al igual que para AC-I, la Tabla XII muestra esto esquemáticamente.

3. Conclusiones

Los resultados estadísticos presentados en este artículo han demostrado que la aplicación gradual de la metodología ECTS a la materia Análisis de Circuitos ha producido resultados satisfactorios.

Sin embargo, no debemos olvidar que la metodología por sí misma no soluciona el problema. La metodología ECTS, al igual que otras, tiene muchos fallos que debe ir mejorando en base a su aplicación práctica en cada universidad en concreto y en base al tipo de estudiantes al cual se aplica.

Son los estudiantes y los profesores quienes debemos transformar el sistema por un futuro mejor.

En la investigación descrita en este artículo, para la asignatura AC-I el mejor año fue el 2009 y los peores fueron los años 2005 y 2008. Por otra parte, para la asignatura AC-II los mejores años fueron el 2008 y el 2009, y los peores años el 2005, 2006 y 2007.

Siendo el año 2005, en concreto, quien hizo saltar las alarmas en la materia AC e hizo que un conjunto de profesores de dicha materia (los autores de este artículo) se unieran a la iniciativa de toda la Universidad (es decir, la UPM) de llevar a cabo la mejora en el aprendizaje de los estudiantes y en los resultados académicos, mediante nuevas metodologías de enseñanza.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a los profesores del GIEM (Grupo de Innovación Educativa Multidisciplinar) de la UPM, al cual pertenece el primer autor de este artículo, por su trabajo durante todos estos años en la implantación de la metodología ECTS en todas las asignaturas que imparten los profesores pertenecientes al GIEM.

Este trabajo ha sido financiado por la UPM bajo los proyectos de innovación educativa IE075902067, IE08590220 y IE09590203.

Referencias

- [1] D. M. Qualters, T. C. Sheahan, E. J. Mason, D. S. Navick and M. Dixon, "Improving learning in first-year engineering courses through interdisciplinary collaborative assessment," *Journal of Engineering Education*, vol. 97, pp. 37-45, 2008.
- [2] W. Hernandez, J. Palmero, M. Labrador, A. Alvarez-Vellisco and J. Bonache, "Analysis of Results of Application of a Student-Centered Learning System to Improve Performance of First-year Students," *International Journal of Engineering Education*, vol. 25, pp. 161-172, 2009.
- [3] N. J. Mourtos, "The nuts and bolts of cooperative learning in engineering," *Journal of Engineering Education*, vol. 86, pp. 35-37, 1997.
- [4] S. Finger, D. Gelman, A. Fay and M. Szczerban, "Assessing collaborative learning in engineering design," *International Journal of Engineering Education*, vol. 22, pp. 637-644, 2006.
- [5] B. A. Oakley, D. M. Hanna, Z. Kuzmyn and R. M. Felder, "Best practices involving teamwork in the classroom: Results from a survey of 6435 engineering student respondents," *IEEE Transactions on Education*, vol. 50, pp. 266-272, 2007.
- [6] K. C. Dee, "Student perceptions of high course workloads are not associated with poor student evaluations of instructor performance," *Journal of Engineering Education*, vol. 96, pp. 69-78, 2007.
- [7] A. G. Greenwald and G. M. Gillmore, "No pain, no gain? The importance of measuring course workload in student ratings of instruction," *Journal of Educational Psychology*, vol. 89, pp. 743-751, 1997.

	NACII2004	NACII2005	NACII2006	NACII2007	NACII2008	NACII2009
Mín	0,000	0,000	0,000	0,000	0,400	0,300
1er Cuartil	3,600	2,875	2,900	2,900	4,100	3,600
Med	5,100	4,000	4,100	4,550	5,600	5,400
μ	4,832	4,094	4,101	4,396	5,316	5,166
3er Cuartil	6,000	5,525	5,275	5,900	6,450	6,600
Máx	8,700	8,500	9,000	8,900	9,800	9,300
Sd	1,680	1,852	1,782	2,042	1,858	2,051

Tabla VII. Resumen estadístico: AC-II

Curso	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
	5	375,2	75,0	21,57	< 2,2e-16
Residuos	1652	5744,8	3,5		

Tabla VIII. Análisis de la varianza: AC-II

Shapiro-Wilk normality test
data: residuals
W = 0,9901 , p-value < 3,508e-9

Tabla IX. Test de normalidad de Shapiro-Wilk: AC-II

Kruskal-Wallis rank sum test
data: Notas y curso
Kruskal-Wallis chi-squared = 102,605, df = 5
p-value < 2,2e-16

Tabla X. Test de Kruskal-Wallis: AC-II

	Dif	Partial p.value
2004-2005	0,73825180	0,000999001
2004-2006	0,73073799	0,000999001
2004-2007	0,43557120	0,007992008
2004-2008	-0,48461733	0,001998002
2004-2009	-0,33397594	0,025974026
2005-2006	-0,00751381	0,972027972
2005-2007	-0,30268060	0,072927073
2005-2008	-1,22286914	0,000999001
2005-2009	-1,07222774	0,000999001
2006-2007	-0,29516679	0,090909091
2006-2008	-1,21535533	0,000999001
2006-2009	-1,06471393	0,000999001
2007-2008	-0,92018853	0,000999001
2007-2009	-0,76954714	0,000999001
2008-2009	0,15064139	0,353646354

Tabla XI. Tabla de comparaciones múltiples: AC-II

2005	X		
2006	X		
2007	X		
2008		X	
2009		X	X
2004			X

Tabla XII. Cursos que no son significativamente diferentes: AC-II

- [8] W. Hernandez, I. Argüelles, J. Blanco, G. Balabasquer, C. Ortiz and E. Gago, "Educational experience of two years of the adaptation of the first-year course of the EUITT-UPM to the European Higher Education Area," *International Journal of Engineering Education*, vol. 25, pp. 152-160, 2009.
- [9] C. Palomares-Garcia and Y. Liu, "Excellence in engineering education: Views of undergraduate engineering students", *Journal of Engineering Education*, Vol. 96, pp. 253-262, (2007).
- [10] D. Peña, *Fundamentos de Estadística*, Alianza Editorial S.A., Madrid, (2001).
- [11] F. M. Dekking, C. Kraaikamp, H. P. Louhaä and L. E. Meesters, *A Modern Introduction to Probability and Statistics*, London: Springer-Verlag, 2005.
- [12] R-project for statistical computing, www.r-project.org.
- [13] Minitab Statistical software, www.minitab.com.
- [14] D. Peña, *Regresión y Diseño de Experimentos*, Alianza Editorial S.A., Madrid, (2002).
- [15] J. C. Hsu, *Comparisons multiples: Theory and Methods*, Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 1996.
- [16] W. J. Conover, *Practical NonParametric Statistics*, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- [17] J. D. Gibbons and S. Chakraborti, *Nonparametric Statistical Inference*, Marcel Dekker, Inc., 2003.
- [18] D. D. Hanagal, *Introduction to Applied Statistics. A non-Calculus based Approach*, Alpha Science International Ltd., 2009.
- [19] D. Basso, F. Pesarin, L. Salmaso and A. Solari *Permutations Test for Stochastic Ordering and ANOVA*, New York: Springer, 2009.
- [20] O. Dunn, Multiple comparisons using rank sums. *Tecnometrics* 1964, 6:241-252.
- [21] S. Orlich, *Kruskal-Wallis Multiple Comparisons with a MINITAB Macro. Dunn's Test*, Minitab Inc.

Articulación de la Educación Media con la Superior en Colombia Modelo I.T.S.A

Henry José Sarmiento Ortiz, José Iván Madrid Vega, Jhon Jairo Galvis López

Resumen— El presente artículo pretende mostrar los resultados del proceso de articulación de la educación media con la educación superior en Colombia utilizando herramientas TIC'S, tomando como caso ejemplo la asociación de Tecnólogos de la Universidad Distrital y asociaciones del país.

Palabras clave— Articulación, Educación Superior, Educación Tecnológica, TIC'S.

I. INTRODUCCIÓN

El pensamiento general Colombiano existe aún el preconcepto de que la única forma de asegurar un mejor futuro para sus hijos es el ingreso a la educación superior y capacitarse con carreras de larga duración (Ingenierías, Medicina, Administración, entre otras). Sin embargo, la idea de que la educación técnica y tecnológica es de segunda categoría, ha venido cambiado en la última década, por la vocación y desarrollo acelerado de estos programas en el interior de la sociedad, las empresas en el país y el mundo e influenciada por la dinámica económica del país.

La Ley 749 (2002), del Ministerio de Educación Nacional, reglamenta la educación superior en las modalidades de formación técnica y tecnológica, y así se articulen con el nivel profesional y la educación media.

Este nuevo modelo de formación académica en la educación superior muestra múltiples ventajas: El estudiante recibe un título al finalizar la educación media y en cada uno de los ciclos, brindándole la oportunidad de vincularse al mercado laboral desde el primer nivel.

Los costos educativos son menores, que si el estudiante ingresara directamente a una carrera profesional de larga duración, por lo general una carrera técnica tiene una duración de 2 años, una carrera tecnológica 3 años y una carrera profesional 5 años.

En el marco de la política de fortalecimiento de la educación Tecnológica en Colombia y del uso de herramientas TIC'S, el Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad, Electromecánica, Electrónica y afines, inicia el proceso de articulación en el uso de herramientas TIC'S y el

complemento en sus competencias laborales a través de los cursos, seminarios y conferencias ofrecidas por CONALTEL.

La propuesta educativa es desarrollar metodologías para el desarrollo de clases más eficientes y que permitan la flexibilidad a los estudiantes con el objetivo de brindar una formación complementaria eficiente y de calidad

Las Asociaciones de Tecnólogos adscritas al Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad, Electromecánica, Electrónica y afines CONALTEL, tienen un objetivo común y es fortalecer el perfil profesional de los tecnólogos de las áreas de la electrotecnia.

Esto mediante la utilización de un sistema de información que permite desarrollar mecanismos para propiciar escenarios con el objetivo de elevar el nivel científico de los tecnólogos. Este proyecto permite un seguimiento a los egresados de programas de tecnología; servicios de publicaciones como: tesis de grado, artículos, ofertas de empleo, noticias de interés, capacitaciones transversales, formación e investigación tecnológica mediante el uso compartido de los centros de documentación de cada asociación.

No solo los egresados se benefician con este sistema, también los estudiantes y docentes que estén registrados en la plataforma virtual. De esta forma se logrará un fortalecimiento de los estudiantes y egresados cumpliendo con el factor 8 de acreditación de calidad otorgado por el ministerio de educación nacional, llevando a cabo una vinculación con las diferentes Asociaciones del país. Y si lo desean las instituciones de educación superior.

II. DESARROLLO DEL PROYECTO

El Proyecto de Articulación denominado I.T.S.A, usa dos herramientas por el momento: WIRIS y TEAM VIEWER.

WIRIS¹ es una familia de productos informáticos dedicada a los cálculos matemáticos y al diseño de fórmulas, usadas sobretodo en el ámbito de la enseñanza como herramientas de

Este trabajo ha sido apoyado por Conatel, Asotec, Ateud.

¹ <http://www.wiris.com/index.php?lang=es>

aprendizaje. Millones de estudiantes y profesores tienen acceso gratuito a las herramientas de WIRIS a través de portales educativos gubernamentales.

La herramienta principal de la suite es WIRIS CAS, un Computer Algebra System que permite a grandes comunidades realizar cálculos online, así como generar contenidos matemáticos. WIRIS es una herramienta multi-idioma que permite realizar la enseñanza y los cálculos en el idioma deseado.

WIRIS ofrece servicios de cálculo en diversas comunidades educativas en España, Luxemburgo, Países Bajos, Puerto Rico y Finlandia. Nuestras herramientas están ya funcionando en inglés, francés, español, catalán, vasco y flamenco.

I.T.S.A utiliza WIRIS para desarrollar metodologías en la enseñanza de matemáticas en la educación media articulándola a la superior a través de los sistemas de información de las asociaciones del país.

TEAM VIEWER Puede controlar remotamente cualquier ordenador como si estuviera sentado en frente de él incluso a través de cortafuegos. El uso de esta herramienta se destina a la atención del docente de manera virtual y en horarios flexibles.

En las siguientes imágenes se puede observar la utilización de estas herramientas:

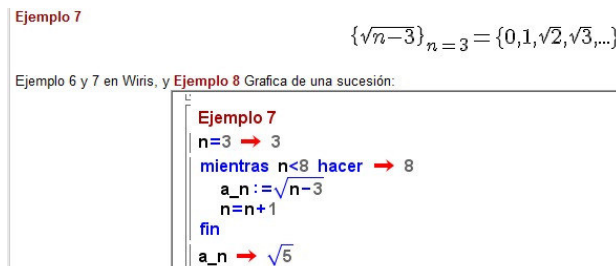


Figura 1 Wiris ejemplo de sucesiones

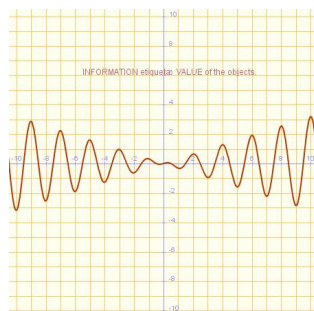


Figura 2 Wiris ejemplo de graficas

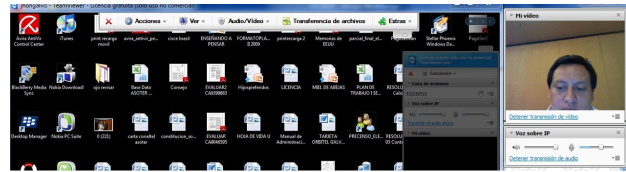


Figura 3 Team Viewer en Teleconferencia

III. RESULTADOS OBTENIDOS

- El proyecto inicio en el año 2009 a través de la asociación de Tecnólogos de la Universidad Distrital y con el respaldo de CONALTEL.
- Se tiene proyectado ofrecer cursos a instituciones de educación superior sobre el uso de estas herramientas con el fin de fortalecer a sus estudiantes y egresados.
- En el momento existen inscritos 1000 persona de Colombia que gozan de este servicio completamente gratis.

IV. CONCLUSIONES

- La articulación de este tipo de herramientas es una opción para la equidad en una sociedad latinoamericana que posee altos índices de desempleo.
- Con el modelo I.T.S.A se cambia no solo las condiciones de formación sino ofrece una alternativa pedagógica.
- Se espera que estos tipos de modelos se establezcan como políticas de educación en todo el país.

V. AUTORES

Henry José Sarmiento Ortiz (08-07-1981): Tecnólogo en Telecomunicaciones Instituto Tecnológico de Soledad Atlántico ITSA, Estudiante de Ingeniería Electrónica Universidad abierta y a distancia UNAD, Presidente de la Asociación de Tecnólogos del Caribe, Vicepresidente del Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad, Electromecánica, Electrónica y Afines. henry-sarmiento@hotmail.com



José Iván Madrid Vega (03-07-1975): Ingeniero Electricista de la Universidad Tecnológica de Pereira. Docente Universitario y Asesor del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (CESU). madrid@utp.edu.co



Jhon Jairo Galvis López (29-08-1980): Tecnólogo en Electricidad Universidad Distrital, Ingeniero en Electricidad Universidad Distrital, Presidente del Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad, Electromecánica, Electrónica y Afines. jjgalvisl@udistrital.edu.co



LAS TIC EN LA UNIVERSIDADE DA CORUÑA: PERSPECTIVAS Y PROBLEMAS

Dra. M. González Sanmamed
Facultad de Ciencias de la Educación - Universidade da Coruña
A Coruña 15071- España

1.-INTRODUCCIÓN.

El vertiginoso desarrollo de las telecomunicaciones y el uso cotidiano de la tecnología en la vida personal y laboral, hace necesario incorporar aplicaciones y herramientas tecnológicas de forma mucho más amplia y sistemática en los programas de educación y formación. Además, asistimos a una fuerte demanda de sistemas de enseñanza-aprendizaje más flexibles y accesibles, menos costosos, y a los que pueda incorporarse un ciudadano en cualquier momento de su vida. En el contexto actual, uno de los desafíos será el de articular una verdadera “sociedad del aprendizaje”, en la que se amplíen y diversifiquen los lugares, los tiempos, las formas y mecanismos de aprendizaje. Como ha señalado Cerf (1999): “nuestra tarea es abrazar la riqueza de la revolución de las comunicaciones y dirigirla en direcciones positivas y productivas para el beneficio de todos los que habitan el planeta”.

La respuesta de las instituciones educativas y, en particular, de las universidades, a las exigencias de la sociedad de la información y, especialmente, a los cambios económicos, políticos, sociales, culturales, científicos y técnicos que caracterizan el mundo actual, va a suponer una profunda revisión de sus sistemas de funcionamiento, de sus procesos de capacitación y acreditación, así como de los formatos y dispositivos a través de los que se diseña, implementa y evalúa la formación que se oferta (González Sanmamed, 2001). En este contexto complejo, cambiante e incierto, hay un cierto acuerdo en considerar que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (en adelante TIC) pueden suponer un factor de mejora de los procesos de enseñanza y, concretamente, su integración se considera un elemento clave en los procesos de innovación dirigidos a la búsqueda de una mayor calidad de los sistemas de educación superior (Hanna, 2002; Laurillard, 1993; Salinas, 2002; Sangrà y González Sanmamed, 2004). Estas valoraciones se sustentan en algunas de las posibilidades que ofrecen las TIC en el desarrollo de los procesos de enseñanza, de investigación y de gestión que se organizan en la universidad. En especial, las TIC facilitan los procesos de comunicación, favorecen el acceso abierto a la información sin limitaciones ni de tiempo ni de espacio, posibilitan aprendizajes más complejos y contribuyen a la cooperación y al trabajo en grupo (Bates, 2001; Cabero, 2001; Cebrián, 2003; Sangrà, 2002; Sangrà y Duart, 2002).

En cualquier caso, hemos de tener en cuenta que si bien todas las instituciones de educación superior han hecho y están haciendo grandes esfuerzos por incorporar las TIC y convertirlas en un factor de innovación y mejora, cada una ha seguido sistemas e itinerarios diversos en función de sus características propias y del contexto en el que se encuentra, así como de otros factores vinculados a su modelo de organización y gestión o al empeño institucional de determinados equipos directivos (al menos en los momentos iniciales). Diversos autores (véanse, por ejemplo, las experiencias recogidas en los libros coordinados por Epper y Bates, 2001; o Sangrà y González Sanmamed, 2004) han señalado que la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación superior se ha realizado de forma paulatina y su grado de generalización ha variado según se trate de procesos de gestión y

administración, de investigación o de docencia. Efectivamente “la incorporación de las TIC en la enseñanza superior constituye un rasgo común y a la vez diferenciador de las universidades en el momento actual: todas estamos potenciando el uso de las nuevas tecnologías en los procesos de formación que ofertamos pero cada una –por diversas razones y condiciones- lo estamos haciendo de forma diferente. Es evidente que cada universidad posee unas características propias y define un modelo de organización y actuación, pero además en el caso de la integración de las TIC, los objetivos que se persiguen, los mecanismos que se utilizan, los recursos que se destinan... pueden variar y, por lo tanto, los procesos y los resultados también van a ser diferentes” (González Sanmamed, 2004, p. 121).

Presentaremos, a continuación, algunos de los rasgos más destacados del proceso seguido en la Universidade da Coruña (en adelante UDC) para la integración de las TIC, dando cuenta de las acciones más destacadas y los logros alcanzados, así como de las dificultades y problemáticas que se fueron suscitando. En primer lugar, ofreceremos algunos datos que nos permitan situar y caracterizar la UDC en el contexto del sistema universitario español y, posteriormente, distinguiremos dos períodos en el recorrido seguido para la incorporación de las TIC.

2.-CARACTERÍSTICAS DE LA UNIVERSIDADE DA CORUÑA Y DE SU CONTEXTO.

A partir de la Ley de Ordenación del Sistema Universitario de Galicia (Ley 11/1989 del 20 de julio) y el Decreto de 11 de enero de 1990 publicado en el Diario Oficial de Galicia, se formaliza la creación de la Universidade da Coruña, con campus universitarios en dos ciudades, A Coruña y Ferrol. Ambas ciudades se sitúan en la provincia de A Coruña que forma parte de la Comunidad Autónoma de Galicia, situada en la esquina noroeste de la península Ibérica.

