



DIRECTIVOS

Rector Seccional
Fray Carlos Arturo Díaz Rodríguez, O.P.

Vicerrector Académico
Fray Tiberio Polania Ramírez, O.P.

Vicerrector Administrativo-Financiero
Fray Jesús Antonio Ceballos Giraldo, O.P.

Decano de División de Ingenierías
Fray Guillermo León Villa Hincapié., O.P.

Director
Fray Guillermo León Villa Hincapié., O.P.

Editor
Fernando Niño Ruiz
Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga

Coordinador
Erik Vera Mercado

Concejo editorial
Erik Vera Mercado
Jaime Castro
Daniel Eduardo Cobos
Luis Omar Sarmiento
Javier Peña
Richard Caicedo
Julían Mantilla
Mauricio Velasco
Wilson Rodríguez
Fernando Niño Ruiz

Asesores nacionales
Fernando Niño Ruiz
William Castro
Jaime Castro
Mauricio Acevedo

Asesores internacionales
Elías de los Reyes Davó
Miguel Fernando Bataller
Juan Vicente Balbastre
Luis Nuño Fernández
Francisco Morán Aglada
Luis Améndola
José Simó
Emilio García

Comité de gestión
Harvey Sierra Coley
Liliana Prieto Díaz
Lucero Tatiana Trujillo
Ricardo Carreño

Corrección Ortográfica y de estilo
Fray Guillermo León Villa Hincapié., O.P.
Ciro Antonio Roza Gauta

Traducciones
Genny Castellanos Quiroz

Producción Creativa
Departamento de Comunicaciones

Director Dpto. Comunicaciones
C.S. Oscar Castellanos Rodríguez

Diseño y Diagramación
D.G. Edith Domínguez Suárez

Impresión
Futura Impresores

© Derechos Reservados Universidad Santo Tomás

Cada artículo es responsabilidad de su autor y no refleja la posición de la revista. Se autoriza la reproducción de los artículos siempre y cuando se cite al autor y la revista **iteckne**. Agradecemos el envío de un copia de la reproducción a esta dirección: Universidad Santo Tomás, Facultades de Ingeniería, Carrera 18 No. 9-27, E-mail: iteckne@ustabuca.edu.co Bucaramanga - Santander.

Servicio al Cliente iteckne
Teléfono 6800 801 Ext. 1421 - 1402
Fax 6717067

Edición No. 3

CONTENIDO



Editorial

Pág. 2

Olimpiadas Nacionales de Mecatrónica

Pág. 3

Redes de una nueva generación

Pág. 5

Jorge E. López Ordoñez



JINI

Pág. 8

Edgar Mauricio Velasco Díaz

CNS ATM

Pág. 13

Ruth Milena Cruz Mojica



FESTO y las 7 tendencias de automatización que se manifiestan en la industria electrónica FESTO Co.

Pág. 19



El fomento de la cultura investigativa en la División de Ingenierías de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga
Vita Paola Bolívar León

Pág. 21



Diseño de optimización de estructuras por métodos numéricos avanzados
Wilson Rodríguez Calderón

Pág. 29

Analysis of phase-contrast magnetic resonance imaging of cerebrospinal fluid flow.
Yudy Natalia Flórez Ordóñez

Pág. 36



DOMÓTICA.
Álvaro H. Ruíz M.

Pág. 39

Consideraciones de propagación Electromagnética sobre la Región Andina
Alexis Paolo García Ariza

Pág. 42

ISSN 1692-1798

EDITORIAL



Fernando Niño Ruíz
Decano Facultad Ing. de Telecomunicaciones

Después de un riguroso proceso de selección de artículos enviados por ingenieros, empresarios, estudiantes, investigadores de diferentes universidades, y centros de investigación de Colombia y del exterior, se ha llegado a la tercera publicación de Iteckne, que poco a poco se constituye en uno de los escenarios escritos para la discusión y análisis de temas de actualidad relacionados con las tecnologías de punta, en especial las referentes a la ingeniería de telecomunicaciones y a la ingeniería mecatrónica. El espacio ganado en tan corto tiempo como una revista para la investigación, desarrollo e innovación ha motivado a los diferentes sectores: academia, empresa y gobierno, a participar en esta publicación reflejada en este número con artículos de alto contenido investigativo que servirán de referencia para el sector empresarial y para la comunidad académica en general.

Los temas tratados en esta ocasión responden en gran parte al fortalecimiento de las líneas y de los centros de investigación que se están constituyendo y fortaleciendo en la Universidad, con el apoyo de instituciones educativas nacionales e internacionales, generando redes temáticas y equipos de investigación multidisciplinarios. En esta edición se abordan temas de telefonía, sistemas de comunicación, navegación y vigilancia de tráfico aéreo, métodos numéricos avanzados, domótica y propagación elec-

tromagnética, entre otros, que responden en gran medida a las peticiones realizadas por terceros a la dirección de la revista.

Desde hace más de cuatro años se ha venido adelantando un estudio por parte del Grupo de investigación de Compatibilidad Electromagnética - CEM - de la Universidad Santo Tomás sobre el diseño de una ley que regule este tema en Colombia, donde incluya su viabilidad e implantación. Este trabajo ha sido apoyado por la Universidad Politécnica de Valencia de España y liderado por el Dr. Luis Nuño Fernández (PhD), catedrático e investigador de dicha institución universitaria española, el cual es reconocido internacionalmente por sus investigaciones realizadas en materia de compatibilidad electromagnética. El estudio contempla además un estado del arte a nivel nacional e internacional y se han tomado las experiencias de otros países que han regulado CEM desde hace muchos años, constituyéndose hoy en día en la carta de navegación para la comercialización de productos eléctricos y electrónicos ya que éstos requieren de una certificación previa para su posterior venta y mercadeo.

El diseño de la normativa comprenderá también los efectos nocivos de los campos electromagnéticos en los humanos (por exposición), que actualmente se convierte en un problema de salud y de administración de justicia en nuestro medio, debido a la ausencia de normas que regulen este tema y por tanto, su forma de impartir justicia. Hoy en día los gremios y el Estado, a través de la

Asociación de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos y Mecánicos ACIEM - y el Ministerio de Comunicaciones, está fomentando y apoyando el desarrollo de actos administrativos que regulen los límites de exposición de humanos a campos electromagnéticos, que coincide con el trabajo adelantado desde hace un largo tiempo por este grupo de investigación que cuenta con el apoyo de la comunidad europea.

Es importante manifestar la complacencia de toda la comunidad universitaria tomasina por el triunfo obtenido con el primer puesto en las Olimpiadas Nacionales de Mecatrónica, como quiera que éste es el producto del esfuerzo, dedicación, estudio e investigación de los diferentes estamentos universitarios, y es el resultado de la cultura institucional en la búsqueda permanente de la excelencia académica, así como de la alta calidad e idoneidad de los ingenieros de la Universidad Santo Tomás.

Retomado lo mencionado al inicio de este editorial, Iteckne cada vez se consolida en el escenario ideal de discusión y análisis de temas ingenieriles que trascienden fronteras, como es el caso de la investigación sobre compatibilidad electromagnética que tanto preocupa a nuestros conciudadanos y al sector empresarial, así como al mismo Estado que es el garante y protector de los derechos fundamentales de los colombianos. La invitación se extiende entonces a todos con el fin de convertir a Iteckne en el lugar democrático y propicio para la sana discusión académica y científica.

OLIMPIADAS NACIONALES DE MECATRÓNICA

JULIÁN MANTILLA
Ingeniería Mecatrónica USTA
Bucaramanga

Las Olimpiadas Nacionales de Mecatrónica son, en esencia, la prueba de la tecnificación del hombre a través del tiempo, en donde se aplican recursos de software y hardware de punta que permiten el avance de la automatización de los procesos en la industria colombiana.

En las últimas justas, la Universidad Santo Tomás (USTA) se proclamó Campeona Nacional gracias a Daniel Sánchez Pineda y David Hurtado, quienes tendrán la responsabilidad de mantener el buen nombre del país en las Olimpiadas Latinoamericanas en Brasil en el 2004.



Mención y Trofeo de las Olimpiadas Nacionales de Mecatrónica

La automatización de los procesos de manufactura requiere de profesionales con alto grado de preparación tecnológica, capaces de desarrollar la industria nacional. Es por esto, que cada año se realizan las olimpiadas nacionales de Mecatrónica, en donde participan equipos de estudiantes con conocimientos técnicos tales como el manejo de MPS (Sistemas Modulares de Producción), el uso de equipos de cómputo con software especializado y la utilización de PLC(Control Lógico Programable).

Las Olimpiadas se llevan a cabo en tres etapas, la primera ronda determina el equipo que representa a cada institución, la segunda escoge el campeón por cada región y en la tercera ronda estos equipos finalistas disputan el campeonato nacional.

A nivel de Universidad (primera ronda), la USTA, realizó un proceso de eliminación interno en el cual participaron diferentes equipos de la Facultad de Ingeniería Mecatrónica. Cada grupo participante es conformado por dos(2) miembros, se da importancia al trabajo en equipo y a la necesidad de cumplir metas a corto plazo de modo sinérgico. En este certamen se realizaron pruebas de Electroneumática y programación de PLC's por medio del paquete FST 4.02 de Festo; ambas pruebas se limitaron a tiempos predeterminados y a objetivos definidos claramente al inicio de la jornada. Al final del día dos(2) equipos clasificaron para la siguiente ronda.

En la fase regional los equipos de la USTA, UNAB, UIS se batieron con el fin de ser los campeones de la zona Oriente. En esta etapa las pruebas fueron conexiones eléctricas, conexiones neumáticas, simulación de circuitos electroneumáticos por medio de software especializado llamado FluidSIM de Festo y programación de MPS's. Cada prueba contó con duración y reglas de puntuación que determinaron al campeón regional de Mecatrónica. Esta competencia fue reñida pero al final uno de los equipos de la USTA se proclamó vencedor.

La última y más importante fase es la competencia nacional que se llevó a cabo en Bogotá durante el marco de la Feria AndinaPack 2003. A este certamen llegaron cuatro(4) equipos de distintas zonas del país, la Universidad Cooperativa de Colombia por Medellín, el Sena Valle por Cali, la Universidad Autónoma de Colombia por Bogotá y la Universidad Santo Tomás por Bucaramanga. Las pruebas en este evento se basaron en detección y corrección de fallos en sistemas de producción modular (MPS), programación de controles lógicos (PLC), integración de MPS's, control y auditoría de procesos por medio de Microsoft Excel. En este nivel se usaron cuatro(4) MPS's conectados por medio del protocolo TCP-IP a los equipos de cómputo. La USTA mereció el primer lugar y se proclamó Campeona Nacional de Mecatrónica con el derecho de representar a Colombia en las Olimpiadas Latinoamericanas de Mecatrónica en Brasil en junio del 2004.

La preparación para cada fase fue realizada durante más de tres(3) meses en donde los miembros del grupo de trabajo unieron esfuerzos para encontrar el balance ganador entre creatividad, experiencia, astucia y ganas de triunfar. Cada equipo de la USTA se capacitó en el manejo de MPS's, que son módulos que simulan en pequeña escala un proceso real de la industria, en programación de PLC's que llevan el control de acuerdo a una serie de señales en sus entradas, en simulación de circuitos electroneumáticos en FluidSIM, en control y auditoría de procesos en Microsoft Excel, en manejo de sensores, cilindros neumáticos, válvulas, en interpretación de planos eléctricos y neumáticos.



Eliminatorias Regionales. A la Izquierda, Equipo 1: Diana Silva y Diego Aguirre
Al centro, Preparador: Julián Mantilla. A la Derecha, Equipo 2: Daniel Sánchez y David Hurtado



Olimpiadas Nacionales en Corferias, AndinaPack 2003 Stand de Festo
Organizador de las Olimpiadas



Participantes en las Olimpiadas Nacionales de Mecatrónica

Redes de Nueva Generación

Jorge E. López Ordóñez
Ingeniero Electrónico
jorgelopezor@ustabuca.edu.co

Este artículo presenta un panorama del concepto de las redes de nueva generación NGN, en el cual se muestra la tendencia de la evolución de las redes actuales de servicios a la conformación de una red de paquetes con capas de transmisión, control aplicaciones, para la prestación de los servicios multimedia, calidad de servicio, mediante redes de acceso de alta velocidad sobre cable telefónico de cobre, fibra óptica, fibra coaxial, o teléfonos móviles de 2.5 Generación o 3G tercera generación.

Mientras hoy existen redes para cada uno de los servicios voz, TV, datos -, la convergencia de las redes a tener una sola red IP en la que quepan todos los servicios sean ofrecida por diferentes proveedores con diferentes tecnologías y protocolos tengan cabida en la red con prestaciones de QoS extremo-extremo.

ABSTRACT

This paper presents a summary of the NGN, or Next Generation Network, it is a new communication network architecture, it is likely to evolve from current carrier networks with the addition of packet mode transmission technologies rather than from the public internet, reserved up till now for data, to transport all the various types of telecommunication network (transmission control and applications) to allow for a further evolution of the network. Finally, NGN uses the new packet technologies to offer broad band services with the addition of QoS enhancements. For customer access there are: High speed digital access over copper, optical fiber, radio including 3G mobile and 2.5G mobile).

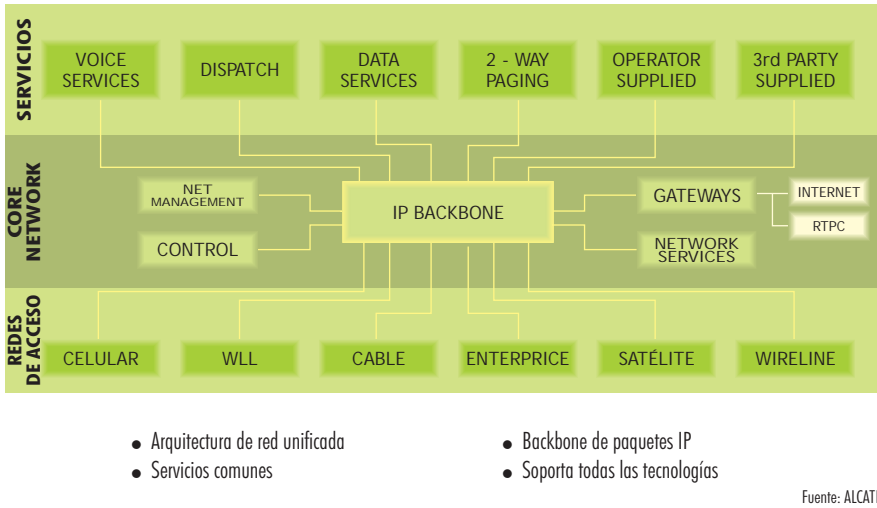
While one network for nearly each type of service currently exists, the objective of NGN is to have a single network for all the services, across multiple service providers. Each network/service provider is a distinct entity, with different commercial goals, different service offering and may use different technologies or protocols. Some services may be offered only by one service provider, but there may be a need for other services to be offered across networks end-to-end.



De tiempo atrás, la industria de las telecomunicaciones ha intentado resolver el problema de cómo debería evolucionar y utilizarse la tecnología actual. Las redes de telecomunicaciones necesitan transformarse para enfrentar con éxito el reto de la aparición de servicios multi-media, multi-tasa y multi-punto con alta calidad, así como el crecimiento del tráfico de datos especialmente Internet. Estos factores han movido a los organismos internacionales de estandarización, los foros, y a los fabricantes de equipos de telecomunicaciones, de computadores y de electrónica a la creación de tecnologías, software y protocolos que resuelvan y respondan a los nuevos retos y se constituyan en solución técnica unificada para usuarios de diversa índole: residenciales, teletrabajadores, comerciales y empresariales, dando origen al nuevo concepto de Redes de Nueva Generación- RNG o NGN.

El principio de la comunicación de paquetes es el fundamento de las redes de datos modernas, capaces de soportar un amplio rango de servicios de calidad de servicio (QoS) y ancho de banda adaptable a los requerimientos del usuario final. La transmisión de datos entre dos puntos de la red basada en datos de direccionamiento permite aplicar ganancia estadística en la red, lo que mejora el grado de utilización de este tipo de redes frente a las de conmutación de circuitos. Los nodos de las redes de conmutación de paquetes son máquinas

Fig. No. 1. Escenario de la RNG



con alta capacidad para aplicaciones en el backbone, y la conmutación se realizará sobre "soft-switches" con flexibilidad para la creación de nuevos servicios y asegurar la conmutación de protocolos en el núcleo y en el borde de la red.

Las redes RNG se basan en aspectos tales como: los protocolos MPLS y GMPLS, (General Multiprotocol label switch), la difusión unicast y multicast, el transporte en modo data-

grama (IP), inteligencia de red distribuida y en el uso de un modelo horizontal de provisión de servicios. Por otra parte, la RNG pretende resolver los problemas que actualmente tiene Internet como son la capacidad de conmutación, la calidad de servicio (QoS) extremo-extremo, seguridad y movilidad. La red IP de hoy sólo soporta direccionamiento unicast, lo que implica una falla para el soporte de servicios multimedia, ya que el uso de transporte multicast es fun-

damental para conseguir un alto grado de escalabilidad que permita la provisión de servicios a elevado número de usuarios. El transporte multicast soporta servicios de distribución de contenidos como la televisión, el VoD, la multiconferencia y algunas aplicaciones de redes virtuales privadas (VPN).

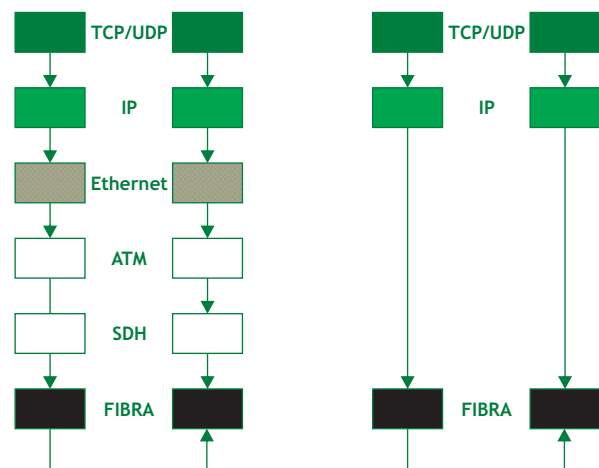
La RNG debe tener alta velocidad de conmutación y ruteo (Terabits), direccionamiento flexible con IP versión 6, soporte para diferentes clases de servicios, calidad de servicio QoS y una estructura de protocolos corriendo IP directamente sobre la fibra óptica.

La RNG parten de las redes actuales IP en cuanto al transporte en forma de datagrama, el uso del modelo horizontal de provisión de servicios y de algunos conceptos ideados hace algunos años como el protocolo MPLS y el transporte Multicast, que ahora son soportados por los nuevos nodos de aplicación.

La aplicación del transporte multicast es requerida en primer lugar para soporte de los servicios multimedia y en segundo lugar permite un alto crecimiento en la capacidad de usuarios y de esta forma prestar los servicios al usuario final en forma económica. La red IP actual presenta varias deficiencias, tales



Fig. No. 2. Pila de protocolos de las redes IP convencional y la red IP de la RNG



como: el direccionamiento unicast, limitación en la capacidad de direcciones, seguridad y movilidad.

La estructura de las redes actuales es un clásico modelo de servicios vertical, cada servicio, voz en la RTPC Red Telefónica Pública Conmutada y TMC- Telefonía Móvil Celular datos y TV tienen cada uno su propia red, lo que limita la tendencia a los servicios multimedia. La RNG, establece un escenario de provisión horizontal de los servicios de acuerdo a un modelo cliente servidor y peer-to-peer (P2P) en el cual la implantación de los servicios tenga mínima incidencia en la red, de tal forma que añadir un nuevo servicio implique únicamente instalar las aplicaciones correspondientes en los equipos del cliente y el servidor.

ARQUITECTURA

La RNG estará conformada por conmutadores de datagramas denominados "Soft-Switch" de alta capacidad interconectados con WDM o DWDM Multiplexación por división de longitud de onda o de onda densa o por fibra óptica oscura. La topología de la red IP de nueva generación se puede mirar bajo los siguientes niveles jerárquicos.

- Backbone de servicios. Proporciona el transporte entre los nodos de acceso al servicio. Ofrece una conmutación de pa-

quetes de alta velocidad, optimiza los trayectos de la ruta, prioriza tráfico y debe ofrecer redundancia dinámica a la red.

- Acceso al cliente (PE. Proporciona el acceso a los servicios de la red, es el nivel responsable de las políticas tecnológicas de la red, como la administración del ancho de banda de acceso.
- Equipo en las premisas del cliente. Proporciona el acceso de los usuarios a la red, convirtiendo las aplicaciones de usuario final en paquetes con la tecnología usada en la red, responsable de aplicar las políticas de seguridad definidas para la red.

En la red de acceso de banda ancha al cliente se presentan soluciones para el último kilómetro como son:

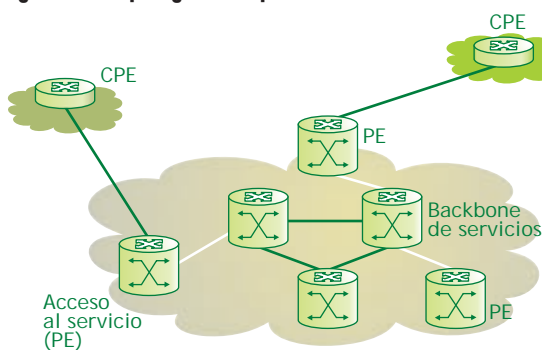
- Accesos digitales de alta velocidad sobre cables de la red telefónica pública Conmutada (RTPC) en versiones de xDSL como ADSL y VODSL, solución que se viene instalando en forma creciente aunque presenta limitaciones en los casos en que la red externa de las redes es muy extensa o que la calidad del par telefónico del usuario no sea la apropiada para las exigencias de esta tecnología.
- Accesos digitales de alta velocidad sobre Fibra óptica directa al usuario.
- Accesos digitales de alta velocidad sobre Sistemas inalámbricos de Distribución multipunto (LMDS).

- Accesos digitales de alta velocidad sobre los sistemas celulares de 2.5 Generación y tercera generación.
- Surge un nuevo tipo de acceso digital de alta velocidad conocido como Etherloop, basado en el estándar Ethernet, el cual trabaja sobre cable de cobre tradicional, sobre fibra óptica punto a punto o sobre fibra óptica punto multipunto (EPON). Recientemente la IEEE establece el grupo de trabajo denominado EFM (Ethernet in the first Mile). Hoy se está materializando la llamada Ethernet extremo externo, lo cual implica Ethernet en el equipo del cliente y servidor, Ethernet en la última milla, Ethernet en la red de acceso y Ethernet en la red troncal o backbone.

Conclusiones

Digamos que una red de Nueva Generación es una red funcional multiservicios, basada en tecnología IP, producto de la evolución de las actuales redes IP, con la posibilidad de ofrecer verdaderos servicios multimedia fijos y móviles (voz, datos, imágenes y vídeo), con calidad de servicio y flexibilidad demandada por las aplicaciones del cliente y suministrados por múltiples proveedores para lograr este tipo de red se deberán hacer cambios e implementaciones a nivel de acceso, protocolos, transporte y gestión. Las

Fig. No. 3. Topología conceptual de la RGN



actuales redes deberán sufrir un proceso de transformación para poder soportar la nueva generación de servicios multimedia.

REFERENCIA

- W. Stallings. High Speed Networks Internets. Price Hall. 2002
- Mohamed El-sayed and Jeffrey Laffe. Bell Laboratories-Lucent Technologies. IEE Communications Magazine. Dic. 2002 Vol.40 No.12
- Van de Voorde, L. Tancevs, G. Chiruvolu. Y. T Joens, J. De Jaegher. Carrier grade Ethernet into next generation metro networks. Alcatel Telecommunications Review. 3 Quarter 2002
- Lino Osegueda. Migration towards Multiservice Networks. Case Studies. Ericsson 2000
- D. Awduche, J. Malcom, m. O' Dell, and J. McManus, Requirements for traffic engineering over MPLS.

El protocolo de comunicaciones para conectar todos los aparatos electrónicos e informáticos dentro de la misma red



Conforme se ha incrementado el uso de equipos de cómputo y redes distribuidas, cada vez es más importante facilitarle al usuario administrar y compartir recursos del servidor y proveer todos los servicios y su plataforma operativa para reconocer automáticamente su configuración, proyectando una red que integre sus elementos y los comparta, trabajando como un todo en el que todos los aparatos se conecten dentro de una red global, enlazando todo tipo de dispositivos de manera que el usuario tenga acceso a todos los servicios transparentemente y sin conflictos de protocolos, estándares o comunicación. El protocolo de red JINI desarrollado por Sun Microsystems, promete que se podrá crear redes de dispositivos en el que cualquier aparato electrónico e informático se puede conectar porque éste es parte de dicha red. Un mundo más simple de dispositivos en red es ahora posible

JINI

Edgar Mauricio Velasco Díaz

Ingeniero de Sistemas. UIS

Docente Tiempo completo

Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones.

USTA Seccional Bucaramanga.

maovelasco@ustabuca.edu.co

gracias a la tecnología JINI.

ABSTRACT.

As the use of calculation equipment and distributed networks, have increased, each time it is more important to facilitate to the user the administration and sharing of the resources of the server and to provide all the services and their operative platform to recognize automatically its configuration, projecting a network that integrates its elements and shares them, working like a whole in which all the apparatuses are connected within a global network, connecting all type of devices so that the user has access to all the services transparently and without conflicts of protocols, standards or communication. The protocol of network JINI developed by Sun Microsystems, promises that networks of devices will be able to be created in which any electronic device and computer science can be connected because this one is part of this network. A simpler world of devices in network is now possible thanks to technology JINI.

TECNOLOGÍA DE LA CONECTIVIDAD EN JINI.

-Buenos días ¿hablo con la cafetera del señor Ferreira? - Sí, en qué le puedo ayudar - Gracias, este es el auto del señor Ferreira, para avisarle que él va para allá y que, según me dice la agenda, tiene una reunión con tres personas, así que sería bueno que vaya preparando un café. -Con mucho gusto. ¿Usted sabe si requiere algo más?. - Un momento le pregunto a la agenda (silencio) ¡Ah!, Sí que por favor le reserve

la sala de juntas y que le tenga lista la presentación sobre el proyecto de inversiones 2004. - No hay ningún problema responde la cafetera, me comunicaré con la sala de juntas y con el proyector para que estén listos. A propósito, ¿dónde quedó la presentación? - Quedó en el disco duro del televisor, en la casa. - O.K., ya se lo envió al proyector. Esta conversación por fantástica que parezca, es el tipo de charla que pueden llegar a tener los dispositivos inteligentes actuales si se hace realidad la visión que ha inspirado a Bill Joy, Jefe Científico de Sun Microsystems, para utilizar JINI, una tecnología que permite que cientos de dispositivos inteligentes formen comunidades y compartan servicios de una manera simple e instantánea. "La red se está convirtiendo en una parte integral de la vida en la oficina, pero se encuentra asociada a un alto nivel de complejidad que impide a muchos usuarios llevarla a sus hogares. Un mundo más simple de dispositivos en red es ahora posible gracias a la tecnología Jini".

JINI, una tecnología que se basa en el lenguaje de programación Java (desarrollado también por Sun) es completamente independiente de la arquitectura de la máquina. Un dispositivo JINI se conecta a una red, que bien puede ser una red virtual a través de la red telefónica, una red privada o bien una red inalámbrica en el interior de un edificio o casa, y lo primero que hace es publicar los servicios que tiene disponibles y reconocer los servicios de otros dispositivos que a su vez puede utilizar.

