

iTRECINE

INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

Número 1  Revista de la Universidad Santo Tomás

La revista para la gente 



Comunicación Global en sus manos

Tecnologías para PCS



MMS, la multimedia móvil



Simulación del flujo de aire
alrededor de automóviles



COLOMBIA \$4.500 - PANAMA 3 BALBOAS - USA US\$ 3 - OTROS PAISES US\$ 3


UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
BUCARAMANGA

Ingenierías

en la USTA
Trayectoria con futuro

DIVISIÓN INGENIERÍAS

- **INGENIERÍA MECATRÓNICA**
N° ICFES 170546170756800111100 - DIURNA 10 SEMESTRES
- **INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**
N° ICFES 170526170696800112300 - DIURNA 10 SEMESTRES

DIPLOMADOS

- **DISEÑO DE REDES DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

Elegir un buen
camino es el inicio
de tu éxito profesional



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
BU C A R A M A N G A



Edición No.1

Contenido

Director

Fray Guillermo León Villa Hincapié., O.P

Editor

Fernando Niño Ruiz

Consejo Editorial

Rocio Pérez Páez
Jorge E. López
Jaime Castro
William Castro
Angel Chacón
Luis Omar Sarmiento
Javier Peña
Richard Caicedo
Julián Mantilla

Asesores Nacionales

Rafael Rengifo
Arturo Plata Gómez
Carlos Donado

Asesores Internacionales

Elias de los Reyes Davó
Miguel Ferrando Bataller
Juan Vicente Baibastre
Luis Nuño Fernández
Francisco Morán Anglada
Luis Améndola
Jose Simó
Emilio García

Corrección Ortográfica y de estilo

Fray Pedro José Díaz Camacho., O.P.
Fray Guillermo León Villa Hincapié., O.P.
Deisy Lucía Chaparro

Traducciones

Laura Mantilla

Diseño y Diagramación

Publicity / Roberto Martínez

Pre-prensa Digital e impresión

La Bastilla

© 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 que se cite al autor y a la revista iteckne. Agradecemos el envío de una copia de la reproducción a esta dirección:
Facultades de Ingeniería -
Universidad Santo Tomás / Cra 28 No. 9-27
Bucaramanga - Colombia

iteckne.

Servicio al cliente: 680 0801
Ext. 1421 - 1401
Fax: 671 7067
e-mail: iteckne@ustabuca.edu.co



Editorial

Pág 2

LA COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM), UNA NUEVA INGENIERÍA

Pág 3

La Compatibilidad Electromagnética (CEM), desde sus implicaciones en la tecnología, en la salud de personas y animales, muestra la multidisciplinariedad que implica abordar esta nueva área del conocimiento desde una perspectiva ingenieril.



Estudio experimental de una descarga RF 13.56 Mhz luminiscente a presión atmosférica

Pág 7

Alrededor del mundo la Tecnología del Plasma se ha desarrollado gracias a la utilización de descargas luminiscentes a baja presión, no obstante varios laboratorios han explorado en métodos novedosos de la física del plasma que involucran la utilización de DLEPA con resultados óptimos en lo que concierne al procesamiento de materiales.



La multimedia móvil... MMS

Pág 11

Una tecnología desarrollada para permitir a usuarios móviles intercambiar mensajes cargados de texto, gráficos, fotografías, sonido, y/o video; en otras palabras, una tecnología que marca el nacimiento de la "multimedia móvil" y el punto de partida para su completo desarrollo.



Tecnologías para PCS

Pág 16

Una rápida visión de la Tecnología de PCS y la conveniencia de una pronta implementación de estos nuevos servicios en el país, arquitecturas de los sistemas tecnológicos opcionados a ser ofrecidos en el país, teniendo en consideración el mercado internacional y la banda de frecuencias asignadas por el Ministerio de Comunicaciones para este servicio.



Simulación del flujo de aire alrededor de automóviles por medio del programa de elementos finitos ANSYS

Pág 21



Introducción al filtrado adaptativo

Pág 27

En general, los filtros adaptativos permiten eliminar ruido, manteniendo una óptima relación señal a ruido en procesos no estacionarios y no periódicos y no requieren un conocimiento previo de la señal o de las características del ruido como sucede con los filtros fijos.

Editorial



Fernando Niño Ruiz
Decano de Ingenierías USTA

TECKNE, palabra de origen griego que significa arte, oficio, industria, profesión, arte manual, tecnología; surgió del estudio y análisis de una gran variedad de posibles nombres para esta publicación científica, y la "I" inicial representa, ingenierías, innovación, e investigación, que unidas conforman **ITECKNE**. La revista tendrá una publicación cuatrimestral y pretendemos que sea un medio escrito de investigación y divulgación de gran beneficio para la comunidad académica y científica, como también, a todas aquellas personas vinculadas a los diferentes sectores productivos relacionados con las ingenierías.

Desde hace un tiempo, estudiantes, profesores, investigadores y directivos de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Santo Tomás y de otras universidades nacionales y extranjeras, nos propusimos crear un medio de comunicación cuyo objetivo fuera constituirse en escenario del análisis, del conocimiento y del debate de temas de tecnologías de punta, con el propósito de difundir y socializar las investigaciones y las producciones intelectuales más representativas de nuestro país y de otras naciones, en el ámbito académico investigativo y empresarial. Hoy podemos entregar este primer número como resultado del concierto de personas y entidades relacionadas y comprometidas con el objetivo principal de **ITECKNE** y con el apoyo incondicional de la Universidad Santo Tomás.

Las ciencias empírico-analíticas, lógico-matemáticas, biológicas y físico-químicas no son ajenas al espíritu científico de la Universidad Santo Tomás, fundada en Colombia hace 422 años, ya que uno de los Frailes del siglo XIII más representativos de la Orden de Santo Domingo es San Alberto Magno*, maestro de Santo Tomás de Aquino, proclamado Doctor de la Iglesia, Patrón de las Ciencias Naturales, y Doctor Universal, por "poseer en el más alto grado el don raro y divino del espíritu científico" que en nuestra época se podría traducir en alguien que busca con tantas ansias la paz y tiene tanta esperanza en sus descubrimientos científicos. Esta huella histórica y compromiso universal con la ciencia, ha motivado desde varias décadas a la Universidad Santo Tomás en Colombia para que fomente la enseñanza de las ingenierías, tales como: telecomunicaciones, mecatrónica, mecánica, civil, electrónica, materiales y las futuras de informática e industrial.

La actividad científica de la Universidad se representa en la construcción y fortalecimiento de sus grupos de investigación de las ingenierías de mecatrónica y telecomunicaciones, donde se han determinado líneas tales como: radiocomunicaciones, tratamiento digital de la señal, compatibilidad electromagnética, telemática, robótica, automatización de procesos industriales y diseño asistido por computador. Estas líneas tendrán la participación de la comunidad científica nacional e internacional que apoyarán los diferentes proyectos que se generen al interior de los grupos. **ITECKNE** se constituirá en el medio de comunicación masivo por excelencia de la investigación, la innovación y el desarrollo de las ingenierías.

Queremos convocar a todas las personas interesadas en participar en este esfuerzo de producción intelectual, en apoyarnos con sus artículos y valiosas sugerencias, ya que esto le permitirá tener un mayor cubrimiento tanto territorial como de conocimiento.

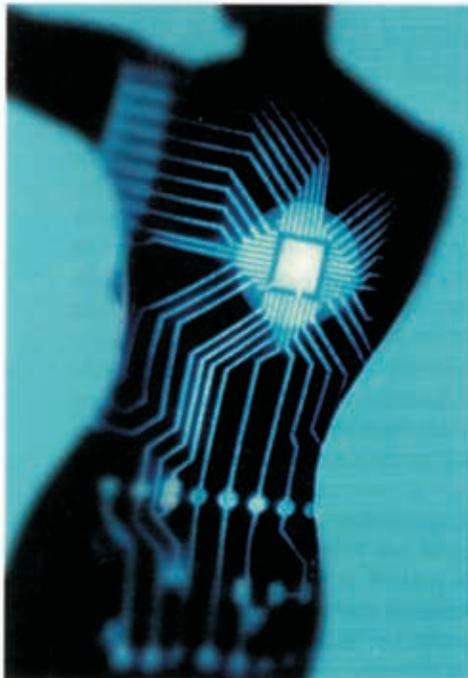
Finalmente, agradezco a todos los docentes e investigadores de diferentes universidades y centros de investigación que escribieron sus artículos para esta primera edición, como también, a todas aquellas personas que participaron de una forma u otra para que se hiciera realidad esta iniciativa que fomentará, difundirá y desarrollará la cultura investigativa y el pensamiento crítico y autónomo de las ingenierías de la Universidad Santo Tomás.

* Descubridor del elemento químico No. 33, Arsénico.



LA COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM), UNA NUEVA INGENIERÍA

Angel José Chacón Velasco (Candidato a Doctor en Ciencias Naturales, física - UIS y Candidato a Doctor en Ing. de Telecomunicación - Convenio Uhu, Politécnica de Valencia - USTA)
e-mail: angelch@ustabuca.edu.co



La Compatibilidad Electromagnética (CEM), desde sus implicaciones en la tecnología, en la salud de personas y animales, muestra la multidisciplinariedad que implica abordar esta nueva área del conocimiento desde una perspectiva ingenieril.

Con el creciente uso de dispositivos eléctricos y electrónicos en todos los ambientes tanto de trabajo como domésticos ha surgido una nueva y creciente forma de contaminación medio ambiental, la contaminación electromagnética. ¿Pero son realmente perjudiciales las líneas de alta tensión, el uso de teléfonos celulares?, sus efectos van desde pequeñas molestias en la recepción de las emisiones de radio hasta potenciales accidentes debido a la degradación de los sistemas críticos de control y seguridad en los distintos medios de transporte, pasando por efectos indeseables en la salud de las personas y animales. Este tipo de interferencia en sus diversas formas puede causar graves fallas en el funcionamiento de sistemas eléctricos y electromagnéticos, impedir que el espectro de radiofrecuencia (RF) sea utilizado adecuadamente, encender atmósferas inflamables y hasta tener efectos nocivos en los tejidos humanos. A medida que los sistemas eléctricos y electrónicos se integran cada vez más a las distintas actividades humanas, el potencial peligro de los efectos de la Interferencia Electromagnética (IEM) también aumenta.

Los teléfonos celulares se están convirtiendo, debido a su masiva proliferación, en objeto de un gran número de investigaciones debido a su potencial peligro para la salud, sin embargo a pesar de los esfuerzos para hacer evidente sus efectos nocivos, estas investigaciones aún no son conclusivas. Actualmente las investigaciones científicas en este campo consisten en realizar estudios epidemiológicos o en efectuar pruebas estandarizadas con animales. En el momento, ninguno de los dos métodos ha dado indicio alguno que demuestre una relación entre los celulares y el cáncer de cerebro, pero está bien establecida la relación con el agotamiento físico y la depresión por exposiciones excesivas a campos electromagnéticos de muy baja intensidad[1].

Otros efectos mórbidos de este tipo de contaminación son los que nos interesan en el presente artículo, mostraremos por tanto el

enorme potencial investigativo que contiene esta novedosa forma de contaminación medio ambiental.

En nuestro medio se ve claramente la interferencia de un emisor de radio sobre el funcionamiento de los monitores afectando la estabilidad de las imágenes en los televisores y en las pantallas de los computadores.

Los pasajeros de vuelos comerciales están familiarizados con el aviso de que el uso de sus aparatos de comunicación, no está permitido, mientras se encuentren a bordo del avión. Lo que no es tan conocido, es el por qué, se considera necesario.

Una de las áreas más críticas, con consecuencias potencialmente mortales, es la CEM de los aparatos electrónicos de uso médico. Un estudio detallado se refiere al bloqueo en el funcionamiento de monitores de apnea cuya principal función es hacer sonar una alarma cuando la respiración cesa. Se detectó que la mayoría de monitores apnea monitoreaban la respiración erróneamente cuando se hallaban expuestos a intensidades de campos electromagnéticos relativamente bajos. Casi todos los monitores eran susceptibles por encima de 1V/m; un modelo en concreto era susceptible a campos pulsantes por encima de 0,05V/m. El que un equipo electrónico no funcione correctamente y con total seguridad en el entorno para el que fue diseñado incluido el electromagnético es lo que ha dado en llamarse falta de adecuación a la finalidad del producto.

La amplia gama de disciplinas involucradas en los problemas de la CE, y en la búsqueda de su solución: la teoría electromagnética, los circuitos eléctricos y electrónicos, la fisiología, la salubridad, la normatividad del uso de dispositivos de comunicaciones, médicos y domésticos, hace que desde una perspectiva multidisciplinaria, se perfila lo que ya se ha dado en llamar ingeniería de compatibilidad electromagnética ICCEM.

Con el presente artículo se contribuye a un esbozo de tal ingeniería.

1. LOS ELEMENTOS DE UN PROBLEMA DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

En cualquier problema de CEM existen tres elementos esenciales: un generador de campo electromagnético, un receptor o víctima que no puede funcionar adecuadamente debido al fenómeno electromagnético y un camino entre ellos que permita a la fuente interferir con el receptor. Cada uno de los tres elementos tiene que estar presente, aunque en algunas situaciones no se puedan identificar con facilidad. Normalmente, los problemas de CEM se resuelven identificando al menos dos de estos elementos y eliminando o minimizando el efecto del tercero.

Las fuentes potenciales de problemas de compatibilidad electromagnética pueden ser los transmisores de radio, las líneas de alta tensión, los circuitos electrónicos, las descargas atmosféricas, los motores eléctricos, y en general cualquier sistema que utiliza o genera energía electromagnética. Los receptores potenciales incluyen a los receptores de radio, circuitos electrónicos, personas, y en general cualquier sistema que emplee o genere energía electromagnética.

Los métodos de acoplamiento de la energía electromagnética desde la fuente al receptor se resumen en cuatro categorías: 1) conducción (corriente eléctrica), 2) acoplamiento inductivo (campo magnético), 3) acoplamiento capacitivo (campo eléctrico), 4) radiación (campo electromagnético).



Los caminos de acoplamiento a menudo utilizan una combinación compleja de estos métodos, lo que hace que sea muy difícil identificar el camino incluso cuando la fuente y el receptor están plenamente identificados. En un problema de compatibilidad electromagnética pueden existir múltiples caminos de acoplamiento y las medidas que se toman para atenuar uno pueden reforzar otro distinto. Cuando los caminos de acoplamiento fuente-receptor están localizados dentro del propio sistema, el problema se denomina intrasistema.

Si estos caminos de acoplamiento son exteriores al equipo o sistema en consideración y puede haber interferencia entre equipos o sistemas se llama intersistema. Un ejemplo de incompatibilidad intersistemas lo constituyen los equipos electrónicos de comunicaciones (radares, enlaces de microondas, etc.) que son capaces tanto de emitir como de recibir radiaciones electromagnéticas. Esta última forma de interferencia es muy difícil de controlar, pues en general los equipos no están bajo el control de un solo usuario.

La compatibilidad electromagnética se puede cuantificar y controlar por alguno de los siguientes procedimientos que engloban todas las posibles combinaciones de mecanismos de radiación y conducción junto con el control de emisiones desde un equipo y el control de susceptibilidad de dicho equipo:

1. Emisión conducida
2. Susceptibilidad conducida
3. Emisión radiada
4. Susceptibilidad radiada.

La solución de un problema de CEM no es fácil y puede tener distintas alternativas. En ocasiones el problema se puede resolver eliminando la fuente de interferencia, pero cuando esto no es posible, se debe identificar el camino de acoplamiento y eliminarlo o minimizarlo mediante apantallamientos, uso de filtros o modificando el cableado del equipo o sistema.

Las amenazas de las IEM se controlan adoptando las directivas de la compatibilidad Electromagnética CEM propias de cada país. La compatibilidad Electromagnética CEM se define

FIG. 1 ELEMENTOS DE UN PROBLEMA DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA



como "la capacidad de un aparato, equipo o sistema para funcionar de forma satisfactoria en su entorno electromagnético sin provocar perturbaciones electromagnéticas no tolerables sobre ninguna otra parte de su entorno" [2].

El término CEM tiene dos aspectos complementarios:

- Describe la capacidad de los sistemas eléctricos y electrónicos para funcionar sin interferir en otros sistemas;
- Describe también, la capacidad de dichos sistemas, para funcionar sin ser afectados por un entorno electromagnético específico.

El entorno electromagnético se define como la totalidad de los fenómenos electromagnéticos (variables en el tiempo) que existen en una región dada. Esto incluye señales electromagnéticas deseadas y no deseadas, características de propagación de esas señales, velocidad, atenuación, reflexión, etc. Estas características dependen a su vez de las propiedades electromagnéticas locales del material. En términos generales un problema de CEM es un problema local.

