

# EL SISTEMA GSM, SU EVOLUCIÓN Y APLICACIÓN EN CUBA

**Por Ing. Elbert Mesa Rodríguez**

Gerencia de Proyectos, División de  
Ejecución de Obras

Desde el surgimiento de los primeros sistemas de Telefonía Celular Analógica —Sistemas de Primera Generación— a principio de los años 80, se evidenciaron las enormes ventajas y nuevas posibilidades de comunicación que introducía esta moderna tecnología para la sociedad. A pesar de los altos costos que representaba su uso, fue apreciada y acogida con mucho agrado por los clientes a nivel mundial. Fueron precisamente los usuarios finales el motor impulsor que permitió la evolución y el desarrollo de este nuevo medio de comunicación hacia sistemas mucho más complejos y eficientes.

El sistema GSM (*Global System for Mobile Telecommunications*) surge en Europa como primera norma de Telefonía Celular de Segunda Generación. Gracias a su eficiencia y nivel de estandarización, se convierte en una norma mundial a partir del año 1991 cuando, debido al enorme éxito de su primera implementación práctica, numerosos operadores instalaron y desarrollaron esta moderna tecnología. Su desarrollo hizo posible que hoy se cuente con una cifra aproximada de 1000 millones de usuarios, para

un total de 537 redes GSM en más de 200 países —cifras estimadas a finales de enero de 2003 por GSM Association—. Estos valores superan ampliamente los alcanzados hasta el momento por otras normas de Telefonía Celular de Segunda Generación que intentan competir con GSM, por ejemplo, IS-54 (TDMA) e IS-95 (CDMA) que se han desarrollado fundamentalmente en los EE.UU. y América Latina, por lo que muchos operadores celulares en estos países han escogido emigrar hacia la tecnología GSM (GSM 800) como una forma de mantener la competencia en el mercado.

La arquitectura GSM constituye, en la actualidad, un sistema de red celular altamente consolidado y seleccionado como primera opción por los nuevos operadores que se inician en el negocio de las comunicaciones móviles en el mundo. Esta tecnología garantiza un camino evolutivo seguro de la red y los servicios hacia la Tercera Generación de Telefonía Celular (3G), que permite a los operadores —una vez desplegada la red para telefonía básica de GSM— introducirse en el negocio de datos móviles para elevar sus ganancias, a través de sistemas más complejos como GPRS —velocidad de datos

hasta 57Kb/s—, EDGE —velocidad de datos hasta 384Kb/s— y UMTS —sistema escogido por Europa como representante de la 3G con velocidad de datos máxima de 2Mb/s— con el cual pueden obtenerse servicios multimedia independientemente del momento y el lugar donde se necesiten.

En Cuba, a partir del proceso de integración de los dos operadores celulares existentes —CUBACEL y C-COM— en uno dentro de ETECSA, se ha escogido fomentar un proceso inversionista que permita extender a lo largo del país la tecnología GSM, de manera que puedan obtenerse los grandes beneficios que brinda y aplicarlos directamente tanto al proceso de recuperación de divisas como a la sociedad. Sin embargo, para que realmente puedan extraerse de GSM todas sus ventajas y la red se mantenga competitiva y rentable, no debe considerarse este sistema como un objetivo final, capaz de resolver por sí solo las necesidades de servicios actuales y futuros, sino que es indispensable vincular a GSM como parte de un sistema que evoluciona hacia la Tercera Generación y aplicar estos conceptos a las características tecnológicas y de mercado propias del país.

La ampliación del sistema GSM básico a 900Mhz, instalado en Ciudad de La Habana, Matanzas y Varadero, hacia las cabeceras de provincias y parte de los municipios del país, es el primer paso de un proceso inversionista que se traducirá en el incremento de las ganancias básicas brindadas por esta red, al mismo tiempo que se obtienen un gran número de ventajas sociales derivadas de la posibilidad de llegar con teléfonos inalámbricos a una parte de nuestra población. Los dos servicios básicos de GSM que permitirán percibir estos beneficios iniciales son:

1. Ampliación del servicio roaming internacional automático GSM en Cuba

El auge del turismo en Cuba ha exigido un esfuerzo de adaptación de las infraestructuras del sector turístico cubano a las necesidades de visitantes europeos, canadienses o hispanoamericanos. Uno de los reclamos más reiterados por el turista es el de la comunicación y, precisamente, es GSM la norma celular más usada y difundida en el mundo, por lo que gran parte de los 1.9 millones de turistas que visitaron el país en el año 2003 trajeron consigo sus teléfonos celulares contratados al operador de su país de origen y deseaban utilizarlos para realizar sus comunicaciones a medida que se

desplazaran por los distintos puntos de la Isla. Por eso, contar con una cobertura nacional GSM, se traduce en un incremento de abonados temporales —abonados del servicio roaming internacional automático GSM— que son, en estos momentos, la principal fuente de ingresos de divisas de nuestra red GSM.