La aplicación inmediata de JINI facilitaría enormemente la configuración de redes empresariales. Al conectar una impresora, un disco duro o un escáner a una red, ya que no habría que llamar a un técnico que procediera a la tediosa labor de configurar el dis-

positivo. Este sólo anuncia sus servicios, y cualquier otro dispositivo con capacidad de ejecutar programas en Java podría entonces disponer de los servicios anunciados. Es el viejo sueño de la computación distribuida y de la visión de Sun Microsystems: "La computadora es la red". Ataque directo a los PC saturados de funciones y encargados, hasta ahora, de manejar los "drivers" de todos los dispositivos conectados. JINI también es una amenaza para Microsoft y los fabricantes de sistemas operacionales, ya que con una arquitectura de computación totalmente distribuida, el sistema operacional pasa a ser un simple accesorio del computador. Hoy, la estrategia de Microsoft, "Windows en todas partes", pretende precisamente ordenar el mundo con base en su sistema operacional.

Detrás de la apuesta de Sun por JINI viene una campaña para la popularización de Java, el lenguaje de programación que Sun promueve (y de hecho ha sido ampliamente aceptado) como el estándar para Internet. El concepto detrás de Java es que cualquier computador y procesador dentro de un dispositivo, puede tener un interpretador o una "máquina virtual Java" (JVM, por sus siglas en inglés) que ejecuta los programas de Java de manera independiente del sistema operacional. El mismo programa puede correr en un gran servidor que tenga JVM como en el teléfono celular que también tiene interpretador Java. Puesto que los programas de Java se pue-

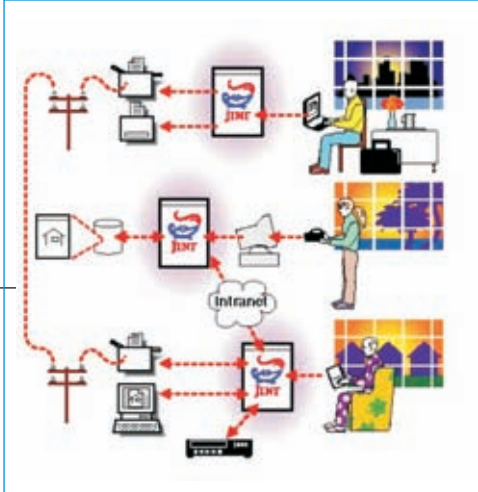
den escribir de manera modular, en "applets", lo importante para una JVM es estar permanentemente conectada a la red donde residen los "applets".

Java fue originalmente desarrollado para pequeños dispositivos como agendas electrónicas o decodificadores de cable. No obstante, gracias a la popularización de Internet a mediados de la década, Sun se dio cuenta de que sería de mucha más utilidad en el ambiente global de computadores. La heterogeneidad de Internet demandaba urgentemente un lenguaje que pudiera ser interpretado por cualquier máquina conectada.

TODOS LOS EQUIPOS CONECTADOS EN UNA MISMA RED

La tecnología JINI obtuvo el día de su lanzamiento el apoyo de un importante número de compañías que desarrollan diferentes tipos de dispositivos para integrarse en red. Algunas de estas empresas anunciaron la integración de JINI en tecnologías que facilitarían, a





su vez, el desarrollo de dispositivos en red.

Hewlett Packard, por ejemplo se encuentra explorando áreas de sinergia entre su propio protocolo, JetSend, con la tecnología JINI para que las cámaras digitales puedan enviar trabajos de impresión directamente a impresoras remotas, sin necesidad de la intervención de un PC. "Nuestra visión es permitir que dispositivos como asistentes personales digitales, teléfonos celulares y periféricos de oficina intercambien información de una manera transparente", aseguró John Stedman, gerente de la división de dispositivos en HP.

Dalías Semiconductor, por su parte, ya tiene un set de chips para permitir que sistemas de iluminación, alarmas, cerraduras de puertas así como sistemas de aire acondicionado y calefacción, tengan una máquina virtual Java y se comuniquen a través de JINI con otros dispositivos de la red. Este set de tres chips será integrado próximamente en uno solo, con lo cual se minimizan los costos.

El fabricante de discos duros Seagate Technology también anunció la adopción de la tecnología JINI para dotar de mayor inteligencia a sus dispositivos de almacenamiento y así permitir que éstos se conecten a la red de manera independiente. Discos duros sin computador.

También Philips y Sony planean colaborar para conectar la arquitectura HAVi. (Home Audio-Video interoperability) con soluciones JINI. De esta manera, los aparatos podrán acceder a archivos de películas guardados en discos duros y también podrán ser operados y programados desde otros sistemas remotos (como teléfonos o agendas digitales) a través de Internet, siempre y cuando compartan la tecnología JINI.

Al igual que el UPnP de Microsoft, JINI tie-



ne un procedimiento, llamado "discovery" para que cualquier dispositivo recién conectado a la red sea capaz de ofrecer sus recursos a los demás, informando de su capacidad de procesamiento y de memoria además de las funciones que es capaz de hacer (tostar el pan, sacar una foto digital, imprimir). Una vez ejecutado el discovery, se ejecutará el procedimiento "join", asignándole una dirección fija, una posición en la red.

La arquitectura está totalmente distribuida, ningún dispositivo hace el papel de controlador central o maestro de la red, todos pueden hablar con todos y ofrecer sus servicios a los demás. No es necesario el uso de un PC central que controle a los dispositivos conectados a la red. Igualmente, JINI puede funcionar en entornos dinámicos donde la aparición o desconexión de dispositivos sea constante.

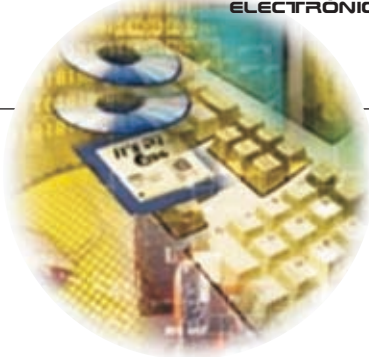
RESPALDO DE LA TECNOLOGÍA JAVA

Como se esperaría, el punto de lanzamiento de este proyecto es Java, no sólo para el desarrollo, sino en su estrategia. La apuesta por este lenguaje es más que obvia, el último reporte realizado por Sun arroja un total de más de un millón de programadores que

lo utilizan, además que su distribución lejos de haber disminuido con el tiempo, ha aumentado. En este aspecto, es lógico pensar en un amplio mercado que no sólo lo acepte, sino que lo apoye. Por otra parte, se utilizará la misma estrategia que con Java: Liberarlo en la Red. Que cualquiera lo tome, lo vea y si le interesa, que lo aplique dentro de ciertos parámetros y especificaciones. Esto no sólo amplía de manera casi inmediata su penetración, sino que también lo hace ubicuo en Internet y facilita la incorporación de estándares.

En este último aspecto Sun ha librado una larga batalla, tanto legal como tecnológica contra Microsoft por la implementación de Java. Microsoft liberó su propia versión para Windows, lo que rompía con la estipulación de independencia del Sistema Operativo. Una corte de EUA ordenó a Microsoft que retirara del mercado los productos que contuvieran su propia versión del lenguaje, aunque le permitió conservar la opción de compilar sus herramientas aplicativos para Windows o para el resto de los sistemas operativos. El contraataque de JINI es muy claro: ellos pueden mantener su versión de Java, pero es la red la que va a cambiar, independiente de las políticas de Microsoft y también está el aspecto de ser un poco "suave" en la implementación, no porque no se esté de acuerdo en los protocolos, deberá quedar fuera. Al utilizar Java, se obtienen los objetos del programa, los que a su vez contienen el código, por lo que es posible incorporar éstos sin necesidad de eliminar la aplicación o el hardware de la red.

Al mismo tiempo, se ha estado trabajando en el mejoramiento de las Máquinas Virtuales de Java (MVJ) para incrementar la velocidad de las aplicaciones, uno de los aspectos más criticados y que sería un impedi-



mento importante en la globalización de JINI. De hecho, cualquier equipo que tenga una MVJ puede incorporarse a una red JINI, digamos cualquier computadora moderna en todas las plataformas y para hacer la propuesta todavía más interesante, Sun decidió incorporarse al mundo del "copyleft", liberando su arquitectura básica de Java2 y de PersonalJava para que los desarrolladores la modifiquen y utilicen a su gusto. Sin embargo, se nota un poco de escepticismo en algunos sectores por la disyuntiva de que la empresa pueda mantener el control y lograr la compatibilidad entre todas las versiones.



JINI CAMBIA EL MODO DE UTILIZAR LA INFORMACIÓN

La tecnología JINI es a la interacción entre los dispositivos, lo que es la tecnología Java a la independencia de la plataforma en la que se ejecuta. La tecnología JINI presenta una norma no restrictiva que permite que los dispositivos conectados a la red de modo tradicional o no tradicional, puedan "hablar" entre sí, y como consecuencia, puedan brindar y compartir servicios como nunca antes lo habían hecho. Debido a que es una tecnología independiente de la plataforma de ejecución, basada en el idioma, y creada sobre la base de la plataforma Java, JINI no requiere ningún sistema operativo, procesador o entorno de aplicación en particular.

JINI transforma en compatibles a los sistemas que antes no lo eran, con lo cual permite a los usuarios "enchufar y utilizar" sin tropiezos y de inmediato, cualquier dispositivo, desde un asistente digital personal (PDA) o un dispositivo de vídeo digital (DVD), en una red verdaderamente abierta y ubicua. Mediante la conectividad instantánea que permite la tecnología JINI, los usuarios obtienen un nuevo método para interactuar con el mundo digital, vinculando el hogar con la oficina y la calle a través de cualquier acceso, en cualquier momento desde cualquier sitio.

Así como el tono de discado representa el acceso continuo al teléfono, la tecnología JINI proporciona a la red un tono de web sin interferencias. Esta tecnología implica un corte radical con las redes controladas por el sistema operativo, ya que se independiza de la necesidad de contar con un Sistema Operativo complejo y siempre ocupado, para permitir la conexión directa a la red mediante interfaces inteligentes. La tecnología JINI utiliza la infraestructura de la red ya existente, y garantiza que los dispositivos heredados puedan mantenerse y utilizarse plenamente, a medida que la red evoluciona. La tecnología JINI está montada sobre cuatro pilares básicos, que se combinan para que la conectividad sea realmente sencilla:

Estado operativo instantáneo: Conecte un dispositivo a una red habilitada por la tecnología JINI, y puede empezar a trabajar en seguida, en forma inmediata. El dispositivo se auto-mantiene, y se comporta como un

"usuario ideal de la red".

Entrega especial: Todos los dispositivos conectados a través de la tecnología JINI ofrecen sus servicios a toda la red, lo que permite al usuario aprovechar las ventajas de cualquier servicio disponible, apenas lo solicite.

Comunidad espontánea: La tecnología JINI permite al usuario crear sus propias comunidades de dispositivos conectados a la red, que de este modo resultan móviles, pueden interactuar rápida y fácilmente con otras comunidades, y no requieren administración.

Flexibilidad: La tecnología JINI es fundamentalmente un sistema distribuido, es decir que no depende de ningún servidor central. Si cualquier dispositivo llegara a fallar, esto no afecta al resto de los dispositivos. Como consecuencia, el entorno se vuelve más flexible y adaptable.

CONCLUSIONES

Debido a que los entornos habilitados por la tecnología JINI son tan dinámicos y con una enorme capacidad de respuesta, los dispositivos trabajan juntos a fin de proporcionar un acceso confiable y continuo a toda la nueva gama de servicios de información basados en la red. Por ejemplo, los dispositivos vinculados por la tecnología JINI, pueden interactuar automáticamente con la finalidad de buscar continuamente las tarifas más bajas de servicios públicos, o bien pueden realizar su propia medida y presentar varias aplicaciones en sectores financieros, productivos, teleinformáticos entre otros, en forma simultánea, operando e interactuando con los siguientes elementos:

Objetos: En la red JINI, todos los dispositivos y comandos se reconocen como objetos.



El resultado es un sistema distribuido que se entiende como si fuera un conjunto de servicios distribuidos, en el que todo se reconoce, es sencillo de controlar, y flexible.

Descubrir y unirse: El mecanismo básico que da vida a JINI es su capacidad para enchufarse, buscar por toda la red para ver qué otro tipo de dispositivos y servicios hay en la comunidad, y conectarse. El servicio de reconocimiento permite al usuario navegar para ver qué otras cosas se encuentran disponibles en la red en un determinado momento.

Reconocimiento automático: Los dispositivos se identifican a sí mismos dentro de la comunidad. No se necesita ningún otro controlador de dispositivos para obtener una conectividad inmediata.

Método de invocación remota: La tecnología JINI consiste en una pequeña proyección del código de tecnología Java. El resultado obtenido es un código móvil, que permite que tanto los datos como el código se transfieran de objeto a objeto a través de la red de modo coherente. Esta es la llave que permite la creación de una comunidad dinámica y espontánea de dispositivos y servicios.

Alquiler: Proporciona un método para administrar, compartir y renovar los recursos en un entorno de redes.

Transacciones sincronizadas: Permite que

las entidades distribuidas operen en vez de competir, en la búsqueda de los recursos de la red tales como la memoria, la capacidad de archivar e imprimir, y el ancho de banda.

Notificación: Se ocupa de las particularidades de los mensajes en un entorno de red, colaborando con el proceso de auto-recuperación.

Seguridad distribuida: Facilita la existencia de listas de control principal y de acceso; el acceso a un servicio depende de la lista de control de acceso asociada a dicho servicio.

Entre algunas aplicaciones que encontramos ya implementadas en la tecnología JINI se pueden citar:

El uso de un teléfono celular de pantalla con mensajes, por parte de Nokia Corporation, para realizar transacciones seguras desde cualquier punto del mundo.

La existencia de kioscos JINI donde se puedan conectar diversos dispositivos, como una cámara digital, que verifique la identidad del usuario para que ingrese a los recursos asignados en la red, descargue su información, la imprima y distribuya automáticamente el resultado, mediante tecnología de Epson Corporation, Kodak Corporation y Seagate.

La red local de la oficina no tendrá necesidad de instalar drivers o configurar los equipos; para que una impresora esté disponible a los usuarios sólo es necesario conectarla al servidor e inmediatamente se ingre-

sa y configura para el entorno, pasando lo mismo con servidores, unidades de respaldo y proyectores, reduciendo el costo de administración y el tiempo para configurarla. Incluso la participación de laptops, celulares y beepers es posible en este esquema.

El audio y vídeo también permiten integrar videocasetes, unidades de discos DVD, set-up boxes, donde participan Philips Electronics y Sony, con la posibilidad de programar la grabación de una película, grabarla en un disco DVD y programar su repetición cuando lleguemos a casa.

En el hogar hay muchas aplicaciones, como sensores de movimiento para activar la luz de las habitaciones, programar una cafetera y realizar diagnósticos remotos de aparatos que hayan dejado de funcionar.

Finalmente, JINI significa 'infraestructura inteligente de red Java', un sistema de programación distribuida, totalmente basado en Java, cuyo objetivo es unificar hardware y software para que dentro de una red sean vistos como un solo elemento. Entre muchos usos, abre la posibilidad de crear viviendas inteligentes donde todos los dispositivos, desde una cafetera hasta un televisor, estén conectados a un servidor, el cual a su vez se halle conectado a Internet. Así, los residentes podrían controlar o programar cualquier artefacto de su casa de manera remota. Pero JINI va mucho más allá y quiere abarcar los nuevos dispositivos que permiten conectarse a la Web o a una extranet de forma inalámbrica, lo que está transformando las tele-

BIBLIOGRAFÍA

comunicaciones y los negocios electrónicos.

Redes y Comunicaciones de datos. STALLINGS. Ed. Mc Graw Hill.

Redes de Telecomunicaciones. SCHWARTZ. Ed. Mc Graw Hill.

Comunicación de datos, redes y sistemas abiertos. HALSALL. Ed. Mc Graw Hill.

Redes de comunicación. LEÓN-GARCÍA. Ed. Mc Graw Hill.

Redes de Computadoras. Una guía práctica. Michell Palmer. Ed. Thomson.

<http://atenea.edu.co/>

www.ei.uvigo.es

www.inf.ufrgs.br/granville/Redes

CNS/ATM

(Comunicación Navegación y Vigilancia / Gestión del Tráfico Aéreo)

Presente y futuro de la aviación

Ruth Milena Cruz Mojica
Ing. de Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomás
ruthymile@yahoo.es

ABSTRACT

The present article describes the concept of Communication, Navigation and Surveillance systems oriented to the Air Traffic Management (CNS/ATM), to support technical, functional and operational requirements of the present and future aviation, using digital data links, satellite communications and some levels of automation.

Such investigation began in the inner International Civil Aviation Organization (ICAO) at the 80's, but the projection of its total implementation extends to several years after our present. This time in the transition to CNS/ATM is mainly due to the analysis of the current systems to identify limitations and possible requirements before future demands; and feasibility studies that allow to execute a suitable plan of transition.

As prominent characteristic for the future air navigation, the ICAO has established the use of the digital data links and satellite systems in the CNS elements that compose the elements that compose the concept. Therefore, four subnetworks are implemented for Communication : HF Data Link (HF DL), VHF Data Link (VDL), Aeronautic Mobile Satellite Service (AMSS) and Secondary Surveillance Radar mode S (SSR mode S); for Navigation, the Global Navigation Satellite System (GNSS); and for Surveillance, the Automatic Dependent Surveillance (ADS).

When integrating these CNS components and guide them to the ATM (see figure 1), can considerably improve the capacity, flexibility and efficiency of the Air Traffic Services (ATS), including Air Traffic Control (ATC) and Aeronautical Operational Control (AOC), and in this way it would benefit aviation entities, airlines and user in general.

El presente artículo describe el concepto de sistemas de Comunicación, Navegación y Vigilancia orientados a la Gestión del Tráfico Aéreo (CNS/ATM), para soportar los requerimientos técnicos, funcionales y operacionales del presente y del futuro de la aviación, empleando enlaces de datos digitales, comunicaciones satelitales y algunos niveles de automatización.

Tal investigación tuvo su origen en el interior de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en la década de los 80's, pero la proyección de su implementación total se extiende a varios años después de nuestro presente. Este tiempo en la transición hacia CNS/ATM se debe

tanto al análisis de los sistemas actuales para identificar las limitaciones y posibles requerimientos ante demandas futuras, como a los estudios de factibilidad que permitan ejecutar un plan de transición conveniente.

Como características relevantes para la navegación aérea del futuro, la OACI ha establecido el uso de los enlaces de datos digitales y de los sistemas satelitales en los elementos CNS que componen el concepto. Por lo tanto, se implementan cuatro subredes para la Comunicación: el Enlace de Datos en HF (HF DL), el Enlace de Datos en VHF (VDL), el Servicio Satelital Móvil Aeronáutico (AMSS) y el Radar de Vigilancia Secundario modo S (SSR modo S); para la Navegación, el Sistema de Navegación Global por Satélite (GNSS); y para la Vigilancia, el Sistema de Vigilancia Dependiente Automática (ADS).

Al integrar estos componentes de CNS y orientarlos a la ATM (ver Figura 1), puede mejorarse considerablemente la capacidad, flexibilidad y eficiencia de los servicios de Tráfico Aéreo (ATS), incluyendo el Control de Tráfico Aéreo (ATC) y el Control de Operaciones Aeronáuticas (AOC), y de esta manera beneficiar a las entidades de aviación, aerolíneas y usuarios en general.

En el ámbito mundial las telecomunicaciones se han desarrollado notablemente en materia de redes satelitales, móviles e inalámbricas, haciendo énfasis en la integridad, continuidad, disponibilidad y capacidad del manejo de la información a través de enlaces de datos digitales, generando el interés por investigar y desarrollar mejoras e

innovaciones en cada uno de los campos que aplican sistemas tecnológicos de comunicaciones.

No obstante, el primer organismo internacional de la aviación civil, la OACI, ha aunado esfuerzos por promover y justificar el concepto CNS/ATM, como la gran solución para las limitaciones e inconvenientes de los actuales sistemas que soportan la gestión del tráfico aéreo y de esta manera, integrar nuevas y ventajosas tecnologías que cumplan con las necesidades de un crecimiento proyectado para la aviación. Así mismo, Colombia ante la necesidad de ir a la vanguardia en materia de avances tecnológicos para ofrecer mayor eficiencia y capacidad en el desempeño de la comunicación, navegación y vigilancia aérea dentro de su jurisdicción, está trabajando en la implementación de dichas tecnologías, dando inicio a estudios de factibilidad para la realización de un plan de transición estructurado con el fin de obtener una satisfactoria migración.

A continuación se establecen definiciones y principios básicos pertinentes al concepto CNS/ATM, los cuales serán claves para el entendimiento de su función y desempeño al servicio de la aviación.

DEFINICIÓN CNS/ATM

El concepto CNS/ATM aprobado por la OACI en la 10ª conferencia de Navegación Aérea en 1991 y por la 29ª Sesión de la Asamblea en 1992, hace

GLOSARIO

ABAS : Sistema de Aumentación Basado en la Aeronave.

ADS : Vigilancia Dependientemente Automática.

AMSS : Servicio Satelital Móvil Aeronáutico.

AOC : Control de Operaciones Aeronáuticas.

ATC : Control de Tráfico Aéreo.

ATM : Gestión de Tráfico Aéreo.

ATN : Red de Telecomunicaciones Aeronáutica.

ATS : Servicio de Tráfico Aéreo.

AVIÓNICA : Electrónica en el avión.

CAR/SAM : Región del Caribe/Sur América.

CNS : Comunicación, Navegación y Vigilancia.

CNS : Comunicación, Navegación y Vigilancia / Gestión del Tráfico Aéreo.

CPDLC : Comunicaciones de Enlace de Datos Controlador Piloto.

DME : Equipo Medidor de Distancia.

FANS : Sistemas de Navegación Aérea Futuros.

FDI : Interfase de Datos Distribuida por Fibra.

GBAS : Sistema de Aumentación Basado en Tierra.

GLONASS : Sistema Orbital de Navegación Global por Satélite.

GNSS : Sistema de Navegación Global por Satélite.

GPS : Sistema de Posicionamiento Global.

HF DL : Enlace de Datos en HF.

ICAO/OACI : Organización de la Aviación Civil Internacional.

ILS : Sistema de Aterrizaje por Instrumentos.

ISO : Organización de Estándares Internacionales.

LAN : Red Aérea Local.

LOS : Línea de Vista.

NDB : Baliza no Direccional.

OSI : Interconexión de Sistemas Abiertos.

PSDN : Redes de Datos por Conmutación de Paquetes.

RNAV : Navegación de Área.

RNP : Desempeño de Navegación Requerida.

SBAS : Sistema de Aumentación Basado en Satélite.

SSR modo S : Radar de Vigilancia Secundario en modo S.

TCP/IP : Protocolo de Control de Transporte / Protocolo de Internet.

VDL : Enlace de Datos en VHF.

VOR : Radiobaliza Omnidireccional en VHF.



referencia a sistemas de Comunicación, Navegación y Vigilancia que emplean tecnología digital, comunicación satelital y algunos niveles de automatización para ser aplicados al soporte de la Gestión del Tránsito Aéreo. Este concepto, que se implementa tanto en tierra como en el aire, tiene como finalidad satisfacer las crecientes necesidades técnicas y operacionales de la aviación civil tanto en el presente como en el futuro. Por lo tanto, la correcta planeación e implementación de las nuevas tecnologías para CNS representa mejoras en las capacidades actuales, es decir, grandes beneficios a la aviación: Aumento de seguridad aérea al hacer más robustos, flexibles y eficientes los enlaces y canales de comunicación; reducción de retardos en los vuelos, en la congestión de frecuencias y en la separación en el espacio aéreo no-radar; mejoramiento en la economía de los vuelos y aumento en la eficiencia de las operaciones aéreas.

ANTECEDENTES

El concejo de la OACI designa en 1983 los comités especiales sobre Sistemas de Navegación Aérea del Futuro (FANS), con el fin de ofrecer a la aviación soluciones y caminos para mejorar los actuales y limitados sistemas para Gestión del Tráfico Aéreo y así, aprovechar las ventajas de la tecnología moderna automatizada en las necesidades operacionales de Comunicación, Navegación y Vigilancia que demandaba el crecimiento global en el campo aeronáutico.

Inicialmente, el comité FANS realizó

el análisis de las limitaciones e inconvenientes de los sistemas actuales y presentó al Concejo de la OACI y a la aviación internacional una propuesta basada en tecnología satelital para la navegación aérea del futuro. En forma posterior, el comité FANS II, propuso el plan de transición hacia el nuevo concepto global en 1993. Con estos resultados, se establecieron objetivos específicos para el nuevo sistema: Satisfacer cobertura global de CNS, aprovechar los niveles de automatización en aire y en tierra mediante

Actualmente las entidades encargadas de la planeación, ejecución y regulación de la aviación civil y militar en el espacio aéreo Colombiano, se encuentran apoyando la realización de estudios de Factibilidad para obtener el plan de transición más favorable para la implementación de la tecnología CNS/ATM en el país.



en intercambio de datos digitales y mejorar los servicios de navegación y aproximación para las pistas y otras áreas de aterrizaje, las cuales necesitan ayudas de precisión.

Específicamente, el concepto CNS/ATM, surge con el propósito de suplir las necesidades de gestión de tráfico aéreo; disminuir la congestión en los aeropuertos por la falta de infraestructura, la poca distribución del espacio aéreo, la excesiva carga de trabajo de los controladores; Y suplir las limitaciones geográficas, todo esto con el fin de garantizar disponibilidad e integridad en las comunicaciones automatizadas de forma precisa los servicios aeronáuticos.

TRANSICIÓN HACIA CNS/ATM

En Colombia existen algunas zonas en donde los sistemas actuales se encuentran limitados por factores geográficos que dificultan la instalación de dispositivos de navegación y limitan la cobertura de la comunicación y vigilancia aérea. Su posición estratégica en Sur América hace relevante la necesidad de implementar sistemas de CNS que garanticen la calidad de los servicios aeronáuticos mediante una infraestructura actualizada en relación con los avances tecnológicos mundiales.

La transición global hacia el concepto CNS/ATM permitirá la estandarización, automatización e interoperabilidad de los sistemas y equipos en el espacio aéreo nacional e internacional. No obstante, teniendo en cuenta las políticas económicas y administrativas de cada país, la OACI ha dado independencia a la implementación





de dicha tecnología aportando una guía en estructura y formulación, el así llamado Plan Nacional modelo para sistemas CNS/ATM. Por otra parte, las Naciones cuentan con planes regionales, como el Plan de Implementación para la región del Caribe/Sur América (CAR/SAM), región a la cual pertenece Colombia. Como un documento complementario a este último se tiene el plan de acción, que establece el progreso de los servicios que deberán prestarse para cumplir los requisitos de la transición. Básicamente, aplicaciones operacionales tales como Vigilancia Dependiente Automática (ADS) y Comunicaciones de Enlace de Datos Piloto Controlador (CPDLC), se prestan como apoyo hacia la transición a la Gestión del Tráfico Aéreo (ATM).

Al implementar nuevas capacidades de comunicación, navegación y vigilancia, se reducen o eliminan las actuales

limitaciones ya que se consiguen los requerimientos para una mayor eficiencia de los ATS, ATC y AOC, que en una sinergia de operaciones proveen información de vuelo, de alerta, de meteorología, de separación entre aeronaves y demás información aeronáutica necesaria en las diferentes etapas de vuelo (despegue, ruta, aproximación y aterrizaje) así como en la superficie.