La perturbación se define como cualquier fenómeno Electromagnético (EM) que puede degradar el funcionamiento de un equipo o de un sistema o afectar de forma pernicioso a la materia viviente o inerte (International Electrotechnical Commission, IEC 989)

2. FUENTES DE INTERFERENCIAS. CARACTERÍSTICAS

Cualquier sistema con capacidad de producir campos Eléctricos (E) y Magnéticos (H) variables con el tiempo inclusive campos estáticos tiene el potencial de ocasionar interferencia eléctrica. A cualquier señal indeseable dentro de un sistema se le llama ruido. Las fuentes de estas señales se pueden dividir en dos grandes grupos: las naturales y las de origen humano[3]. Las fuentes naturales incluyen el ruido atmosférico terrestre debido a tormentas, precipitación estática, emisiones de rayos procedentes del sol y del cosmos. Las de origen humano incluyen tanto las radiaciones intencionadas ligadas fundamentalmente a los equipos electrónicos de comunicaciones, como las no intencionadas. Aunque las radiaciones no intencionadas son

principalmente debidas a las frecuencias armónicas o subarmónicas de los equipos de comunicación, en estas fuentes se debe incluir las líneas de alta tensión, los sistemas de encendido de los automóviles, los motores eléctricos, los dispositivos y las máquinas industriales.

Para que las medidas de IEM sean significativas en el proceso de solución de sus efectos, se hace necesario determinar mediante alguna prueba (de sintonía o cambiando el ancho de banda) el carácter de banda estrecha o banda ancha de la interferencia [4].

2.1 FUENTES NATURALES DE INTERFERENCIAS

Las descargas eléctricas atmosféricas constituyen en determinadas situaciones fuentes muy intensas de interferencias eléctricas que básicamente pueden ser de dos tipos: de incidencia directa de un rayo sobre un conductor, como en el caso de una línea de alta tensión, originará una gran sobretensión a través del sistema[5].

Es difícil proteger las partes de un sistema que están próximas al lugar donde ha caído el rayo, puesto que se generan sobretensiones del orden de 100-200KV respecto de tierra según sea el carácter resistivo o inductivo de la impedancia efectiva de la tierra. Las corrientes que circulan por la tierra debidas a rayos, pueden acoplarse a cualquier sistema de cables que haya en los alrededores.

En segundo lugar, en cualquier tormenta, asociado con las nubes cargadas siempre hay un campo eléctrico del orden de 1-10 KV/m al nivel de la tierra. Cuando cae el rayo, descargando regiones de la nube con cargas inducidas, este campo colapsa induciendo transitorios en los conductores cercanos, el cambio rápido de corriente a lo largo del camino de descarga del rayo actúa como antena y emite una señal de RF con un ancho de banda entre 50-100MHz. Esta radiación es la causa del ruido atmosférico y se emplea para detectar y rastrear las tormentas.

Fuentes de origen solar y cósmico.

El ruido cósmico, procedente del espacio exterior y que empieza a ser significativo a frecuencias superiores a los 20 MHz, puede ser de tres tipos:

galáctico, térmico y solar. El ruido térmico procedente de los cuerpos celestes está en la banda entre 3-30GHz. El ruido galáctico de naturaleza similar al térmico, más fuerte procede de Sagitario y alcanza su máxima amplitud en la banda entre 150-200MHz. El ruido solar producido por las manchas solares puede producir cambios en las condiciones de reflexión y transmisión en la ionósfera, causando problemas de transmisión de radio en la banda entre 2-35MHz y en comunicaciones vía satélite entre 150-500MHz. Los niveles de ruido cósmico a frecuencias por debajo de 10MHz son inferiores

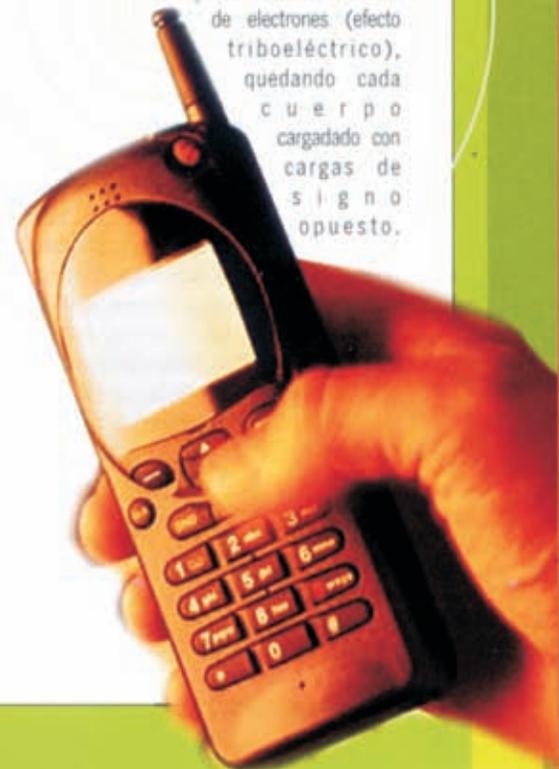
a los de las interferencias de origen humano. La propagación ionosférica del ruido atmosférico alrededor de la tierra, con su consiguiente refuerzo, da lugar a que su nivel se incremente a una frecuencia de 8Hz, ya que el tiempo de propagación alrededor de la tierra es de 1/8 de segundo. Este efecto es conocido como resonancia Shumman.



2.2 FUENTES PROCEDENTES DEL HOMBRE

Descargas electrostáticas .

Entre dos objetos que están en contacto y en movimiento uno con respecto del otro, se puede producir un intercambio de electrones (efecto triboeléctrico), quedando cada cuerpo cargado con cargas de signo opuesto.



Este proceso de carga puede dar lugar a potenciales muy altos entre 10-25KV con energías almacenadas del orden de varios mJ.

La descarga de esta energía puede originar pulsos de corriente muy rápidos que pueden dañar los equipos y componentes electrónicos. Por ejemplo, la chispa que se produce en la descarga electrostática del cuerpo humano en un ambiente seco puede producir la ruptura del dieléctrico en la compuerta de un dispositivo MOS, dejando en corto circuito la compuerta con la fuente o con el drenador. El problema CEM en este caso consiste en diseñar un circuito que permita a una persona tocar los contactos del dispositivo MOS sin destruirlo, los ejemplos típicos de fenómenos debidos a descargas electrostáticas son las explosiones en buques petroleros durante la limpieza de los tanques, el mal funcionamiento y daño de los sistemas electrónicos de los automóviles, las explosiones durante el reposo de los aviones, etc.

Electrización por influencia.

Como es conocido al frotar una varilla de ebonita se carga negativamente y al acercarla a un conductor neutro y aislado, las cargas positivas del conductor serán atraídas por la varilla electrizada de forma que se dirigirán y agruparán en el extremo del conductor más próximo a ésta, mientras que las cargas eléctricas negativas serán repelidas por la varilla y se agruparán en la parte del conductor más alejada de ella. Si en estas condiciones el conductor se conecta a tierra mediante un hilo metálico o bien se toca con la mano, parte de esta carga negativa se alejará lo más posible del cuerpo electrizado hacia tierra. Si en esta situación se desconecta el conductor de tierra, este quedará con un exceso de carga positiva. Al alejar ahora la varilla electrizada, el conductor queda cargado positivamente, la descarga de este cuerpo cargado por influencia puede dañar los distintos dispositivos electrónicos con los que entre en contacto.

Así mismo, se han desarrollado numerosos estándares que cubren los procesos de medida y la evaluación de la sensibilidad ESD de los componentes, destacando principalmente los siguientes:

ANSI EOS/ESD S5.1-1993 estándar que define el procedimiento para calcular la sensibilidad de los componentes a la descarga electrostática de un modelo definido de cuerpo humano.



Pruebas en Cámara Anecoica

ANSI ESD S5.2-1994 estándar que define el procedimiento para calcular la sensibilidad de los componentes a la descarga electrostática de un modelo definido de máquina y proporciona un sistema para clasificar la sensibilidad de estos componentes.

Los subsistemas eléctricos y electrónicos constituyen las fuentes de interferencia más comunes tanto radiadas como por conducción. Ejemplo de estas fuentes son los sistemas de ignición de automóviles, los alternadores, los motores eléctricos, los sistemas de distribución de energía, las líneas de alta tensión, las subestaciones transformadoras, los equipos industriales (máquinas de soldadura, grúas, hornos de microondas) los osciladores locales, equipos digitales (computadoras). Los transitorios de voltaje y corriente pueden tener su origen en distintos tipos de fuentes según sea la naturaleza del sistema o equipo. En un sistema digital típico los trenes de pulsos de alta frecuencia constituyen la fuente real de interferencias, mientras que en un sistema analógico son los circuitos osciladores de alta frecuencia.

Otras fuentes de interferencia electromagnética muy importantes son: el pulso debido a explosiones nucleares, que es un campo magnético muy intenso variable con el tiempo y que se origina como consecuencia de una explosión nuclear, su duración es extremadamente corta, unos 10 ns, siendo muy similar a la radiación de radio y de especial consideración son los circuitos de conmutación y los interruptores electromecánicos. Estos últimos dan lugar a interferencias como consecuencia de la combinación de tres procesos: arco eléctrico, rebote y variaciones en el circuito de carga. Para circuitos inductivos, las interrupciones pueden dar lugar a grandes voltajes inducidos, transitorios y formación de arcos, llegándose en situaciones extremas a la ruptura dieléctrica.

CONCLUSIONES

Con respecto a los posibles problemas de interferencias intra e intersistemas, se hace necesario considerar en las primeras etapas de desarrollo de prototipos de los equipos estas interferencias, siendo normalmente necesaria una revisión de su diseño. Referencias bibliográficas donde se desarrollan ampliamente estos principios de diseño se encuentran en los libros [4] y [6].

El dispositivo por excelencia para realizar pruebas de CE, con miras a la obtención de la certificación y por consiguiente el marcado CE, son las llamadas cámaras anecoicas, así denominadas por que son recintos que aíslan del entorno electromagnético el dispositivo que debe cumplir una determinada normatividad, establecida antes de entrar a funcionar y poder ser comercializado.

Referencias

- [1] Bary W.Wilson., *Chronic Exposure to ELF Fields May Induced Depression*, Bioelectromagnetics 9:195-205(1988).
- [2] IEC50 (161)(BS4727:Parte 1: Grupo 09) Glosario de términos electrotécnicos, de energía, de telecomunicaciones, de electrónica, de iluminación y de color: *Compatibilidad electromagnética*.
- [3] Javier K., *Introduction to the control of electromagnetic interference: a guide to understanding, applying and tailoring EMI limits and test methods*, EMC Compliance Publisher, Huntsville, AL.
- [4] Sebastián, José Luis., *Fundamentos de compatibilidad electromagnética*, Addison-Wesley 2000.
- [5] Ghose R.H., *Lightning Vol 1*, Academic press, 1990.

Estudio experimental de una descarga RF 13.56 MHz luminiscente a presión atmosférica

Jaime Castro Blanco

Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones, Bucaramanga Colombia

Marlon Hernando Guerra Mutis[§]

Laboratorio de Física del Plasma, Universidad Industrial de Santander (UIS), Bucaramanga, Colombia

Jaime Dulce Moreno

Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Norte de Santander, Colombia

Abstract

In the Plasma Physics Laboratory at the UIS, we have achieved a steady-state glow discharge at atmospheric pressure (APGD) controlled by a dielectric barrier. The electrical discharge is generated in Helium (He) and dry air mixture by using a radio frequency (RF) power supply working at 13.56 MHz and 220 W. In this article, we present the experimental setup, a brief description of the different stages of the process, APGD's external conditions, electronic number density (n_e) and electronic temperature (T_e) using a Langmuir Probe System specially designed and some relevant results of computational simulation.

Resumen

En el laboratorio de Física del Plasma de la UIS se ha logrado encender y mantener en estado estable una descarga luminiscente a presión atmosférica (DLEPA) controlada por una barrera dieléctrica. La descarga fue generada en una mezcla de gas Helio (He) y aire utilizando para esto una fuente de radiofrecuencias a 13.56 MHz y a una potencia de 220 W. En este artículo se presenta la configuración experimental y una descripción breve de las diferentes etapas del proceso de generación de la descarga; las características del circuito eléctrico de la DLEPA, un estimativo de sus parámetros macroscópicos (densidad y temperatura electrónica, n_e y T_e , respectivamente) a partir del análisis de la característica voltampérica de un sistema de sondeo electrostático especialmente diseñado y, además algunos resultados relevantes de simulación computacional.

Introducción

Alrededor del mundo la Tecnología del Plasma se ha desarrollado gracias a la utilización de descargas luminiscentes a baja presión, no obstante varios laboratorios han explorado en métodos novedosos de la física del plasma que involucran la utilización de DLEPA con resultados óptimos en lo que concierne al procesamiento de materiales. Las ventajas [1] que las DLEPA ofrecen son innumerables pero entre ellas deberían ser mencionadas: reducción en los costos de los equipos para la generación de las descargas (no se requiere de equipos de alto vacío), su disponibilidad para ser utilizada en diferentes procesos del plasma en materiales y deposición de películas, grabado y limpieza de superficies [2] y una notable optimización en el tratamiento superficial de materiales[3, 4]. Las DLEPA pueden ser generadas en aire y mezcla con gases nobles, bajo diferentes configuraciones electrónicas[2] y sus especies activas pueden ser utilizadas para descontaminar y esterilizar[5]. Después de varios estudios experimentales fue posible definir las condiciones bajo las cuales es posible mantener una DLEPA[2], que están interrelacionadas y que aseguran un régimen estable para la descarga. Teniendo en cuenta estas condiciones en el laboratorio de física del Plasma de la UIS se implementó montaje experimental y siguiendo una metodología adecuada fue posible obtener los resultados que se muestran en el presente artículo.

Configuración experimental y proceso de generación de la DLEPA

En la Figura 1 aparece un esquema del montaje experimental utilizado que consiste de una campana de vidrio de 32 litros con dos electrodos de acero inoxidable SAE 304 montados en una base metálica. El electrodo externo tiene forma de anillo con un diámetro interior de 5.5×10^{-2} m, y ubicado en forma horizontal y concéntrica a este electrodo aparece el electrodo interno que tiene forma cilíndrica de diámetro 3.5×10^{-2} m y 2×10^{-1} m de altura. Entre los electrodos fue ubicado un cilindro de cuarzo de 0.2 m de alto y 2×10^{-1} m de espesor con un diámetro de 5×10^{-2} m con el cual se aseguró una distancia interelectrónica efectiva del orden de 8×10^{-1} m. El electrodo externo fue conectado a la fuente de radiofrecuencias (ENI OEM-6B 0 W - 650 W) a través de una red de acople de impedancias (capacitancias variables de 42 - 1000 pF y 19 - 530 pF, inductancia de 20 mH) y el electrodo interno fue conectado a tierra. Una bomba mecánica de vacío (CENCO) fue utilizada para hacer más fácil el encendido de la descarga y, además para mantener una alimentación de gas (mezcla de He y aire seco) permanente al reactor a una tasa constante de 0.25 ml s^{-1} aproximadamente.

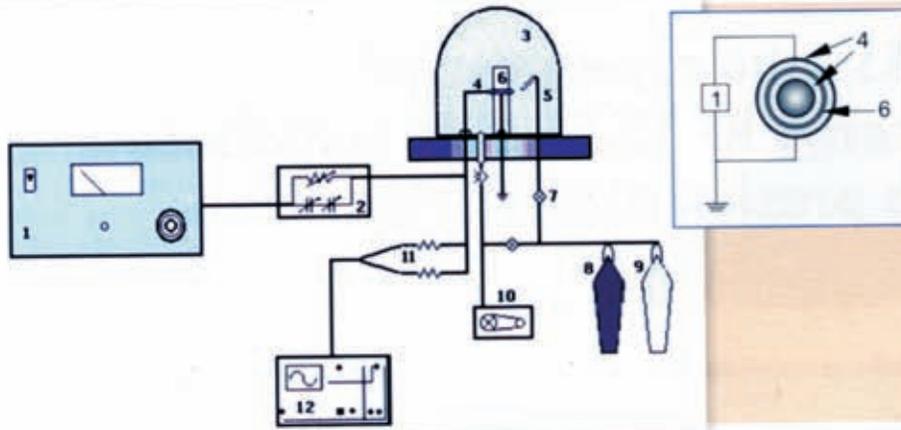


Figura 1.

- 1- Generador de RF
- 2-Red de Acople de Impedancias
- 3-Campana de Vacío
- 4-Electrodos
- 5-Entrada de Gases
- 6-Dieléctrico
- 7-Válvula de control de Gas
- 8-Helio
- 9-Aire seco
- 10-Bomba mecánica
- 11-Divisor de voltaje
- 12-Osciloscopio.

La potencia de la fuente de RF fue regulada desde 50 W para el encendido de la descarga a una presión dentro del reactor de 0.133×10^5 Pa, hasta 220 W a 1.013×10^5 Pa (presión atmosférica estándar), este proceso toma en total 10 minutos. Cabe anotar que el flujo de gas fue suspendido al alcanzar la presión ambiente manteniéndose encendida la descarga. La metodología para obtener la DLEPA aquí descrita, a diferencia de otros trabajos[6], no necesita la incorporación de circuitos adicionales para generar pulsos de corriente.