2. Ampliación del acceso inalámbrico a abonados en moneda nacional

ETECSA, para resolver el problema del servicio telefónico en lugares donde la planta exterior presenta situaciones críticas o simplemente no existe, ha realizado inversiones en la telefonía inalámbrica, sobre todo, en zonas urbanas donde se ha realizado la digitalización de la central de conmutación telefónica o lugares rurales de difícil acceso.

Estas inversiones han permitido resolver parte de la problemática presentada y, al mismo tiempo, han logrado mantener el principio de heterogeneidad de la red de telecomunicaciones mediante la compra e instalación de sistemas WLL y telefonía rural a lo largo y ancho del país con tecnología de fabricantes muy diferentes e incompatibles entre sí. Se hace referencia, fundamentalmente, al sistema Alcatel WLL A9800 basado en tecnología estándar DECT (*Digital Enhanced Cordless*

*Telecommunication*), al sistema de la ECI, MGW (*MultiGain Wireless*) basado en tecnología de espectro ensanchado CDMA y al sistema de SR Telecom SR500 con tecnología propietaria en la banda de 2Ghz. Sin embargo, escoger una tecnología incompatible y con soluciones propietarias permite resolver el problema puntual presentado en un momento determinado; pero, puede ocasionar dificultades de interoperatividad y escalabilidad en el futuro, así como conflictos al establecer una gestión centralizada de la red y los servicios.

A través de la ampliación de la zona de cobertura de la red GSM, ETECSA puede resolver las necesidades de WLL y las de telefonía rural en los lugares que sea necesario. De esta manera, se concentrarán las inversiones inalámbricas hacia una tecnología muy estandarizada y probada mundialmente con la que puede mantenerse el principio de heterogeneidad de la red, pues las BSS (*Base Station Subsystem*) pueden ser de distintos fabricantes, a la vez que se asegura la interoperatividad porque la interfase Aire y la interfase A de GSM están muy bien definidas y estandarizadas. Además, una inversión en GSM está siempre garantizada porque



Figura 1 Sistema WLL en una red GSM

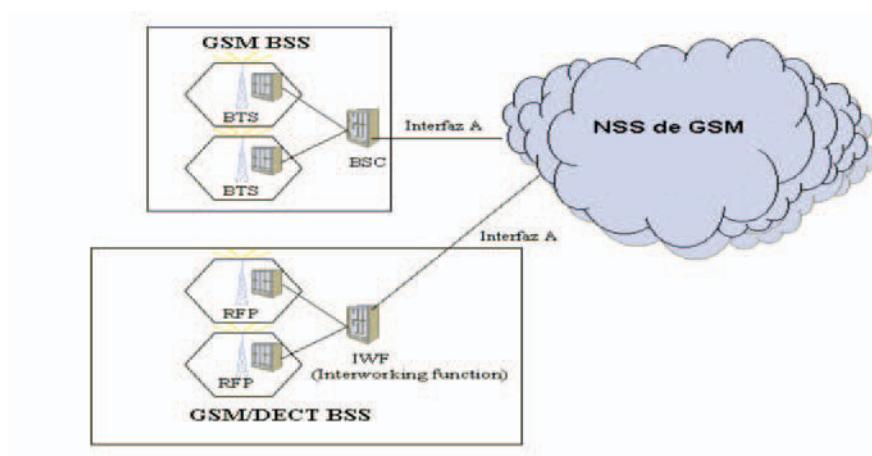


Figura 2 Forma de lograr la conectividad entre el sistema GSM y DECT (WLL Alcatel A9800)

los operadores tienen la seguridad de que nunca se pondrá obsoleta.

En la Figura 1 se muestra cómo mediante la implementación de un equipamiento con interfase GSM en el local del cliente, puede darse solución de WLL y telefonía rural que resuelven los servicios de voz y datos. Estas soluciones se encuentran disponibles en el mercado por un gran número de suministradores y pueden ser perfectamente aplicables a la red GSM cubana para resolver parte de los problemas presentados con la planta exterior en las zonas urbanas digitalizadas así como en lugares rurales de difícil acceso.