Actualmente las entidades encargadas de la planeación, ejecución y regulación de la aviación civil y militar en el espacio aéreo colombiano, se encuentran apoyando la realización de estudios de Factibilidad para obtener el plan de transición más favorable para la implementación de la tecnología CNS/ATM en el país. Estos estudios representan el primer gran paso para la puesta en marcha de las innovadoras mejoras tecnológicas y operacionales en los sistemas de la aviación del futuro. Se

espera que la evolución sea ejecutada en proyectos a corto, mediano y largo plazo extendidos hasta el 2010, facilitando el cumplimiento eficaz de cada uno de los objetivos y metas propuestas, de tal manera que se logren resultados favorable en todos los aspectos vinculados con la globalización.

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS

1. Comunicación

Las comunicaciones aeronáuticas de VOZ aire-tierra, tierra- tierra y entre aeronaves, en ocasiones se ven afectadas por factores que reducen la integridad de los mensajes, limitan la disponibilidad en lugares remotos y a su vez, congestionan las frecuencias del área de cobertura operacional designada en tiempos superiores a los ofrecidos por los enlaces de datos.

Por lo tanto, para brindar mejores servicios y mayor seguridad en el manejo y transferencia de la información entre operadores, aeronaves y unidades de ATS, la OACI ha establecido como principal característica de los nuevos sistemas de CNS la implementación de los enlaces de DATOS

Impointer Ltda.

NIT. 891.411.709-1

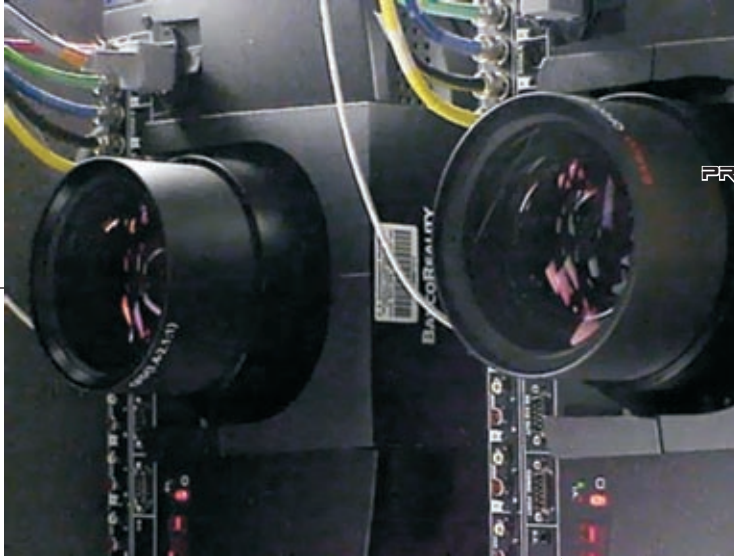
IMPORTACIONES INTERNACIONALES LTDA.

Certificación ISO 9001:2000

Comercialización y distribución de equipos industriales y didácticos



Av. 30 de Agosto No. 29-17 Tels: (++6) 336 63 50 - 336 11 66 - 326 44 66 Fax: (++6) 336 09 16 A.A. 467 Pereira - Colombia
E-mail: impointer@impointer.com www.impointer.com



y subredes para la conducción de las comunicaciones aeronáuticas en ruta.

El Servicio Satelital Móvil Aeronáutico (AMSS), el Enlace de Datos HF (HF DL), el Enlace de Datos VHF (VDL) y el Radar de Vigilancia Secundario en modo S (SSR modo S) son las cuatro subredes propuestas como enlaces de datos digitales aire-tierra, que poseen independencia técnica, pero tienen un protocolo de interfase común y un plan de direccionamiento basado en la ISO según el modelo OSI, que permiten interconectarlas con otras subredes en tierra o en los aviones. La arquitectura que permite tal interconexión es soportada por la ATN (ver Figura 2. La implementación de esta red incluye la transición hacia niveles de automatización que permitan recibir, enrutar, transmitir, procesar mensajes de datos y obtener altos niveles de integración entre los sistemas en tierra y en el avión.

Las cuatro alternativas de caminos para comunicación aire-tierra ofrecen características técnicas individuales que permitan una alta capacidad en el manejo de mensajes, con codificación, encriptación y diferentes velocidades así como una absoluta integridad de los mismos, mediante el uso de técnicas de modulación digitales robustas, de detección y corrección de errores, entre otras.

Para las comunicaciones tierra-tierra dentro de los centros ATS y entre ellos, se establecen Redes de Datos por Conmutación de Paquetes (PSDN) basadas en estándares para LANs: Ethernet, Token Ring, Interface de Datos Distribuida por

Dos proyectores digitales de BarcoReality son parte de la tecnología avanzada de SCD el Vislab. Estos proyectores ofrecen el alto rendimiento para los usos tales como simulación, realidad virtual, y proyección de 3D y estereoscópica.

Foto: Lynda Lester --
NCAR/SCD

Fibra (FDDI) y para WANs: X.25, Frame Relay, ISDN y el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM). Así mismo, para las comunicaciones entre interaviónicas se determinan plataformas LANs basadas en especificaciones ARINC 429 y 629, las Ethernet y FDDI.

2. Navegación

Los actuales sistemas de navegación basados en tierra (VOR, DME, NDB e ILS) por limitarse a estar ubicados en zonas estratégicas, seguras y con adecuadas condiciones topográficas del terreno, sólo sirven al tráfico aéreo que alcanza su cobertura, forzándolo a operar en rutas rígidas y tiempos

establecidos para evitar puntos de congestión. Por tal razón, la navegación aérea propuesta trae consigo conceptos aplicables, que superan los inconvenientes que se presentan para optimizar la infraestructura hasta mejorar considerablemente la capacidad, flexibilidad y disponibilidad de los sistemas.

Para flexibilidad en las operaciones aéreas se establece el concepto de RNAV, que permite el vuelo sobre cualquier trayectoria deseada, dentro de los límites de cobertura de las ayudas de navegación o de las posibilidades de una ayuda autónoma, y el concepto de RNP, que determina la precisión del desempeño de la navegación dentro de un espacio aéreo definido.

Así mismo, como generalidad de la navegación futura se destaca el uso de los satélites, teniendo como sistema mundial de determinación de posicionamiento y tiempo al Sistema de Navegación Global por Satélite (GNSS), que proporciona independientemente de la ubicación geográfica del usuario, facilidades para



determinar su posición referenciada a un sistema geodésico. Los principales elementos actuales del GNSS son el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y el Sistema Orbital de Navegación Global por Satélite (GLONASS), de cuyas constelaciones satelitales se obtiene información con bajo nivel de precisión. Es por esto, que en el GNSS se requiere además, el uso de métodos de aumento como el SBAS, GBAS y ABAS, que mejoran la precisión del sistema y mantienen la disponibilidad e integridad de la información mediante de dispositivos posicionados en satélite, tierra o en el avión, respectivamente. Su objetivo es enviar señales de corrección por cada señal del satélite GNSS visible y en caso de existir señales defectuosas advertir al usuario sobre esta situación.

3. VIGILANCIA

La vigilancia en el espacio aéreo Colombiano se constituye en un factor primordial para la seguridad nacional. Es así, como la integración del sistema ADS ofrece mejoras significativas en el control del tráfico aéreo en cuanto a extensión de la cobertura del actual sistema de radar y en aumento en la capacidad del espacio aéreo por reducción de separaciones entre aviones.

El ADS permite la transmisión automática vía enlace de datos de informes de la aeronave (identificación, posición y otros), derivados de los sistemas de navegación a bordo. Estos resultados visibles al controlador de tráfico aéreo a través de pantallas como las del sistema de radar, optimizan su productividad y disminuyen el riesgo de incidentes, puesto que tales niveles de automatización ofrecen asistencia para la predicción, detección y resolución de conflictos.

Nuevamente con las grandes capacidades de la tecnología, el uso de los enlaces de datos y la comunicación satelital, la operación en conjunto del ADS con las facilidades del radar actualmente en servicio, proveerán una vigilancia mejorada, confiable y eficiente del tráfico en el espacio aéreo controlado.

CONCLUSIONES

El acelerado crecimiento del flujo aéreo a nivel nacional e internacional hace evidente

las limitaciones de los sistemas actuales orientados a la gestión del tráfico aéreo, dando origen a la investigación y al desarrollo de modernas tecnologías tendientes a mejorarlos bajo el concepto CNS/ATM. Cada uno de los tres elementos (Comunicación, Navegación y Vigilancia) emplean sistemas de comunicación que hacen posible el soporte de las diferentes aplicaciones. De aquí, la gran importancia de implementar enlaces de datos digitales y comunicaciones satelitales a altos niveles de automatización, obteniendo significativos beneficios en las operaciones aéreas y en general, en la gestión del tráfico aéreo, para favorecer tanto a los pasajeros y las aerolíneas como a las entidades promotoras y reguladoras de la aviación en el país.

Para la implementación en Colombia del concepto CNS/ATM, las entidades de aviación se encuentran desarrollando estudios de factibilidad e investigaciones pertinentes para establecer un plan de transición conforme a las necesidades particulares y a las adecuadas soluciones

costo-beneficio.

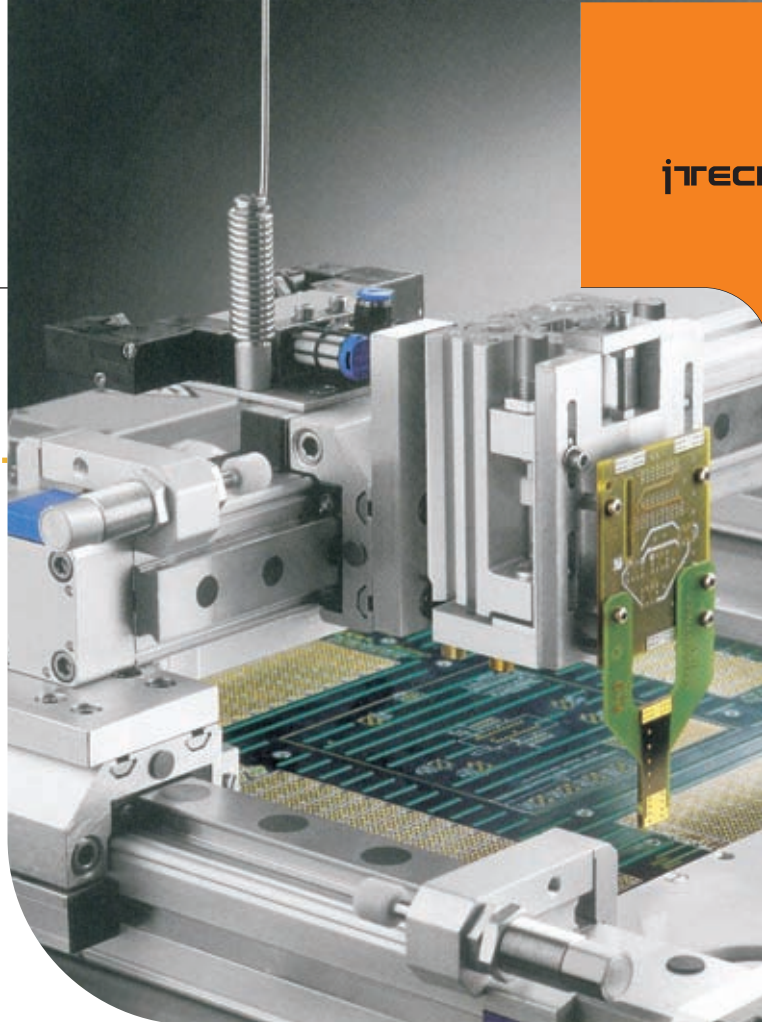
BIBLIOGRAFÍA

- ICAO. International Civil Aviation Organisation. Organización de la Aviación Civil Internacional OACI. www.icao.int
- Desmitificación CNS/ATM. Reporte preparado por el grupo de trabajo CANSO-CNS/ATM. Junio, 1999.
- MATAMOROS, Hector. Estudio de CNS para Colombia. Ecole Nationale de l'aviation Civile ENAC. Septiembre, 1999.
- OACI. Doc 9750, Plan Global de Navegación Aérea para Sistemas CNS/ATM. 1998.
- OACI. Plan Nacional para Sistemas CNS/ATM. Versión 1, abril 30 de 1999.
- ISO/IEC 7498-1 y OACI Doc 9705 Manual de Provisiones Técnicas de la Red de Telecomunicaciones Aeronáuticas (ATN).
- GALIBERT, Daniel. Reporte de desarrollos globales y regionales en la modernización de los sistemas de navegación aérea. (ANCTask No. ANB-9208 AND RAO-0002). Comisión de Navegación Aérea OACI. Mayo 31 de 2002.
- OACI. Enlaces de datos HF. Estándares y Recomendaciones Prácticas (SARPs).
- OACI. Telecomunicaciones Aeronáuticas y ATN SARPs contenidas en el anexo 10.
- IATA. International Air Transport Association. Asociación de Transporte Aéreo Internacional. www.iata.org
- ARINC. Aeronáutica Radio Inc. Industria de Radio Aeronáutica. www.arinc.com, www.arinc.com/news/newsletters/index.html



FESTO

y las 7 tendencias de automatización que se manifiestan en la industria electrónica



El nivel de productividad en la fabricación de grandes series, los criterios de calidad aplicados internacionalmente, las constantes innovaciones y los reiterados cambios de los productos, han hecho difíciles las cosas en la industria de la electrónica.

Las tecnologías complementarias, como la neumática permiten encontrar soluciones capaces de superar las actuales exigencias de la industria. La gama de productos electrónicos de Festo combina las ventajas tecnológicas de la neumática con los adelantos obtenidos en los diferentes sectores, tales como la miniaturización, el mayor rendimiento relativo y la integración de funciones.

Tendencia 1

Mayor rendimiento relativo: En la actualidad, la miniaturización ya no solamente es necesaria para ahorrar espacio. La innovación de los productos exige soluciones más pequeñas, rápidas y de avanzada tecnología. Los componentes de mayor rendimiento relativo ocupan menos espacio y consumen menos energía y material. Además son especialmente apropiados para ahorrar costos mediante sistemas de fabricación en paralelo.

Tendencia 2

Integración de funciones Los productos y subsistemas incluyen una cantidad cada vez mayor de funciones. Festo dispone de sistemas autónomos que incluyen actuadores, detectores y sistemas de control y regulación. De esta manera es posible obtener soluciones de automatización descentralizada. Las unidades memorizan todos los ciclos de trabajo en los subsistemas, reduciendo así el flujo de datos a lo mínimo indispensable. Además también integran las funciones de diagnóstico y control de estado.

Tendencia 3

La sensibilidad de la producción: La tecnología de los microsistemas es sumamente sensible, por lo que en la industria electrónica tiene que respetarse cada vez más los criterios físicos, biológicos y químicos, además de diversos efectos mecánicos, interferencias parasitarias colaterales y parámetros técnicos, por ello los productos deben cumplir con requisitos diversos tales como ausencia de cobre y teflón, funcionamiento en salas limpias de clean design, resistencia a descargas electrostáticas, protección contra explosión entre otras.

FESTO

Tendencia 4

Estandarización de interfaces: Los módulos de automatización tienen que poderse integrar en los sistemas más diversos, incluyendo los microsistemas, Festo desarrolla constantemente estándares de conexiones de componentes y sistemas con la finalidad de simplificar su utilización, permitir un montaje más rápido y aumentar la eficiencia de la producción, también en el caso de la proliferación de productos en series pequeñas.

Tendencia 5

La Mecatrónica: La Mecatrónica reúne la electricidad, la electrónica, la mecánica, el control mediante microordenador y la técnica de la información. El grado de integración de

El mercado exige nuevas tecnologías, la miniaturización generalizada y el aumento del rendimiento relativo son factores esenciales en la industria electrónica, pero no son suficientes para explicar el carácter sumamente complejo de evolución que está experimentando este sector industrial.

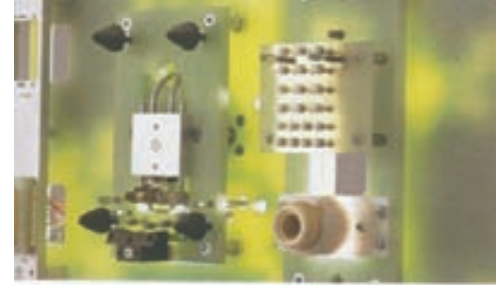
los sistemas mecatrónicos llega a tal extremo que las funciones mecánicas y electrónicas únicamente funcionan de modo recíproco. Los robots industriales, las máquinas CN y los sistemas de diagnóstico de máquinas y equipos son buenos ejemplos de ello. En el caso correcto de la electrónica se trata, por ejemplo, de impresora láser, fotocopiadoras, discos duros, escáner y unidades de CD.

Tendencia 6

La productrónica: La productrónica es un concepto que incluye máquinas y equipos utilizados para la fabricación de equipos de microelectrónica y de productos adyacentes. Concretamente se trata de la fabricación de semiconductores (IC), sistemas de montaje superficial de componentes (SMD), circuitos impresos (PCB), submódulos, módulos híbridos y sistemas para empaque, pantallas planas (FDP) pantallas de cristal líquido (LCD) entre otros, para estos casos los productos que existen en el mercado permiten así configurar instalaciones de fabricación rápida, sistemática que ofrecen el grado de precisión exigido.

Tendencia 7

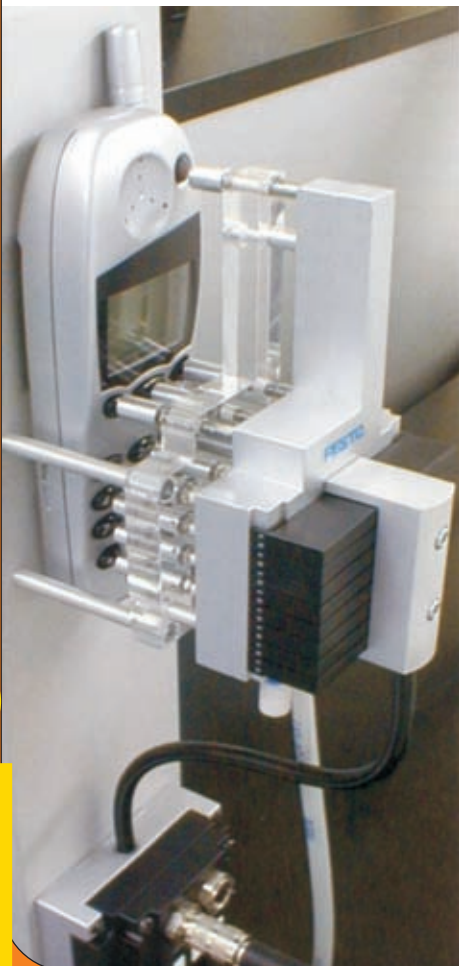
Procesamiento de Señales: Los sistemas de procesamiento de señales determinan la distribución de la "inteligencia" del microsistema. Hay que decidir hasta qué punto es necesario que el procesamiento previo de las señales se efectúe en el detector, y



además cómo deberá efectuarse la transmisión de la información dentro del sistema y entre varios sistemas. Entretanto se ha considerado progresar considerablemente en el campo de las conexiones de microdetectores de diversos tipos a sistemas de bus.

La subsistencia de los fabricantes dependerá fundamentalmente de su capacidad de transportar los materiales (microtecnología), de perfeccionar los sistemas de control y el procesamiento de los datos (sistemas de transmisión de señales) y de evitar que los procesos de producción sean afectados negativamente por influencias externas, ello implica el uso de nuevos métodos y tecnologías, por lo que la electrónica se enfrenta una y otra vez a los límites que dictan la física y la química.

La neumática es una tecnología relativamente sencilla que está experimentando una evolución destinada a obtener un mejor rendimiento relativo, una mayor integración de funciones y más interfases innovadoras, por lo que se facilita la conjunción de la neumática y la electrónica, tecnologías múltiples para funciones múltiples.



EL FOMENTO DE LA CULTURA INVESTIGATIVA

en la División de Ingenierías de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga

Ing. Vita Paola Bolívar León.
Docente División de Ingenierías
e-mail: vita-paola@ustabuca.edu.co

El presente artículo narra de forma general la propuesta de estructuración de la investigación en la División de Ingenierías, atendiendo tanto los procesos pedagógicos como la investigación estricta. La propuesta tiene como eje fundamental el quehacer investigativo como consecuencia del desarrollo de habilidades y competencias en docentes y estudiantes dentro del espacio académico universitario, razón por la cual se organizan tres tipos de interacción con ella.

El primero, la investigación estricta, sujeta a las pautas dadas por COLCIENCIAS y provista del rigor científico que la cataloga como tal, el segundo, la investigación formativa, como espacio para potenciar el acercamiento formal a la planeación, desarrollo y



ejecución de un proyecto que integre varias áreas del conocimiento de la misma disciplina y finalmente los semilleros de investigación como espacios académicos extra-aula donde por iniciativa propia se fortalece la cultura investigativa, por partir del interés personal de cada estudiante producto del deseo de cuestionarse por diferentes aspectos teórico-prácticos trabajados en los contenidos temáticos de su profesión.

ABSTRACT

The following article narrates in a general way the proposal of research structuring in the Engineering Division, seeking for both the pedagogical process and the strict research. The proposal has, as its fundamental basis, the everyday research as a result of the development of teacher's and student's skills competencies within the academic space. This is the reason why three types of interaction are organized. First, the strict research held on to the guidelines given by COLCIENCIAS and provided the scientific rigor that characterizes it. Second, the formative research is a means to promote the formal approximation to the planning, development, and application of a project that integrates several knowledge areas of the same field. Finally, the research groups are meant to be extracurricular spaces where individuals willingly promote a research culture by questioning and inquiring about different theoretical and practical aspects presented in the topics and contents of their profession.



REFERENTES INSTITUCIONALES

La investigación, desde la filosofía tomista, se fundamenta en la problematización de los hechos, la universalidad y objetividad de la información, el intento de captar y expresar la verdad mediante el análisis y el juicio ponderado y sincero sobre las distintas posturas, para descubrir y aceptar su verdad o su parte de verdad.

PEI, c. 8, 8.2

La seccional Bucaramanga, desde el área de ciencia e investigación perteneciente a la Unidad de Apoyo Académico, CEPA, elaboró un documento denominado Sistema General de Investigación Institucional, a través del cual se concreta la misión del enfoque investigativo, los principios característicos para esta actividad, políticas, estatutos y modelo a seguir por parte de los actores involucrados. Igualmente se hace explícita la fundamentación de la investigación en la educación superior; la contextualización en la Universidad Santo Tomás y los mecanismos para operacionalizarla¹.

En el documento se hace una relación entre la misión, visión e investigación en la institución, planteando el siguiente reto:

"Contribuir al avance científico tecnológico que el desarrollo del país requiere. Para ello se deben definir y fortalecer políticas generales, planes y programas concretos y modelos adecuados de docencia e investigación. Este proceso ya fue empezado en años pasados, como esfuerzo colectivo de todas las facultades y espera ser ampliado

y diversificado con una cultura investigativa que, frente a la dinámica actual, impone niveles cada vez más altos de desarrollo de los saberes y de las competencias profesionales. Para este propósito la Universidad realizará inversiones que apoyen y hagan viable los diversos proyectos de carácter disciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar²"

En coherencia con ello se determinaron los principios investigativos, que permiten la orientación de la acción investigativa en la Institución; estos responden a las tendencias actuales de la investigación, a los estándares de calidad para la educación superior y a los presupuestos identitativos institucionales y enmarcan toda actividad investigativa de la Universidad Santo Tomás Bucaramanga en la continuidad, pertinencia, objetividad, interdisciplinariedad, responsabilidad social y transdisciplinariedad.

Así mismo, la institución adopta como políticas de investigación, entre otras, el fomento de una cultura investigativa; promoción de iniciativas que contribuyan, mediante la investigación científica y tecnológica, a la solución de problemas regionales y nacionales; construcción de un modelo pedagógico que al integrar la investigación con la proyección social y la docencia, coadyuve al crecimiento y desarrollo del país; de-

sarrollo de programas de investigación a largo plazo, identificación y ejecución de las fuentes de financiación de la actividad investigativa, establecimiento de mecanismos para facilitar la difusión de las actividades investigativas realizadas en la institución; diseño de un sistema de evaluación de la actividad investigativa, de conformidad con los criterios del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

INVESTIGACIÓN EN LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Dentro de las políticas de investigación institucional se encuentra la formación de la cultura investigativa, primera etapa de la División de Ingenierías, donde se llegó a acuerdos relacionados con la terminología empleada cuando se hace referencia a investigación, objetivos de la misma, diferenciación entre investigación formativa y propiamente dicha, desarrollo de macroproyectos y ajuste del currículo a la investigación. Aquellos términos complementarios a los estipulados en el sistema general de investigaciones y utilizados por la División de Ingenierías son:

Investigación Formativa: *"Tipo de investigación que se hace entre estudiantes y docentes, en el proceso de desarrollo del currículo de un programa y que es propio de la*

1. Sistema General de Investigación Institucional. Área de Ciencia e Investigación. Universidad Santo Tomás. Seccional Bucaramanga. 2002.

2. Ibidem

dinámica de la relación con el conocimiento que debe existir en todos los procesos académicos tanto en el aprendizaje, por parte de los alumnos, como en la renovación de la práctica pedagógica por parte de los docentes. Es una generación de conocimientos menos estricta, menos formal⁸”

I+D (Investigación + Desarrollo): “Conjunto de actividades que permiten elaborar conocimientos o conceptos científicos nuevos (investigación fundamental o básica), aplicar teorías o conceptos a fines prácticos (investigación aplicada) y preparar la puesta en marcha a nivel de prototipo y proyecto piloto, de los resultados de la investigación (desarrollo)⁴”

Líneas de Investigación: “Conjunto de investigaciones que constituyen un sistema integrado para producir conocimiento y soluciones a problemas. Exige procesos de confrontación y difusión de resultados con pares, y participación en eventos científicos locales, regionales, nacionales e internacionales⁵”.

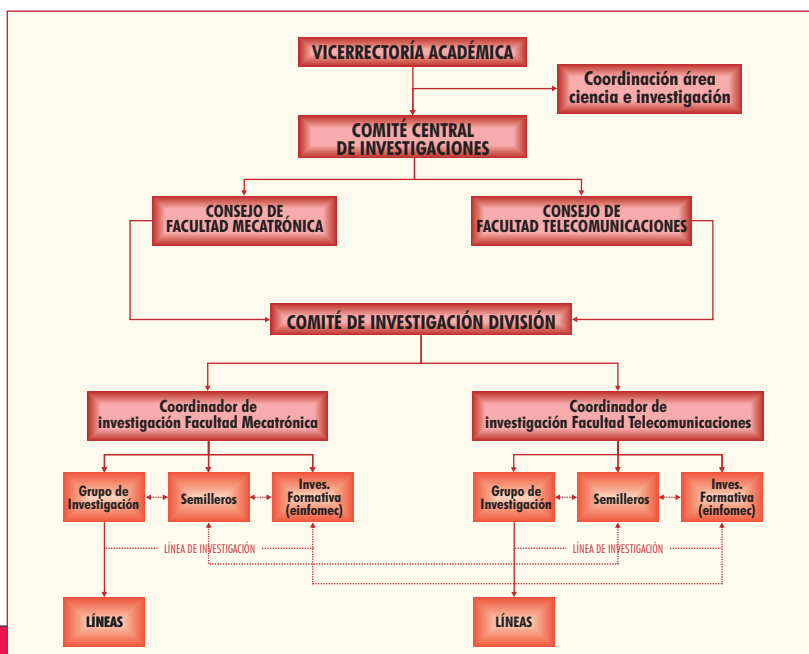
La definición de línea de investigación corresponde a una necesidad organizativa tan-

to del grupo de investigadores como del componente investigativo en cada unidad docente, además, es claro, que posibilita la articulación de la investigación a las necesidades del contexto por la dinámica de propuestas a solución de problemas en un área específica del saber, lo que le da su connotación práctica.