Galicia constituye una nacionalidad histórica que se organiza administrativamente en cuatro provincias (A Coruña, Lugo, Ourense y Pontevedra), con una población aproximada de tres millones de habitantes que se distribuyen fundamentalmente en las zonas costeras de las áreas metropolitanas de Coruña-Ferrol al norte (con casi quinientos mil habitantes) y de Vigo-Pontevedra al sur. Su superficie total está cercana a los treinta mil kilómetros cuadrados, lo que supone una densidad de población de 93,6 hab./km². Posee una lengua propia, el gallego, que es cooficial junto al castellano. En su Estatuto de Autonomía establece la estructura de poder, que se reparte entre el Parlamento, con potestad legislativa (75 diputados elegidos por sufragio universal cada cuatro años), la Junta (órgano colegiado que ejerce el poder ejecutivo y las funciones administrativas) y la Presidencia (que dirige y coordina las acciones de gobierno y la representación de la comunidad). Tradicionalmente, la mayor parte de la economía de Galicia ha dependido de la agricultura y la pesca, aunque en la actualidad hay más trabajadores en el sector terciario. En el sector secundario destaca la construcción naval, la industria automovilística y la textil. El turismo, aunque se ha

desarrollado de forma tardía, también representa hoy en día una importante fuente de ingresos (12% del PIB gallego).

La Universidade da Coruña forma parte, junto con las otras dos universidades gallegas, la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad de Vigo, del

den Iniciar el explorador Internet Explorer.Ink omin
ado Sistema Universitario Gallego (SUG), desde el que se han impulsado diversas iniciativas de mejora de la enseñanza superior y, concretamente de impulso a las TIC. En este sentido, cabe destacar el proyecto UNIPORTA, mediante el que se ofrece a los estudiantes universitarios la posibilidad de compra de un ordenador portátil con precios reducidos y con una subvención a fondo perdido. Igualmente, se ha desarrollado una plataforma virtual para la formación en línea: la Plataforma de Teleformación Galega (PLATEGA), aunque su utilización no ha sido muy exitosa y cada universidad ha tomado sus propias decisiones en este sentido.

La UDC es una universidad pública cuya estructura organizativa responde a la normativa establecida tanto en las leyes (anteriormente la LRU y más recientemente la LOU) como en los decretos y órdenes que regulan el funcionamiento de las instituciones de educación superior en España.

La Universidade da Coruña por su situación en dos ciudades costeras y de gran tradición marítima tiene, desde su creación, unos vínculos especiales con el mar, que se traduce en el papel preponderante que representan los estudios relacionados con la ingeniería y le dotan de un carácter eminentemente técnico. Los estudios del ámbito jurídico y social y, en menor medida, los humanísticos tienen también un lugar importante, pero no hay duda de que el peso específico más fuerte es de carácter científico y técnico, que reúne el 55% del alumnado. La UDC cuenta con 22 centros de enseñanza propios (17 en Coruña y 5 en Ferrol) y 3 centros adscritos en los que se imparten 39 titulaciones, muchas de ellas de Grado según la nueva ordenación derivada de la denominada reforma de Bolonia (5 de Ciencias de la Salud, 2 en Ciencias Experimentales, 4 en Artes y Humanidades, 15 en Arquitectura e Ingeniería y 13 en Ciencias Sociales y Jurídicas). En este cómputo no se han contabilizado las titulaciones “en extinción” de 1º y 2º grado que se están impartiendo todavía en este curso 2009-2010 simultáneamente a los nuevos títulos de Grado.

El número de profesores de la UDC en el curso 2009-2010 es de 1463 (484 mujeres y 979 hombres), de los cuales algo más de la mitad tienen plaza de funcionario. En cuanto a los estudiantes, en este mismo curso se han matriculado 20.203 en los cursos de 1º y 2º ciclo y Grado (10.116 mujeres y 10.087 hombres), 871 estudiantes en los master (356 hombres y 515 mujeres) y 467 en programas de Doctorado (227 hombres y 240 mujeres). En cuanto al Personal de Administración y Servicios, en este curso 2009-2010, contamos con 804, de los cuales 365 son contratados y 439 funcionarios.

Podríamos señalar que el modelo docente de la UDC es el propio de una universidad convencional, en la que destacan los métodos de enseñanza transmisivos, como la clase magistral, así como otros métodos más colaborativos, como el trabajo en seminarios, las prácticas en laboratorios o

los proyectos. Sobre todo, a raíz de la implantación de los nuevos títulos, tras la reforma derivada de la creación del Espacio Europeo de Educación Superior, hay una fuerte insistencia en la utilización de metodologías activas que promuevan una mayor participación y compromiso de los estudiantes con su propio aprendizaje.

Desde su creación, la Universidad de A Coruña, ha mantenido un fuerte crecimiento en cuanto a inversiones (en equipamiento, infraestructura...), recursos (humanos, materiales y funcionales) y actuaciones emprendidas, lo que ha posibilitado un equilibrado desarrollo en los ámbitos académico, docente e investigador.

Entre las diversas iniciativas desarrolladas en la UDC, cabe señalar que la introducción y generalización de las TIC ha representado una ayuda importante para potenciar y mejorar –cuantitativa y cualitativamente– la actividad investigadora y docente de esta universidad que ha apostado por la constante actualización tecnológica de sus centros, departamentos y servicios (gestión económica, gestión académica, bibliotecas...) y de su personal (profesorado, alumnado y profesionales de la administración).

Concretamente, podría argumentarse que el modelo de integración de las TIC que se ha seguido en la UDC ha sido: *gradual*, sistemático, constante, amplio y estratégico. *Gradual*, porque se ha ido incorporando de manera progresiva en función de las propias necesidades y expectativas y de las propias innovaciones tecnológicas que se iban desarrollando; *sistemático*, porque intenta dar respuesta a las demandas de todos los colectivos y del contexto económico, social y cultural de Galicia y del resto de la Sociedad de la Información y la Comunicación; *constante*, porque se dispone de una inversión continuada y ampliada en cada ejercicio; *amplio*, porque prevé facilitar las acciones en los ámbitos docente, de investigación y de gestión en la universidad, y *estratégico* porque las TIC se han incluido como un eje transversal que define y orienta la misión de la universidad (Sangrà, 2008).

Respecto a la integración de las TIC, podría decirse que su tamaño la hace asequible para planificar e implementar programas o planes, y el hecho de que sea una universidad mayoritariamente técnica, donde el profesorado está motivado y acostumbrado a trabajar con la tecnología, también serían elementos que conforman su ventaja competitiva.

3.-LA INCORPORACIÓN DE LAS TIC A LA UNIVERSIDAD: DE LAS INFRAESTRUCTURAS AL DISEÑO DE PLANES DE ACCIÓN.

Si observamos en perspectiva los diversos planteamientos y actuaciones que se han ido implementado en estos últimos años, quizás podríamos desvelar algunos factores y mecanismos sobre los que puede sustentarse un determinado itinerario evolutivo en cuanto a la concepción e implementación de las TIC en la UDC. En síntesis, podemos identificar una primera fase en la que destacan dos líneas de actuación: un gran esfuerzo en cuanto a dotación de medios (infraestructura y equipos) y una oferta aislada y puntual de cursos y/o talleres para aprender el manejo de programas y aplicaciones informáticas concretas.

La Red Corporativa de la UDC fue inaugurada el 1 de octubre de 1996 y se presentó como una red basada en las

últimas tecnologías con el fin de ofrecer una solución que, desde un punto de vista técnico, económico y de progreso, cubriera las necesidades de la universidad.

Pero fue un poco más tarde y con el propósito de optimizar, racionalizar e integrar las diversas actuaciones implementadas en esta primera fase y organizar e impulsar nuevas acciones, cuando se diseñó el Plan de Innovación Tecnológica (INNOVATE) a través del que se organizó la utilización de las TIC en los siguientes ámbitos: información, gestión, educación e investigación. Para cada uno de ellos se han establecido programas específicos en los que se contemplan las infraestructuras necesarias, se precisan los objetivos que se pretenden e se concretan las medidas, procesos y acciones a desenvolver. Específicamente, para promover la mejora de la docencia universitaria a través de la utilización de las TIC, se elaboró el Proyecto ITEM (Innovación Tecnológica y Enseñanza Multimedia).

3.1.-EL PLAN INNOVATE (2000-2004).

El Plan de Innovación Tecnológica responde a un compromiso institucional de la Universidade da Coruña para dar respuesta a las demandas de la Sociedad de la Información y generalizar el acceso a las herramientas tecnológicas más avanzadas de los diversos sectores de la comunidad universitaria. Se trata del primer plan general y global desde el que se pretende integrar todos los proyectos y programas que están en marcha y aquellos otros que de forma específica hay que organizar con el propósito de incorporar efectivamente las TIC en la Universidade da Coruña. Sus líneas de acción se concretan en cuatro programas específicos:

- a) Programa de información (*Taboleiro Virtual*), dirigido a mejorar los procesos de información a los diversos sectores de la comunidad educativa. Entre otras actuaciones se potencia la generalización de páginas web en los centros, departamentos y servicios de la universidad, de manera que los usuarios puedan acceder con facilidad a la información.
- b) Programa de gestión (*Secretaría Virtual*), que permitiera que todos los miembros de la comunidad universitaria puedan acceder a los diversos servicios administrativos del Campus recibiendo una atención personalizada más ágil y diversificada (automatricula, consultas académicas, certificaciones,...).
- c) Programa de documentación (*Biblioteca Virtual*), con el propósito de facilitar la difusión cultural y académica entre la comunidad universitaria (consultas bibliotecas, edición digital libros y revistas). Se creó la denominada Biblioteca Virtual Gallega (www.udc.es/bvg).
- d) Programa de docencia (*Proxecto ITEM-Innovación Tecnológica e Ensino Multimedia*). Surge para integrar las herramientas de las TIC en los procesos formativos que se desenvuelven en las diferentes materias de las titulaciones de la UDC y en otras iniciativas de formación como los cursos de especialización, posgrados, master, etc... Seguidamente comentaremos con más detalle las características del proyecto ITEM.

3.2.-EL PROYECTO ITEM.

El documento en el que se plasmó el proyecto ITEM comprendía cinco apartados: tras la presentación y justificación, se explicaban los objetivos específicos que se pretendían, los ámbitos de actuación (concretando los objetivos y acciones a desarrollar), las fases que se establecían y las infraestructuras necesarias.

Los objetivos del proyecto ITEM contemplaban el desarrollo de las infraestructuras y las herramientas a nivel institucional en la UDC, así como otros propósitos dirigidos al favorecer el acceso de los estudiantes y del profesorado a las TIC tanto para la mejora de la docencia como de la comunicación. Para el desarrollo del proyecto ITEM se identificaron los siguientes ámbitos de actuación:

- a) Formación para la integración de las TIC en la docencia universitaria, tanto en aspectos técnico-instrumentales como didáctico-organizativos.
- b) Promoción del uso de las TIC en la docencia universitaria, potenciando el desarrollo de experiencias educativas con TIC y creando un banco de "buenas prácticas" que puedan servir de referencia.
- c) Creación de materiales multimedia: Se convocaron ayudas para el profesorado que, individualmente o en equipo, presentase proyectos de docencia en una o más asignaturas en las que se incorporen las TIC.
- d) Creación de entornos virtuales de formación. Se creó un entorno virtual para el desarrollo de procesos formativos en línea y la promoción de una oferta formativa semipresencial y, en el futuro, incluso totalmente virtual.

Se contemplaron tres fases en la implementación del Proyecto ITEM.

- 1ª Fase: proyecto piloto (curso 2000-2001): mejorar la dotación de medios técnicos, así como posibilitar la creación de servicios de apoyo y asesoramiento que permitiera que todos los colectivos universitarios se familiarizasen con las TIC. Se inicia la convocatoria de ayudas para la elaboración de materiales multimedia y las primeras actividades del plan de formación para la integración de las TIC.
- 2ª Fase: sensibilización (curso 2001-2002): revisión y mejora de los equipos técnicos, y se continúa promocionando la extensión del uso de las TIC. Se publica una nueva convocatoria de ayudas al profesorado y más cursos y talleres de formación.
- 3ª Fase: ampliación y difusión (cursos 2002-2004): evaluación de las acciones desarrolladas y, en su caso, la reconsideración de los modelos de gestión, organización y docencia en la universidad que usan las TIC. Se realiza también un seguimiento de las ofertas virtuales de formación.

3.3.-EL CENTRO UNIVERSITARIO DE FORMACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA (CUFIE)

El diseño y desarrollo del proyecto ITEM se realizó desde el Centro Universitario de Formación e Innovación Educativa (CUFIE) y bajo la coordinación del Vicerrectorado de Innovación Tecnológica.

El Centro Universitario de Formación e Innovación Educativa (CUFIE) nace como centro propio de la Universidade da Coruña, por aplicación de lo dispuesto en el artículo 29 de los Estatutos de la UDC. Sus funciones iniciales fueron: a) la formación del profesorado de los diferentes niveles educativos en el ámbito formal y no formal, b) el asesoramiento y la orientación educativa a profesores, centros e instituciones, c) la investigación educativa en sus distintas facetas y desde las diferentes especialidades y disciplinas; y d) La potenciación y la difusión de experiencias, trabajos y materiales de interés pedagógico. Se organizó en tres secciones, que abarcaban: a) la formación inicial y permanente del profesorado de educación infantil, primaria y secundaria; b) la investigación, la innovación y el asesoramiento en el ámbito educativo en general; y c) la formación y el apoyo al profesorado universitario. Esta última sección se ocupó de la implementación del proyecto ITEM

Para el desarrollo del Proyecto ITEM se realizaron tres convocatorias de cursos para la integración de las TIC en la enseñanza universitaria (ver Tabla 1) y otras tres convocatorias de ayudas para la elaboración de materiales multimedia (ver Tabla 2). En el curso 2003-04 se realizó una convocatoria de Premios a los mejores materiales multimedia desarrollados.

CONVOCATORIA	Cursos convocados	Profesores participa
1ª	7	170
2ª	9	225
3ª	7	169
Total	23	564

Tabla 1: Cursos de formación para la integración de las TIC y profesores participantes.

CONVOCATORIA	Ayudas concedidas	Importe de las ayud
1ª	38	43.274 Euros
2ª	44	35.700 Euros
3ª	37	44.330 Euros
Total	119	123.304 Euros

Tabla 2: Ayudas concedidas para la realización de materiales multimedia.

El proyecto tuvo una acogida muy favorable por parte del profesorado, como se refleja en su participación en los cursos y en el gran número de solicitudes recibidas para acceder a las ayudas para la innovación tecnológica.

Los materiales creados se alojaron en la plataforma UCV (Universidade da Coruña Virtual), a través de la que se desarrollaban las propuestas formativas semipresenciales en un centenar de asignaturas de 1º, 2º y 3º ciclo (tanto de doctorado como de postgrado y master). Al final del curso 2003-2004, 289 profesores de primer y segundo ciclo impartían alguna materia, total o parcialmente, a través de la plataforma de teleformación, a los que debemos añadir los 45 que lo hicieron en materias de tercer ciclo. En cuanto a los estudiantes, de un total potencial de 13.862 -los que estaban matriculados en alguna de las 285 materias que se ofrecían a través de esta plataforma de teleformación-, accedieron 5.083 de primer y segundo ciclo. En tercer ciclo, lo hicieron 47 de 77 posibles, matriculados en 31 materias.

3.4.-LA UNIDAD DE TELEFORMACIÓN.

Se ocupaba de la administración de la plataforma UCV y el apoyo y asesoramiento en cuestiones técnicas al profesorado y los estudiantes. Como responsable del servicio técnico estaba constituida por personal con formación en

informática, aunque tanto en el proceso de diseño de la plataforma como durante su implementación también se dispuso de la colaboración de profesionales de diseño gráfico que se ocuparon de las cuestiones estéticas y formales y del ámbito educativo para las decisiones de carácter pedagógico y didáctico. Durante el desarrollo del proyecto ITEM, sobre todo en los momentos iniciales, la colaboración entre la Unidad de Teleformación y el CUFIE fue constante y sistemática, lo que permitió ir adecuando la plataforma UCV a las necesidades de los usuarios y, sobre todo, adaptar la tecnología a los requerimientos de la pedagogía: es decir, las herramientas se fueron diseñando y configurando para que su uso redundara en beneficio de la docencia y pudiera dar respuesta a las exigencias de un aprendizaje vehiculado por la tecnología, entendida ésta tanto como apoyo a las clases presenciales y/o como sustitutiva de la enseñanza cara a cara (Sangrà, 2002).

4.-INTEGRACIÓN DE LAS TIC: VISIÓN ESTRATÉGICA Y ACCIONES DE CONSOLIDACIÓN.

Después del Plan Innovate y de las acciones vinculadas al Proyecto Item se han contemplado nuevas medidas de apoyo y consolidación tanto en los aspectos técnicos como de impulso a la incorporación intensiva y extensiva de las TIC en la docencia. Las acciones emprendidas se pueden organizar en tres apartados:

a) Recondicionar la estrategia en cuanto a infraestructuras.

Se proponen una serie de cambios que potencien la capacidad de tecnológica de la red de comunicaciones de la universidad.

-Se abandona la tecnología ATM y se pasa a la Gigabit.

-Se implanta el denominado Campus Inalámbrico (UDC2), de tal manera que todos los estudiantes y profesores de la UDC puedan, en cualquiera de sus campus, conectarse a la red de la universidad y a Internet desde sus propios puntos de trabajo, ampliando la capacidad de servicio de acceso a los recursos en red.

-Se abandona la plataforma UCV y se implanta el sistema Moodle.

b) Ampliar y potenciar la formación del profesorado. La creación del EEES y los cambios que conlleva en la docencia van a suponer un nuevo impulso a la utilización de las TIC tanto en cuestiones docentes como para facilitar el seguimiento y la comunicación con los estudiantes, incluso en el desarrollo de sistemas de tutoría virtual. Desde el CUFIE se incrementa la oferta de cursos de formación en el uso de las TIC y, particularmente de la plataforma Moodle, así como para la creación de materiales para el desarrollo de la docencia virtual. Concretamente, desde la unidad de Formación y Asesoramiento (UFA) del CUFIE se está desarrollando un ambicioso plan formativo denominado "PAE: Plano de Apoio ao Ensino" que comprende cuatro áreas formativas y dos de ellas (tecnología educativa y enseñanza semipresencial) están específicamente dedicadas al uso docente del e-learning y de las TIC.

c) Disponer de mecanismos de apoyo y asesoramiento al profesorado. Con la incorporación de la plataforma Moodle, se ha puesto en marcha la denominada Oficina de Software Libre de la UDC desde la que se han realizado diversos cursos y talleres para explicar el funcionamiento de la nueva plataforma y de las herramientas de que dispone. Desde esta misma oficina también se ofrece ayuda frente a los problemas que pueda suscitar tanto la migración de los documentos de la anterior plataforma como la gestión y aprovechamiento del nuevo recurso.

Actualmente, hay dos problemas que persisten y que desde cualquier análisis sobre el tema se revelan como destacadas limitaciones hacia una efectiva integración de las TIC en la universidad. Por un lado, la ausencia de un Plan Estratégico global y específico en el que se reconozca la importancia de las TIC y se les otorgue un papel dinamizador y catalizador de la innovación y la mejora de la institución universitaria en todos sus niveles, ámbitos y servicios. Y, por otro, la creación (o en nuestro caso, confluencia y reordenación) de las unidades entre cuyas funciones se contempla la intervención tanto técnica como de formación y asesoramiento para la utilización de las TIC y a la promoción de los procesos de e-learning en la UDC.

5.-ALGUNAS LECCIONES APRENDIDAS: EXPECTATIVAS Y RETOS.

Para que la incorporación de las TIC promueva una mejora de los procesos de educación superior, tendrán que analizarse y redefinirse las siguientes dimensiones (González Sanmamed, 2005):

Organizativa: la incorporación de las TIC exige una revisión y acomodación de todos los elementos organizativos de la institución. A partir de los esquemas habituales de funcionamiento y organización habrá que decidir y diseñar las estrategias a seguir y las medidas a tomar. Hay que tener en cuenta la capacidad de la institución y de las personas que la integran para comprender y aplicar los cambios que se proponen. También se necesita una previsión inicial de los medios necesarios (personales, materiales, incentivos, apoyos, formación...) para acometer el proyecto de manera que se garantice su viabilidad.

Tecnológica: la integración efectiva de las TIC exige una actualización sistemática de los recursos tecnológicos disponibles. Disponer de los medios adecuados es una condición indispensable, pero no suficiente cuando de lo que se trata es de diseñar y desarrollar procesos educativos en los que habrá que prestar atención a cada uno de los elementos del acto didáctico. Que los procesos de enseñanza-aprendizaje se desarrollen a través de medios tecnológicos supone un cambio importante en la manera de afrontar su diseño e implementación, pero no implica en absoluto adjudicar "al medio" el papel más importante y considerar secundarios aspectos como los objetivos, la metodología, los contenidos o la evaluación.

Profesional: es necesaria la existencia de personas capaces de impulsar el proceso de cambio, de aglutinar distintos colectivos, de responsabilizarse de las decisiones, de afrontar los problemas y de generar confianza en la acción. Los profesores van a tener un protagonismo especial en la implementación del proyecto y, en particular, en la incorporación de las TIC en su actividad docente e investigadora. Su comprensión del proceso de innovación, su valoración positiva y su grado de implicación va a determinar los resultados que se obtengan. Además, a través de la formación se puede aumentar la capacitación, tanto del profesorado como de otros colectivos, y facilitar su implicación. El trabajo en equipo permitirá compartir experiencias, desarrollar iniciativas y abordar conjuntamente los problemas, lo que dará mayor riqueza y estabilidad a los proyectos.

