

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**“ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS MOVILES
3G DE BANDA ANCHA CON ACCESO A INTERNET Y
SERVICIOS MOVILES”**

AUTOR: GEOVANNY N. VACA OÑATE

DIRECTOR: Ing. Msc. Jaime Ruiz

ASESOR: Ing. Edwin Morales

Tesis de grado, previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Sistemas.

Ambato - Ecuador

Mayo/2005

DECLARACIÓN, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Geovanny Napoleón Vaca Oñate, con cédula de identidad 180272571-1, declaro que la investigación enmarcada en el desarrollo de la Tesis es absolutamente original, auténtica y personal; en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo de Tesis son y serán de mi exclusiva responsabilidad, legal y académica.

GEOVANNY NAPOLEON VACA OÑATE

C.I. 180272571-1

El presente trabajo se llevó
A efecto en la Facultad de
Ingeniería en Sistemas con la
Dirección de los señores
Profesores:
Ing. Msc. Jaime Ruiz
Ing. Edwin Morales

AGRADECIMIENTOS

Hay muchas personas a las que doy mi agradecimiento entre ellos familiares, amigos que me han apoyado y siempre e contado con ellos, y uno muy especial a mis padres que me supieron guiar con su sabiduría cada paso en mi andar por la vida, brindándome el entendimiento de las cosas.

DEDICATORIA

La realización de este trabajo lo dedico especialmente a mis padres, ya que ellos han sido las personas que han estado junto a Mí de una manera total e incondicional en todos los momentos de mi vida..

Por haberme formado como persona de bien y ayudarme a concluir esta etapa, la cual me será muy importante en el ámbito profesional y laboral, es un pequeño reconocimiento a su esfuerzo y gracias padres por todo lo que me han brindado y por nunca permitir dejar que me viera vencido.

CONTENIDO

Portada	i
Declaración de Autenticidad	ii
Agradecimientos	iv
Dedicatoria	v
Contenido	vi

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. Introducción	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Metodología	4

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. Breve historia de la Telefonía Celular	5
2.2. Principios de la Telefonía Celular	6
2.3. Generaciones de la Telefonía Inalámbrica	9
2.3.1. Primera Generación	9
2.3.2. Segunda Generación	11
2.3.3. Generación 2.5	13
2.3.4. Tercera Generación	15
2.4. Escenario actual de la telefonía móvil	18
2.4.1. Mercado	18
2.4.2. Situación actual de la telefonía móvil en nuestro país	20
2.4.3. Penetración móvil a nivel mundial	21

2.5. Futuro de la Telefonía Móvil	24
2.5.1. 3G vs. Wi-Fi	25

CAPITULO III

TECNOLOGIAS DE TERCERA GENERACION

3.1. Servicios y Características	29
3.1.1. Servicios	29
3.1.2. Características	30
3.2. IMT-2000	31
3.2.1. Evolución del concepto IMT-2000	31
3.2.2. Asignación del espectro para IMT-2000	36
3.2.3. Interfases de aire IMT-2000	38
3.3. TDMA	40
3.4. CDMA	43
3.4.1. Ventajas	48
3.5. CDMA2000	51
3.5.1. CDMA2000 1xEV-DO y 1xEV-DV	57
3.6. GSM	59
3.6.1. Introducción	59
3.6.2. Características y Servicios de GSM	63
3.6.3. La reutilización de frecuencias	64
3.6.4. El sistema de celdas	65
3.6.5. La arquitectura funcional de GSM	67
3.6.6. Estructura de la tecnología GSM	71
3.7. GPRS	84
3.8. EDGE	89
3.8.1. Estación Base en EDGE (BSS)	92
3.8.2. Evolución de GSM/EDGE	94
3.9. UMTS (W-CDMA)	96

3.9.1. Características y Beneficios de UMTS (W-CDMA)	98
3.9.2. Arquitectura UMTS (W-CDMA)	101
3.9.3. UTRAN	105
3.9.4. Nodo B	107
3.9.5. Espectro	111

CAPITULO IV

FUTURAS TECNOLOGIAS 4G Y SEGURIDADES MOVILES

4.1. Introducción a las tecnologías 4G	112
4.1.1. Arquitectura	114
4.1.2. Pilares de la tecnología 4G	116
4.1.3. UMTS-HSDPA	117
4.1.4. Protocolo IPv6	120
4.1.5. WiMax	122
4.1.6. Mobile IP	125
4.2. Seguridad en servicios móviles	126
4.2.1. Mecanismos de Seguridad	126
4.2.2. Servicios de Localización	129

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	133
5.2. Recomendaciones	135

GLOSARIO	136
----------	-----

Bibliografía	144
--------------	-----

GENERALIDADES

1.1. Introducción

Al impulso de la ciencia y la tecnología, la sociedad evoluciona a gran velocidad, replanteando continuamente las ideas y conocimientos necesarios para insertarse en nuevas funciones sociales y laborales de nuestra vida diaria.

Las telecomunicaciones ampliaron su alcance y sumaron la simultaneidad entre la emisión y la recepción. Cada uno de estos avances ha sido un paso hacia la globalización. Hoy, las tecnologías inalámbricas móviles introducen el factor de la interactividad en tiempo real, abriendo así expectativas de desarrollo prácticamente sin límites para este fenómeno tecnológico y cultural.

Las nuevas tendencias de telefonía móvil que existen en el mercado y su creciente expansión, han llevado al análisis de la información de las tecnologías inalámbricas móviles de tercera generación predominantes en los medios actuales a nivel nacional y mundial para encontrar soluciones que beneficien y faciliten las comunicaciones.

Este análisis se realiza tomando en cuenta los distintos estándares y viendo el alcance que tiene cada uno de ellos tanto en servicios, operabilidad, convergencia, etc. Permitiéndonos tener la elección de cual será el que mejor se ajuste a nuestras necesidades, tanto en servicios, comunicación, movilidad y calidad.

Los consumidores finales demandarán características específicas y aplicaciones que abran la posibilidad de viajar libremente y mantener libre acceso a sus familiares recursos móviles en lo laboral y doméstico sin tener que batallar con barreras pertinentes a diferencias tecnológicas, o diferentes locaciones geográficas sin importar la hora y el lugar donde nos encontremos. La evolución diaria que se origina en la tecnología, nos lleva a competir en un vanguardismo del cual no podemos quedar fuera. Es por esto que, además, debemos conocer la tecnología que nos deparará en el futuro conocida como de Cuarta Generación, como también las técnicas criptográficas que se utilizan en los sistemas móviles.

1.2. Justificación

Las comunicaciones móviles de tercera generación (3G) harán posible un mundo de multimedios inalámbricos los que jamás los hubiéramos esperado. La posibilidad de transferir vídeo, textos y datos digitales a velocidades impresionantes, vendrá acompañada por una nueva clase de soluciones y servicios que permitirán expandir la capacidad de la internet al ámbito inalámbrico. La convergencia de internet y las comunicaciones inalámbricas móviles es un hecho inevitable, en la medida que el rumbo paralelo de estos sistemas se va juntando.

La realización de este análisis tiene como finalidad tener un conocimiento de las llamadas tecnologías de tercera generación, la aplicación y evolución que estas tendrán en nuestro país, como también saber la evolución de las distintas generaciones de telefonía celular, centrándonos en diferenciar los distintos estándares de las tecnologías 3G, con ello el desarrollo y perspectiva que darán cada uno de los mismos, permitiéndonos tener a nuestra disposición un acceso inmediato a Internet y nos brinde los distintos servicios móviles que serán de mucha utilidad en nuestra vida cotidiana, poder tener enlaces con otras personas y objetos en cualquier lugar y en todo momento.

Con el cambio constante de la tecnología hacemos también una pequeña introducción a las tecnologías que nos deparará el futuro llamadas 4G, como también topamos las técnicas criptográficas que se utilizan en las seguridades móviles.

Muy pronto, la tecnología de la comunicación móvil afectará a nuestras vidas en muchos sentidos, convirtiéndose en una parte de nuestras vidas diarias. Desde la multimedia móvil hasta la comunicación entre máquinas, 3G va a ser el catalizador para toda una gama nueva de servicios, dando acceso a servicios avanzados donde quiera.

Seremos liberados de los confines de los cables, puntos fijos de acceso y velocidades bajas de transmisión. 3G reúne acceso de radio de alta velocidad y servicios basados en IP, todo en un poderoso ambiente. El paso hacia el IP es vital. IP es basado en paquetes,

lo cual es en términos simples, que los usuarios pueden estar "en línea" todo el tiempo, pero sin tener que pagar hasta que hagamos verdaderamente una transferencia de datos. La naturaleza "sin conexión" de IP también realiza el acceso mucho más rápido: la descarga de archivos toman sólo unos segundos y nos podemos conectar a nuestra red corporativa con un solo clic. Debemos estar atentos a la tan llamada globalización esperando una normalización de los diferentes estándares. El cambio que marcará 3G estará en su combinación de capacidades que nos conducirán a un aumento en la cantidad y variedad de servicios.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Realizar un análisis de las tecnologías inalámbricas móviles de Tercera Generación (3G), las cuales permiten tener un acceso eficiente a la información, brindándonos movilidad y facilidad para comunicarnos con Internet y servicios móviles.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Dar soluciones con las tecnologías de tercera generación que beneficien y faciliten las comunicaciones móviles en nuestro país
- Adquirir un conocimiento de las generaciones de la telefonía inalámbrica y su evolución en el mercado
- Conocer los estándares de las Tecnologías de Tercera Generación, como también las tecnologías que se usan en el país

- Saber lo que nos depara con las tecnologías de Cuarta Generación y ver si estamos listos tecnológicamente para recibirlas
- Aprender las distintas técnicas criptográficas que se utilizan en las seguridades móviles
- Aplicación en el país de la itinerancia (roaming) entre los distintos operadores, para disponer de servicios y comunicaciones móviles en cualquier parte del mundo
- Ver la convergencia entre los distintos estándares de las tecnologías de Tercera Generación como también la de Internet con los servicios móviles, dando con esto muchos beneficios de elite al consumidor final

1.4. Metodología

La metodología a utilizar será la investigación, especialmente en cuanto a la recopilación de información relacionada al tema planteado, recurriendo a bibliotecas, Internet y consultando con personas que se encuentren relacionadas en el área de la telefonía celular y directamente con las tecnologías de tercera generación.

En cuanto a la técnica que se utilizará será la elección de los estándares adecuados y que cumplan con todos los requerimientos para brindar los servicios y utilidades que corresponden con las tecnologías 3G.

MARCO TEORICO

2.1. BREVE HISTORIA DE LA TELEFONIA CELULAR

Las tecnologías inalámbricas están teniendo mucho auge y desarrollo en estos últimos años, una de las que ha tenido un gran desarrollo ha sido la telefonía celular, desde sus inicios a finales de los años setenta ha revolucionado enormemente las actividades que realizamos diariamente. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios, las hace sentir más segura y las hace más productivas.

A pesar que la telefonía celular fue concebida para la voz únicamente, debido a las limitaciones tecnológicas de esa época, la tecnología celular de hoy en día es capaz de brindar otro tipo de servicios tales como datos, audio y video con algunas limitaciones, pero la telefonía inalámbrica del mañana hará posible aplicaciones que requieran un mayor consumo de ancho de banda.

Las empresas que proveen estos servicios a nivel local y mundial se están proveyendo de todas las herramientas y la infraestructura necesaria para atraer mas clientes, brindando con ello mejores servicios y beneficios que serán a futuro una gran inversión ya que nadie de nosotros desea quedar rezagado de las comunicaciones móviles y más aún cuando se habla y se espera la llamada globalización.

2.2. PRINCIPIOS DE LA TELEFONIA CELULAR

En 1887 Heinrich Rudolph Hertz, un físico alemán, demostró que existían las ondas electromagnéticas y que estas podrían ser usadas para mover información a muy grandes distancias esto le valió que la unidad con la que son medidas las frecuencias del espectro lleven su apellido (Hertz o Hz). La base teórica de las ondas electromagnéticas fueron desarrolladas mucho antes por el físico escocés James Clerk Maxwell en 1864. El primer uso de las ondas electromagnéticas fue la telegrafía inalámbrica. Este relevante acontecimiento sería el predecesor de la propagación electromagnética o transmisión de radio. Utilizando estos conceptos, el italiano Guglielmo Marconi inventa la radio en 1901. La radio fue el primer medio masivo de comunicación inalámbrica, Las primeras aplicaciones públicas de la radio fueron de difusión (primero sonido, luego imágenes): esto es mucho más sencillo que la radiotelefonía, dado que el terminal móvil es sólo un receptor. El auge real de los sistemas públicos bidireccionales de radiocomunicaciones móviles tuvo lugar justo después de la segunda guerra mundial, cuando el uso de la modulación de frecuencia y de la tecnología electrónica, como la válvula de vacío, permitieron el desarrollo de un servicio de telefonía a escala real para vehículos.

En los años de 1920, en Detroit, Estados Unidos, nacen las primeras redes de comunicación móvil. Eran sistemas de radio comunicación utilizados por el cuerpo de policía que trabajaban en ese entonces a 2 MHz. Una década más tarde fueron utilizados por la policía de la ciudad de Nueva York; desde entonces, la radio se convirtió en una técnica ampliamente utilizada en comunicaciones militares. El primer servicio telefónico móvil real nació oficialmente en St. Louis (Missouri, EE.UU.) en 1946; Europa, que se estaba recuperando de la guerra, le siguió algunos años después.

Las primeras redes móviles de telefonía se operaban manualmente; es decir, era necesaria la intervención de un operador para conectar cada llamada a la red fija. Además, los terminales eran muy voluminosos, pesados y caros. El área de servicio

estaba limitada a la cobertura de un único emplazamiento de transmisión y recepción (sistemas uncelulares). Había muy poco espectro de radio disponible para este tipo de servicios, dado que éste se asignaba fundamentalmente a propósitos militares y a radiodifusión, en particular, televisión. En consecuencia, la capacidad de los primeros sistemas era pequeña y la saturación de los mismos fue muy rápida, a pesar del alto coste de los terminales. La calidad del servicio empeoró rápidamente debido a la congestión y la capacidad de procesar llamadas, bajaba algunas veces hasta paralizar la red.

El sistema se fue perfeccionando conforme transcurrían los años hasta que en los años de 1950 se establecieron las primeras dos bandas tal y como las conocemos ahora; la banda de VHF de radio de 150 MHz y la banda de UHF de radio en los 450 MHz. En esta época seguían utilizándose en vehículos.

Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología, a él se le considera como "el padre de la telefonía celular" al introducir el primer radio teléfono en 1973 en los Estados Unidos mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 en que aparece el primer sistema comercial en Tokio Japón por la compañía NTT¹.

En 1981 en los países Nórdicos se introduce un sistema celular similar a AMPS². Por otro lado, en los Estados Unidos gracias a que la entidad reguladora de ese país adopta reglas para la creación de un servicio comercial de telefonía celular, en octubre de 1983 se pone en operación el primer sistema comercial en la ciudad de Chicago. A partir de entonces en varios países se diseminó la telefonía celular como una alternativa a la telefonía convencional fija. La tecnología inalámbrica tuvo gran aceptación, por lo que a los pocos años de implantarse se empezó a saturar el servicio, hubo la necesidad de desarrollar e implementar otras formas de acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógicos a digitales para darle cabida a más usuarios.

¹ Nipon Telegraph & Telephone Corp.

² Advanced Mobile Phone System

Las comunicaciones móviles han demostrado ser una alternativa a las redes cableadas para ofrecer nuevos servicios que requieren gran ancho de banda, pero con otros beneficios como la movilidad y la universalidad, estar comunicado en cualquier lugar y en cualquier momento.

Algunos de los beneficios que brindan las comunicaciones inalámbricas en comparación con las redes cableadas son las siguientes:

- Capacidad para un gran número de suscriptores.
- Uso eficiente del espectro electromagnético debido a la utilización repetida de frecuencias.
- Compatibilidad a nivel nacional e internacional, para que los usuarios móviles puedan utilizar sus mismos equipos en otros países o áreas.
- Prestación de servicios para aplicaciones de datos, voz y video.
- Adaptación a la densidad de tráfico; dado que la densidad de tráfico es diferente en cada punto de la zona de cobertura.
- Calidad del servicio en el caso de la voz comparable a servicio telefónico tradicional y accesible al público en general.

2.3. GENERACIONES DE LA TELEFONIA INALAMBRICA

2.3.1. PRIMERA GENERACION

El concepto de un servicio celular es el de transmisores móviles de baja potencia donde las frecuencias pueden ser reutilizadas dentro de una misma zona geográfica. La introducción de los sistemas celulares de primera generación representa un salto en las comunicaciones móviles, especialmente en la capacidad del sistema y la movilidad de los usuarios. Los avances en la tecnología de los semiconductores y los microprocesadores hacen que los terminales sean más pequeños, livianos y sofisticados, que los convierte en prácticos para muchos más usuarios.

Esta primera generación de sistema celular transmitía solo voz analógica, la telefonía analógica utiliza las ondas de radio para establecer una comunicación. La voz se transmite sin ningún tipo de codificación, "tal cual es", por lo que es muy sencillo interceptar conversaciones realizadas con un móvil analógico. Al principio, los móviles analógicos eran muy pesados y voluminosos, ya que tenían que realizar una emisión de gran potencia para poder realizar una comunicación sin cortes ni interferencias. La idea de servicios de radio basados en celdas surgió a principios de la década del 70 en Bell Labs, en USA. A pesar de esto, los países Nórdicos fueron los primeros en introducir servicios celulares de primera generación para uso comercial en el año 1981, creando la NMT¹. Luego en el año 1983 en los Estados Unidos se lanzó el servicio avanzado de telefonía móvil, llamado AMPS. Este fue un estándar rápidamente adoptado en Asia, América Latina y Oceanía. Con la introducción de la primera generación el mercado de los teléfonos móviles mostró un crecimiento entre el 30% y el 50% anual llegando a casi 20 millones de clientes registrados en 1990.

De la necesidad por reducir el tamaño de los teléfonos y de aumentar su operatividad, nació la telefonía CELULAR, y con ella su primer representante, el MOTOROLA DynaTAC.

¹ Nordic Mobile Telephone

La Telefonía celular se basa en dispersar antenas repetidoras de la señal emitida por los teléfonos de la misma forma que están dispersadas las células del cuerpo, es decir, donde acaba una, empieza la otra, de forma que se crean el mínimo número de "zonas muertas" (zonas sin cobertura), y se amplía el número de teléfonos capaces de operar en una misma red. El sistema celular, pionero en la telefonía analógica, es el mismo que se sigue utilizando en la actualidad y el mismo que se utilizará en el futuro, con la llegada del UMTS, por ser el sistema más eficaz.

2.3.2. SEGUNDA GENERACION

Un desafío que los sistemas analógicos tuvieron que enfrentar fue el de manejar el enorme crecimiento de la demanda de servicio de una forma eficiente. El desarrollo de la segunda generación de sistemas celulares fue impulsado principalmente por la necesidad de mejorar la calidad de transmisión, aumentar la capacidad y el área de cobertura del sistema. La tecnología digital fue entonces bienvenida, introduciendo ventajas, como facilidad de señalización, niveles menores de interferencia, integración de transmisión y conmutación, y una capacidad mucho mayor para satisfacer la creciente demanda.

Nuevos avances en la tecnología de semiconductores y equipos de microondas brindaron transmisión digital a los sistemas de comunicaciones móviles. La transmisión de voz todavía dominaba la mayor parte de las comunicaciones, pero las demandas del mercado por servicios de fax, SMS¹ y transmisión de datos crecían rápidamente. Servicios complementarios para prevención de fraudes como la encriptación de los datos se convertían en características estándar comparables con las de redes fijas. La segunda generación de celulares fue capaz de satisfacer estas demandas en forma aceptable. Los sistemas celulares de segunda generación incluyen GSM, D-AMPS (Digital AMPS), CDMA², TDMA³ y PDC (Personal Digital Access). Hoy en día muchos estándares de primera generación y segunda generación se usan en las comunicaciones móviles mundiales. Diferentes estándares sirven a varias aplicaciones con distintos niveles de movilidad, capacidad y servicios. Muchos estándares son usados en un solo país o región y la mayoría son incompatibles, entre ellos GSM es la familia de estándares celulares que más éxito ha tenido soportando a 250 millones de los 450 millones de clientes registrados, haciendo roaming internacional en 140 países y 400 redes celulares.

¹ Short Message Service

² Code División Multiple Access

³ Time División Multiple Access

La segunda generación llegó en 1990, y se diferencia de la primera por utilizar tecnología digital. GSM (Sistema Móvil General), ha sido el estándar europeo de telefonía móvil, cuyo éxito lo ha transportado a otras zonas del planeta (China, USA, etc.). Esta generación ha significado el primer acercamiento entre la telefonía móvil y la informática. El primer paso para este acercamiento fue la implantación de Internet en el móvil, lo que se denominó WAP (aunque el acceso es lento y pesado). El segundo paso ha sido crear un acceso más rápido y permitir la descarga y ejecución de aplicaciones comúnmente dedicadas al ordenador, como las descargas de JAVA2ME. Vamos a ver la evolución de un estándar que comenzó siendo una aplicación de voz, y ha terminado siendo el buque insignia de la convergencia entre la telefonía móvil y la informática.

El GSM digitaliza y comprime voz y datos, para después enviarlos en un canal junto con otras dos series de datos del usuario en particular (el número de teléfono del usuario y su identificación de red). Opera con unas frecuencias de 900 Mhz, 1800 Mhz en Europa y Asia, y de 1900 Mhz en EE.UU.

Gracias a la conversión de la onda original a un tipo de onda digital, se puede encriptar una conversación y protegerla, de forma que solo el teléfono receptor puede descodificar la información. Además, la digitalización permite aplicaciones como el reconocimiento de voz por parte de las operadoras, y un mejor trato informático de la información.

El GSM es un sistema basado en la informática, lo que facilita enormemente la transmisión de datos (sin ir mas lejos, la propia voz se transmite como un archivo de datos que descodifica el terminal), y por tanto pueden crearse servicios de datos adicionales, como los mensajes cortos el envío de FAX, e-mail, Internet...

Estos servicios han seguido una evolución progresiva. El primer servicio de datos realmente utilizado ha sido el SMS, que, a su vez, es el más simple y rápido. Posteriormente se ha introducido Internet en su versión móvil, y servicios complementarios que no han experimentado ningún desarrollo.

2.3.3. GENERACIÓN 2.5

La generación 2.5 es el nombre que recibe la evolución de los sistemas de 2G, sin embargo, el cambio no es tan radical como el paso de 1G a 2G. La división entre 2G y 2.5G no está definida por completo, pero se basa en la cantidad y calidad de los servicios ofrecidos a los usuarios; en otras palabras, intentar incrementar la capacidad de transmisión. Las funcionalidades se clasifican en tres tipos: tele servicios, servicios portadores y servicios suplementarios.

Pero el problema del sistema GSM, es la baja de transmisión de la interfaz área. El sistema básico de GSM sólo podía proveer una tasa de transmisión de datos de 9.6Kbps, posteriormente se especificó a una tasa de 14.4 Kbps. Con dichas velocidades y para poder proveer todos sus servicios a los usuarios es necesario incrementar la capacidad del sistema con el uso de tecnologías como:

- HSCSD¹. Circuitos conmutados de datos de alta velocidad que elevan las velocidades de datos hasta 57,6 kbps. Los HSCSD se pueden implantar en los GSM existentes mediante mejoras del software. Sin embargo, HSCSD perpetúa el uso ineficaz del espectro y de la transmisión que es inherente a cualquier circuito conmutado.
- GPRS². La siguiente fase se llama GPRS, su significado: Servicios de Radio de Paquetes Generales, es de conmutación de paquetes y permite IP (protocolo de Internet) en todas las partes de la red GSM. Los usuarios no tienen que efectuar una llamada ya que están "siempre en línea". Las velocidades de datos pueden alcanzar hasta 115 kbps aunque en realidad suelen estar más próximas a 40-50 kbps.