Parámetros de la descarga (Resultados experimentales)

En síntesis las condiciones externas de la DLEPA se dan de la siguiente manera: durante el proceso descrito en la sección anterior la tasa de flujo de la mezcla de gas se mantiene constante pero es suspendido en el momento en que se alcanza la presión ambiente. A pesar de esto la descarga se mantiene estable; la potencia de trabajo de la fuente de RF va desde 150 W hasta 220 W máximo; la diferencia de potencial entre los electrodos medida

con un divisor de voltaje es del orden de 1.7 kV, la corriente total del circuito de la descarga es de 154 mA que fue medida a través de la caída de potencial en una resistencia de 50 Ω en serie con la línea que va a tierra. Esta información fue analizada utilizando un osciloscopio TEKTRONIX TDS 420. Con respecto a la medición de los parámetros macroscópicos de la descarga generada para verificar su identidad luminiscente, esto es temperatura y densidad electrónicas, se implementó un sistema de sondeo electrostático basado en un circuito electrónico patentado por Carile et al.[7] que utiliza un MOS/FET el cual sirve como supresor de interferencias para la señal de corriente colectada. Las dimensiones de la punta de la sonda (alambre de tungsteno de 2×10^{-4} m de radio y 5×10^{-3} m de longitud) fueron definidas conforme con los requerimientos de la longitud de apantallamiento de Debye y recorrido libre medio electrónico relativos a la presión de operación de la sonda, tomando en cuenta los resultados presentados por otros autores [8, 4] (en donde se utilizan otras técnicas de sondeo para obtener los parámetros del plasma) y con la teoría de sondeo electrostático a alta presión disponible en la literatura[10,11,12]. En la Figura 2 (izquierda) se puede apreciar la característica I - V de la sonda cilíndrica utilizada.

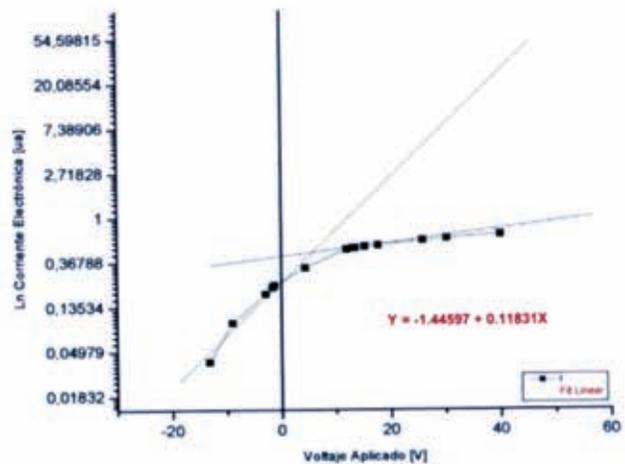
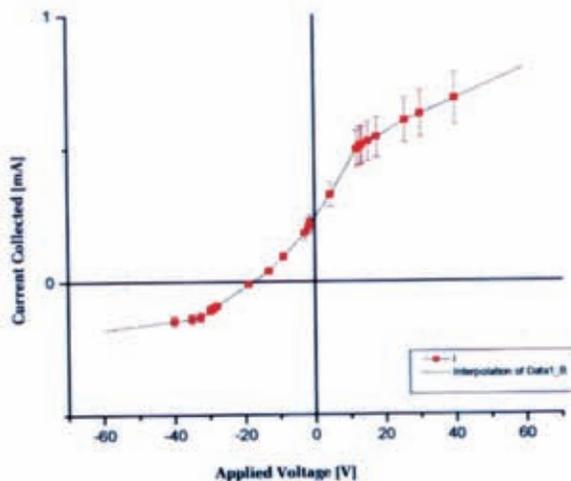


Figura 2. Característica I-V de la sonda electrostática y curva para resolver los parámetros del plasma.

Analizando la información contenida en la curva y haciendo las correcciones respectivas para sondeo a altas presiones [10,11,13,14], se encuentra que T_e 8 eV y n_e 2×10^{13} electrones m^{-3} . En la Figura 2 (derecha) se muestra la curva correspondiente con la resolución de los resultados presentados. La sonda fue inmersa en el espacio existente entre el electrodo interno y la barrera dieléctrica (a 1.5×10^{-3} m de la barrera). Estos resultados experimentales muestran que también es posible obtener los parámetros del plasma a partir del sondeo electrostático en condiciones de presión ambiente. Estos resultados y los resultados de la corriente y del voltaje ubican la descarga obtenida en el régimen de luminiscencia anormal con base en el esquema típico de caracterización de descargas eléctricas [11,14]. La DLEPA generada y la configuración utilizada se muestran en la Figura 3.

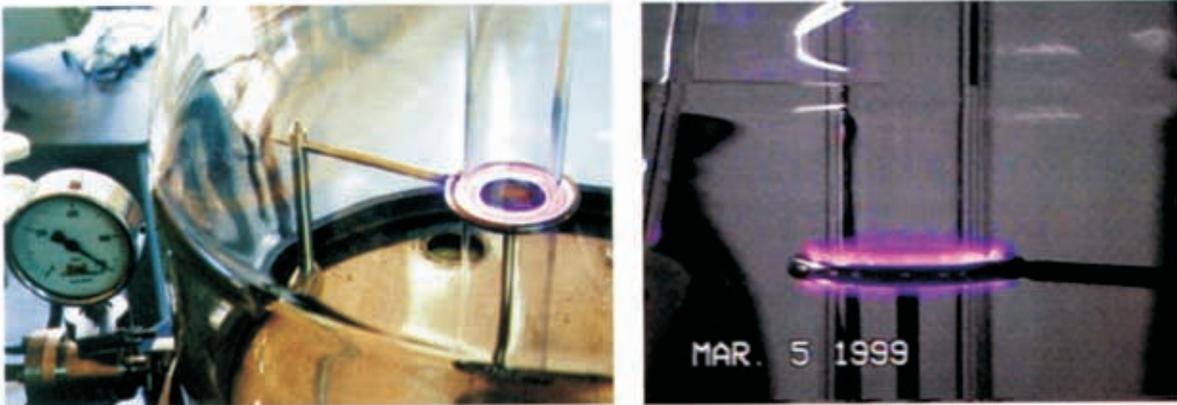


Figura 3. Izquierda: DLEPA el manómetro muestra la presión del sistema 760 Torr. Derecha: Detalle de la DLEPA.

Parámetros de la descarga (Simulación computacional)

Para llevar a cabo la simulación computacional se utilizó el software 3D MAXWELL FIELD SIMULATOR de la empresa ANSOFT Corporation, que es una herramienta que permite incorporar la información correspondiente a la geometría del sistema, el tipo de excitación y por elementos finitos resuelve las ecuaciones de Maxwell para una configuración específica. En la Figura 4 se puede apreciar en forma gráfica el resultado de la simulación en 3D tanto para la distribución espacial del potencial como para la del campo eléctrico. Las dimensiones geométricas del objeto a simular corresponden a las dimensiones del reactor experimental, la diferencia principal entre el objeto de simulación y el experimento radica en el tipo de excitación pero en general la distribución espacial del campo y del potencial es la misma reducida en un orden de magnitud en cada uno de los valores presentados. Para la simulación se empleó una excitación continua del orden de los 15 kV cuya distribución puede ser apreciada en las figuras siguientes.

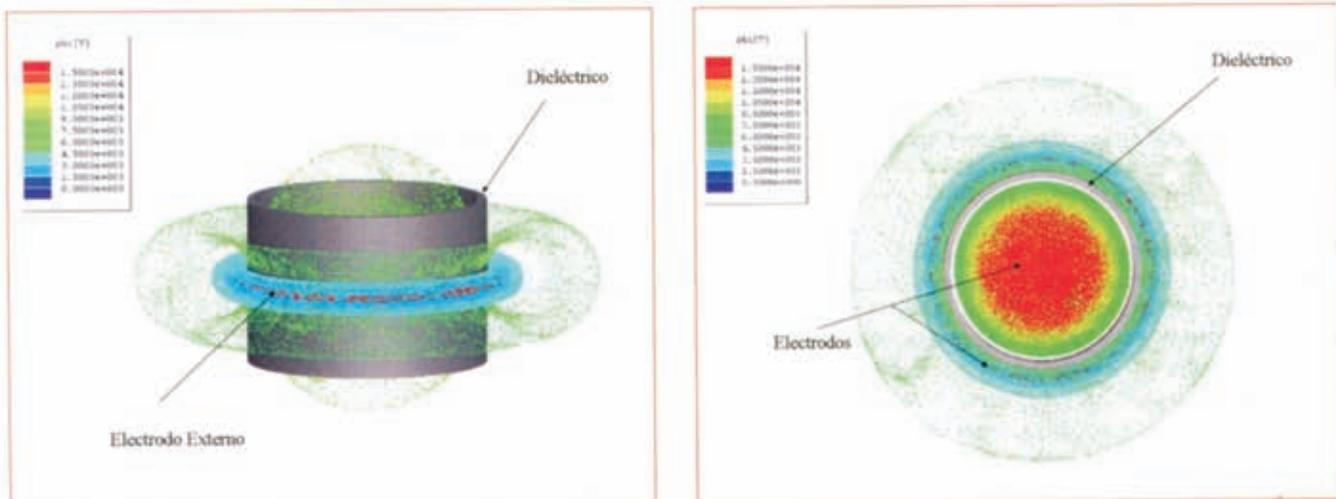


Figura 4. Izquierda: Distribución espacial del potencial. Derecha: Distribución espacial del campo eléctrico.

Discusión

Claramente se ve que la principal causa de la generación de la descarga es la acción del campo electromagnético de RF cuando actúa sobre la mezcla de gases, lo cual hace posible que se alcance el voltaje de ruptura dieléctrica y se mantenga el estado de ionización. A lo largo del proceso, la descarga se comporta como una descarga en un flujo de gas [16] controlada por una barrera dieléctrica [17] (que en este caso es de cuarzo) hasta que se logra la DLEPA y este flujo se suspende. Entre los factores que determinan la estabilización de la DLEPA, se considera fundamental la presencia de la barrera dieléctrica que evita que la descarga degenera en arco e incrementa la capacitancia del circuito de la descarga [17], su energía y por lo tanto la probabilidad de que se creen estados metaestables o de resonancia en el Helio los cuales son los encargados de mantener el estado de ionización de la DLEPA a través de su interacción con las demás especies de la mezcla. Los átomos de Helio en estos estados de resonancia interactúan con el nitrógeno y el oxígeno en el aire (que en ocasiones se consideran como impurezas y que tienen energía de excitación y de ionización por debajo de la energía de los estados metaestables del Helio [17]) a través de un proceso de ionización indirecta conocido como efecto Penning que mantiene el estado estable de la descarga cuando la presión aumenta y los mecanismos de ionización directa [18] (por ejemplo colisiones entre átomos y electrones) son insuficientes.

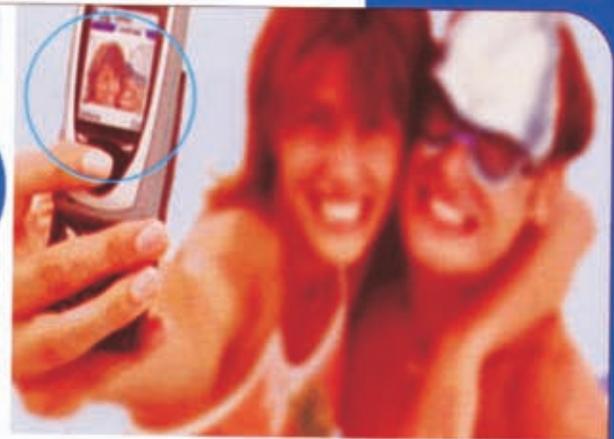
Referencias

- [1] T. Yokoyama, M. Kogoma, T. Moriwaki and S. Okazaki, *Journal of Physics D: Applied Physics* 21, p. 838-840 (1988) and 23, p. 1125-1128 (1990).
- [2] A. Rabehi, R. Ben Gadri, P. Segur and F. Massines in *IEE colloquium on APTSP, 1995*, edited by The Institution Of Electrical Engineers UK, (IEEE, London, Savoy Place WC2R 0BL, 1995), p. 7/1 - 7/3.
- [3] R. Ben Gadri in *39th Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics, 1997*, edited by APS, (APS, Pittsburg, PA (USA), 1997), p. 2079.
- [4] Roth J. R. in *25th ICOPS 98, 1998*, edited by APS, (APS, Raleigh, NC (USA), 1998), p. 289.
- [5] Laroussi M., *IEEE Transactions on Plasma Science* 24, p. No.3 (1996).
- [6] John Reece Roth in, *Industrial Plasma Engineering*, edited by IoP (IoP publishing, UK, 1995), Vol. I, p.1-280 .
- [7] Carlile R. N. and Geha S. S., *US PATENT*, 5339039 ,www.ibm.patents.com (1994).
- [8] Chaoyu Liu, Peter P. Tsai and J. Reece Roth in *International Conference on Plasma Science, 1993*, edited by IEEE, (IEEE, Vancouver, 1993), p. 2P18.
- [9] Massines F., Ben Gadri R., Rabehi A., Decomps Ph., Segur P. and Mayoux C., *Journal of Applied Physics* 83, p. 2950-2957 (1998).
- [10] Zawalski W., Hyden Analytical Ltd., 524100 .ESP Technical Information Sheet (1998).
- [11] Francis F. Chen, in *Plasma Diagnostic Techniques*, edited by Academic Press (Richard H. Huddleston and Stanley L. Leonard (Academic Press), New York, 1965), Vol. 21, Chap. 4, p. 113-199.
- [12] Paranjpe A. P., McVittie J. P. and Self S. A., *Journal of Applied Physics* 67, p. No. 11 (1990).
- [13] Johnson R., *Review of Scientific Instruments* 57, p. 428ff (1986).
- [14] Swift J. D., *Proceedings of Physical Society* 79, p. 697 (1962).
- [15] Barbieri B., Beverini N. and Sasso A., *Reviews of Modern Physics* 63, p. No.3 (1990).
- [16] Velikhov E. P., Golubev V. S. and Pashkin S. V., *Sov. Phys. USP* 25, p. 340-358 (1982).
- [17] Rabehi A., Segur P., Massines F., Ben Gadri R. and Bordage M. C. in *XXIII ICPIG, 1997*, p. 44-45.
- [18] Nasser E., in *Fundamentals of Gaseous Ionization and Plasma Electronics*, edited by Wiley-Interscience (Wiley and Sons, London, 1970), p. 10-100.

La multimedia móvil...

MMS

Alexander Galvis Quintero (agalvis@ucauca.edu.co)
Guefry Leider Agredo (gagredo@ucauca.edu.co)



Durante los últimos 10 o 15 años la tecnología multimedia ha dado mucho de qué hablar en el mundo de la informática y ha evolucionado lo suficiente como para que, sobre su base, se desarrolle una gran diversidad de sistemas y servicios que van desde los juegos y el entretenimiento hasta las aplicaciones de telemedicina y teleducación. Por su parte, la telefonía móvil también continúa su rápida evolución hacia sistemas más veloces, seguros y de cubrimiento global, propiciando una base tecnológica lo suficientemente sólida para que el "mundo multimedia" se extienda cubriendo a los usuarios móviles.

Una tecnología desarrollada para permitir a usuarios móviles intercambiar mensajes cargados de texto, gráficos, fotografías, sonido, y/o video; en otras palabras, una tecnología que marca el nacimiento de la "multimedia móvil" y el punto de partida para su completo desarrollo.

Particularmente en Europa, uno de los servicios prestados por las redes 2G que más auge ha tenido es el Servicio de Mensajería Corta (SMS: Short Message Service), que básicamente consiste en implementar un sistema sobre la red de telefonía celular que posibilita a los usuarios enviar y recibir mensajes de texto con una longitud máxima de 120 caracteres desde o hacia Internet u otro dispositivo móvil. La aceptación y pronunciada utilización de este servicio se debe básicamente a su facilidad de uso y a su bajo costo tanto para operadores como para usuarios. No obstante, las exigencias de los usuarios van en aumento cada día, lo cual ha marcado una clara tendencia que apunta a la exigencia de que sean desarrolladas tecnologías que permitan la integración de la telefonía móvil y la multimedia, enriqueciendo los servicios de comunicaciones prestados por operadores de tal manera que resulten atractivos para los clientes y rentables para todos los que componen la cadena de valor. Como respuesta a estas exigencias y también como reto particular de las grandes compañías de telecomunicaciones, surge lo que se denomina Servicio de Mensajería Multimedia (MMS: Multimedia Message Service), el cual facilita nuevos estilos de comunicación que responden a las necesidades de la nueva "Sociedad de la Información Móvil".

MMS distribuye beneficios tangibles a consumidores y operadores por igual. Para el consumidor, ofrece todas las categorías de beneficios inalámbricos imaginadas: utilidad simple, fácil uso, sencilla compartición de información, experiencia y diversión; todo esto adaptable a un amplio rango de propósitos que satisfacen las

necesidades de todos los segmentos de usuarios. Para los operadores de red y proveedores de servicios, las aplicaciones de mensajería multimedia son los conductores esenciales para el continuo crecimiento en nuevos servicios más allá de la voz, prometiendo aumentos significativos en el tiempo al aire, ingresos, diferenciación de servicios y lealtad del cliente. De su temprana adopción depende la posición fuerte en el mercado y la acumulación de las características requeridas para ser líderes en la era de la multimedia personal.