Cultural: la innovación a través de las TIC que no incida en la organización interna de las instituciones tendrá una duración limitada. Se precisa un liderazgo eficiente que ayude al establecimiento de unas relaciones adecuadas entre los medios que se utilizan y los fines que se proponen, y un profundo conocimiento del proceso de cambio y sus consecuencias. Habrá que combinar diversas funciones como planificación, coordinación, gestión de recursos, dirección, impulso... Es necesario el trabajo conjunto entre los profesionales que están en contacto con la práctica diaria y aquellos otros que pueden ayudarles a solucionar problemas, elaborar materiales, analizar situaciones de aprendizaje... Pero además hemos de ser conscientes de que las TIC van a generar una determinada cultura: es decir, unos modos de comportamiento, de relación, ... de aprendizaje (González Sanmamed, 2001; Sangrà y González Sanmamed, 2004).

Estratégica: Las innovaciones se producen a lo largo del tiempo, deben ser por tanto cuidadosamente diseñadas y desarrolladas, y sus resultados evaluados con el fin de incorporarlos de forma estable al funcionamiento de la institución. La integración de las TIC debe formar parte del Plan Estratégico de la Universidad y, concretamente, el proceso de incorporación de las TIC se recogerá en un plan en el que se tienen que reflejar los objetivos que se buscan, las estrategias que se van a adoptar, los recursos y la temporalización (Bates, 2001; Epper y Bates, 2001; Sangrà, 2008).

Los procesos de innovación son complejos y lentos, implican la confluencia de determinadas variables que deben ser necesariamente favorables y la voluntad y el empeño de fuerzas y poderes que a veces pueden resultar difíciles de congeniar (Bates, 2001; Fullan, 2002; Whithaker, 1998). Está fuera de duda que la incorporación de las TIC a las universidades será eficaz, exitosa y productiva en la medida que garantice una mejora de los procesos, no sólo administrativos y de gestión sino, fundamentalmente, de enseñanza y aprendizaje. Es decir, el fin último de la tecnología será el de conseguir que los profesores puedan enseñar mejor y que los estudiantes puedan aprender mejor. Con ello, la tecnología podría convertirse en un factor de cambio y mejora de la enseñanza universitaria (González Sanmamed, 2006).

Entendemos que, además de las reflexiones que hemos señalado al proponer la necesidad de dar cobertura a las cinco dimensiones anteriormente explicadas (organizativa, tecnológica, profesional, cultural y estratégica), hay también otros factores que, a raíz de nuestra experiencia en la incorporación de las TIC en la UDC, se han perfilado como relevantes y cuya desatención u olvido puede generar problemas y conflictos cotidianos y, probablemente, de mayor alcance. Uno de estos factores se concreta en la necesidad de crear o articular, de forma centralizada y con proyección global, una unidad, institución u organización desde la que se diseñe, gestione, organice y evalúe todo el conjunto de elementos implicados en la incorporación y consolidación de las TIC en la universidad. Desde ella se articularían las acciones que implicarían el desarrollo de las citadas cinco dimensiones y, en consonancia con los propósitos establecidos por la universidad respecto a las TIC, se arbitrarían las medidas necesarias, los recursos y la temporalización. La estructura de esta unidad será diferente en función de variables como el tamaño o los recursos de la universidad. Sus funciones abarcarían tanto las tareas de asesoramiento y formación como las de promoción de la

innovación y mejora a través de las TIC, así como su adecuada difusión y potenciación entre la comunidad universitaria, garantizando una rigurosa valoración de su impacto en los procesos de gestión, investigación y docencia en la educación superior.

WHITHAKER, P. (1998): **Como gestionar el cambio en contextos educativos**. Madrid, Narcea.

6.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BATES, A.W. (2001): **Cómo gestionar el cambio tecnológico**. Barcelona, Gedisa.

CABERO, J. (2001): **Las TIC en la universidad**. Sevilla, MAD.

CEBRIAN, M. (2003): **Enseñanza virtual para la innovación universitaria**. Madrid, Narcea.

EPPER, R. Y BATES, A.W. (2001): **Teaching Faculty How to use Technology**. Westport, The American Council on Education and The Oryx Press.

FULLAN, M. (2002): **Los nuevos significados del cambio en educación**. Barcelona, Octaedro.

GONZÁLEZ SANMAMED, M. (2001): "Evaluación, formación e innovación en la universidad: el triángulo estratégico de la calidad". **Revista de Investigación Educativa**, 2 (19), pp. 649-658.

GONZÁLEZ SANMAMED, M. (2004): "La integración de las TIC en la UDC: el proyecto ITEM". En SANGRÀ, A. y GONZÁLEZ SANMAMED, M. (2004): **La transformación de las universidades a través de las TIC: discursos y prácticas**. Barcelona, UOC, pp. 121-126.

GONZÁLEZ SANMAMED, M. (2005): "La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación Superior: experiencias en la UDC". En RAPOSO, M. y SARCEDA, M.C. (Coords): **Experiencias y prácticas educativas con nuevas tecnologías**. Ourense, Aica, pp. 69-88.

GONZÁLEZ SANMAMED, M. (2006): "Las TIC como factor de innovación y mejora de la calidad de la enseñanza". En CABERO, J. (Coord.): **Tecnología Educativa**. Madrid, McGrawHill.

HANNA, D.E. (2002): **La enseñanza universitaria en la era digital**. Barcelona, Octaedro.

LAURILLARD, D. (1993): **Rethinking University Teaching. A framework for the effective use of Educational Technology**. Londres, Routledge.

SALINAS, J. (2002): "Universidades globales multinacionales: redes de aprendizaje y consorcios institucionales para el desarrollo de la formación flexible". En SALINAS, J. y BATISTA, A. (Coord.): **Didáctica y Tecnología Educativa para una universidad en un mundo digital**. Panamá, Universidad de Panamá.

SANGRÀ, A. (2002): "Education presentielle et éducation non presentielle : point de rencontre". En González Sanmamed, M. et al.: **Presence et distance dans la formation à l'échange**. Como-Pavia, Ibis.

SANGRÀ, A. (2008): **La integració de les TIC a la universitat: anàlisis perspectives, problemes i reptes**. Tesis doctoral inédita. Universitat Rovira i Virgili.

SANGRÀ, A. y DUART, J.M. (2000): **Aprender en la virtualidad**. Barcelona, Gedisa.

SANGRÀ, A. y GONZÁLEZ SANMAMED, M. (2004): **La transformación de las universidades a través de las TIC: discursos y prácticas**. Barcelona, UOC.

Una mirada a la integración de las TICs en el proceso docente de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

Elaborado por: Irene Pardo - Dirección de Educación Virtual – PUCP Virtual - Abril 2010

a) Características de la universidad y de su contexto.

La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) –fundada en Lima en 1917–, es la número uno del país, una de las veinticinco mejores de América Latina y la única peruana entre las quinientas mejores del mundo en los rankings internacionales. Esta ubicación es un reconocimiento a la calidad de su enseñanza, investigaciones, publicaciones, responsabilidad social, integración de las tecnologías de la información y comunicación a los procesos pedagógicos, aporte a la cultura e innegable liderazgo académico e institucional. En suma, excelencia, liderazgo, democracia, derechos humanos y desarrollo, innovación y modernización son las guías de nuestra Universidad en el camino a su centenario.

Nuestro liderazgo se ejerce sobre la base del prestigio alcanzado, que se alimenta de factores objetivos y cualitativos como la calidad de los profesores, el prestigio de los egresados, la calidad de las publicaciones académicas, los desarrollos tecnológicos, los eventos culturales y todas las actividades que realiza la Universidad como expresión viva de su misión y que le dan una reputación y una legitimidad entre sus pares y ante la sociedad en general.

Misión

En el Plan Estratégico Institucional 2007 – 2010 se declara nuestra misión:

“La Pontificia Universidad Católica del Perú es una comunidad académica inspirada en principios éticos y valores católicos, creadora y difusora de cultura, saber y conocimiento, promotora del cambio, dedicada a la formación integral de la persona, para que ella haga del estudio un instrumento de su propia realización y se capacite para asumir y resolver problemas fundamentales inherentes al ser humano y la sociedad”. (PEI: 2000)

b) Visión estratégica de la universidad respecto a las TIC y el e-learning.

En el Plan Estratégico Institucional 2007 – 2011¹ se declara nuestra visión:

“Liderar la formación universitaria en el país y ser reconocida nacional e internacionalmente como espacio promotor y generador de desarrollo”. (PEI: 2000)

En este mismo Plan Estratégico se plantean un conjunto de líneas de acción estratégicas, conducentes a mejorar integralmente la calidad del servicio educativo que se ofrece. A ciencia cierta, la incorporación de TICs podría responder a todos o casi todos estos ejes estratégicos, pues corre transversalmente al propio proceso educativo; sin embargo, queremos resaltar las 3 metas que, en estricto, tienen relación con el e-learning:

3.1.7. Incremento de la matrícula en la modalidad virtual

La propuesta formativa de excelencia de la PUCP será extendida a nivel nacional e internacional, siendo flexible, asincrónica e innovadora. La virtualidad nos ayudará a extendernos hacia aquellos que desean crecer como personas y como profesionales y ubicará a nuestra institución en una posición de vanguardia en el uso de las tecnologías de información y comunicación.

Meta 7: Duplicar la matrícula anual, atendiendo estándares de la calidad, en los programas de especialización, maestrías y doctorados ofrecidos en la modalidad virtual (con base en el 2005).

Logros previstos:

- Se establece la modalidad virtual como un medio confiable y eficaz de formación en la universidad.

¹ Se puede ver el documento completo del Plan Estratégico Institucional en:
http://www.pucp.edu.pe/documento/pucp/plan_estrategico_pucp.pdf

- Se optimizan los procesos vinculados al diseño de oferta formativa en la modalidad virtual.

3.1.8. Reconocimiento de la labor docente en la modalidad virtual

Nuestros profesores liderarán el desarrollo de la educación a distancia, en su modalidad virtual, a nivel institucional. Su contribución será reconocida de modo tangible en los procesos de promoción y ratificación de la carrera docente en la PUCP.

Meta 8: Implementar el sistema de reconocimiento de la labor docente en educación virtual (cursos regulares, de extensión, diplomados) en el 80% de los Departamentos Académicos.

Logro previsto:

- Se potencia la participación y las capacidades de los profesores para el desarrollo de la modalidad virtual.

3.1.9. Objetos de Aprendizaje Reutilizables (OARs)

Las tecnologías de la información y comunicación, serán usadas para el desarrollo de material didáctico en formato digital debidamente clasificado. La creación de un entorno de OARs, permitirá a docentes y estudiantes, catalogar y compartir su producción de material didáctico relevante, en formatos textuales: escritos y hablados, y visuales: imágenes, animaciones y videos; lo cual situará a la PUCP entre las instituciones líderes en la gestión del conocimiento.

Meta 9: Definir un diseño educacional que incorpore el uso de OARs, para la totalidad de los cursos ofrecidos para la modalidad de educación virtual.

Logros previstos:

- Se incorpora el uso de OARs en la modalidad de educación virtual.
- Se optimiza el diseño de materiales de enseñanza – aprendizaje para la modalidad de educación virtual.

Uno de los mayores problemas identificados es la brecha tecnológica que existe entre los docentes y alumnos, en el uso de los diversos recursos informáticos que la PUCP ha desarrollado, a través de su Dirección de Informática Académica (DIA) y que, tanto el Centro para el Magisterio Universitario (Magis PUCP) como la Dirección de Educación Virtual (PUCP Virtual) fomentan, a partir de diversas iniciativas de formación y capacitación con los profesores de las modalidades presencial y virtual. Este es un problema y un reto a trabajar, pues de otra manera no se logrará el vínculo que facilita, con mayor naturalidad, el proceso de aprendizaje.

c) Acciones que se han iniciado en los últimos años respecto a la integración de las TIC y el e-learning

En toda su historia, la PUCP ha determinado la necesidad de implementar acciones orientadas a la mejora continua de la calidad académica de los servicios educativos que ofrece, proceso en el que, desde hace ya más de diez años, considera la utilización de los recursos brindados por las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), como factor importante para su logro.

El uso adecuado de las TIC en un ambiente globalizado, ávido de calidad y eficiencia, representa hoy en día una de las principales alternativas por la que optan las organizaciones en su afán de aumentar sus niveles de competitividad y diferenciación. Las instituciones de educación superior, nuestra Universidad entre ellas, no son ajenas a esta coyuntura.

Para lograr el cumplimiento de estas metas, la PUCP ha previsto un conjunto de acciones, que involucran a diversas unidades (académicas y administrativas). A continuación mencionamos las más significativas:

- a) **Sistema de reconocimiento docente:** Dirigido a los profesores, principalmente los de tiempo completo y medio tiempo, que deseen virtualizar, por primera vez, su curso y que reciben descarga de horas, en función del creditaje del curso, un semestre anterior para poder diseñarlo.

En el semestre en el que se ejecuta con los alumnos, reciben la descarga correspondiente en función del número de créditos del curso.

- b) **Jornadas de capacitación**, en el modo presencial y virtual, por parte de Magis PUCP².
- c) **Talleres de capacitación en uso de herramientas informáticas**, por parte de la DIA (a solicitud de los propios profesores o de las Unidades Académicas).
- d) **Asesoría en el proceso de virtualización** por parte de PUCP Virtual, a todos los profesores contratados para tal fin; tanto en temas pedagógicos (diseño instruccional), como de diseño y elaboración de recursos multimedia, derechos de autor, etc).

En esta misma línea, la PUCP ha iniciado una campaña denominada Educación 360, que responde a: *“La Universidad está en un proceso de modernización acelerado. Está pasando por varios procesos de acreditación porque queremos tener una universidad de calidad internacional al servicio de los problemas nacionales. Uno de sus principales atributos es su modelo educativo, algo de lo que no se habla mucho en el Perú. Se habla de carreras, maestrías, especialidades, pero nadie dice nada de cómo se llega al resultado final; es decir, a una persona con una cierta formación profesional y/o académica”*³.

Y es precisamente en ese reconocimiento de cómo llegar al resultado, que no es otro, que alcanzar los más altos niveles de aprendizaje en los alumnos, a través de procesos educativos idóneos, que las TIC cumplen un rol fundamental. *“El uso adecuado de las TIC en un ambiente globalizado, ávido de calidad y eficiencia, representa hoy en día una de las principales alternativas por la que optan las organizaciones en su afán de aumentar sus niveles de competitividad y diferenciación. Las instituciones de educación superior, nuestra Universidad entre ellas, no son ajenas a esta coyuntura”*⁴.

d) Descripción de las unidades de apoyo a la docencia en el uso de las TIC y el e-learning.

La implantación de TIC, en un inicio centrada en el ámbito de lo administrativo, gana valor estratégico en la medida que se alinea con el rubro central de la organización, en el caso de una Universidad, con lo académico, razón por la que el Rectorado ha visto conveniente, la creación de varias unidades destinadas a reforzar, desde diversas miradas una acción poderosa para la implementación de las TICs en la labor docente. Estas unidades identificadas, dentro de la PUCP, son:

- Dirección de Educación Virtual – PUCP Virtual
- Dirección de Informática Académica - DIA
- Centro para el Magisterio Universitario – MAGIS PUCP

Cada una de estas unidades tiene funciones específicas, tanto para apoyar a la docencia en temas de tecnologías de la información y comunicación, en la educación presencial y en la educación virtual.

Haremos un recorrido por las actividades que realiza cada una de ellas; para finalmente poder verificar cómo se está respondiendo a las necesidades de formación docente en TICs:

Dirección de Informática Académica - DIA⁵

<http://dia.pucp.edu.pe/portal/>

Esta Dirección Académica tiene objetivo central planificar y promover la aplicación trascendente de las TIC en el ámbito académico de nuestra institución, de tal manera de convertirla en una organización de vanguardia en el uso académico de las referidas herramientas. La DIA tiene ya varios años desarrollando recursos web 2.0, tecnología que no es mayormente utilizada por los docentes, si por los alumnos de la Universidad. Esta Dirección realiza talleres de capacitación para



² Se puede ver la propuesta anual de capacitación para todos los docentes PUCP en la siguiente dirección: <http://blog.pucp.edu.pe/index.php?blogid=1367>

³ Gonzáles de Olarte, Efrain. Entrevista realizada por Diego Grimaldo, en Punto Edu. Marzo 2010.

⁴ Tomado de: <http://dia.pucp.edu.pe/portal/content/view/99/938/>

⁵ Se puede ver más información en: www.dia.pucp.edu.pe

responder a las demandas de capacitación docente, en herramientas tecnológicas, pero no realiza acciones de seguimiento en la implementación de las mismas. El director de la DIA⁶ comenta que *“la brecha tecnológica entre docente y alumno no podrá ser reducida jamás, lo que hay que hacer es plantear políticas y estrategias para que el docente puede ubicar aquellos recursos tecnológicos que puedan servir de soporte a su tarea pedagógica. El docente debe guiar al alumno. No se trata de que el docente sepa igual de tecnología que el alumno. No es una cuestión de competencia”*.

A nivel de servicios⁷, los alumnos utilizan todos los recursos que se encuentran disponibles, tanto en el diseño, publicación y producción: blogs, wiki, videos, fotos, audios, *webfiles*, etc. Los docentes han entrado primero -en la publicación- a través de los blogs.

A partir de ahora, la DIA estará más centrada en ser usuario; es decir, estará respondiendo a lo que el ámbito académico de la PUCP requiera, utilizando lo que la producción tecnológica del mundo ofrezca; es decir, el desarrollo de recursos propios⁸ irá desapareciendo, para dar paso a fomentar la producción de contenidos, en repositorios creados para tal fin.

Dirección de Educación Virtual – PUCP Virtual

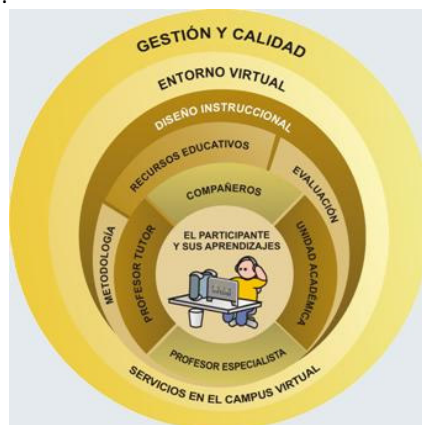
PUCP Virtual - <http://www.pucp.edu.pe/pucpvirtual>

PUCP Virtual es la Dirección encargada de definir los lineamientos de la educación virtual en la PUCP y, asimismo, de ofrecer servicios para el desarrollo de la modalidad virtual, a las unidades académicas, centros e institutos de nuestra universidad, y a organizaciones externas.

Desde 1986, nuestra Universidad ha desarrollado cursos en la modalidad a distancia gracias a la Facultad de Educación y al Centro de Investigación y Servicios Educativos, convirtiéndose en la pionera de esta modalidad de educación.

Esta dirección está trabajando arduamente en consolidar la modalidad de educación virtual en la PUCP y de posicionarse en el mercado nacional, como un referente importante, tratando de alcanzar el liderazgo en esta modalidad. Para ello, a partir del año 2008 se está trabajando también en servicios de virtualización para la empresa pública y privada del Perú; lo que ha potenciado la incursión en el uso de diversas tecnologías de vanguardia⁹ (como por ejemplo, el uso de Second Life y animaciones en 2d y 3d). Esto permite a su vez, que las propuestas de virtualización internas se fortalezcan y puedan empezar también a integrar estas TICs en los diseños instruccionales de cada proyecto.

A continuación se presenta el modelo educativo que sustenta el trabajo de la Dirección de Educación Virtual de la Universidad Católica.



⁶ Entrevista para este estudio a Joaquín Gerrero – Director de la DIA –.

⁷ Todos los servicios de la DIA pueden verse en su página web: http://dia.pucp.edu.pe/portal/component/option,com_frontpage/Itemid,937/

⁸ Kim Morla comenta que: “Fotos PUCP salió antes que Flickr”.

⁹ Comentar que esto se ha dado porque los servicios externos cuentan con presupuestos económicos más altos; a diferencia que el trabajo al interior de la PUCP, que tiene mayores limitaciones de recursos.

Centro para el Magisterio Universitario – MAGIS PUCP

<http://blog.pucp.edu.pe/index.php?blogid=1367>

La misión a cumplir está directamente relacionada con la formación docente de los profesores de nuestra Universidad. Esta unidad trabaja apoyando a todos los Departamentos Académicos a través de Talleres de Formación Docente, propiciando un ambiente de formación pedagógica para quienes, siendo especialistas en los temas que impartían en el aula, no necesariamente contaban con la preparación específica que el ser profesor requiere. Estos talleres, que inicialmente fueron impartidos de modo presencial, en los últimos años, se imparten también en la modalidad virtual.