Cabe señalar que la mayoría de los fabricantes decidieron usar GPRS, que eleva las tasas de transmisión hasta 115 Kbps; consiste en un sistema por switcheo, por lo tanto, los recursos del sistema no son empleados continuamente, sólo cuando se transmite una

¹ High-Speed Circuit-Switch Data

² General Packet Radio Services

señal. La utilización de un sistema GPRS es más caro que un sistema HSCSD. Pensando de manera específica en GSM, otra tecnología de 2.5 G es EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution) (Entorno GSM de Datos mejorado) que propone un sistema de modulación llamado eighth-phase shift keying (8PSK) con el inconveniente de que sólo puede ser utilizado en cortas distancias. También es de conmutación de paquetes, y aumenta la velocidad de transmisión hasta un máximo teórico de 384 kbps.

2.3.4. TERCERA GENERACION

La tercera generación de redes móviles, conocidas mundialmente como IMT-2000¹, son una familia única de estándares compatibles entre sí con las siguientes características:

- Posibilidad de usarlos mundialmente.
- Posibilidad de usarlos en cualquier aplicación móvil.
- Soporte de transmisión de datos usando tanto conmutación de paquetes como conmutación de circuitos.
- Tasas altas de transmisión, llegando a 2Mbps.
- Utilización altamente eficiente del espectro

IMT-2000 es un conjunto de requerimientos definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones conocida mundialmente como ITU. IMT significa (Telecomunicaciones Móviles Internacionales) y el 2000 representa dos cosas; por un lado es el año en cual se esperaba el lanzamiento de los sistemas piloto y por otro lado la banda de frecuencia utilizada, que es la de 2000 MHz (definida en la WARC'92² 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz). Todos los estándares 3G están siendo desarrollados por organizaciones llamadas SDOs³.

En 1998 se presentaron un total de 17 propuestas para estándares IMT-2000. Once de estas propuestas se referían a sistemas terrestres y las seis restantes para sistemas móviles satelitales (MSS: Mobile Satellite Systems). La evaluación de estas propuestas fue finalizada al terminar el año 1998 y las negociaciones para crear un consenso sobre los diferentes puntos de vista presentados se completaron a mediados de 1999. Las 17 propuestas fueron en definitiva aceptadas por la ITU como estándares IMT-2000. Al final de 1999 salió la especificación para transmisión por radio, llamada RTT (Radio Transmisión Technology).

Las propuestas más importantes de IMT-2000 son:

¹ International Mobile Telecommunications 2000

² World Administrative Radio Conference

³ Standard developing organizations

- UMTS¹, también llamada W-CDMA que se presenta como sucesora de GSM.
- CDMA2000 (IS-95)
- TD-CDMA (Time Division Synchronous CDMA) UWC-136/EDGE

Todos ellos son desarrollos hacia las exigencias IMT-2000 de estándares que eran anteriormente líderes en el mundo de la telefonía celular.

El Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal UMTS es la implementación Europea del concepto mundial de comunicaciones móviles IMT-2000. Aprovechando la excelencia en la tecnología de banda ancha celular, terrestre y satelital, UMTS garantizará el acceso a servicios abarcando desde la simple telefonía vocal hasta servicios multimedia inalámbricos de alta velocidad y calidad, independientemente de la ubicación física de los usuarios. Llevará la información directamente a los usuarios y les proveerá de acceso a nuevos servicios y aplicaciones. Ofrecerá comunicaciones móviles personales independientemente de la ubicación, red o terminal utilizados.

Se espera que en los próximos años, de la mano de UMTS y 3G, los cambios en los servicios de comunicaciones personales sean aun más radicales que los que se han dado en los últimos años. Internet ha abierto nuevos horizontes en términos de comunicación global y transferencia de información entre puntos fijos, pero UMTS y IMT-2000 terminarán de quitar todas las ataduras de las conexiones, permitiendo todas las ventajas que brinde internet de una manera realmente portátil.

Los mercados de servicios móviles y los de servicios de multimedia fijos son hoy en día muy grandes y crecen rápidamente. Se estima que en un futuro cercano los consumidores querrán combinar la movilidad con servicios de multimedia, resultando esto en una mayor demanda de ancho de banda y en un cambio significativo hacia un nuevo conjunto de servicios de datos, UMTS pretenderá satisfacer estas necesidades.

Más específicamente, los principales objetivos de UMTS son:

¹ Universal Mobile Telecommunications Service

- a) Proveer un sistema integrado único en donde los usuarios pueden tener acceso a servicios en cualquier entorno y en una forma fácil y uniforme.
- b) Poder diferenciar entre distintos servicios ofrecidos por distintos proveedores.
- c) Proveer una amplia gama de servicios de telecomunicaciones incluyendo aquellos provistos por redes fijas, que pueden requerir velocidades de hasta 2Mbps.
- c) Proveer roaming, es decir, permitir que un usuario que se encuentra lejos de su ambiente habitual pueda acceder a los servicios que usualmente utiliza en dicho ambiente.
- d) Brindar servicios de audio, video y particularmente multimedia.
- f) Permitir que en ambiente residencial un transeúnte tenga acceso a todos los servicios normalmente provistos por redes fijas.
- g) Proveer un sustituto de las redes fijas en lugares de alta densidad de población, bajo condiciones aprobadas por las autoridades reguladoras locales.
- h) Proveer soporte para interfaces que permiten el uso de terminales normalmente conectadas a redes fijas.
- j) Implementar UMTS-CTS (Cordless Telphony System), que consiste en tener un teléfono celular en el hogar, en vez de un teléfono fijo, con precios similares y ventajas técnicas.

UMTS permite entonces introducir muchas nuevas aplicaciones al conjunto mundial de usuarios y provee un vínculo vital entre los múltiples sistemas GSM actuales e IMT-2000. De esta forma se aumenta la velocidad de transmisión por usuario a 2Mbps y se establece un estándar para roaming global.

2.4 ESCENARIO ACTUAL DE LA TELEFONÍA MÓVIL

2.4.1. MERCADO

El sector de las Telecomunicaciones está inmerso en un proceso de adaptación y de cambio continuo, generado principalmente por la alta competitividad existente, fruto de la cual son las constantes fusiones y adquisiciones realizadas en dicho mercado.

Este proceso de continuo cambio y de adaptación esta llevando a las operadoras a una reestructuración de sus modelos de negocio actuales, para poder así beneficiarse de las nuevas oportunidades de negocio.

La incesante introducción de las nuevas tecnologías en la telefonía móvil y la banda ancha en el acceso a internet, están transformando el sector de las telecomunicaciones, donde las aplicaciones y servicios son ya más importantes que la tecnología en si misma, obligando a las empresas a crear estrategias para ganar el mercado y acoplarse a los requerimientos que este exige.

La evolución de las comunicaciones inalámbricas de tercera generación es un paso fundamental hacia un nuevo mundo. Desde su creación, el principal impulsor del mercado de comunicaciones móviles ha sido la necesidad de atender la demanda de telefonía vocal, esto es, de comunicaciones telefónicas persona a persona. La tercera generación es un giro actual para el mundo de las comunicaciones móviles, como resultado del cual los usuarios tendrán acceso no sólo a los servicios vocales, sino también a las transmisiones de vídeo, imagen, texto, gráficos y datos. La capacidad de las tecnologías de tercera generación será prácticamente ilimitada, pues se ofrecerá a los usuarios servicios tales como videoconferencia, acceso a Internet y a las Intranet empresariales, la posibilidad de navegar por la World Wide Web y toda una serie de modernas aplicaciones. Las tecnologías de tercera generación darán lugar a nuevos sectores de actividad económica: comercio electrónico móvil, compras interactivas, servicios educativos y recreativos, entre muchos otros. Las capacidades de tercera

generación se obtendrán gracias a la introducción de nuevas tecnologías de comunicaciones de datos capaces de ofrecer velocidades de datos muy superiores a las correspondientes a las tecnologías de segunda generación. Según las especificaciones de la UIT¹ para los sistemas de la tercera generación, éstos serán capaces de transmitir datos a 144 kbit/s a un abonado que se desplaza rápidamente, a 384 kbit/s a un abonado que se desplaza lentamente, y a 2 Mbit/s en un entorno fijo, lo que supone un notable avance con respecto a los actuales servicios móviles de datos.

La clave para el éxito de todo nuevo adelanto tecnológico es la normalización. En términos ideales, la tercera generación de comunicaciones móviles se basa en una norma mundial única que abarcará cierto número de sistemas idóneos para el interfuncionamiento. Dado que los proveedores, fabricantes, operadores y clientes funcionan cada vez más a nivel mundial, éstos sólo podrán disfrutar realmente los beneficios de las comunicaciones de tercera generación si se establece una sola norma mundial. En su calidad de única organización de telecomunicaciones auténticamente mundial, la UIT se halla en condiciones ideales para recomendar y materializar el establecimiento de una norma única e impulsar la evolución hacia la tercera generación.

La introducción de una norma mundial única para la tercera generación permitirá hacer economías a escala masivas en la fabricación de equipos, y de ese modo pondrá las comunicaciones mundiales al alcance de todos los habitantes del planeta. La intensificación de la competencia hará bajar las tarifas y la tecnología de tercera generación permitirá concebir nuevas funcionalidades, servicios y aplicaciones. El establecimiento de una norma inalámbrica única de tercera generación también aportará considerables beneficios a los países en desarrollo, y contribuirá al logro del objetivo de la UIT de superar las desigualdades entre los países industrializados y en desarrollo en cuanto al acceso a las comunicaciones y la información.

¹ Unión Internacional de Telecomunicaciones

2.4.2. SITUACION ACTUAL DE LA TELEFONIA MOVIL EN ECUADOR

Hace varios años, la telefonía celular era un algo tan desapercibido en nuestro medio tanto que lo creíamos inaccesible. Mucho más para un país tercer mundista como el Ecuador.

Al llegar esta tecnología al país, hace alrededor de unos 10 años, causo gran conmoción en la sociedad, ya que eran solo pocos elegidos aquellos que accedían al servicio, delimitando con un artefacto electrónico un “estatus”...

La competitividad entre telefonías era casi nula, abarcando la región costa, Porta, y en la sierra Bellsouth. Al no existir dicha trifulca empresarial, los servicios se volvieron pésimos y sin mucha cobertura nacional o simplemente no existía el servicio.

Pero la necesidad de englobar un mercado más extenso en relación a clientes, lleva a que 3 de cada 10 ecuatorianos, tengan en sus manos un celular, transformándose ya no en lujo sino en una necesidad. Una necesidad de progreso, de igualdad, los negocios ya no se ejecutaban realizando largos viajes, gracias a un pequeño artefacto que a muchos cambio la forma de vivir.

La competencia obligo a optimizar y actualizar cada vez más la tecnología una a otra. Al cliente se le ofrece una gama de productos, mejores servicios con ciertas limitaciones, todo esto acorde a la tecnología que emplea cada operadora.

No paso mucho para que otro contrincante apareciera en el país, fue la operadora AlegroPCS, que es una empresa estatal, la cual también esta en la lucha incesante por abarcar mayor mercado y con ello mayor número de abonados a sus servicios.

Pero influenciaron para que fuese factible la interconexión para mensajes escritos (SMS) entre las operadoras existentes en el país y no quedar así aislada del mercado más bien utilizando una estrategia para que sus productos sean de aceptación en el medio, y siendo esta interconexión un derecho del consumidor.

2.4.3. PENETRACIÓN MÓVIL A NIVEL MUNDIAL

El mercado de la tecnología móvil muestra un vertiginoso ritmo de crecimiento. Se espera que el número de teléfonos móviles, actualmente 1.300 millones, alcance los 2.000 millones en el año 2007. Las mayores oportunidades de este mercado se presentan en China, cuyo mercado crece a un ritmo de 5 millones de nuevos clientes al mes, e India, que con una tasa de penetración del 1%, ofrece un mercado potencial de 1.000 millones de suscriptores. En el cuadro siguiente podemos observar los mayores mercados potenciales de telefonía móvil:

MERCADOS POTENCIALES DE TELEFONÍA MÓVIL

(En millones de móviles)

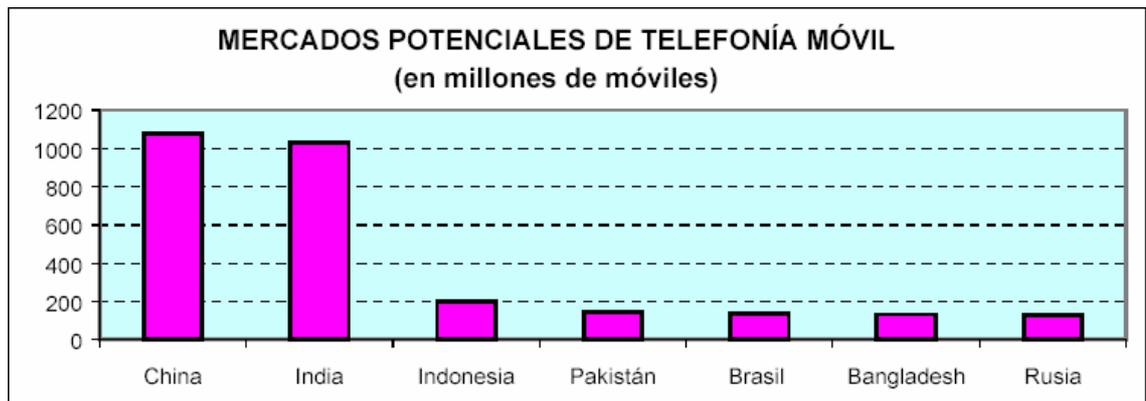


Gráfico 2.4.3.1. Mercados potenciales de telefonía móvil al 01/04/04

Durante el tercer trimestre de 2003, los fabricantes de terminales móviles han vendido 132,8 millones de unidades, un 22% más que en el mismo periodo de hace un año. Este crecimiento se debe a la sustitución de terminales en blanco y negro por modelos con cámaras y pantallas en color en los mercados más maduros y el rápido crecimiento en los países emergentes (como China e India). En cuanto a empresas, Nokia sigue encabezando las ventas del mercado aunque pierde ventaja respecto sus perseguidores; Siemens, Sony Ericsson, Motorola y Samsung Electronics.

El número de abonados a un teléfono móvil ha sobrepasado en el primer trimestre del año y por primera vez el número de habitantes en Suecia, con una tasa de penetración del 100,1%, según las estadísticas publicadas. Tras haber progresado un 10% respecto al pasado año, el número de abonados a un móvil ascendía a los 9,070 millones al final del primer trimestre de 2004, cuando la población del reino escandinavo es de 8,982 millones de habitantes.

En el Ecuador la empresa Nokia está expandiendo y modernizando la red GSM/EDGE de PORTA en Ecuador bajo un contrato de 77 millones de dólares. PORTA, con casi dos millones de subscriptores en todo Ecuador, y con servicio GSM a nivel nacional, incrementará su capacidad de red por un millón de subscriptores adicionales, permitiendo que Nokia continúe como el único proveedor de infraestructura GSM/EDGE para PORTA.

Bajo el contrato de expansión, Nokia está proporcionando una gama completa de equipo y servicios de infraestructura GSM/EDGE, que permitirán a PORTA expandir y modernizar su red aún más. La implementación será de forma progresiva desde ahora y se espera que la red esté en operación hacia finales del 2004.

La tecnología que Nokia y PORTA han introducido a Ecuador, es una de las redes con base en GSM/EDGE más avanzada en el continente americano, que permite una nueva era de servicios para los usuarios de telefonía celular en Ecuador. Esta tecnología le dará a los subscriptores el primer paso hacia la siguiente generación de servicios móviles de 3G.

Telefónica Móviles, empresa que gestiona los activos de telefonía móvil del Grupo Telefónica, ha alcanzado un acuerdo definitivo con BellSouth por el que ha llevado a cabo la adquisición del 100% de BellSouth Ecuador, una vez se han recibido las autorizaciones pertinentes de las autoridades ecuatorianas.

El importe de la adquisición del total de la compañía es de 833 millones de dólares. Con esta operación, Telefónica Móviles se convierte en el segundo operador del mercado ecuatoriano, con más de un millón de clientes a cierre del primer semestre de 2004. La compañía tiene una cuota estimada del 36% en un mercado de unos 13,2 millones de habitantes y una penetración estimada del 18%.

La adquisición de BellSouth Ecuador se produce al mismo tiempo que las compras de las operadoras de telefonía móvil de BellSouth en Guatemala y Panamá. La adquisición de las tres operadoras se ha realizado por un valor de empresa total de 1.665 millones de dólares.

Estas adquisiciones se enmarcan en el acuerdo alcanzado por el Grupo Telefónica y BellSouth el pasado 8 de marzo, por el que Telefónica Móviles adquirirá todos los activos de telefonía móvil de BellSouth en Latinoamérica, que al cierre del primer semestre sumaban unos 12,5 millones de clientes en diez países. La operación supone valorar el 100% de estas diez compañías (firm value) en 5.850 millones de dólares. Con esta operación, Telefónica Móviles es la segunda mayor multinacional de telefonía móvil del mundo, con más de 68 millones de clientes gestionados (datos de primer semestre de 2004) y la primera compañía del sector en Latinoamérica, con más de 47,5 millones de clientes gestionados.

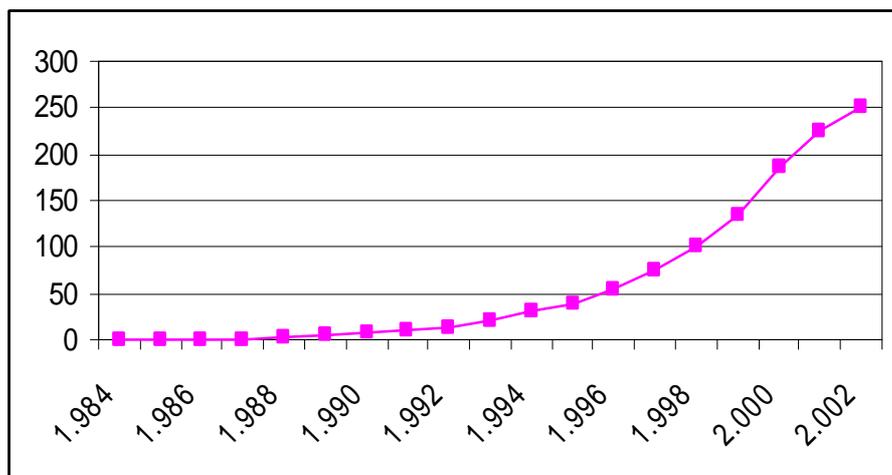


Gráfico 1.5.3.2. Evolución de líneas móviles en América (millones)

2.5. FUTURO DE LA TELEFONÍA MÓVIL

Lo que sigue en este momento es esperar a que los operadores ofrezcan los servicios de 3G, por ejemplo, en Japón ya están operando con las tecnologías de 3G, en Estados Unidos, ya empezaron a realizar pruebas del servicio 3G.

La batalla por las licencias de 3G de UMTS es otro asunto de gran importancia y varias son las compañías involucradas en obtener las valiosas licencias de telefonía móvil de tercera generación, tales como: Telecom Italia (Italia); Vodafone, Orange y BT Cellnet (Inglaterra); T-Mobil (Alemania), France Telecom (Francia); KPN Telecom (Holanda), NTT DoCoMo (Japón), etc. Las compañías que dominan mercados pequeños deberán aliarse con los grupos grandes.

A parte de las cantidades enormes de dinero que cuestan las licencias, hay que tomar en cuenta que las redes telefónicas de estos operadores son redes grandes y complejas, por lo que les tomará tiempo y grandes inversiones de capital para implementar la tecnología. Pero muchas de las ventajas de esas redes son que varias de ellas ya están ofreciendo servicios de datos, y prevalecerán aquellas empresas de telecomunicaciones que tengan la mayor experiencia en tecnologías inalámbricas y tomen ventaja de ello para las nuevas redes del futuro.

En este año hay más de 1150 Millones de usuarios móviles en el mundo, comparados con los 700 millones que hubo en el 2000. Dichas cifras nos anticipan un gran número de capital involucrado en la telefonía inalámbrica, lo que con más razón las compañías fabricantes de tecnología, así como los proveedores de servicios de telecomunicaciones estarán dispuestos a invertir su capital en esta nueva aventura llamada 3G.

Independientemente de cual tecnología en telefonía inalámbrica predomine, lo único que le interesa al usuario final es la calidad de voz, que no se bloqueen las llamadas y que en realidad se ofrezcan las velocidades prometidas. El tiempo y las fuerzas del mercado nos darán la razón.

2.5.1. 3G vs. Wi-Fi

Para saber lo que vendrá en el futuro con la telefonía móvil se realiza una comparación entre dos tecnologías que permitirán combinar los beneficios de los nuevos servicios multimedia, con la flexibilidad y movilidad del wireless. Para que este potencial se realice en forma plena son necesarias conexiones de acceso de banda ancha. Si bien hay consenso en este último punto, existe aún incertidumbre y desacuerdo acerca de cómo evolucionará el futuro internet móvil. Dos alternativas tecnológicas que marcan la evolución hacia esta próxima generación de servicios de Internet móvil son la tercera generación de móviles 3G y el Wi-Fi.

La 3G es una tecnología propia de proveedores de servicios móviles, y es la evolución y extensión natural de su modelo de negocio. En general, todos los servicios móviles son proporcionados por operadores que poseen y operan sus propias redes y venden servicios móviles a los usuarios finales, habitualmente sobre la base de una suscripción mensual. Para expandir el rango y capacidad de los servicios de datos, es por lo que se han desarrollado las tecnologías 3G. Estas pueden soportar tasas de entre 384 Kbps y 2Mbps, aunque se espera que en la práctica las ofertas comerciales estén en torno a los 100Kbps.

El Wi-Fi, por otra parte, es el nombre popular del estándar Ethernet 802.11b para redes de área local wireless (WLAN¹s) que operan utilizando espectro sin licencia en la banda de 2.4Ghz. La generación actual de WLANs soporta velocidades para datos de hasta 11 Mbps dentro de los 90 metros desde la estación base. Típicamente se despliegan para ofrecer conectividad en los últimos metros de las redes troncales corporativas, campus universitarios, etc. El equipo de la estación base es en general propiedad de la comunidad de usuarios finales y es operado por ésta como una parte más de la red corporativa, educativa o gubernamental.

El negocio de ofrecer servicios de Wi-Fi públicos sigue dando que hablar a pesar de que la evidencia muestra señales opuestas en cuanto a su estado actual y su futuro éxito.

¹ Wireless Local Area Networks

Las dudas se van despejando y las posiciones aclarando, especialmente porque el mercado ya ha dado parte veredicto: los hotspots están aquí y seguirán pero en sí mismos no son un negocio rentable.

Se asegura que en este año un 80 por ciento de empresas con WLAN expandieron sus redes a pesar de que típicamente sólo un 10 por ciento de los empleados las utilizan con frecuencia. Las ganancias en productividad y la entrada de nuevos segmentos están fomentando el uso de estas redes. Se estima que para el 2007 habrá más usuarios Wi-Fi en Estados Unidos, ya sean de pago o no, que usuarios de 3G, de pago, mediante tecnologías como EDGE, 1X, EV-DO o UMTS. Estas previsiones que suenan muy optimistas, ya que en el 2007 lo más probable es que todos los usuarios de las operadoras CDMA del país utilizarán 1X (tecnología 3G), que no significa que utilicen datos, la realidad es que el WLAN es un fenómeno actual que genera negocio para los fabricantes de equipos pero que difícilmente será un fuente de ingresos poderosa para los proveedores de servicio. Se calcula que los ingresos provenientes de ofrecer Wi-Fi público podrían alcanzar los 1.500 millones de dólares en total, lo que repartido entre AT&T Wireless, T-Mobile y algún operador pequeño que también ofrece servicio es un número relativamente pequeño en relación a lo que ingresan por concepto de las redes celulares. Por ello, los hotspots no dejan de ser un complemento y no un negocio en sí. Los fabricantes, por su parte, ven sus ingresos crecer por otro lado, en los mercados emergentes la penetración de las laptops es baja debido a que su precio es una barrera de entrada infranqueable. A diferencia de los teléfonos, los portátiles se venden completamente en solitario sin estar sujetos a un servicio, aunque lleven capacidades para conectarse inalámbricamente a diversas redes. Por este motivo no cuentan con subsidios y difícilmente un operador con una red Wi-Fi pública llevaría a cabo semejante práctica.