Es interesante, también, tener en cuenta que ETECSA ya tiene desplegada una red WLL y de telefonía rural con coberturas aisladas en el país, de la cual podría aprovecharse las zonas cubiertas por el sistema DECT de Alcatel A9800 que abarca localidades en Ciudad de La Habana, Santa Clara, Cienfuegos y Granma tanto en las zonas urbanas como rurales, para incorporarlos a la cobertura de GSM y, de alguna manera, sacarle mayor provecho a las inversiones

realizadas. La justificación teórica que permite la interconexión entre el sistema DECT y GSM aparece en la literatura y se comprueba por el hecho de que ambos sistemas cumplen estándares basados en la arquitectura de interconexión para Sistemas Abiertos OSI (*Open System Interconnection*). En la Figura 2 se muestra cómo puede implementarse esta funcionalidad para el caso de Cuba:

La idea consiste en implementar en el BSS (Base Station Subsystem) de DECT —caracterizado por las RFP (Radio Fixed Part)— la función de IWF (Interworking Function), para lograr una interfase A estándar con la MSC (Mobile Switching Center) del NSS (Network Switching Subsystem) de GSM. De este modo, el área de cobertura del sistema WLL pasará a ser parte del área de servicio de una determinada MSC/VLR, al permitir que los abonados que cuenten con una MS (Mobile Station) dual GSM/DECT puedan acceder a la red GSM, a través de las facilidades del sistema DECT, sin necesidad de haber desplegado en esa localidad estaciones base,

propias de GSM. El resto de los abonados residenciales fijos, propios del sistema WLL DECT, continuarán realizando su conmutación en la central local sin afectación de servicio.

Actualmente, debido al elevado desarrollo que se ha alcanzado en el establecimiento de empresas de nuevo tipo —altamente rentables—, a la fuerte participación extranjera en colaboraciones para la implementación de empresas mixtas —amparadas en la política económica establecida— y al ingreso del país a Internet —que ha permitido el surgimiento de los ISP y las redes telemáticas en sentido general—, se ha creado un potente mercado de datos muy necesitado de servicios móviles de nueva generación, que no puede ser cubierto por la tecnología básica implementada en la red GSM actual.

Una vez que se recupere total o parcialmente la inversión en la ampliación de la red GSM básica en Cuba, es imprescindible tener preparadas las condiciones para pasar a una etapa superior en el desarrollo de esta tecnología, que le permita al operador celular cubano entrar en el negocio de los datos móviles y recibir las ganancias que se derivan de la aplicación de los novedosos servicios de valor agregado que la nueva tecnología permite y, así, satisfacer las necesidades de este tipo de mercado a nivel nacional, al mismo tiempo que pudieran continuar ampliándose los servicios hacia la población.

Se piensa que, para lograr estos requerimientos y aprovechar la infraestructura de GSM desplegada, la mejor variante a emplear sería la implementación en Cuba de una red de tipo GPRS (General Packet Radio Service). El estándar GPRS le permite a los operadores celulares lograr

obtener, en un tiempo relativamente corto y con inversiones progresivas en los elementos del sistema, una red de conmutación de paquetes de datos a todos los niveles de la red GSM —radio, nodos de conmutación, red de transmisión, tarificación, etc.—, que optimicen la utilización de los canales de radio para el tráfico a ráfagas —por ejemplo, la navegación por Internet y el correo electrónico— y faciliten un uso más eficaz de los recursos de la red, con el propósito de que el canal de radio sólo se mantenga mientras dure la transferencia de datos, liberándose después.

El sistema GPRS garantiza, por primera vez en la historia de las redes móviles, la conectividad hacia redes de datos externas —de tipo *always on*—, muy similar a la que obtiene el usuario cuando se conecta a través de una red LAN local, donde con sólo hacer *clic* en una aplicación, se accede rápido al servicio que brinda, sin necesidad de marcar previamente un número de teléfono determinado para establecer una conexión —es lo que sucede

cuando utilizamos un teléfono GSM convencional acoplado a una PC para acceder a Internet.

Por tanto, la implementación en Cuba de una moderna red de tipo GPRS permitirá continuar satisfaciendo las necesidades básicas de servicio telefónico celular a través de la red GSM subyacente, a la vez que se amplía la capacidad de ofrecer servicios de valor agregado de datos que se establecerán dentro de la red GPRS.