Grupo de Investigación: “Se define entonces Grupo de Investigación científica y/o tecnológica como el conjunto de una o más personas que se reúnen para realizar investigación en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico para trabajar en él y producen unos resultados de conocimiento sobre el tema en cuestión. Un grupo existe siempre y cuando demuestre producción de resultados tangibles y verificables y tenga un plan de acción convenientemente expresado y formalizado⁶”.

Como paso siguiente se analizó el modelo organizacional para investigación desarrollado por la Universidad Santo Tomás Bucaramanga a partir del cual se estructuró el que adoptó la División de Ingenierías. Figura N^o. 1.

Figura 1. Modelo organizacional de la Investigación en la División de Ingenierías.



En este modelo se observa para cada facultad tres agrupaciones, a saber, grupo de investigación, semilleros e investigación formativa, los cuales responden a tres maneras de crear y consolidar la cultura investigativa en la institución, ya que cada uno de ellos es liderado por un integrante de la comunidad académica (docentes investigadores, docentes y estudiantes). La líneas punteadas que se establecen entre las diferentes agrupaciones responden a la necesidad de conformar equipos multidisciplinarios que a su vez desarrollen procesos de secuencialidad y así garantizar que el estudiante o docente pueda iniciar su trayectoria investigativa desde cualquiera de las formas aquí presentadas para convertirse en un investigador.

INVESTIGACIÓN ESTRICTA EN LA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

Desde el año 2002 se han adelantando actividades que conllevan a la consolidación de líneas de investigación en la División de Ingenierías. Como producto de este proceso se aprobaron en los Respectivos Consejos de Facultad tres líneas de investigación así:

FACULTAD DE MECATRÓNICA

Línea de Simulación y Control Numérico⁷

Descripción: La línea de modelación numé-

3. RESTREPO Bernardo. Conceptos y aplicaciones de la investigación formativa y criterios para evaluar la investigación científica en sentido estricto. Coordinación del Consejo Nacional de Acreditación, CNA.

4. www.unesco.org

5. Facultad de Educación. Universidad del Quindío. www.uniquindio.edu.co

6. www.Colciencias.gov.co Convocatoria 2002 a grupos colombianos de investigación científica y tecnológica. Bogotá. 2002.

7. Del documento elaborado por el docente responsable de la Línea.

rica está enmarcada dentro de la investigación y desarrollo de modelos numéricos para la predicción del comportamiento de máquinas, mecanismos, montajes, estructuras y en general cualquier fenómeno que pueda ser estudiado a partir del planteamiento de una ecuación diferencial o integral. En cuanto al control numérico, su objetivo fundamental es desarrollar rutinas o procedimientos para controlar por medios computacionales la realización de una tarea a través de una máquina.

Tendencias: En el presente existen tendencias muy importantes para el desarrollo de soluciones numéricas como el paralelismo, la utilización de manipuladores algebraicos y herramientas computacionales (MAPLE, MATLAB), la implementación y manufactura de modelos computacionales a través de herramientas CAD (Diseño asistido por computador), CAE (Ingeniería Asistida por Computador) y CAM (Manufactura Asistida por computador), el desarrollo de software comercial y educativo empleando lenguajes de programación (C++, FORTRAN, Visual Basic, Delphi), el desarrollo de bases de datos (ORACLE) y el desarrollo de equipos utilizando técnicas de simulación y control numérico.

Línea de automatización y control⁸

Descripción: Se fundamenta en el estudio de procesos, la tecnología y la toma de decisiones como base los sistemas digitales y el procesamiento de información, el cual juega un papel muy importante en el campo de la automatización y control.

La línea de investigación se enfoca hacia el di-

La definición de línea de investigación corresponde a una necesidad organizativa tanto del grupo de investigadores como del componente investigativo en cada unidad docente.

seño de sistemas automáticos de producción, modelamiento y simulación de procesos, aplicación de nuevas técnicas de control como control avanzado e inteligencia artificial.

Tendencias: Desarrollo de proyectos de investigación que involucren la adaptación de tecnologías referentes a la automatización y el control.

Desarrollo de aplicaciones que permitan dar soluciones de automatización a las pequeñas y medianas industrias de la región.

Implementación de diseños de equipos con adaptación de tecnologías de punta para fortalecer el desarrollo de equipos acorde a las necesidades de las empresas.

Generación de equipos didácticos para el entrenamiento de estudiantes y personas ajenas a la institución, para fortalecer la actualización de tecnologías de la Mecatrónica en el país.

Línea de robótica⁹

Descripción: La línea de robótica comprende todos aquellos conceptos de electrónica, control, mecanismos, automatización e informática que se integran para diseñar, analizar e implementar sistemas robóticos.

Tendencias:
Inteligencia artificial.
Optimización de mecanismos.

Simulación.

FACULTAD DE TELECOMUNICACIONES

Línea de Procesamiento de señal¹⁰

Necesidades actuales en procesado de señal. En los últimos años y de una forma tardía en Colombia, han ingresado nuevos y variados servicios de telecomunicaciones. A la fecha, las tecnologías CDMA, PCS, y 3GSM anuncian su ingreso al país y tienen como propósito fundamental la convergencia de servicios de telecomunicaciones digitales en los que voz, audio, imagen, video y datos, comparten la misma infraestructura física. La implementación de estas tecnologías plantea problemas como: procesos en tiempo real, alta velocidad, altos niveles de compresión y calidad del servicio. A los cuales la línea de investigación en procesado de señal aporta en adquisición, adecuación y producción de conocimiento respecto a técnicas de filtrado, análisis espectral y compresión, para permitir un mejor uso del ancho de banda disponible.

Descripción: La creación oficial de la línea de investigación en procesado de señal, responde no sólo a una necesidad institucional orientada por la adquisición, la absorción y la comunicación del conocimiento como parte de su quehacer diario y auspiciada por sus entes investigativos partícipes del proceso en el aula de clase, en eventos nacionales, y en publicaciones en revistas indexadas; sino a necesidades de índole nacional e internacional donde las formas de comunicación toman cada día nuevos rumbos tendientes a prestar más y mejores servicios con más altas especificaciones técnicas y crecientes demandas de seguridad y calidad

8. Ibidem.

9. Op. Cit. 12

10. Sarmiento Luis O. Documento de Diagnóstico Línea Procesamiento de la Señal. Director de Línea División de Ingenierías. Universidad Santo Tomás Bucaramanga. 2003

del servicio.

Tendencias: Comprende áreas de investigación en comunicaciones, procesamiento de imágenes, procesamiento digital de señales de voz y caracterización de señales.

Línea de Telemática¹¹

Descripción: La telemática es un nuevo campo del conocimiento, surgido de la integración de las tecnologías de las comunicaciones y la computación, propiciado por el rápido desarrollo de las tecnologías de la información, que hoy se constituye en el pilar fundamental de la sociedad del conocimiento por el procesamiento inteligente de la información para soportar la toma de decisiones y obtener servicios con un alto valor agregado.

Consiste en el conjunto de técnicas y procedimientos necesarios para el análisis, diseño, implementación, integración, pruebas, y distribución tanto de sistemas y servicios de telecomunicaciones soportados por componentes informáticos, como de sistemas y servicios informáticos o de tratamiento de información que requieren de un componente de telecomunicaciones.

Tendencias: Seguridad en redes, tele educación y servicios telemáticos, convergencia en telecomunicaciones, tecnologías emergentes en redes de datos, arquitecturas avanzadas en comunicaciones y todas las demás que se vayan desarrollando y permitan realizar aportes significativos en el campo de la investigación tecnológica y científica.

Línea de Comunicaciones¹²

Descripción: Los desarrollos para realizar en esta línea de investigación se encuentran asociados a la utilización de nuevas tecnologías para extender los servicios de teleco-

municaciones a los usuarios de zonas aisladas (telefonía rural), o de zonas deprimidas (telefonía social), así como dar soluciones de telefonía inalámbrica para redes urbanas y áreas suburbanas; prestación de servicios de telefonía a través de redes HCF; soluciones en transmisión de la información a través de la red de potencia; y uso de las redes móviles para telefonía celular y rural, *como también se investiga y profundiza sobre temas relacionados con compatibilidad y perturbación electromagnética*¹³.

Tendencias¹⁴: Desarrollo de nuevos servicios a través de las infraestructuras existentes: multimedia y movilidad para el usuario. Prospectiva tecnológica y desarrollo de una red de monitoreo permanente de las nuevas tecnologías y servicios. Así como evaluación de alternativas, para la telefonía social y rural, aplicadas al plan COMPARTEL.

INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN LA DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

Acerca de investigación formativa

El término de investigación formativa en las Instituciones de Educación Superior de Colombia, data de la década del 90 aun cuando en el ámbito internacional aparece con más de una década de anterioridad. La expresión se apropia a partir de las discusiones referentes a las funciones sustantivas de las instituciones de educación superior, docencia, investigación y proyección social, cuyo fin es el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. A partir de allí, se hace una reflexión sobre los desarrollos de investigación en las universidades colombianas, evidenciando, que si bien es cierto que existen resultados de investigación propiamente di-

cha, no hay estrategias definidas, en muchas e ellas que permitan el desarrollo de competencias investigativas, en los jóvenes, que puedan a través de la sustitución generacional, garantizar en alguna medida, la permanencia de la labor investigativa.

Es así como se plantea hacer uso del currículo como elemento fundamental para el desarrollo de capacidades cognitivas, socioafectivas y lingüísticas, en los estudiantes, a través de procesos de observación, comparación, descripción, generalización, análisis, síntesis, inducción, deducción, inferencia, valoración, extrapolación, interpretación y aplicación, para construir en ellos disposiciones y actitudes que confronten la realidad de manera crítica y científica¹⁵.

Esta visión da origen a discusiones relacionadas con la urgencia de transformar las prácticas pedagógicas tradicionales en prácticas con acciones problematizadoras, las cuales según Polya¹⁶, consisten en la aplicación de métodos organizativos que le permitan al individuo desarrollar un plan y una solución, desarrollando así el término de investigación formativa como "dar forma... estructurar algo a lo largo de un proceso"¹⁷.

La aplicación de los ambientes basados en problemas como estrategia de formación,

11. Op. Cit. 12

12. Estándar N° 5. Informe de Estándares de Calidad. Ingeniería de Telecomunicaciones. Mayo de 2003

13. Esta investigación es llevada a cabo por el decano de la Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones.

14. Ibidem.

15. VILLA, Hincapié, Guillermo. Resignificar las profesiones desde el desarrollo humano integral centrado en competencias. Dirección CEPA. Universidad Santo Tomás Bucaramanga. 2003.

16. POLYA G. Mathematical discovery. On understanding, learning and teaching problem solving. Vol. II. Wiley. New York. 1996.

17. GÓMEZ R. Bernardo. Conceptos y aplicaciones de la investigación formativa y criterios para evaluar la investigación científica en sentido estricto. Coordinador del Consejo Nacional de Acreditación. CNA.

lleva implícita la definición de los núcleos temáticos, entendidos como la agrupación de un conjunto de conocimientos pertinentes que conllevan a la solución del problema y por tanto a la acción formativa; y los núcleos problemáticos¹⁸, definidos como grandes bloques de problemas interrelacionados, que demandan una explicación, una interpretación o una posible solución a partir de los núcleos temáticos. Esta metodología busca convertir el aula de clase en un escenario alternativo problematizante que desarrolla las competencias investigativas básicas de estudiantes y docentes y hace de cada encuentro académico una posibilidad de avanzar sobre un eje problemático.

Cada facultad adopta entonces el planteamiento en núcleos problemáticos y núcleos temáticos y establece como etapa inicial la estructuración de las asignaturas de acuerdo a contenidos temáticos, capacidades y competencias; ubicación y justificación de las asignaturas dentro de la malla curricular y confluir en proyectos semestrales interdisciplinarios, que vinculen a través de núcleos problemáticos los contenidos temáticos de una o varias asignaturas.

En este trabajo se evidencia la relación entre algunas de las líneas de investigación de la División de Ingenierías de la Universidad Santo Tomás y los proyectos de investiga-

ción formativa en estudiantes (grado o semestre) y en docentes.

Simulación y control numérico

Línea en la que se han desarrollado cuatro proyectos en CAD, CAE (programa Ansys) y prototipos físicos, a cargo del docente Wilson Rodríguez. Como evidencia está la participación de dos estudiantes con la ponencia de la antena ANSAT¹⁹. Otros resultados producto del aprendizaje y formación en la línea de Simulación y Control Numérico son²⁰:

- "Ponencia CAD-CAE" I Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica. Octubre 2001.
- "Modelación con Elementos Finitos del Flujo en Medio Poroso mediante Analogía Térmica utilizando ANSYS"
- I Congreso Nacional de Matemáticas Asistidas por Computador/Manizales, Noviembre 2001.
- "Simulación del fenómeno de Pandeo en columnas mediante el programa de elementos finitos ANSYS". Universidad Nacional de Colombia / Bogotá, Mayo 2002.
- "Modelación del flujo de aire alrededor de automóviles utilizando el programa de elementos finitos ANSYS". Revista Institucional de Ingenierías ITEKNE, Agosto 2002.
- Evaluación de la resistencia a la compresión de resinas a un paso y a dos pasos. Certificación en Trámite. Proyecto interfacultades (Odontología-Ing. Mecatrónica).
- "Modelación numérica del campo electromagnético (modo TE₁₀) de guías de onda rectangulares utilizando el programa de elementos finitos Ansys". Revista Institucional de Ingenierías ITEKNE, Noviembre 2002.

- "Experiencias de investigación formativa en el desarrollo de modelos computacionales y físicos de estructuras, máquinas y mecanismos".
- "Programa institucional PUNTO DE ENCUENTRO". Filmación de videos al final de los semestres primero y segundo de 2002.

Procesamiento digital de la señal

La Universidad expuso los resultados de dos proyectos de investigación formativa, realizados bajo la dirección del docente Luis Omar Sarmiento y están relacionados con el área de procesado de señal. Estos son²¹:

- "Diseño y Construcción de un Monitor para Señales Electrocardiográficas y de un Software de Adquisición, Presentación y análisis de datos en Matlab".
- "Simulación de Antenas con Interface Gráfica en Matlab".

Los proyectos de grado han proporcionado experiencia en procesamiento de imágenes, servicios de multimedia y procesamiento de señales biológicas, trabajados desde los siguientes temas²²:

- Simulación RF Sistemas Etiquetas Identificativas.
- Animación Facial Virtual
- Arte y Multimedia: reconstrucción virtual de Colombia.
- Modelación numérica del campo electromagnético de guías de onda rectangulares utilizando ANSYS.
- Análisis del líquido cefalorraquídeo a través del orificio de Silvio mediante tratamiento de imágenes contrastadas en fase con posproceso en ordenador.

18. VILLA, Hincapié Guillermo. Transformar, actualizar y construir el currículo. Dirección CEPA. Universidad Santo Tomás Bucaramanga 2003.

19. Mantilla Julián. Carlos Suárez. Ponencia Nacional.

20. Rodríguez Wilson. Publicaciones en diferentes eventos como participante. Director línea de simulación y control numérico. USTA-Bucaramanga. 2003

21. VII Evento Nacional de Expociencia y Expotecnología.

22. Sarmiento Luis O. Documento de Diagnóstico Línea Procesamiento de la Señal. Director de Línea . 2003

El resultado de estos proyectos se evidencia en cuatro artículos publicados en la Revista Iteckne:

- Introducción al Filtrado Adaptativo. Luis Omar Sarmiento Álvarez. Docente. Revista Iteckne No 1.
- Introducción a los Procesadores Digitales de la señal DSP. Luis Omar Sarmiento Álvarez. Docente. Revista Iteckne No. 2
- Modelación numérica del campo electromagnético de guías de onda rectangulares utilizando ANSYS. Wilson Rodríguez Calderón. Egresado. Iteckne No2.
- Antenas de etiquetas identificativas y lectores. Oscar Herrera Be-doya. Egresado. Iteckne No. 2.

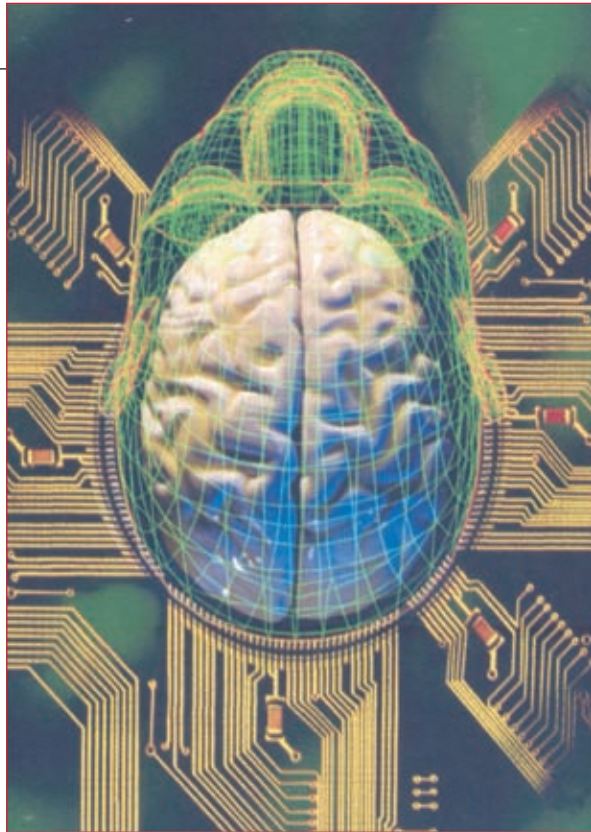
Actualmente se encuentra trabajando sobre proyectos relacionados con²³:

- Diseño y construcción de un equipo bio-médico para captación del sincocardiograma.
- Desarrollo y elaboración de un manual de referencia y de prácticas de laboratorio de procesamiento digital de la señal con el dispositivo DSP TMS320C5402 de Texas Instruments.

Comunicaciones

Los trabajos de grado que ayudan a la estructuración de esta línea han sido desarrollados en su gran mayoría en universidades y empresas españolas, aportando a las siguientes tendencias²⁴:

- Sistemas Microcontroladores Empotrados con Ethernet.



La investigación, desde la filosofía tomista, se fundamenta en la problematización de los hechos, la universalidad y objetividad de la información, el intento de captar y expresar la verdad mediante el análisis y el juicio ponderado y sincero sobre las distintas posturas, para descubrir y aceptar su verdad o su parte de verdad.

- Elaboración y Mantenimiento de Páginas Web.
- Control de Instrumentación Por Internet.
- Gestión de las comunicaciones inalámbricas para la localización mediante GPS de maquinaria en una terminal marítima de contenedores.
- Redes de área local inalámbricas.

Semilleros de Investigación

La notación de semilleros de investigación ratifica su sentido en la Universidad Santo Tomás a través del artículo N°. 14 del Sistema General de Investigaciones²⁵, de donde la División de Ingenierías lo desarrolla como estrategia pedagógica que busca, crear la inquietud investigativa en los estudiantes, siendo parte del desarrollo integral, a través de procesos de comunicación permanente con otros, socialización de decisiones, debate de propuestas y resultados, para construir el ejercicio de la crítica, del debate abierto y de la argumentación; perfil del egresado de la División de Ingenierías.

Su conformación estará dada por docentes y estudiantes quienes se encargarán de generar espacios de debate relacionados con la investigación básica en los distintos campos disciplinarios a los que pertenezcan (inicialmente telecomunicaciones y mecatrónica), para así estudiar una misma realidad desde perspectivas distintas; busca formar investigadores y/o profesionales con capacidad de integración, interlocución y compromiso social, a partir del supuesto que todos son eventualmente enseñantes y eventualmente aprendices, involucrados en un ambiente donde se manejan principios de respeto, democracia, construcción de grupo y por ende de país.

23. Ibidem.

24. Sandoval, Nelson. Documento Diagnóstico Línea de Telemática. Director Línea Telemática. División de Ingenierías. Universidad Santo Tomás Bucaramanga. 2003

25. Op. Cit. 2



Estas ideas se materializan entonces a lo largo de un proceso con las siguientes características particulares:

- Interdisciplinario: La División de Ingenierías de la Universidad Santo Tomás Seccional Bucaramanga, está conformada por dos disciplinas, Telecomunicaciones y Mecatrónica, coincidiendo ambas en la formación de profesionales que integran la ciencia y la práctica a través de la tecnología, como respuesta social a las necesidades materiales de soporte para el bienestar común, unidas a las altas exigencias de sostenibilidad ambiental²⁶. Razón por la cual se piensa en establecer grupos colaborativos de las dos facultades dentro de los semilleros de investigación, que permitan confrontar discursos con puntos de vista disciplinares distintos en pro del enriquecimiento cognitivo y el desarrollo de la competencia comunicativa mediante argumentación y contra argumentación de temáticas conjuntas.

- Por fases: La construcción de una cultura investigativa lleva implícito un proceso en el que se desarrollan capacidades y competencias a lo largo de la estadía de los estudiantes en el programa académico. Se parte del supuesto "que los es-

de los estudiantes a una de las líneas de investigación de la División de Ingenierías, como auxiliar.

REFERENCIA

- Acción Investigativa, Políticas y Estrategias. Centro Interdisciplinario de Investigaciones. Colección calidad y acreditación. Cartilla N° 4. Universidad Santo Tomás.
- Colciencias Observatorio Colombiano de la Ciencia y la Tecnología. Convocatoria 2002 a grupos colombianos de investigación científica y tecnológica. Bogotá. 2002.
- Criterios y procedimientos para la verificación de estándares de calidad de programas académicos de pregrado en ingeniería.
- Consejo Nacional de Acreditación. CNA. Diciembre de 2001. Estándares mínimos de calidad para la creación y funcionamiento de programas universitarios de pregrado. Referentes básicos para su formulación. Serie calidad de la educación superior N° 1. ICFES Ministerio de Educación. Segunda edición 2001.
- Estatuto Orgánico de la Universidad Santo Tomás. OPág., Cit. Pág. 38
- Facultad de Educación. Universidad del Quindío. Www.uniquindio.edu.co
- GÓMEZ R. Bernardo. Conceptos y aplicaciones de la investigación formativa y criterios para evaluar la investigación científica en sentido estricto. Coordinador del Consejo Nacional de Acreditación. CNA.

tudiantes tienen pocas habilidades para el aprendizaje autónomo" para iniciar desde el desarrollo de capacidades que potencien una actitud crítica frente a la información para desarrollar así las competencias básicas investigativas, en los estudiantes pertenecientes a los semilleros.

Este proceso entonces se divide en tres fases, una etapa inicial, cuyo centro es el desarrollo de capacidades relacionadas con la expresión oral y corporal. Una segunda fase, donde los estudiantes adquieran elementos básicos de formación en investigación (lecto-escritura), capacidad de trabajo en equipo y una actitud crítica frente a la información a la que van teniendo acceso. Y la tercera fase, caracterizada por la vinculación

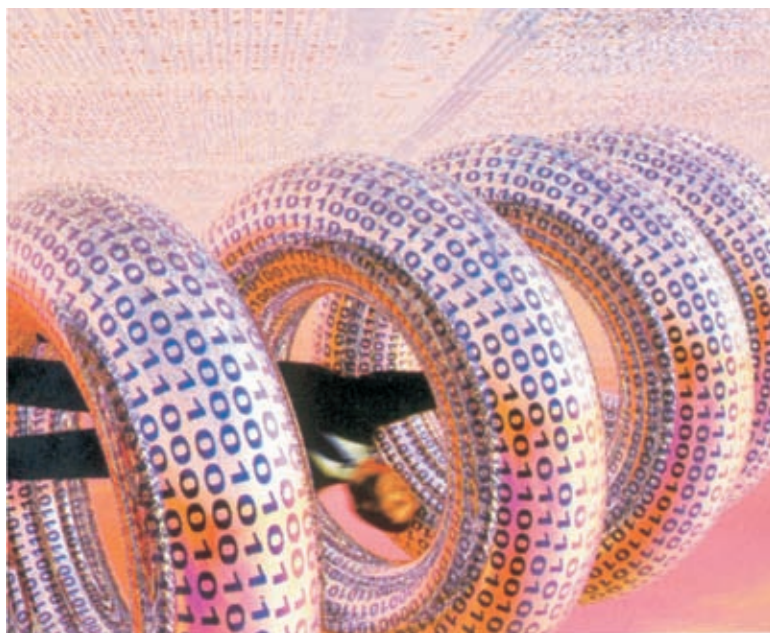
- GÓMEZ Bernardo. Conceptos y aplicaciones de la investigación formativa y criterios para evaluar la investigación científica en sentido estricto. Coordinación del Consejo Nacional de Acreditación, CNA.
- GÓMEZ P. Edgar Javier. Ponencia
- Mayer Richar. Pensamiento, resolución de problemas y cognición. Cognición y Desarrollo. Paidós. 1983
- Proyecto Regularización Curricular. El currículo centrado en problemas. Referentes conceptuales. CEPA. Universidad Santo Tomás. Seccional Bucaramanga. 2002.
- OSSA JORGE. Coordinador grupo de investigación biogénesis. Facultad de Medicina. Universidad de Antioquia. Semilleros de Investigación. Una emergencia en pos del conocimiento y la ciudadanía. Red de Semilleros de Investigación. RedSin. Universidad de Antioquia. Octubre de 2001.
- Sistema General de Investigación Institucional. Área de Ciencia e Investigación. Universidad Santo Tomás. Seccional Bucaramanga. 2002
- SIERRA ZAYDA. Coordinadora de Investigación. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia. Semilleros de Investigación. Una emergencia en pos del conocimiento y la ciudadanía. Red de Semilleros de Investigación. RedSin. Universidad de Antioquia. Octubre de 2001.
- www.unesco.org
- www.Colciencias.gov.co Convocatoria 2002 a grupos colombianos de investigación científica y tecnológica. Bogotá. 2002.

26. Criterios y procedimientos para la verificación de estándares de calidad de programas académicos de pregrado en ingeniería. Consejo Nacional de Acreditación. CNA. Diciembre de 2001

Diseño de optimización de estructuras mediante

MÉTODOS NUMÉRICOS AVANZADOS

Ing. WILSON RODRÍGUEZ CALDERÓN
MSc. Métodos Numéricos
para Cálculo y Diseño en Ingeniería UPC
Universidad Santo Tomás Bucaramanga
e-mail: wilroca50@hotmail.com



En muchos casos prácticos y cotidianos del diseño de estructuras, máquinas o mecanismos existen problemas que involucran la obtención de las dimensiones (Variables de Diseño) cumpliendo criterios de optimización comúnmente llamados Función Objetivo (Costo, volumen o peso mínimo) y satisfaciendo ciertas restricciones o condiciones denominadas Variables de Estado (Desplazamientos y/o tensiones admisibles). El artículo aborda brevemente la teoría general de optimización y se plantea un problema de minimización de desplazamiento con restricción de peso.

En la solución del problema ejemplo se utilizan modelos de elementos viga y elementos placa donde puede compararse el ajuste de cada uno de ellos respecto a la solución teórica disponible, dada la sencillez de la estructura tratada. Sin embargo, los problemas de optimización suelen ser complejos y de alto costo computacional en aplicaciones industriales donde la optimización tiene importancia estratégica para la competitividad de las empresas. Para la solución computacional se parametriza el modelo empleando el lenguaje APDL del Programa de elementos finitos ANSYS y se emplean los módulos de Preproceso, Solución, Postproceso y Optimización.