Ahora bien, los operadores están siempre buscando manera de diferenciarse de sus competidores y los Wi-Fi públicos pueden ser una solución para satisfacer necesidades del sector corporativo, por ejemplo. Los operadores que en América Latina lancen este tipo de redes deben tener claro que el negocio ya lo tienen y Wi-Fi es tan sólo un

añadido del que se pueden esperar efectos indirectos pero no fuertes sumas que compensen otras deficiencias del negocio.

Los aspectos en los que se podría decir que la red UMTS es superior a una red “todo-IP” alternativa que incluya radio WLAN serían: los servicios de tiempo real, la gestión de la movilidad, el control de llamadas, la seguridad, la cobertura global, el espectro con licencia y los terminales.

Siguiendo con el tema de multimedia, la red UMTS, con sus tecnologías acceso radio, está diseñada para proporcionar una cobertura celular global, además tiene el soporte complementario de la red GSM/GPRS en aquellas zonas donde las estaciones 3G haya desplegado. Las tecnologías WLAN, en cambio, están concebidas para una cobertura reducida, y no puede pensar en un servicio celular global haciendo uso de ellas. La cobertura WLAN, como ya se manifiesta actualidad, es dispersa y está construida a base de islas o hotspots, tales como aeropuertos, hoteles, centros de convenciones, cafés, etc. Finalmente, un gran inconveniente del acceso radio WLAN frente a los accesos radio presentes en la red UMTS es el hecho de que el espectro es licenciado y por tanto no tiene ninguna garantía o protección legal frente a interferencias (además de que calidad de servicio nunca se podrá asegurar al 100%). Todas estas limitaciones de una red con acceso WLAN frente a una red tradicional de telecomunicaciones se han visto contrastadas de alguna forma en el mercado, por el hecho de que ninguna oferta comercial basada exclusivamente en un servicio WLAN ha tenido éxito hasta ahora. De hecho, es ya una opinión generalizada que WLAN por sí solo no puede sostener un negocio de servicio público de comunicaciones y necesitaría el complemento de un operador móvil ya existente, con su marca, su red comercial y logística, su base de clientes y sus sistemas asociados de provisioning, autenticación, facturación, atención al cliente, etc.

Prácticamente se puede decir que el debate entre UMTS y WLAN como competidores ha finalizado, quedando claro que ambos pueden ser complementarios. En el futuro, los operadores móviles pueden decidir avanzar hacia un escenario de 3GPP superior, es decir, hacia un mayor grado de integración con WLAN, siempre que se añada valor para el cliente y se superen algunos de las incertidumbres actuales de estas tecnologías.

De hecho, desde el punto de vista técnico, el panorama más predecible para el futuro es aquel en que las redes o sistemas de comunicaciones serán multi-acceso, de forma que el usuario alcanzará los servicios a través del mejor acceso posible y se moverá transparentemente entre uno otro acceso (WLAN, UMTS, GPRS, WiMax, etc.)

Por otra parte, tal como se ha mencionado, una de las diferencias clave entre ambas tecnologías es el uso del espectro, y la creación de mercados secundarios favorecería tanto a una como otra. En el caso de la 3G, por la posibilidad de gestionar más flexiblemente los derechos de propiedad; para el Wi-Fi, porque permitiría el diseño de mecanismos más adecuados para solucionar los problemas de congestión. Por supuesto, para que se pudiera implantar este mecanismo en el espectro desregulado, serían necesarios cambios adicionales de política, que favorezcan un proceso de distribución de recursos basado en el mercado.

Probablemente las dos tecnologías tengan éxito en el mercado y es de esperar, por tanto, la coexistencia de diferentes alternativas de acceso wireless. Se espera que los proveedores 3G integren la tecnología Wi-Fi en sus redes comportándose, por tanto, como tecnologías complementarias en los mercados más importantes.

Al mismo tiempo se espera que el Wi-Fi ofrezca cierta competencia a la 3G, por los bajos costes de entrada asociados a la instalación de redes Wi-Fi. La amenaza de esta competencia Wi-Fi es beneficiosa en las perspectivas de futuro para la última milla, y fomentaría mayor adopción de redes Wi-Fi por parte de operadores 3G, quienes la utilizarían como una estrategia defensiva.

En el futuro cuando se propague las redes WiMax (Tecnología Inalámbrica de Área Amplia) conocido también como 802.16, también se propagará la telefonía IP, esto sucederá cuando se logre una cobertura de 50 kilómetros por antena, se podrán tener celulares con servicios WiMax incluidos, que puedan ser atendido por un "hotzone". Creemos que se tratará de celulares que funcionen sobre redes UMTS (la red celular 3G) o sobre una red WiMax si estás en un "hotzone". Hoy ya existen celulares que combinan voz sobre IP y GSM, y existen lugares de Europa donde desde un "hotspot" hablas bajo protocolo IP, y cuando sales de él, las llamadas se hacen por GSM de manera tradicional.

TECNOLOGIAS DE TERCERA GENERACION 3G

3.1. SERVICIOS Y CARACTERISTICAS.

3.1.1. SERVICIOS.

Las tecnologías de tercera generación deben brindar servicios que sean de mucha utilidad para los usuarios finales y de la misma manera cumplir con ciertos servicios. A continuación detallamos las más importantes:

- Una gama completa de servicios, de voz de banda estrecha a servicios multimedia de tiempo real y banda ancha.
- Apoyo para datos a alta velocidad para navegar por la world wide web, entregar información como noticias, tráfico y finanzas por técnicas de empuje y acceso remoto inalámbrico a Internet e Intranets.
- Roaming nacional e internacional.
- Servicios unificados de mensajes, tales como correo electrónico y multimedia
- Aplicaciones audio/vídeo de tiempo real, tales como videoconferencias interactivas, audio, música en formato mp3, aplicaciones de comercio electrónico móvil.
- Mayor capacidad y mejor eficiencia del espectro con respecto a los sistemas actuales.
- Transmisión de datos simétrica y asimétrica
- Capacidad de proveer servicios simultáneos a usuarios finales y terminales.
- Posibilidad de coexistencia e interconexión con servicios móviles por satélite.
- Apoyo para datos en paquetes de alta velocidad.
- Nuevos terminales portátiles y de tamaño de bolsillo apoyarán estas nuevas aplicaciones multimedia.

3.1.2. CARACTERISTICAS

- Capacidad de funcionar de forma itinerante a nivel mundial, es decir permitir a los usuarios disfrutar de los servicios 3G mientras se desplazan a través de las fronteras.
- Alta velocidad en transmisión de datos, hasta 144 Kb/s, velocidad de datos móviles (vehicular); hasta 384 Kb/s, velocidad de datos portátil (peatonal) y hasta 2 Mbps, velocidad de datos fijos (terminal estático).
- La mayor velocidad de transmisión permite a los usuarios, no sólo navegar más rápidamente en Internet, sino que además se puede visualizar, bajar e instalar aplicaciones basadas en una versión del lenguaje de programación JAVA denominada "KVM" diseñada para correr en procesadores de bajo poder; también hace posible visualizar imágenes, así como disfrutar de audio, video y transferir archivos.
- La posibilidad de desarrollar aplicaciones basadas en JAVA permite acceder, a través de los dispositivos móviles 3G, al protocolo SSL¹ que permite incrementar la seguridad de las transacciones en Internet.
- Ofrecen total compatibilidad con PCs y PDAs para intercambio de datos o la posibilidad de usarlos como un módem para computadoras portátiles
- Capacidad multimedia y una gran movilidad
- Portabilidad entre los varios ambientes UMTS (permitiendo el acceso a las redes UMTS terrestres y de satélite)
- Compatibilidad entre el sistema GSM y el UMTS, debiendo los terminales poseer "dual band" o funcionar en ambos los sistemas.

¹ Secure Sockets Layer

3.2. IMT-2000

3.2.1. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO IMT-2000

Las Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000) son la norma mundial para la tercera generación 3G de comunicaciones inalámbricas, definida por un conjunto de recomendaciones interdependientes de la UIT. Las IMT-2000 constituyen un marco para el acceso inalámbrico a escala mundial, ya que permiten conectar diversos sistemas de redes terrenales y/o por satélite. Las IMT-2000 aprovechan la unión potencial entre las tecnologías y sistemas móviles digitales de telecomunicaciones en favor de los sistemas fijo y móvil de acceso inalámbrico.

Las actividades que realiza la UIT en lo que concierne a las IMT-2000 abarcan la normalización internacional, lo que incluye las especificaciones de espectro de radiofrecuencias de carácter técnico para los componentes radioeléctrico y de red, las tarifas y la facturación, la asistencia técnica y los estudios sobre aspectos de reglamentación y política.

Las principales características de IMT-2000 son la compatibilidad con sistemas de comunicaciones basados en redes fijas, un alto grado de compatibilidad y estandarización a nivel mundial, alta calidad de comunicaciones, terminales pequeños con capacidad de ser usados en todo el mundo a través del roaming, capacidad de ofrecer servicios multimedia a los usuarios móviles y terminales que los soporten.

La tercera generación estará construida sobre una plataforma de tecnología digital que ofrecer un mayor ancho de banda, una mejor capacidad, velocidad y rango de información. El mercado global para los servicios móviles está pronosticado que crezca a 2400 millones en el 2015.

La finalidad de las IMT-2000 es alcanzar, por conducto de las actividades de normalización de la UIT, el objetivo de ofrecer a los clientes capacidades de itinerancia mundial y conectividad en todo momento y en todo lugar. Esa conectividad se

extenderá para abarcar la itinerancia en múltiples redes: fijas y móviles, sin cordón, celulares y de satélite. La introducción de una norma mundial única para la tercera generación permitirá hacer economías a escala masivas en la fabricación de equipos, y de ese modo pondrá las comunicaciones mundiales al alcance de todos los habitantes del planeta.

La intensificación de la competencia hará bajar las tarifas y la tecnología de tercera generación permitirá concebir nuevas funcionalidades, servicios y aplicaciones. El establecimiento de una norma inalámbrica única de tercera generación también aportará considerables beneficios a los países en desarrollo, y contribuirá al logro del objetivo de la UIT de superar las disparidades entre los países industrializados y en desarrollo en cuanto al acceso a las comunicaciones y la información.

En Europa, el ETSI¹ propuso la norma de tercera generación UMTS. UMTS es miembro de la familia global IMT-2000 del sistema de comunicaciones móviles de Tercera Generación de UIT.

Los organismos regionales de normalización ETSI (Europa), TIPI (EUA), ARIB (Japón) y TTA (Corea) trabajaron en propuestas separadas de la norma W-CDMA, estos entes regionales sumaron esfuerzos en el 3GPP², y hoy existe una norma conjunta W-CDMA.

Los objetivos primarios de la UIT para IMT-2000 son:

- La eficacia operacional, particularmente para los datos y servicios de multimedia,
- Flexibilidad y transparencia en la provisión de servicio global,

¹ Instituto Europeo de Telecomunicaciones

² Proyecto de Asociación 3G

- La tecnología conveniente para reducir la falta de telecomunicaciones, es decir ofrecer un costo accesible para millones de personas en el mundo que todavía no tienen teléfono.
- La incorporación de toda una variedad de sistemas.
- Alto grado de uniformidad de diseño a escala mundial.
- Alto nivel de calidad, comparable con la de una red fija.
- Utilización de una terminal de bolsillo a escala mundial.
- La conexión móvil-móvil y móvil-fijo.
- La prestación de servicios por más de una red en cualquier zona de cobertura.

Para rentabilizar al máximo las inversiones en los sistemas móviles actualmente en servicio o que se introducirán antes que IMT-2000, es conveniente determinar cómo pueden evolucionar hacia IMT-2000. Esto facilitaría también la introducción del propio IMT-2000 y permitiría reutilizar en mayor medida la infraestructura de la red, los conceptos de sistema y/o las tecnologías existentes.

Si bien es conveniente que los sistemas existentes puedan evolucionar hacia IMT-2000, la decisión de promover esta evolución, que tiene carácter político, deberá ser tomada en caso concreto por las Administraciones y los responsables de cada sistema o servicio particular. Para ayudar en la toma de decisiones, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, mediante el Grupo de Tareas Especiales 8/1 del Sector de Radiocomunicaciones, realiza estudios y elabora recomendaciones considerando la posibilidad de dar pasos que faciliten la evolución de los sistemas existentes antes que los del IMT-2000 o hacia ellos, sin comprometer las capacidades, los objetivos y la calidad de éstos.

La norma IMT-2000, compuesta por una espectacular serie de recomendaciones que culminaron una de las actividades de normalización más intensas y satisfactorias jamás emprendidas por la UIT, es la norma acordada mundialmente para la telefonía móvil de tercera generación 3G que servirá de plataforma universal para los servicios de Internet

móvil y de voz de tercera generación que se instalará en todo el mundo, y que se empezó por Japón a finales del 2001 y en Europa se lo hizo en el 2002.

La CMR-2000¹, reconoció la creciente importancia de los sistemas de comunicaciones móviles, no sólo para los usuarios de los saturadísimos mercados comerciales de los países desarrollados sino también para un número rápidamente creciente de usuarios de países en desarrollo en los cuales los sistemas celulares ayudan a saturar las deficiencias de los sistemas de acceso fijo, y atribuyó espectro adicional a los sistemas IMT-2000 en tres bandas mundiales armonizadas que utilizan atribuciones existentes a servicios móviles y móviles por satélite. Estas bandas comunes facilitarán la introducción de los servicios de tercera generación porque los operadores dispondrán de la máxima flexibilidad para adaptar sus redes a las actuales con los servicios IMT-2000 de banda ancha en función de las necesidades del mercado, y garantizarán la posibilidad de una itinerancia mundial para los terminales mundiales.

Además, la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT-2000) creó una nueva Comisión de Estudio Especial sobre las IMT-2000 y sistemas posteriores, a fin de abordar los aspectos más importantes de las redes IMT-2000 y de los futuros sistemas móviles. Esta Comisión de Estudio tratará de obtener una interconexión y un interfuncionamiento totales entre sistemas fijos, 2G y 3G, y examinará también otros temas relacionados con los servicios Internet inalámbricos, la convergencia entre redes móviles y fijas, la gestión de la movilidad, la funcionalidad multimedios móvil y la necesidad de mejorar las recomendaciones actuales para seguir el ritmo de la evolución de los sistemas móviles de la próxima generación

Entretanto, en el marco del nuevo proyecto IMT-2000 creado en el año 2000 bajo los auspicios del gabinete del Secretario General, se abordaron varios aspectos de los sistemas IMT-2000 que van más allá de los mandatos concretos de las Comisiones de Estudio del UIT-R (Aspectos relacionados con el acceso de Radio) y el UIT-T

¹ Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2000

(Aspectos relacionados con las Redes) o completan sus actividades. Estas actividades comprenden la facilitación de la circulación mundial de los terminales IMT-2000 por medio de un marco internacional reconocido elaborado en consulta con Miembros de la UIT y basado en criterios técnicos adoptados por el UIT-R y el UIT-T. Como se trata del primer sistema móvil celular concebido especialmente para la itinerancia mundial ininterrumpida, será fundamental para el éxito de las redes de tercera generación que los terminales IMT-2000 ofrezcan un funcionamiento coherente y fiable en cualquier lugar del mundo.

La UIT lleva la voz a este respecto, ya que facilita la creación de mecanismos eficaces que permiten la utilización internacional sin trabas de los terminales y armoniza las complejas exigencias de homologación nacionales y las normas sobre los límites de emisión. Gracias a las consultas con reguladores, fabricantes y empresas de explotación de todo el mundo, y aprovechando los fundamentos técnicos establecidos por las Comisiones de Estudio del UIT-R y el UIT-T, la UIT se dispuso de un marco para la circulación mundial.

Las bandas de frecuencias 1885 – 2025 MHz y 2110 – 2200 MHz, con el componente satelital limitado a 1980 – 2010 y 2170 – 2200 MHz, se encuentran actualmente identificadas en todo el mundo para la operación de las IMT-2000.

3.2.2. ASIGNACIÓN DEL ESPECTRO PARA IMT-2000

La asignación de espectro para IMT-2000 se realizó en la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones 1992, WARC 92, asignando 230 MHz en las bandas 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz.

IMT-2000 comprende también una componente satelital que facilitará los aspectos de roaming internacional, así como la obtención de comunicaciones en lugares donde no haya disponibilidad de sistemas terrestres, complementando las celdas Macro, micro y pico.

Debido al crecimiento de Internet, las Intranets, el correo, el comercio electrónico y los servicios de transmisión de imágenes y sonido; han elevado la demanda de servicios de banda ancha, teniéndose que incrementar los requerimientos de espectro para IMT-2000. La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (WRC-2000) celebrada en Estambul en el año 2000, proporcionó tres bandas extras quedando compuesto el espectro para IMT-2000 de la siguiente forma:

Componente terrenal:

806-960 MHz	WRC2000
1710-1885 MHz	WRC2000
1885-1980 MHz	WARC 92
2010-2025 MHz	WARC 92
2110-2200 MHz	WARC 92
2500-2690 MHz	WRC 2000

Componente Satelital:

1980-2010 MHz	WARC 92
2170-2200 MHz	WARC 92
2500-2520 MHz	WRC 2000
2670-2690 MHz	WRC 2000

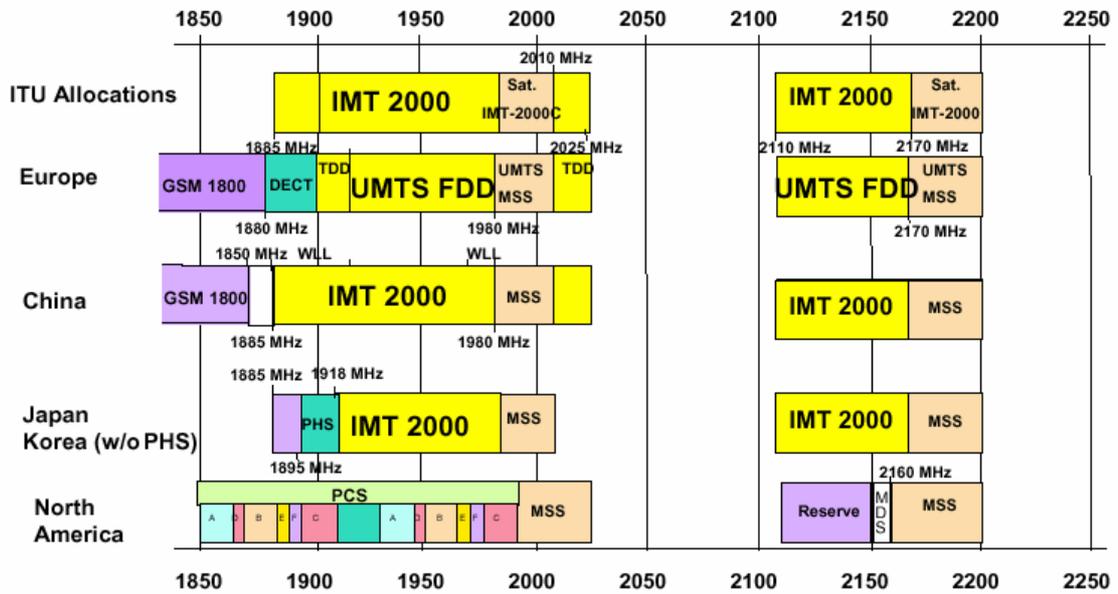


Figura 3.2.2.1. Asignación del espectro para IMT-2000

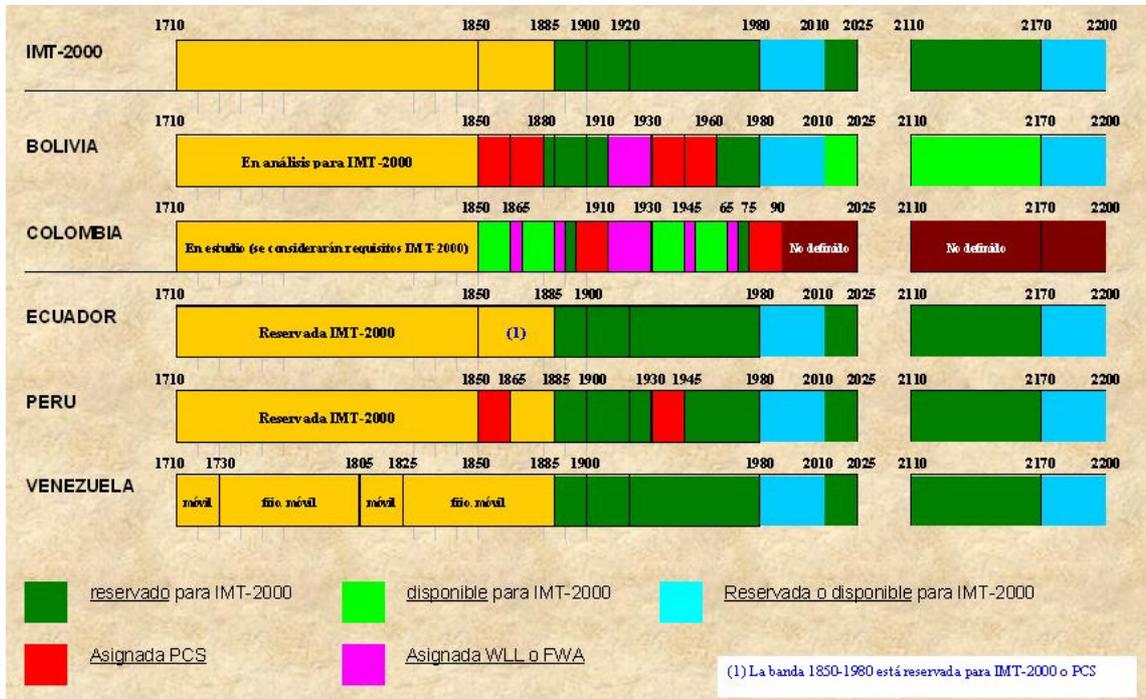


Figura 3.2.2.2. Situación de las bandas IMT-2000: 1710-2025 Mhz y 2110-2200 Mhz en los países andinos

3.2.3. INTERFASES DE AIRE IMT-2000

Uno de los elementos más importantes para la definición de las características operativas del IMT-2000, es la selección de la Tecnología de Transmisión y Radio (RTT), también denominada interfase de aire, parte del sistema que transporta una llamada entre la estación base o móvil y la terminación del usuario.

En 1998 la UIT denominó RTT ¹ a las tecnologías que harían de interfaz de aire entre las estaciones base y los terminales móviles. Las distintas interfaces propuestas ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones están basadas en CDMA que se acompañan de tres modalidades de operación, cada una de las cuales podría perfectamente funcionar sobre la red base de GSM (GSM-MAP) y sobre la red base CdmaOne (IS-41).

Las especificaciones técnicas de las RTT terrestres fueron aprobadas en la WRC-2000 y son:

- IMT-2000 CDMA Direct Spread (UTRA W-CDMA)
- IMT-2000 CDMA Multi-Carrier (CDMA-2000)
- IMT-2000 CDMA TDD (UTRA TD-CDMA)
- IMT-2000 TDMA Single-Carrier (UWC-136)
- IMT-2000 FDMA/TDMA (DECT).