Los Talleres de Formación Docente constituyen el medio a través del cual apoyamos al profesor para el mejor cumplimiento de su función docente. Estas actividades se realizan en las modalidades presencial y virtual, a lo que se agrega el acompañamiento personalizado.

Los Talleres están organizados en siete áreas de formación con la finalidad de que los Departamentos Académicos de la Universidad puedan seleccionar aquello que requieran para sus profesores. Asimismo, cada profesor podrá elegir entre las áreas y talleres, aquellos temas en los cuales desee profundizar. MAGIS PUCP ofrece sus talleres de formación docente en las siguientes modalidades de aprendizaje: presencial, semi presencial y virtual.

e) Conclusiones

PUCP Virtual, la Dirección de Informática Académica y MAGIS PUCP vienen generando una nueva corriente institucional que emplea de manera inteligente, responsable, eficiente y, sobre todo, creativa los medios que pone a nuestra disposición la tecnología para ampliar y diversificar los caminos que permitan seguir realizando la labor de la Universidad: formar profesionales altamente calificados con responsabilidad y compromiso para con el desarrollo del país.

Cada unidad desarrolla sus actividades de manera poco articuladas, aún cuando existen muchos puntos de encuentro entre ellas; principalmente los docentes, que son los usuarios directos y los alumnos, usuarios indirectos, pero prioritarios en el modelo educativo de nuestra Universidad.

A mediados de abril de 2010, a raíz de una reunión informal, personal de las Unidades mencionadas¹⁰ hemos iniciado un proceso de integración, con miras a crear un primer proyecto integrador: plan de capacitación docente anual. Si consideramos que la DIA, PUCP Virtual y MAGIS PUCP ofrecen talleres de capacitación docente (al mismo público objetivo), en temas que tienen una misma orientación: mejorar la calidad del proceso de enseñanza – aprendizaje, una articulación de algunas de sus actividades podría generar un mayor impacto en la formación de los docentes.

Este planteamiento se fundamenta en:

- Las 3 unidades ofrecen propuestas de capacitación para los docentes PUCP (en cualquiera de las modalidades de contratación: tiempos completos, tiempos parciales, etc).
- Existen experiencias de trabajos previos entre las unidades. PUCP Virtual apoyó la virtualización de algunos cursos de MAGIS PUCP el año 2009. La DIA con MAGIS PUCP están encargados de la meta 9 del Plan Estratégico Institucional 2007-2011. PUCP Virtual utiliza la plataforma tecnológica PAIDEIA¹¹ y los recursos desarrollados por la DIA, para todos sus proyectos virtuales.

¹⁰ Excepto el grupo Avatar, que no es formalmente una unidad administrativa ni académica de la PUCP.

¹¹ PAIDEIA es una adaptación del MOODLE, ad hoc a las necesidades PUCP.

- c) La tendencia tecnológica de la Universidad motiva la incorporación de TICs, incluso como soporte didáctico de las clases presenciales; lo que permite que el docente se vaya familiarizando con dichas tecnologías y que, luego, pueda virtualizar su oferta de cursos. Del mismo modo, el docente que ha virtualizado un curso y se ha familiarizado con las herramientas tecnológicas, le será mucho más sencillo incorporarlas en su propuesta presencial.

“Empezar a trabajar con contenidos de calidad es un elemento diferenciador, que le permitirá a la PUCP competir en el mundo académico, en el futuro¹²”.

El Dr. Carlos Fosca, Vicerrector Administrativo de la PUCP, en una ponencia sobre su visión de la Universidad al 2117¹³, comentó los nuevos paradigmas en TICs, haciendo referencia a:

- Realidad virtual (lleva al hombre a adentrarse en un mundo irreal, creado en espacio digital)
- *Cloud Computing* (computación en la nube: acceso a través de pequeñas aplicaciones que residen en múltiples dispositivos –ordenadores, PDA y móviles- a la información que reside en internet) y al
- *Ubiquitous computing* (internet de las cosas)

Esto, en términos de aprendizaje, para el propio Dr. Fosca significa que se aprenderá en todas partes, en todo momento, a través de –y con todos. Los padres y los hijos aprenderán juntos, los alumnos de universidades trabajarán colaborativamente con la sociedad para crear conocimiento, a la vez que aprenden y nadie dejará de aprender en red.

Por tanto, vemos con especial agrado que la incorporación cada vez más intensa de recursos tecnológicos es una realidad ya no del futuro, sino del presente. Los alumnos que actualmente inician sus procesos de formación en la PUCP son ya nativos digitales, lo que exige a la plana docente, ponerse a la altura de los requerimientos y expectativas de este grupo poblacional. Hacia el futuro, también hay una mirada tecnológica que soportará lo que nosotros consideramos es la piedra angular de los procesos educativos: el aprendizaje.

La DIA, MAGIS PUCP y PUCP Virtual tienen ahora la enorme responsabilidad de no trabajar más de manera independiente o poco articulada; sino de sumar esfuerzos en pos de una respuesta altamente eficiente y de gran impacto para responder a las urgentes necesidades de integración de las TICs a los procesos educativos.

f) Referencias bibliográficas

Plan Estratégico Institucional 2007-2011
Dirección Académica de Planeamiento y Evaluación – DAPE PUCP
Pontificia Universidad Católica del Perú

Centro para el magisterio universitario – MAGIS PUCP
<http://blog.pucp.edu.pe/index.php?blogid=1367> Visitado el 14 de abril de 2010

Dirección de Educación Virtual PUCP
<http://www.pucp.edu.pe/pucpvirtual> Visitado el 17 de abril de 2010

Dirección de Informática Académica PUCP
<http://www.dia.pucp.edu.pe> Visitado el 12 de abril de 2010

¹² Entrevista para este estudio a Kim Morla –Directora Adjunta de la DIA-.

¹³ Fosca Pastor, Carlos. Ponencia: El futuro de la Universidad: una mirada al 2117. NeoCampus 2009.

La evolución del apoyo a la docencia en línea en la UOC

Albert SANGRÀ
eLearn Center, Universitat Oberta de Catalunya
Barcelona, España

y

Nati CABRERA
eLearn Center, Universitat Oberta de Catalunya
Barcelona, España

RESUMEN

Este artículo expone la evolución del apoyo a los docentes para el desarrollo de su labor a través de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en la UOC, desde su creación en 1995. A partir del análisis llevado a cabo en una investigación en la cual esta universidad fue uno de los estudios de caso, se explica su génesis y las distintas formas que este apoyo ha tomado, analizando con más énfasis el papel que han jugado las distintas unidades creadas.

Palabras clave: e-learning, integración TIC, educación superior, apoyo docencia en línea

1. LA UOC: EL CONTEXTO DE LA UNIVERSIDAD

La Universitat Oberta de Catalunya, creada bajo el impulso del Gobierno de la Generalitat de Cataluña, es un nuevo concepto de universidad orientado a ofrecer enseñanzas no presenciales de la máxima calidad docente mediante la aplicación de sistemas pedagógicos innovadores y el uso de tecnologías multimedia e interactivas.

Para poder llevar a cabo su tarea con flexibilidad y eficacia, la UOC se integra en el sistema universitario de financiación pública de Cataluña bajo una fórmula jurídica de derecho privado: la Fundación para la Universitat Oberta de Catalunya (FUOC), en el Patronato de la cual es mayoritaria la representación de la Generalitat de Cataluña.

La creación de la UOC en el año 1995, por la Ley 6/1995, complementa el sistema universitario catalán, poniendo los estudios universitarios al alcance de sectores sociales que por razón de su actividad laboral, lugar de

residencia, edad u otros motivos personales, prefieren acceder a un sistema de enseñanza no presencial.

Como consecuencia del sistema educativo de la UOC, que cubre e interconecta todo el país, esta universidad contribuye de manera decisiva al reequilibrio territorial de Cataluña.

Sus principios fundacionales fueron:

- Arraigada en Cataluña y presente en el mundo.
- El conocimiento al alcance de todo el mundo, sin importar el tiempo ni el espacio.
- De formarse una vez en la vida a la formación permanente.
- La metodología al servicio del aprendizaje.
- Investigación e innovación en la sociedad del conocimiento.
- Una universidad orientada al estudiante y al servicio de la sociedad.
- La cooperación universitaria al servicio del estudiante.
- La colaboración con el entorno para el logro de los objetivos.
- Un compromiso ético con la sociedad.
- Una nueva organización para un nuevo concepto de universidad.

La UOC es una universidad pionera en e-learning y un agente activo en la transición hacia una nueva cultura, la que genera el propio desarrollo de la Sociedad de la Información y del Conocimiento.

2. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La organización de la UOC ha sido singular desde un principio. Los criterios de gestión empresarial se aplicaron a la lógica académica universitaria, con el objetivo de desarrollar un modelo verdaderamente ágil, flexible, competitivo y cooperativo a la vez, y con una clara visión del futuro como una oportunidad para innovar y mejorar el sistema universitario.

Por otro lado, el hecho de crear una universidad que se basaba más en la arquitectura de conexiones que en la arquitectura de los ladrillos, permitió desarrollar un modelo organizativo y de gestión que podía corresponder sin lugar a dudas al modelo de gestión de una e-universidad.

En este sentido, se dotó de una estructura flexible para permitir su adaptación a la estrategia de cada momento. Esta estructura gestiona conocimiento y recursos y está orientada a favorecer el rendimiento académico, la competitividad de la investigación, la calidad y la eficiencia.

3. MODELO EDUCATIVO

El modelo educativo de la UOC es un modelo de enseñanza a distancia asincrónico, si bien desde los inicios se ha querido denominar “no presencial”, para destacar la voluntad de la universidad de superar las barreras de la distancia, y también porque, en realidad, muchos de sus estudiantes se encontraban físicamente muy cerca físicamente de la propia universidad. Así, es un modelo dirigido a un estudiante con un perfil muy determinado.

Las características del estudiante de la UOC son, en general, las de una persona que tiene entre los 25 y los 45 años (78%), profesionalmente activa (95%), y que, además, acostumbra a tener unas características personales (situación familiar, laboral, etc.) que le hacen valorar extraordinariamente la flexibilidad en sus estudios universitarios.

Es un estudiante motivado y dispuesto a optimizar al máximo su esfuerzo para obtener resultados. A menudo, este tipo de estudiante ya tiene experiencia universitaria previa y cursa en la UOC unos segundos estudios o continúa los que tenía inacabados (65%).

Teniendo en cuenta este perfil de estudiante y las características de la Sociedad del Conocimiento, como son el acceso inmediato a la información, la fluidez en la comunicación, el trabajo en red, etc., la UOC orienta su modelo educativo alrededor de cuatro principios básicos (Sangrà, 2001): flexibilidad, personalización, cooperación e interacción.

A pesar de esto, en la aplicación de estos principios hay que encontrar, en cada caso, el punto de tensión más adecuado entre ellos. Esto es necesario para ajustar al máximo el modelo a las características de la oferta (tipo de asignatura, ámbito de conocimiento, tipo de programa, etc.), y optar por el compromiso más adecuado entre adaptación y viabilidad.

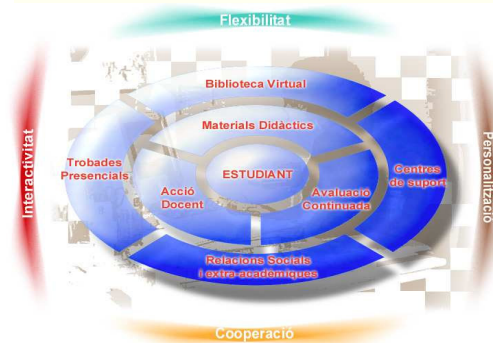


Fig. 1. Representación gráfica del modelo educativo de la UOC

La metodología pedagógica y la manera de aprender son valores formativos en sí mismos y representan una parte fundamental de la ventaja competitiva de la UOC, donde el estudiante aprende porque la metodología lo enfrenta al conocimiento de una manera particular, forzándolo a resolver problemas, a buscar más información, a contrastarla empíricamente o mediante fuentes alternativas, a trabajar de forma cooperativa con otros. El objetivo de la UOC es facilitar el aprendizaje, motivo por el cual sus estudiantes son el centro de la actividad docente de la universidad.

El estudiante de la UOC es el centro de atención del proceso de aprendizaje. Trabaja con autonomía: gestiona su tiempo y construye su propio itinerario de aprendizaje. Selecciona la información y aprende a convertirla en conocimiento para aplicarlo en situaciones diversas.

El sistema de evaluación continua garantiza a los estudiantes el aprovechamiento del curso y el logro de los objetivos propuestos a la asignatura, al mismo tiempo que les permite hacer un seguimiento continuo de su proceso de aprendizaje y medir en todo momento su progreso. La superación con éxito de la evaluación continua también puede significar, a veces con un proceso de validación, la superación de la asignatura.

El modelo de la UOC se tiene que contextualizar en el momento en que aparece la cuarta generación de la educación a distancia (Garrison & Anderson, 2003) que ya hemos mencionado anteriormente, cuando aparecen los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje, o dicho desde la vertiente de la ingeniería, las plataformas electrónicas para la enseñanza. La UOC aprovechó al máximo la oportunidad que se brindaba en aquel momento y construyó un modelo donde el llamado Campus Virtual era una pieza clave en cuanto que contexto educativo en el ciberespacio.

El Campus Virtual (CV) se puede definir como el conjunto de funciones que hacen posible la interacción entre los colectivos que componen la universidad (estudiantes, profesorado y personal de gestión) sin necesidad de coincidir ni en el espacio ni en el tiempo.

La visión más educativa del CV que hemos mencionado antes, se pone de manifiesto cuando para las personas vinculadas a la UOC es algo más que una plataforma electrónica: “Por un lado el Campus Virtual es el entorno que pone a disposición las herramientas de comunicación entre alumnas y profesorado y el contenido básico de la asignatura mediante la implementación de parte del material de aprendizaje en formato hipertexto y por la otra acontece un escenario de relaciones académicas y sociales (UOC3)”. (Sangrà, 2008).

4. EL MODELO DE INTEGRACIÓN DE LAS TIC

Es un modelo completamente virtual y basado en las TIC desde su inicio. Está basado en la utilización de Internet como canal y tecnología de acceso, para poder ofrecer todos los servicios a la comunidad universitaria, a la vez que facilitar la relación interpersonal y grupal entre estudiantes, profesores y administración.

En realidad, la estrategia de integración de las TIC forma parte de la misma naturaleza de la universidad. La UOC se ha creado ya como una universidad que quiere sacar el máximo partido del uso intensivo de las TIC, más que integrarlas. Sin las TIC, la propia UOC dejaría de existir: “Una universidad abierta que se crea a las puertas del siglo XXI, en un país como Cataluña, no puede hacer sino sacar el máximo rendimiento posible de la tecnología educativa.” (UOC, 1994:36).

5. LA EVOLUCIÓN DEL APOYO A LOS DOCENTES

Los contenidos disponibles en red, ya sean desarrollados por la institución o por terceros, son el recurso básico para la formación. En su inicio, los materiales eran desarrollados fundamentalmente en soporte papel, dadas las dificultades de entrega de materiales digitales por medio de la red en casa de los estudiantes, que han ido menguando a lo largo de los últimos años, gracias a la incorporación de la banda ancha en la mayoría de hogares.

Uno de los focos de inversión más importantes de la UOC desde su creación ha sido la elaboración de materiales didácticos especialmente diseñados para el estudio no presencial, y creados por autores de incontestable prestigio en el ámbito académico. En este sentido, años atrás tuvieron lugar una serie de actuaciones:

- La creación de la Unidad de Diseños Formativos Multimedia (UDF). Esta unidad nació después de que el área Multimedia no lograra sus objetivos. Su misión era la de apoyar al profesorado en el uso pedagógico de las tecnologías para diseñar y elaborar materiales didácticos multimedia. El objetivo era dotar al profesorado del apoyo didáctico y técnico que le permitiera incrementar la calidad de de estos recursos y mejorar el rendimiento académico y la satisfacción del estudiante.
- La creación de una empresa con mayoría de capital propio, Eurecamedia, que tenía como objetivo la externalización de la producción de los materiales didácticos multimedia diseñados por el profesorado con el apoyo de la UDF. Esta empresa tomó la iniciativa de desarrollar una

herramienta, que recibió el nombre de MAGIC, que tenía como finalidad la posibilidad de etiquetar y reutilizar los materiales de la propia UOC.

- La creación de EDIUOC como editorial propia de la universidad. Inicialmente, la misión de esta editorial era la de rentabilizar la producción didáctica de la UOC, atendiendo al hecho de que ésta se convertía en la primera editorial en volumen de producción académica en catalán.

Esta preocupación por el desarrollo y, también, por la reutilización de contenidos se hace patente en el Plan Estratégico cuando le dedica un eje específico: “Los materiales didácticos y la Biblioteca son elementos capitales del modelo pedagógico de la UOC y se contemplan especialmente como elementos a innovar y mejorar.” (PEUOC.edu, p.55)

De forma más concreta, se dedica un apartado entero a las acciones a desarrollar en el ámbito de los contenidos:

- El replanteamiento el proceso de generación de contenidos desde la concepción hasta la concreción en diferentes productos.
- La ampliación del círculo y el origen de los autores.
- La introducción de una visión intercultural en los contenidos.
- La disponibilidad de las herramientas para el tratamiento digital de contenidos.
- La generación de contenidos por agregación del conocimiento generado a las aulas.
- La mejora sistemática de los contenidos, en función de las encuestas de satisfacción y del rendimiento académico.
- La gestión global de los contenidos de la UOC.
- Los proyectos ARCA y K2, con el objetivo de hacer posible la reutilización de los contenidos.
- La evolución de Eurecamedia, que pasa de tener como objetivo la producción a costes más asequibles de los materiales digitales de la universidad, a considerar ésta como un cliente más en una

estrategia de expansión más allá de la universidad.

6. LA INNOVACIÓN DOCENTE EN ESE PERÍODO

La UOC reconoce que su “ventaja competitiva y su reconocimiento se basan en buena parte en su modelo pedagógico.” (PEUOC.edu, p. 33)

Por este motivo, considera que “hay que innovar de forma permanente en todos y cada uno de los elementos que intervienen en el proceso de aprendizaje del estudiante, para ir incrementando el nivel de calidad y el rendimiento” (p. 33), y prevé una serie de acciones que se vehiculan a través de su subplan estratégico específico. Para hacerlo, se creó el área de Metodología e Innovación Educativa (MIE, evolución de la anterior Área Académica), que aparece como un instrumento estratégico para poder conducir los objetivos de mejora y de incremento de la calidad de manera transversal en toda la institución.

Esta área desarrolló su propio plan, el Plan estratégico del Área de Metodología e Innovación Educativa (PMIE). A continuación se exponen las acciones más importantes que allí se previeron, que se quieren como acciones coordinadas dentro de cada uno de los Estudios que aplicasen los criterios estratégicos definidos por el área y por el Vicerrectorado de Metodología e Innovación Educativa:

- La creación de los Grupos de Innovación Metodológica (GIM). Estos grupos de trabajo tenían como objetivo plantear mejoras cualitativas en todos los elementos metodológicos básicos.
- La convocatoria interna de Proyectos de Innovación Docente. Estas convocatorias internas de innovación pretendían que el profesorado se animase a presentar propuestas y tuviese la oportunidad de innovar en algunas asignaturas de manera significativa.
- La elaboración del Mapa Metodológico de la UOC, una especie de “libro blanco” sobre las metodologías usadas en el modelo de uso de las TIC en la universidad.
- La creación de la Red MIE, donde se encontraban representados los

responsables metodológicos de las diferentes divisiones de la UOC.

- La creación de documentos que actúen como marcos estratégicos de los elementos del modelo (Materiales y recursos, sistemas de evaluación, formación del profesorado, entornos virtuales de aprendizaje ...).
- La organización de Jornadas de intercambio de experiencias en la UOC.
- Monitorización de experiencias piloto innovadoras.
- Observación y debate sobre prácticas que se llevan a cabo en el mundo: benchmarking metodológico y su difusión dentro la UOC.
- La organización de seminarios con expertos externos que muestren experiencias y visiones diferentes.
- La creación del Cuadro de Mando Metodológico (QCM) como herramienta para disponer de indicadores de análisis de la calidad.
- El desarrollo de planes de estudio basados en una estructura de competencias a adquirir.