1. Antecedentes: SMS y EMS

MMS comprende una solución completa extremo-extremo para mensajería móvil persona-persona: de terminal a terminal, de terminal a Internet o de Internet a terminal; permitiendo completa versatilidad de contenido, incluyendo imágenes, audio, video, datos y texto en cualquier combinación. MMS implementado, será el estado "final" de una serie de pasos evolutivos: SMS (texto), EMS (texto más imágenes y fotografías) y MMS (nuevos tipos de contenido e interactividad)... MMS es el más versátil servicio de mensajería, incluyendo todas las características y tipos de contenido de los servicios precedentes, lo cual hace posible que sea introducido en varias fases, cada una adiciona sucesivamente más funcionalidad (Figura 1).

La ruta de migración se construye sobre el buen establecimiento del paradigma SMS mediante la adición de nuevas funcionalidades y nuevos tipos de contenido en pasos entendibles por el usuario; debido a esto, los consumidores pueden referirse a los nuevos servicios de mensajería como "SMS mejorado" y de hecho sentirlo así, pues reduce significativamente las barreras para su adopción y lleva a muy alta penetración.



Figura 1: Ruta de migración de la Mensajería Multimedia

1.1 SMS (Short Message Service)

Originalmente lanzado en 1992, el Servicio de Mensajería Corta (SMS: Short Message Service) ha sido el servicio inalámbrico de datos más exitoso. Para 1998 había aproximadamente 35 millones de usuarios activos en todo el mundo, y se estima que para el 2002 se estén enviando más de 100 billones de mensajes SMS mensualmente en el mundo.

Un "mensaje corto" consiste básicamente en texto plano que no excede los 120 (160 en algunos sistemas como GSM) caracteres de longitud, y que es enviado desde o hacia dispositivos móviles como teléfonos celulares. Este servicio está soportado por una infraestructura compuesta por un conjunto de elementos superpuestos a la red celular y su tráfico es independiente del tráfico de voz. No se puede enviar ni imágenes ni sonido u otro tipo de contenido diferente a texto, pero es el punto de partida para la evolución de la mensajería móvil.

1.2 EMS (Enhanced Message Service)

El Servicio de Mensajería Mejorado (EMS: Enhanced Message Service) fue el primero en ser

propuesto por Ericsson al Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones (ETSI: European Telecommunications Standards Institute) y al Proyecto de Asociación para 3G (3GPP: Third-Generation Partnership Project), para la estandarización de los servicios de mensajería en el marco de los sistemas 3G. EMS es un servicio que permite el envío de mensajes cuyo contenido puede ser texto, imágenes, animaciones simples, y algunas melodías similares a los "timbres" de los teléfonos, y que podían ser soportados por los teléfonos Ericsson con estas capacidades. Una aproximación a esto fue hecha por Nokia pero se llamó "Picture Messaging".

EMS ha sido desarrollado utilizando la misma tecnología de red de SMS, permitiendo que los usuarios familiarizados con éste se adapten fácilmente a los nuevos servicios. Todos los contenidos nuevos se envían a través de cabeceras en los mensajes SMS sobre la red existente y los teléfonos que no soporten EMS sólo podrán ver el texto sin formato. Se han creado imágenes pre-definidas que pueden desplegarse en los mensajes, pueden ser editadas antes de ser enviadas, o se pueden crear nuevas imágenes con una "small app" que incluyen los teléfonos.

1.3 MMS (Multimedia Message Service)

El Servicio de Mensajería Multimedia (MMS: Multimedia Message Service) es un estándar de mensajería móvil inicialmente propuesto por Nokia, Ericsson y Motorola, y que, hoy por hoy, se encuentra especificado dentro del marco de los sistemas 3G por el 3GPP y al interior de la definición y especificación del Protocolo Inalámbrico de Aplicaciones (WAP: Wireless Application Protocol) en su versión 2.0 para soportar estos servicios y contenidos.

MMS es un servicio que da la posibilidad a usuarios de telefonía móvil, de enviar o recibir mensajes cuyo contenido va desde el texto con formato hasta clips de audio y video, pasando por imágenes digitales, gráficos y casi todo tipo de contenido multimedia. Obviamente los requerimientos en cuanto a infraestructura son

MMS es un servicio que da la posibilidad a usuarios de telefonía móvil, de enviar o recibir mensajes cuyo contenido va desde el texto con formato hasta clips de audio y video, pasando por imágenes digitales, gráficos y casi cualquier otro tipo de contenido multimedia.

mucho mayores a los de SMS y EMS, pero su definición se ha hecho pensando en las posibilidades que las redes de tercera generación (3G) van a brindar tanto a usuarios como a operadores. MMS puede ser utilizado para varios propósitos y cumple con las necesidades de todos los segmentos de usuarios, especialmente porque las identidades de usuarios de negocios y de entretenimiento no están estrictamente separadas. Para su desarrollo se han realizado esfuerzos significativos basados en la cooperación entre fabricantes y proveedores de tecnología (desarrolladores), y en alianzas estratégicas para la composición de los productos que llegarán al usuario final para la utilización de los servicios, y a los operadores para la prestación de los mismos.

2. Arquitectura Básica de MMS

MMS no es visto como un sistema de entrega en tiempo real, sino como un sistema que trabaja bajo el paradigma "store-and-forward" y que permite la interoperabilidad con muchos otros sistemas y redes; no obstante, se ha considerado la mensajería en tiempo real como una de las características soportadas por MMS en futuras definiciones.

La arquitectura básica de la red que soporta MMS es la que se muestra en la Figura 2.

Una de las características claves de MMS es que puede interaccionar y soportar mensajería de otros sistemas disponibles como SMS, EMS, correo electrónico, portales en Internet, entre otros; y la idea que marca la evolución es que se integre completamente con las redes de telefonía y fax para convertirse en una plataforma completa de comunicaciones persona-persona. De esta manera, la red MMS interacciona con varios elementos, lo cual define el ambiente de trabajo que se ilustra en la Figura 3

Nótese que existen varias interfaces, de las cuales no todas se encuentran definidas actualmente, y la mención de estas interfaces en este documento no implica que el WAP Forum y el 3GPP desarrollarán las especificaciones necesarias para describirlas en detalle. Los elementos del sistema mostrados en la Figura 3 pueden ser resumidos como sigue:



Una de las características claves de MMS es que puede interactuar y soportar mensajería de otros sistemas disponibles como SMS, EMS, correo electrónico, portales en Internet, entre otros.

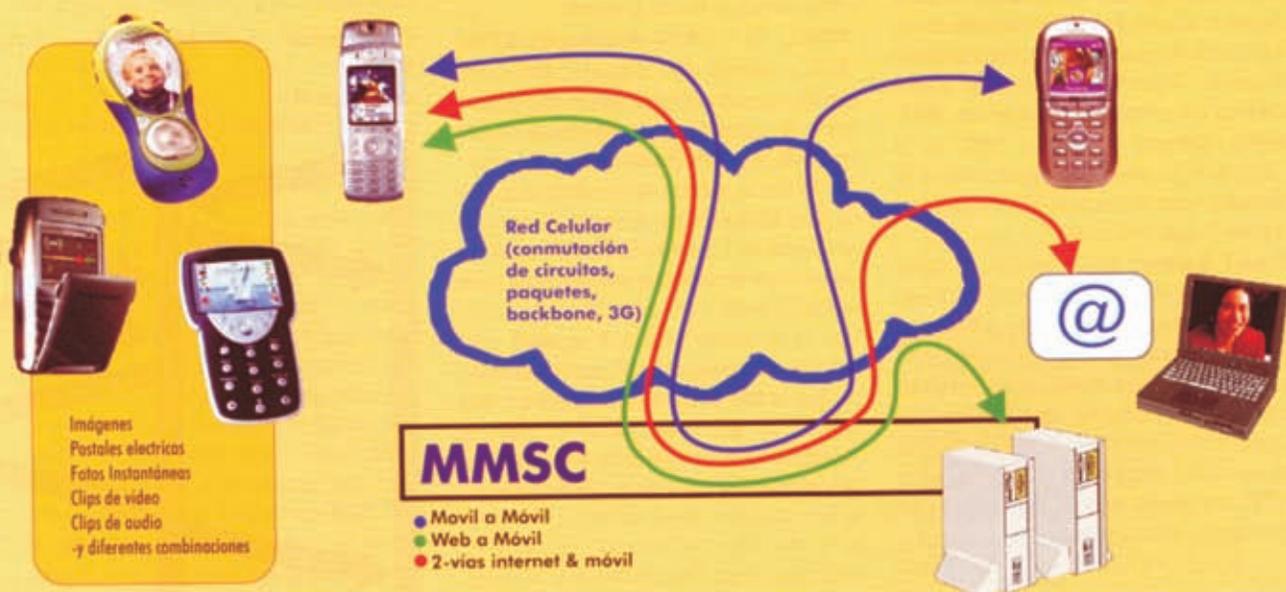


Figura 2. Arquitectura básica MMS

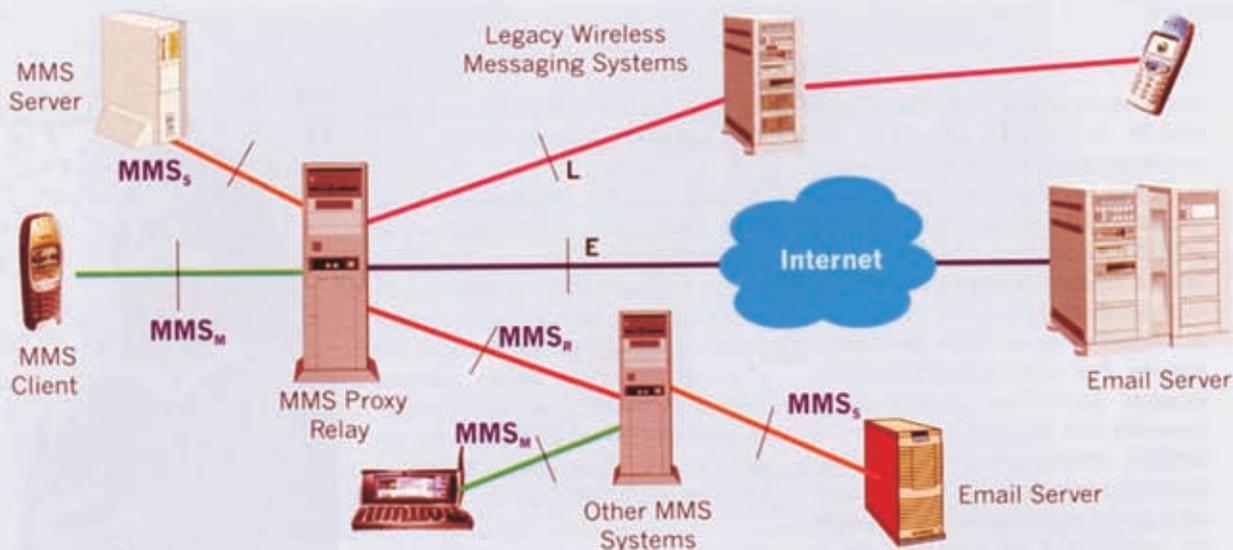


FIGURA 3: Representación de la red MMS

MMS Client: El Cliente MMS es el elemento del sistema que interactúa con el usuario y por lo general se implementa como una aplicación que corre en el dispositivo móvil.

MMS Proxy-Relay: El Proxy de Retransmisión MMS es el elemento del sistema con el cual interactúan los Clientes MMS, y es el encargado de proveer acceso a los elementos que proporcionan servicios de almacenamiento de mensajes, además de ser el responsable de las actividades de mensajería con otros sistemas disponibles. Algunas implementaciones pueden combinar este componente con el Servidor MMS.

MMS Server: El Servidor MMS es el componente del sistema que provee servicios de almacenamiento de mensajes MMS, lo cual hace que sea de altas prestaciones.

Email Server: Es un servidor de correo electrónico convencional, que soporta SMTP para envío de mensajes, así como POP y/o IMAP para recuperación de los mismos.

Legacy Wireless Messaging Service: Este elemento representa varios sistemas que existen actualmente para el soporte de servicios de mensajería; podría incluir sistemas de Paging o SMS que proveen servicios de mensajería a un gran número de suscriptores.

Las interfaces se describen a continuación:

MMS_M Es la interfaz entre el Cliente MMS y el Proxy MMS.

MMS_s Interfaz definida entre el Servidor MMS y el Proxy MMS. Esta interfaz puede ser trascendental cuando el Servidor y el Proxy se implementan en un solo componente, pero su definición aún no ha sido terminada.

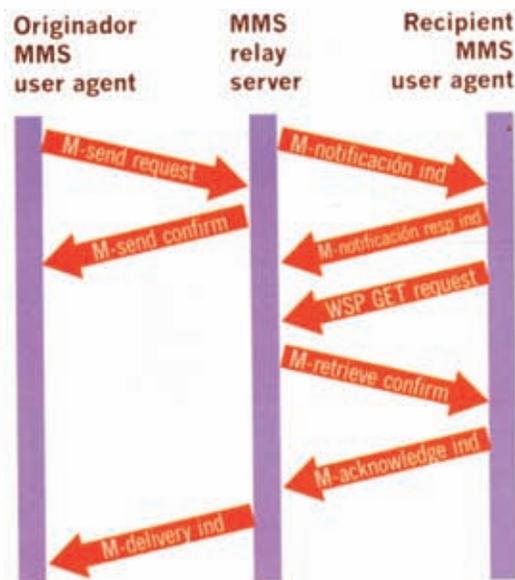
MMS_R Es la interfaz definida entre el Proxy MMS y sistemas MMS separados. Actualmente no hay especificación que defina esta interfaz, pero se prevé que su estandarización sea realizada por el WAP Forum.

E La interfaz estándar de e-mail utilizada entre el Proxy MMS y la base de Internet utilizando los protocolos de transporte SMTP, POP e IMAP y actualmente se encuentra en estudio por parte del WAP Forum.

L Es la interfaz entre el Proxy MMS y los sistemas de mensajería móvil heredados. Debido a que existen varios sistemas distintos, esta interfaz es vista mejor como un "set" de interfaces que en este momento se encuentran en proceso de estandarización en el WAP Forum.

2.1 MMS en acción

El siguiente ejemplo ilustra el flujo de información y las funciones y roles de los diferentes elementos del ambiente de trabajo de MMS. El ejemplo describe un envío de mensaje entre dos terminales:



1. El usuario activa el cliente MMS (asumiendo que se encuentra disponible en el terminal).
2. El usuario entra o selecciona la(s) dirección(es) de destino del mensaje.
3. El usuario compone o edita el mensaje a enviar.
4. El usuario solicita que el mensaje sea enviado.
5. El MMS Client envía el mensaje a su MMS Proxy-Relay asociado por medio de la interfaz MMSM.
6. El Proxy resuelve la dirección de destino.
7. El Proxy envía la información hacia cada Proxy de destino del mensaje utilizando la interfaz MMSR.
8. El mensaje es almacenado por cada MMS Server asociado con cada Proxy de destino.
9. Cada Proxy de destino envía una notificación a cada MMS Client de destino bajo su control mediante la interfaz MMSM.
10. Cada MMS Client recupera el mensaje del Servidor correspondiente. Si el cliente no se encuentra activado, el mensaje es guardado hasta que éste se active.
11. El MMS Client notifica al usuario la llegada de un mensaje nuevo.
12. El usuario destinatario solicita visualizar el mensaje.
13. El mensaje es desplegado en el móvil.

Nótese que se han obviado los procesos de autenticación y autorización iniciales, pero esto se debe a que ellos no entran en la especificación de MMS. Algunos de estos pasos conciernen directamente a la interfaz de usuario desarrollada, por lo tanto es dependiente de la implementación hecha por los programadores y proveedores del servicio. La interfaz más crítica es la existente entre el Proxy y el Cliente MMS, por lo cual se dedicará un espacio para su explicación.

2.2 Interfaz MMS Client/MMS Proxy

La interfaz MMS_o opera consistentemente con el modelo WAP donde el Proxy MMS opera como un "Origin Server" (operaciones pull) o como un "Push Initiator" (operaciones push). La relación entre el Cliente MMS y el Proxy MMS se muestra en la Figura 4; los mensajes que transitan entre los dos componentes son normalmente transferidos utilizando un transporte inalámbrico como el Protocolo Inalámbrico de Sesión (WSP: Wireless Sesión Protocol) entre el Cliente WSP y la Gateway WAP, y luego transita sobre HTTP desde la Gateway WAP hasta el Proxy MMS.