¹ Radio Transmission Technology

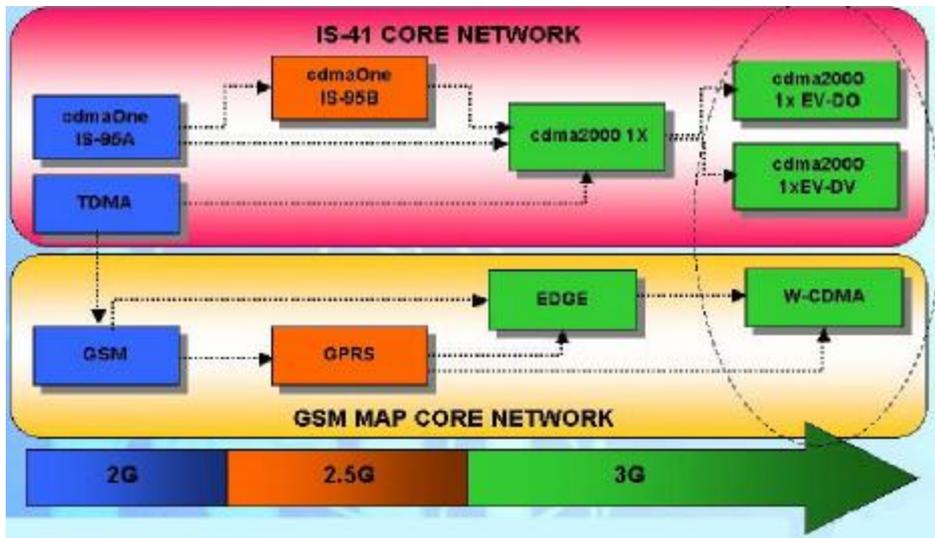


Figura 3.2.2.1 Evolución de los sistemas CDMA2000 y UMTS hacia 3G.

		1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
IMT-2000	3G									
Digital	2G									
Analógico	1G									
Desarrollo de 2G										
Fase de Transición										
Consolidación de IMT-2000										

Figura 3.2.2.2. Afianzamiento de las IMT-2000

3.3. TDMA

TDMA es una tecnología inalámbrica de segunda generación 2G que brinda servicios de alta calidad de voz y datos de conmutación de circuitos en las bandas más usadas del espectro, lo que incluye las de 850 y 1900 MHz, comprime las conversaciones (digitales), y las envía cada una utilizando la señal de radio por un tercio de tiempo solamente. La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser información binaria (unos y ceros). Debido a esta compresión, la tecnología TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utilice el mismo número de canales.

TDMA divide un único canal de frecuencia de radio en seis ranuras de tiempo. A cada persona que hace una llamada se le asigna una ranura de tiempo específica para la transmisión, lo que hace posible que varios usuarios utilicen un mismo canal simultáneamente sin interferir entre sí. Este diseño hace un uso eficiente del espectro y ofrece una capacidad tres veces mayor que la tecnología analógica o “AMPS”, que es de primera generación (1G).

Los operadores de TDMA pueden ofrecer hoy servicios de Tercera Generación (3G) desplegando una combinación de tecnologías GSM/GPRS, EDGE y/o UMTS (WCDMA), dependiendo de factores tales como los modelos de negocios del operador y las exigencias del mercado. La opción más elegida ha sido la de liberar capacidad en una red TDMA para una nueva red GSM/GPRS desplegando una red superpuesta en el espectro existente de un operador. Este enfoque significa que la red TDMA continúa atendiendo a los clientes, mientras que la nueva red superpuesta ofrece una amplia gama de innovadores servicios de datos, incluyendo mensajería multimedia (MMS), descarga de archivos, acceso al e-mail corporativo y navegación rápida por Internet. El despliegue de la red GSM/GPRS incluye la incorporación de infraestructura basada en el Protocolo de Internet (IP) para dar soporte a datos en paquetes. Dicha infraestructura constituye la base para la migración de los operadores

de TDMA hacia la 3G ya que es reutilizada en pasos de migración posteriores, como EDGE y UMTS/WCDMA. Cada paso en la migración de GSM hacia la 3G está coordinado por y cuenta con el soporte de grupos como el Proyecto Conjunto de Tercera Generación (3GPP), lo que asegura una migración fluida y costo-efectiva para los operadores de TDMA.

La norma del Equipo de Interoperabilidad GSM ANSI-136 (GAIT) compatibiliza las diferencias tecnológicas entre GSM y TDMA. Con los teléfonos GAIT que son una herramienta de transición clave para los operadores de TDMA que estén superponiendo sus redes con GSM/GPRS, permitiéndoles ofrecer servicios de datos de tercera generación (3G), como descarga de grandes archivos, streaming de video y navegación rápida por Internet. Durante esta transición, se despliega las nuevas redes GSM/GPRS junto con la red TDMA en el espectro existente del operador, disponibles hoy, los clientes pueden efectuar una conmutación automática entre redes GSM y TDMA dentro de múltiples bandas, dependiendo de factores tales como la cobertura. De este modo, los clientes del servicio GSM ofrecido por un operador de TDMA pueden utilizar sus teléfonos en una mayor cantidad de áreas de cobertura

Los costos al crear una red se deben principalmente al costo de construir nuevos sitios de celulares. Generalmente, los sitios pueden representar entre un 70 y 80 por ciento de los costos del sistema de apoyo (BSS, Sistema de Estación Base). GSM/GPRS/EDGE es económico porque EDGE se puede instalar en sitios ya existentes. Sólo cerca del 7 al 10 por ciento del GSM acumulativo total, más el costo de EDGE BSS se gastaría en la capacidad EDGE. Los costos se pueden mantener bajos porque la mejora de GSM/GPRS a EDGE normalmente se puede lograr siguiendo los procedimientos estándar del operario, para el despliegue de transmisores-receptores de expansión y la implementación de un nuevo software del sistema BSS puesto en el mercado.

Más allá de EDGE, una Red de Acceso de Radio UMTS se vuelve un poco más costosa para los operarios, debido a que requiere de un nuevo espectro, un trabajo significativo en el sitio y un equipo nuevo de estación base UMTS.

En un futuro, los operarios TDMA que escogieron los súper posicionamientos GSM pueden retirar el equipo TDMA eventual y lentamente, para evitar el mantenimiento paralelo de dos sistemas en una banda de espectro dividida. Sin embargo, para minimizar problemas con los clientes que pagan por el sistema 2G, esto no se logrará de un momento a otro, y realmente tomará muchos años en suceder. A medida que el camino evolutivo de la tecnología TDMA continúa alineándose de cerca con GSM, los servicios globales realmente basados en tecnologías TDMA comenzarán a surgir.

TDMA también puede migrar a CDMA2000, ya que ésta es desplegada en las bandas de 450 MHz, 800 MHz, 1900 MHz y 2.1 GHz.

Para experimentar los beneficios de la tecnología 3G, un operador de TDMA sólo tiene que migrar una vez a CDMA2000. Sin embargo, un operador que elija migrar de TDMA a GSM/GPRS, luego posiblemente a EDGE, luego a WCDMA, deberá pasar por dos revisiones completas de la red.

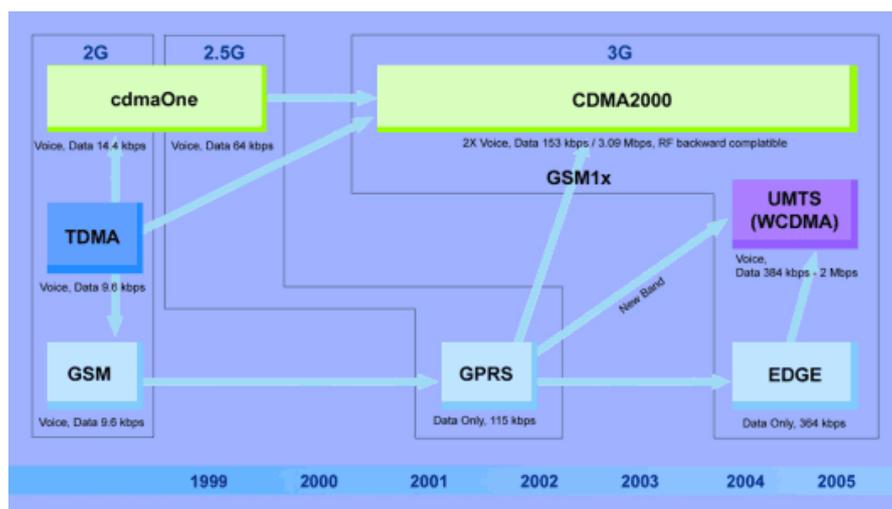


Figura 3.3.1. Migración de TDMA a distintas tecnologías

3.4. CDMA

CDMA es un término genérico que define una interfaz de aire inalámbrica basada en la tecnología de espectro extendido (spread spectrum). Para telefonía celular, CDMA es una técnica de acceso múltiple especificada por la TIA (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones) como IS-95.

Los sistemas IS-95 dividen el espectro en portadoras de 1.25 MHz. Uno de los aspectos únicos de CDMA es que a pesar de que existe un número fijo de llamadas telefónicas que pueden manipularse por parte de un proveedor de servicios de telefonía (carrier), este no es un número fijo. La capacidad del sistema dependerá de muchos factores.

Cada dispositivo que utiliza CDMA está programado con un pseudocódigo, el cual se usa para extender una señal de baja potencia sobre un espectro de frecuencias amplio. La estación base utiliza el mismo código en forma invertida (los ceros son unos y los unos son ceros) para desextender y reconstruir la señal original. Los otros códigos permanecen extendidos, distinguibles del ruido de fondo.

Hoy en día existen muchas variantes, pero el CDMA original se conoce como cdmaOne bajo una marca registrada de Qualcomm. A CDMA se le caracteriza por su alta capacidad de celdas y de radio pequeño, que emplea espectro extendido y un esquema de CDMA.

CDMA está alterando la cara del celular y comunicación de PCS por:

- Mejorando el tráfico del teléfono, significativamente su capacidad.
- Mejorando la calidad de la voz y eliminando los efectos audibles.
- Reduciendo la incidencia de llamadas dejadas caer.
- El mecanismo de transporte fiable proporcionando para los datos las comunicaciones, como el facsímil y tráfico del Internet.

- Reduciendo el número de sitios necesitado para apoyar cualquier cantidad dada de tráfico.
- Reduciendo el despliegue y operando los costos porque menos sitios celulares se necesitan.
- Reduciendo el poder promedio transmitido.
- La interferencia reduciendo a otros dispositivos electrónicos.
- Reduciendo los riesgos de salud potenciales.

La tecnología CDMA constituyó un fuerte elemento impulsor de los sistemas 2G en el momento de su aparición a principios de la década de los 90. Actualmente, en el desarrollo de los sistemas 3G, CDMA vuelve a presentar un papel preponderante, esta vez en versión de banda ancha o W-CDMA¹. De hecho, esta tecnología aparece en la mayor parte de las propuestas presentadas a la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), relativas a interfaz de radio para la tercera generación.

Los sistemas CDMA convencionales están basados en técnicas de espectro esparcido (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 se recompone para obtener la señal inicial que se deseaba transmitir. De esta forma, se puede obtener una serie de enlaces que utilizan la misma banda de frecuencia simultáneamente sin que se generen interferencias.

CDMA es una tecnología de acceso múltiple, lo que significa que puede dar soporte a varios usuarios de forma simultánea. Se utiliza el concepto de canal, que se define como una porción del espectro que se asigna, en un momento determinado, a una tarea

¹ Wideband CDMA

específica, como puede ser, por ejemplo, una llamada telefónica. De esta manera, el acceso múltiple significa que un número de usuarios suficientemente elevado comparte un mismo conjunto de canales de modo que cualquier usuario puede acceder a cualquier canal sin que existan asignaciones predeterminadas entre usuarios y canales. Se tiene, entonces, un sistema de acceso basado en acceso múltiple cuando se define la forma en que el espectro se divide en canales, así como el mecanismo mediante el cual se genera la asignación dinámica entre los canales y los usuarios del sistema.

Los diferentes tipos de sistemas celulares existentes utilizan diversos métodos de acceso múltiple. En concreto, en CDMA se emplea un sistema basado en códigos digitales para diferenciar a los usuarios. La señal de usuario se esparce a una velocidad de 1,2288 Mbps (proceso conocido como "bit rate" o "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 relación entre la velocidad de esparcimiento o "spread" de la señal ("spreading rate" o "chip rate") y la velocidad inicial (la velocidad que había antes de que se iniciase el proceso de "spreading") se conoce como ganancia de procesamiento o de codificación, una ganancia que permite que la señal pueda ser extraída del ruido asociado a la transmisión (el conjunto de señales espúreas). La ganancia de codificación constituye un factor de elevada importancia en el contexto de WCDMA debido a que las señales sufren elevados niveles de interferencias y ruido procedentes de otros usuarios, tanto en la misma célula como en las adyacentes.

Para adaptarse a los requerimientos de los sistemas 3G es preciso conseguir una velocidad de esparcimiento o "spreading rate" considerablemente más elevada que las actuales, de forma que se pueda conseguir una mayor velocidad de transmisión y una mayor capacidad. Este "spreading rate" más elevado genera una mayor ganancia de codificación, lo cual proporciona una mayor inmunidad ante las interferencias.

La distribución celular y la reutilización de frecuencias son dos conceptos estrechamente relacionados con esta tecnología, el objetivo es realizar una subdivisión en un número importante de células para cubrir grandes áreas de servicio. En los sistemas basados en la subdivisión celular (típicamente células hexagonales) y en el principio de reutilización de frecuencias, el nivel de prestaciones depende de modo crítico, del control de la interferencia mutua debida a la reutilización de frecuencias.

En lo que concierne al concepto de reutilización, aunque hay cientos de canales disponibles, si cada frecuencia fuera asignada a una sola célula, la capacidad total del sistema sería igual al número total de canales en base al concepto de probabilidad de Erlang, lo cual originaría que el sistema pudiera albergar solamente a unos pocos miles de abonados. Mediante la reutilización de canales en un gran número de células, el sistema puede crecer sin límites geográficos. Desde un punto de vista de distribución celular, la tecnología CDMA se puede contemplar como una superación de la tradicional subdivisión celular hexagonal.

Esta técnica se basa en esparcir el espectro de frecuencias de una señal en un ancho de banda mayor que el mínimo necesario para la transmisión a lo largo de toda la transmisión, es decir, las frecuencias que componen la señal viajan esparcidas a lo largo de todo el enlace con lo cual se consigue camuflar la señal.

Al llegar al receptor la señal se recompone, es decir, las frecuencias se “juntan otra vez” para obtener la señal inicial que ha partido del emisor. De esta forma, se pueden obtener una serie de enlaces que utilizan la misma banda de frecuencia simultáneamente sin que se produzcan interferencias. La técnica de Spread Spectrum presenta dos modalidades: frequency hopping (FH) o salto de frecuencia y Direct Sequence (DS) o secuencia directa.

El salto de frecuencia se puede describir en términos de que la señal se esparce transmitiendo una ráfaga corta en una frecuencia para, a continuación, saltar a otra frecuencia emitiendo otra ráfaga corta y así sucesivamente. Direct Sequence se puede

describir en términos de que utiliza una secuencia de códigos de alta velocidad conjuntamente con la información básica que se quiere transmitir: esta secuencia se utiliza directamente para modular la portadora de radiofrecuencia (de ahí el nombre de Direct Sequence). En este esquema de secuencia directa cada símbolo (grupo de bits) se multiplica por un código de esparcimiento/spreading llamado secuencia de chip de forma que la banda de frecuencias de la señal se aumenta. La razón entre el número de chips por bit, que se conoce como la relación de spreading, constituye un factor de gran importancia para evaluar la resistencia de la señal ante interferencias. CDMA utiliza el esquema de secuencia directa.

3.4.1. VENTAJAS

- Información paquetizada; las redes basadas en CDMA están construidas con protocolos basados en IP (Internet protocol; protocolo de Internet). El estándar cdmaOne ya incorpora en sus terminales los protocolos TCP/IP¹ y PPP (Protocolo Punto a Punto).
- Seguridad y privacidad; CDMA virtualmente elimina la clonación de dispositivos y es muy difícil capturar y descifrar una señal.
- No requiere de un ecualizador. Basta con el correlacionador.
- Sólo se requiere un radio por célula.
- Como todas las células utilizan las mismas frecuencias, no hay necesidad de hacer cambio de frecuencias en el handoff (hard/handoff). Sólo hay que hacer cambio de códigos.
- Al sectorizar, por lo menos en teoría, se obtiene un incremento de la capacidad.
- La transición es más fácil. En CDMA se utiliza un ancho de banda de 1.25 MHz, el cual es equivalente al 10% del ancho de banda asignado a las compañías celulares, por lo que se puede hacer una transición lenta y adecuada.
- No se requiere gestión ni asignación de frecuencias.
- El efecto de adicionar un usuario extra sobre la calidad se distribuye entre todos los usuarios.
- Puede coexistir con sistemas análogos.
- Mejora la calidad de transmisión de voz y eliminación de los efectos audibles de fading (atenuación) multitrayecto.
- Reducción del número de lugares necesarios para soportar cualquier nivel de tráfico telefónico.
- Simplificación de la selección de lugares.

¹ Protocolo de control de Transmisión/Protocolo de Internet

- Disminución de las necesidades en despliegue y costos de funcionamiento debido a que se necesitan muy pocas ubicaciones de celda.
- Reducción de la interferencia con otros sistemas
- Bajo consumo de energía lo cual ofrece más tiempo de conversación y permitirá baterías más pequeñas y livianas.
- En una celda congestionada, la potencia de las terminales se elevaría creando una interferencia mutua. En el margen, las transmisiones de alta potencia inundarían las celdas vecinas donde estas podrían ser tomadas por la radio base adyacente. En una celda de poca densidad, la potencia es tan baja que la celda se reduce efectivamente, transmitiendo sin interferencia hacia las celdas vecinas y mejorando el desempeño de las mismas.
- Amplia cobertura con pocas celdas; la señal de espectro extendido de CDMA provee gran cobertura en la industria inalámbrica, por lo que permite a los carriers la instalación de menos celdas para cubrir una área mas extensa. Pocas celdas significan para los carriers mucho ahorro en infraestructura de radio-bases.
- Dependiendo de la carga del sistema y de la interferencia, la reducción de celdas es 50 por ciento menor en CDMA que en sistemas como GSM (Sistema Global para comunicaciones Móviles). Es preciso notar que la reducción de celdas solo es valida para operadores que empezaron desde un principio con CDMA. Operadores que utilizan sistemas analógicos o basados en otras tecnologías deberán redistribuir las celdas CDMA en las celdas ya existentes.
- Pocas llamadas Caídas; la transferencia de celdas (handoff) de CDMA, método para transferir llamadas entre celdas, reduce el riesgo de interrumpirlas durante una transferencia. El proceso conocido como transferencia suave o transparente (soft handoff) entre celdas conduce a pocas llamadas caídas, ya que dos o tres celdas siempre monitorean la llamada. La transferencia entre celdas es

transparente a los usuarios debido a que como, estos utilizan el mismo espectro, es más fácil moverse de una celda a otra sin que el suscriptor lo advierta.

- Ancho de banda en demanda; el canal de 1.25 MHz de CDMA provee un recurso común a las terminales en un sistema de acuerdo con sus propias necesidades, como voz, fax datos u otras aplicaciones. En un tiempo dado, la porción de este ancho de banda que no utilice una terminal estará disponible para otro usuario. Debido a que CDMA utiliza una porción grande de espectro repartida entre varios usuarios, provee flexibilidad en el ancho de banda para permitir servicios en demanda.

3.5. CDMA2000

Al seleccionar una solución 3G. Hay un número importante de consideraciones a tener en cuenta tanto para reguladores como para operadores, que incluyen disponibilidad, costo y flexibilidad de la tecnología, así como la capacidad de potenciar las inversiones en redes y espectro existentes.

Además de ofrecer un sólido desempeño comercial y tecnológico, CDMA2000 aprovecha las inversiones y la experiencia existentes en CDMA ofreciendo una inmejorable relación costo-beneficio.

CDMA2000 se posiciona excepcionalmente para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo por ofrecer el doble de capacidad respecto a los sistemas CDMA, y tasas de transmisión de datos a 153 kbps. De este modo, los operadores pueden potenciar sus inversiones en redes y espectro existentes a 3G, en un solo paso. De hecho, a muchos operadores alrededor del mundo les resulta más efectivo actualizar su sistema inalámbrico actual con CDMA2000, que implementar un nuevo sistema que requiera infraestructura y terminales que no son compatibles con los existentes.

CDMA2000 proporciona a los operadores la flexibilidad necesaria para ofrecer servicios 3G, independientemente de la tecnología elegida o la banda de frecuencias. Debido a la compatibilidad entre las redes CDMA2000 y CDMA, CDMA2000 proporciona el camino más accesible, rápido y efectivo respecto de los costos hacia los servicios 3G, opera en distintas frecuencias como son 450, 800, 1.700 y 1.900 Mhz.

Mientras muchos países desarrollados gozan de acceso a Internet de banda ancha, esto no ha ocurrido en muchos países en desarrollo, que todavía están buscando soluciones económicas tanto para servicios básicos de voz como para datos de alta velocidad. Ya hemos mencionado que CDMA 2000 1X ofrece tanto servicios básicos de voz como de datos a 153 Kbps, pero existe también la modalidad especializada para datos CDMA2000 1xEV-DO (Optimizado de Datos), que proporciona tasas de transmisión de hasta 2,4 Mbps. CDMA2000 1xEV-DO permite tener acceso a las aplicaciones de datos

de alta velocidad al menor costo por Megabyte, puesto que es comparable con los servicios DSL o por cable, que son lo suficientemente rápidos como para soportar exigentes aplicaciones, como el video streaming y la descarga de archivos. Los dispositivos CDMA2000 1xEV-DO proporcionan paquetes de conexiones de datos "always-on" (siempre activos) que ayudan a simplificar el acceso inalámbrico, y a hacerlo mas rápido y mas útil que nunca.

Una gran variedad de chip sets, teléfonos e infraestructura de sistemas CDMA2000 se producen, ingresando en economías de escala a medida que los operadores lanzan sus servicios 3G en todo el mundo. CDMA2000 está posicionado en forma única para ofrecer un camino efectivo respecto de los costos para los servicios 3G para los operadores en todo el mundo, permitiendo que ofrezcan de manera eficiente servicios útiles para los consumidores.

CDMA2000 es una de las cinco interfaces de aire aprobados por la UIT para IMT-2000. La norma CDMA2000 fue diseñada con una filosofía de independencia de espectro para permitir la migración de sistemas celulares a tercera generación (3G).

La evolución a CDMA2000 es una migración flexible que ofrece a los operadores diversas opciones para personalizar sus redes de acuerdo con la demanda del mercado y sus objetivos comerciales. Hoy en día. CDMA2000 1X está siendo ampliamente desplegado. La norma permite la entrega de datos a velocidades de hasta 307 Kbps. Algunos operadores con redes CDMA2000 1X están implementando el siguiente paso en la evolución CDMA2000 1xEV-DV (Datos y Voz), la cual ofrecerá velocidades pico de hasta 4.8 Mbps con voz y datos en un solo canal.

CDMA2000 está a la vanguardia en el despliegue 3G de hoy en día y su expansión en el futuro, donde nuestro país y el continente constituyen una región de crecimiento sólido. La eficiencia espectral permite a los operadores cumplir con las increíbles demandas de las comunicaciones inalámbricas y soluciones de roaming mundial. También ofrece una evolución transparente a servicios de tercera generación para operadores TDMA y

CDMA a la vez que preserva las inversiones en infraestructura existentes reduciendo a un mínimo la inversión de capital, siendo una plataforma ideal sobre la cual introducir servicios avanzados.