ABSTRACT

In many practical and daily cases of the design of structures, machines or mechanisms exist problems that involve the obtaining of the dimensions (Variables of Design) completing approaches of optimization commonly called Function Objective (Cost, volume or minimum weight) and satisfying certain restrictions or conditions denominated Variables of State (Displacements and/or acceptable tensions). The article approaches the general theory of optimization shortly and thinks about a problem of displacement minimization with restriction of weight.

In the solution of the problem example models of elements beam and elements shell are used where the adjustment can be compared of each one of them regarding the available, given theoretical solution the simplicity of the treated structure. However, the problems of optimization are usually complex and of high cost computational in industrial applications where the optimization has strategic importance for the competitiveness of the companies. For the solution computational you parametriza the pattern using the language APDL of the Program of finite elements ANSYS and the modules of Preproceso, Solution, Postproceso and Optimization are used.

Keywords: Design Optimization, Objective Function, Design Variables, State Variables, Minimization

Palabras Clave: Diseño de Optimización, Función Objetivo, Variables de Diseño, Variables de Estado, Minimización.

NOMENCLATURA

- b1 Base de la sección transversal del tramo 1
- b2 Base de la sección transversal del tramo 2
- C Variable de sustitución
- E Módulo de Elasticidad
- H Altura común de la sección transversal del tramo 1 y 2.
- L Longitud de la viga
- P Carga aplicada
- U Desplazamiento del extremo libre de la viga
- W Peso Total de la viga
- r Peso específico del material

El diseño de optimización es una técnica que pretende determinar el mejor diseño o diseño óptimo. Por "diseño óptimo", se entiende como aquel que reúne toda una serie de requisitos específicos, pero con un gasto o costo mínimo de ciertos factores, tales como peso, área de la superficie, volumen, tensión y costo. En otras palabras, el diseño óptimo es normalmente aquel que logra "hacer lo más eficaz posible".

Virtualmente se puede perfeccionar cualquier aspecto del diseño como: dimensiones (tal como espesor), forma (tal como radio del chaflanado), colocación de apoyos, costo de fabricación, frecuencia natural, propiedad del material, y así sucesivamente. Para la solución se usa el programa ANSYS, dado que, puede sujetarse al diseño de optimización de cualquier modelo que se pueda expresar en función de parámetros.

El programa ANSYS ofrece dos métodos de optimización adaptables a una gama amplia de problemas. El método de la aproximación del subproblema es un método de orden cero avanzado que se puede aplicar eficazmente a la mayoría de problemas de ingeniería. El método de primer orden se basa en la sensibilidad del diseño y está recomendado para problemas que requieren alta exactitud.

Para los dos métodos, el subproblema y el de primer orden, el programa ejecuta una serie de ciclos de análisis evaluación - modificación. Es decir, se desarrolla un análisis de diseño inicial, se evalúan los resultados contra criterios específicos del diseño, y se modifica el diseño si es necesari-

o. Este proceso se repite hasta que todos los criterios específicos se satisfagan.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema consiste básicamente en la optimización de las dimensiones (b1 y b2) de una viga en voladizo de dos tramos prismáticos, de tal manera que se minimice la máxima deflexión presente en el extremo libre de la viga. En la figura 1 se muestra el dominio o la geometría del problema.

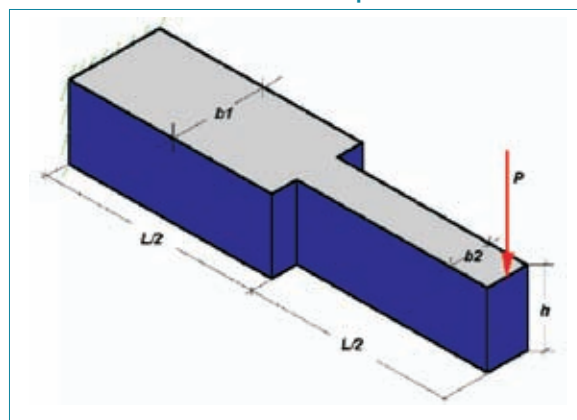
Los datos necesarios para alimentar el modelo son:

1. La geometría del problema indicada en la figura 1.
2. Las condiciones de contorno que son simplemente la restricción de los desplazamientos y giros del extremo empotrado de la viga en voladizo.
3. $L = \text{Longitud} = 100 \text{ plg}$, $h = 5 \text{ plg}$
4. Base Uniforme Inicial $b = 5.0 \text{ plg}$
5. $E = 10E6 \text{ lb/plg}^2$, $r = 0.1 \text{ lb/plg}^2$

Además, se plantean dos restricciones:

1. El peso máximo de la viga es 50 lb.
2. El ancho mínimo = 0.01 plg

FIGURA 1. Dominio de discretización del problema



SOLUCIÓN ANALÍTICA

El problema se resuelve teóricamente empleando la teoría básica de deflexión de viga y el tema de optimización del cálculo analítico.

El problema es estáticamente determinado. El desplazamiento del extremo de la viga esta dado por:

$$u = \frac{PL^3}{2Eh^3} \left(\frac{1}{b2} + \frac{7}{b1} \right) \quad (1)$$

Y el peso de la viga está dado por:

$$w = \frac{1}{2} \rho h L (b1 + b2) \quad (2)$$

Donde la restricción de peso es crítica y como tal, es posible escribir b1 en términos de b2 como:

$$b1 = c - b2 \quad (3)$$

Donde:

$$c = \frac{2w}{\rho h L} \quad (4)$$

Sustituyendo b1 de (3) en la ecuación (1) de desplazamiento resulta:

$$u = \frac{PL^3}{2Eh^3} \left(\frac{1}{b2} + \frac{7}{c - b2} \right) \quad (5)$$

La condición necesaria para la minimización de u es:

$$\frac{\partial u}{\partial b2} = 0 \quad (6)$$

Realizando la derivada, simplificando e igualando a cero se obtiene:

$$b2^2 + \frac{1}{3} cb2 - \frac{c^2}{6} = 0 \quad (7)$$

Resolviendo la ecuación (7) para b2 y tomando la raíz positiva, el resultado es:

$$b2 = \frac{(\sqrt{7} - 1)c}{6} \quad (8)$$

Sustituyendo b2 en la ecuación (3) se obtiene b1 como:

$$b1 = \frac{(7 - \sqrt{7})c}{6} \quad (9)$$

Evaluando con los datos en (8), (9) y (5), finalmente se determinan las variables de diseño y la función objetivo:

$$c = 2$$

$$b1 = 1.4514162 \quad (10)$$

$$b2 = 0.5485837 \quad b2 = 0.5485837$$

$$u = 0.26583$$

MARCO TEÓRICO DE LA SOLUCIÓN NUMÉRICA

Antes de empezar a describir y analizar los resultados es importante tener en cuenta algunas definiciones básicas que introducen el lenguaje propio del diseño de optimización.

Definiciones Básicas

La terminología básica empleada en diseño de optimización involucra términos como: variables de diseño, variables de estado, función objetivo, diseño factible y diseño no factible, archivo de análisis, iteraciones, ciclos y conjunto de diseño. El problema planteado sirve como un ejemplo representativo de optimización estructural.

Variables de Diseño (DVs) son cantidades independientes que son iteradas en orden pa-

ra alcanzar el diseño óptimo. Se especifican límites superiores e inferiores como "restricciones" en las variables de diseño. Estos límites definen el rango de variación de las Variables de Diseño (DV). En el problema de la viga, los anchos b1 y b2, son candidatos obvios para definir las DVs. Ambos, b1 y b2, no pueden ser inferiores a 0.01, así, sus más bajos límites serían b1, b2 > 0.01. También, tienen un límite superior de b máx = 5.0. Hasta 60 DVs pueden definirse en ANSYS para un problema de diseño de optimización.

Variables de Estado (SVs) son cantidades que condicionan o restringen el diseño. Se conocen también como "variables dependientes", y son típicamente variables de respuesta que son funciones de las variables de diseño. Una variable de estado puede tener un límite máximo y un límite mínimo, o puede tener un "único límite". El problema de la viga posee una SVs: w (el peso total) acotada superiormente por 50. En el ANSYS se pueden definir hasta 100 SVs en un problema de diseño de optimización.

La Función Objetivo es la variable dependiente que se intenta minimizar. Debe ser una función de las DVs, es decir, si cambian los valores de las DVs debe cambiar el valor de la función objetivo. En el problema tratado, la deflexión del extremo libre es la función objetivo (que se minimiza). En ANSYS sólo puede ser definida una sola función objetivo.

Las variables de diseño, las variables de estado, y la función objetivo son llamadas colectivamente variables de optimización. En una optimización realizada en ANSYS el usuario representa estas variables a través de parámetros. El usuario debe identificar

en el modelo cuáles parámetros son representativos de las DVs, SVs, y de la función objetivo.

Un conjunto de diseño (o diseño) es simplemente un conjunto único de valores de parámetros que representan una configuración particular de un modelo. Típicamente, un conjunto de diseño se caracteriza por los valores de las variables de optimización; sin embargo, todos los parámetros del modelo (incluso aquellos que no están identificados como variables de optimización), se incluyen en el conjunto.

Un diseño factible es uno que satisface bien todas las restricciones o condiciones especificadas tanto para las SVs así como para las DVs. Si una o ninguna de las restricciones no se satisface, el diseño es considerado como no factible. El mejor diseño es aquel que satisface todas las restricciones y produce el mínimo valor en la función objetivo. (Si todo el conjunto de diseño es no factible, el mejor conjunto de diseño es aquel que más se acerca a la factibilidad, independiente del valor que produzca en la función objetivo).

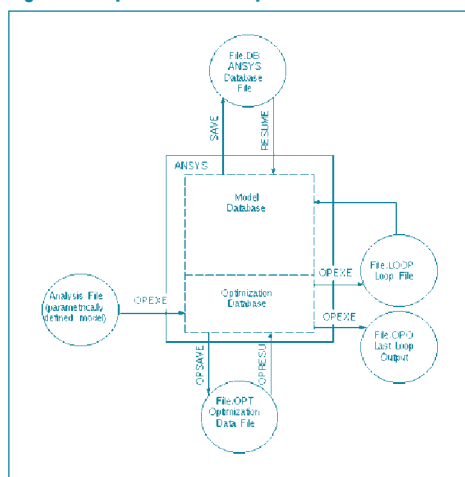
El archivo de análisis es en ANSYS el archivo de entrada (el cual puede ser creado por varios caminos) que contiene una secuencia completa de análisis (preproceso, solución, postproceso). Este archivo debe contener un modelo definido paramétricamente usando variables que representen todas las entradas y las salidas que serán usadas como DVs, SVs, y la función objetivo. Desde este archivo, se crea automáticamente un ciclo de archivos de optimización (Jobname.LOOP) que es usado por el optimizador para ejecutar o desarrollar los ciclos de análisis.

Un ciclo es un paso a través del ciclo de análisis. (Esto es como un paso por el archivo de análisis). La salida para el último ciclo ejecutado se preserva en un archivo llamado Jobname.OPO. Una iteración de optimización (o simplemente iteración) es uno o más ciclos de análisis los cuales resultan en un nuevo conjunto de diseño. Típicamente, una iteración equivale a un ciclo. Sin embargo, para el método de primer orden, una iteración representa más de un ciclo.

La base de datos de optimización contiene el último entorno de optimización, e incluye las definiciones de las variables de optimización, los parámetros, todas las especificaciones de optimización y los conjuntos de diseño acumulados. Esta base de datos puede ser salvada (por Jobname.OPT) o resumida en cualquier momento en el optimizador.

Algunos de los conceptos descritos anteriormente pueden ser entendidos mejor a través de la Figura 2, que muestra el flujo de información durante un análisis de optimización. El archivo de análisis debe existir como una entidad separada, dado que la base de datos de optimización no hace parte de la base de datos del modelo de ANSYS.

Figura 2. Flujo de datos de Optimización



Elementos BEAM3 y SHELL63

El elemento BEAM3 puede ser usado como un elemento 2D para la modelación de problemas de Esfuerzo-Deformación en Vigas, cuenta con dos nodos y 3 grados de libertad por nodo.

El elemento SHELL63 puede ser usado como un elemento 3D para la modelación de problemas de Esfuerzo-Deformación en Placas, cuenta con cuatro nodos y 6 grados de libertad por nodo.

El problema planteado se resuelve idealizando con cada uno de estos elementos la viga y además, se deben comparar los resultados para ver la conveniencia de cada uno en la solución del problema.

Métodos de solución

Para la optimización se utilizan dos métodos: El método del subproblema o método de orden cero y el método de primer orden. Ambos con las mismas condiciones de inicio, tolerancias y restricciones. El número máximo de iteraciones es de 25 para el método del subproblema y 10 para el método de primer orden.

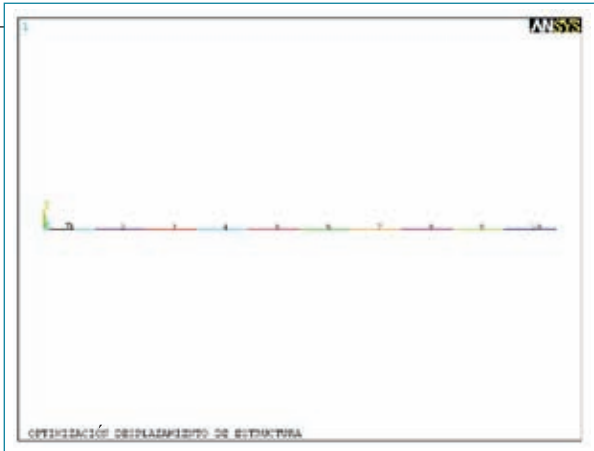
Para la parametrización de los modelos se utiliza el lenguaje APDL de ANSYS.

RESULTADOS

Modelo implementado con el elemento BEAM3

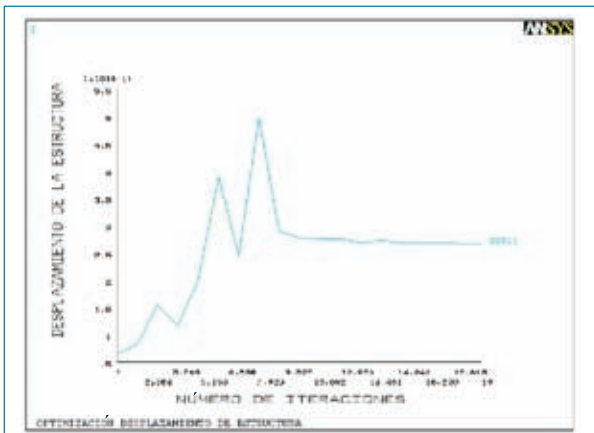
La Figura 3 muestra la configuración de la malla de elementos finitos. Esta consta de 10 elementos de igual longitud, de los cuales los primeros cinco caracterizan el primer tramo, mientras que los restantes representan el segundo tramo.

Figura 3. Malla elementos finitos de la viga



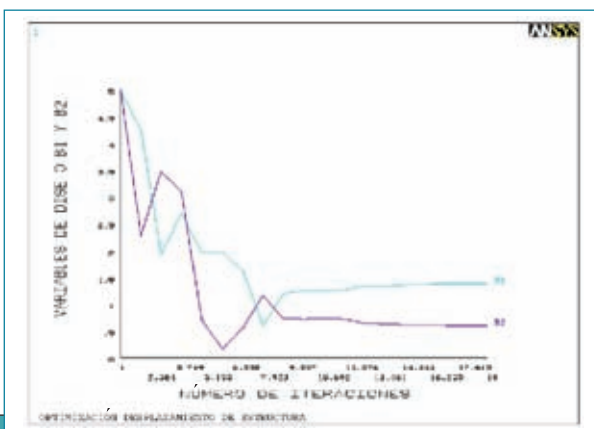
A continuación se muestran las gráficas de convergencia de las variables de diseño y la función objetivo para el método del subproblema y de primer orden respectivamente. Al final se muestran los resultados de deflexión del último ciclo de análisis del método de primer orden.

Figura 4. Convergencia de la función objetivo (desplazamiento extremo libre). (método del subproblema)



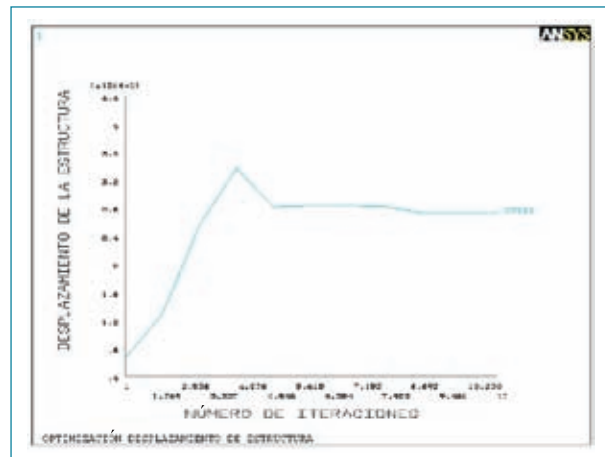
En la Figura 4 puede verse cómo en la novena iteración la función objetivo empieza a estabilizarse hasta alcanzar un valor constante.

Figura 5. Convergencia de las variables de diseño

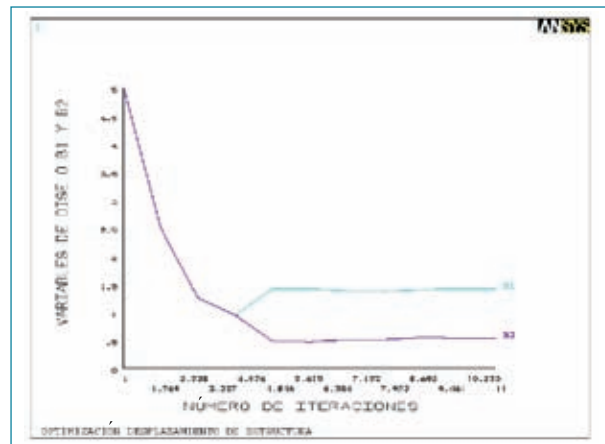


(base de los dos tramos de viga). (método del subproblema)

De la misma manera que en la Figura 4 en la Figura 5 puede observarse cómo las dos variables de diseño se estabilizan hacia la novena iteración. Además puede observarse cierta oscilación en las primeras iteraciones del método.



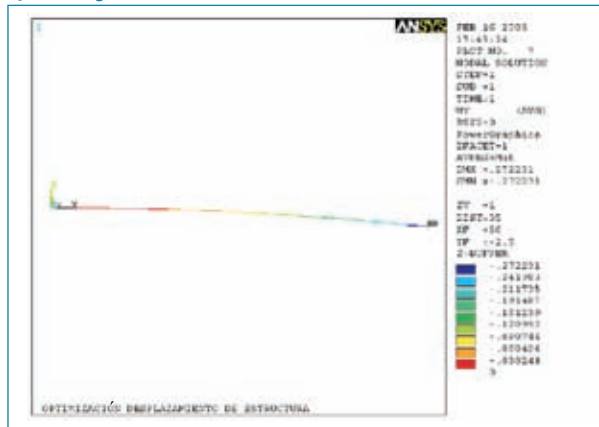
En la Figura 6 puede verse cómo en la quinta iteración la función objetivo empieza a estabilizarse hasta alcanzar un valor constante. Es importante resaltar que la Figura 6 cuenta con 11 iteraciones, mientras, que la Figura 4 homóloga cuenta con 19 iteraciones. Sin embargo, no debe olvidarse que en el método de primer orden cada iteración cuenta con los resultados de un ciclo de análisis.



blema cada iteración consta de un ciclo.

En la Figura 7 puede verse como en la quinta iteración las variables de diseño empiezan a estabilizarse hasta alcanzar un valor constante. Además debe observarse que las Figuras 6, y 7 cuentan con conver-

Figura 8. Postproceso por contorno del desplazamiento vertical y de la viga.

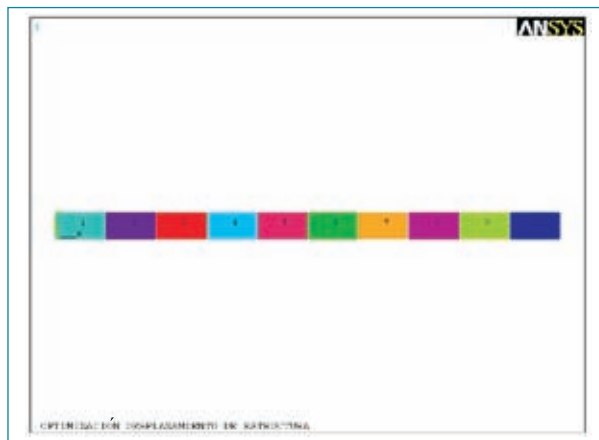


gencia suave, mientras que las Figuras 6 y 7 muestran un comportamiento oscilatorio, sobre todo en las primeras iteraciones.

La Figura 8 muestra el comportamiento de desplazamiento de la viga optimizada.

Modelo implementado con el elemento SHELL63

Figura 9. Malla elementos finitos de la viga



La Figura 9 muestra la configuración de la malla de elementos finitos. Esta consta de 10 elementos donde los primeros cinco del extremo izquierdo caracterizan el primer tramo y los restantes el segundo tramo.

A continuación se muestran las gráficas de convergencia de las variables de diseño y la función objetivo para el método del subproblema y

Figura 10. Convergencia de la Función Objetivo

(desplazamiento extremo libre). (método del subproblema)

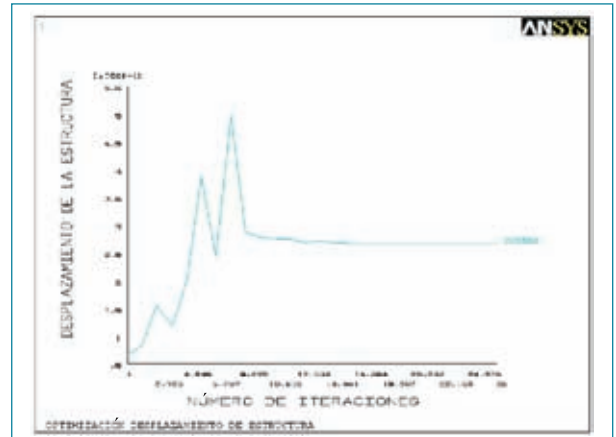


Figura 11. Convergencia de las variables de diseño (base de los dos tramos de viga). (método del subproblema)

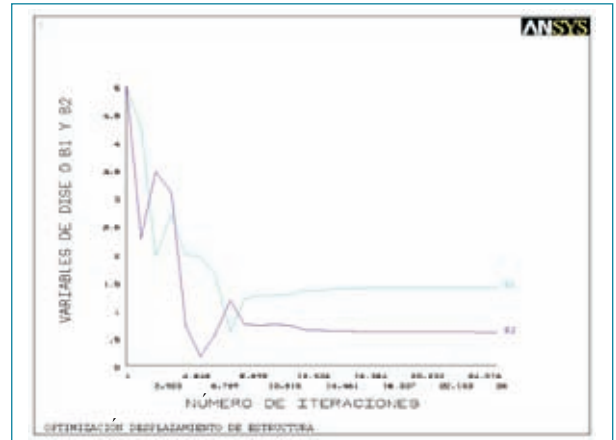


Figura 12. Convergencia de la función objetivo (desplazamiento extremo libre). (método de primer orden)

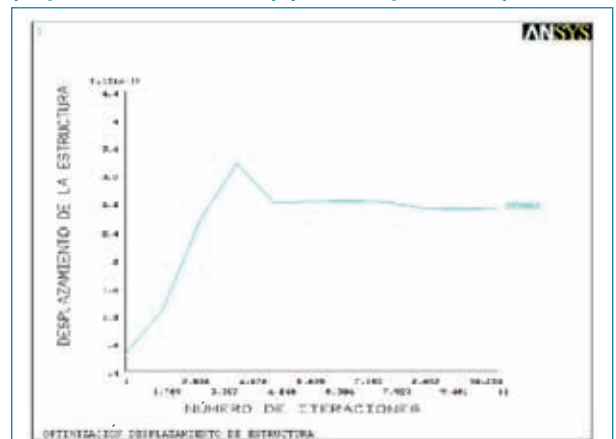


Figura 13. Convergencia de las variables de diseño (base de los dos tramos de viga). (método de primer orden)

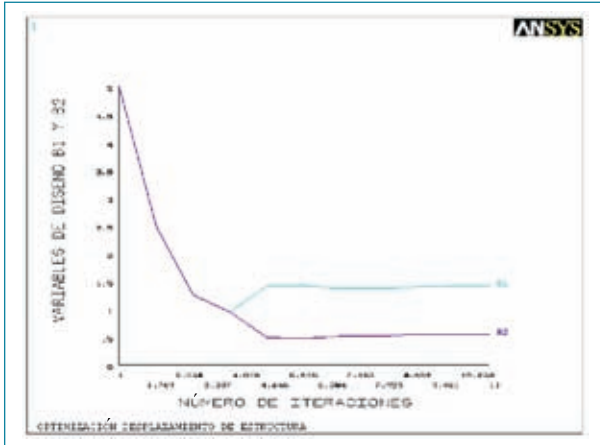
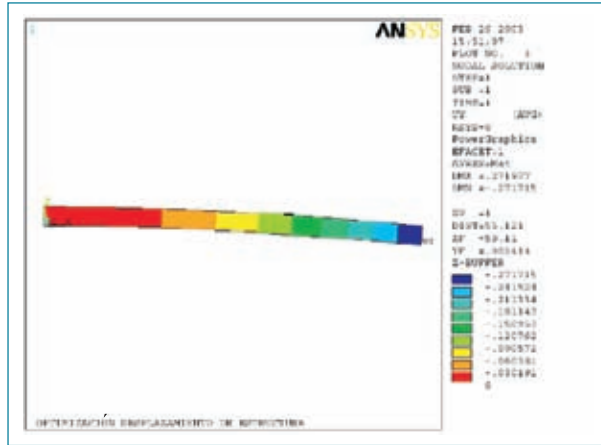


Figura 14. Postproceso por contorno del desplazamiento vertical uy de la viga.



de primer orden respectivamente. Al final se muestran los resultados de deflexión del último ciclo de análisis del método de primer orden. Puede observarse el mismo comportamiento del modelo realizado con el elemento BEAM3.

Comparación de resultados Modelos BEAM3

Tabla 1. Comparación de resultados modelos beam3 y shell63

PROPIEDADES	SOL TEÓRICA	M. SUBPROBLEMA (BEAM3)	M. PRIMER ORDEN (BEAM3)
Variación en la curva de convergencia	-	Oscilatoria	Suave
No. De iteraciones para estabilizar las curvas	-	9	5
Deflexión optimizada (UY)	0,26583	0,267143013	0,272238329
b1	1,4514162	1,39069442	1,41635449
b2	0,5485837	0,607858863	0,536569151

PROPIEDADES	SOL TEÓRICA	M. SUBPROBLEMA (SHELL63)	M. PRIMER ORDEN (SHELL63)
Variación en la curva de convergencia	-	Oscilatoria	Suave
No. De iteraciones para estabilizar las curvas	-	9	5
Deflexión optimizada (UY)	0,26583	0,266154798	0,271714599
b1	1,4514162	1,40584541	1,41722537
b2	0,5485837	0,592834382	0,537117685

y SHELL63

En la Tabla 1 se resumen los resultados obtenidos a partir de las idea-

lizaciones realizadas con elementos tipo viga (BEAM3) y placa (SHELL63).

Es importante notar que todos los modelos presentan un buen grado de aproximación a la solución teórica de las variables de diseño y de la función objetivo.

También es importante observar que el método de primer orden presenta mayor grado de exactitud respecto a la solución teórica.

CONCLUSIONES

El diseño de Optimización representa una herramienta de competitividad extremadamente eficiente para las empresas dedicadas al diseño de maquinaria e infraestructura, dada la gran variedad de posibilidades de optimización flexibles y adaptables por medio de la parametrización de modelos. Sin embargo, hay que tener cuidado con fenómenos numéricos que afectan la solución de manera significativa al punto de no predecir el comportamiento real de las estructuras.