El profesorado de la UOC ha asumido que la tarea docente por medio de las TIC no es una tarea individual, sino más bien colectiva y multidisciplinar, con otros docentes: “Es imprescindible integrar las nuevas posibilidades que ofrecen las TIC con las necesidades e inquietudes de los docentes, de forma que trabajen de forma colaborativa en proyectos de innovación docente que permitan la evolución a medio plazo de la institución (UOC8)”, pero dónde también los técnicos y los pedagogos tienen un papel a jugar: “El apoyo directo al profesorado por equipos de expertos (diseñadores instruccionales) a la hora de diseñar las asignaturas y programas y no sólo desde el punto de vista del material sino de todo el proceso docente con todos los recursos y herramientas de que necesita para desarrollarse (UOC2).” (Sangrà, 2008)

Se ha puesto de manifiesto el riesgo de estancamiento con respecto a la innovación en el uso de las TIC en el modelo de la UOC. Desde la disolución de la Unidad de Diseños Formativos (UDF), no se ha desarrollado ninguna propuesta innovadora con respecto al diseño de contenidos y otras acciones formativas utilizando las TIC, además de

intentos de carácter individual, promovidos por algún docente en algún estudio, al estilo del “lone ranger” que identificaba Bates (2000).

Si bien la disolución de la UDF se tuvo que justificar, y se hizo diciendo que el profesorado ya estaba bastante formado para llevar a cabo diseños innovadores en las asignaturas, el tiempo parece que ha puesto en entredicho la decisión, cuando menos respecto al servicio que la unidad en cuestión hacía, y que servía para apoyar a los docentes en estas tareas: “Creo que nunca se está bastante formado y menos hablando de uso de las TIC, donde estas son cambiantes de manera espectacular, a veces y con muy poco tiempo (UOC2).” (Sangrà, 2008)

7. LA CREACIÓN DEL ELEARN CENTER

La última fase en esta evolución ha sido la creación, en 2009, del eLearn Center (eLC). Se trata de un centro de investigación, innovación y formación en e-learning en el cual la UOC quiere concentrar todo su conocimiento y actividades para el desarrollo y la mejora de su desempeño como universidad en línea.

Nace de una iniciativa de la Rectora de la universidad y está firmemente impulsado por el Vicerrectorado de Investigación e Innovación, que apuesta por el centreo como un elemento catalizador que permita a la UOC recuperar la iniciativa y la referencia en el ámbito del e-learning para la enseñanza universitaria.

8. REFERENCIAS

Bates, A.W. (Tony) (2000) *Managing Technological Change. Strategies for colleges and university leaders*. San Francisco, CA: Jossey Bass.

Garrison, D.R. & Anderson, T. (2003) *E-Learning in the 21st. Century. A Framework for Research and Practice*. London: RoutledgeFalmer.

Sangrà, A. (2008) *La integración de les TIC a la Universitat: models, problemes i reptes*. Tesis doctoral. Tarragona: Universitat Rovira i Virgili. Accesible en: <http://www.tesisenxarxa.net/>

Sangrà, A. (2001) “Ensenyar y aprender en la virtualidad”, *EDUCAR*, 28, 117-131.

UOC (2002) *Pla Estratègic de la UOC 2002-2005 (PEUOC.edu 2002-2005)*. Documento interno.

UOC (1994) *Memòria per al reconeixement de la Universitat Oberta de Catalunya*. Documento policopiado, no publicado.

APLICACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE CONOCIMIENTO EN COTECMAR

Diana M ORTIZ-PÁEZ
Centro de Gestión del Conocimiento – COTECMAR
Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia

y

Fernando DELGADO
Director Centro de Gestión del Conocimiento – COTECMAR
Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia

RESUMEN

En COTECMAR (Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial) se creó un Centro de Gestión del Conocimiento e Innovación — CEGECI — para desarrollar las capacidades científicas y tecnológicas de la Corporación, encaminadas a la solución de problemas de la industria naval colombiana. El centro nace al interior de la organización como un ente que facilita el despliegue de actividades asociadas a la gestión del conocimiento en los diferentes procesos corporativos, con un modelo diseñado particularmente para COTECMAR, desarrollado a partir del análisis de los procesos y del diagnóstico organizacional, para responder a las necesidades propias de la Corporación. Para su implementación se adoptaron cambios estructurales, se realizaron actividades de ajuste y validación de algunas variables del modelo, y se establecieron las estrategias para implementar el modelo.

Palabras Clave: Innovación, Aprendizaje organizacional, Gestión del conocimiento, Modelo organizacional, Estrategia

la relación universidad-empresa, tiene como prioridad la investigación, el desarrollo, la aplicación de nuevas tecnologías y de las mejores prácticas empresariales en la elaboración de sus productos y servicios, dirigidos a satisfacer las necesidades técnicas de la Armada Colombiana y del mercado nacional e internacional, para así contribuir con el desarrollo tecnológico, social y económico del país.

La gestión del conocimiento

Existe un consenso sobre cómo entender los dos vocablos que encierra la nueva cultura empresarial: la Gestión del Conocimiento. En este sentido, la gestión es el proceso mediante el cual se obtiene y se utiliza una variedad de recursos básicos para apoyar los objetivos de la organización; el conocimiento puede decirse que es la información que permite generar acciones asociadas a satisfacer las demandas del mercado (Pavez, 2000).

Entonces Gestión del Conocimiento implica, adquirir, utilizar y mejorar los conocimientos necesarios para la organización, creando un ambiente que permita compartirlos y transferirlos entre los trabajadores para que los utilicen en vez de volver a descubrirlos (Van Buren, 2000).

1. INTRODUCCIÓN

La organización

La Corporación de ciencia y tecnología para el desarrollo de la industria naval, marítima y fluvial – COTECMAR, es una corporación orientada al diseño, construcción, mantenimiento y reparación de buques y artefactos navales; que apoyada en

2. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA

Proyecto PIONERO

Inicia con la decisión estratégica por parte de la presidencia y vicepresidencia de la Corporación de implementar un modelo de gestión basado en el conocimiento; para lo cual se consolidó una alianza con uno de sus socios, la Universidad de Norte, para construir el proyecto PIONERO.

Desde marzo de 2007 hasta octubre de 2009, se desarrolló el Proyecto Pionero, iniciativa que le permitió a la Corporación generar una configuración interna en sus procesos y métodos orientada hacia la gestión de la innovación, la tecnología, el talento humano y el conocimiento, dada sus características de líder en el sector naval, marítimo y fluvial (ver Figura 1).

El Proyecto contempló cuatro fases (Sensibilización, Análisis, Diseño e Implementación), desplegadas todas completamente durante estos dos años, y que iniciaron con un diagnóstico de la Corporación, el diseño de metodologías, estrategias, sistemas y estructuras internas, y finalizaron con su implementación y validación en la Corporación.

En el Modelo de gestión basado en conocimiento para la innovación, se partió de la definición de conocimiento como “El producto derivado de la conversión de la información, experiencia, talento, prácticas y creencias generadas en la gestión interna de cada una de las áreas de la organización y del entorno, que inciden actual o potencialmente en ella”, como el insumo principal a gestionar en el modelo corporativo.

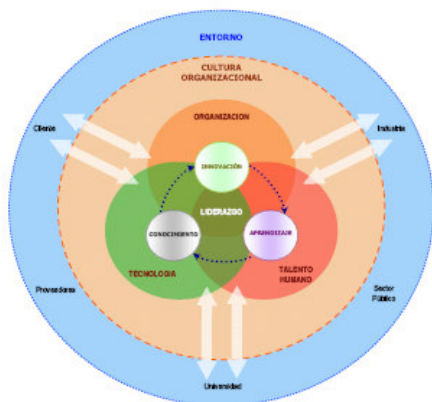


Figura 1. Modelo de Gestión basado en el conocimiento, definido para COTECMAR por el proyecto PIONERO

Creación de Centro de Gestión del Conocimiento e Innovación - CEGECI

El centro nace al interior de la organización como un ente que facilita el despliegue de actividades asociadas a la gestión del conocimiento en los diferentes procesos corporativos, con un modelo diseñado particularmente para COTECMAR,

desarrollado a partir del análisis de los procesos y del diagnóstico organizacional, para responder a las necesidades propias. Para su implementación se adoptaron cambios estructurales (ver Figura 2), se realizaron actividades de ajuste y validación de algunas variables del modelo, y se establecieron las estrategias para implementar el modelo.

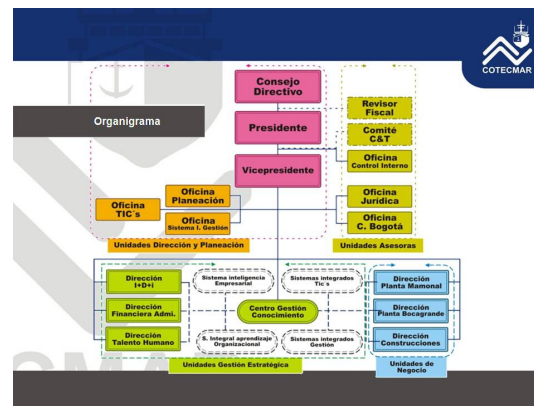


Figura 2. Estructura Organizacional de COTECMAR, presentando al CEGECI como un macrosistema

La Corporación es reconocida por su innovación (menciones y premios nacionales así lo demuestran), por su liderazgo en el sector y sus procesos de investigación, de los que ostenta varias patentes. Por ello, la Corporación busca a través del CEGECI apoyar las actividades que generan valor agregado y que permiten consolidar los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en la Corporación, fortaleciendo el aprendizaje organizacional, para desarrollar una cultura integral de innovación. Entre los procesos desplegados a través del CEGECI se encuentran: La generación, difusión, transferencia y codificación de conocimiento; Despliegue de acciones en vigilancia empresarial; Actividades de transferencia tecnológica; Desarrollo de acciones que estimulen y mejoren el aprendizaje organizacional, y el Mantenimiento del portal del conocimiento PKM.

Todas estas actividades, enmarcadas en el direccionamiento estratégico de la Corporación y constituyen parte esencial de actividades estratégicas de vital importancia para el cumplimiento de la visión que se ha trazado la empresa. Por esto, el desarrollo de las actividades es a través de proyectos, que permite cumplir objetivos y generar conocimiento. De aquí, que la empresa no solo debe gestionar su conocimiento eficientemente sino que ahora empieza el proceso de medición del capital intelectual organizativo,

para que el proceso de crecimiento a partir del conocimiento sea continuo, permanente, y que permitan el crecimiento individual, el desarrollo colectivo y la competitividad de la Corporación.

3. DISEÑO DE LAS HERRAMIENTAS

Portal de Gestión del Conocimiento

Para que puedan cumplirse cada una de las actividades de la Gestión del Conocimiento se desarrollaron herramientas a la medida de la organización que permitieran el uso y creación de nuevo conocimiento, la identificación, disposición y explicitación del existente en la organización, para facilitar el logro de los objetivos estratégicos de COTECMAR.

Las herramientas quedan dispuestas en un portal corporativo – PKM de acceso por la intranet de la organización. Entre estas están las herramientas colaborativas, como lo son las **Comunidades de Práctica**, de libre conformación (fuera de la estructura funcional, sino por grupos de conocimiento) auto-dirigidas y auto-gestionadas. Las **Lecciones Aprendidas**, como conocimiento producto de la experiencia y del mejoramiento continuo de la organización, que debe quedar dispuesto al grupo de interés de ese conocimiento. Como programa semilla de la Innovación están las **Ideas Innovadoras**, a manera de urna abierta a recibir ideas periódicamente por convocatorias. Para fortalecer el Aprendizaje Organizacional se implementó un **Aula Virtual** (con metodología e-learning) para la realización de cursos a la medida. Como una de las herramientas para la explicitación del conocimiento experto se implementaron los **Mapas de Conocimiento** y como instrumento de identificación del conocimiento disponible en el Capital Humano de la Organización se creó el **Directorio de Expertos** por áreas de conocimiento. El Repositorio de **Objetos de Conocimiento** como fuente documental explícita de todo el conocimiento generado en los proyectos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, los informes del Sistema de Inteligencia Empresarial, procedimientos y todo documento que sea producto o generador de conocimiento estarán almacenados allí. Y por último está el **gestor de contenidos** con herramientas colaborativas, de divulgación y transferencia como lo son los Blogs, los Foros y las Wikis.



Figura 3. Portal Interno Corporativo – PKM para la Gestión del Conocimiento

4. IMPLEMENTACIÓN

Implementar un modelo de gestión basado en el conocimiento, en una organización tradicional, implica un cambio en la cultura organizacional que debe ser abordada estratégicamente para garantizar su éxito y no perder el esfuerzo ya realizado.

Marketing Interno

Como la intención de la Gestión del Conocimiento en la organización, es que sea instrumento para el logro de los objetivos corporativos, cotidianizando los procesos de gestión y que éstos sean auto-gestionados; se determinó como estrategia de apropiación del modelo el marketing hacia el cliente interno (cada trabajador de la organización), con campaña expectativa y despliegue publicitario (Ver Figura 4).





Figura 4. Plegables de las Estrategias de Marketing Interno

Curso corporativo en Gestión del Conocimiento

La segunda fase de la estrategia consistió en el diseño y construcción de un curso virtual en Gestión del Conocimiento exclusivo para el modelo de COTECMAR, que fuera interactivo y muchos elementos multimedia para fidelizar el cliente interno cautivado.

El curso debería tener un lenguaje que fuera accesible al trabajador de formación técnica, pero que mantuviera el interés en los de formación post-doctoral, lo cual se consiguió con las actividades prácticas con las herramientas de la Gestión del Conocimiento, los foros y las tareas. Estaba dividido en tres módulos, el primero conceptual-teórico, esencialmente introductorio al modelo, el segundo teórico-práctico que exigía la interacción con las herramientas y el tercero que implicaba análisis, objetividad y crítica.

En el primer curso, se inscribieron 217 trabajadores de 390 con acceso a correo electrónico, de los cuales culminaron el curso y se certificaron 108, que por la complejidad del curso y el corto tiempo dispuesto para su desarrollo, se consideró exitoso.

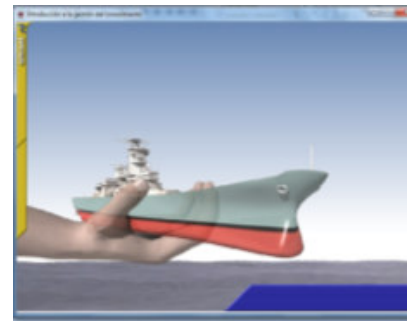
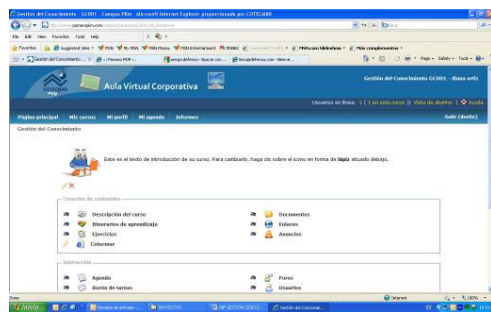


Figura 5. Aula Virtual e Intro del Curso en Gestión del Conocimiento

Incentivos

Una vez iniciado el curso, para mantener el interés hasta el final del mismo y generar una sana competencia, la estrategia fue complementada con incentivos, que iban desde la participación en la semana Europea en Gestión del Conocimiento, completamente patrocinada por la Corporación, hasta paquetes turísticos para dos personas en el Caribe, los cuales fueron entregados en el marco de la ceremonia del aniversario de la Organización.

5. PROYECTOS

La materialización de la Gestión del conocimiento se da a través de proyectos que involucran a toda la organización y que permite identificar los beneficios y la razón de ser del modelo de gestión basado en el conocimiento. Por esto en la fase de inicio, para consolidar el modelo y el CEGECI se diseñaron y desarrollaron tres proyectos, a saber:

Despliegue KM: Se refiere a toda la estrategia para la apropiación del modelo en toda la organización.

Auditoría de conocimiento: Para la determinación del conocimiento crítico de la Organización, a partir de cuatro fases: la identificación del conocimiento existente en la Corporación, la identificación del conocimiento necesario para el logro de los objetivos estratégicos, la determinación de brechas y el diseño de estrategias para el cierre de las brechas.

Gestión del Capital Intelectual: Que implica todo un proceso de diseño y validación del modelo de gestión del capital intelectual, hasta la consolidación del mismo en los estados contables, pasando por las políticas y procedimientos para la

protección y negociación de esos activos intangibles valorados.

Por último, es de resaltar que la estrategia seleccionada dio excelentes resultados, lo que permitió contar con un Centro de Gestión de Conocimiento consolidado y reconocido, interna y externamente.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Bueno, C. (2003) Gestión del conocimiento en las universidades y organismos públicos de investigación. Madrid, 1-57 p.
2. CEGECI (2010) Notas del curso en Gestión del Conocimiento. Cotecmar
3. Documentos internos (2009) - Informes Proyecto Pionero.
4. Peluffo, M. (2002) Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación al sector público. CEPAL, 1-26 p

Evaluación del Desempeño Energético de un Sistema BIPVS de 3,4kW y Dimensionamiento de un Sistema BIPVS para un Usuario Doméstico Típico en Bogotá, Colombia

Andrés J. Aristizábal

Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Central
Bogotá-D.C. Código Postal: 0571, Colombia

Mónica A. Botero

Departamento de Ciencias Naturales, Universidad Central, Bogotá
Bogotá-D.C. Código Postal: 0571, Colombia

Gerardo Gordillo

Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia
Bogotá-D.C. Código Postal: 0571, Colombia

RESUMEN

En noviembre de 2008 se instaló en la Universidad Nacional de Colombia (en Bogotá, a 4° 25' latitud y 2580m de altitud) un sistema BIPVS (Building Integrated Photovoltaic System) de 208 Vac, constituido por un generador fotovoltaico (FV) de 3640W conectado con la red eléctrica a través de un inversor de 3100W. Este sistema viene siendo monitoreado en forma ininterrumpida mediante una innovadora estación de adquisición y análisis de datos desarrollada mediante el concepto de la Instrumentación Virtual. La estación de monitoreo tiene facilidades para adquirir y procesar variables que dan información del desempeño técnico y energético y de la calidad de potencia generada por la planta solar. La estación mide y procesa adicionalmente datos de radiación solar global y de temperatura ambiente en el plano de inclinación de los módulos FV.

Palabras Claves: Energía FV, paneles solares, calidad de energía, instrumentación virtual, desempeño FV.

1. INTRODUCCION

Los esfuerzos recientes para mejorar la viabilidad de los sistemas fotovoltaicos se han ampliado para incluir la consideración de la forma en que la tecnología se aplica. Por ejemplo, los sistemas fotovoltaicos distribuidos integrados en edificios (BIPVS) ofrecen la aplicación más rentable de sistemas FV interconectados a la red eléctrica y es probable que sea la primera grilla de alimentación de sistemas FV para llegar a la comercialización generalizada [1]. Dicho sistema posee ventajas sobre la red centralizada de plantas fotovoltaicas conectadas debido a que la energía producida por un sistema BIPV se consume cerca del generador, por lo tanto las pérdidas de electricidad durante la transmisión y distribución pueden reducirse considerablemente [2].

Actualmente en el Colombia la generación fotovoltaica no es competitiva con la generación convencional. Sin embargo, nosotros creemos que si la Comisión de Regulación de Energía y Gas aprueba incentivos similares a los adoptados en Europa [3], la inversión en plantas de generación FV sería atractiva en el país.

En este trabajo se presentan los resultados de monitoreo del sistema BIPVS durante su primer año de funcionamiento (2009) y con base en la evaluación de los resultados de radiación medidos durante los últimos cinco años, se realizó un dimensionamiento de un sistema BIPVS para un usuario doméstico típico de estrato 4 en la ciudad de Bogotá Colombia. Estos cálculos fueron realizados por el Grupo Procesos & Soluciones Energéticas (GP&SE) de la Universidad Central con apoyo del Grupo de Materiales Semiconductores & Energía Solar (GMS&ES) de la Universidad Nacional de Colombia.

La evaluación preliminar de los resultados reveló que la eficiencia de conversión del inversor fue de alrededor de 84,74% y que la energía AC promedio diaria generada fue de 3,77 kWh/día. Durante los primeros seis meses de 2009 se registró una radiación solar promedio diario-mensual de 2940 Wh/m²-día y una temperatura promedio diaria de 16,48°C.

2. DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA BIPVS PARA UN USUARIO DOMESTICO

Para el dimensionamiento de sistemas FV, las horas de sol estándar (HSS) representan un parámetro imprescindible que permite hacer un cálculo del potencial solar que puede ser convertido en energía eléctrica para el sitio de instalación de la planta FV. Las HSS definen el número de horas para las cuales el sol está radiando a 1000 W/m² y generalmente se reportan como promedios mensuales o anuales.

Para el caso específico de la sabana de Bogotá, el dato comúnmente utilizado es 4 HSS. Sin embargo, mediciones de radiación solar realizadas por el grupo de Materiales Semiconductores y Energía Solar (GMS&ES) de la Universidad Nacional desde Enero de 2005 [4] muestran que los promedios diarios mensuales de radiación solar en Bogotá son significativamente diferentes.

La tabla 1 muestra los valores promedio mensuales de horas de sol estándar medidos.