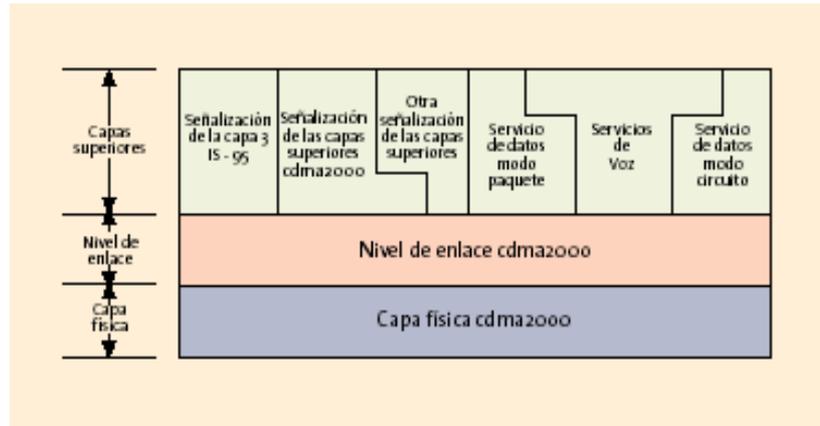


Figura 3.5.1. Arquitectura de capas de CDMA2000

El crecimiento fenomenal del número de usuarios de CDMA se puede atribuir al rápido despliegue de redes CDMA2000 en todo el mundo, a la disponibilidad de una amplia gama de aparatos en toda la gama de precios, y a la alta demanda por los servicios avanzados de datos que ofrecen los operadores de CDMA2000, 89 operadores en 45 países usan hoy CDMA2000, y hay 36 inauguraciones más programadas para este año.

CDMA2000 identifica la norma TIA (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones) para tecnología de tercera generación, que es un resultado evolutivo de cdmaOne, el cual ofrece a los operadores que han desplegado un sistema cdmaOne de segunda generación, una migración transparente que respalda económicamente la actualización a las características y servicios 3G, dentro de las asignaciones del espectro actual, tanto para los operadores celulares como los de PCS.

A fin de facilitar la migración de cdmaOne a las capacidades de CDMA2000, ofreciendo características avanzadas en el mercado de una manera flexible y oportuna, su implementación se ha dividido en dos fases evolutivas:

Fase I: Las capacidades de la primera fase se han definido en una norma conocida como 1XRTT. La TIA ha publicado el estándar CDMA2000 1X (IS-2000). El nombre de 1X procede del término técnico 1XRTT, que hace referencia a la implantación del CDMA2000 dentro de la banda actual de 1,25 MHz del espectro. 1X significa una vez 1,25 MHz y RTT, tecnología de transmisión por radio (Radio Transmission Technology). 1X se puede implantar en las asignaciones nuevas o actuales del espectro.

La publicación de la 1XRTT se hizo en el primer trimestre de 1999. Esta norma introduce datos en paquetes a 144 Kbps en un entorno móvil y a mayor velocidad en un entorno fijo. Las características disponibles con 1XRTT representan un incremento doble, tanto en la capacidad para voz como en el tiempo de operación en espera, así como una capacidad de datos de más de 300 Kbps y servicios avanzados de datos en paquetes. Adicionalmente extiende considerablemente la duración de la pila y contiene una tecnología mejorada en el modo inactivo. Se ofrecen todas estas capacidades en un canal existente de 1.25 MHz de cdmaOne.

Fase II: La evolución de cdmaOne, hasta llegar a las capacidades completas de CDMA2000, continuará en la segunda fase e incorporará las capacidades de 1XRTT, apoyará canales de todos los tamaños (5 MHz, 10 MHz, etc.), proporcionará velocidad de circuitos y datos en paquete de hasta 2 Mbps, incorporará capacidades avanzadas de multimedia e incluirá una estructura para los servicios de voz y codificadores de voz 3G, entre los que figuran los datos de paquetes de "voice over" y de circuitos.

CDMA2000 1X puede duplicar la capacidad de voz de las redes cdmaOne y suministra velocidades de transmisión de datos por paquetes de 153 kbps y de 307 kbps en sus distintas versiones en contextos móviles. CDMA2000 continúa evolucionando para seguir satisfaciendo las futuras demandas del mercado inalámbrico. CDMA2000 1xEV-

DO y CDMA2000 1xEV-DV proporcionarán canales optimizados para transmisión de datos, ofreciendo de este modo velocidades sensiblemente superiores a los 2 Mbps.



- Voz
- Datos hasta 14.4 kbps

- Voz
- Datos hasta 115 kbps

- Duplicación de la capacidad de voz
- Paquete de datos hasta 307 kbps* en una sola portadora (1.25 MHz)
- Primer sistema 3G a nivel mundial

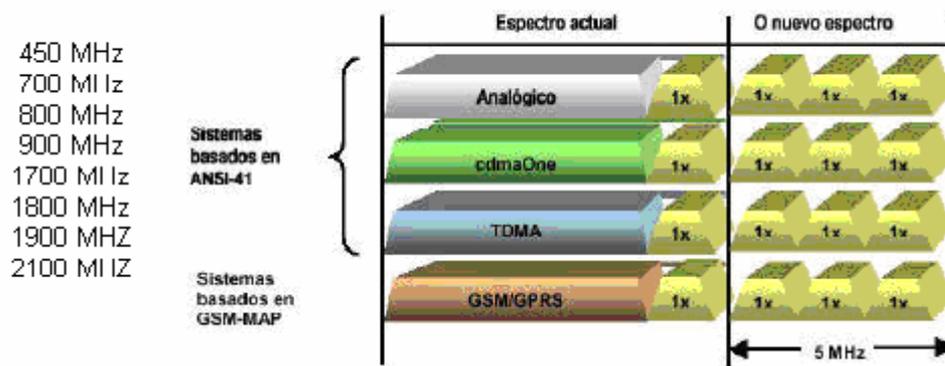
- Optimizado, muy altas velocidades de transmisión de datos (1xEV-DO)
- Paquete de datos hasta 2.4 Mbps en una sola portadora (1.25 MHz)
- Voz y datos integrados (1xEV-DV); hasta 3.09 Mbps

Figura 3.5.2. Evolución de CDMA

CDMA2000 es sumamente atractivo para los operadores TDMA por cuanto éstos ya usan la misma red núcleo que los operadores cdmaOne (el estándar ANSI-41). Para los operadores GSM, el estándar CDMA-MC a GSM MAP (IS-833) define la forma en que la interfase aérea CDMA2000 puede operar en la red GSM MAP, permitiendo de esta forma un enfoque económico y técnicamente factible para ofrecer servicios 3G de manera rápida. Además de las aplicaciones móviles, CDMA2000 puede también ser desplegado en un entorno fijo.

CDMA2000 está diseñado para operar en todas las bandas de espectro atribuidas para los servicios de telecomunicaciones inalámbricos, incluyendo las bandas analógicas, celulares, de PCS y las de IMT-2000. Más aún, CDMA2000 posibilita la prestación de

servicios 3G haciendo uso de una cantidad muy pequeña de espectro (1.25 MHz por portadora), protegiendo de esta forma este recurso para los operadores.



- 450 MHz • 1700 MHz
- 700 MHz • 1800 MHz
- 800 MHz • 1900 MHz
- 900 MHz • 2100 MHz

Figura 3.5.3. Espectro de CDMA2000

3.5.1. CDMA2000 1x EV-DO y 1xEV-DV

A mediados del año anterior, más de 112 millones de personas de todos los continentes utilizaban tecnologías CDMA2000 para realizar llamadas de voz o acceder a Internet y a servicios de datos avanzados.

CDMA2000, en su calidad de primera tecnología IMT-2000 instalada que ofrece servicios inalámbricos de banda ancha, constituye un buen cimiento para comenzar a considerar las promesas de las comunicaciones móviles de tercera generación (3G). Principalmente la de ofrecer servicios de voz y de datos con un nivel sin precedentes y a los que cualquier persona puede recurrir en cualquier momento y lugar.

En la actualidad hay más de 98 redes que ofrecen servicios comerciales 3G CDMA2000 a más de 112'6 millones de clientes en 46 países alrededor del mundo. En el 2008 esta tecnología contará con 290 millones de usuarios. De ese número, se prevé que 121 millones se abonarán a tecnologías inalámbricas de banda ancha CDMA2000.

América Latina y el Caribe son las regiones que poseen el mayor número de redes CDMA2000. La utilización de CDMA2000 también se está ampliando a los mercados más importantes del mundo China e India y se está extendiendo en Europa. CDMA2000 1X y su versión optimizada de banda ancha, 1xEV-DO, soportan los servicios de datos más avanzados del mercado móvil actual.

CDMA2000 1xEV-DO, con su caudal medio de 300 a 600 Kbit/s y sus velocidades de datos de cresta de 2.4 Mbit/s, permite a las operadoras ofrecer servicios multimedia innovadores y acceso de banda ancha a Internet

Uno de los servicios más comunes que ofrecen las operadoras de CDMA2000 en sus redes 1X y 1xEV-DO es el servicio push to talk el cual permite a los usuarios entrar en comunicación inmediata con una o más personas.

Se prevé que este servicio impulse el uso de los medios móviles y genere una diversificación de las prestaciones basadas en dicho servicio, como la conferencia instantánea y la mensajería de voz instantánea. Este servicio tiene un gran potencial

tanto para los usuarios particulares como para las empresas y puede utilizarse con fines de seguridad pública y para uso estatal.

cdmaOne		CDMA2000		
IS-95A	IS-95B	CDMA2000 1X	CDMA2000 1xEV Phase 1: DO	CDMA2000 1xEV Phase 2: DV
Voice Packet Data 9.6/14.4 Kbps	Voice Packet Data 64 Kbps	2*Voice Capacity Packet Core Net Average 144	CDMA2000 1xEV Data Only Overlay Average: 600	2* Voice Capacity Multi-service Average: 600 Kbps
Commercial by 1995	Commercial by 1998 - 1999	Commercial by 2000 - 2001	Commercial by 2001- 2002	Commercial by 2002 - 2003

Figura 3.5.1.1. Evolución de CdmaOne

3.6. GSM

3.6.1. Introducción

A principios de los años 80's existían seis sistemas analógicos (incompatibles entre ellos) en Europa occidental, al permitir la interoperabilidad entre ellos y ser incompatibles, no era posible el servicio de roaming entre países europeos. Con el crecimiento del mercado común europeo y de la integración económica de Europa, se hizo importante contar, entre otras cosas, con un sistema de telefonía común, y por lo tanto compatible, y con servicios como el roaming entre países de Europa.

En 1982 la CEPT¹ formó un comité conocido como Groupe Special Mobile, cuyo nombre fue cambiado posteriormente a Global System for Mobile Communications- Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), el objetivo de este comité era definir un sistema de comunicaciones móviles que pudiera ser introducido en toda Europa en los años 90's. Esta iniciativa le dio a la industria Europea de comunicaciones móviles un mercado local de 300 millones de suscriptores, aunque al mismo tiempo le planteó un reto tecnológico significativo.

Los primeros años de GSM se enfocaron principalmente a la selección de las técnicas de radio para la interfaz aérea. En 1986 se llevaron a cabo, en París, pruebas de campo de diversos sistemas propuestos para la interfaz aérea de GSM. Se establecieron criterios (en orden de importancia) para valorar a los sistemas candidatos. Algunos de los criterios que debería cumplir el sistema candidato eran:

- Eficiencia espectral.
- Calidad de voz subjetiva.
- Costo del móvil.

¹ Conference European Postal Telephone and Telegraph

- Viabilidad de la unidad móvil.
- Costo de la Radio Base o Estación Base.
- Habilidad de soportar nuevos servicios.
- Coexistencia con sistemas existentes.

El desempeño de un sistema de radio comunicación celular depende principalmente de la interferencia co-canal y en los sistemas digitales, a diferencia de los sistemas analógicos, es posible alcanzar una buena calidad de voz con niveles bastante altos de interferencia co-canal. Después de un considerable debate sobre la técnica de acceso múltiple más adecuada (FDMA, TDMA o CDMA), la decisión final, tomada en 1987, fue la de adoptar TDMA para GSM. En 1989 la responsabilidad de generar especificaciones para GSM fue transferida a de la CEPT al ETSI¹. Las especificaciones para GSM fase 1 se completaron en 1990 y se dividen en 12 grupos de recomendaciones, los cuales cubren los distintos aspectos del sistema GSM. GSM fase 1 es una versión del estándar GSM que soporta únicamente una parte de los servicios que originalmente se planearon para GSM.

GSM fase 2 es la versión completa del Standard GSM. La principal diferencia con GSM fase 1 es que tiene un buen número de servicios suplementarios. Sin embargo, después de una revisión detallada, se encuentra también que el protocolo de señalización MAP (Mobile Application Part) y el protocolo entre la unidad móvil (Mobile Station, MS) y la infraestructura han sido modificados en varias áreas. Las actividades de GSM fase 2+ están organizadas como un conjunto de actividades independientes, de tal manera que cada una de ellas podría ser introducida con consecuencias mínimas o sin repercusiones sobre las otras. Se han identificado más de 80 tareas en SMG (Special Mobile Group-

¹ European Telecommunications Standards Institute

Grupo Especial para Móviles), éstas cubren aspectos desde la radio-transmisión, hasta el manejo de las llamadas.

El reto de GSM fase2+ era introducir gradualmente cambios importantes, mientras se trataba de mantener la compatibilidad anterior y posterior. Las interfases, los protocolos y las normas en GSM están alineadas (están adecuadas) con los principios del sistema OSI (Open System Interconnect). GSM tiene una arquitectura abierta que brinda máxima inter-dependencia entre los elementos de la red (Controlador de la Estación Base (BSC), Registro de Localización Local (HLR), etc.). Este enfoque simplifica el diseño, las pruebas y la implementación del sistema. También favorece un desarrollo evolutivo, ya que la inter-dependencia entre los elementos de red implica que las modificaciones realizadas a uno de los elementos de la red, causa un impacto mínimo o nulo sobre los otros elementos. Por otro lado, la compañía tiene la opción de utilizar equipo (hardware) de distintos fabricantes.

GSM 900 Mhz, ha sido adoptado en varios países, en la mayoría de estos hay acuerdos y convenios de roaming que permiten que los abonados viajen a distintas partes del mundo y disfruten de un servicio continuo de telecomunicaciones, con el mismo número y un solo recibo. La adaptación de GSM a la banda de los 1800 Mhz se denomina DCS 1800 (Digital Cellular System 1800), DCS 1800 también está siendo ampliamente adoptado y utilizado en varios países de Asia y algunos países de Sudamérica. PCS 1900 (Personal Communication Services 1900) es una derivación de GSM para Norteamérica, actualmente ya cubre un área substancial de los Estados Unidos.

Todos estos sistemas tendrán una forma de roaming (internacional-intersistemas, GSM 900, DCS 1800, PCS 1900) basada en el Módulo de Identidad del Suscriptor (SIM, Subscriber Identity Module). Un abonado de cualquiera de estos tres sistemas puede acceder los servicios de telecomunicaciones utilizando la tarjeta SIM en una unidad

móvil. Si el abonado tiene una unidad móvil multibanda, entonces la misma unidad móvil se puede utilizar en todo el mundo. Esta globalización está haciendo de GSM y su derivados una de las principales opciones para ofrecer los servicios de comunicaciones personales (PCS) y de comunicaciones digitales en el mundo.

En nuestro continente se están adoptando rápidamente la tecnología inalámbrica GSM, lo que la convierte en la opción número uno entre todos los nuevos clientes de telefonía celular. En América Latina, el número total de clientes GSM alcanzó los 40 millones, superando la cantidad de clientes CDMA en 20 millones. A nivel global, GSM alcanzaba el 82% del total de los nuevos clientes inalámbricos digitales, lo que representa a 57,8 millones de los 70,3 millones de abonados.

Con una ganancia anual de más del 123% en su base de abonados, GSM sumó más clientes desde junio de 2003 hasta junio de 2004 que cualquier otra tecnología inalámbrica celular del Continente Americano. Solamente en los Estados Unidos y Canadá, el crecimiento anual de GSM fue de casi el 85%, cuatro veces el índice de crecimiento de las demás tecnologías celulares.

Respecto de América Latina y el Caribe, GSM continúa siendo, sin duda, la tecnología global comprobada y de más rápido crecimiento, con un índice de crecimiento anual impresionante de 192% en su base de abonados. Al añadir casi 24 millones de nuevos clientes en el año anterior, el número de nuevos clientes GSM superó el total combinado de los nuevos clientes adquiridos por CDMA durante el mismo período. Además de los 62 operadores que ya están ofreciendo GSM en América latina y el Caribe, otros 25 operadores han confirmado sus planes de desplegar la tecnología, lo que ayudará a GSM a alcanzar la posición dominante en términos de abonados para este año.

3.6.2. CARACTERISTICAS Y SERVICIOS DE GSM

- Calidad de voz superior
- Bajo costo operacional, de compra y de servicio de las unidades móviles
- Alto nivel de seguridad (alta confidencialidad y prevención de fraudes)
- Roaming Internacional (un solo número de directorio en todo el mundo)
- Terminales portables-personales de baja potencia
- Una gran variedad de nuevos servicios y de facilidades de red.

La base para los servicios de GSM se encuentra en el concepto ISDN, a estos servicios también se les denomina servicios de GSM-PLMN¹. Un servicio de telecomunicaciones soportado por GSM-PLMN se define como un conjunto de capacidades y facilidades de que el proveedor del servicio ofrece a los abonados. Los servicios básicos GSM-PLMN se dividen básicamente en tres clases de servicios:

a) Servicios Portadores o de Portadora (Bearer Services).

b) Teleservicios.

c) Servicios Suplementarios (Supplementary Services).

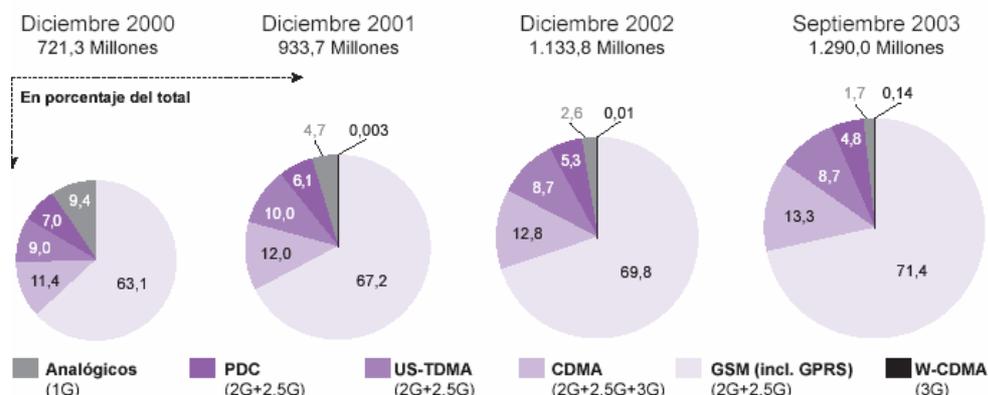


Figura 3.6.2.1. Suscriptores de telefonía a nivel mundial. 2000-2003

¹ GSM-Public Land Mobile Network

3.6.3. LA REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS

La idea fundamental en que se basan los sistemas móviles celulares es la reutilización de los canales mediante la división del terreno en celdas continuas que se iluminan desde una estación base con unos determinados canales.

La reutilización de frecuencias no es posible en células contiguas, pero si en otras mas alejadas. El número de veces que un canal puede ser reutilizado es mayor cuanto más pequeñas sean las células. La red celular se compone así de un conjunto de estaciones base desplegadas por el territorio a cubrir por el servicio y que están conectadas entre si o con centro de conmutación con acceso a la red telefónica publica, a la RDSI o a otra red celular móvil.

La estación base que recibe al móvil con un mayor nivel de potencia es la que queda asignada al mismo. Si por la movilidad del terminal, otra estación base recibe la señal procedente de la estación móvil con un nivel de potencia superior a 3 decibelios al que esté recibiendo la estación que lo está controlando se produce la conmutación del canal y de la estación base a la que está conectada el terminal móvil. Este procedimiento se llama "Handover" de potencia.

Asimismo existe un handover de calidad que se realiza de manera similar al anterior pero que en vez de considerar el nivel de señal para decidir sobre la conmutación de la estación base a la que está conectado un terminal móvil considera la calidad de la señal radioeléctrica.

3.6.4. EL SISTEMA DE CELDAS

Las celdas de estos sistemas son hexágonos puros regulares, formando redes que se agregan unas a otras sin limitación. La realidad es otra, el objetivo de un sistema celular es reutilizar canales, pero al estar estos canales asociados a estaciones base, lo que se hace es repetir estaciones base. Se dice que una estación se repite cuando tiene la misma tabla de frecuencias que otra determinada.

Interesa determinar cuantas estaciones como mínimo se necesitan para cubrir una superficie determinada. Pues bien, con tres tipos de estaciones base se puede conseguir ese objetivo sin que queden enfrentadas dos estaciones del mismo tipo, es decir que tengan un mismo grupo de frecuencias.

En condiciones teóricas de terreno llano, las estaciones formarían redes formando triángulos equiláteros, no obstante la teoría sobre celdas perfectamente hexagonales no se da en la realidad. Las bases se despliegan de forma irregular según el terreno, buscando un mínimo de zonas de sombra. El problema de la red está en determinar la ubicación idónea de las estaciones base para conseguir una mayor cobertura y minimizar las zonas de sombra.

Lo habitual de las estaciones base es que tengan un diagrama de radiación omnidireccional, es decir, que transmitan en todas las direcciones con la misma potencia y frecuencias. Si bien y para el mejor aprovechamiento del espectro y de la potencia radiada por las antenas, se puede sectorizar la radiación concentrando la potencia hacia un determinado sector. Se trata así de aprovechar la potencia enviada al móvil, dado que este solo puede estar en un lugar determinado y la potencia enviada en otras direcciones se perdería inútilmente.

Con este sistema se obtiene un más eficiente uso del espectro en zonas de alta densidad de equipos móviles. En este caso la idea es que cada base alimente a tres antenas que

radian cada una para un determinado sector en principio de 120° . Este es el caso mas común de sectorización, si bien se utilizan además, otras configuraciones.

El diagrama de radiación de estas antenas no ser uniforme siendo más intensa en la bisectriz del sector y disminuyendo en los extremos. En la práctica en zonas muy congestionadas por la demanda de comunicaciones móviles los sectores de 120° no son operativos. Normalmente se instalan seis antenas en cada estación base que suponen seis sectores de 60° cada uno en cuyo centro está la estación base de modo que si un móvil sale de un sector y entra en otro que pertenece a la misma estación no se produce handover concebido este como cambio de la estación base a la que esta conectado un equipo móvil, sino que cambia de asignación de antena.

3.6.5. LA ARQUITECTURA FUNCIONAL DE GSM

La norma GSM únicamente especifica entidades funcionales e interfaces normalizadas. Con ello se consigue la utilización de cualquier sistema por cualquier estación móvil, aunque no pertenezcan al mismo proveedor, y la interconexión de equipos de distintos proveedores a través de las interfaces normalizadas, evitando influir de forma excesiva sobre los desarrollos particulares de cada uno de los fabricantes de equipos.

Vamos a describir las entidades funcionales e interfaces que constituyen el sistema GSM, describiendo su funcionalidad y las relaciones entre ellas, como también la estructura física del sistema.

ELEMENTOS DE UN SISTEMA GSM

Estación Móvil (MS) Una estación móvil se compone funcionalmente de dos partes:

- a) El equipo terminal (ET)

- b) La terminación móvil (TM)

El equipo terminal realiza funciones semejantes a las de un terminal RDSI y realiza las siguientes funciones:

- Transmisión radio.
- Gestión de canales de transmisión radio.
- Capacidad del terminal, incluyendo la interfaz hombre-maquina.
- Codificación de voz.
- Protección de errores.
- Control del flujo de datos de usuario.
- Adaptación de velocidad de datos de usuario y velocidad del canal.
- Soporte de terminales múltiples.
- Gestión de movilidad

Las características de las estaciones móviles se clasifican en tres tipos:

- **Básicas**
- **Suplementarias**
- **Adicionales**

Características Básicas obligatorias de la estación móvil

- Visualización del número llamado
- Indicación de señales de progreso de la llamada
- Indicación de país/sistema
- Gestión de la identidad de suscripción (SIM)
- Indicador de PIN (clave de acceso) no valido
- Identidad internacional de equipo de estación móvil (IMEI)
- Indicador de servicio

Características básicas opcionales:

- Indicación y reconocimiento de mensajes cortos
- Indicación de saturación de memoria para mensajes cortos
- Interfaz para equipo terminal de datos
- Interfaz para terminal RDSI
- Función de acceso internacional (tecla +)
- Conmutador encendido/apagado

-Interfaz analógica

-Auto prueba

Características suplementarias

-Aviso de tarificación

-Control de servicios suplementarios

Características adicionales

-Marcación abreviada

-Limitación de llamada a números fijos

-Repetición del último número marcado

-Operación manos libres

-Restricción de todas las llamadas salientes

-Bloqueo electrónico del Terminal

-Indicador de calidad de recepción

-Indicador de unidades de tarificación

-Estación móvil multi-usuario

Módulo de identificación del usuario (SIM)

Para que una estación móvil GSM pueda funcionar necesita tener introducido el módulo de identificación del usuario.