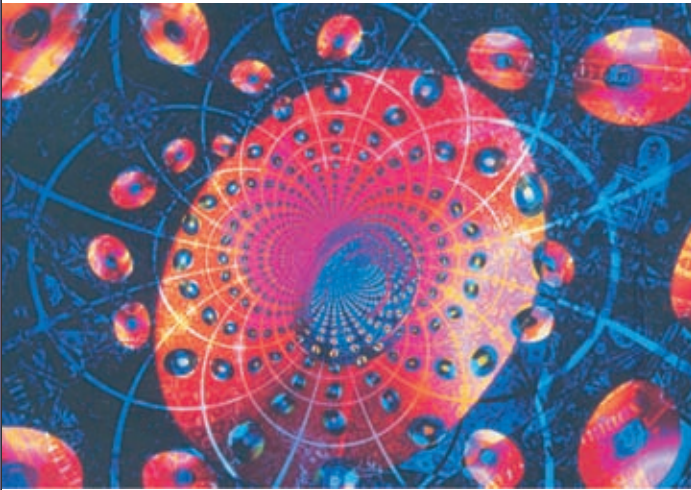
Es importante que cuando se resuelva un problema por elementos finitos o cualquier otra técnica numérica, tener en cuenta que siempre éstas conducen a soluciones aproximadas que deben ser evaluadas con criterio ingenieril

BIBLIOGRAFÍA

1. ANSYS USER MANUAL/ REVISIÓN 5.0. SWANSON

ANALYSIS SYSTEMS, INC. HOUSTON. VOLUME I (PROCEDURES), VOLUME II (COMANDS), VOLUME III (ELEMENTS), VOLUME IV (THEORY).

Analysis of phase-contrast magnetic resonance imaging of cerebrospinal fluid flow.



A SOFTWARE TO DEFINE THE OPTIMUM REGION OF INTEREST

Yudy Natalia Flórez-Ordóñez
 Ing. Telecomunicaciones
 Universidad Santo Tomás - Bucaramanga
 D. Moratal-Pérez, J. Millet-Roig, E. Arana, L. Martí-Bonmati
 Universidad Politécnica de Valencia, España

Measurement of cerebrospinal fluid (CSF) within the cerebral aqueduct depends on the region of interest (ROI) chosen to carry out the analysis. This great diversity of results are due to the error introduced by the partial volume effects of pixels that contain both stationary surroundings and flowing CSF. This error can be reduced if spatial resolution is maximized in the moment of data acquisition; however these changes in the parameters have an adverse effect on signal to noise ratio and/or acquisition time. These are the mean reasons to develop the software we present here.

It gives the user the possibility to calculate automatically the ROI as to apply two kind of background correction to the velocity curves for calculating several values like the volumetric flow rate, the stroke volume and the CSF velocity, among others, through the Aqueduct of

Sylvius.

Through years many techniques for the measurement of flow have been developed. Phase methods and phase contrast (PC), are well suited to quantitative measurements of velocity and volume flow rate [1][2][3], nevertheless the accuracy of the data can be degraded by the effect of acceleration, eddy currents and by partial volume effects, including the effects of finite slice thickness and resolution, pulsatile waveforms, motion and chemical shift.

Generally two types of analysis are carried out: a qualitative analysis allows a rapid and dramatic evaluation of both, normal and abnormal patients, in a visual form, still, only this analysis in phase contrast (PC) images is not sufficient to assess the subtle physiologic details of the CSF flux because of the appearance of the void flow is highly dependent on the parameters used during the acquisition, as well as on the technical characteristics of the MR imaging systems while a quantitative evaluation permits a more precise mapping of the flow patterns and is more sensitive in detecting fluid motions and allows calculation of CSF velocity [4][5].

A region of interest is necessary for calculating the different parameters, but in some circumstances, inconsistent ROI definition can be a major source of poor reproducibility.

The main idea is to develop an appropriate tool that permit to determine automatically a ROI and to apply it to the background

correction in order to obtain the different waveforms and each one of the parameters that characterize the flow curve.

Figure 1. Importance of both images: magnitude and phase images.

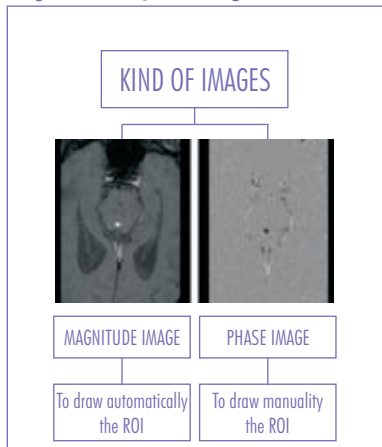
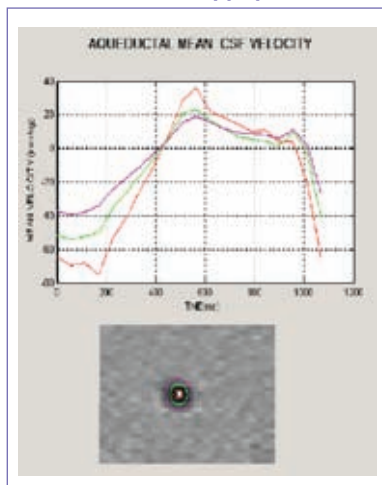


Figure 2. These curves represent the flow velocity through the Sylvian hole; the relation between the velocity and the diameter ROI is inversely proportional.



It is important to remember that MR signal contains phase information as well as magnitude information. The MR signal can be broken down into so-called real (Re) and imaginary (Im) components [6]. The magnitude image M combines the signal as

and the phase image is formed by combining the real and imaginary data as follows:

$$\theta = \arctan \left(\frac{Im}{Re} \right) \quad (2)$$

We, routinely, use the phase contrast image for velocity information and the magnitude image for the definition of the automatic ROI.

Figure 1, shows the importance of every image during the analysis process.

Phase contrast images are displayed on a gray scale making a velocity plane, where high signal intensity indicate rostral flow and low intensities represent caudal flow, having the scale of intensity of each pixel a direct relation with velocity.

When this plane, then, the product of the measured velocity (cm/s) in the pixel and its area (cm²) is the rate of flow (ml/s) through that pixel. The volume flow rate through the hole, F, can be obtained by summing the flow rates in all pixels within a ROI or multiplying the average velocity within the region by the ROI area. We used the second method, as indicated in equation (3):

$$Q = A_{ROI} \sum_{i=1}^N V_i = A_{ROI} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i \right) \quad (3)$$

APIX and AROI are the area of the pixel and the ROI respectively. The ROI has N pixels in it, and vi is the velocity in the ith pixel.

The volume per cycle (stroke volume) for

both diastole and systole is then calculated integrating the area under the volumetric flow rate curve versus time. The mean of the absolute value of these two measurements was the aqueductal CSF stroke volume [7] [8].

Note that velocity and flow rate are measured directly by PC MRI and can be accurate even if the heart rate is not known or is incorrect. The correct heart rate is needed to convert the data to flow per cycle.

Measurements of CSF flow is challenging owing to the diameter of the region, this case can be observed in the Figure 2 where three velocity curves are plotted for MAGNITUDE IMAGE PHASE IMAGE To draw manually the ROI To draw automatically the ROI three different ROI's, therefore the objective of this software is to define the optimum ROI, for a better accuracy.

For this aim we have marked a point of reference on the magnitude image and applied to the velocity image where looking for the frame with the maximum value and the values high to the middle of this maximum by following plotted the ROI, which can be showed through of all frames verifying that this is the more indicated.

On the other hand the error introduced by partial volume effect can be reduced in two ways: the first in the moment of data acquisition by increasing the spatial resolution, however it reduces the signal to noise ratio (SNR) of the flow data [9] and the second is to apply a background correction [10], measuring an average value of offset per frame to correct the velocity curves, this value can be calculated as we have done: in the mesencephalon or at the surrounding of the ROI, as it can be visualized in Figure 3.

Figure 3. Left: Moon correction, Right: Mesencephalon correction.



Afterward the values of velocity and flux are plotted against time in the heart cycle, with a cubic spline interpolation of the last and first values of the cardiac cycle. The following velocity and temporal parameters are also evaluated: maximum systolic signal intensity (Smax), maximum diastolic signal intensity (Smin), difference between Smax and Smin (Sdiff), R-wave to onset of CSF systole (R-S), R-wave to onset of CSF diastole (R-D), and Rwave to Smin (R-MDV)[11][12].

The program then offers the possibility to calculate the previous parameters such as manual ROI and automatic ROI and to display them as shown in Figure 4.

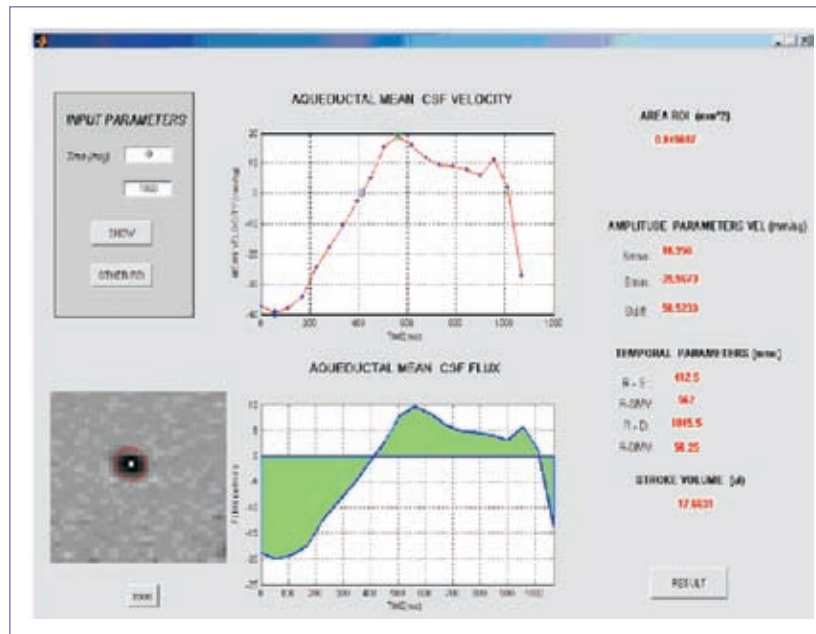
METHODS

Our software has been developed, using MATLAB 6.5, trying to take advantage of its powerful ability of calculation, its ease to create a graphical user interface (GUI) and its several toolboxes.

In the next lines we will explain how our software works: first of all, we capture the sequence so much images of phase as images of magnitude.

Once loaded the images the user can manipulate them in order then if continue with respective analysis, it tool gives the option to do it in a manual and automatic way, this is due to that there are extreme cases where is not possible automates of all the selection of the ROI.

Figure 4. Resulting Curves



Already calculated the parameters, the user can visualize, save and export the results in a txt file for future revisions.

CONCLUSIONS

Cine MR Flow quantification by means of phase contrast sequences provides a reliable tool to quantitative CSF pulsatile. However, information concerning

aqueductal CSF flow contained in these images in any case is inconsistent because of the acquisition parameters.

The software makes the calculation independent of the parameters of the acquisition, permitting with this a viable analysis in the diagnose of illnesses.

It is important to consider the great easily handling of this program, and also its great

REFERENCES

adaptability to the user's need.

So the software had been develop and tested satisfactorily in the clinic QUIRON of Valencia where it is used of customary way.

[1] Enzman DR, Pelc NJ, "Normal flow patterns of intracranial and spinal cerebrospinal fluid defined with phase contrast cine MR imaging," *Radiology*, 178:467-474, 1991.

[2] Norbet J. Pelc, F. Graham. Sommer. King P. L. i. Thomas J, Brosnan. Robert, J. Herfkens, and Dieter R. Enzmann, "Quantitative Magnetic Resonance Flow Imaging," *Magnetic Resonance Quarterly* vol 10, No 10 pp 125:147, 1992.

[3] William. G. Bradley, Jr, "Magnetic Resonance Imaging In the evaluation of cerebrospinal fluid flow abnormalities," *Magnetic Resonance Quarterly*, vol 8, 3 pp 169:196, 1992.

[4] Henry M. C. Idy, Peretti I, Blanchet B, Hassine D, "Temporal and spatial assessment of normal cerebrospinal fluid dynamics with MR imagines," *Magn Reson Imaging*, 11:1107-1178, 1993.

[5] Bradley WG, Scalzo D, Queralt J, Nitz WN, Arkinson DJ, Wong P, "Normal pressure hydrocephalus: evaluation whit cerebrospinal fluid measurements at MR imaging *Radiology*" , 198:523-529, 1996.

[6] Enzman DR, Pelc NJ, "Cerebrospinal fluid flow measured by phase contrast cine MR image," *Am J Neuroradiol*, 14, 1301-1307, 1993

[7] Nitz WR, Bradley WG, Watanabe AS, " Flow dynamics of cerebrospinal fluid assessment whit phase contrast velocity MR imagin performed with retrospective cardiac gating," *Radiology*, 183:395-405, 1992.

[8] Bergstrand G, Bergstrom M, Nordell B, "Cardiac gated MR imaging of cerebrospinal fluid flow," *J. Comput assist.*, 9 pp 1003 , 1985.

[9] Marie cecile, "Cerebrospinal fluid flow waveforms MR analysis in chronic adult hydrocephalus," *Investigative radiology*, volume 36, number 3, 146-154, 2001.

[10] Wolfgang R, Nitz MS, William G, Bradley Jr, "flow dynamics of cerebrospinal fluid: assessment with phase contrast velocity M imaging performed with retrospective cardiac gating," *memorial magnetic resonance center*, 1992.

DOMÓTICA

¿Revolución de la construcción?

La tecnología aplicada a la vivienda ofrece mayor comodidad y control de todos sus servicios, una mejora considerable en la calidad de vida que buscará ser un estándar para la construcción de los hogares del futuro.

Álvaro H Ruiz M.
Ing de Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomás
Schlumberger Sema

El ritmo de vida actual ha producido un fenómeno cultural sin precedentes, nos encontramos inmersos en la Sociedad de la Comunicación y la Tecnología, donde la domótica está en camino de convertirse en una necesidad. La rápida evolución tecnológica de la electrónica e informática, ha inundado nuestro entorno con televisores, teléfonos, equipos de fax y módem, redes y sistemas informáticos tanto en oficinas como en viviendas particulares. Hasta los electrodomésticos están experimentando una vertiginosa evolución. Hoy día los fabricantes ofrecen neveras inteligentes capaces de hacer telefónicamente pedidos o indicarnos que al regresar de la oficina hagamos determinadas compras.



ABSTRACT

The present life pace we live at has produced a cultural phenomenon never known before, we find ourselves immersed in the technology and communication society, in which the automated housework is on its way to become a necessity. The quick technological evolution of the electronics and computing has crowded our environment with TV sets, phones, fax and modem units, nets and computing systems in both offices and homes.

Even the home appliances are experiencing a dramatic evolution. Today, manufacturers offer smart fridges able to make phone requests or tell us what shopping to do on our way back home.

Domótica es una denominación referida a las viviendas que cuentan con diversos productos tecnológicos de áreas como la Electricidad, Electrónica,

Informática, Robótica y las Telecomunicaciones las cuales convergen y se integran en un sistema con el objetivo de proporcionar aplicaciones y servicios de utilidad para el habitante del hogar.

Con la Domótica las tareas cotidianas del hogar quedan en manos de un sistema informático o software a través del cual el propietario de una vivienda puede controlar la temperatura, iluminación y climatización de las diversas habitaciones. Además ofrece detectores de humo y gas en toda la casa, electrodomésticos programados para cumplir una función concreta a una hora determinada y sistemas automáticos de riego, entre otras muchas ventajas.

Luces que se encienden y se apagan sin pulsar interruptor alguno, cámaras de seguridad que avisan de la presencia de un intruso en el hogar o cafeteras que cada mañana se ponen en marcha por sí solas y preparan el desayuno para toda la familia son algunas de las ventajas que presentan las casas domóticas. Adquirir una de estas viviendas supone un incremento sobre el precio de compra, todo depende de los requerimientos del cliente. A pesar de sus ventajas la mayor parte de la población aún prefiere las viviendas tradicionales

La Domótica tiene como finalidad cubrir y mejorar varias de las necesidades de los usuarios como:

- Aumentar la seguridad
- Facilitar el control integral de la casa
- Mejorar las comunicaciones
- Incrementar el confort
- Ahorrar energía, dinero y tiempo
- Ofrecer nuevos servicios

Tal vez la más importante y la más valorada de todas sea la seguridad, debido a que la sociedad está más concientizada respecto a esta problemática. Por otro lado, este tipo de viviendas cuenta con un buen número de sensores y detectores que alertan de la presencia de intrusos, incluso a distancia, a través de mensajes de voz que recibe el usuario en su teléfono móvil celular o por correo electrónico.

La Domótica tiene varias áreas socio-

tecnológicas con sus correspondientes funciones a continuación

Automatización y Control que abarca el control (apagar/encender, abrir/cerrar y regular) de aplicaciones y dispositivos domésticos como iluminación, climatización, persianas/toldos, puertas y ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, gas, electricidad y otros.

Seguridad y Vigilancia de personas, bienes, incidencias y averías con alarmas de intrusión y cámaras de vigilancia, alarmas personales y alarmas técnicas de incendio, humo, agua, gas, fallo de suministro eléctrico y otros.

Comunicaciones de voz y datos incluyendo textos, imágenes y sonidos con redes locales, intercambio y compartiendo recursos entre todos los dispositivos, acceso a Internet y a nuevos servicios (telefonía sobre IP, televisión digital y otros).

Servicios varios que abarcan entretenimiento, diversión, teleservicios, información, educación con radio, televisión, audio/video multi-room, teatro en casa, vídeo juegos; captura, tratamiento y distribución de imágenes fijas/dinámicas y de sonido dentro y fuera de la casa a través de Internet como telecompras y ventas, telebanca, teleenseñanza, teletrabajo, búsqueda y procesamiento de información cultural como bibliotecas, meteorología, teleperiódicos y otros.

Sin embargo, los avances tecnológicos no son solamente una realidad inocultable para el sector de las Telecomunicaciones. También sectores como la Construcción y la Arquitectura deben ser sensibles a tales adelantos y dar fin a un "divorcio" entre las tres áreas, ya que de todas formas sus finalidades convergen en lo mismo: "Mejorar la calidad de vida de los ocupantes".

Todos estos elementos podrían propiciar una "Revolución en la construcción" de los Hogares del Futuro.

Pero en este proceso se puede presentar un choque entre el Arquitecto, que está obligado a pensar en el usuario a largo plazo, y el promotor de la construcción, que desea rentabilizar al máximo su inversión.

Ésta es una de las razones por las cuales la Domótica no se ha empezado a implementar en un

nivel deseable. Los promotores son excesivamente conservadores y lo observan como un sobre coste que puede reducir sus beneficios. Muchos se excusan en el argumento de que el mercado no lo demanda, por lo que mientras éste no lo aprecie, será difícil que la Domótica sea un producto de consumo masivo. Por otro lado, no existe una normativa que determine la forma de instalación de centrales Domóticas.

Por su parte, el arquitecto poco puede hacer más que asesorar a su cliente, animarle a innovar y ofrecerle la posibilidad de incorporar Domótica, pero no podemos pensar en que la Domótica traerá productos de consumo masivo. Inicialmente y por algún tiempo en nuestro país, estos productos serían de uso exclusivo de las clases altas y medio altas en un orden proporcional.

Es por ello que quisiera sugerir una sinergia entre la Arquitectura, Construcción y la Ingeniería de Telecomunicaciones y afines, para que lo que hoy es una opción, que en la mayoría de casos el mismo usuario desconoce, pase a ser progresivamente un estándar.

De no cambiar la mentalidad del arquitecto y del constructor, una posible solución de nuestra parte como Ingenieros sería convencer al usuario final, tarea que no sería nada fácil, ya que hay que reconocer que la Domótica difícilmente aportará a una vivienda familiar una reducción significativa de la factura de servicios.

El aspecto del ahorro en los servicios públicos está más orientado hacia el sector terciario, no a los hogares donde el ahorro sería menor.

La Domótica debe ser vista con la óptica de la seguridad, confort y entretenimiento, aspectos que son más difíciles de valorar por su naturaleza intangible

Finalmente, hasta dónde puede llegar la Domótica? Personalmente creo que llegará tan lejos como la tecnología lo permita. De hecho, ya es posible controlar todo el hogar desde cualquier computador a través de Internet. No creo que el desarrollo tenga un fin, sino que se irán incrementando las aplicaciones. ¿Hasta dónde debería llegar? Cuando hablamos de tecnología, no es sencillo determinar cuál sería el grado óptimo de desarrollo, ni creo que haya la perspectiva suficiente para emitir tal juicio. Lo importante es que nos mejore la calidad de vida y nos permita avanzar hacia una mayor cultura del descanso y

FESTO



Consideraciones de Propagación Electromagnética SOBRE LA REGIÓN ANDINA

Alexis Paolo García Ariza
Universidad Santo Tomás
Seccional Bucaramanga
Facultad Ingeniería de Telecomunicaciones
alexis_paolo@ieee.org

El presente artículo hace parte del desarrollo de un proyecto adelantado en la Universidad Industrial de Santander (UIS) en la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones por parte del autor. Concretamente, se desarrolló un algoritmo que considera la influencia del relieve en la propagación electromagnética para un entorno semi-urbano, trabajando en la banda de UHF (i.e. 800-900MHz en sistemas DAMPS/US-TDMA/IS-136 y GSM). El modelo base, el COST231-Walfisch-Ikegami, utilizado en la investigación, demostró beneficios, junto con los Sistemas de Información Geográfico (SIG) y las Herramientas de Planificación, para el desarrollo de los estudios de propagación, estimación de coberturas y análisis de los principales factores que afectan la planificación de un sistema móvil celular.

Aquí se describen los conceptos básicos utilizados para el desarrollo del algoritmo aplicado, las consideraciones sobre las cuales se realizaron las campañas de medidas y el proceso de validación de resultados que comprueban su utilidad para la predicción de Path Loss. El trabajo se basó en la fusión del modelo de propagación COST231-Walfisch-Ikegami con la Herramienta de Planificación CellView (fundamentada en el SIG ArcView) y la realización de mediciones en la ciudad de Bucaramanga, utilizando una unidad móvil de radio comunicación y control del espectro radioeléctrico de propiedad del Ministerio de Comunicaciones de Colombia Seccional Bucaramanga. Resultados de este trabajo han sido expuestos a nivel internacional [18],[19].



Palabras Claves: Walfisch-Ikegami, GIS, CellView, modelos de propagación, Path Loss, relieve, difracción, zonas de Fresnel.

ABSTRACT

Abstract this paper includes some results from a research project for the development of an electromagnetic propagation algorithm considering the influence of mountain terrain in UHF (300MHz-3GHz) band for wireless communications systems (i.e. 800-900MHz in DAMPS/US-TDMA/IS-136 and GSM standard). The COST231-Walfisch-Ikegami model used in this work has been shown, together with Geographic Information System (GIS) and prediction tools for mobile propagation, to facilitate propagation studies, coverage analysis and analysis of main factors for cell planning in mobile systems.

The basic concepts used to design the algorithm, the parameters used in measurements and results analysis in order to verify its applicability in cellular coverage prediction are described. This work has been done by the research group RadioGIS of Universidad Industrial de Santander (UIS) together with Universidad Icesi, both from Colombia, in cooperation with Universidad Politécnica de Valencia, Spain. Measurements have been done initially in Bucaramanga, a city located in the Andean Mountain system, for IS-136 band system. Coverage predictions have been done using a locally modified version of CellView, a GIS based Planning tool developed by the Universidad Politécnica de Valencia, while for the measurements a portable monitoring unit (i.e. Miniport Receiver EB200-Rohde&Schwarz from 10kHz-3GHz) property of the Ministry of Communications Bucaramanga-Colombia have been used.

Keywords: Walfisch-Ikegami, GIS, CellView, propagation models, Path Loss, diffraction, Fresnel zones, mobile planning

Los algoritmos para la predicción de pérdidas por trayectoria o Path Loss, en la propagación de ondas electromagnéticas para la planificación avanzada de sistemas de comunicación inalámbricos, deben hacer consideraciones respecto a los efectos del ambiente y los obstáculos sobre los cuales ocurre la propagación, como lo son edificios, calles, árboles, montañas y otros, entre las radio bases y los abonados móviles [15]. Pocos estudios se han desarrollado para un ambiente urbano afectado por terreno ondulatorio, en condiciones como la región Andina, con amplia presencia de colinas. Gracias a la ayuda de los Sistemas de Información Geográfico y a las Herramientas de Planificación se puede obtener más eficiencia a la hora de analizar los resultados de un modelo como el COST231-Walfisch-Ikegami [10] en condiciones urbanas no uniformes sobre terreno escarpado, como ocurre en ciertos sectores de la ciudad de Bucaramanga.

En Colombia y en los países de la región Andina, las ciudades comúnmente se han construido sobre terreno ondulatorio, habiendo así, presencia de colinas, valles y edificios en un mismo entorno. Por lo anterior, la propagación de radio se ve afectada por cada uno de estos parámetros de forma diferente. Se han publicado varios trabajos alrededor del tema [3], [9] y [12], entre otros, pero la mayoría se enfocan a un tipo de ambiente en especial ya sea urbano, rural o afectado por montañas. En [3] y [12] se hacen postulaciones para ambientes urbanos en terreno montañoso, pero sólo en [12] se plantea un modelo general que se encuentra en proceso de verificación gracias a un proyecto en desarrollo que es adelantado por parte del autor. En el presente trabajo se

valoró la propagación electromagnética sobre edificios y calles, en varios perfiles de terreno, con el fin de estimar los factores que introducen la variabilidad en la señal transmitida entre dos puntos. Se consideró conveniente hacer uso del modelo COST231-Walfisch-Ikegami [10], una modificación de los modelos Walfisch-Bertoni [8] e Ikegami [11]. Este modelo considera la orientación de las calles permitiendo obtener mejores aproximaciones en entornos urbanos.

El uso de una Herramienta de Planificación Celular como CellView, desarrollada por el Grupo de Comunicaciones Móviles de la Universidad Politécnica de Valencia, permitió realizar las simulaciones con otros modelos de propagación, aprovechando la información cartográfica digital existente, editada y creada de la ciudad de Bucaramanga. Además, el uso del CellView permitió enlazar el nuevo modelo a la herramienta, el COST231-Walfisch-Ikegami, admitiéndose de esta manera la realización de nuevas consideraciones topográficas en las simulaciones, gracias a la versatilidad de su plataforma GIS.

Con el fin de confrontar los resultados de simulación con una situación real, se realizaron mediciones en campo haciendo uso de un sistema celular instalado en Colombia, específicamente el DAMPS/US-TDMA/IS-136, (i.e: [14]). En esta etapa del estudio se contó con el apoyo del Ministerio de Comunicaciones de Colombia Seccional Bucaramanga y sus Unidades de Radiocomunicación, Monitoreo y Control del Espectro Radioeléctrico, las cuales permiten obtener información en áreas precisas en cuanto a ubicación (por medio de GPS), ancho de banda,

intensidad de campo (en dB μ V/m), potencial recibida (en dB μ V) y desplazamiento en frecuencia de la señal analizada.