El MMS Proxy-Relay es la entidad de red que interactúa con el buzón de mensajes del usuario y es responsable de inicializar el proceso de

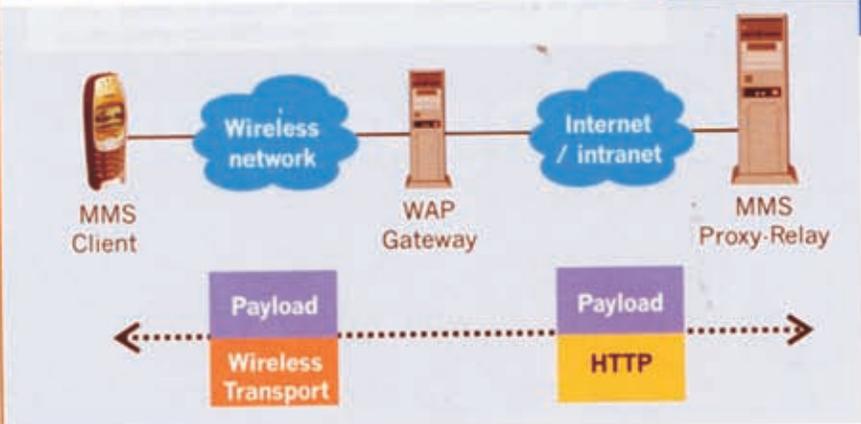


Figura 4: Arquitectura lógica del enlace entre el cliente MMS y el proxy MMS

notificación hacia el Cliente MMS. La Gateway WAP provee los servicios necesarios del estándar WAP para implementar MMS, esto incluye: métodos HTTP, servicios PUSH, seguridad OTA, y Capacidades para Negociación (UAPProf).

El sistema MMS es guiado por actividades entre el Cliente MMS y el Proxy MMS, las cuales son descritas en un documento de especificación llamado "WAP MMS Client Transaction".

La red vista también muestra un "payload" que es llevado por el transporte inalámbrico y HTTP. Esta carga útil es descrita en un documento de especificación titulado "WAP MMS Encapsulation". Se espera que estos datos sean transportados completamente entre el Proxy MMS y el terminal de usuario.

3 El Mercado de MMS

Indudablemente existe un mercado amplio para MMS considerando sus características y ventajas tanto para operadores y proveedores como para los usuarios de servicios de telecomunicaciones. En cuanto al estado actual del sistema, las pruebas han empezado a realizarse bajo estándares aún propietarios, pero empresas de la talla de Nokia, Ericsson, Sony y Motorola están en el trabajo de estandarización para interoperabilidad de estos sistemas. Logica hizo una demostración en Cannes del primer centro de mensajería 3G del mundo hace unos días, utilizando una red GPRS y equipos Ericsson. De igual manera, la estandarización y definición de la versión 2.0 de WAP viene a demostrar que su problema de "acogida" se debió más a los procesos de comercialización que a la estructura de la tecnología en sí.

3.1 La expectativa Latinoamericana

El mercado latinoamericano es de especial interés para las empresas de telecomunicaciones, considerando que es un mercado en su mayoría virgen. No obstante, su potencialidad ha sido puesta en duda en tanto no se logre una culturización tecnológica de la población y se induzca la demanda de servicios de este tipo. WAP como tal era una buena manera de "entrenar" a las personas en la utilización de servicios distintos a la voz haciendo uso de terminales móviles (celulares), pero fue un fracaso. En este orden de ideas, los operadores antes de lanzar servicios de las características de MMS, deberán asegurarse de que los contenidos disponibles y las prestaciones de las redes sean lo suficientemente adecuadas como para lograr un mercado que resulte rentable para todos... Es claro entonces que aunque Latinoamérica es "mercado virgen" no es mercado fácil.

Referencias

- 1) Nokia Corp.: www.nokia.com
 - 2) WAP Forum: www.wapforum.org
 - 3) WML Club: www.wmlclub.com
- 3GPP: www.3gpp.org
Ericsson: www.ericsson.com
Fotos: multimedia, sonido, video para un celular, catear por celular. Etc



Tecnologías para

PCS



Glosario

AAA	Authentication, Authorization and Accounting
AUC	Authentication Center
BSC	Base Station Subsystem
CDMA	Code Division Multiple Access
CDPD	Cellular Digital Packet Data
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GSM	Global System for Mobile Communications
HLR	Home Location Register
IWF	Interworking Function
MSC	Mobile Switching Center
PDC	Personal Digital Cellular
PSTN	Public Switching Telephone Network
RAN	Radio Access Network
RBS	Radio Station Base
RNC	Radio Network Controller
SGSN	Serving GPRS Support Node
TDMA	Time Division Multiple Access
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

Una rápida visión de la Tecnología de PCS y la conveniencia de una pronta implementación de estos nuevos servicios en el país, arquitecturas de los sistemas tecnológicos opcionados a ser ofrecidos en el País, teniendo en consideración el mercado internacional y la banda de frecuencias asignadas por el Ministerio de Comunicaciones para este servicio.

1. Definición de PCS.

Los servicios denominados PCS Banda Ancha operan en la banda de 1.900 Mhz y son asignados 30 Mhz por licencia. En Colombia se asignó mediante la resolución 1512 del 12 de Octubre de 2001 del Ministerio de Comunicaciones, las frecuencias de : 1895-1910 Mhz (15Mhz) y 1975-1990 Mhz (15 Mhz) por licencia.

Los servicios PCS Banda Ancha incluyen telefonía digital celular y telefonía básica inalámbrica. Puede proveer una variedad de servicios móviles incluyendo una familia entera de nuevos dispositivos de comunicación, entre ellos teléfonos portátiles muy pequeños, livianos y multifunción, facsímiles portátiles y dispositivos con capacidades bidireccionales de datos. Adicionalmente, los PCS tienen la capacidad de interacción con otras redes telefónicas, como también con asistentes digitales personales, permitiendo a los usuarios enviar y recibir datos y/o mensajes de video. El concepto de PCS es utilizado con distintas interpretaciones dependiendo del país, de los fabricantes, de los operadores y de los entes reguladores; pero es claro que el objetivo

básico es la prestación de servicios de muy alta calidad dentro del proceso de convergencia de las telecomunicaciones. Las características más relevantes de una red PCS define factores tales como la cobertura, capacidad, movilidad, manejo del Handoff, diseño de las celdas, calidad de voz, modulación, flexibilidad y compatibilidad de la red. Cada uno de estos factores están íntimamente relacionados con la tecnología escogida. En Colombia se ha definido como un servicio público de Telecomunicaciones, no domiciliario, móvil o fijo, de cubrimiento nacional, y que utiliza una red terrestre de comunicaciones.

2. Antecedentes

De acuerdo con Pyramid Research la tasa de crecimiento anual compuesta de la penetración de servicios móviles en los 7 mercados más grandes de Latino América muestran que



Colombia presenta el más bajo crecimiento en el período 1997-2001 (Figura No.1), medido por el CAGR

(Compound annual growth rate).

A cuatro razones fundamentales se le atribuye el atraso de Colombia en Telefonía Celular.

Primera. Fue el último país de América junto con Haití en ingresar a la era celular, su entrada ocurrió en 1994 mientras que otras naciones lo hicieron a finales de la década de los 80, por ejemplo Venezuela lo hizo en 1988. Sin embargo esto repercutió en que debido al desarrollo tecnológico de la época, los operadores Colombianos pudieron elegir tecnología TDMA IS-136 o la IS-54B, siendo la red celular actual de Colombia casi totalmente digital. Esta situación le permitió a los operadores celulares ofrecer diversos servicios tales como identificación de llamadas, número único nacional entre otros. **Segunda.** La densidad de telefonía fija en Colombia es alta comparada con otros países en los cuales se requiere adquirir un teléfono celular si se quiere hablar por teléfono- es la única posibilidad. **Tercera.** La crisis económica trajo la reducción del ingreso per cápita. **Cuarta.** Las tarifas de la telefonía celular continúan siendo elevadas y aunque han bajado desde 1994, aún se mantienen altas frente al promedio internacional

El Ministerio de Comunicaciones ha anunciado la subasta en los próximos meses del largamente esperado proceso licitatorio de los PCS, una tecnología de comunicaciones móviles de constante desarrollo en el ámbito

mundial. Los sistemas de comunicaciones personales PCS comprenden un amplio rango de servicios que, además de la función de movilidad, facilitan al usuario la conexión telefónica independientemente de la ubicación física, del terminal utilizado y del medio de transmisión, empleando tecnologías móviles modernas y funciones de la red inteligente de la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC).

El ingreso de nuevos operadores significará un avance importante en la introducción de nuevas tecnologías móviles, ya que Colombia se ha rezagado en la penetración de estos servicios de comunicaciones respecto a otros países latinoamericanos.

Con la entrada de los PCS se espera que inviertan en tecnología y servicios y se refleje en una disminución real en las tarifas para el usuario.

3. Características de las tecnologías que soportan PCS.

Es de anotar que la mayoría de fabricantes han desarrollado sus sistemas PCS sobre estándares celulares. La tecnología que se espera sea ofrecida en el proceso licitatorio de PCS que se avecina, corresponde a la 2.5 Generación y básicamente pueden ser los sistemas CDMA2000, y GSM/GPRS

CDMA2000. Es un sistema que corresponde a una marca registrada de Telecommunications Industry Association (TIA). Los sistemas CDMA (Code División Multiple Access) están basados en técnicas

de espectro ensanchado (spread-spectrum), que constituyen un legado del ámbito de la defensa en aplicaciones relativas a la eliminación de interferencias (anti-jamming), medidas de distancias (ranging) o encriptación. Estas técnicas se basan en esparcir el espectro de frecuencias de una señal en un ancho de banda mayor que el mínimo requerido para la transmisión, una situación que se mantiene a lo largo de todo el proceso de transmisión. Posteriormente al llegar al receptor, la señal es

reconstruida para obtener la misma señal inicial. CDMA utiliza códigos digitales para diferenciar a los usuarios. La señal del usuario se esparce a una velocidad de 1.2288 Mbps (proceso conocido como chip rate) por el ancho de banda con un código ortogonal único que permite distinguirla de las de los otros usuarios que comparten el mismo canal de frecuencia. La ganancia de codificación (relación entre las velocidades inicial y de esparcimiento) constituye un factor de suma importancia, debido a que las señales sufren interferencias y ruidos procedentes de otros usuarios de la misma célula y de células vecinas.



El ingreso de nuevos operadores significará un avance importante en la introducción de nuevas tecnologías móviles, ya que Colombia se ha rezagado en la penetración de estos servicios de comunicaciones respecto a otros países latinoamericanos.

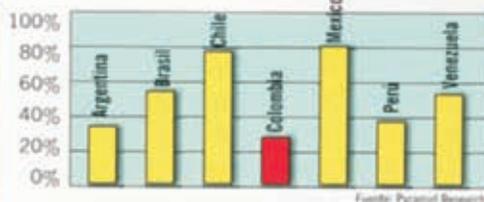


Fig 1. Tasa de crecimiento anual de los servicios móviles en el período 1997-2001.

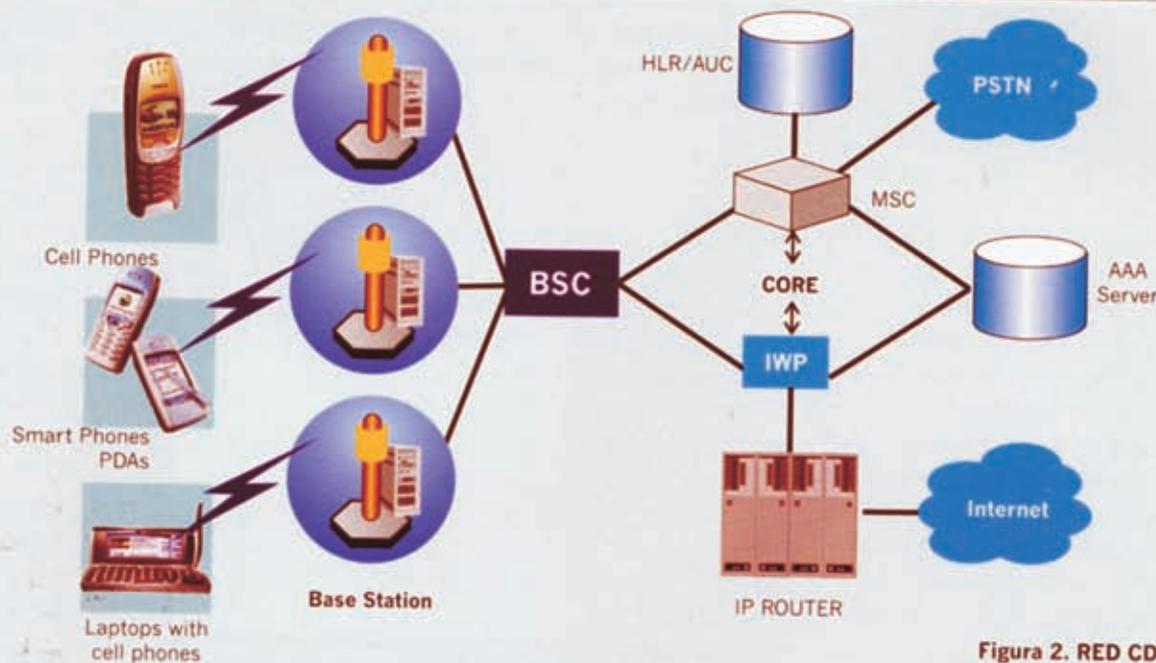


Figura 2. RED CDMA

CDMA2000 se ha previsto implementar en tres fases: CDMA2000 1x que brinda voz y datos simultáneamente con el doble de capacidad al modelo precedente, y datos en paquetes a 144 kbps (Fig.2). Las primeras redes CDMA2000 fueron instaladas en Corea a finales del año 2000. La fase dos, denominada CDMA2000 1x EV-DO, permitirá en forma dinámica velocidades de datos pico de 2.4 Mbps cuando un usuario se encuentre una transmisión de datos únicamente, mientras que las capacidades de CDMA 1x se ofrecen cuando los usuarios utilizan voz y datos en forma simultánea. La fase tres, CDMA 1x EV-DV, prevista para el año 2003, ofrecerá velocidades de datos superiores a 2.4 Mbps simultáneamente con voz. Cada una de esas fases evolutivas se proporcionarán dentro de 1.25 Mhz de espectro.

GSM/GPRS. En el año 1982 comenzó a desarrollarse en Europa el estándar GSM (Global System for Mobile Communications). Actualmente es el sistema mayoritario en el mundo. El crecimiento del sistema ha sido sorprendente y hoy en día se encuentra instalado en 110 países. El sistema está

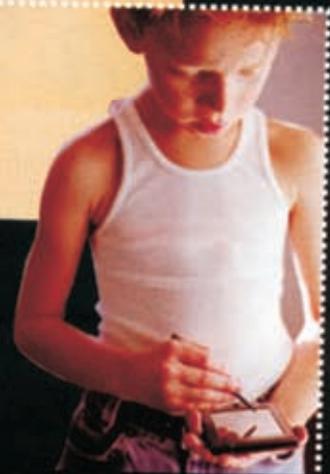
disponible en tres diferentes bandas de frecuencia (900 Mhz, 1800 Mhz y 1900 Mhz). Se basa en la tecnología de conmutación digital de circuitos y aplica el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). Una característica importante de mencionar es que el aparato terminal y el suscriptor móvil pueden ser totalmente independientes. Por ejemplo, la información relacionada a un suscriptor es almacenada en una pequeña tarjeta SIM (Subscriber Identity Module), que puede ser utilizada en cualquier teléfono móvil. Además de transmitir voz, es usado para transmitir datos, aunque no es lo más apropiado para ello, ya que utiliza un recurso radio en exclusiva durante toda la llamada haya o no, transferencia de información. Para solucionar esta debilidad se desarrolló una nueva tecnología orientada a la transmisión de datos en paquetes y movilidad, el GPRS (General Packet Radio Service), pudiendo superar los 115 kbps como velocidad de transmisión de datos.

La tecnología GPRS utiliza los mismos recursos de radio que GSM, comparte la infraestructura y las frecuencias, no quiere decir esto que GPRS sustituya a GSM; todo lo

contrario, se integran en una sola red, siendo la primera usada para transmisión de datos y la segunda para voz. (Fig. 3)

Con los terminales móviles habilitados para GPRS, los usuarios disponen de servicios posibles como la conexión a Internet o Intranet, ya que se podrá navegar por Internet necesitando solo un PC o una PDA; acceso a correo electrónico de forma que estos llegarán en forma instantánea, por ejemplo, enviar fotografías, gráficos y archivos sonoros, mediante la aplicación MMS (Multimedia Message Service). Todos los protocolos de comunicaciones de datos de uso generalizado, incluido IP son compatibles con GPRS.

En la fig 4 se muestra la evolución que presentan las tecnologías desde 2G (segunda generación) para alcanzar la 3G (tercera generación), las fechas estimadas de operación, y de la evolución de la 3G o cuarta generación 4G, que entre otros aspectos proporcionará velocidades de transmisión mayores a 2 Mbps, y los terminales serán reconfigurables.