Existen dos tipos distintos de modulo de identificación del usuario:

-Una tarjeta inteligente que puede ser retirada de la estación móvil cuando el usuario termina de utilizarla.

-Un módulo que es incorporado dentro de la estación móvil, con el fin de estar instalado permanentemente, aunque siempre seria posible retirarlo abriendo la carcasa de la estación móvil.

Este modulo es el que contiene toda la información necesaria para realizar la función de autenticación del usuario, además de otras informaciones necesarias para el sistema.

Entre la información que contiene el SIM esta:

-Numero de serie

-Estado del SIM (bloqueado o desbloqueado)

-Clave del algoritmo de autenticación

-Algoritmo de Autenticación (A3)

-Identificación internacional del usuario móvil (MSI)

-Identificación temporal del usuario móvil (TMSI)

-Algoritmo de generación de claves de cifrado (A8)

3.6.6. ESTRUCTURA DE LA TECNOLOGIA GSM

En lo que se refiere a la estructura básica del GSM el sistema se organiza como una red de células radioeléctricas continuas que proporcionan cobertura completa al área de servicio. Cada célula pertenece a una estación base (BTS) que opera en un conjunto de canales de radio diferentes a los usados en las células adyacentes y que se encuentran distribuidas según un plan celular.

Un grupo de BTS's se encuentran conectado a un controlador de estaciones base (BSC), encargado de aspectos como el handover (traspaso del móvil de una célula a otra) o el control de potencia de las BTS's y de los móviles. En consecuencia el BSC se encarga del manejo de toda la red de radio.

Una o varias BSC's se conectan a una central de conmutación de móviles (MSC). Este es el corazón del GSM como responsable de la inicialización, enrutamiento, control y finalización de las llamadas, así como de la información sobre la tarificación. Es también la interfase entre diversas redes GSM o entre una de ellas y las redes públicas de telefonía o datos.

La información referente a los abonados se encuentra almacenada en dos bases de datos que se conocen como registro de posiciones base (HLR) y registro de posiciones de visitantes (VLR). El primero analiza los niveles de suscripción, servicios suplementarios y localización actual, o mas reciente de los móviles que pertenecen a la red local. Asociado al HLR trabaja el centro de autenticación (AUC), que contiene la información por la que se comprueba la autenticidad de las llamadas con el fin de evitar los posibles fraudes, la utilización de tarjetas de abonado (SIM's) robadas o el disfrute del servicio por parte de impagados.

El VLR contiene la información sobre los niveles de suscripción, servicios suplementarios y área de localización para un abonado que se encuentra o al menos se encontraba recientemente en otra zona visitada. Esta base de datos dispone también de información relativa a si el abonado se encuentra activo o no, lo que evita el uso

improductivo de la red (envío de señales a una localización que se encuentra desconectada).

El registro de identidad de los equipos (EIR) almacena información sobre el tipo de estación móvil en uso y puede eludir que se realice una llamada cuando se detecte que ha sido robada, pertenece a algún modelo no homologado o sufre de algún fallo susceptible de afectar negativamente a la red.

En cuanto a las comunicaciones en la red, se ha desarrollado un nuevo esquema de señalización digital.

Entre las diversas entidades de la red se encuentran definidas interfaces estándar que aseguren un método común de acceso para todos los móviles, tanto los de diferentes países como los de diferentes suministradores.

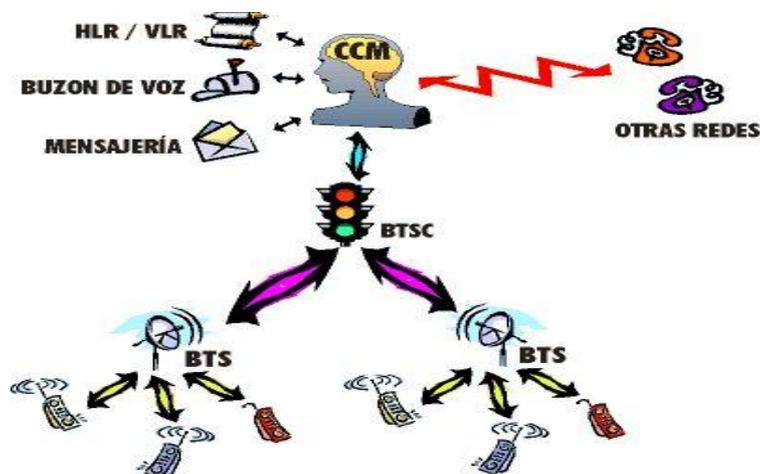


Figura 3.6.6.1. Controlador de las Estaciones de Base (BTSC)

3.6.6.1. SISTEMA DE ESTACIÓN BASE (BSS)

Es la entidad responsable del establecimiento de las comunicaciones con las estaciones móviles que se encuentran dentro de su área de influencia.

Esta área de influencia puede ser constituida por una o más células radio cada una de ellas con una estación base. Hay ocho clases de estaciones base en función de la potencia que van desde los 320 W a 2.5 W.

Un sistema de estación base está constituido por un controlador de estación base BSC del que dependen una o más estaciones base (BTS).

Una estación base está constituida por un conjunto de transceptores (TRX) que cubren la misma área. La estación base incluye además de los transceptores un módulo que realiza la función de control común de estos transceptores (FCC).

Tomando como base esta estructura existen dos tipos de sistemas de estación base:

- El sistema de estación integrado donde el BSC y una BTS están integrados en un mismo equipo.
- El sistema de estación base separado donde el BSC es una entidad distinta de las estaciones base, a las que se conecta mediante una interfaz normalizada, denominado interfase A-bis.

Esta última estructura, es la más general, el transcodificador es un elemento que pertenece funcionalmente al BSS pero que puede estar situado físicamente en la BTS, en el BSC o externo al BSS (junto a la central de conmutación móvil). La función de transcodificador es convertir la velocidad neta utilizada en los canales radio (inferior a 16 kb/s) a la velocidad normalmente utilizada en la red fija (que es de 64 kbit/s). El que esta conversión no se realice hasta el final posibilita que se puedan multiplexar 4 canales de 16 kbit/s en uno de 64 kbit/s ahorrando capacidad de transmisión, en el

interfaz entre la BTS y el BSC y en la interfase entre el BSC y la central de conmutación (interfase A).

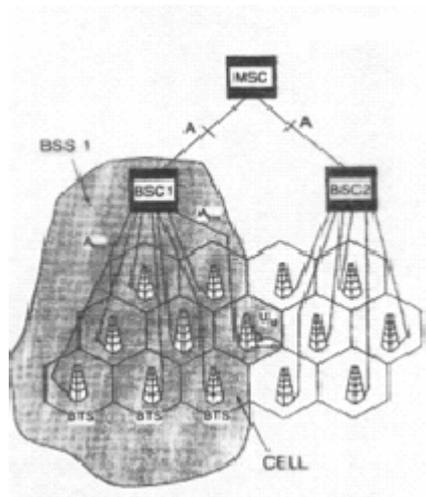


Figura 3.6.6.1.1. Arquitectura del BSS

A partir de los tipos básicos anteriormente definidos pueden distinguirse 7 estructuras finales distintas, teniendo en cuenta además la situación del transcodificador, y la utilización de sub-multiplexación en la interfase A-bis. (BSS del 1 al 7). Además de esta clasificación existen otras características funcionales, opcionales dentro de la especificación GSM, que determinan dentro de cada uno de estos tipos diferentes sistemas de estación base. Hay unas características funcionales que son fundamentales, función de salto de frecuencia (SLF), función de control de potencia (CP) y la función de transmisión discontinua (TXD).

La interconexión del BSS con las demás entidades del sistema GSM se define utilizando un modelo basado en el modelo de interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) recogido en las recomendaciones CCITT X200 y X210.

Dentro de cada capa están las entidades. Las entidades de distintos sistemas que pertenecen a la misma capa, pueden intercambiar información entre si., y las que son de un mismo sistema situadas en capas adyacentes interactúan entre ellas a través de su

frontera común. De esta forma las capas inferiores prestan sus servicios a las capas superiores.

Todos los sistemas del BSS: El interfase radio, el interfaz A y la interfase A-bis se han definido utilizando un modelo de tres capas:

- Capa 3.
- Capa 2 (enlace de datos).
- Capa 1 (capa física)

La capa 1 coincide con la capa inferior del modelo OSI, y soporta todas las funciones necesarias para la transmisión de una secuencia de bits sobre un canal establecido en un medio físico de transmisión.

La capa 2 es la capa de enlace de datos, y tiene como misión permitir el intercambio de tramas de información entre dos entidades conectadas a través de un medio físico.

La capa 3 en realidad comprende las capas 3 a 7 del modelo OSI, llegando por lo tanto hasta definir la naturaleza de la comunicación requerida para satisfacer las necesidades de los usuarios de la comunicación.

Para definir totalmente la interconexión del sistema, además de esa estructura de capas es necesario también utilizar funciones de gestión del sistema. Estas funciones pueden incluir funciones que son comunes a varias capas.

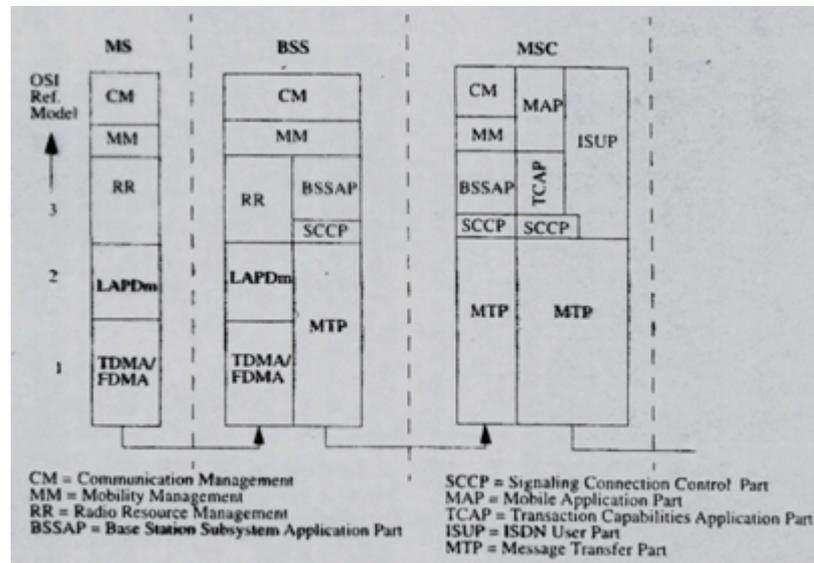


Figura 3.6.6.1.1. Referencia del modelo OSI

3.6.6.2. CENTRAL DE CONMUTACION MOVIL (MSC)

Es una central de conmutación encargada de todas las funciones de conmutación para las estaciones móviles situadas en su área de influencia (área MSC).

Las principales diferencias de esta central respecto a una central de la red fija, consisten en que esta central debe tener también en cuenta el impacto de las funciones de asignación de los recursos radio y la naturaleza móvil de los usuarios. Por lo tanto este tipo de central implementa ciertos procedimientos adicionales a los de una central de red fija, como pueden ser por ejemplo la actualización de la posición de las estaciones móviles, y lo que tienen que ver con las funciones de traspaso de llamadas en curso, cuando los móviles se van desplazando entre las células de la red móvil.

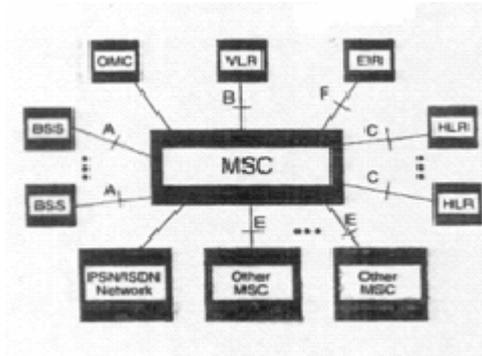


Figura 3.6.6.2.1. Arquitectura de la MSC

3.6.6.3. CENTRAL DE CONMUTACION MOVIL DE CABECERA "GATEWAY" (MSCC)

Es una central de conmutación móvil que además es utilizada para dirigir hacia ella las llamadas originadas en la red fija.

Esta central se encarga de interrogar al HLR, adecuado para conocer la posición del móvil al que va dirigida la llamada, y posteriormente de encaminar la llamada hacia la central de conmutación móvil correspondiente. La elección de las centrales de conmutación móvil que van a ser además centrales de cabecera depende de la organización de la red móvil.

El sistema GSM introduce respecto a los sistemas analógicos de segunda generación una mayor descentralización de las funciones de la central de conmutación móvil, pasando parte de ellas a ser realizadas dentro de los propios sistemas de estación base. De esta forma se consigue descargar de trabajo a la central de conmutación y acelerar en muchos casos algunos procedimientos característicos de una red móvil, como puede ser por ejemplo el traspaso de las llamadas en curso, al pasar el móvil de una a otra célula.

3.6.6.4. UNIDAD DE INTERFUNCIONAMIENTO (UI)

Es una entidad funcional asociada con la central de conmutación móvil. Esta unidad es la encargada de proporcionar la funcionalidad necesaria para permitir el interfuncionamiento del sistema GSM con las redes fijas (RDSI, RTC, y RTPCP). Las funciones incluidas en esta unidad dependen por lo tanto de los servicios que se implementen y de las redes fijas a las que se conecten. Su principal cometido es convertir los protocolos utilizados en el sistema GSM a los utilizados en las redes fijas.

3.6.6.5. REGISTRO DE POSICION BASE (HLR)

Es una base de datos cuya misión es la gestión de los usuarios móviles.

Una red GSM puede tener uno o varios HLR, dependiendo del número de usuarios móviles, de la capacidad del equipo y de la organización de la red.

El HLR almacena dos tipos de información:

- La información de suscripción de los abonados.
- La información de localización de los abonados, permitiendo de esta forma la función de seguimiento es decir la actualización automática de la posición del móvil para que se le pueda encaminar las llamadas que reciba.

Todas las funciones de administración de los abonados se realizan sobre esta base de datos.

3.6.6.6. CENTRO DE AUTENTICACION (AUC)

Es una base de datos, con la misión de controlar a los móviles que se encuentran en su área de influencia. Esta área de influencia puede comprender una o varias MSC. Cuando una estación móvil aparece en un área de localización lo primero que hace es iniciar un proceso de registro comunicando a la MSC local su identidad. La MSC comunica este registro hacia su Registro de Posición Visitado. Si el móvil no estaba ya registrado en otra área de localización dependiente también del mismo VLR es necesario enviar también esta información hacia el HLR del móvil, para indicarle que actualice su posición, y encamine las llamadas recibidas hacia el área donde se encuentra actualmente el móvil.

El VLR contiene también la información necesaria para gestionar las llamadas originadas o recibidas por los móviles registrados en su base de datos. Esta información incluye los siguientes elementos:

- El identificador internacional de la estación móvil (IMSI).
- El número RDSI internacional de la estación móvil (MSISDN).
- El identificador temporal de la estación móvil (TMSI).
- El identificador local de la estación móvil.
- El área de localización donde el móvil se ha registrado.

Esta información es intercambiada entre el HLR y el VLR

El VLR también puede contener los siguientes elementos: Parámetros de servicios suplementarios, características técnicas de los equipos móviles.

3.6.6.7. REGISTRO DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS (EIR)

Este registro se utiliza para almacenar las identidades de los equipos móviles clasificadas en tres tipos de listas: Blanca, gris y negra.

La lista blanca contiene todos aquellos identificativos de equipos que han obtenido la homologación.

La lista gris contiene los identificativos de los equipos que es necesario localizar debido a alguna razón técnica.

La lista negra contiene los identificativos de los equipos robados o utilizados de forma ilegal y también la de aquellos equipos que no pueden acceder al sistema porque podrían producir graves problemas técnicos.

Este registro es consultado cuando un móvil se registra en el sistema, o bien cuando realiza una llamada.

CENTRO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (OMC)

Es un sistema de operación que se encarga de las funciones de explotación de una o varias entidades del sistema GSM

CENTRO DE GESTION DE RED (NMC)

Es un sistema de operación que constituye la máxima jerarquía dentro del sistema de explotación. De este centro dependen todos los demás Centros de Operación y Mantenimiento.

3.6.6.8. INTERFACES DEL SISTEMA

Interfase de Radio (Interfase UM)

El interfase radio es utilizado por las estaciones móviles para acceder a todos los servicios y facilidades del sistema GSM utilizando para ello los sistemas de estación base como punto de conexión con la red.

Interfase entre la SMC y el BSS (interfase A)

Esta interfase se utiliza fundamentalmente para el intercambio de información relacionada con las siguientes funciones:

-Gestión del BSS -Manejo de la llamada -Gestión de la movilidad

Interfase entre el BSC y la BTS (interfase A-bis)

Esta interfase permite conectar de una forma normalizada estaciones base y controladores de estación base, independientemente de que sean realizadas por un mismo suministrador o por suministradores distintos.

Interfase entre la SMC y el VLR asociado (interfase B)

El Registro de Posición Visitado es la base de datos para gestión y seguimiento de los móviles dentro del área controlada por su SMC asociada (o SMC asociadas)

Interfase entre el HLR y la SMC (interfase C)

Esta interfase se utiliza fundamentalmente para las siguientes funciones:

-Al final de una llamada en la que un móvil tiene que ser tarificado la SMC de ese móvil puede enviar un mensaje de tarificación al HLR.

-Cuando la red fija no puede realizar el procedimiento de interrogación necesario para el establecimiento de una llamada hacia un usuario móvil, la SMC de cabecera debe interrogar al HLR del usuario llamado para conocer el número de seguimiento del móvil llamado.

Interfase entre el HLR y el VLR (interfase D)

Esta interfase se utiliza para intercambiar los datos relacionados con la posición de la estación móvil y los datos de suscripción del usuario.

A través de esta interfase el VLR informa al HLR correspondiente de la posición de una estación móvil gestionada por este último registro, proporcionándole un número de seguimiento a fin de que pueda encaminar las llamadas dirigidas hacia esta estación móvil.

En el otro sentido el HLR envía al VLR que controla el área donde se encuentra la estación móvil, los datos correspondientes necesarios para soportar los servicios contratados por el usuario. Asimismo mediante un interfaz similar el HLR debe informar también al VLR anterior que cancele el registro de localización correspondiente a dicha estación móvil, cuando esta estación móvil se desplaza a una nueva area VLR.

Estos intercambios de datos se producen cuando la estación móvil requiere un servicio determinado, cuando el usuario quiere cambiar algunos datos relacionados con su suscripción, o bien cuando los parámetros de la suscripción se modifican por el operador del sistema.

Interfase entre SMC (interfase E)

Cuando una estación se desplaza del área controlada por una SMC al área de otra SMC distinta, es necesario realizar un procedimiento de traspaso para poder continuar la

conversación. En este caso las SMC deben intercambiar datos para poder llevar a cabo esta operación.

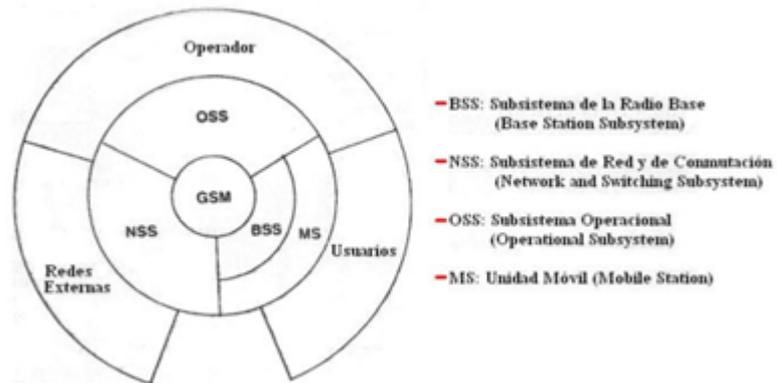


Figura 3.6.6.8.1. Subsistemas de GSM

3.7. GPRS

El GPRS¹, se basa en la conmutación de paquetes realizando la transmisión sobre la red GSM, introducido por ETSI² para la fase 2+ del sistema GSM, el acceso a la red de paquetes se lleva al nivel del usuario del móvil a través de protocolos como los TCP/IP, X.25, y CLNP³, sin ninguna otra necesidad de utilizar conexiones intermedias por conmutación del circuito.

GPRS es una evolución de la red GSM, no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras de GSM. Por este motivo, GPRS tiene desde sus inicios, la misma cobertura que la actual red GSM. GPRS es una tecnología que corrige las deficiencias de GSM.

Sistema de Conexión

En este tipo de técnica no se debe establecer un canal dedicado para cada usuario sino que la conexión se realiza en el momento de utilización del canal, por lo tanto se pierde el concepto de facturación por tiempo, pasando a ser por utilización del canal de emisión. La vía de conexión es mucho más utilizada, ya que permite a los usuarios compartir el mismo medio. Se pueden recibir voz y datos simultáneamente.

Velocidad

La velocidad de conexión puede llegar a los 115 kbps, 12 veces más que la permitida por GSM., pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión

Sin lugar a dudas GPRS permitirá que la tecnología WAP pueda ser mucho más potente, explotándola en una mayor proporción, despojándose de uno de los problemas más lentos, la velocidad de transmisión. Esta se determina por la capacidad del móvil que usemos:

¹ General Packet Radio Services- Servicio General de Paquetes por Radio

² European Telecommunication Standard Institute

³ Connectionless Network Protocol

- Número de "ranuras temporales" o timeslots. Cada "timeslot" nos proporciona una velocidad de conexión de 10Kb/s.
- Clase del móvil:
 - Clase A: permite voz y datos simultáneamente
 - Clase B: permite voz y datos, pero puede degradarse la calidad de la conexión de datos.
 - Clase C: permite voz o datos, sólo uno de los dos.

Manualmente se podría conmutar de uno a otro modo.

Un móvil de clase B 4+1 nos permite tener 4 timeslots en recepción y un timeslots en transmisión. Así que podemos recibir hasta 40 kb/s y transmitir a 10Kb/s. Lo normal es recibir más cantidad de datos de los que transmitimos. Además la transmisión gasta más batería que la recepción.

La red GSM se actualiza, principalmente añadiendo software a las centrales de conmutación (MSC), pero también añadiendo algunos dispositivos:

- SGSN (Seving GPRS Support Node), algo así como un encaminador que se encarga de:
 - asignar las direcciones IP
 - sigue los movimientos del usuario al cambiar de estación base
 - asegura la seguridad de la conexión
- GSN (Gateway Suport Node) sirve de pasarela para conectar con otras redes, con internet, etc.

Puesto que se usa conmutación de paquetes, la capacidad de la red se reparte entre los usuarios, la información se transmite en pequeñas ráfagas de datos a través de una red basada en IP. Si hay pocos usuarios conectados tendremos unas velocidades de datos altas, de hasta 115 Kb/s. Si hay muchos usuarios la velocidad se verá reducida. La

principal ventaja de GPRS es la capacidad de estar permanentemente conectado, no su alta velocidad.

GPRS es más adecuado para aplicaciones con transmisión de datos de carácter esporádico, por ejemplo, aplicaciones como servicios WAP, SMS, MMS y acceso a Internet. GPRS proporciona un rápido establecimiento de sesión y rapidez en la transmisión de datos.