La importancia de esta investigación se verá reflejada en el desarrollo de los nuevos Sistemas Móviles 2.5G, 3G y 4G [7], donde se debe buscar solución al incremento del desempeño del mecanismo de acceso (parámetros que afectan la interfaz aire) y el ancho de banda disponible para las aplicaciones, que dependen en gran medida del entorno donde se desarrolla la propagación. La aplicación futura de éste desarrollo, y similares, permitirá a los operadores de telefonía móvil minimizar costos, maximizar el cubrimiento y mejorar la calidad del servicio, y a los entes reguladores, estimar el impacto de las tecnologías aplicadas (como la contaminación electromagnética con estimaciones de niveles de densidad de potencia recibida y Tasas de Absorción Específica-SAR en tejidos biológicos), ejercer controles en áreas de servicio delimitadas y establecer parámetros para la adecuada distribución del espectro electromagnético en cada país que presente condiciones topográficas similares a las Andinas.

EL MODELO COST231-WALFISCH-IKEGAMI

Antes de profundizar en los conceptos utilizados para el desarrollo del algoritmo implementado, se debe realizar un detallado estudio del modelo utilizado en la investigación [10] y los factores que envuelven su comportamiento físico.

En este caso, el modelo Walfisch-Bertoni [8] ha sido combinado con el modelo de Ikegami [11] para considerar la difracción descendiente hasta el nivel de las calles y algu-

nos factores empíricos de corrección para incorporar acuerdos, con referencia a mediciones, resumidos en un único modelo, basándose además, en las diferentes contribuciones de los miembros del "COST 231 Subgroup on Propagation Models", dando como resultado el modelo COST231-Walfisch-Ikegami. Este modelo permite incorporar a la estimación de Path Loss más parámetros que describen las características de un ambiente urbano, estos son: alturas de edificios (h_{Roof}), ancho de las calles (w), separación entre edificios (b) y orientación de las vías (ϕ) respecto al trayecto directo de radio entre la Estación Base (BS) y el Abonado Móvil (MS). Los parámetros se definen en las Figuras 1 y 2. Sin embargo, éste modelo es aún de tipo estadístico y no determinístico, ya que sólo puede considerar valores caracte-

of-sight: LOS) y en las que no la hay. En el caso de LOS se aplica una fórmula simple para las pérdidas de propagación, diferente a la aplicada en el caso de espacio libre. Esta se basa en mediciones realizadas en la ciudad de Stockholmo y está dada por la ecuación 1.

$$L_b(dB) = 42.6 + 26 \log(d) + 20 \log(f) \quad (1)$$

con $d = 20$ m, d expresada en km y f expresada en MHz. Para condiciones NLOS (sin línea de vista) el total de pérdidas está dado por:

$$L_b = L_0 + L_{rts} + L_{msd} \quad (2)$$

para $L_{rts} + L_{msd} > 0$

donde L_0 son las pérdidas por espacio libre, L_{msd} son las pérdidas por difracción de múltiples filos de cuchillo antes del techo del edificio final y L_{rts} (roof-top-to-street) las pérdidas debidas a una única difracción final hacia

Figura 1. Parámetros del modelo. Geometría en terreno plano

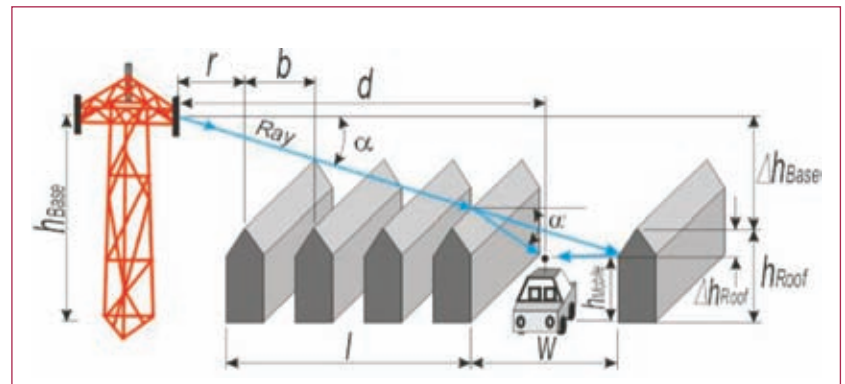
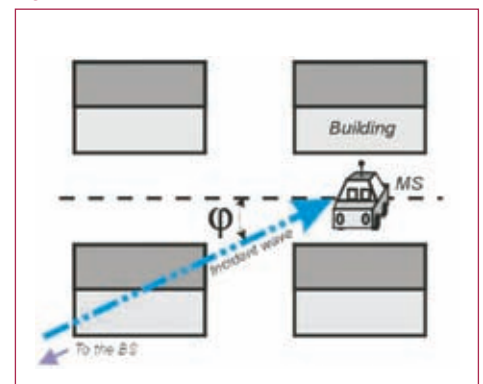


Figura 2. Parámetro de orientación



rísticos del entorno y no valores específicos provenientes de bases de datos topográficas, lo cual conllevó a la realización de aproximaciones y promedios durante el diseño del algoritmo para el cálculo de las pérdidas basándose en el GIS de Bucaramanga.

El modelo distingue entre las situaciones en las que hay línea de vista (line-

el nivel de la calle, ocasionada por el techo del último edificio, y un proceso de dispersión ocurrido a esta altura. L_b dará un valor mínimo de LO cuando $L_{rts} + L_{msd} = 0$ y en otros casos puede llegar a ser negativo. Las pérdidas por espacio libre están dadas por:

$$L_0 (dB) = 32.4 + 20 \log(d) + 20 \log(f) \quad (3)$$

para d expresada en km y f expresada en MHz. Un análisis detallado para la obtención de (3) y varias de las ecuaciones presentadas a continuación puede encontrarse en [1] y [2].

La determinación de L_{rts} se basa principalmente en el modelo de Ikegami, teniendo en cuenta el ancho de las calles y su orientación. Sin embargo, el COST 231 aplicó otra función de orientación para las vías, diferente a la de Ikegami, resultando en:

$$L_{rts} = -16.9 - 10 \log(w) + 10 \log(f) + 20 \log(\Delta h_{Mobile}) + L_{Ori} \quad (4)$$

donde w es la distancia entre las caras de los edificios ubicados a los lados de la calle donde se encuentra el MS, típicamente $w \sim b/2$ y se expresa en metros, f en MHz y Δh_{Mobile} en metros. El término final de (4) considera la orientación de las calles a un ángulo ϕ según como se indica a continuación.

$$L_{Ori} = \begin{cases} -10 + 0.354\phi \rightarrow 0^\circ \leq \phi < 35^\circ \\ 2.5 + 0.075(\phi - 35) \rightarrow 35^\circ \leq \phi < 55^\circ \\ 4.0 - 0.114(\phi - 55) \rightarrow 55^\circ \leq \phi \leq 90^\circ \end{cases} \quad (5)$$

además

$$\Delta h_{Mobile} = h_{Roof} - h_{Mobile} \quad (6)$$

La formulación electromagnética escalar de la difracción debida a múltiples filos de cuchillo conlleva a una integral denominada Integral de aproximación de Kirchhoff-Huygens (una descripción detallada de esta integral se puede encontrar en [1, 5]) a la cual Walfisch y Bertoni publicaron una solución aproximada dada en [8], para el caso en que la antena de la BS se encuentra por encima de la altura de los techos de los edificios. Este resultado de aproximación es extendido por el COST 231 para los casos en que la altura de la antena se encuentra por debajo de los techos de los edificios y para ello utilizan una función empírica basada en mediciones. Resumiendo, la difracción debida a la presencia de múltiples techos de edificios separados a lo largo del trayecto de radio-propagación, en el término L_{msd} en (2), es modelada por pantallas absorbentes de la misma altura de los edificios y las pérdidas a las que conlleva están dadas por:

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \log(d) + k_f \log(f) - 9 \log(b) \quad (7)$$

donde d se da en kilómetros, f en MHz, b en metros y cada uno de los parámetros adicionales de (7) se especifican a continuación.

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18 \log(1 + \Delta h_{Base}) & \text{para } h_{Base} > h_{Roof} \\ 0 & \text{para } h_{Base} \leq h_{Roof} \end{cases} \quad (8)$$

$$k_a = \begin{cases} 54 & \text{para } h_{Base} > h_{Roof} \\ 54 - 0.8 \Delta h_{Base} & \text{para } d \geq 0.5 \text{ km y } h_{Base} \leq h_{Roof} \\ 54 - 0.8 \Delta h_{Base} \frac{d}{0.5} & \text{para } d < 0.5 \text{ km y } h_{Base} \leq h_{Roof} \end{cases} \quad (9)$$

$$k_d = \begin{cases} 18 & \text{para } h_{Base} > h_{Roof} \\ 18 - 15 \frac{\Delta h_{Base}}{h_{Roof}} & \text{para } h_{Base} \leq h_{Roof} \end{cases} \quad (10)$$

$$k_f = -4 + \begin{cases} 0.7 \left(\frac{f}{925} - 1 \right) & \left\{ \begin{array}{l} \text{para ciudades medianas} \\ \text{y centros suburbanos con} \\ \text{mediana densidad de árboles} \end{array} \right. \\ 1.5 \left(\frac{f}{925} - 1 \right) & \text{para centros metropolitanos} \end{cases} \quad (11)$$

donde

$$\Delta h_{Base} = h_{Base} - h_{Roof} \quad (12)$$

El término k_a representa el incremento de Path Loss debido a una antena de la radio base ubicada a una altura menor a la de los techos de los edificios adyacentes. Los términos k_d y k_f controlan la dependencia de las pérdidas por difracción debidas a múltiples filos de cuchillos versus la distancia y la frecuencia de radio, respectivamente. Por otro lado, si las características de los edificios y las calles son desconocidas, los siguientes valores por defecto, para los parámetros, pueden ser utilizados para la realización un trabajo aproximado:

$$h_{Roof} = \begin{cases} 3m * n_{floors} \rightarrow \text{para techos planos} \\ 3m * n_{floors} + 3m \rightarrow \text{para techos puntiagudos} \end{cases} \\ b = 20 \dots 50m, w = b/2, \phi = 90^\circ \quad (13)$$

donde n_{floors} es el número de pisos de los edificios. El modelo está restringido para $800 \text{ MHz} \leq f \leq 2000 \text{ MHz}$,

**MATLAB®
& SIMULINK Y Toolboxes**

El Software del siglo XXI, para muchas aplicaciones

**Componentes
Electrónicas Ltda**

Distribuidor autorizado en Colombia de:

The MathWorks

Calle 32F No. 66C-07 Tel: 351 10 49 Fax: 351 10 19 A.A. 478
componentes@epm.net.co y rigogigu@col3.telecom.com.co
www.compelest.com.co Medellín - Colombia

LLAMENOS HOY MISMO O ESCRÍBANOS

4m = hBase = 50m, 1m = hMobile = 3m y 0.02km = d = 5km, comportándose de forma muy adecuada para situaciones donde la altura de la antena de la BS es mayor a la de los edificios. Si embargo, se pueden presentar grandes errores para condiciones donde hBase ~ hRoof y un desempeño pobre cuando hBase << hRoof. Por otro lado, debido a que los parámetros b, w y α no son considerados físicamente significativos en micro-celdas el error en la predicción de Path Loss en estos casos puede ser demasiado grande.

El modelo no considera propagación multi-trayectoria y su confiabilidad en la estimación del Path Loss disminuye si el terreno no es plano o si la región de cobertura no es homogénea. Debido a que el modelo se diseñó para un correcto desempeño en terreno plano, fue necesaria la realización de aproximaciones para la óptima estimación de pérdidas de propagación por medio del algoritmo diseñado, en el caso de entornos semi-urbanos sobre terreno montañoso. Estas aproximaciones se explican a fondo más adelante.

Una alternativa de aproximación, para el cálculo de las pérdidas debidas a múltiples edificios difractores, es reemplazar Lmsd por Ln(t) del modelo de fillos de cuchillo uniformes propuesto por S.R. Saunders en [2, 8.4.4]. Esto habilitaría al exponente de Path Loss para que varíe de acuerdo con el número de edificios y ser además uniformemente válido para los casos en que hBase = hRoof. Sin embargo, nótese que en radio bases con antenas muy bajas, otros mecanismos de propagación estarían presentes, así como la difracción alrededor de los bordes verticales de los edificios y las múltiples reflexiones provenientes de las paredes de los mismos, siendo significativas a la hora de predecir las pérdidas totales.

El modelo aplicado en el desarrollo del algoritmo para entornos semi-urbanos tipo escarpado utilizó todas las ecuaciones antes mencionadas para la estimación de Path Loss, considerándose además la modificación propuesta en [4] para las pérdidas debidas a la difracción final, proveniente del techo del último edificio, y la reflexión de la pared del edificio siguiente, resumida en Lrs. De esta forma la constante de la ecuación (4) pasaría de ser -16.9 a ser -8.2, obteniéndose

$$L_{rs} = -8.2 - 10 \log(w) + 10 \text{Log}(f) + 20 \text{Log}(\Delta h_{Mobile}) + L_{Ori} \quad (14)$$

donde w se expresa en metros, f en Mhz y Δh_{Mobile} en metros. Una descripción detallada de las tesis consideradas para esta modificación se encuentra en [4].

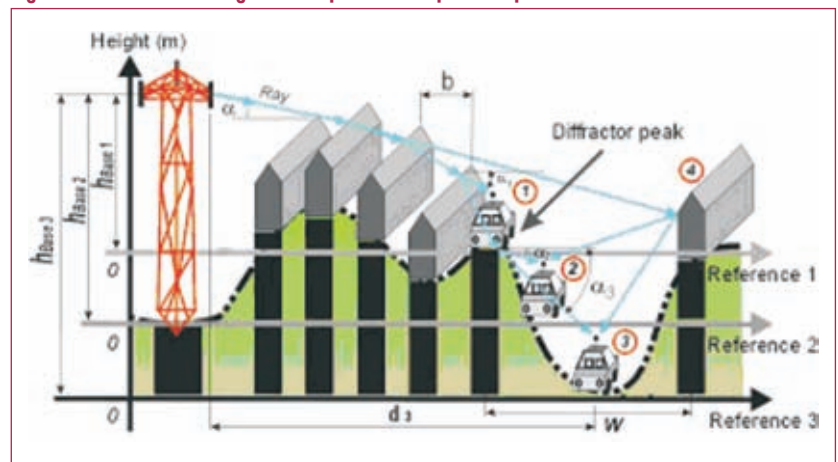
ALGORITMO PARA ENTORNOS SEMI-URBANOS AFECTADOS POR COLINAS

Con el objetivo de hacer todas las consideraciones para un entorno semi-urbano sobre terreno escarpado (ver la Figura 3) se realiza-

ron algunas aproximaciones para así poder calcular el Path Loss por medio del algoritmo diseñado para el modelo COST231- Wal-fisch-Ikegami.

Básicamente la aproximación utilizada sigue los principios de la difracción debida a múltiples fillos de cuchillo, considerando además ciertas características físicas del entorno para el cálculo de las pérdidas en (7) y (14). Para la obtención de todos los parámetros del modelo se consideró en primera instancia la ubicación de MS respecto al entorno; a manera de ejemplo, las tres ubicaciones relativas presentadas en la Figura 3. De esta forma, las alturas efectivas de todos los obstáculos presentados a lo largo del trayecto del rayo de radio-propagación, incluida la BS, tendrán una referencia cero diferente, dependiendo de la ubicación del MS sobre el terreno. Esto ocasiona que las alturas de los edificios difractores (hRoof) y la de BS (hBase) varíen dependiendo del perfil analizado y la referencia dada por la ubicación del receptor. Además, según sea la ubicación del MS, también se generarán picos difractores en relación a las colinas existentes a lo largo del trayecto, lo que ocasionará que estas afecten la altura promedio de los fillos de cuchillo (hRoof para los cálculos finales de

Figura 3. Geometría del algoritmo implementado para la aproximación en terreno montañoso.



Lmsd), la difracción múltiple, y que en ocasiones no sean los techos de los edificios los que generen la difracción final para el cálculo de Lrts, sino los picos del terreno ubicados al final del trayecto antes del MS. Esto se muestra para las posiciones 2 y 3 en la Figura 3, donde el pico debajo de la posición 1 se convierte en un filo de cuchillo al final del trayecto hacia los receptores 2 y 3. De igual manera las distintas colinas, de tamaño considerable, ocasionarán que el valor promedio de b varíe según sea la separación entre los edificios y ellas mismas, como se aprecia en la Figura 3. Por otro lado, el valor de w dependerá del último obstáculo difractor ubicado antes del MS, ya sea un edificio o una colina. Según las consideraciones para este algoritmo, todos los obstáculos son tratados como elementos de la misma clase, ya que sólo se estima el efecto difractor de los mismos, a excepción de los casos donde se presenta LOS, en los cuales se calcula el rayo reflejado en tierra, lo que en general ha dado resultados aceptables como se aprecia en el análisis presentado más adelante. Gracias a que el modelo COST231-Walfisch-Ikegami está habilitado para los casos en que la altura de la antena de la BS está a menor altura que la de los techos de los edificios, éste también se comportará de manera aceptable cuando los edificios están ubicados sobre colinas que sobrepasan la altura h_{Base} .

Se presentan algunos casos especiales, también considerados dentro del algoritmo, cuando no existe la presencia de edificios, estimando que el modelo es afectado únicamente por la difracción debida a múltiples fillos de cuchillo generados por los picos del terreno. Además, gracias al uso de un Sistema de Información Geográfica, para cada ubicación particular del MS se analiza de forma independiente si la variabilidad del terreno es

suficiente, respecto al MS, para ser tenida en cuenta dentro de los cálculos, y se estima de igual forma la orientación de la vía sobre la que se encuentra ubicado el receptor. En pocas palabras, el algoritmo fue diseñado para desempeñarse en tres casos diferentes e independientes: entornos urbanos sobre terreno plano, entornos urbanos sobre terreno montañoso y entornos montañosos; habilitando para cada uno de los casos la presencia o no de vías con sus respectivos parámetros de orientación. En particular, en el presente artículo se hace referencia a entornos semi-urbanos debido a que el algoritmo está capacitado para la consideración de poca densidad de edificios sobre terreno montañoso o plano, y además, a que en el estudio realizado se incluyeron procesos de simulación y validación de resultados (por medio de mediciones) en un sector de la ciudad de Bucaramanga que cumple con estas características.

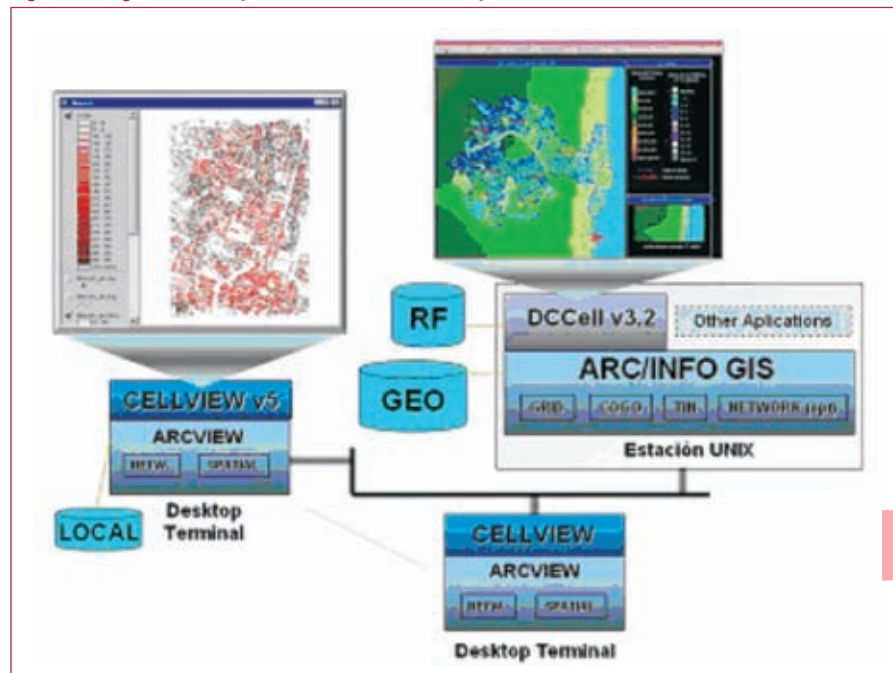
Hacia futuro, para mejorar el desempeño del algoritmo podrían considerarse otra serie de

aproximaciones donde se tenga en cuenta con mayor veracidad la variabilidad del terreno y las curvaturas significativas de los picos, ya que al asumirlos de un ancho infinitesimal se está contribuyendo al incremento del error en el cálculo del Path Loss. Una alternativa es considerar a las colinas como un cilindro de radio finito, tal como lo propone el modelo de difracción por cascada cilindros [9]. Otro acercamiento, donde el cilindro difractor es aproximado a un filo de cuchillo, permitiendo reducir la complejidad del proceso, se postula en [2, 6.7]

HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN COMPUTARIZADA BASADA EN GIS -EL CELLVIEW

Muchos de los modelos avanzados de propagación a menudo se implementan dentro de programas de cómputo para hacer más práctica la planificación. El desarrollo de es-

Figura 4. Diagrama de bloques herramientas CellView y DCCell. Cortesía UVP



ta clase de software basado en GIS ha sido motivado y promovido por un gran número de factores, entre los cuales están:

- La enorme y creciente necesidad de planificar sistemas celulares con precisión y velocidad.
- El desarrollo de rápidos recursos de cómputo
- El desarrollo de sofisticados Sistemas de Información Geográfica, los cuales pueden contener datos cartográficos e información organizacional de emplazamientos urbanos, áreas de lotes, alturas de edificios, orientación de calles, alturas del terreno y otros que hacen fácil su manipulación gracias al manejo de archivos de información tipo Vector y Raster.

Varias técnicas computacionales han sido implementadas en herramientas de planificación comerciales. Algunas de estas herramientas se listan en [2, C.2]

Para responder a los exigentes retos de modelamiento, el GCM-UPV desarrolló la Herramienta de Planificación DCCell en un entorno UNIX sobre ARC/INFO. Más adelante se diseñó el CellView [13] sobre ArcView, herramienta que ha sido utilizada por el grupo GTI-UIS para el desarrollo del presente estudio, gracias a un convenio de cooperación entre las Universidades UVP, ICESI y la UIS, y sobre la cual se empalmó el algoritmo diseñado para la predicción del Path Loss para entornos semi-urbanos sobre terreno montañoso, basándose en [10] y [4]. Las dos herramientas mencionadas aprovechan las ventajas del GIS en cuanto al manejo de archivos de información geográfica tipo Raster, lo cual brindó grandes posibilidades de

manipulación de datos al algoritmo diseñado para las distintas consideraciones realizadas en el estudio de radio comunicación para la ciudad de Bucaramanga. Las extensiones del ArcView para el geoprosamiento cartográfico, ofrecieron ayudas adicionales para el análisis y edición de datos. Entre otras, se resaltan las extensiones: Spatial Analyst, Geoprocessing y 3D Analyst. En la Figura 4 puede apreciarse el proceso realizado para el desarrollo del CellView, partiendo de la experiencia del DCCell, pasando por una primera versión de CellView para Windows, hasta llegar a la herramienta actual sobre una plataforma ArcView (CellView v5), con posibilidades locales de planificación celular desarrolladas sobre el mismo GIS y librerías externas fácilmente enlazables.

Para el desarrollo de la presente investigación aplicada fue necesaria la edición y/o creación de tres archivos tipo Raster requeridos por el algoritmo implementado y los cuales permitieron incluir un nivel de realidad mayor a la simulación. De esta forma, se generó dentro de la herramienta un nuevo tipo de análisis según el entorno, el cual fue llamado "Entorno Total", donde se incluyen archivos independientes con información de alturas de edificios, alturas del terreno y orientación de vías. En la Figura 5 se presenta el esquema utilizado para la ejecución del algoritmo, incluyendo los archivos de entrada, funciones de manipulación y archivos de salida. En la Figura 6 se presenta la interfaz de usuario para la ejecución de los análisis tipo Total.

Se debe destacar que la utilización del CellView [13], como plataforma para el montaje del algoritmo diseñado en la UIS, permitió hacer cálculos de cobertura (tipo macro-

celda) con los modelos de propagación habilitados dentro de la herramienta (incluyendo al nuevo modelo), cálculos de cobertura con el modelo Walfisch-Bertoni [8] adaptado a medidas [13], cálculos de zonas de Fresnel entre determinados puntos (entre la BS y puntos donde se realizaron las campañas de medidas), identificación de zonas que presentan línea de vista (LOS) e importación de archivos (en formato TEMS) de las campañas de medidas realizadas en cada una de las 6 rutas seguidas en dos barrios de la ciudad de Bucaramanga. Para la habilitación de las anteriores funciones fue necesaria la creación y modificación de pequeños scripts (en lenguaje propietario Avenue del GIS ArcView) pertenecientes a la aplicación CellView, de complejidad relativamente baja, lo que permitió crear una nueva proyección de georeferenciación para los mapas de la ciudad de Bucaramanga y los mapas de las mediciones realizadas, además, de habilitar todas las funciones de cálculo antes mencionadas.

Otras posibilidades de análisis que surgen como ventaja de la utilización de una Herramienta de Planificación basada en GIS, como el CellView, se pueden apreciar en [6].

PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

Para la realización de las simulaciones se siguieron ciertos parámetros de entrada y consideraciones que permitieron al final del proceso obtener resultados fácilmente evaluables. En primer lugar, debido a los requerimientos del modelo de propagación COST231-Walfisch-Ikegami, se necesitaron tres archivos de entrada tal como se mencio-

Figura 5. Diagrama de bloques del proceso de ejecución del algoritmo. Archivos de entrada, funciones y archivos de salida.

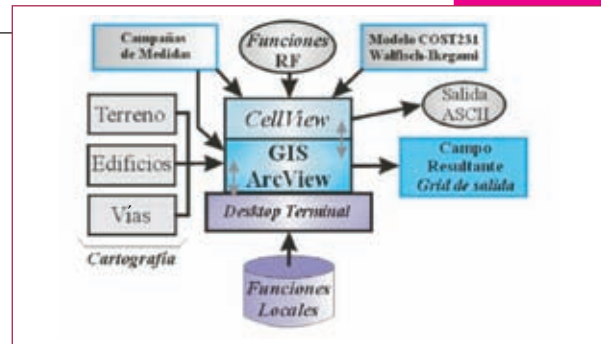


Figura 6. Interfaz de usuario para análisis tipo Entorno Total. Archivos tipo Raster utilizados en el estudio para la ciudad de Bucaramanga.