Los servicios PCS Banda Ancha incluyen telefonía digital celular y telefonía básica inalámbrica. Puede proveer una variedad de servicios móviles incluyendo una familia entera de nuevos dispositivos de comunicación, entre ellos teléfonos portátiles muy pequeños, livianos y multifunción, facsímiles portátiles y dispositivos con capacidades bidireccionales de datos.

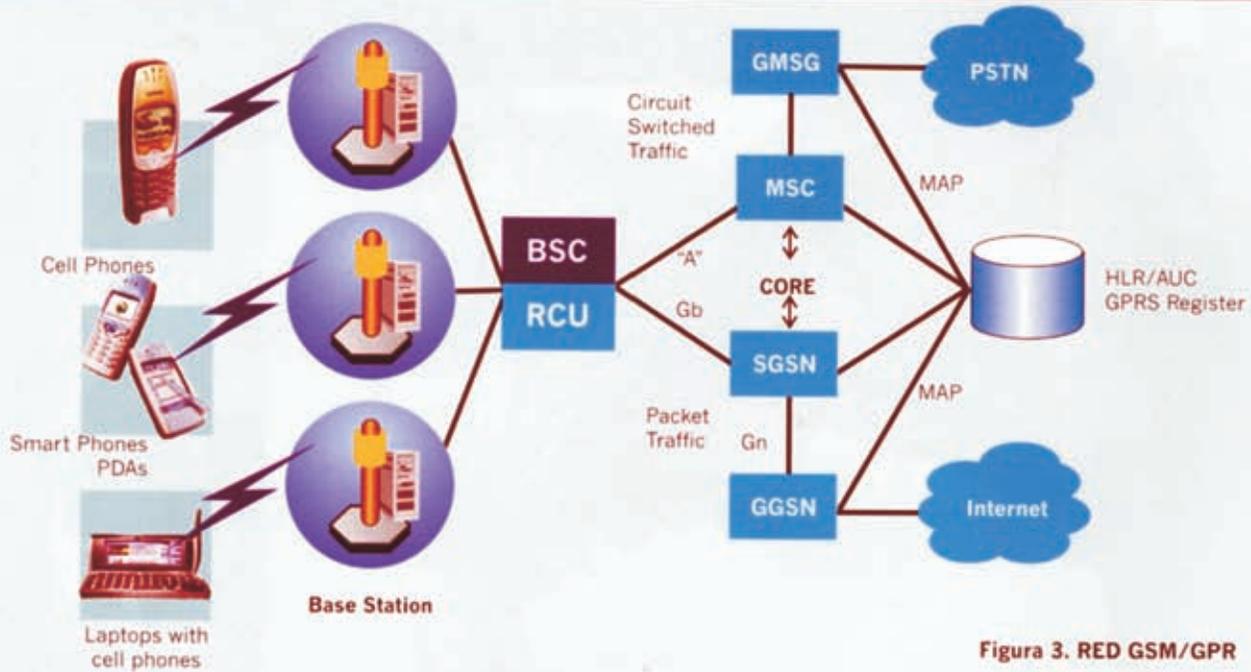


Figura 3. RED GSM/GPR

4. Conclusiones

La llegada de los PCS a Colombia con sus nuevos servicios basados en Datacom, comercio electrónico, etc, contribuirá a aumentar la penetración de los servicios de comunicaciones móviles, la competencia en tarifas y servicios con los operadores ya establecidos y el ingreso de nuevas tecnologías

que fomenta la eficiencia técnica y la innovación tecnológica. Se presenta una breve descripción de las plataformas de GSM y CDMA 2000 como las más opcionadas en virtud de la tendencia mundial y su evolución a la tercera Generación 3G

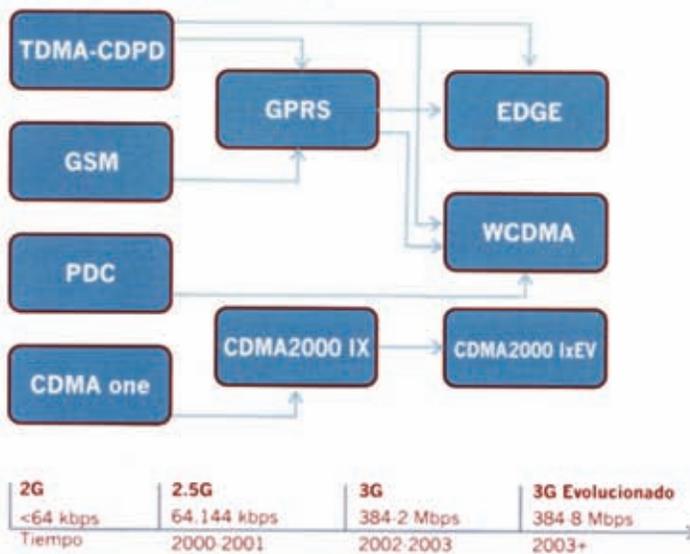


Fig 4. Evolución de estándares 2G a 3G

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Servicio de Comunicación Personal. www.pcs.gov.co
2. IEEE Communications. "Personal Communications Services" Vol. 34 No. 3,9,12 1999
3. Yankee Group. Wireless/Mobile Latin América- Report Vpl. 2 No.12 October 2001
4. Langer, Johan. CDMA2000. A world view .Ericsson Review 3/2001 pp. 151-158
5. C. Rodriguez, D. Torras "Colombia: The Myths and Realities of the PCS Debate".Perspective. Pyramid Research. Nov.23, 2001
6. P. Sehier, J.Gabriagues. Standardization of 3G Mobile systems. Alcatel Telecommunications Review 1/2001 pp. 11-18
7. R.Berezdivin, R.Breing, R.Topp."Next-Generation Wireless Communications Concepts and Technologies" IEEE Communications Vol. 40 No.3 3/2002



Simulación del flujo de aire alrededor de automóviles por medio del programa de elementos finitos ANSYS

Ing. WILSON RODRÍGUEZ CALDERÓN

MSc. Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería
Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona - España

Mail: wilroca50@hotmail.com



ABSTRACT: This article represents a sample of the application of the numeric simulation in the analysis of engineering problems that are generally a difficult analytic solution and/or solution for complex or expensive physical simulation. The problem of air flow around automobiles begins to be significant in the design of appropriate ways that present the smallest possible resistance to crash or friction with the air and the smallest vertical force or possible sustentation which allows the biggest adherence from the car to the pavement. The present article, particularizes the air flow around automobiles, but you can extrapolate the methodology to any form wanted only simulating the change of geometry of the problem and imposing the adapted contour conditions.

There are different procedures to model the flow around the booths of the automobiles, however, taking into account of the versatility and complexity of the module ANSYS FLOTRAN, it is possible to characterize the flow so much in condition to laminate as turbulent, allowing the global analysis of the problem that only robust packages as ANSYS can achieve with wide fidelity. Since the educational version of the ANSYS presents restrictions in the number of nodes, elements and degrees of freedom, it is not possible to carry out an adaptive refinement of the mesh, however in qualitative terms the results are very satisfactory.

RESUMEN: El presente artículo representa una muestra de la aplicación de la simulación numérica en el análisis de problemas de ingeniería, que generalmente son de difícil solución analítica y/o solución por simulación física compleja o costosa. El problema de flujo de aire alrededor de automóviles, comienza a ser significativo en el diseño de formas adecuadas tales que presenten la menor resistencia posible al choque o fricción con el aire y la menor fuerza vertical o de sustentación posible, que permita la mayor adherencia del auto al pavimento. El presente trabajo, particulariza el flujo de aire alrededor de automóviles, pero la metodología se puede extrapolar a cualquier forma que se desee simular simplemente cambiando la geometría del problema e imponiendo las condiciones de contorno adecuadas.

Existen diferentes procedimientos para modelar el flujo alrededor de las cabinas de los automóviles, sin embargo, aprovechando la gran versatilidad y complejidad del módulo FLOTRAN de ANSYS, es posible caracterizar el flujo tanto en condición laminar como turbulento, permitiendo el análisis global del problema, que solo paquetes robustos como ANSYS pueden lograr con amplia fidelidad. Dado que la versión educativa del ANSYS presenta restricciones en cuanto al número de nodos, elementos y grados de libertad, no es posible realizar un refinamiento adaptable de la malla, sin embargo en términos cualitativos los resultados son muy satisfactorios.

1. INTRODUCCIÓN

Los problemas que presenta el flujo de gases a gran velocidad son de una clara importancia práctica. Los casos pueden variar desde flujos externos asociados con la aeronáutica, a flujos internos típicos de turbo maquinaria. Los altos costos de los ensayos experimentales ha motivado desde tiempo atrás el estudio de las posibilidades de los métodos de cálculo y la mayor parte de los desarrollos se han concentrado en el empleo de métodos de diferencias finitas y de la técnica asociada de volúmenes finitos. Ha sido sólo en los últimos años que se ha advertido el potencial que ofrece el método de los elementos finitos y este campo se viene expandiendo rápidamente. Una de las principales ventajas de utilizar la aproximación por elementos finitos es su excelente capacidad de ajustar geometrías bien complejas y permitir un refinamiento local allí donde sea necesario. Sin embargo, la mejora en la solución es también de gran importancia ya que en los problemas prácticos se precisa en general de una discretización en tres dimensiones con un número de grados de libertad mucho mayor que en problemas típicos de estructuras (son usuales en dichos casos de 10^5 a 10^6 GDL). Lo anterior indica que los problemas de flujo de gases usualmente son de gran envergadura, lo cual hace que los métodos de solución directa sean inadecuados e impracticables y se utilizan preferiblemente en métodos iterativos basados casi siempre en métodos de cálculo transitorios.

A partir de las ecuaciones que gobiernan el flujo de gases compresibles, se ha demostrado que es posible incorporar una pequeña cantidad de compresibilidad en procedimientos desarrollados específicamente para flujo incompresible.

2. VARIABLE FUNDAMENTAL

En mecánica de fluidos la variable fundamental es la velocidad. De la misma forma que en mecánica de sólidos la variable fundamental es el desplazamiento y en problemas térmicos es la temperatura, en mecánica de fluidos es la velocidad. Se trata entonces de una variable vectorial que puede ser designada a través de sus componentes en las direcciones x , y , z denotadas respectivamente como u , v , w ; otras veces como u_i , u_j , u_k o también u con $i = 1, 2, 3$. Igualmente las coordenadas de un punto podrían ser x , y , z o también x_i , x_j , x_k . En mecánica de fluidos generalmente se hace referencia al valor de velocidad en un punto del espacio y no a la velocidad de una partícula. Es lo que se conoce como una formulación euleriana, o formulación espacial. Contrariamente a lo que se conoce como formulación lagrangiana o material.

3. PLANTEAMIENTO Y DATOS DEL PROBLEMA

El problema básicamente consiste en hallar la distribución de velocidades y presiones en el dominio discretizado. En el caso del flujo aerodinámico de cabinas de automóviles es de especial atención hallar la curva de presiones alrededor del automóvil, la animación del flujo de partículas y el perfil de velocidades en la zona trasera de la cabina donde se presentan turbulencias marcadas a medida que aumenta la velocidad del vehículo.

Los datos de arranque del problema son:

1. La geometría del problema indicada en el título 4
2. Las velocidades de entrada de 20 KPH y 120 KPH
3. La densidad del aire = $12.93 \text{ N}\cdot\text{s}^2/\text{m}^4$
4. La viscosidad del aire = $1.8214 \cdot 10^{-4} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$
5. Las condiciones de contorno adecuadas.

4. GEOMETRÍA DEL PROBLEMA

La geometría del problema consiste en el perfil de la cabina del automóvil (B-C), la longitud delantera (A-B) y la longitud trasera (C-D) adecuadas para la correcta modelación del problema de flujo y las rectas A-F, F-E y E-D que particularizan la zona de dominio del flujo.

En la figura 1 se muestra la geometría del dominio a discretizar a través de elementos finitos.



FIGURA 1. Dominio de discretización del problema

5. CONDICIONES DE CONTORNO

Las condiciones de contorno son las siguientes:

- Sobre la cara A-F se especifica un perfil uniforme de velocidades Horizontales equivalente a la velocidad del vehículo.
- Sobre las caras laterales del dominio correspondientes a A-B-C-D y F-E se especifican velocidades horizontales y verticales iguales a cero.
- Sobre la cara D-E se especifica presión cero.

6. SOLUCIÓN Y POSTPROCESO

La solución consiste en la aplicación de algoritmos iterativos a través del módulo FLOTRAN de ANSYS y el Postproceso no es más que la verificación de resultados a través de la interfase gráfica utilizando técnicas de visualización vectorial del campo de velocidades, isocontornos de velocidad y presión y animación del flujo de partículas para visualizar en tiempo real el movimiento de las partículas a través de las líneas de corriente.

7. ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA ANSYS

El programa ANSYS está organizado dentro de dos niveles básicos: Nivel de entrada o comienzo y nivel de procesos o rutinas. El nivel de entrada o de comienzo, actúa como una puerta dentro y fuera del programa ANSYS. Este nivel es usado para tener control global del programa.

En el nivel de procesamiento, varios procesos o rutinas son evaluados, cada una de ellas con un propósito específico. Para esta instancia, el preproceso general inicial (PREP7) constituye el nivel en el cual cada usuario puede construir su modelo. El proceso de solución intermedia (SOLUTION) es aquel nivel donde se pueden aplicar las cargas y obtener la solución al problema, y el postproceso general (POST1) es el proceso final donde se evalúan los resultados de la solución.

Para retornar al nivel de entrada o de comienzo desde cualquier proceso, hay que activar el comando FINISH desde el menú principal del programa y si el deseo es salir del programa hay que activar el comando EXIT. Por defecto, inmediatamente antes de salir del programa, el modelo y las cargas son guardadas en una base de datos, automáticamente salvadas y escritas en la base de datos FILE. El programa ANSYS trabaja con una larga base de datos que almacena todos los datos de entrada y resultados de una manera organizada. La principal ventaja que tiene una base de datos es que el usuario puede listar, modificar, y borrar algún dato específico rápida y fácilmente.

8. ANÁLISIS DE FLUJO EN RÉGIMEN ESTABLE

El ANSYS/Flotran Analysis contempla dentro de sus innumerables aplicaciones, el análisis de flujo en régimen estacionario-estable (Steady-State thermal Analysis). Un análisis de flujo de este tipo calcula los efectos de perfiles de velocidades externos comunes en problemas

de aeronáutica o los efectos de perfiles de velocidad internos típicos en problemas de turbo maquinaria. En los problemas de ingeniería frecuentemente se llevan a cabo análisis estacionarios estables antes de hacer análisis transitorios. A través de este análisis, se pueden determinar tanto velocidades como presiones en el dominio discretizado.

Un análisis de flujo puede tener propiedades de material constante, o puede realizarse teniendo en cuenta la variación de las propiedades de material con la temperatura. Generalmente las propiedades de los fluidos varían con la temperatura; tal es el caso, de la densidad y la viscosidad.

9. ELEMENTO FLUID141 (Fluid Thermal 2-D)

El elemento FLUID141 puede ser usado como un elemento plano de dos dimensiones con capacidad de conducción térmica. El elemento tiene cuatro (4) nodos y los grados de libertad son la velocidad, presión y temperatura. El elemento es aplicado a análisis de flujo térmico bidimensionales estacionarios-establecidos o a transientes.

Es posible modelar flujo compresible e incompresible asociado a régimen laminar o a régimen turbulento.

10. RESULTADOS

La figura 2 muestra la configuración de la malla de elementos finitos. Los resultados más interesantes son las gráficas de distribución de flujo y presiones, aunque también se pueden obtener listados que para el presente artículo no son didácticos, pero que en la práctica son la base para calcular fuerzas de arrastre y sustentación. Dentro de las Técnicas de postproceso es posible mostrar los resultados utilizando isocnotornos, campos vectoriales y líneas de corriente.

PROCESO	FUNCIÓN	COMANDO
PREP7	Preproceso general: para construir el modelo (geometría, materiales, acoplamiento y restricciones a los grados de libertad).	/PREP7
SOLUTION	Cargando y solucionando: para aplicar cargas y obtener la solución de los elementos finitos.	/SOLU
POST1	Postproceso general: para revisar resultados sobre el modelo entero en puntos específicos.	/POST1

Tabla 1. Resumen de los niveles de procesamiento del ANSYS

A continuación se muestran dichos resultados y se da un breve comentario. Los resultados incluyen análisis hechos para velocidades de 20 y 120 KPH que muestran un contraste de comportamientos.

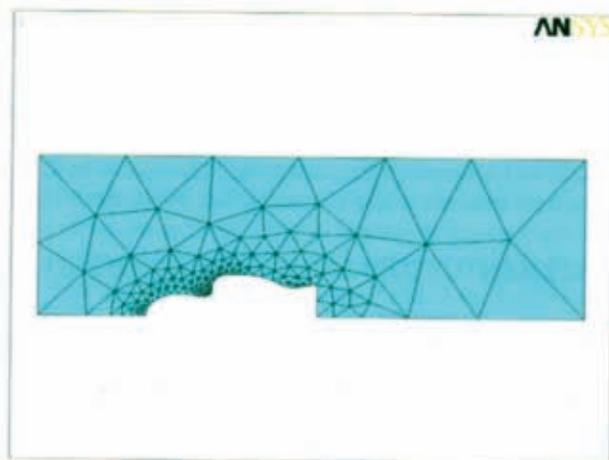


FIGURA 2. Malla elementos finitos de entorno exterior de la cabina

En la figura 2 se muestra el dominio del problema discretizado con cierto grado de refinamiento en las zonas de mayor interés, como lo son las fronteras correspondientes a la cabina del vehículo. Del grado de refinamiento dependen los resultados, pero dado que la versión utilizada es educativa, existe restricción en el número de elementos disponibles para representar el modelo.