Para satisfacer las necesidades del mercado actual y obtener las ganancias y ventajas que la nueva tecnología GPRS ofrece, deben desarrollarse e implementarse tres servicios fundamentales que transformarán el panorama actual de datos a nivel nacional y que son conocidos como: Roaming Internacional GPRS, W-VPN (Wireless Virtual Private Network) e Internet Móvil.

Lograr la implementación de estos nuevos servicios, implica realizar una conexión entre la red GPRS y la red de datos actual de CUBADATA X25/Frame Relay y Frame Relay/ATM, a través del GGSN (Gateway GPRS Support

Node) de GPRS como se muestra en la Figura 3.

Con la red implementada y configurada de esta forma, el operador celular GPRS/GSM cubano estará en condiciones de comenzar a brindar, a los clientes corporativos del mercado nacional, el servicio de W-VPN, de manera que los empleados de estas empresas, mientras estén en las oficinas de trabajo, puedan seguir utilizando sus conexiones de red fijas y cuando se encuentren en movimiento utilicen el teléfono GPRS para mantener el *always on* con sus dependencias. Es importante señalar que este escenario de trabajo puede darse en el entorno nacional e internacional donde, a través del servicio de Roaming Internacional GPRS, los clientes mantendrán el *always on* en cualquier país sin necesidad de realizar llamadas de larga distancia o contratar los servicios de varios ISP para obtener la conectividad en cada momento.

La Figura 3 representa una alternativa más económica que pudiera ser usada por los clientes corporativos abonados al servicio W-VPN. Con esta variante las empresas utilizarían sus salidas de Internet, existentes en la LAN corporativa, para brindar acceso a sus empleados mediante el servicio W-VPN —a través de Internet— de GPRS. En este caso, el operador GPRS brindará un servicio de conexión barato, eficiente y seguro mediante la realización de túneles en Internet que pueden ser aprovechados fundamentalmente por los clientes extranjeros, representantes de empresas internacionales con acreditación en nuestro país —por ejemplo, Alcatel, Ericsson, Italtel, Huawei, entre otras— y hombres de negocio en sentido general, para mantener contacto con sus

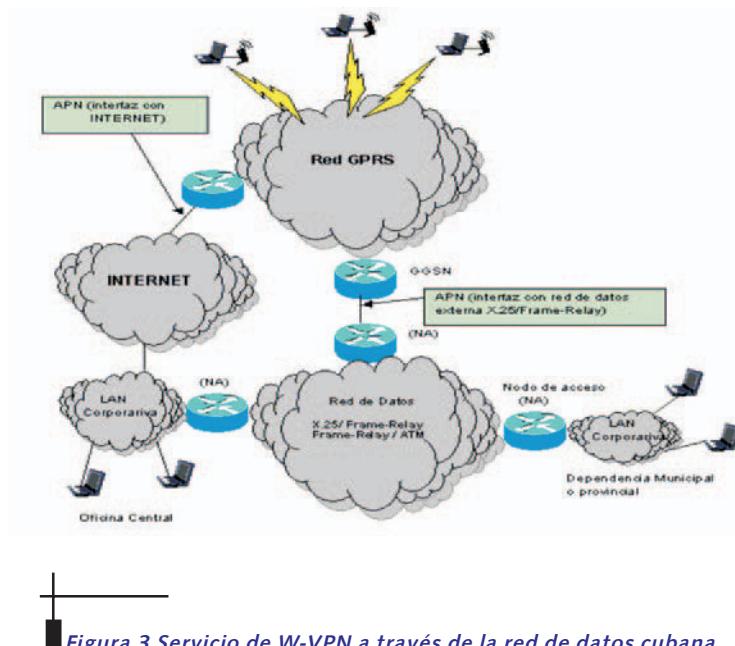
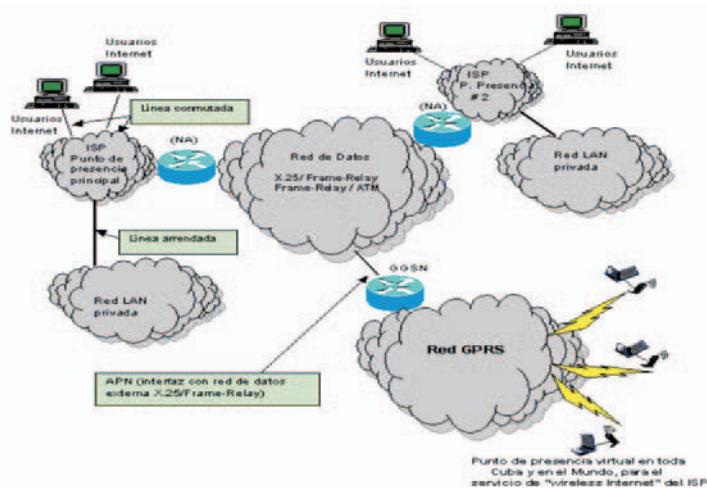