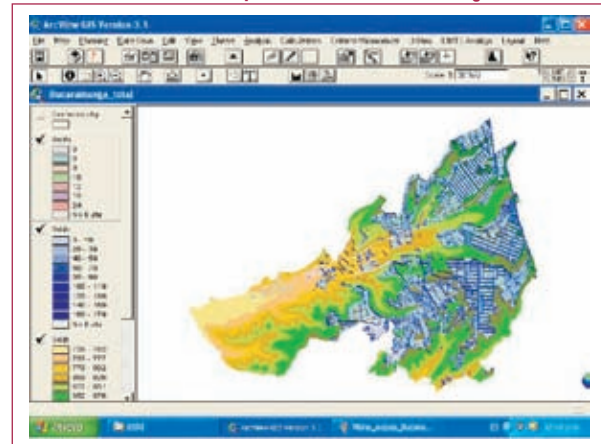
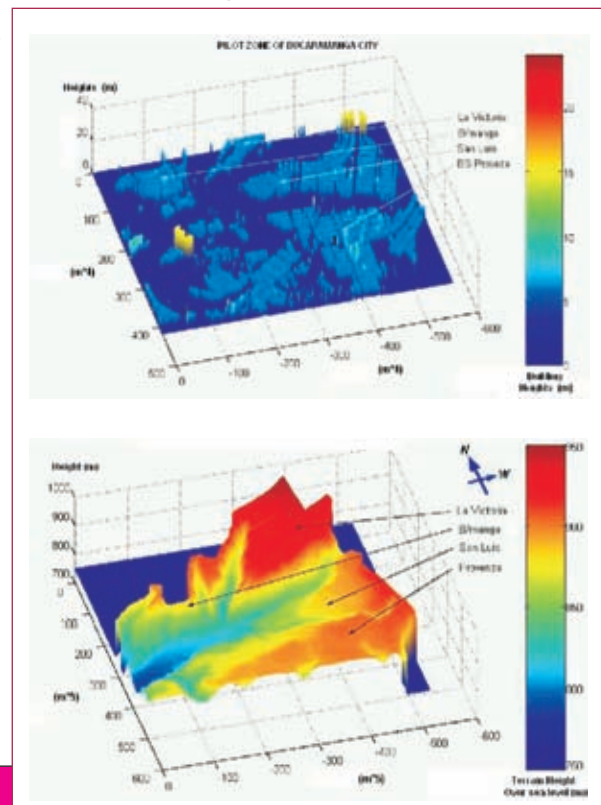


Figura 7. Parámetros físicos de entrada. En la parte superior se aprecian los edificios de la zona piloto de análisis y en la parte inferior la constitución geográfica del terreno. Las vías son definidas según los contornos de los edificios y lotes del sector.



nó en la sección anterior, ellos fueron: alturas de edificios (dadas en metros), alturas del terreno (dadas en metros) y orientación de las vías respecto al oriente geográfico (dada en grados). Tal como se explicó previamente, todas las alturas de los obstáculos (edificios y picos del terreno) y la altura de la antena de la BS se referenciaron a la altura del terreno justo debajo de la ubicación del MS. En la Figura 7 se aprecian las gráficas de los archivos de entrada, para los edificios y el terreno, utilizados en la zona piloto escogida para la realización del presente estudio. La Zona Piloto para Bucaramanga se identificó anticipadamente siguiendo los parámetros de análisis establecidos en la aproximación utilizada en [3] para las consideraciones del efecto del terreno sobre el Path Loss en ambientes de tipo urbano, siguiendo un modelo de colina-valle-colina en la mayoría de las direcciones. Con el objetivo de obtener resultados útiles para la ejecución de comparaciones con otros modelos, se realizaron simulaciones de forma independiente, considerando en primera instancia sólo el archivo de alturas de edificios y utilizando todos los modelos para entorno urbano habilitados dentro del CellView (para más detalles sobre los modelos ver [13, A1.4]). Como segundo paso, se realizaron simulaciones con el archivo de alturas del terreno utilizando uno de los modelos para entorno rural habilitado dentro de la herramienta. En el paso final, se recurrió al Algoritmo diseñado para el modelo de estu-

dio, haciendo uso de los tres archivos de entrada de forma simultánea, opción que no se encontraba habilitada dentro del CellView.

Siguiendo el objetivo de realizar las simulaciones de la forma más real posible, se recurrió al estudio de los parámetros principales que definen a la BS que cubre el servicio de telefonía móvil celular (estándar IS-136) en la zona piloto de estudio. Las características principales de la estación base se definen en [14], destacándose que el sistema actualmente instalado en la ciudad de Bucaramanga corresponde a una versión TDMA que se desempeña en la banda de los 800-900MHz. Como uno de los principales parámetros de entrada para el algoritmo diseñado, se encuentra el patrón de radiación de las antenas utilizadas en dicha BS, el cual correspondió a un tipo de antena Omni fabricada por la compañía Decibel Products [16]. En este caso la antena fue la referenciada como ASPD 977, cuyo patrón de radiación se aprecia en la Figura 8 y el cual fue obtenido gracias a los planos H-V del patrón encontrado en [16]. Todos los valores de ganancia de la antena, para cada uno de los puntos en la zona de cobertura, están dados en decibeles y corresponden a la mitad volumétrica inferior del patrón de radiación de la Figura 8, teniéndose 8.5dBd como ganancia de referencia para esta antena. Todos los demás parámetros de la BS y los utilizados como valores

de entrada para la realización de las simulaciones se aprecian en la Tabla 1.

Los parámetros utilizados para el MS se restringieron a las características del equipo de medición Miniport Receiver EB200 [17], facilitado por el Ministerio de Comunicaciones de Colombia Seccional Bucaramanga, y para el cual se tomó como valor de ganancia de recepción 0dB, debido a la compensación de ganancias y pérdidas ocasionadas por la antena, conectores, amplificadores y otros del mismo equipo.

Para la realización de las campañas de medidas, utilizadas para la validación de resultados del algoritmo, fue necesario el uso del Canal de Control Analógico (CCA) ubicado en los 880.11MHz para la BS de estudio. Dado que los resultados de las mediciones se dieron en dB μ V/m se requirió la conversión de este valor a unidades manejables por el algoritmo (i.e. dBm) y para ello se utilizó la ecuación (15) obtenida de [5]. La cual es válida para una resistencia real de carga en el receptor $R_L = 50\Omega$.

$$P_r (dBm) = E (dB\mu V / m) - 113dB + 10Log\left(\frac{\lambda}{\pi}\right)^2 \quad (15)$$

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de simulación del algoritmo diseñado para el modelo COST231-Walfisch-Ikegami se

Tabla 1. Parámetros de la BS y el MS. Valores de entrada para las simulaciones.

PARÁMETROS	VALOR
PIRE del transmisor	42.48dBm
Ganancia del receptor	0dB
Ganancia antena ASPD 977	8.5dBd
Frecuencia CCA	880.11MHz
Altura del Transmisor	40m
Altura del Receptor	1.7m
Downtilt de la antena	0°
Acimut de la antena	90°
Factor de curvatura K	1.33
Tamaño de celdas del grid para simulación	2m

Figura 8. Patrón de radiación antena omni ASPD 977

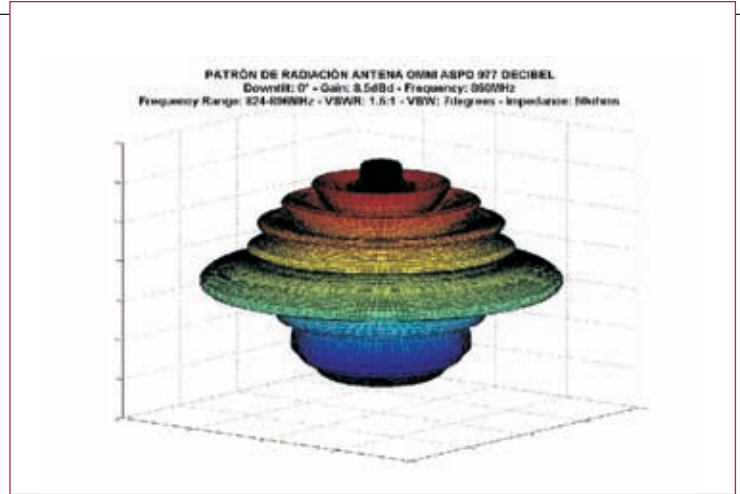


Tabla 2. Desempeño de los modelos de propagación a 880.11MHz; valores de desviación estándar y media (predicción - mediciones)

Prediction Model	Route 1 (21 points)		Route 2 (15 points)		Route 3 (44 points)	
	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean
COST231/W-I	5.6	7.2	6.4	2.3	10	3.13
WB+TERR UIS	8.3	12.8	13.6	10.7	7.6	3.3
Walfisch-Bertoni	3.9	17.5	7.5	23	8.5	17.3
Univalencia	4.5	15.9	6.9	35.4	5.8	22.6
Saunders-Bonar	4	15.2	7.4	28.3	6.4	16.5
Meeks-Exact	6.1	-1.1	6.5	11.6	8.7	5.5
Okumura-Hata	4.1	30.3	6.6	47.5	5.3	35.6

Prediction Model	Route 4 (31 points)		Route 5 (29 points)		Route 6 (28 points)	
	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean
COST231/W-I	12	-19	7.3	-17.4	9.3	-9.9
WB+TERR UIS	8.6	-8.8	12.9	-16.9	7.1	-5.8
Walfisch-Bertoni	8.2	-1	10.2	-16.2	7.1	-4
Univalencia	11.4	-2.6	5.7	4.8	7.3	5.3
Saunders-Bonar	11.5	-1.4	7.5	-3.4	7.5	2.4
Meeks-Exact	8.5	-34.3	11.5	-26.7	14.2	-23.4
Okumura-Hata	16	10	7	11.1	7.9	10

Prediction Model	Route 7 (22 points)		Route 8 (20 points)		Average	
	STD	Mean	STD	Mean	STD	Mean
COST231/W-I	2.9	-1	7	-2.8	7.6	-4.7
WB+TERR UIS	3.5	2.6	3.6	-2.6	8.2	-0.5
Walfisch-Bertoni	5	8.2	3.2	7.1	6.7	6.5
Univalencia	5.3	8.8	5.7	17.2	6.6	13.4
Saunders-Bonar	3.8	8.1	3.6	9.6	6.5	9.4
Meeks-Exact	14	43.7	14	49.3	10.4	3.0
Okumura-Hata	4.3	19.9	4.2	22	6.9	23.3

Figura 9. Comparación de resultados de simulación VrS campañas de medidas.

muestran en las Figura 9 y 10, comparándose en la Figura 9 (gráfica superior) con los resultados de las mediciones realizadas en las seis rutas escogidas para las campañas de medidas. Para las rutas 2, 3 y 5 el modelo se comportó de forma muy aproximada y no tanto para las rutas 1, 4 y 6. Dado que las mediciones se realizaron siguiendo la consideración colina-valle-colina, de forma similar a las posiciones 1, 2 y 3 de la Figura 3, agregando además una posición 4 en la colina al final de la gráfica, se puede afirmar que el modelo se comportó de forma aceptable independientemente de la variabilidad del terreno. Sólo en condiciones donde los cambios en la altura del terreno son muy pequeños comparados con el promedio de alturas de los edificios, como es el caso de las rutas 1, 4 y 6, el algoritmo presenta mayores errores, problema fácil de solucionar para posteriores simulaciones. Por otro lado, en casos específicos donde no se define exactamente la orientación de las vías, como son los puntos de convergencia de varias calles, se presentan los mayores errores. Una comparación entre las distintas simulaciones, utilizando algunos modelos habilitados dentro del CellView, el algoritmo diseñado y las mediciones realizadas, se muestra en la Figura 9, gráfica inferior. De esta se puede apreciar

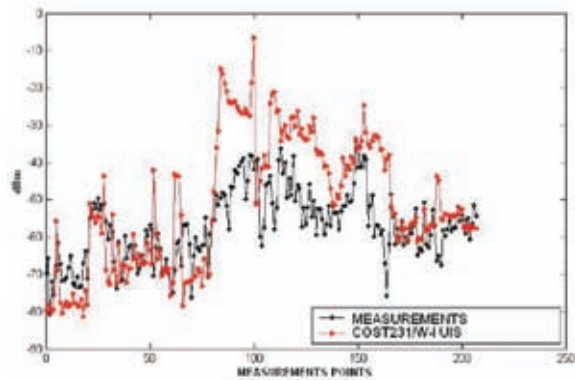
que el comportamiento del algoritmo se encuentra dentro de los márgenes aceptables y que sigue de forma más aproximada al comportamiento de las mediciones en comparación con los otros modelos.

Sólo los modelos COST231/W-I y WB + TERR UIS consideran parámetros del terreno y de edificios. El modelo Meeks asume sólo parámetros del terreno y los demás consideran sólo los edificios del entorno.

Se debe tener en cuenta que algunos factores no fueron considerados en la simulación, como lo son la utilización de paneles reflectores en las antenas y la distribución de la sectorización de la BS, lo cual pudo ocasionar grandes errores en zonas de solapamiento de sectores y en donde el patrón de radiación de la antena utilizada no tiene gran ganancia.

Realizando un análisis por medio del cálculo de las zonas de Fresnel, para un perfil que cumpliera con la condición colina-valle-colina, se obtuvo un resultado aceptable el cual se aprecia en la Figura 11. Se puede valorar, que a partir de los puntos donde la primera y segunda zona de Fresnel es obstruida, el nivel de la intensidad de campo recibido decae abruptamente, cumpliendo con los conceptos físicos establecidos.

a) Resultados del algoritmo diseñado para el modelo COST231-Walfisch-Ikegami relacionado con las mediciones.



b) Resultados de simulación de otros modelos y del COST231-Walfisch-Ikegami relacionado con las mediciones.

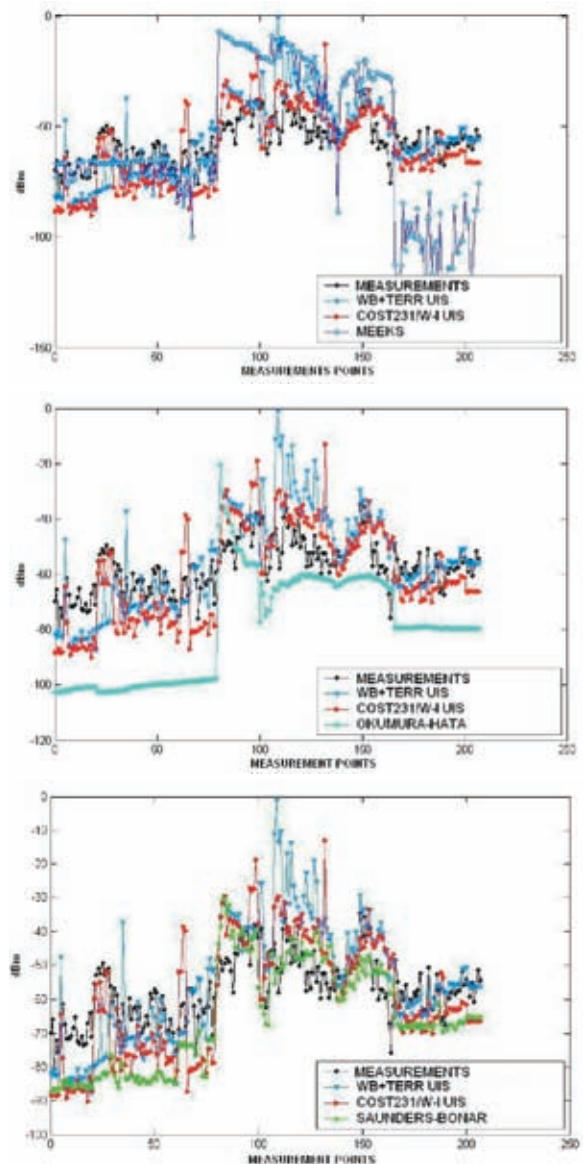


Figura 10. Arriba se aprecia la vista del resultado de la simulación (recuadro). En las regiones oscuras se presenta mayor intensidad del campo recibido y en las mas claras una menor intensidad según los valores de la escala lateral. En la parte inferior se aprecia la representación 3D de los resultados.

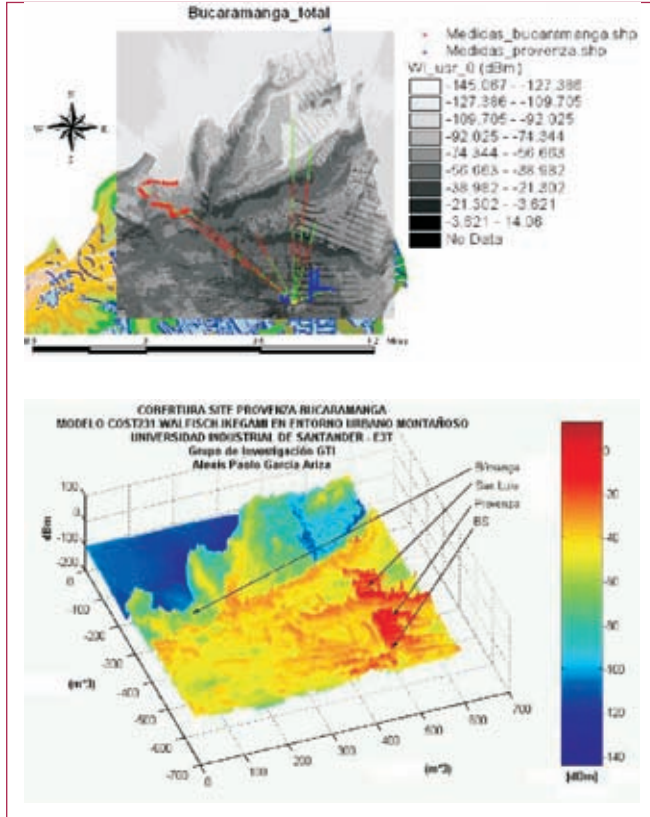
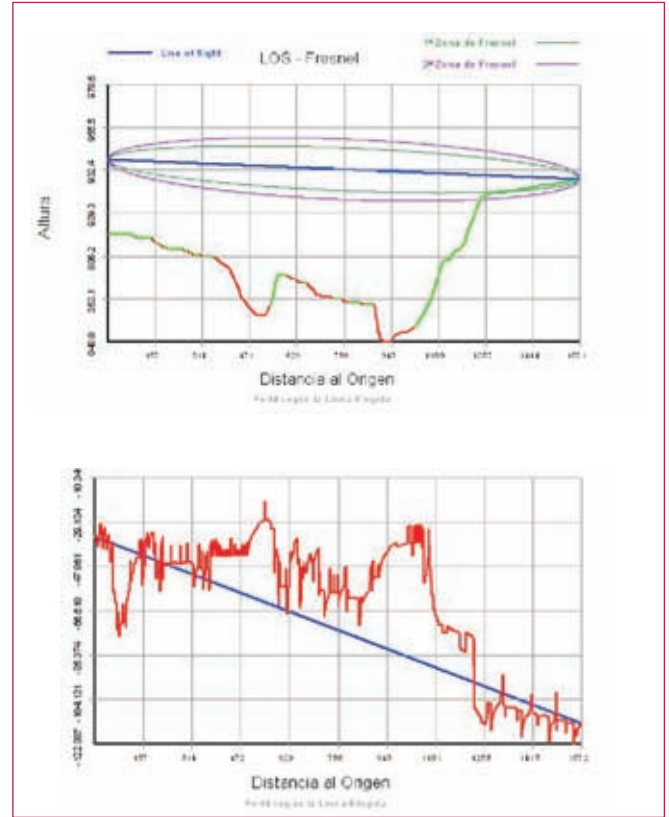


Figura 11. Análisis según las Zonas de Fresnel para el barrio La Victoria. En la parte superior se aprecian la primera y segunda zona de Fresnel para el perfil de estudio. En la parte inferior se aprecia la intensidad del campo recibido a lo largo del perfil (datos en dBm).



CONCLUSIONES

La complejidad de los fenómenos de propagación electromagnética y los múltiples factores que afectan la planificación de sistemas móviles (como el terreno) llevan a la búsqueda de herramientas que faciliten la predicción del desempeño de sistemas comunicación inalámbricos y su diseño de de forma precisa, confiable y rápida [15]. Es así, que las herramientas basadas en SIG jugarán un papel fundamental en el desarrollo de aplicaciones y la evolución de las tecnologías, como los sistemas 3G y 4G [7], para el futuro inalámbrico de las comunicaciones.

La realización de este estudio permitió obtener resultados aceptables en cuanto al desempeño del algoritmo diseñado para la predicción de Path Loss en entornos semiurbanos sobre terreno montañoso, basándose en el modelo COST231-Walfisch-Ikegami [10] y las modificaciones presentadas en [4] al mismo modelo. Los resultados de simula-

ción comparados con las campañas de medidas para el ajuste final del algoritmo, arrojó un error típico que se ubica en el rango de los 1.85-12.08dBm; una desviación estándar en el rango de los 2.89-12.08dBm; las diferencias mínimas entre simulación y medición se ubican entre 0.02-2.68dBm, y máximas entre 8.16-36.83dBm; la media promediada para todas las vías, de las diferencias entre la simulación y las mediciones, es de -4.69dBm, con un intervalo de confianza de 2.94dBm calculado para un nivel de confianza del 95%. Para algunas rutas los resultados fueron más óptimos que para otras y en los puntos donde había convergencia de varias calles el error se incrementó, lo cual es acorde con el comportamiento del modelo. En comparación con los resultados obtenidos para la ciudad de Munich en entorno plano [10], donde se obtuvo una STD promedio de 7.0dB, el desempeño del algoritmo de pre-

dicción diseñado para entornos tipo andino es bastante aceptable (STD de 7.6dBm). Por otro lado, el algoritmo para el modelo COST231-Walfisch-Ikegami tiene un mejor comportamiento sobre sectores tipo falda y cañón en comparación con los demás modelos utilizados en la investigación. Además, se concluye que la modificación dada en [4] no es aún clara, pues en algunos casos se comporta mejor la postulación original del modelo. En casos de LOS se logra un mejor comportamiento si se aplica la aproximación de dos rayos y no la considerada originalmente para el modelo. Se puede concluir que el desempeño del algoritmo se encuentra dentro de los márgenes aceptables y que el uso de una herramienta de planificación basada en GIS presenta grandes ventajas a la hora de obtener veracidad, simplicidad y ahorro de tiempo en el desarrollo de estudios en el área de las radiocomunicaciones.

REFERENCIAS

- [1]. Henry L. Bertoni, Radio Propagation for Modern Wireless Systems, USA: Prentice Hall PTR, 2000.
- [2]. Simon R. Saunders, Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems, Baffins Lane, Chichester, West Sussex U.K: John Wiley & Sons, Ltd., 1999.
- [3]. Leonard Piazzi and Henry L. Bertoni, "Effect of Terrain on Path Loss in Urban Environments for Wireless Applications", IEEE Trans. Antennas and Propagation, Vol. 46, No. 8, August 1998.
- [4]. Dongsoo Har, Alix M. Watson and Anthony G. Chadney, "Comment on Diffraction Loss of Rooftop-to-Street in COST 231-Walfisch-Ikegami Model", IEEE Trans. Vehicular Technology, Vol. 48, No. 5, September 1999.
- [5]. William C. Y. Lee, Mobile Cellular Telecommunications Systems, USA: McGraw-Hill Book Company, 1989.
- [6]. Narcís Cardona Marcet y Andrés Navarro Cadavid, "Modelo de Simulación para Análisis de Capacidad en Sistemas W-CDMA Usando Herramientas de Planificación Basadas en GIS y MATLAB" IEE Fisir International Communications Technologies, Londres, U.K, Marzo 2000.
- [7]. Harri Holma and Antti Toskala, WCDMA for UMTS, Radio Access For Third Generation Mobile Communications, West Sussex U.K: John Wiley & Sons, Ltd., 2000.
- [8]. Joram Walfisch and Henry L. Bertoni, "A Theoretical Model of UHF Propagation in Urban Environments," IEEE Trans. Antennas and Propagation, Vol. 36, No. 12, December 1988.
- [9]. D.E. Eliades, "Terrain Simulation for the Cascaded Cylinder diffraction Model," IEE Proceedings-H, Vol. 140, No. 4, August 1993.
- [10]. COST 231 Final report, Digital Mobil Radio: COST 231 View on the Evolution Towards 3rd Generation Systems, P. 134-140, Commission of the European Communities and COST Telecommunications, Brussels, 1999.
- [11]. .F. Ikegami, T. Takeuchi, and S. Yoshida, "Theoretical Prediction of Mean Field Strength for Urban Mobile Radio," IEEE Trans. Antennas and Propagation, Vol. 39, No. 3, 1991.
- [12]. S.R.Saunders and F.R. Bonar. "Prediction of Mobile Radio Wave Propagation Over Buildings of Irregular Heights and Spacings". IEEE transactions on Antennas and Propagation, Vol.42, No.2, February 1994, pp.137-144
- [13]. Vicente Roig Galán, "Planificación y Análisis de Sistemas de Comunicaciones Móviles de Tercera Generación Sobre CellView", Universidad Politécnica de Valencia, Valencia España, 1996.
- [14]. Noe Darío Valero y Ricardo Carreño, "Sistemas Móviles Terrestres: Diseño de Cobertura Celular Para la Comuna 12 Que Conforman la Zona Metropolitana de Bucaramanga", Universidad Pontificia Bolivariana, Especialización en Telecomunicaciones, Agosto de 2001.
- [15]. A. Paolo García A. y Ramiro Bautista P., "Factores que Afectan la Planificación de Sistemas Móviles en los Entornos Actuales y Herramientas GIS Como Alternativa de un Futuro Inalámbrico", Universidad Industrial de Santander, E3T, Seminario "Convergencia: El Nuevo Escenario de las Telecomunicaciones", Bucaramanga, Marzo 22 y 23 de 2002.
- [16]. "Vari-Tilt Omni Antenna - ASDP-975, ASPD-977, ASP-978, 8.5 to 10dBd Gain", web page Decibel Prods: www.decibelproducts.com
- [17]. "Miniport Receiver EB200 - Portable Monitoring From 10kHz to 3GHz", web page Rohde&Schwarz: www.rohde-schwarz.com
- [18]. García, A. P., Ortega, H., Navarro, A. and Cardona, N.. Effect of Terrain on Electromagnetic Propagation in Urban Environments on the Andean Region. En : 7th Management Committee Meeting COST 273 (Commission of the European Communities and COST Telecommunications, "Towards Mobile Broadband Multimedia Networks") (2003 : Paris). 11 p. TD-(03)065.
- [19]. García, A. P., Ortega, H., Navarro, A. and Rodríguez, H.. Effect of Terrain on Electromagnetic Propagation in Urban Environments on the Andean Region, Using the COST 231- Walfisch-Ikegami Model and GIS Planning Tools. En : Twelfth International Conference On Antennas And Propagation (ICAP 2003), University of Exeter, (2003 : Exeter-UK). 6 p. ISBN 0 85296 752 7, ISSN 0537-9989.

CURRICULUM

Actualmente se desempeña como docente de las cátedras de Comunicaciones Satelitales, Comunicaciones Móviles y Antenas de la Facultad Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga. Sus áreas de interés incluyen Sistemas de Tercera y Cuarta Generación, Sistemas de Información Geográfica aplicados a las Telecomunicaciones, Modelos de Propagación, redes de datos móviles y configuraciones MIMO para 4G.



ITECKNE

INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

ESCRIBE TU PROPIO ARTÍCULO:



b

La revista **Iteckne** recibe para su publicación trabajos e investigaciones en el campo de las telecomunicaciones y mecatrónica, o áreas íntimamente relacionadas con ellas en castellano, inglés, francés, italiano, alemán y portugués.

Las colaboraciones deben ser remitidas al editor, quien las estudiará con la ayuda del comité editorial. Los trabajos más técnicos serán enviados para su análisis sin el nombre del autor, a especialistas en los temas respectivos. La decisión correspondiente será comunicada al autor, junto con las observaciones pertinentes.



b

Dos son los criterios fundamentales para la selección de artículos: en primer lugar la calidad general del trabajo, tanto en lo que atañe al contenido como en lo que se refiere a su exposición escrita y su presentación; y como segundo el interés que puede presentar la obra para el público lector de esta áreas de ingenierías.



b

Los trabajos deberán presentarse en disquete, digitados en WORD, junto con dos copias de buena calidad impresas en papel corriente. Las gráficas, en caso de haberlas, deberán ser entregadas listas par su reproducción. Los originales no serán devueltos en ningún caso. Para los artículos seleccionados los costos de publicación los asume la revista **Iteckne**.

Los materiales que aparecen en la revista **Iteckne** pueden reproducirse libremente, pero se agradecerá a quien lo haga, citar su procedencia.

LA CORRESPONDENCIA PUEDES DIRIGIRLA A: Revista Iteckne
División de Ingenierías Universidad Santo Tomás
Carrera 18 No. 9-27 Teléfono 6800801 Ext. 1341 - 1342
Bucaramanga - Colombia
e-mail: iteckne@ustabuca.edu.co