La seguridad de IP depende del operador y existen diversos métodos estándar de seguridad de Internet disponibles. Igualmente, los terminales GPRS nos permitirán visualizar contenidos y utilizar servicios de Internet directamente en su pantalla reducida, en una evolución continua de convergencia entre el teléfono móvil y los PDA (Asistentes Digitales Personales).

La evolución natural de GPRS es UMTS¹. UMTS requiere una nueva tecnología de radio (grandes inversiones en infraestructuras), una red de mayor capacidad (debido a que las velocidades de transferencia varían de 384 Kbps a 2 Mbps) y nuevos terminales.

Estos factores hacen prever que UMTS tardará un cierto tiempo en establecerse y que GPRS, dada su mayor cobertura, mantendrá un uso elevado. Hay que destacar que ninguna tecnología es excluyente entre sí. La aparición de GPRS no excluye GSM; igualmente, UMTS no implica la anulación de GPRS,

¹ Universal Mobile Telephony System

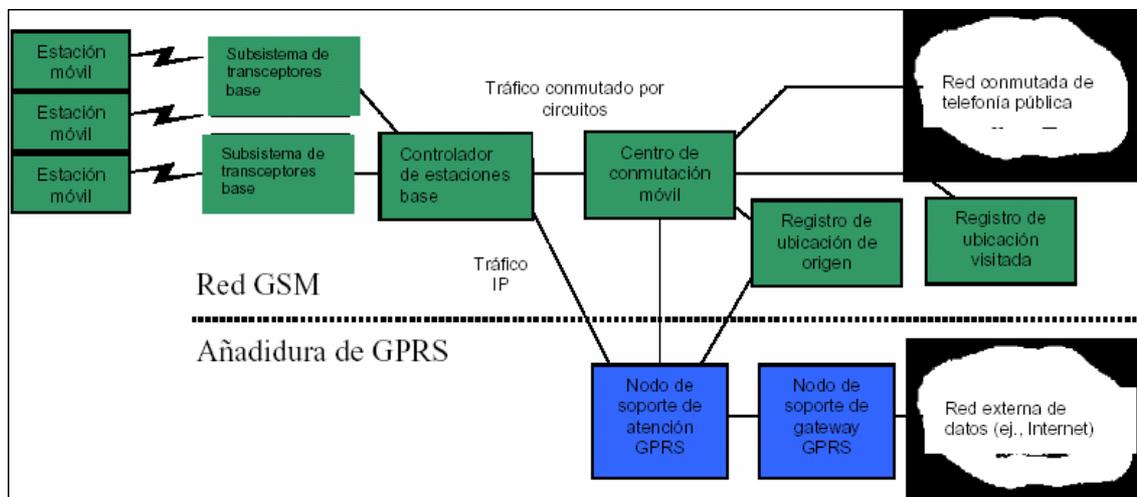


Figura 3.7.1. Arquitectura GSM/GPRS

GPRS es esencialmente la suma de una infraestructura del paquete-datos a GSM. Las funciones de los elementos de los datos son los siguientes:

1. El controlador de la estación base (BSC) dirige los paquetes de datos hacia el (SGSN), un elemento que autentifica y rastrea la ubicación de las estaciones móviles.
2. El SGSN realiza los tipos de funciones para los datos de voz del MSC. Hay un SGSN para cada área atendida, y es a menudo colocado con el MSC.
3. El SGSN remite los datos del usuario al Gateway GPRS Support Node (GGSN) que es un gateway a las redes externas. Hay un GGSN típicamente por las redes externas (por ejemplo, Internet). El GGSN también maneja direcciones IP, asignando direcciones IP dinámicamente a las estaciones móviles para sus sesiones de datos.

Otro elemento importante es el Registro de Posiciones Base (HLR), el cual que guarda a usuarios responde la información de los dos servicios, voz y datos. Lo que es significativo que en la misma arquitectura soporte servicios de datos en redes EDGE UMTS, simplificando las actualizaciones de redes.

En el radio link, GSM usa los canales de radio de 200 Khz de ancho, divididos a tiempo en ocho timeslots que repiten cada 4.6 mseg. La red puede tener múltiples canales de radio (llamado los transreceptores) operando en cada sector celular. La red asigna funciones diferentes a cada timeslot, como el broadcast control channel (BCC), el circuito cambio las funciones como las llamadas de voz o el circuito-cambiado de llamadas, the packet broadcast control channel (optativo), y el paquete de canales de datos. La red puede ajustar la capacidad dinámicamente entre la voz y las funciones de datos, y también puede reservar una cantidad mínima de recursos para cada servicio. Esto habilita más tráfico de datos cuando el tráfico de voz es bajo, o igualmente más tráfico de voz cuando el tráfico de datos es bajo, y aumenta al máximo el uso global de la red.

3.8. EDGE

EDGE¹, es un estándar que permitirá a las operadoras de telefonía celular GSM e IS-136 (TDMA) introducir aplicaciones de transmisión de datos de tercera generación por paquetes a altas velocidades, mediante una interfaz de radio.

Se encuentran así quienes dicen que en la implementación de su segunda fase, EDGE por sí solo será una especificación de tercera generación para IS-136; y por otro lado tenemos a quienes afirman que si bien se evolucionará hacia este camino su perfeccionamiento se encuentra en WCDMA (UMTS).

EDGE está considerada como una especificación que proporciona altas velocidades de transmisión de bits que bien puede ser implementada en 3G y cuenta con la característica de que puede ser utilizada en otros sistemas celulares aparte de GSM. Esta tecnología puede funcionar en las bandas de frecuencia de 800, 900, 1800 y 1900 MHz. Las normas del IMT-2000 señalan que para que este sistema sea aprobado su implementación deberá requerir de efectos mínimos en las infraestructuras de red de las operadoras, permitir la reutilización de las radio bases existentes y no incidir sobre la calidad de las comunicaciones de voz. Un requerimiento importante para la aceptación de EDGE es su introducción gradual en las redes GSM y TDMA existentes, esto significa que coexistirán usuarios con sistemas conmutados por circuitos, GPRS y EDGE en la misma banda de frecuencia.

EDGE es el camino a seguir tanto en su primera como en su segunda fase, al tiempo que coexistirá con otros estándares 3G en las frecuencias asignadas "EDGE en su primera fase será una red de alta velocidad para la transmisión de datos únicamente y en su segunda fase será para la transmisión de voz en lo que se ha denominado como Real Time EDGE, o lo que es igual, EDGE en tiempo real".

¹ Enhanced Data Rates for GSM Evolution- Datos Mejorados para la Evolución de GSM

EDGE es una tecnología de radio de banda angosta (canales de 200 KHz) con red móvil que permite que las redes actuales de GSM ofrezcan servicios de 3G dentro de las frecuencias existentes. Como resultado evolutivo de GSM/GPRS, EDGE es una mejora a las redes GPRS y GSM. GPRS es una tecnología portadora de datos que EDGE refuerza con una mejora de la interfaz de radio, puede aumentar el rendimiento de la capacidad y producción de datos típicamente al triple o cuádruple de GPRS, proporcionando así un servicio de 3G espectralmente eficiente. EDGE permitirá que se exploren todas las ventajas de GSM/GPRS, EDGE (EGPRS) usa un nuevo esquema de modulación (8 PSK), además de GMSK, e introduce nueve esquemas de codificación diferentes (MCS1 a MCS9). Combinando hasta 8 timeslots (canales), con el establecimiento de una rápida conexión, mayor amplitud de banda y velocidades en la transmisión de datos medios de 80-130 Kbps y tan rápidas como 473 kbps. EDGE se puede desplegar en las bandas de frecuencia 800, 900, 1800 y 1900 MHz actuales.

Los operarios de TDMA tienen la opción de desplegar GSM/GPRS/EDGE sobreponiéndola de manera paralela a sus redes de TDMA tanto en 850 MHz, como en 1900 MHz. En un mercado de 850, especialmente en áreas menos pobladas y rurales, EDGE ofrece una excelente calidad de propagación; entre más baja la posición en el espectro, toma menos energía enviar la señal y ésta viajará a mayor distancia.

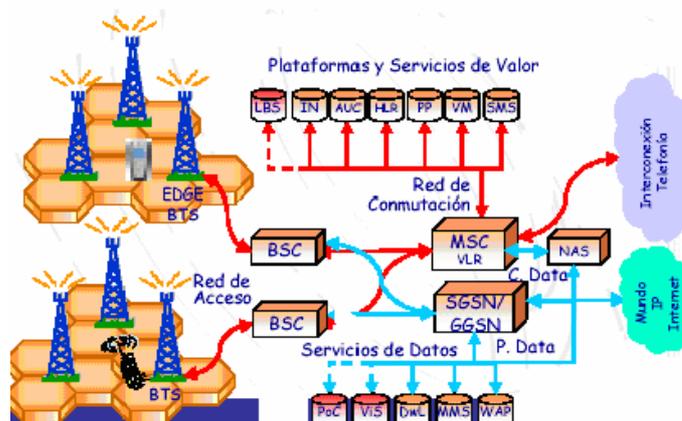


Figura 3.8.1. Estructura de Red GSM/GPRS/EDGE

Con la introducción de EDGE en GSM fase 2+, se mejorarán los servicios existentes tales como GPRS y HSCSD, debido a la introducción de una nueva capa física. Los servicios en sí mismos no serán modificados. EDGE será introducido dentro de las especificaciones y descripciones existentes, en lugar de crear otras nuevas. La mejora en la conmutación de paquetes para GPRS, se llama EGPRS.

Las velocidades de transmisión más altas con los mismos recursos de radio mejoran las capacidades al permitir más tráfico para los servicios de conmutación de circuitos y de paquetes. El proceso de normalización hacia GERAN¹ está siendo llevado por 3GPP².

GERAN ofrecerá los mismos servicios que WCDMA, mediante la conexión a la misma red central. Esto se realiza en paralelo con medios para aumentar la eficiencia espectral. El objetivo es impulsar la capacidad del sistema, tanto para los servicios en tiempo real como los de mejor esfuerzo y competir eficazmente con otras redes de acceso de radio de tercera generación tales como WCDMA y CDMA2000.

Pensado como un subsistema dentro de la norma GSM, GPRS ha introducido la conmutación de paquetes de datos dentro de las redes GSM. Para hacer esto posible, se han introducido nuevos protocolos y nodos.

EDGE es un método para aumentar las velocidades de datos sobre el enlace de radio de GSM. Básicamente, EDGE sólo introduce una nueva técnica de modulación y una nueva codificación de canal que puede usarse indistintamente para transmitir servicios de voz y de datos por conmutación de paquetes y de circuitos. EDGE, por lo tanto, es un agregado a GPRS y no puede trabajar por separado. GPRS produce un mayor impacto sobre el sistema GSM que el que produce EDGE. Al agregar la nueva modulación y codificación a GPRS y al ajustar los protocolos del enlace de radio, EGPRS ofrece una mayor capacidad y velocidad.

¹ GSM/EDGE Radio Access Network - Red de Acceso Radioeléctrico GSM/EDGE

² Third Generation Partnership Project – Proyecto de Asociación para la Tercera Generación

3.8.1. SISTEMA DE ESTACION BASE EN EDGE (BSS)

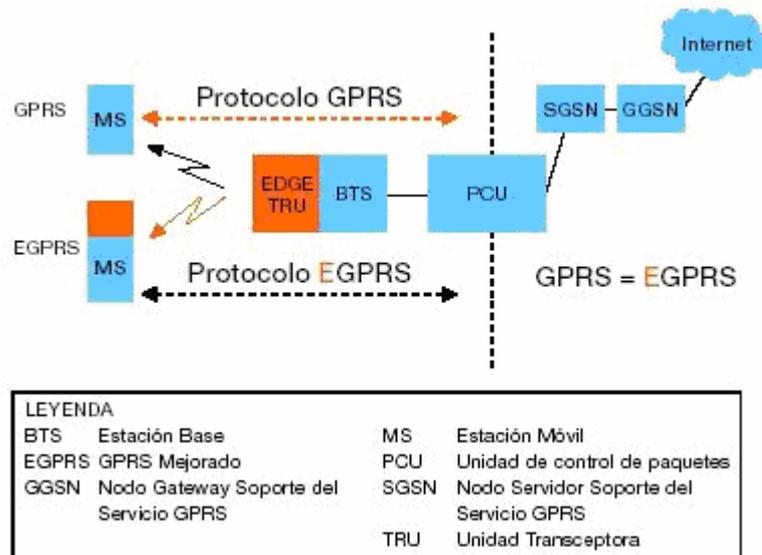


Figura 3.8.2. Cambios de EDGE en GPRS en la parte de red que corresponde al sistema de estación base BSS)

GPRS y EGPRS (EDGE) tienen diferentes protocolos y diferentes funcionamientos en la parte correspondiente al sistema de estación base (BSS). Sin embargo, sobre la parte correspondiente a la red central, GPRS y EGPRS comparten los mismos protocolos de manejo de paquetes y por lo tanto, funcionan de la misma manera. La reutilización de la infraestructura del núcleo GPRS existente (Nodo Gateway Soporte del Servicio GPRS/ Nodo Servidor Soporte del Servicio GPRS) remarca el hecho que EGPRS es sólo un “agregado” a la estación base y por lo tanto es mucho más simple de introducir que el propio GPRS.

Además de mejorar el rendimiento para cada usuario de datos, EDGE también aumenta la capacidad. Con EDGE, el mismo intervalo de tiempo puede soportar más usuarios. Esto disminuye el número de recursos de radio requeridos para soportar el mismo tráfico, liberando entonces la capacidad para más servicios de datos o de voz. EDGE facilita la coexistencia de tráfico de conmutación de circuitos y de paquetes y hace un uso más eficiente de los mismos recursos de radio. Por lo tanto, en redes con

planificaciones muy ajustadas y con espectro limitado, EDGE puede ser también visto como un elevador de la capacidad para el tráfico de datos.

Debido a las diferencias menores entre GPRS y EGPRS, el impacto del EGPRS sobre las redes GSM/GPRS existentes se limita al sistema de la estación base. Dicha estación base está afectada por la nueva unidad transceptora que puede manejar la modulación EDGE así como el nuevo software que permite el nuevo protocolo de paquetes sobre la interfase radioeléctrica en la estación base y en el controlador de la estación base. La red central no requiere ninguna adaptación.

Debido a esta simple actualización, se puede desplegar una red EDGE con inversiones limitadas y dentro de un corto período de tiempo.

Requerimientos en EDGE

Desde el principio, la normalización de EDGE fue restringida a la capa física y a la introducción de un nuevo esquema de modulación. Dado que EDGE fue pensado como una evolución de la tecnología existente de acceso de radio de GSM, se definieron los requerimientos en función de ese objetivo:

- Las estaciones móviles aptas y no aptas para EDGE, deberían poder compartir el mismo intervalo de tiempo.
- Las estaciones móviles aptas y no aptas para EDGE, deberían poder ser desplegadas en el mismo espectro radioeléctrico.
- Debería ser posible realizar una introducción parcial de EDGE.

Para facilitar la implementación de nuevas terminales y teniendo en cuenta la característica asimétrica de la mayoría de los servicios actualmente disponibles, también fue decidido que deberían ser diseñados dos tipos de terminales:

- Una terminal que provee aptitud para 8PSK (Modulación por desplazamiento de 8 fases) solamente en el enlace descendente
- Una terminal que provee 8PSK tanto en el enlace descendente como en el ascendente.

3.8.2. EVOLUCION DE GSM/EDGE

El próximo paso en la evolución del sistema celular GSM/EDGE, incluye una definición de mejoras que llevarán a una mayor alineación con UMTS/UTRAN (Red terrestre de acceso radioeléctrico UMTS), favoreciendo la evolución de GSM hacia los sistemas inalámbricos de tercera generación. Actualmente, esas mejoras están siendo especificadas para GERAN (Red de Acceso Radioeléctrico GSM/EDGE), en las próximas versiones de la norma 3GPP.

GERAN está basada en las técnicas de transmisión de alta velocidad EDGE, combinada con mejoras sobre la interfase del enlace de radio GPRS. GERAN proveerá soporte para las clases de servicio conversacionales y de flujo continuo (streaming), tal como han sido definidas para WCDMA. De esta manera, se podrá dar soporte adecuado a todo un nuevo rango de aplicaciones, incluyendo las aplicaciones de IP multimedia.

Tanto la red central de segunda generación de conmutación de paquetes, definida para GPRS, como la actual red de acceso radioeléctrico de GSM/EDGE, requieren modificaciones para soportar los servicios en tiempo real. Una parte de la solución es adoptar la misma interfase Iu para la red central WCDMA/GPRS de tercera generación, tal como UTRAN. Esto simplifica la alineación de los servicios que serán prestados en WCDMA y también permite la conexión a la misma red central de tercera generación.

En la normalización 3GPP, la evolución actual de GSM/EDGE que cubre todos los aspectos mencionados, se llama GERAN.

En resumen, los dos objetivos principales para GERAN son:

- Alineación con los servicios WCDMA primariamente relacionados con la provisión de clases de servicio conversacional y de flujo continuo.
- Posibilidad de interconectar la red central WCDMA sobre la misma interfase Iu, tal como WCDMA/UTRAN.

Además, GERAN incluirá mejoras de rendimiento para los servicios existentes.

La simple mejora de los protocolos GSM/GPRS existentes, hace que EDGE sea una ampliación económica y fácil de implementar. Las actualizaciones de software en el sistema de la estación base permiten el uso del nuevo protocolo; las nuevas unidades transceptoras en la estación base permiten el uso de la nueva técnica de modulación.

La mejora de una red GPRS se logra a través de la evolución hacia EDGE dentro del espectro existente y con el despliegue de WCDMA en las nuevas bandas de frecuencia. La implementación de las dos tecnologías en paralelo permite menores tiempos para acceder al mercado con los nuevos servicios de datos de alta velocidad, así como menores gastos de capital.

EDGE puede ser visto como el cimiento para una red sin fronteras GSM y WCDMA, con una red central combinada y diferentes métodos de acceso, que serán transparentes para el usuario final.

3.9. UMTS (W-CDMA)

Es una tecnología inalámbrica de voz y datos a alta velocidad que integra la familia de normas inalámbricas de tercera generación IMT-2000 de la UIT. La tecnología radial utilizada en UMTS es la WCDMA, o CDMA en banda amplia. Como resultado de esto, las siglas "UMTS" y "WCDMA" a menudo se utilizan de manera intercambiable.

UMTS se desarrolla a partir de GSM, que es la tecnología inalámbrica más ampliamente utilizada en el mundo actualmente, disponible en más de 680 redes de más de 205 países y territorios de todo el mundo, para prestar servicio a más de mil millones de clientes. UMTS es la evolución desde GSM y es actualmente la opción de tecnología de 3G líder. Ofrece cobertura potencialmente mundial y permite economías de escala, roaming global, y una tecnología prioritaria para los desarrolladores de software y aplicaciones. UMTS se desarrolla a partir de la tecnología GSM porque 119 operadores de 42 países (a julio de 2004) ya han escogido UMTS como su tecnología de 3G. Se pronostica que los clientes de las redes basadas en GSM, incluso los de UMTS, llegarán a representar hasta el 85% de los clientes de la próxima generación a nivel mundial, funciona en una diversidad de bandas de espectro nuevas y existentes, incluso la banda de 1900 MHz.

UMTS es utilizada por más de seis millones de clientes de todo el mundo sobre 46 redes comerciales de 24 países, y está creciendo más rápidamente que GSM a la misma altura de su historia. Según el UMTS Forum, UMTS fue adoptada por 98% de los operadores adjudicatarios de nuevas licencias de 3G hasta la fecha y, hasta agosto de 2004, había 71 redes UMTS adicionales en etapas pre-comerciales, de planificación, gestionando licencias o en proceso de despliegue.

WCDMA se encuentra en servicio comercial en Japón desde 2001 y ahora también está disponible en Europa y los EUA. Por su parte, Cingular Wireless también anunció su respaldo a UMTS.

UMTS es una tecnología basada en Protocolo de Internet (IP) que da soporte a voz y datos en paquetes y entrega velocidades de datos pico de hasta 2 Mbps y velocidades promedio de 220 a 320 Kbps cuando el usuario se encuentra caminando o conduciendo. UMTS está diseñada para entregar servicios ávidos de ancho de banda tales como streaming multimedia, transferencias de archivos pesados y videoconferencia a una gran variedad de dispositivos, entre ellos teléfonos celulares, PDAs y computadoras portátiles. UMTS utiliza una combinación de las tecnologías Acceso Múltiple por División de Código (CDMA) y Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA) para hacer un uso altamente eficiente del espectro. UMTS presenta la mayor eficiencia espectral para las velocidades de datos superiores a los 100 Kbps. Se espera que en la próxima década, de la mano de UMTS, los cambios en los servicios de comunicaciones personales sean aun más radicales que los que se han dado en los últimos años. La Internet ha abierto nuevos horizontes en términos de comunicación global y transferencia de información entre puntos fijos, pero UMTS y IMT-2000 terminaran de quitar todas las ataduras de las conexiones, permitiendo todas las ventajas de la Internet de una manera realmente portátil.

El desarrollo de las tecnologías y servicios UMTS esta voluntariamente siendo dejado a las fuerzas del mercado comercial, porque este parece ser la única forma de proveer la flexibilidad y rapidez de respuesta necesaria para aplicar una tecnología que se mueve muy rápido.

Desde el punto de vista físico, UMTS introduce una nueva interfaz de aire para el roaming mundial, terminales multimodo/multibanda, y un nuevo componente de radio. El objetivo es combinar estos de forma modular con los nuevos componentes de red y con los elementos de las redes fijas y móviles existentes antes de la llegada de UMTS, en el supuesto de que estas hayan realizado la preparación necesaria para evolucionar. Esta filosofía permitirá que nuevas empresas establezcan redes UMTS y permitirá que los operadores existentes tengan una transición suave mediante la reutilización de la mayor parte posible de su infraestructura existente.

3.9.1. CARACTERISTICAS Y BENEFICIOS DE UMTS (W-CDMA)

3.9.1.1. CARACTERISTICAS

- Una conexión "siempre activa": Al igual que la banda ancha por cable y el DSL, UMTS ofrece una conexión permanente a Internet, de modo que los usuarios no tienen que conectarse cada vez que necesitan el acceso.
- UMTS es una tecnología basada en paquetes, lo que constituye una forma más eficiente de provisión de servicio por parte de los operadores. Esos ahorros pueden ser trasladados a los usuarios en forma de tarifas más bajas. El hecho de que se trate de tecnología en paquetes también significa que los usuarios sólo pagan por los datos que envían y reciben en lugar de pagar también por el tiempo de aire utilizado para establecer una conexión y esperar a que responda el servidor.
- UMTS es compatible con EDGE y GPRS, lo que permite que los usuarios salgan de un área con cobertura UMTS y sean conmutados automáticamente a una red EDGE o GPRS, dependiendo de factores tales como disponibilidad de la red y cantidad de ancho de banda requerida para la aplicación de que se trate. De este modo, los usuarios de UMTS siempre tienen asegurado algún nivel de servicio de datos en paquetes ya sea que estén en su área original o de viaje.
- Incluye sofisticados mecanismos de calidad de servicio (QoS), con lo cual se asegura que cada tipo de servicio de datos recibe exactamente la cantidad de espectro y recursos de infraestructura que necesita.