Figura 3 Servicio de W-VPN a través de la red de datos cubana



**Figura 4 Nuevo servicio Wireless Internet de los ISP a través de la red GPRS**

oficinas centrales en su país de origen.

Por otra parte, los ISP establecidos en Cuba se beneficiarán grandemente de una red GPRS, pues podrán establecer contratos de W-VPN con el operador GPRS/GSM para brindar a sus clientes el servicio conocido como *Wireless Internet* —acceso a Internet por vía inalámbrica—, para el cual dispondrán de puntos de presencia virtuales en el área de cobertura de la red GPRS/GSM y en las áreas de los operadores internacionales con las cuales exista un contrato de roaming GPRS. En la Figura 4 se representa cómo sería la conectividad en este caso.

También podrán satisfacerse, de forma abarcadora, las necesidades de comunicación de los turistas que visiten la Isla y las de los empresarios extranjeros abonados a una red GPRS internacional, quienes podrán hacer uso de sus teléfonos GPRS —que traen consigo— para continuar efectuando el acceso a los servicios contratados en su red de origen, usar el roaming internacional GPRS que le ofertará la operadora cubana GPRS/GSM.

Debe tenerse en cuenta que, actualmente, más de la mitad de los operadores mundiales de GSM dispone de GPRS en su red y oferta gran cantidad de servicios de valor agregado a sus clientes, desarrollados a partir de esa tecnología.

El operador móvil GPRS/GSM, por su parte, puede convertirse en un ISP —al obtener una conexión directa a Internet a través del GGSN— y comenzar a dar los primeros pasos hacia la introducción en Cuba de los nuevos servicios de valor agregado que representa la Internet Móvil, servicios de cuya evolución dependerá el futuro tránsito hacia estructuras más integradas y de mayor ancho de banda, representadas por las redes de Tercera Generación de Telefonía Celular (3G).

Internet Móvil es una tecnología que está revolucionando el mundo de las comunicaciones y, en esencia, es una plataforma que proporciona a los operadores celulares crear novedosos servicios de excelencia a sus clientes a partir de los cuales se satisface un gran número de necesidades y, a la vez, se obtienen muchas ganancias para

aumentar la rentabilidad y competitividad de estas empresas. Son servicios tan variados que resulta imposible a los operadores de este tipo de redes abarcálos todos. Se piensa que el futuro operador GPRS/GSM cubano debe trazarse una política de desarrollo de la Internet Móvil que permita crear los servicios básicos para comenzar a llamar la atención de los clientes e implementar las interfaces —PARLAY— para facilitar el acceso a su infraestructura a otras empresas que desarrollan programas de aplicaciones, conocidas mundialmente como ASP (Aplication Service Provider) y encargadas de establecer los restantes servicios de la Internet Móvil en el país.

Estas nuevas empresas son ideales para países subdesarrollados como Cuba, pues no se necesita realizar grandes inversiones en equipamiento, tecnología e infraestructura para ser competitivas y rentables en el ámbito nacional o internacional. Lo único que realmente hace falta es comprar buenas computadoras e invertir con fuerza en capital humano, es decir, propiciar la preparación, formación y desarrollo de programadores capaces de llevar a la práctica cualquier nuevo servicio que pueda ser bien acogido por el mercado, algo muy adelantado en el país. En ese sentido, lo que resta es crear las bases para propiciar el desarrollo adecuado y el despliegue de estas nuevas empresas, después de la nueva red GPRS/GSM creada.

Otro beneficio importante que puede derivarse de la implementación de la red GPRS/GSM, en un futuro próximo en Cuba, está relacionado con la capacidad que tiene la tecnología GPRS de abstraerse del nivel físico

existente en la interfaz de radio. Esto permite que otros estándares incompatibles con GSM puedan utilizar a GPRS como solución para el servicio de datos dentro de la red celular, tal es el caso de la TIA (Telecommunication Industry Association) que ha adoptado la norma GPRS de ETSI (European Telecommunications Standards Institute) para aplicarlo a redes de tipo TDMA (o IS-136). Se aprecia cómo esta norma garantiza la posibilidad de implementar la tecnología GPRS directamente sobre la red TDMA (CUBACEL) a la par del desarrollo de la red GSM (C-COM), que facilita un tipo de integración de las redes a nivel de *backbone* GPRS. Esto resulta de vital importancia para el país, principalmente ahora que ambos operadores se han unificado en una empresa.