Mes	HSS				
	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	4,43	3,68	4,06	3,98	3,07
Febrero	3,52	4,07	3,98	4,57	3,66
Marzo	3,32	2,67	3,31	3,89	2,93
Abril	3,25	2,64	3,17	2,79	2,81
Mayo	3,6	2,62	2,85	2,42	2,52
Junio	3,42	3,1	3,01	3,83	2,64
Julio	4,04	3,48	3,13	4,17	3,08
Agosto	4,13	3,36	4,49	4,54	3,78
Septiembre	3,06	3,63	4,21	3,86	3,63
Octubre	3,77	2,6	2,96	4,11	4,34
Noviembre	4,39	2,76	4,38	3,54	4,73
Diciembre	4,43	3,35	4,47	3,94	4,26
Total	45,4	37,96	44,02	45,7	41,45

Tabla 1. Radiación promedio (en HSS), medida en el departamento de Física de la Universidad Nacional- Bogotá.

Según nuestras mediciones presentadas en la tabla 1, el promedio de HSS para los cinco años en cuestión para la sabana de Bogotá es de 3,57.

• Dimensionamiento del Generador FV

El cálculo de la potencia pico que debe suministrar el generador FV para suplir una demanda determinada se calcula por medio de la siguiente relación:

$$P_{GFV} = \frac{\sum_{i=1}^{12} \frac{E_i}{HSS_i \cdot N_i \cdot PR}}{12} \quad (1)$$

Donde E_i es la producción promedio de electricidad solar mensual (en kWh/mes) que se define por el usuario, y que en este caso sería la energía consumida en la instalación. Este valor de E_i generalmente es el valor de la energía esperada en el año, dividido por doce, a menos que se requiera una generación específica durante algún mes para alguna aplicación especial. HSS es el número de horas de radiación solar estándar promedio mensual de la localidad, N_i es el número de días del respectivo mes y PR es el factor de rendimiento del sistema: permite introducir un sobredimensionamiento del 10-20% del generador FV por seguridad y oscila entre 0,7 y 0,9.

• Dimensionamiento del Inversor

Los proveedores de estos equipos de conversión de energía deben garantizar que estos cumplan con los estándares internacionales que garantizan el correcto funcionamiento de los sistemas BIPVS [5,6,7,8]. Actualmente, los inversores deben realizar automáticamente la sincronización y la interconexión con la red de distribución a la cual se van a conectar.

Para llevar a cabo el dimensionamiento de este equipo, se define el tamaño relativo Generador-Inversor de forma tal que se sobredimensione el generador fotovoltaico con respecto al inversor. Se define entonces, un factor llamado *factor de dimensionamiento del inversor* mediante la relación:

$$F_{DI} = \frac{P_{máxima, Inversor}}{P_{nominal, Generador}} = \frac{P_{max, I}}{P_{max, G}} \quad (2)$$

Sin embargo, este factor de dimensionamiento es un tema que continua siendo un tema de profunda investigación. Una recomendación basada en evidencias empíricas, para zonas de poca variación de la radiación durante el año (por ejemplo, sitios donde no se presentan estaciones como en Colombia), sugiere un factor de dimensionamiento entre 0.8 y 1 [9,10,11]. Teniendo en cuenta las características que deben cumplir los componentes del sistema, se emplea un método iterativo para el dimensionamiento del mismo como se muestra en la figura 1:

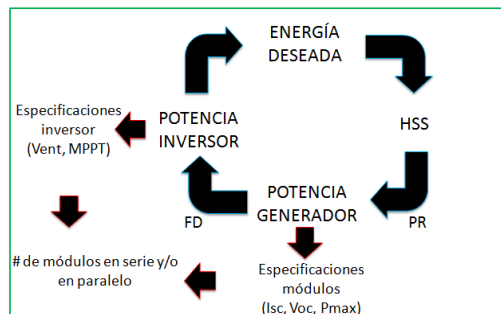


Figura 1. Esquema iterativo para el dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico Interconectado.

Para el dimensionamiento del Sistema BIPVS, se definió un promedio mensual de generación de 310 kWh – mes, que es un valor cercano al consumo promedio residencial del país. Partiendo de éste valor se desarrolló el dimensionamiento iterativo con los siguientes rangos para cada uno de los parámetros del sistema (ver tabla 2):

Parámetro	Rango
Energía deseada	300 – 350 KWh/mes
HSS	3.57
PR	0.7 – 0.9
Potencia Generador	3.6 – 4.2 KWp
FD	0.8 – 1
Potencia Inversor	3.1 – 3.9 KW

Tabla 2. Rangos para los parámetros del dimensionamiento del sistema BIPVS.

Las tablas 3 y 4 muestran las características de los módulos e inversores de distintos fabricantes que se distribuyen en el país y que fueron analizados para el dimensionamiento del sistema FV. De acuerdo a estas características y evaluando el dimensionamiento anteriormente mencionado se seleccionó un generador FV de una potencia nominal de 3640W compuesto por 28 paneles solares marca kyocera de 130W cada uno y un inversor de 3100W marca Xantrex por ser además las opciones que mas economía representaban al momento de adquirirlos.

MODULO	ISOFOTON IS-150 / 12	ISOFOTON IS-150 / 24	ISOFOTON IS-200 / 32	KYCERA KC 130	SHARP NT - 180U1
Potencia máxima (Pmax)	150 Wp	150 Wp	200 Wp	130 Wp	180 Wp
Corriente de máxima potencia (Imax)	8.7 A	4.35 A	4.35 A	7.39 A	5.02 A
Tensión de máxima potencia (Vmax)	17.3 V	34.6 V	46.08 V	17.6 V	35.86 V
Corriente de corto circuito (Isc)	9.3 A	4.7 A	4.7 A	8.02 A	5.60 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	21.6 V	43.2 V	57.6 V	21.9 V	44.8 V

Tabla 3. Características de módulos fotovoltaicos de distintos fabricantes.

INVERSOR	XANTREX GT3.3N	SMA SUNNY BOY 300U	SUNPOWER SPR-3000m
Potencia máxima salida AC	3100 W	3000 W	3000 W
Tensión nominal de salida AC	208 V	208 V	208 V
Rango de tensión de salida AC	183 - 229 V	183 - 229 V	183 - 229 V
Tensión DC máxima de circuito abierto	600 V	500 V	500 V
Rango de tensión DC para MPPT	200 - 400 V	180 - 400 V	180 - 400 V
Corriente DC máxima de corto circuito	24 A	30 A	24 A

Tabla 4. Características de inversores para sistemas fotovoltaicos de distintos fabricantes.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO DEL SISTEMA BIPVS

La figura 2 muestra un diagrama de bloques del sistema de monitoreo de la planta BIPVS que se desarrolló para medir y monitorear las variables que dan información del desempeño técnico, de la calidad de la potencia eléctrica generada y de la radiación solar y la temperatura ambiente. Este incluye las siguientes unidades:

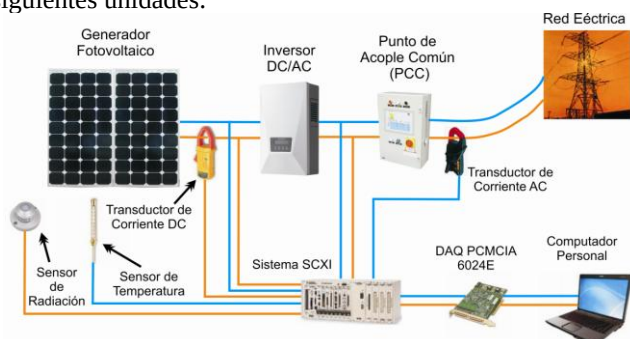


Figura 2. Diagrama de Bloques del sistema BIPVS, mostrando los dispositivos que conforman el sistema de monitoreo desarrollado empleando Instrumentación Virtual.

- **Sensor de radiación solar:** Piranómetro Kipp & Zonen SP-LITE (tiempo de respuesta <1s, Sensitividad $72\mu\text{V/W/m}^2$, rango espectral 0.4-1.1 μm , estabilidad $<\pm 2\%$ /año, no linealidad <1% hasta 1000W/m^2).
- **Sensor de temperatura:** Termistor de 10k (constante de tiempo de 2.5s, constante de disipación 8 $\text{mW}/^\circ\text{C}$, tolerancia 0-70°)
- **Transductor de corriente DC:** Pinza amperimétrica dc FLUKE i410 (señal de salida, 1mV/ amp, voltaje de trabajo 600Vrms, impedancia de carga $>1\text{M}\Omega/100\text{pF}$, exactitud dc $3.5\% + 0.5\text{A}$ (0-400A))
- **Transductor de corriente AC:** Pinza amperimétrica AC FLUKE i200s (impedancia de carga $>1\text{M}\Omega/100\text{pF}$, factor de cresta <3, señal de salida 100mV/A, exactitud $<2\%+5\text{A}$, rango de corriente: 0-200A)

Adicionalmente se emplea un sistema de acondicionamiento y adquisición de datos conformado por un equipo SCXI (Signals Conditioning Extensions Interfaces), una tarjeta de adquisición de datos DAQ PCMCIA 6024E y un computador personal equipado con el software de programación gráfica LabVIEW 7.1 (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) [12]. El sistema SCXI se compone de un bloque terminal SCXI 1313 y un módulo de entrada analógica SCXI 1125 y que

en conjunto representan un sistema blindado de atenuación del alto voltaje, en el cual cada canal tiene un divisor de voltaje resistivo de precisión 100:1 que se puede utilizar para medir voltajes de hasta 300 Vrms ó $\pm 300\text{Vdc}$. Gracias a la tarjeta de adquisición de datos empleada, la estación de monitoreo cuenta con una velocidad de adquisición de datos de hasta 250 kS/s a una resolución de 16 bits y un ancho de banda de 700kHz.

Empleando Instrumentación Virtual [13] se desarrolló un software de monitoreo del desempeño y de la calidad de potencia del sistema FV interconectado, mediante la integración de diferentes instrumentos virtuales (VI's) integrados todos a través de una misma plataforma denominada "VoltVIEW". A continuación se presentan y describen las cuatro unidades básicas de monitoreo y algunos de sus principales sub-instrumentos virtuales (Sub-VI):

i) Unidad de Medición y Análisis de Señales Eléctricas

• Sub-VI para Adquisición de las Señales de Tensión y de Corriente

Este VI mide las señales a una velocidad de 20000 muestras/segundo y genera 6 ciclos de corriente y voltaje AC cada uno de 2000 muestras. Un control en la pantalla permite al usuario establecer un valor límite para la corriente con el fin de indicar una alarma de precaución en el caso de sobrepasar este límite

En la figura 3 se muestra el panel frontal del VI, donde se pueden visualizar las formas de onda de las señales de tensión y de corriente adquiridas del sistema y en la parte central se pueden observar los controles del programa. Adicionalmente, se dispone de la opción de activar cualquiera de los sub-IV's implementados, mediante la selección de una de las ventanas que se visualiza en la parte superior del panel frontal.

• Sub-VI para Análisis Fasorial

Este Sub-VI permite caracterizar la carga AC alimentada por el sistema BIPVS a través de la representación de la corriente y el voltaje como vectores en el plano de números complejos. El propósito de este análisis es mostrar la magnitud y el ángulo de fase de nuestras variables eléctricas de interés, además de calcular la impedancia de la carga y el tipo de la misma así como también el mostrar múltiples cantidades sobre la misma escala para propósitos de comparación. En la figura 4 se muestra el panel frontal de este VI.

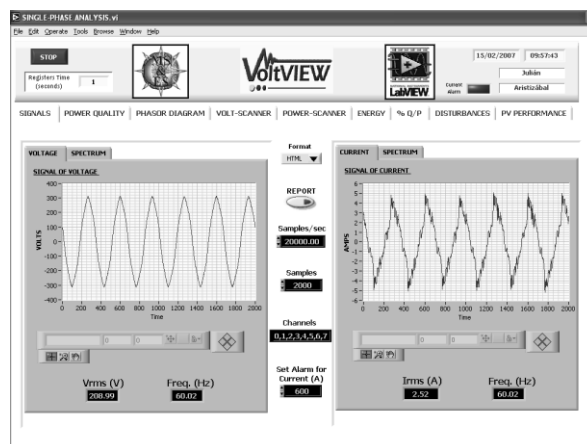


Figura 3. Panel Frontal del VI para adquisición de Señales.

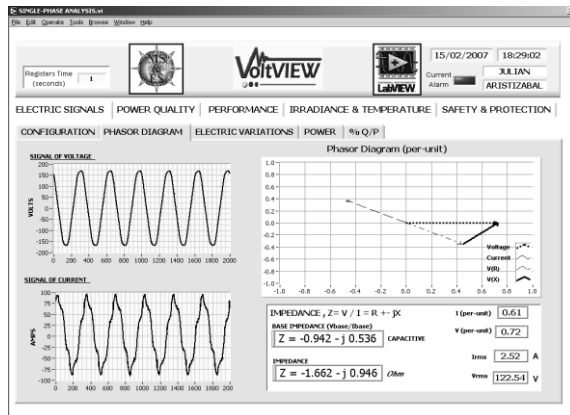


Figura 4. Panel Frontal del Sub-VI desarrollado para realizar el análisis fasorial.

ii) Unidad para el Análisis de la Calidad de la Potencia Generada

Esta unidad está conformada por varios sub-VI's que miden y analizan las señales de tensión y de corriente provenientes de los transductores para calcular los valores de los parámetros que determinan la calidad de la potencia generada por el sistema BIPVS. Estos sub-VI's se dividen en las siguientes categorías: "Parameters", "Flicker", "Harmonics of Voltaje", "Harmonics of Current" y "%THD Graph".

En la figura 5 se muestra el panel frontal del sub-VI "Parameters", donde se observan los porcentajes de cada componente armónico con respecto a la fundamental así como su amplitud (V_{rms}) y su frecuencia (Hz). En la parte superior-izquierda del panel frontal, se pueden observar los parámetros de calidad de potencia exigidos por la norma IEEE 929-2000 [5] (porcentaje total de distorsión armónica de voltaje, valor eficaz del voltaje, factor de potencia, frecuencia y componentes armónicos), además de aquellos que complementan el análisis de nuestras señales eléctricas: porcentaje total de distorsión armónica de corriente; valor eficaz de corriente; potencias activa, aparente, reactiva y de distorsión; factor de forma; factor de cresta; factor K; factor de interferencia telefónica; factor de distorsión y factor de desplazamiento.

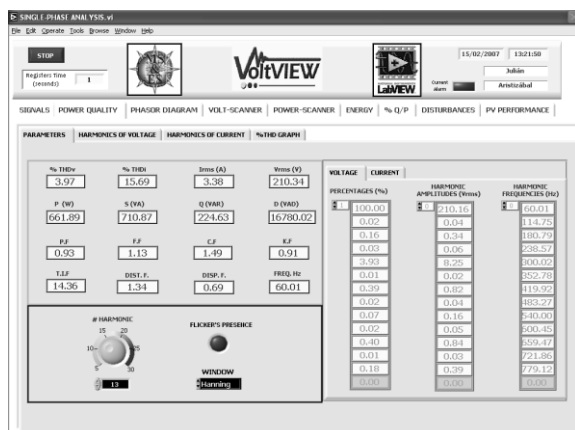


Fig. 5. Panel Frontal para la evaluación de la calidad de potencia generada.

iii) Unidad para la Evaluación del Desempeño Técnico del sistema BIPVS

La evaluación del desempeño técnico del sistema BIPVS se realiza a través de la evaluación de los siguientes parámetros:

- **Eficiencia del Inversor:** determinada a través de medición de las señales de tensión y de corriente a la entrada y salida del inversor, las cuales son procesadas para obtener la eficiencia a partir del cociente de la potencia de salida sobre la potencia de entrada del inversor.
- **Eficiencia de conversión del generador FV:** obtenida a través del cociente de la potencia eléctrica producida por éste sobre la potencia de la radiación incidente medida en el sitio de instalación.
- **Eficiencia de conversión del sistema FV:** obtenida a través del cociente de la potencia eléctrica producida por el sistema FV sobre la potencia de la radiación incidente medida en el sitio de instalación.
- **Energía generada por el generador FV y por el sistema BIPVS.**

En la figura 6 se muestra el panel frontal del sub-VI desarrollado para evaluar el desempeño técnico del sistema FV interconectado.

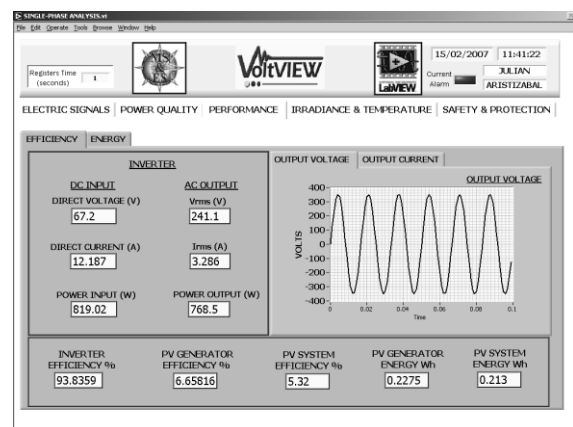


Figura 6. Panel Frontal del Sub-VI para analizar el desempeño del sistema BIPVS.

iv) Unidad para medir y evaluar la Radiación Solar Global y la Temperatura Ambiente.

El sub-VI que conforma esta unidad permite medir, monitorear y evaluar estadísticamente la radiación solar global y la temperatura ambiente en el sitio de instalación del sistema BIPVS. Estos parámetros son necesarios para calcular la eficiencia de conversión del generador y del sistema FV y adicionalmente para dimensionar óptimamente un sistema FV interconectado ya que la corriente de corto circuito es proporcional a la intensidad de la radiación solar y el voltaje de circuito abierto depende fuertemente de la temperatura del módulo FV. En la figura 7 se muestra el panel frontal de este VI donde se observan los valores numéricos instantáneos de radiación y temperatura y gráficas de la variación en el tiempo de estos parámetros.

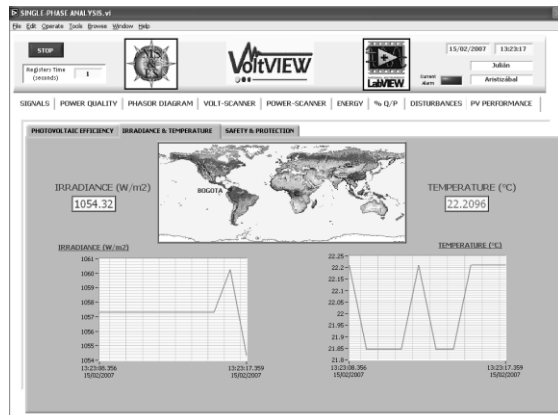


Figura 7. Panel Frontal del VI implementado para medir radiación solar y temperatura.

4. RESULTADOS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA BIPVS

El sistema BIPVS viene siendo monitoreado desde el mes de Enero del año 2009. Los principales resultados de este primer año de operación son los siguientes:

4.1 Desempeño del Generador FV

Los resultados correspondientes al monitoreo del desempeño del generador FV se presentan en las figuras 8 y 9. Los aspectos más relevantes de estos resultados son los siguientes:

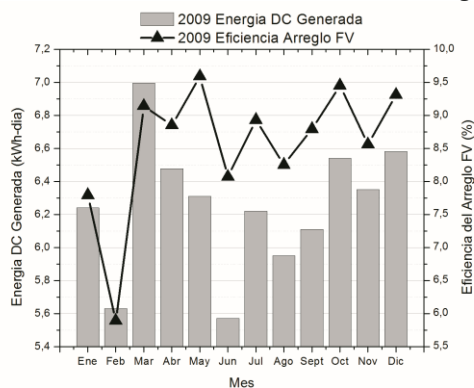


Figura 8. Perfil anual del promedio diario de la producción de energía DC del arreglo FV junto con la variación mensual de su eficiencia para cada mes de 2009

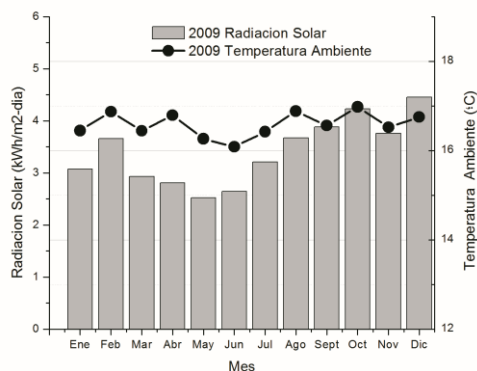


Figura 9. Perfil anual del promedio diario de la radiación solar en Bogotá, junto con el promedio diario de la temperatura ambiente para cada mes de 2009.