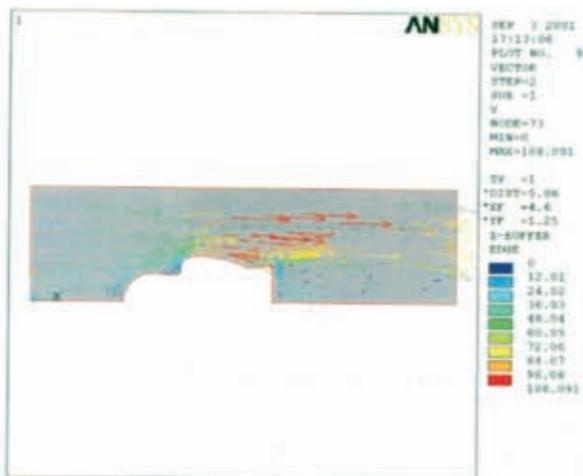


FIGURA 3. Representación campo de velocidad (V= 20 KPH)

En la figura 3 se muestra el campo de velocidades del vehículo y es posible distinguir una zona de turbulencia en la parte trasera del vehículo.

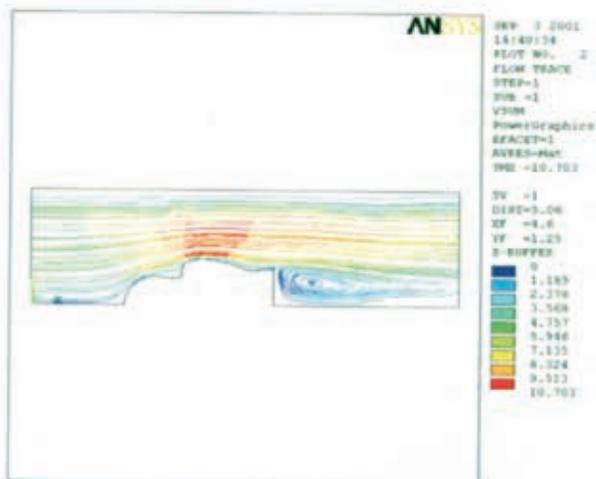


FIGURA 4. Representación de líneas de corriente (V= 20 KPH)

Por medio de las líneas de corriente es posible distinguir la trayectoria de las partículas e identificar zonas de turbulencia.

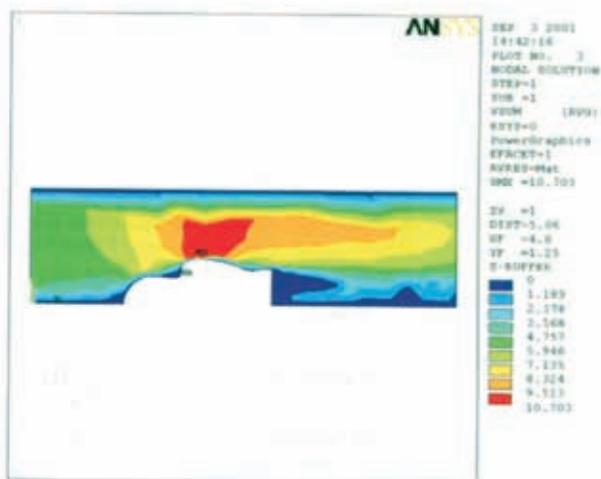


FIGURA 5. Isocontornos de velocidad (V= 20 KPH)

En la figura 5 se observa cómo las mayores velocidades del aire se presentan justo en la zona superior de la cabina.

La figura 7 muestra cómo se incrementa la presión negativa en el modelo ampliándose el cono de succión.

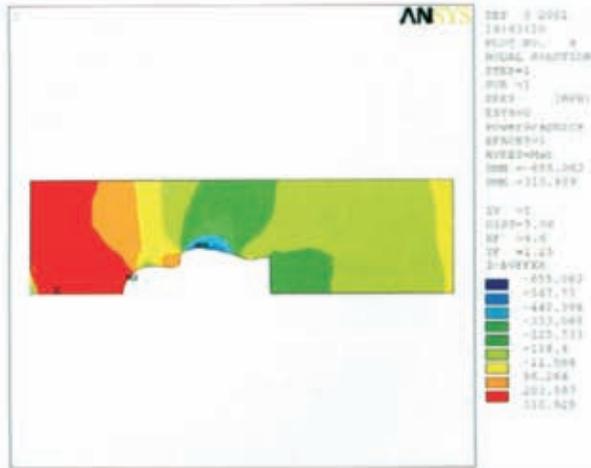


FIGURA 6. Isocontornos de presión (V= 20 KPH)

En la figura 6 es posible ver cómo en la parte superior y trasera de la cabina se presenta una ligera succión, que se incrementa a media que aumenta la velocidad del vehículo. Dicha zona es llamada en el automovilismo el cono de succión y es aprovechada por los vehículos de la Formula Uno para adelantar a un contrario y optimizar la potencia de las máquinas.

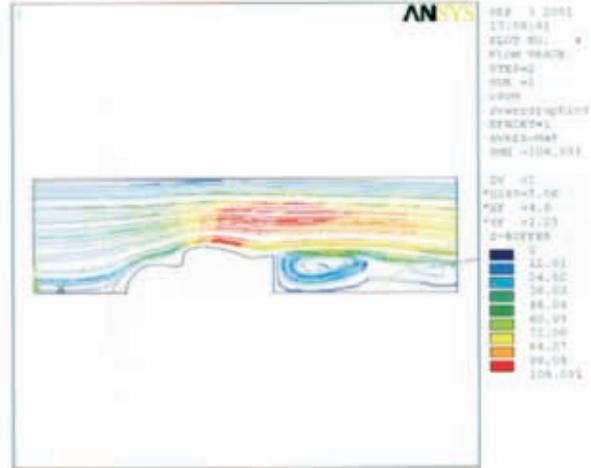


FIGURA 8. Líneas de Corriente (V= 20 KPH)

En la figura 8 puede observarse cómo se incrementa la turbulencia en la zona trasera debido al incremento en la velocidad del vehículo.

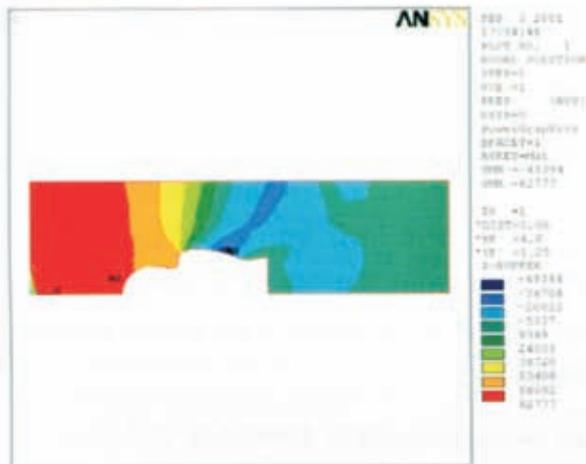


FIGURA 7. Isocontornos de presión (V= 120 KPH)

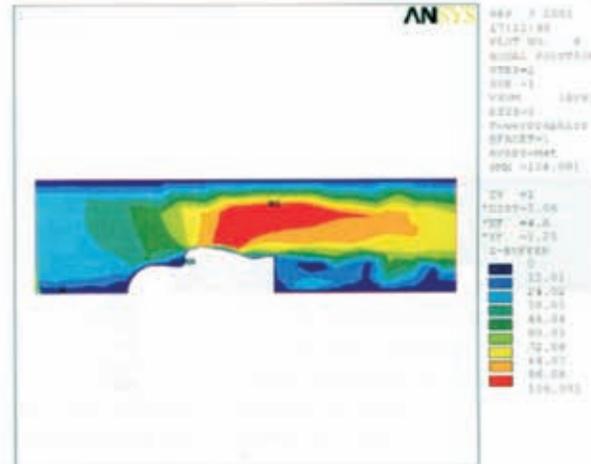


FIGURA 9. Isocontornos de velocidad (V= 120 KPH)

La figura 9 registra los incrementos en la velocidad del aire provocados por el aumento de velocidad de del vehículo.

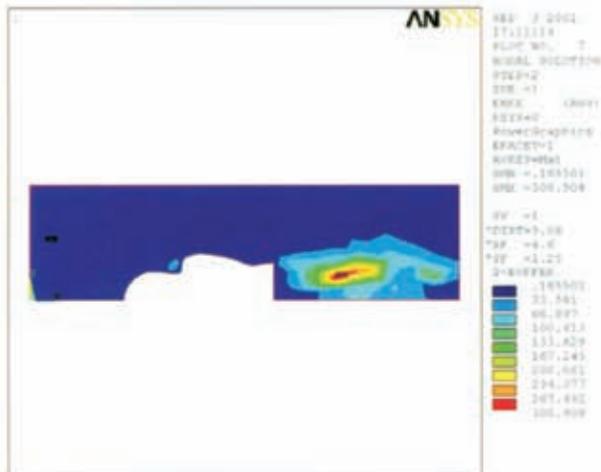


FIGURA 10. Representación de zonas de turbulencia (V= 120 KPH)

La figura 10 muestra con gran fidelidad la zona de turbulencia trasera del vehículo.

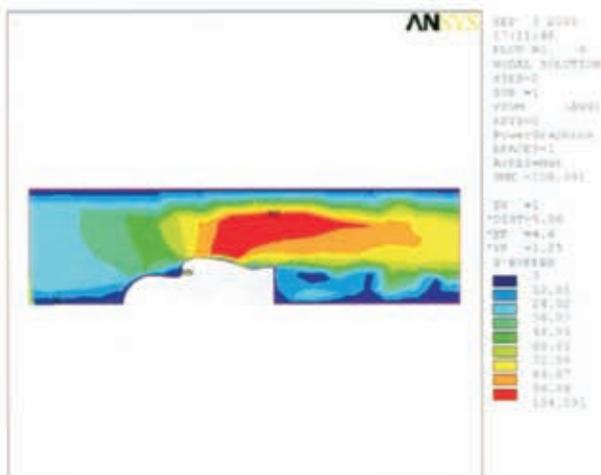


FIGURA 11. Representación campo velocidades (V= 120 KPH)

La figura 11 describe muy bien la magnitud, dirección y sentido de las velocidades, así como la zona de turbulencia.

11. CONCLUSIONES

Los métodos numéricos son, hoy por hoy, la herramienta más avanzada y eficiente para la solución de problemas de ingeniería de cualquier índole y representan un área del conocimiento que el ingeniero actual debe tener desde su formación de pregrado. La importancia de la herramienta radica en la mejor comprensión de los problemas para el diseño de soluciones eficientes y económicas, que se ajusten al alcance de recursos de nuestro entorno empresarial.

En cuanto al problema simulado, es importante notar que es posible cambiar la forma de la cabina hasta obtener un comportamiento aerodinámico adecuado del vehículo de manera racional. Los resultados obtenidos muestran cómo los elementos finitos son una técnica de solución adaptable a diferentes grados de complejidad geométrica y numérica del problema.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANSYS USER MANUAL / REVISION 5.0. SWANSON ANALYSIS SYSTEMS, INC. HOUSTON. VOLUME I (PROCEDURES), VOLUME II (COMANDS), VOLUME III (ELEMENTS), VOLUME IV (THEORY).
2. ZIENKIEWICZ, O. C. y TAYLOR, R. L. El Método de los Elementos Finitos, Edit. Mc. Graw - Hill. Barcelona, 1994. Pág. 1 - 44, 271 - 298.

“No es posible que un hombre solo alcance por su razón todas las cosas... Es necesario vivir entre otros muchos, para que unos a otros se ayuden, y unos se ocupen de inventar unas cosas y otros otras”

(S. Tomás, El Gobierno de los Príncipes, L1..cap 1.)

Introducción al filtrado adaptativo.

Luis Omar Sarmiento Álvarez¹

MSC. Ingeniería Eléctrica, UIS

Candidato a Doctor en Ing. de Telecomunicaciones - Convenio Univ. Politécnica de Valencia - USTA

E-mail: losarmiento@ustabuca.edu.co



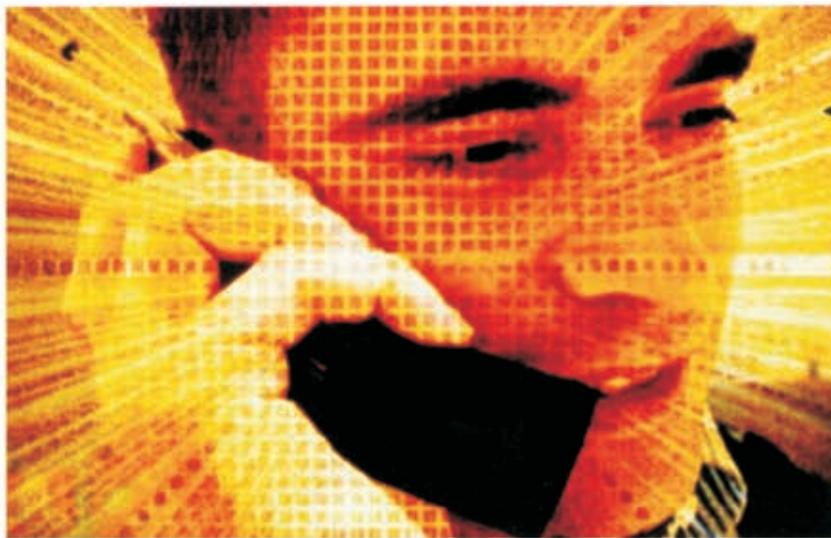
La teoría de los filtros adaptativos digitales, cuyo objetivo fundamental es encontrar los coeficientes de un filtro FIR que minimicen la potencia de la señal error. Algoritmo de gradiente y el algoritmo LMS que permiten una implementación rápida y sencilla. Se discute cómo construir un filtro digital adaptativo para cancelación de ruido y extracción de señal.

Los sistemas que se diseñan para eliminar ciertas componentes en frecuencia de la señal de entrada se denominan filtros selectivos en frecuencia[1]. La naturaleza de esta acción de filtrado viene determinada por la caracterización de la respuesta en frecuencia $H(\omega)$, que a su vez depende de la elección de los coeficientes de la salida $\{a_k\}$ y de la entrada $\{b_k\}$ en la ecuación en diferencias que describe el sistema[2].

Un filtro adaptativo es un filtro cuyos coeficientes varían con el tiempo en forma automática. Diseñar un filtro adaptativo consiste en determinar la regla de variación de los coeficientes [3]. Los sistemas adaptativos tienen hoy día diversas aplicaciones:

identificación de sistemas, predicción de datos, cancelación de ruido de señales de audio captadas en ambientes ruidosos, cancelación de ecos en circuitos internacionales de muy larga distancia y filtros ranura como el supresor de ruido de 60 Hz, entre otras. En circuitos internacionales de muy larga distancia, aparecen problemas de ecos debido a las desadaptaciones de impedancia producidas en las bobinas híbridas convertoras de dos a cuatro hilos. El algoritmo de adaptación trata de minimizar la potencia de la señal de error hasta obtener una comunicación sin ecos. Una vez se logra este objetivo, el filtro deja de adaptarse y pasa a comportarse como un filtro fijo.

¹Coordinador del Grupo de Procesamiento Digital de la Señal, Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones, Universidad Santo Tomás.



Los sistemas adaptativos tienen hoy día diversas aplicaciones: identificación de sistemas, predicción de datos, cancelación de ruido de señales de audio captadas en ambientes ruidosos, cancelación de ecos en circuitos internacionales de muy larga distancia y filtros ranura como el supresor de ruido de 60 Hz, entre otras.

Teoría de funcionamiento [3].

Se obtiene un filtrado óptimo cuando se encuentra el valor de los coeficientes de un filtro FIR de longitud L que minimicen la potencia de la señal error. En un filtro FIR los coeficientes {ak} son cero para k>0 y la salida expresada en forma directa en cualquier instante es simplemente la convolución discreta [4]

$$y(n) = \sum_{k=0}^L w_k(n) x(n-k) \tag{1}$$

Que expresada en forma matricial toma la forma

$$y(n) = W^T(n) X(n) \tag{2}$$

donde W^T(n) es un vector fila que contiene los coeficientes {w_k} del filtro y X(n) es un vector columna² que contiene las muestras de la entrada.