Por otra parte, la población y sociedad cubanas en general pudieran beneficiarse de esta integración tecnológica y de la implementación de una potente red de tipo GPRS/GSM. Para esto, es posible brindar en moneda nacional un sencillo servicio de mensajería conocido como SMS (*Short Message Service*).

El servicio SMS fue establecido como norma en el estándar GSM y heredado posteriormente por GPRS. Se basa en la posibilidad que tienen los usuarios de enviar y recibir mensajes de texto de hasta 160 caracteres con la utilización de los canales de señalización de la red GPRS/GSM y una técnica de transmisión —conocida como *store and forward*—, que permite economizar recursos de red al inhibirse la transmisión de mensajes en los servidores SMS en los momentos de alto tráfico y reanudarse los envíos una vez que la red se encuentre menos congestionada. De esta manera, el servicio SMS consume sólo una

mínima parte de los recursos de red por lo que puede brindarse a precios muy módicos a los usuarios de redes GSM.

La combinación de los precios bajos del servicio SMS, conjuntamente con la utilidad práctica que tiene para los usuarios, ha provocado un auténtico *boom* en las comunicaciones por SMS a nivel internacional, muchos clientes de clase media en diferentes países utilizan más los mensajes de texto SMS que las propias llamadas telefónicas. También, es posible habilitar en nuestro país un servicio especial SMS en moneda nacional, mediante el cual un individuo pueda suscribirse, al realizar un contrato con la operadora cubana y entregársele un teléfono GSM —actualmente son muy baratos—, habilitado para el servicio SMS y deshabilitado en el HLR para la realización y el recibo de llamadas telefónicas.

Las ventajas sociales que traería este nuevo servicio serían innumerables e irían desde las simples comunicaciones de texto interpersonales independientemente del lugar y el momento —donde cada persona aplicaría los SMS para resolver, en alguna medida, sus problemas de comunicación familiar y social— hasta la posibilidad de utilizar la comunicación a través de mensajes cortos para realizar una gestión básica de servicio en distintas empresas —comercio, gastronomía, transporte, construcción, electricidad, suministro de agua, etc.—, que brindan servicios en moneda nacional al país.

Otra característica importante es la oportunidad que tendría cada ciudadano, abonado al servicio SMS, de realizar llamadas telefónicas gratuitas hacia centros

de emergencia —por ejemplo, la policía, el cuerpo de bomberos, hospitales, entre otros—, debido a que GSM tiene estandarizado que todos los operadores deben implementar facilidades para hacer llamadas telefónicas de emergencia, incluso, sin la tarjeta SIM introducida en el terminal móvil. Este servicio permitirá llevar la seguridad social y personal en Cuba a escala individual.

El operador GPRS/GSM, también, podrá obtener grandes ganancias del servicio SMS en moneda nacional porque, al incrementarse la densidad de teléfonos celulares GSM en la población, se habilitaría en el HLR la posibilidad de que estos teléfonos puedan recibir llamadas desde el extranjero y elevar las fuentes de ingreso en ETECSA por el consiguiente aumento que se producirá en llamadas de este tipo al país. ■

## Bibliografía

1. Alonso Caneiro, Mauricio. "Interconexión de Redes VPN (Virtual Private Networking)".
2. Bates, Regis J. Bud. "GPRS - General Packet Radio Service", 2002 "GPRS : General Packet Radio Service" Usha Communications Technology", 2003.
3. Heine, Gunnar *GSM Networks : Protocols, Terminology and Implementation*, Artech House Inc., 1998.
4. Mehrota, Asha. *GSM System Engineering*, Artech House Inc. 1997.
5. Mesa Rodríguez, Elbert. "El Sistema GSM, su Evolución y Aplicación en Cuba". Tesis de Diplomado en Telemática, 2003.
6. Webb, William. *Understanding Cellular Radio*. Artech House Inc., 1998.
7. Wiberg, Niclas. "Cellular Mobile Communication Systems", LinLab, Ericsson Research, April 11, 2001.