- La energía total generada por el arreglo FV durante el primer año del monitoreo fue de 934,78kWh/año, con un promedio diario de energía de 93,48kWh.
- La eficiencia de conversión del arreglo FV varió entre el 5,89% y el 9,59% debido al comportamiento no lineal de la característica I-V del arreglo FV bajo las condiciones meteorológicas del lugar y también porque la eficiencia de conversión depende de la temperatura del módulo.
- Febrero, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre son en general los meses con más alta radiación solar en Bogotá con valores que sobrepasan los 3660Wh/m2-día; por el contrario, Abril, Mayo y Junio son los meses con el promedio más bajo de radiación diaria, con valores de alrededor de 2700Wh/m2-día. Estos resultados también muestran que el promedio diario anual de radiación solar en Bogotá durante 2009 fue 3400Wh/m2-día el cual es un valor bajo para una región cercana a la línea del ecuador como la nuestra. Este comportamiento particular parece deberse al hecho de que Bogotá está localizada en la Región Andina, caracterizada por cambios atmosféricos repentinos y la presencia intermitente de nubes.
- El promedio diario anual de temperatura ambiente en Bogotá fue 16,58 °C con un rango de variación entre 16,08 y 16,98°C.

4.2. Desempeño del Sistema BIPVS

Los principales resultados del monitoreo del desempeño del Sistema FV interconectado se presentan en las figura 10 y 11. Los aspectos más relevantes de estos resultados son los siguientes:

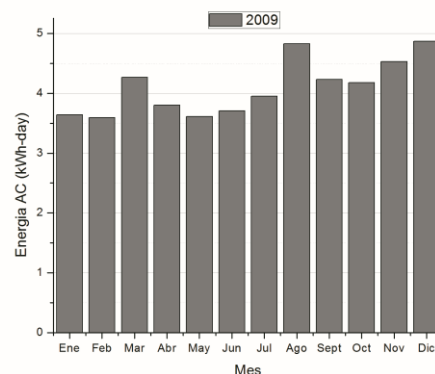


Figura 10. Promedio diario de la producción de energía AC del sistema BIPVS para cada uno de los meses de 2009.

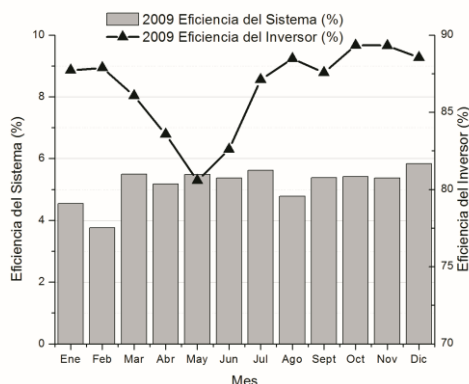


Figura 11. Variación de la eficiencia del sistema junto con el promedio de la eficiencia del inversor para cada mes de 2009.

- El valor más alto de la producción de energía AC diaria fue de 4.87kWh-día, el cual fue registrado en el mes de Diciembre, mientras que el valor más bajo de la producción de energía AC diaria fue de 3,59kWh-día, el cual fue registrado en Febrero. Se puede observar una pequeña tendencia en la producción de energía AC para los meses de mitad de año y para Septiembre y Octubre, a excepción de periodos como Marzo, Agosto, Noviembre y Diciembre; correlación que podría ser atribuida a condiciones de radiación solar que no varía en forma significativa entre los meses en cuestión.
- La energía total acumulada generada por el sistema BIPVS durante 2009 fue de 1349,71kWh-año, con un promedio diario de energía a lo largo de todo año de 4,1kWh/día.
- El valor promedio de la eficiencia del inversor calculada para el primer año de monitoreo fue del 86.56%; sin embargo se registraron variaciones de la eficiencia del inversor entre 80,58% y 89,34%. Se observa una caída de la eficiencia del inversor en el mes de Mayo, la cual contrasta con la baja radiación solar registrada para el mismo mes según la figura 9.
- La eficiencia de conversión del sistema BIPVS varió entre 3,76 y 5,84 % y el valor promedio de la eficiencia calculada para el 2009 fue del 5,19%. Los bajos valores de la eficiencias del SFV con respecto a las registradas para el generador FV se deben a que la eficiencia del SFV es afectada por las pérdidas relacionadas con la transformación de potencia DC a AC del inversor así como también a la disipación de potencia en los cables que transportan la energía entre el generador FV y el punto de conexión la red.

5. CONCLUSIONES

Los resultados logrados en el marco de este trabajo constituyen una importante fuente de información, útil para el dimensionamiento óptimo de sistemas BIPVS en Colombia y para evaluar la conveniencia o no del desarrollo en el futuro de proyectos de generación FV de electricidad donde juegan un papel importante los aspectos técnicos y económicos pero sobre todo los aspectos medioambientales, ya que este tipo de generación no contamina el medio ambiente.

Por otro lado, se diseñó e implementó un prototipo de equipo de monitoreo de sistemas de generación fotovoltaica embebida con facilidades para medición y evaluación de variables que dan información del desempeño técnico y de la calidad de potencia eléctrica generada por este tipo de fuente alternativa. El sistema de monitoreo permite adicionalmente medir y evaluar señales que dan información de la radiación solar global y de la temperatura ambiente.

RECONOCIMIENTOS: Esta investigación fue posible gracias al trabajo multidisciplinario entre investigadores de la Universidad Central y la Universidad Nacional de Colombia.

6. REFERENCIAS

- [1] B. McNeil, —Building integrated photovoltaic systems-International programmes. In: pearsal NM, editor. Powys: The Solar energy Society-UK Section, 1996, 7-14
- [2] S. Borenstein, The Market Value and Cost of Solar Photovoltaic Electricity Production, Center for the Study of Energy Markets (CSEM) Working Paper Series, 2008.
- [3] Agencia Internacional de la Energía, “Photovoltaic power systems in selected IEA member countries: the second of a series of survey reports”. Informe PVPS Ex.Co./TI 1997:1 (Marzo, 1997).
- [4] J. Aristizábal and G. Gordillo, Renewable Energy 33 (2008) 2475–2484.
- [5] IEEE, “Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic (PV) Systems”. IEEE Std 929-2000.
- [6] “A New Australian Standard For Small Grid-Connected Renewable Generation Systems Connected Via Inverters”, Standards Australia Committee EL42, 2000.
- [7] UNE-EN 61727, “Sistemas fotovoltaicos: Características de Interfaz de Conexión a la Red Eléctrica”. Versión oficial española de la norma europea EN 61727 de Agosto de 1995.
- [8] IEC, “Photovoltaic System Performance Monitoring Guidelines for Measurements, Data Exchange, and Analysis” IEC Std 61724.
- [9] L. Keller, P. Affolter, “Optimizing the panel area of a photovoltaic system in relation to the static inverter – practical results”, Solar Energy 50, 1-7.
- [10] J. D. Mondol, Y. G. Yohanis, B. Norotn, “Optimal sizing of array and inverter for grid-connected photovoltaic systems”, Solar Energy 80, 1517 – 1539.
- [11] E. Caamaño, “Edificios fotovoltaicos conectados a la red eléctrica: caracterización y análisis”, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 1998.
- [12] National Instruments, LabVIEW—Data Acquisition Basics Manual.
- [13] National Instruments, LabVIEW—User Manual.

Diseño e Implementación de un Dispositivo Electrónico Portable para Medir, Procesar, Visualizar y Almacenar Datos de Concentraciones de Gases Contaminantes en las Empresas Manufactureras

Jeimy Y. Rojas

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Central
Bogotá, Código Postal 0571, Colombia

José L. Alfonso

Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Central
Bogotá, Código Postal 0571, Colombia

Juan G. Cortés

Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Central
Bogotá, Código Postal 0571, Colombia

Andrés J. Aristizábal

Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Central
Bogotá, Código Postal 0571, Colombia

RESUMEN

En los últimos años, el crecimiento de las grandes ciudades se ha acelerado debido a diferentes factores como lo son la superpoblación por inmigrantes de los campos a las ciudades, la necesidad de mayor producción de recursos y energía, entre otros. Todo esto ha incentivado la creación de empresas de diferentes alcances desde las grandes hasta las pequeñas y medianas (PYMES). La contaminación atmosférica es uno de los mayores problemas presentes en la actualidad, debido a que afecta la calidad de vida de la población mundial por medio de efectos en la salud y el daño sobre el medio ambiente, principalmente, el aire. Este problema es causado por las emisiones de gases contaminantes de las fuentes fijas y móviles en las ciudades. En este artículo se presenta el diseño y las pruebas de caracterización de un banco de sensores para la medición de gases contaminantes como paso previo para la implementación de un dispositivo portátil.

Palabras Claves: Instrumentación, contaminación, sensores, diseño electrónico, acondicionamiento.

1. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Bogotá, existe un gran índice de contaminación en ciertos sectores en los cuales se ubican la mayor cantidad de empresas que conforman el sector industrial, según lo indican los informes entregados por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB).

En este trabajo se describe una propuesta para diseñar e implementar un dispositivo electrónico portable de bajo costo que permita medir, visualizar y almacenar los datos de concentraciones de gases contaminantes tales como el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxidos de azufre (SO₂), emitidos por empresas de sectores industriales durante el desarrollo de sus procesos de producción. Dentro del desarrollo de este proyecto se presenta un diseño e implementación de un banco de sensores como fase preliminar para la evaluación

individual de las etapas de conversión analógica/digital, visualización, almacenamiento, comunicación usb e interfaz PC.

2. CONSIDERACIONES INICIALES

Para construir un dispositivo que pueda medir la concentración de un gas contaminante de una manera fiable se debe en primer lugar analizar la selección de sensores de manera tal que cumplan con las características de emisiones de las empresas. Luego el problema más importante es el de instrumentación ya que se deben obtener señales adecuadas de los sensores para hacer un procesamiento y visualización de la información de manera adecuada. En síntesis el diseño del dispositivo se refiere a una combinación entre una instrumentación eficaz y una visualización interesante y fácil de manejar para que los usuarios puedan interpretar las mediciones de una forma sencilla.

Para la implementación del dispositivo se deben tener en cuenta a las empresas emisoras de gases contaminantes en el sector de la ciudad de Bogotá, ya que es una de las ciudades con mayor concentración de gases de efecto invernadero dentro de Latinoamérica, haciéndola un lugar propenso para la creación, diseño y aplicación del producto que será generado a partir del proyecto. En cuanto al tipo de empresas se tendrá en cuenta el sector manufacturero que está representado por 2806 industrias en esta ciudad, y que principalmente manejan combustibles como carbón y diesel, causantes de la contaminación atmosférica [1].

2.1. Normatividad Internacional (OMS). La calidad del aire libre se convierte en un factor fundamental tanto en ambientes externos como en espacios exteriores, afecta tanto a países desarrollados como a aquellos en vía de desarrollo. Por esta razón la Organización Mundial de la Salud (OMS) ofrece una orientación a nivel mundial con el propósito de reducir la cantidad de emisiones y por ende las repercusiones en la salud; razón por la cual se crearon directrices que limitan los niveles de concentración de

contaminantes tales como material particulado, ozono, dióxido de nitrógeno, y dióxido de azufre:

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual

200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 1h

Este valor fijado por las directrices de la Organización Mundial de la Salud con el objeto de proteger la salud de las personas en periodos de corta exposición a niveles cercanos a los 200 mg/m^3 , causa graves inflamaciones en las vías respiratorias y se producen generalmente en procesos de combustión, calefacción y generación de electricidad [2].

• Dióxido de Azufre (SO_2):

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24h

500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 10 min

Inicialmente los límites exigidos estaban sobre los 150 mg/m^3 pero esto exige un grado de protección más alto. Por otra parte se comprobó que en personas que sufren de asma al estar en contacto por un periodo superior a 10 minutos presentan deficiencias en sus funciones pulmonares. Gran parte de esta contaminación es generada en la combustión de fósiles tales como carbón y petróleo y en fundición de minas que contienen azufre [2].

2.2. Técnicas de Muestreo

En la siguiente tabla se muestra en forma resumida algunos de los contaminantes que afectan en mayor proporción al medio ambiente y la salud pública a nivel nacional e internacional, en ella se muestran las técnicas utilizadas para determinar la proporción de gas nocivo en una muestra tomada. Se especifica el tipo de contaminante con su respectiva técnica.

Parámetro	NOM	Método Medición
Monóxido de Carbono (CO)	NOM-034-ECOL-1993	Atenuación IR no dispersiva GFC
Ozono (O_3)	NOM-036-ECOL-1993	Espectrofotometría UV
Óxidos de Nitrógeno (NO_2)	NOM-037-ECOL-1993	Luminiscencia Química
Bióxido de Azufre (SO_2)	NOM-037-ECOL-1993	Fluorescencia Pulsante
Partículas menores a 10 micras (PM_{10})		Atenuación de rayos Beta
Partículas menores a 2,5 micras ($\text{PM}_{2.5}$)		Atenuación de rayos Beta

Tabla 1. Técnicas de análisis de gases

Las técnicas de análisis presentadas en la tabla 1 representan métodos continuos que implican la captación del gas contaminante en el punto de muestreo en forma continua y automática; mientras que los métodos discontinuos consisten en tomar una muestra en el foco emisor y transportarla a un laboratorio donde es analizada.

2.3. Fuentes de Contaminación del Aire

La figura 1 presenta las fuentes que aportan la mayor proporción de CO, seguidas por las fuentes fijas y aéreas [1]. Tal como se observa, las emisiones de material particulado sucede lo contrario; la mayor contribución está representada en las fuentes fijas, superando en casi una tercera parte a las móviles y sin un aporte considerable de fuentes aéreas.

Por otro lado, para los óxidos nitrosos nuevamente son las fuentes móviles quienes se encuentran en mayor proporción, algo similar ocurre con los compuestos

• Dióxidos de Nitrógeno:

volátiles orgánicos donde tanto las fuentes fijas como las aéreas no alcanzan un mayor porcentaje, cosa que no sucede con los óxidos de azufre en donde las fuentes fijas son primordialmente quienes generan este tipo de contaminante.

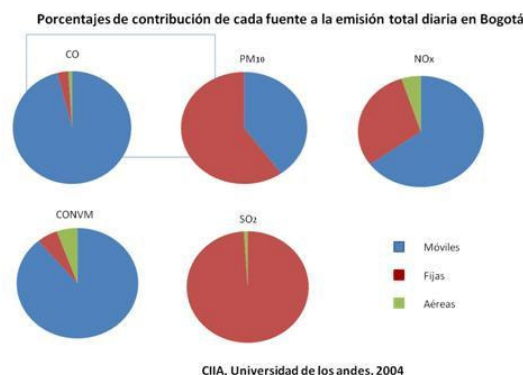


Figura 1. Porcentajes de contribución de contaminantes de cada fuente en Bogotá.

El sector productivo aporta gran parte de las emisiones contaminantes que afectan actualmente a Bogotá [2-7]. La figura 2 describe los porcentajes que emite cada sector, dependiendo de la actividad productiva: el sector químico y farmacéutico contribuye con un 34% de las emisiones totales siendo el más alto, seguido por el sector metalmecánico con un 18% correspondientes a combustibles utilizados en procesos de fundición (combustibles fósiles), luego aparecen los sectores agroalimentario y minero, los cuales contribuyen con un 17% y 12% respectivamente, índices generados para éste último debido a procesos de combustión de materiales fósiles tales como el carbón, diesel y gasolina que en la mayoría de los casos no son de buena calidad. Finalmente se encuentran los sectores de servicios y maderas quienes en comparación con los demás sectores aportan bajos niveles de emisión [2].

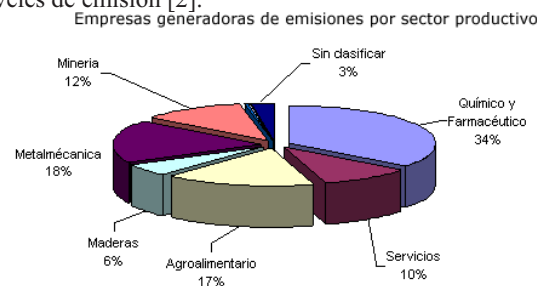


Figura 2. Porcentajes de contribución de contaminantes de cada tipo de empresa en Bogotá

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL BANCO DE SENSORES

Dentro del proceso de implementación del dispositivo electrónico portable para la medición de gases contaminantes en cuestión, se describen a continuación las etapas de diseño e implementación del banco de sensores que permitirá la evaluación inicial de las diferentes etapas del equipo.

En la figura 3 se expone el diagrama de bloques que ilustra la integración de las diferentes etapas del dispositivo:

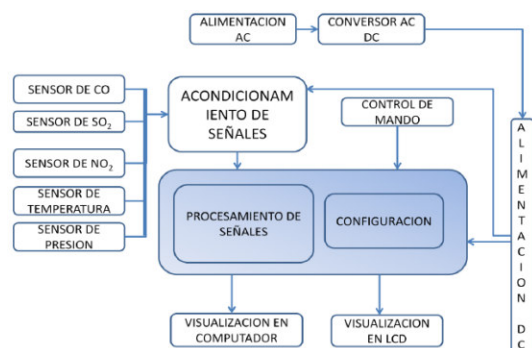


Figura 3. Diagrama de bloques propuesto para el dispositivo.

En la figura 3 se observa un mecanismo de visualización LCD donde se muestran los diferentes menús de configuración tales como hora, fecha, límites de los niveles de emisión, y además se muestran los valores tomados de las mediciones. El equipo sensa gases como el dióxido de carbono, dióxido de azufre, monóxido de carbono por medio de sensores que se encuentran ubicados en las chimeneas o puntos de emisión. Por otra parte el mecanismo puede ser calibrado de acuerdo a condiciones ambientales tales como la temperatura y presión atmosférica del lugar, variables que influyen en la medición de los respectivos gases. El dispositivo también consta de una interfaz vía USB con el computador donde se visualizan las graficas de las emisiones captadas y cuando los niveles de contaminación sobrepasan los límites establecidos se activan alarmas de tipo visual. De la alimentación del dispositivo se encarga una batería recargable de larga duración, además de un regulador que permite conectar el dispositivo a la red.

3.1. Selección de Sensores

A continuación se describen las principales características de los sensores seleccionados para operar con el dispositivo y que cumplen con la normatividad para el rango de medición de los gases en cuestión:

- **Sensor de Monóxido de Carbono TGS 5042.** El sensor maneja un rango de detección que va de 0 a 10.000 ppm, rango suficiente para la aplicación a realizar, este arroja unos valores de corriente de 1.2-2.4nA/ppm. El intervalo de temperatura soportado varía entre 10°C y 60°C.
- **Sensor de dióxido de azufre SO2-AF.** Este sensor tiene una sensibilidad de 450 a 750 nA/ppm en 10 ppm de SO₂. Tiene un límite de desempeño garantizado de 50 ppm como rango y trabaja entre -30°C y 50°C.
- **Sensor de dióxido de nitrógeno P/N 706.** Este sensor detecta cambios mínimos en las concentraciones de dióxido de Nitrógeno entre 0.5 a 10 ppm aunque puede ser ampliado hasta las 100 ppm aumentando el voltaje de alimentación. El transductor trabaja en un rango de temperatura que está entre los 20°C y 50°C. Tomando como base estos sensores se ha implementado el banco de pruebas que permitirá hacer evaluaciones iniciales.

3.2. Diseño electrónico de los sensores para el banco de pruebas

Sensor de Monóxido de Carbono. Para el diseño del sensor se implementó una fuente de corriente tipo cascode.

El sensor establece que tiene una variación de 10000 ppm con un rango de 1.2nA a 2.4nA. Para el caso práctico se manejó un factor de variación de 1.8nA y un rango máximo de 1000ppm.

Las corrientes que se manejan son:

$$I_i = 10 \mu A \text{ a } 0 \text{ ppm} \quad (1)$$

$$I_f = 1.8 \mu A * 1000 + 10 \mu A = 1.81 \text{ mA} \quad (2)$$

Esta fuente maneja la ecuación característica para las corrientes de esta manera:

$$I_o \approx I_{ref} = \frac{V_{cc} - 2V_{be}}{R} \quad (3)$$

$$R = \frac{V_{cc} - 2V_{be}}{I_o} \quad (4)$$

La fuente de corriente se alimenta con 10 V y los voltajes de base-emisor se establecen como 0.7 V. De esta manera para el rango mínimo de 2 μA , $R = 860 \text{ K}\Omega$ y para el rango máximo de 1.81 mA, $R = 4.751 \text{ K}\Omega$.

En la figura 4 se puede ver el esquema del circuito.

Sensor de Dióxido de Azufre. El sensor de dióxido de azufre es un sensor que tiene respuesta de corriente por ppm del gas contaminante. Para poder diseñar el sensor se implementó una fuente de corriente tipo cascode.

El sensor establece que tiene una variación entre 300 nA y 440 nA por ppm. Sin embargo este rango es difícil para establecer por lo cual se multiplicó esta variación por un factor de 10. La variación escogida fue de 4400nA por ppm. Además la cantidad de ppm que puede medir el sensor es de 1000 ppm, dato que fue útil al momento de establecer el rango de corriente que se maneja.

Las corrientes que se manejan son:

$$I_i = 5 \mu A \text{ a } 0 \text{ ppm} \quad (5)$$

$$I_f = (4.4 \mu A * 1000) + 5 \mu A = 4.405 \text{ mA} \quad (6)$$

La fuente de corriente se alimenta con 10 V y los voltajes de base-emisor se establecen como 0.7 V.