La estructura típica de un filtro adaptativo se muestra en la figura 1. Aquí x(n) es la señal de entrada, y(n) es la salida, d(n) es la señal de referencia y e(n) es la señal de error entre la señal de referencia y la salida del filtro que en términos de (2) se expresa como:

$$e(n) = d(n) - y(n) = d(n) - W^T X(n) \tag{3}$$

En donde se ha supuesto inicialmente que x(n) es estacionaria y que el vector de pesos W no varía con el tiempo.

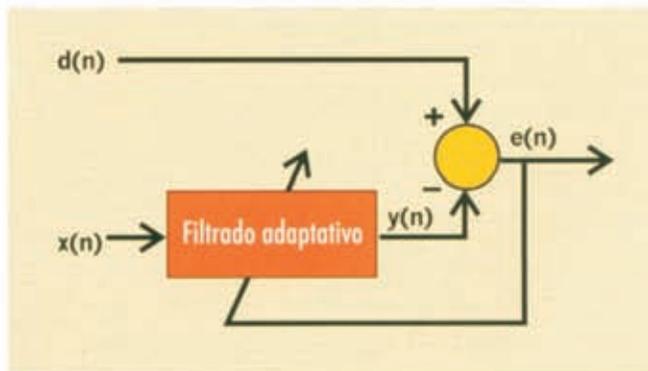


Figura 1. Estructura típica de filtrado adaptativo.

El objetivo a alcanzar es minimizar la potencia media del error e(n) encontrando los coeficientes óptimos de modo que la señal y(n) se cancele lo más posible con d(n). Obtenida la potencia instantánea del error y posteriormente la esperanza matemática y teniendo en cuenta que W es constante, se obtiene:

$$e(n)^2 = d(n)^2 + W^T X(n) X^T(n) W - 2 d(n) X^T(n) W \tag{4}$$

$$E[e(n)^2] = E[d(n)^2] + W^T E[X(n) X^T(n)] W - 2 E[d(n) X^T(n)] W$$

ésta última expresión puede describirse como

$$E[e(n)^2] = \xi = E[d(n)^2] + W^T R W - 2 P^T W \tag{5}$$

² Los vectores se considerarán en este artículo, como vectores columna, para considerar un vector como fila deberá aparecer transpuesto (X^T)



donde $R=E[X(n) X^T(n)]$ es la matriz de autocorrelación de la señal de entrada y $P=[d(n) X(n)]$ es el vector de correlaciones cruzadas entre la entrada y la señal de referencia.

A la función que expresa la potencia de la señal error en función de los coeficientes del filtro (5) se le denomina superficie de error. En el caso de dos coeficientes, es decir $L=1$, dicha ecuación es un paraboloides con un único mínimo global. En el caso unidimensional (un solo coeficiente) se obtiene una parábola también con un mínimo global único. En ambos casos, el mínimo se corresponde con los coeficientes óptimos deseados W^* .

Una forma de calcular W^* denominada Filtro Óptimo de Winer, consiste en calcular el gradiente de la función (derivada parcial de ξ con respecto a w_0, \dots, w_L), igualarla a cero y despejar el valor de los pesos óptimos así:

$$\begin{aligned} \nabla \xi &= 2RW - 2P \\ \nabla \xi &= 0 = 2RW^* - 2P \\ W^* &= R^{-1}P \end{aligned} \quad (6)$$

Normalmente la autocorrelación de la señal de entrada y la correlación cruzada de $x(n)$ y $d(n)$ son desconocidas y deben ser estimadas a partir de las propias muestras de las señales. Adicionalmente las señales $x(n)$ y $d(n)$ no son estacionarias por lo que los coeficientes de W^* no son fijos.

Lo anterior se soluciona con los algoritmos de gradiente. En estos procedimientos se calcula R y P muestra a muestra y se busca el vector de pesos óptimos mediante la ecuación (6) en forma recursiva, moviéndose pequeños pasos de longitud proporcional al gradiente y en dirección contraria al mismo. El vector de pesos se actualiza mediante la ecuación,

$$W(n+1) = W(n) - \mu \nabla \xi(n) \quad (7)$$

El tamaño de μ controla al tamaño de los pasos del algoritmo. Se busca que disminuya, pues si aumenta, la velocidad de convergencia será más rápida pero con tendencia a la divergencia. Finalmente, el algoritmo LMS (Least Mean Squares) sustituye el gradiente en la ecuación (7) con una estima del mismo obtenida con muestras de las señales. La estima del gradiente y la nueva ecuación recursiva son:

$$\begin{aligned} \nabla \xi(n) &= -2e(n)X(n) \\ W(n+1) &= W(n) + 2\mu e(n)X(n) \end{aligned} \quad (8)$$

Un ejemplo práctico.

En algunas aplicaciones de procesamiento de señal las señales deseadas se encuentran interferidas con ruido de la red eléctrica. En estos casos es útil un filtro ranura de 60 Hz. Un método sencillo de diseño consiste en modelar el ruido como una onda seno de 60 Hz [5], en donde el único parámetro adaptativo es la amplitud de la onda seno (9)

$$\begin{aligned} e(n) &= A \text{sen}(wn) \\ e(n-1) &= A \text{sen}[w(n-1)] \\ e(n+1) &= A \text{sen}[w(n+1)] = A \text{sen}(wn+w) \end{aligned} \quad (9)$$

Aplicando sencillas identidades trigonométricas a la última expresión en (9) se llega a

$$\begin{aligned} e(n+1) &= 2A \text{sen}(wn) \cos(w) - A \text{sen}[w(n-1)] \\ e(n+1) &= 2N e(n) - e(n-1) \end{aligned} \quad (10)$$

donde N es una constante definida por la frecuencia del ruido w a ser eliminada y por la frecuencia de muestreo: $N = \cos(w) = \cos(2\pi/f_s)$. La salida del filtro es la diferencia entre la entrada y el ruido estimado

$$y(n+1) = x(n+1) - e(n+1) \quad (11)$$

Con el fin de ajustar iterativamente el filtro para que se adapte a los cambios en el ruido de la señal, el sistema se realimenta para cambiar la amplitud de la sinusoides en cada período de muestreo. Se define para esto la función

$$f(n+1) = [x(n+1) - e(n+1)] - [x(n) - e(n)] \quad (12)$$



con la cual puede determinarse si la estima de $e(n)$ fue muy grande o muy pequeña. Si $f(n+1) = 0$ significa que la estima fue correcta y no hay que hacer ajuste. Si por el contrario el resultado de (12) es diferente de cero se deberá agregar o restar un pequeño paso d como en (13).

El valor para d se determina empíricamente y depende de que tan rápidamente el filtro necesita adaptarse a los cambios en el ruido interferente.

$$\begin{aligned} f(n+1) > 0 &\Rightarrow e(n+1) = e(n+1) + d \\ f(n+1) < 0 &\Rightarrow e(n+1) = e(n+1) - d \end{aligned} \quad (13)$$

Para probar el algoritmo, se empleó una señal ECG sin ruido muestreada previamente a 200 Hz [6]. Esta señal se almacenó en el vector `señal_ecg`, figura (2-a). A esta señal se le adicionó una onda seno para simular ruido de 60 Hz, de fase 90° y con una amplitud igual al 10% del máximo de `señal_ecg`, figura (2-b). La señal resultante se filtró siguiendo el algoritmo descrito implementado en Matlab. El resultado se muestra en la figura (2-c).

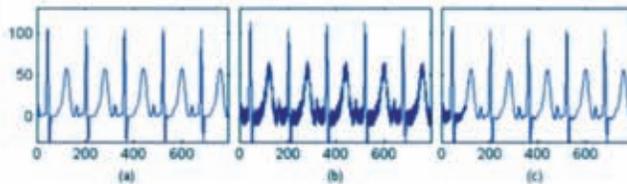


Figura 2. Señal electrocardiográfica. (a) Señal original libre de ruido de 60 Hz. (b) Señal ECG con ruido adicionado de 60 Hz. (c) Señal filtrada con $d = 0.2$.

Puesto que el valor para d fue bajo ($d=0.2$), el algoritmo se adapta al ruido solamente hasta después de la muestra 100. Valores más altos para d agilizan el proceso de adaptación pero no remueven la totalidad del ruido. Por ejemplo, para $d=0.7$, la adaptación se consigue antes de la muestra 60, pero permanece un pequeño porcentaje de ruido en las regiones isoelectricas aunque solamente es perceptible al hacer un acercamiento. Este sencillo ejemplo demuestra cómo este tipo de filtros adaptativos permiten llevar a cabo cancelación de ruido y extracción de señal.

Algunas aplicaciones militares.

El procesamiento adaptativo espacial y temporal STAP, es muy utilizado en aplicaciones que involucran arreglos de antenas, pues permite que datos de banda ancha puedan ser procesados como datos de banda estrecha.

En el campo militar se encuentran muchas aplicaciones de filtrado adaptativo espacial por mínimos cuadrados [8]. Algunas de ellas se encuentran en sistemas de reconocimiento sonoro en guerra antisubmarina, monitoreo sísmico de pruebas nucleares, detección desde aviones no tripulados de tanques y vehículos de reconocimiento y abastecimiento, sistemas de comunicaciones robustas basados en constelaciones satelitales con cubrimiento global y láseres de alta energía con capacidad de atacar misiles en movimiento.

Conclusiones.

En esta breve presentación de la teoría de los filtros adaptativos, se ha demostrado que para lograr el objetivo de minimizar la potencia de la señal error se puede emplear el algoritmo de gradiente, pero como en la práctica se conoce $x(n)$ y $d(n)$ y se desconoce el valor del gradiente, éste puede sustituirse con una estima del mismo obtenida con muestras de las señales $x(n)$ y $d(n)$. Se llegó así al algoritmo LMS (Least Mean Squares) cuyo comportamiento es similar al algoritmo de gradiente aunque la trayectoria seguida en la búsqueda de los coeficientes óptimos sea más errática.

Se presentó un ejemplo de extracción de señal y cancelación de ruido de 60 Hz. La ventaja de este filtro es que no atenúa componentes frecuenciales cercanas a 60 Hz como sucede con otros tipos de filtros digitales y con los filtros analógicos. En general, los filtros adaptativos permiten eliminar ruido, manteniendo una óptima relación señal a ruido en procesos no estacionarios y no periódicos [7] y no requieren un conocimiento previo de la señal o de las características del ruido como sucede con los filtros fijos.

Bibliografía.

- [1] Ahlstrom, M. L., and Tompkins, W. J. 1985. Digital Filters for real-time ECG Signal Processing. IEEE Trans. Biomed. Eng., BME-32(9); 708-13.
- [2] Albiol, Antonio et al. 1999. Tratamiento Digital de la Señal. Universidad Politécnica de Valencia España. Pág. 137-164.
- [3] Celka Patrick, Boualem Boashash. 2001. Preprocessing and Time Frequency Analysis. IEEE Engineering In Medicine and Biology. 0739-5175.
- [4] Delores M. Etter, Allan O. Steinhardt, and Susan L. Stoner. Least Squares Adaptive Processing in Military Applications. IEEE Signal Processing Magazine. May 2002. 1053-5888.
- [5] Oppenheim, Alan V., Ronald W. Schaffer. 2000. Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto. Prentice Hall. Pág. 411.
- [6] Proakis, Jhon G., Dimitris G. Monolakis. 1997. Tratamiento Digital de Señales. Prentice Hall. Pág. 336.
- [7] Samir S. Soliman, M.D. Srinath. 1999. Señales y Sistemas Continuos y Discretos. Prentice Hall. Pág. 465.
- [8] Tompkins, Willis J. 1993. Biomedical Digital Signal Processing. Pág. 13. Prentice Hall.



En general, los filtros adaptativos permiten eliminar ruido, manteniendo una óptima relación señal a ruido en procesos no estacionarios y no periódicos y no requieren un conocimiento previo de la señal o de las características del ruido como sucede con los filtros fijos.



La revista para la gente



Ingeniosa



Inteligente



innovadora

iteckne

INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

ESCRIBE TU PROPIO ARTÍCULO:

La revista **iteckne** recibe para su publicación trabajos e investigaciones en el campo de las ingenierías y tecnologías, o áreas intimamente relacionadas con ellas en castellano, inglés, francés, italiano, 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.

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 ingeniería.

Los trabajos deberán presentarse en disquete, procesados en WORD, junto con dos copias de buena calidad impresas en papel corriente. Las graficas, en caso de haberlas, deberán ser entregadas listas para 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.

SU CORRESPONDENCIA PUEDE DIRIGIRLA A: Revista iteckne,
Facultades de Ingeniería Universidad Santo Tomás
Cra 18 No. 9-27 Bucaramanga - Colombia

Programas Académicos

Carreras Profesionales

DIVISIÓN ARTES

ARQUITECTURA

Nº ICPEB 1706479790000111100 - DIURNA 10 SEMESTRES

DIVISIÓN CIENCIAS ECONÓMICAS Y CONTABLES

ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS

Nº ICPEB 1706463000000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

COMERCIO EXTERIOR

Nº ICPEB 1706438200000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

COMERCIO EXTERIOR

Nº ICPEB 1706438200000011200 - NOCTURNA 11 SEMESTRES

CONTADURÍA PÚBLICA

Nº ICPEB 1706460790000011400 - NOCTURNA 11 SEMESTRES

ECONOMÍA

Nº ICPEB 1706433000000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

DIVISIÓN CIENCIAS HUMANAS

CULTURA FÍSICA, DEPORTE Y RECREACIÓN

Nº ICPEB 1706472000000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

DERECHO

Nº ICPEB 1706473007000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

DIVISIÓN CIENCIAS DE LA SALUD

ODONTOLOGÍA

Nº ICPEB 1706462001000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

OPTOMETRÍA

Nº ICPEB 1706462000000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

TECNOLOGÍA EN LABORATORIO DENTAL

Nº ICPEB 1706434000000011100 - DIURNA 6 SEMESTRES

DIVISIÓN INGENIERÍAS

INGENIERÍA DE MATERIALES

Nº ICPEB 1706461700000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

INGENIERÍA MECATRÓNICA

Nº ICPEB 1706461700000011100 - DIURNA 10 SEMESTRES

INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

Nº ICPEB 1706201700000011200 - DIURNA 10 SEMESTRES

MAESTRÍA

ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Nº ICPEB 1706080000000111100

ESPECIALIZACIONES

- ADMINISTRACIÓN DEPORTIVA Nº ICPEB 1706060000000113400
- CONTRATACIÓN ESTATAL Nº ICPEB 1706030001000011100
- DERECHO ADMINISTRATIVO Nº ICPEB 1706034200000011100
- DERECHO PENAL Nº ICPEB 1706034000000011100
- ENDODONCIA Nº ICPEB 1706061700000011100
- FINANZAS PÚBLICAS Nº ICPEB 170603000000011400
- GERENCIA AGROINDUSTRIAL REGISTRO ICPEB 06448
- GESTIÓN Y AUDITORÍA MEDIOAMBIENTAL Nº ICPEB 17060607000000113400
- GERENCIA DE EXPORTACIONES Nº ICPEB 17060300000000113400
- INTERVENTORÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Nº ICPEB 1706080000000011100
- ORTODONCIA Nº ICPEB 1706061700000011100
- PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS Nº ICPEB 17060720010000113400
- REVISORÍA FISCAL Nº ICPEB 1706060700000011200
- SEGMENTO ANTERIOR Y LENTES DE CONTACTO Nº ICPEB 1706070000000111100
- SEGURIDAD SOCIAL Nº ICPEB 1706030000000011200

DIPLOMADOS

- ALTA GERENCIA
- AVALÚOS DE BIENES MUEBLES E INMUEBLES
- COMERCIALIZACIÓN BURSÁTIL AGROPECUARIA
- CONTROL EN LA CONSTRUCCIÓN
- DISEÑO DE REDES DE CABLEADO ESTRUCTURADO
- DERECHO LABORAL
- DERECHO PROBATORIO
- FINANZAS
- GERENCIA FINANCIERA BÁSICA
- GERENCIA FINANCIERA AVANZADA
- GESTIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA CADENA FRUTÍCOLA
- GESTIÓN PÚBLICA
- LEGISLACIÓN TRIBUTARIA
- MANEJO INTEGRAL DE LA SALUD OCULAR
- REHABILITACIÓN CARDIOPULMONAR
- TÍTULOS VALORES

Línea de Atención al Cliente (7) 6712677 | Línea Gratuita 1 8000 917044

Carrera 18 N° 9 - 27 PBX.: (7) 6800801 Ext.: 1261-1262-1263

E-mail: admisiones@ustabuca.edu.co <http://www.ustabuca.edu.co> Bucaramanga - Santander - Colombia

Presencia Universal



La Universidad Santo Tomás es patrimonio educativo universal, por eso, nuestros estudiantes pueden realizar intercambios con cualquiera de las sedes de la UST, miembros del Consejo Internacional de Universidades Santo Tomás de Aquino (ICUSTA) en el mundo: en Canadá, Estados Unidos, México, Honduras, República Dominicana, Perú, Chile, Argentina, Brasil, España, Francia, Alemania, Bélgica, Italia, Polonia, Austria, Inglaterra, Suiza, Japón, Filipinas, Indonesia, Angola.



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
B U C A R A M A N G A

URTA
SECCIONAL
BUCARAMANGA