De esta forma y retomando la ecuación (3), obtenemos para el rango mínimo (5 μA) $R = 1.72 \text{ M}\Omega$ y para el rango máximo (4.405mA) $R = 1.952 \text{ K}\Omega$.

En la figura 5 se puede ver el esquema del circuito.

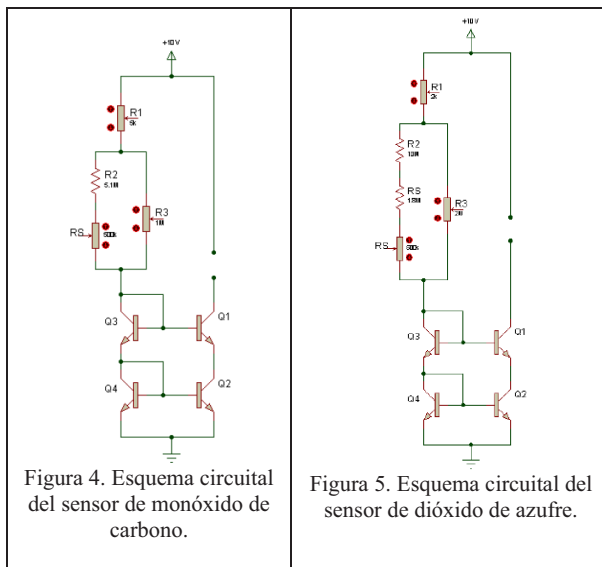
Sensor de dióxido de nitrógeno. Este sensor tiene un rango de alimentación entre 9V y 24V y entrega un voltaje de salida entre 0V y 5V. La resistencia del sensor depende de una resistencia de carga que es aplicada al sensor mismo y sobre la cual se va a medir el voltaje de salida. La cantidad de ppm que puede medir el sensor es de 1000, por lo cual el factor de sensibilidad es de 5mV por ppm.

El sensor consta de una resistencia de calentamiento que eleva la temperatura del sensor y optimiza el sensado. Para calcular la resistencia del sensor aplicamos la ecuación característica del mismo:

$$R_1 = \left(\frac{V_{cc} - V_{R_2}}{V_{R_2}} \right) R_2 \quad (7)$$

Se asume R_2 de 10 K Ω , un voltaje de alimentación de 10 V y un voltaje en R_2 de 5 V.

$$R_1 = \left(\frac{10\text{ V} - 5\text{ V}}{5\text{ V}} \right) 10\text{ K}\Omega = 10\text{ K}\Omega \quad (8)$$



R1 es una resistencia fija de 8.2 K Ω en serie con un trimmer de 2 K Ω de ajuste. R2 se construye con un trimmer de 10 K Ω . De esta manera se pueden hacer los ajustes necesarios para que el voltaje de salida sea óptimo. El sensor con los valores calculados se puede ver en la figura 6.

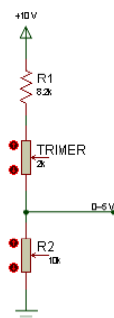


Figura 6. Sensor de dióxido de nitrógeno con valores calculados.

También fueron diseñados los sensores de: temperatura tomando como referencia una RTD-PT100 cuya resistencia varía según la temperatura sensada y con un rango de temperatura entre 13 y 30°C; y de presión usando como referencia un TS290 que varía en una configuración de divisor de voltaje y cuya salida está entre los 50mV y los 4V. Todos los sensores diseñados fueron apropiadamente acondicionados teniendo en cuenta los requerimientos de todas las señales, los rangos de las mediciones y las características del dispositivo en cuestión.

4. DISEÑO DIGITAL

Dentro del diseño digital del prototipo se deben tener en cuenta funciones como la adquisición de señales, conversión y procesamiento de datos, comunicación, visualización y almacenamiento de la información. Se pretende tener una interpretación sencilla de los niveles de contaminación por parte del usuario, por lo cual se establecen tres formas de visualización: niveles de color, visualización en LCD y gráficas de comportamiento en una interfaz en el PC.

Módulo 1: Control. El módulo 1 llamado módulo de control administra todo el contenido digital en virtud a que para cualquier decisión y variación se requiere de su operación. Sus funciones están comprendidas entre hacer la conversión análoga-digital de las señales de los sensores, procesar los datos para expresar los valores en mg/m³, enviar las señales de control a los demás módulos y visualizar los niveles de contaminación en rangos de color. En la figura 7 se puede observar el funcionamiento del módulo en términos generales.

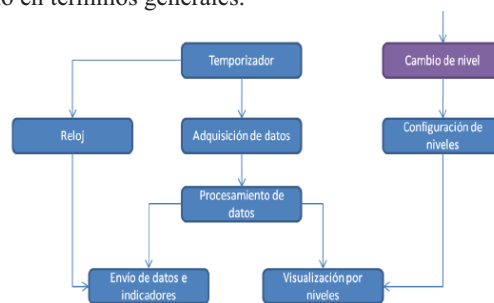


Figura 7 Diagrama de bloques del modulo de control.

En la figura 7 se observa además su proceso de funcionamiento multihilo; específicamente 2 hilos, ya que el cambio de nivel se da por una orden exterior y se procesa al mismo momento que las demás etapas.

Módulo 2: Interfaz física con el usuario. Este módulo tiene como tarea interactuar con el usuario de la forma más básica, por lo cual se compone de una visualización por medio de una LCD y un manejo por medio de 4 botones que permiten explorar un menú para visualizar diferentes variables y configurar los niveles de led's. En la figura 8 se puede ver el funcionamiento del módulo indicando sus actividades; por lo cual se denota que su dificultad no es por su cantidad de operaciones sino por la complejidad de los algoritmos.

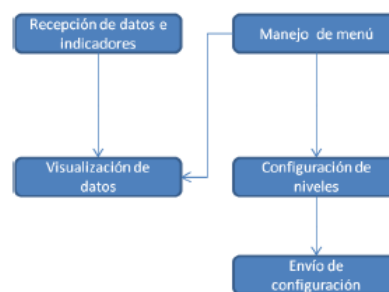


Figura 8. Diagrama de bloques del módulo de interfaz física con usuario.

Módulo 3: Módulo de almacenamiento de datos. Cuando se trabaja con gran cantidad de datos no es suficiente con visualizarlos, es necesario conocer la tendencia a la cual tienden estos datos a medida que avanza el tiempo y con ello determinar si es necesario realizar ajustes en la maquinaria para reducir las emisiones. Debido a esto se implementó en el dispositivo una memoria flash no volátil que permitiera guardar los datos independientemente de si el mecanismo está apagado o encendido, datos que luego serán enviados al computador para su posterior análisis. En este modulo se trabajó con la memoria 28F010, la cual tiene un espacio de 1024 kbits donde se pueden almacenar alrededor de 128000 bytes, lo que representa

aproximadamente unas 88 horas continuas sensando siempre y cuando el tiempo de muestreo sea de 15 segundos por variable.

Modulo 4: Módulo de interfaz con PC

- **USB**

Para la implementación de este modulo se utilizó el micro controlador PIC18F4550 al cual se le enviaron los datos adquiridos por el conversor análogo a digital. Estos datos fueron ingresados a través del puerto D y almacenados momentáneamente en un registro del micro controlador. Cada vez que se recibe una señal de cambio, los datos son enviados por el puerto USB. Adicionalmente existen 3 bits indicadores que permiten de acuerdo a su valor, identificar el tipo de dato que se está enviando; es decir si es una señal de monóxido de carbono, de dióxido de azufre o de dióxido de nitrógeno.

- **PC**

Para el desarrollo de este módulo fue necesario utilizar el micro controlador 18f4550, que soporta comunicaciones por puerto USB. En esta etapa se adquieren los datos obtenidos por medio del conversor del micro controlador 1, se guardan momentáneamente en registros y luego son enviados como paquetes por el puerto USB. Una vez son recibidos los tres datos (monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre) son guardados en sus respectivos buffers. Terminado este procedimiento, la interfaz permite importar los datos a formato de texto o dado el caso a formato XLS para su posterior análisis.

5. RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN

5.1 Análisis en Frecuencia

- **Respuesta en Frecuencia del Sensor de CO.**

La figura 9 muestra el comportamiento del circuito de acondicionamiento del sensor de monóxido de Carbono. El voltaje de salida se mantiene durante un rango de frecuencias por lo general bajas, alrededor de los 10 KHz; a partir de esta frecuencia el voltaje de salida comienza a disminuir y tiende a valores pequeños.

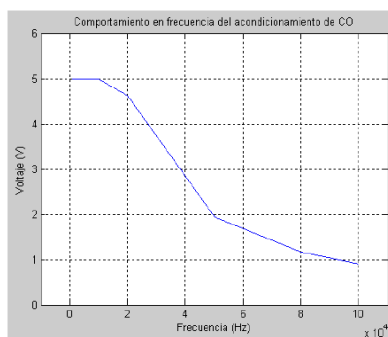


Figura 9. Curva característica del comportamiento en frecuencia del acondicionamiento de CO.

- **Respuesta en Frecuencia del Sensor de SO₂.**

Los valores de voltaje se mantienen hasta una frecuencia límite de 3 KHz. Cuando se aumenta la frecuencia por arriba de este valor la salida de voltaje se ve afectada, disminuyendo a medida que se aumenta la frecuencia de la señal de entrada. Entre 5 y 10 KHz la variación es mínima, pero cuando se alcanzan valores más elevados como, por

ejemplo 80 y 100 KHz a la salida, el voltaje baja en gran proporción.

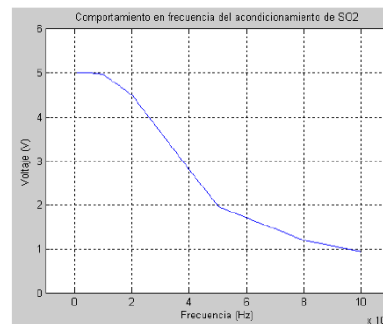


Figura 10. Curva característica del comportamiento en frecuencia del acondicionamiento de SO₂.

- **Respuesta en Frecuencia del Sensor de NO₂.**

En el acondicionamiento del sensor de Dióxido de Nitrógeno, los valores de frecuencia son más estables para valores bajos. Aproximadamente hasta los 10KHz se mantiene el voltaje de salida debido a que en ambas etapas se utiliza la misma configuración de los amplificadores operacionales y se obtienen los mismos valores siempre y cuando la frecuencia no sea muy elevada. Cuando se sobrepasa los 10 KHz, en cada una de las etapas aparece una atenuación del voltaje, por ejemplo en la primera etapa a una frecuencia de 20 KHz se obtiene un voltaje de 4,6 V mientras que en la segunda, el voltaje de salida es de 4,56 V a la misma frecuencia. Entre 20 KHz y 80 KHz hay una atenuación de 40 mV de una etapa a otra. En 100 KHz la atenuación es un poco menor; aproximadamente 38 mV.

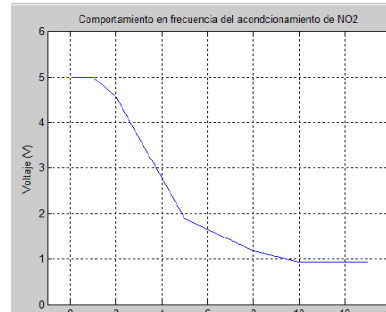


Figura 11. Curva característica del comportamiento en frecuencia del acondicionamiento de NO₂.

5.2. Análisis de Amplitud

- **Respuesta en Amplitud del Sensor de CO.**

Debido a que la variación del sensor se da en valores positivos, solo se toman las amplitudes de voltaje positivas de las señales de entrada. Una vez el voltaje llega a su valor máximo, la señal comienza a recortarse; para este caso se alcanza un voltaje máximo de 8,93 V, este es el valor máximo de la ventana en caso de aplicar valores de amplificación muy altos.

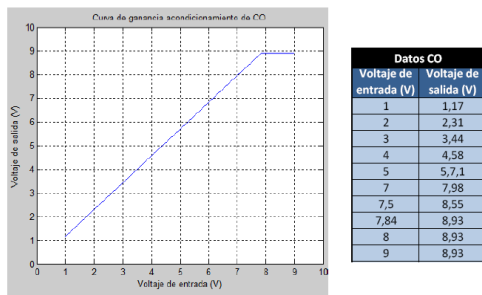
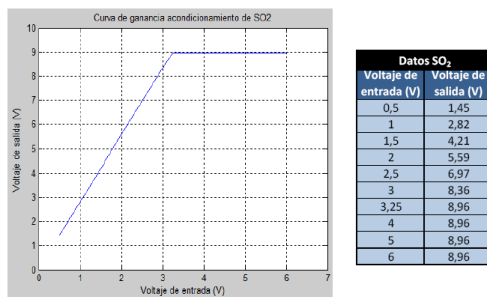


Figura 12. Respuesta en amplitud acondicionamiento de CO.

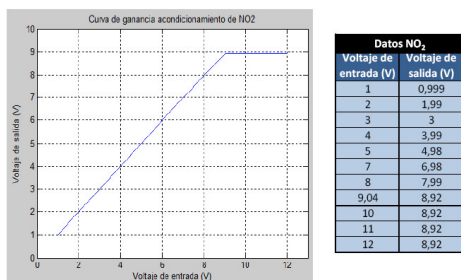
- **Respuesta en Amplitud del Sensor de SO₂.**

Figura 13. Respuesta en amplitud acondicionamiento de SO₂.

Idealmente los amplificadores de un mismo tipo tienen las mismas características técnicas y a pesar de que el acondicionamiento hecho para este sensor es similar al realizado con el sensor de Monóxido de Carbono, los valores máximos de ventana que puede tomar son diferentes lo cual indica que cada amplificador tiene unas características específicas en la práctica. Para este caso el máximo valor que podría arrojar el amplificador a la salida es de 8,96V sin que la señal se recorte.

- **Respuesta en Amplitud del Sensor de NO₂.**

Dependiendo de la configuración del amplificador operacional se pueden obtener resultados diferentes. Para el sensor de dióxido de nitrógeno se diseñó una configuración inversora sin ganancia, con lo cual se ajustaban las impedancias de salida del circuito. Como se observa en la figura 14, los voltajes a la salida son inferiores a los voltajes de entrada; lo cual indica pérdidas en el circuito ya sea por el mismo amplificador o por los valores de las resistencias. Una vez se alcanza un valor de 9,04V, el amplificador entrega la máxima amplitud de la ventana, después de este valor no podrá amplificar más aunque se modifique la ganancia del circuito.

Figura 14. Respuesta en amplitud acondicionamiento de NO₂.

5.3. Determinación del Factor de Razón de Cambio

Para calcular la magnitud de la razón de cambio se tomaron las diferencias entre los voltajes máximos y

mínimos y se dividieron entre las diferencias de tiempos correspondientes a cada voltaje.

$$\text{Razón de Cambio del Sensor de CO: } RC = 0.4545 \text{ V}/\mu\text{s} \quad (9)$$

$$\text{Razón de Cambio del Sensor de SO}_2: RC = 0.2771 \text{ V}/\mu\text{s} \quad (10)$$

$$\text{Razón de Cambio del Sensor de NO}_2: RC = 0.4 \text{ V}/\mu\text{s} \quad (11)$$

Fueron también llevadas a cabo medidas de la cantidad de muestras por conversión y de la capacidad real de la memoria. En el primer caso, al realizar una conversión con cuatro muestras para comparar y promediar los valores de cada una de ellas, el resultado arrojado fue una constante correspondiente al valor real de la conversión. En el caso de la capacidad real de la memoria, las pruebas revelaron que en promedio se pueden almacenar 1020 datos.

6. CONCLUSIONES

A pesar que a nivel internacional se pueden encontrar productos con características similares y en algunos casos más eficientes, los costos tanto de adquisición como de mantenimientos suponen una negativa por parte de las grandes empresas y las PYMES, ya que en su presupuesto buscan un gasto menor para este tipo de mediciones y monitoreo de contaminantes. En los estudios realizados se encontró que los dispositivos ofrecidos en el mercado no se ajustan a los requerimientos del problema, siendo ineficiente la adquisición de estos.

El banco de sensores fabricado es fiel a las variaciones de los sensores reales, ya que se simuló de forma debida las salidas que denotan por medio de fuentes de corriente, variaciones resistivas y divisores de voltaje.

Las pruebas de caracterización realizadas sobre los acondicionamientos diseñados validaron el circuito en diferentes formas ya que las señales de contaminación no trabajan frecuencias altas y el comportamiento del circuito es eficiente a bajas frecuencias.

7. REFERENCIAS

- [1] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). "La industria en las localidades de Bogotá, síntesis de coyuntura, dirección de políticas sectoriales". Bogotá 26 de Noviembre de 2007.
- [2] Organización Mundial de la Salud, "Calidad del aire y salud". Guías de calidad del aire de la OMS. Agosto, 2008.
- [3] Alcaldía Mayor de Bogotá. Las empresas en Bogotá. Bogotá. Observatorio ambiental de Bogotá. 2006.
- [4] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Guía ambiental pequeñas ladrilleras. Bogotá. CINSET
- [5] Informe de la Personería Distrital. Crece minería ilegal Bogotá. El Espectador. Bogotá D.C. 24, Septiembre, 2008. Edición Online.
- [6] Behrentz, Eduardo. Osorio, Diana. Uscátegui, Natalia. Concentraciones de Material Particulado Respirable Suspendido en el Aire en Inmediaciones de Una Vía de Transporte Público Colectivo. Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA), Universidad de los Andes.
- [7] Universidad de los Andes. El aire que respiramos. Bogotá, 2006.
- [8] Rojas, Néstor. Calidad del aire y fuentes móviles preguntas por responder y aportes de la Universidad. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- [9] Ortiz Quevedo, Carlos H. Escobar Martínez, Jaime y García Muñoz, Diego. Contaminación atmosférica y salud: Estimación de una función dosis-respuesta para Cali.



ÍNDICE DE AUTORES

Volumen IV

Edición Post-Conferencia

Abad, T.	87	Hernández Donjuan, Samuel	8
Acero, D. M.	69; 81	Hernández, W.	116; 120
Acero, Diego M.	95	Labrador, M.	120
Alfonso, José L.	157	Lacerda Protásio, Ane Polline	36
Álvarez-Vellisco, A.	120	Londoño, S. P.	81; 98
Andina, D.	116	Londoño, Sandra P.	95
Arias J., Lady	110	López, Antonio	31
Aristizábal, Andrés J.	151; 157	Madrid Vega, José Iván	126
Arzola G., O.	19	Martínez, F. H.	69
Arzola Garza, Orlando	8; 14; 25	Mineiro, Ana	104
Bermúdez-Valbuena, R.	116	Montaño, Juan Carlos	31
Bertolotti, María I.	58	Montoya Quintero, Diana María	92
Bonache, J.	120	Nunes, Maria Vânia	104
Boone Rodríguez, Fidencio de Jesús	14	Ocampo Blandón, Cristian Felipe	64
Borrás, Dolores	31	Ortiz-Páez, Diana M.	146
Borrego Quiñonez, Mónica Lizzeth	8	Osorio, John E.	42
Botero, Mónica A.	151	Pallares Muñoz, Myriam Rocío	48
Bravo, Juan Carlos	31	Palmero, J.	120
Buono, Juan J.	58	Pardo, Irene	134
Cabrera, Nati	140	Pérez, Juan D.	42
Campos Posada, Gloria Elisa	25	Pinilla, F.	98
Carreto, José Ignacio	58	Pinilla, V.	98
Castañeda Alvarado, Sergio Raul	14; 25	Pontes Pereira, Tiago	36
Castilla, Manuel	31	Preciado Martínez, Olga Maricela	8; 14
Castro Caldas, Alexandre	104	Prieto Ortiz, Flavio Augusto	64
Chías, P	87	Protásio de Souza, Cleonilson	36
Cortés, Juan G.	157	Rairán, José D.	42
Cousido, C.	120	Reis Lagarto, José	104
Cucchi Colleoni, Daniel	58	Riaño Rojas, Juan Carlos	64
Delgado, Fernando	146	Rodríguez Calderón, Wilson	48
Espíndola, Jorge E.	75	Rojas, Jeimy Y.	157
Facundo A., I. A.	19	Rosales S., M. G.	19
Galvis López, Jhon Jairo	126	Saldívar Vaquera, René Alonso	25
García Y., M.	19	Sánchez Camperos, Edgar Nelson	64
García Yregoi, Manuel	14	Sangrà, Albert	140
Gardié, Gabriela	110	Sarmiento Ortiz, Henry José	126
Giraldo, Juan Camilo	92	Segovia Cifuentes, Yasbley	1
Gómez, Ernesto	75	Valdez Menchaca, Alicia Guadalupe	8; 25
González Sanmamed, M.	128	Verduzco Cura, Óscar	14
Gordillo, Gerardo	151	Zaldívar, José Ángel	54
Guevara Z., J. Y.	19	Zárate Martínez, Ángel	8
Gutiérrez, Jaime	31		