3.9.1.2. BENEFICIOS de UMTS (WCDMA)

- UMTS soporta velocidades pico de 2 Mbps cuando el usuario se encuentra en un lugar fijo y 384 Kbps cuando se encuentra en movimiento. La velocidad promedio es de 220 a 320 Kbps, que es lo suficientemente rápido como para soportar una amplia gama de servicios de datos avanzados, incluidos el streaming de audio y video de alta calidad, acceso rápido a Internet y descarga de grandes archivos.
- Es compatible con EDGE y GPRS, lo que permite que los usuarios salgan de un área con cobertura UMTS y sean conmutados automáticamente a una red EDGE o GPRS, dependiendo de factores tales como disponibilidad de la red y cantidad de ancho de banda requerida para la aplicación de que se trate. De este modo, los usuarios de UMTS siempre tienen asegurado algún nivel de servicio de datos en paquetes ya sea que estén en su área original o de viaje
- Es la tecnología 3G líder en todo el mundo con roaming global y compatibilidad regresiva a GPRS y/o EDGE.
- Reutiliza las inversiones previas más importantes, en particular la infraestructura de la red de datos en paquetes desplegada para GPRS. Según el fabricante de que se trate, la actualización puede ser tan sencilla como agregar software UMTS y tarjetas de canales a la infraestructura de radio GSM/GPRS/EDGE existente, que continúa atendiendo a los clientes utilizando esas tecnologías. Esta arquitectura modular reduce el costo de la actualización a UMTS, permitiendo de este modo que los operadores establezcan precios para

sus servicios 3G mucho más competitivos de lo que serían si la actualización requiriera el reemplazo de importantes elementos de la infraestructura.

- UMTS funciona en varias bandas del espectro nuevas y existentes, incluida la de 1900 MHz. Tal flexibilidad es especialmente importante para los operadores del continente americano, donde, a diferencia de Europa, las autoridades regulatorias de la mayoría de los países no requieren nuevas licencias para las bandas de espectro destinadas únicamente a 3G.
- Incluye avanzados mecanismos de calidad de servicio que les dan a los operadores un mayor control y que permiten asegurar que cada aplicación o usuario reciba la cantidad de ancho de banda que necesita. Los mecanismos de calidad de servicio de UMTS cubren todos los pasos del viaje de una aplicación de datos, desde el dispositivo, a la celda, a través de la red y en el gateway de entrada a Internet. Ninguna otra tecnología inalámbrica brinda semejante nivel de calidad de servicio.
- Los mecanismos de calidad de servicio de UMTS también pueden soportar Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP), la etapa final de la visión de UMTS, donde la voz y los datos viajan sobre la misma infraestructura de paquetes. Dicho diseño reduce la necesidad y los costos de contar con una infraestructura separada para la voz por conmutación de circuitos. Mediante el uso del protocolo de inicio de sesión (SIP), que controla el flujo del tráfico, UMTS asegura que la voz no sufra demoras y brinda, de este modo, una experiencia de calidad telefónica.

3.9.2. ARQUITECTURA UMTS (WCDMA)

La PLMN¹ incorpora tres grandes categorías de elementos de red. Las primeras dos de estas tres categorías se refieren a todos los elementos de GSM con los cuales UMTS es totalmente compatible. UMTS incluye todos los elementos de la fase 2+ de GSM con GPRS y CAMEL. El tercer elemento es el que introduce todos los conceptos nuevos que son exclusivos de UMTS.

1- Elemento de la red de la fase 1-2 de GSM

La PLMN (Red Pública Móvil Terrestre) de la fase 1-2 de GSM consiste de tres subsistemas: la estación base (BSS: Base Station Subsystem), el subsistema de conmutación y de red (NSS: Network and Switching Subsystem), y el apoyo a las operaciones (OSS: Operations Support Subsystem). La BSS consiste del controlador (BSC: Base Station Controller), el trancceptor (BTS: Base Transceiver Station). La NSS consiste del centro de conmutación de servicios móviles (MSC: Mobile Services Switching Center), el registro de visitantes (VLR: Visitor Location Register), registro de usuarios locales (HLR: Home Location Register), el centro de autenticación (AC) (AUC) y el registro de identidad de equipos (EIR: Equipment Identity Register).

La MSC provee las funciones de conmutación, señalización, paging y handover entre MSCs. La OSS es el centro de operación y mantenimiento (OMC: Operation and Maintenance Centres).

2- Elementos de la fase 2+ de GSM: GPRS y CAMEL

GPRS

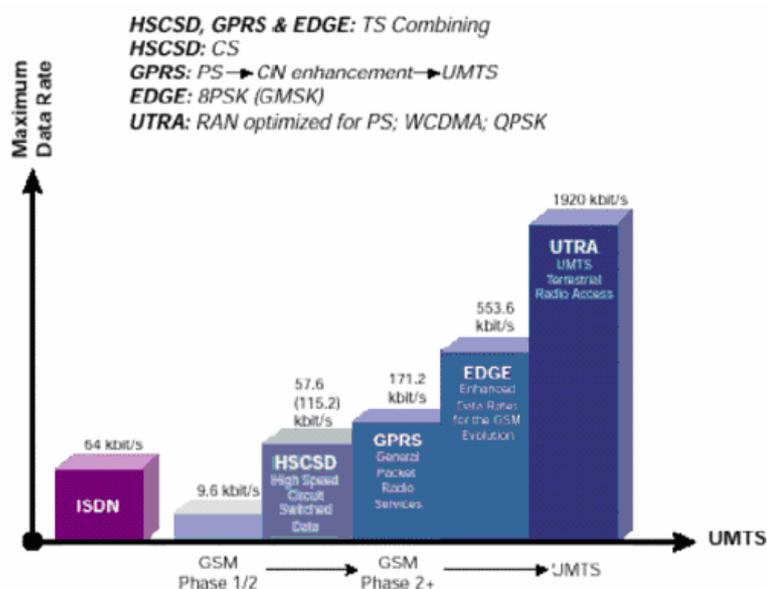
El paso evolutivo más importante de GSM hacia UMTS es GPRS, que introduce la conmutación de paquetes a la red GSM y permite el acceso directo a redes de paquetes de datos (PDN: Packet Data Networks). Esto habilita la transmisión de paquetes de datos a velocidades superiores al límite de 64kbps de ISDN, cosa necesaria para la transmisión de datos a 2Mbps de UMTS.

¹ Public Land Mobile Network- Red pública móvil terrestre

Dos unidades funcionales extienden la arquitectura de la NSS de GSM para servicios de conmutación de paquetes de GPRS: La GGSN (Gateway GPRS Support Node) y la SGSN (Serving GPRS Support Node). La GGSN tiene funciones comparables a una gateway MSC (GMSC). La SGSN está en el mismo nivel jerárquico que una visited MSC (VMSC)/VLR, y por lo tanto cumple funciones parecidas, como enrutamiento y manejo de movilidad de terminales.

CAMEL

CAMEL¹ permite acceso mundial a aplicaciones específicas de operadores, como ser llamadas prepagas y supervisión. CAMEL es la predecesora del llamado Virtual Home Environment (VHE) de UMTS. VHE es una plataforma flexible para la definición de servicios (conjunto de herramientas para creación de servicios) que permite que el operador modifique o mejore servicios existentes o defina servicios nuevos. Además, VHE permite el acceso mundial a estos servicios en cualquier PLNM de GSM o UMTS.



¹ Customized Application for Mobile Enhanced Logic

Figura 3.9.2.1. Comparación de las tasas de transferencia de las distintas tecnologías

En los sistemas existentes, las tasas máximas de transferencia de datos son 115 Kbps para datos usando conmutación de circuitos (CS) con HSCSD, 171 Kbps para datos usando conmutación de paquetes con GPRS, y 553 Kbps con EDGE. UMTS, logra llegar a velocidades de hasta 2Mbps.

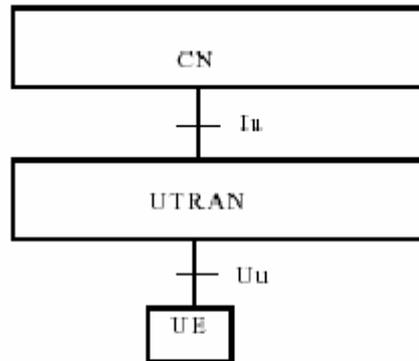
3- Elementos de Red de UMTS

El Standard UMTS puede ser visto como una extensión de redes ya existentes, introduciéndose dos nuevos elementos, la UTRAN y el Nodo B.

En el esquema general de la arquitectura de red de UMTS, se pueden ver tres elementos principales, que son el Equipo de Usuario (UE: User Equipment), la Red Núcleo (CN: Core Network) y la ya mencionada UTRAN. Estos tres elementos se comunican entre sí mediante interfaces llamadas Uu y Iu. Uu conecta la UTRAN con el UE y Iu conecta la CN con la UTRAN.

Los protocolos que actúan sobre las interfaces Uu y Iu están divididos en dos estructuras:

- Protocolos del plano de usuario: Estos son protocolos que implementan el servicio de acceso radial en sí, transportando datos de usuario
- Protocolos del plano de control: Son protocolos para controlar el acceso de radio y la conexión entre el UE y la red en diferentes aspectos (incluyendo solicitudes de servicio, control de diversos recursos de transmisión, handover y streamlining).



UTRAN UMTS Terrestrial Radio Access Network
 CN Core Network
 UE User Equipment

Figura 3.9.2.2. Esquema simplificado de la red UMTS

UMTS difiere de la fase 2+ de GSM principalmente en los nuevos principios de transmisión por interfaz aérea, utilizando W-CDMA, en vez de TDMA y FDMA. De ahí surge la necesidad de introducir junto a UMTS esta nueva interfaz llamada UTRAN.

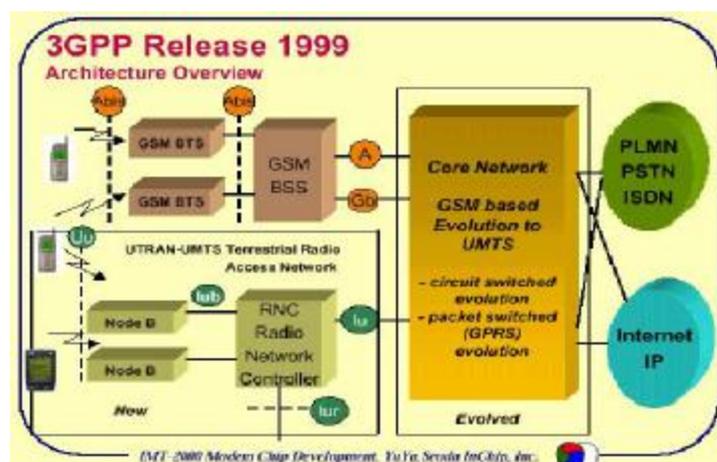


Figura 3.9.2.3. Esquema de la Arquitectura de Red de UMTS

3.9.3. UTRAN

Sus funciones son:

- Funciones globales relacionadas al sistema de control de acceso
- Control de admisión
- Control de congestión
- Broadcasting de información del sistema
- Codificación y decodificación del canal de radio
- Funciones relacionadas a la movilidad
- Handover
- Reubicación de SRNS
- Funciones relacionadas a la administración y control de los recursos de radio
- Configuración y operación de los recursos de radio
- Evaluación del estado de los canales de radio
- Control de potencia de radiofrecuencia
- Codificación y decodificación del canal de radio

La UTRAN se subdivide en subsistemas radiales de red (RNSs: radio network subsystems), donde cada RNS se controla por un controlador radial (RNC: Radio Network Controller). Cada RNS es responsable de los recursos de su conjunto de celdas y cada RNC se conecta a un elemento Nodo B, y al mismo tiempo cada uno de estos da servicio a una o varias celdas. El RNC incluye funciones de combinación y splitting para soportar diversidad entre distintos Nodo B. El RNC es el responsable de las decisiones de handover que requieren señalización hacia la UE. Adentro de la UTRAN los RNCs de un RNS pueden ser interconectados mediante la interfaz Iur.

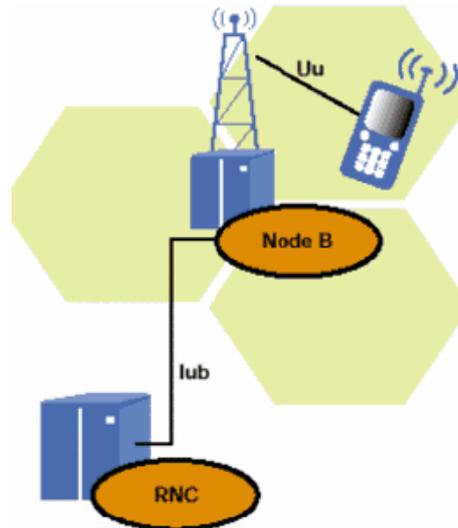


Figura 3.9.2.4. Nodo B y RNC

Elementos de red ya existentes, como MSC, SGSN y HLR pueden ser extendidos para adaptarse a los requerimientos de UMTS sin ningún problema, pero el RNC, el Nodo B y los terminales son diseños completamente nuevos. El RNC será el equivalente del BSC Controlador de Estación Base de GSM, y Nodo B cumple las mismas funciones que el BTS de GSM.

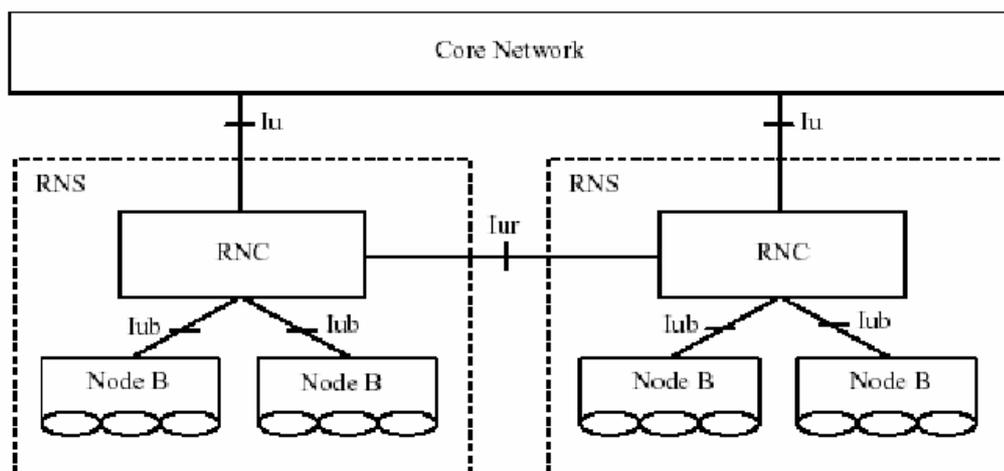


Figura 3.9.2.5. Arquitectura de la UTRAN

3.9.4. Nodo B

El Nodo B es la unidad física para transmisión y recepción por radio en celdas. Dependiendo de la sectorización, una o más celdas pueden ser servidas por un mismo Nodo B. Un mismo Nodo B puede soportar tanto modo FDD como modo TDD para transmitir, y puede estar ubicada en el mismo lugar que un BTS de GSM, para reducir costos de implementación. El Nodo B se conecta con el UE usando la interfaz de radio W-CDMA llamada Uu, y con el RNC con la interfaz basada en ATM llamada Iub

Equipo de Usuario UMTS (UE)

El UE (User Equipment) de UMTS está basado en los mismos principios que el MS de GSM. Consiste en el terminal del usuario con el módulo de identificación de usuario de UMTS, USIM¹. Nuevamente, la USIM es el equivalente a la SIM de GSM.

Las estaciones móviles que funcionen sólo con GSM (MSs) se conectarán a la red vía la interfaz aérea WCDMA llamada Um. Los equipos que usen tanto GSM como UMTS se conectarán a la red vía la interfaz de radio de UMTS (Uu) a altas velocidades. Cuando estos equipos se encuentren fuera del área de cobertura de UMTS, se conectarán vía la interfaz GSM a tasas de transferencia de datos más bajas.

Canal de Transmisión

Las normas para acceso por radio UMTS están todavía en desarrollo en el 3GPP y muchos parámetros importantes no se han definido todavía. En particular, el caso del diseño de la capa física que se está diseñando de acuerdo a las decisiones básicas tomadas en la reunión Numero 24 del grupo ETSI SMG, de enero de 1998. En aquel momento se acordó que la base técnica para el acceso radial terrestre de UMTS sería una combinación de tecnologías de Acceso Múltiple en Banda Ancha por División de Código (W-CDMA) y Acceso Múltiple por División de Código y División de Tiempo (TD-CDMA). WCDMA utiliza el modo de transmisión FDD² y TD-CDMA utiliza el modo TDD (Time Division Duplex). Desde entonces, el grupo SMG2 ha encabezado el

¹ UMTS subscriber identity module

² Frequency Division Duplex

trabajo de afinamiento de requisitos, incluyendo terminales de bajo costo, armonización con GSM, operación en modo dual FDD/TDD tanto en el enlace ascendente como en el descendente. El resultado será una norma única capaz de soportar ambos modos de operación (FDD y TDD), con un ancho de banda común y barato. Con dicha norma armonizada, resultará eficiente en costo el desarrollo de terminales capaces de soportar el triple modo GSM y UTRA/FDD + UTRA/TDD, y capaces de operar a través del mundo GSM y ofrecer capacidades inherentes de sistemas inalámbricos UMTS-CTS, que son esenciales para la convergencia fijo-móvil.

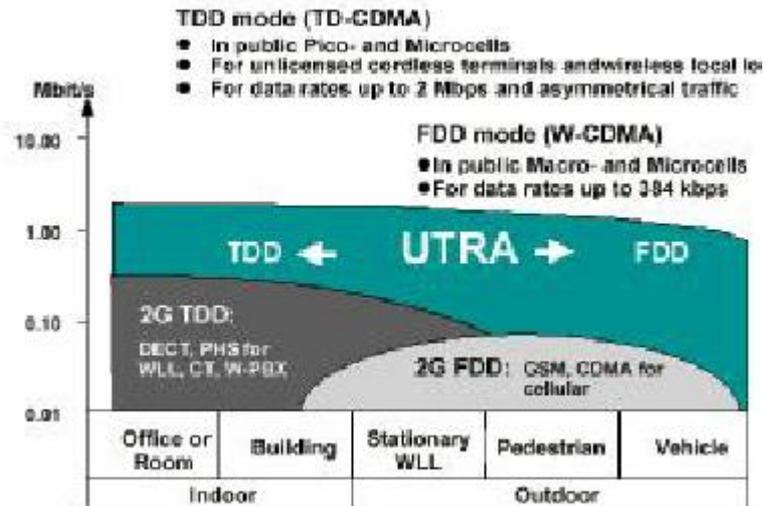


Figura 3.9.4.1. Utilización de FDD y TDD en UTRA

La tecnología de transmisión FDD es adecuada para tráfico simétrico y ofrece movilidad total.

TDD es más adecuada para tráfico asimétrico, como navegar en Internet. Ofrece una movilidad limitada, y por lo tanto es más adaptable a ambientes cerrados.

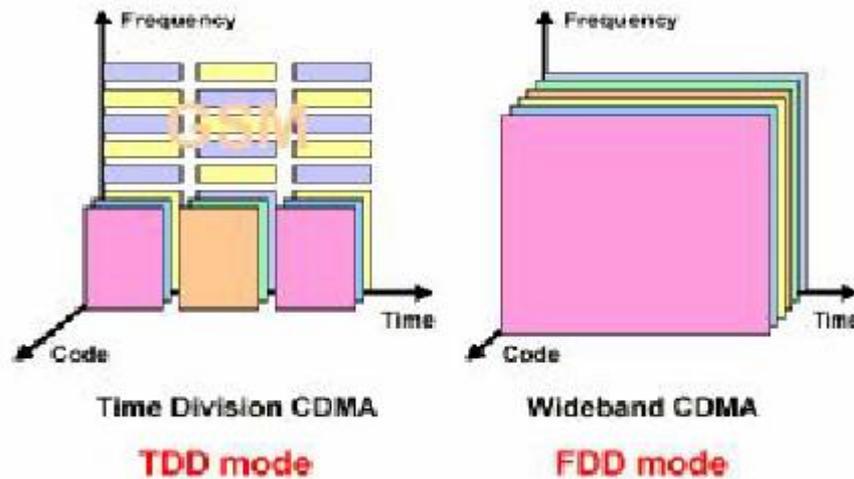


Figura 3.9.4.2. Frecuencia FF y TDD

La cobertura se efectuará por celdas dimensionadas de acuerdo a las tasas de transferencia y la movilidad de los usuarios. Así es que para áreas reducidas, oficinas, casas, edificios, etc., se instalarán picoceldas que proveen tasas de hasta 2Mbps, pero con una movilidad máxima de 10 km/h por parte del usuario. Para áreas urbanas con algunos kilómetros cuadrados de radio, se utilizarán las microceldas que soportan tasas de transferencia de hasta 384 Kbps moviéndose a velocidades de hasta 120 km/h. A nivel suburbano la cobertura será asegurada por macroceldas, donde los usuarios podrán lograr transferir datos hasta a 144Kbps moviéndose a velocidades de hasta 500 km/h. Por ultimo, están las megaceldas, que tienen cobertura satelital.

Para mejorar la performance de todo el sistema en un futuro se emplearan tecnologías avanzadas que incluirán detección de múltiples usuarios, antenas adaptativas y arquitectura jerárquica de celdas.

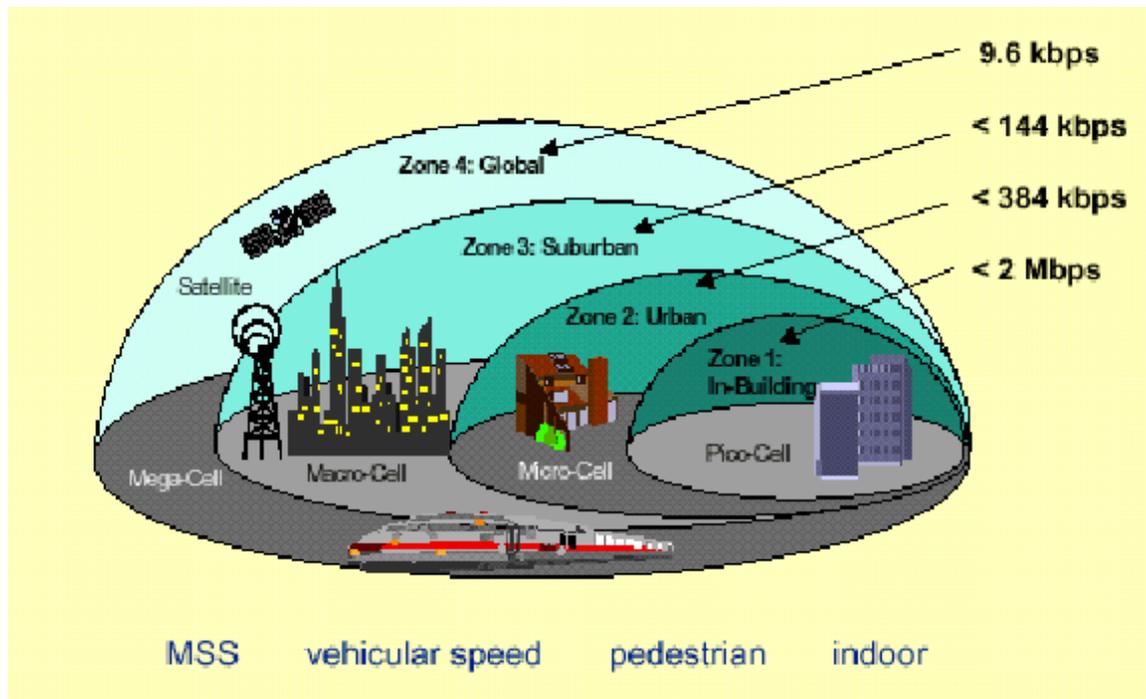


Figura 3.9.4.3. Zonas, celdas y tasas de transferencia de UMTS

TDD está optimizado para micro y pico celdas públicas y aplicaciones inalámbricas sin licencia. FDD está optimizada para cobertura de área amplia, como celdas micro y macro. Los terminales de tercera generación que funcionen en modo dual FDD/TDD serán entonces lo suficientemente inteligentes para, dependiendo de la situación en la cual se encuentre el usuario, puede escoger por transmitir en uno u otro modo optimizando la utilización de los recursos.

3.9.5. ESPECTRO

Las bandas definidas para UMTS/IMT-2000 terrestre son la de 1900 a 1980 MHz, la de 2010 a 2025 MHz y la de 2110 a 2170 MHz, dando un total de 155 MHz. Para los servicios satelitales UMTS/IMT-2000 las bandas reservadas son la de 1980 a 2010 MHz y la de 2170 a 2200 MHz, dando esto un total de 60 MHz.

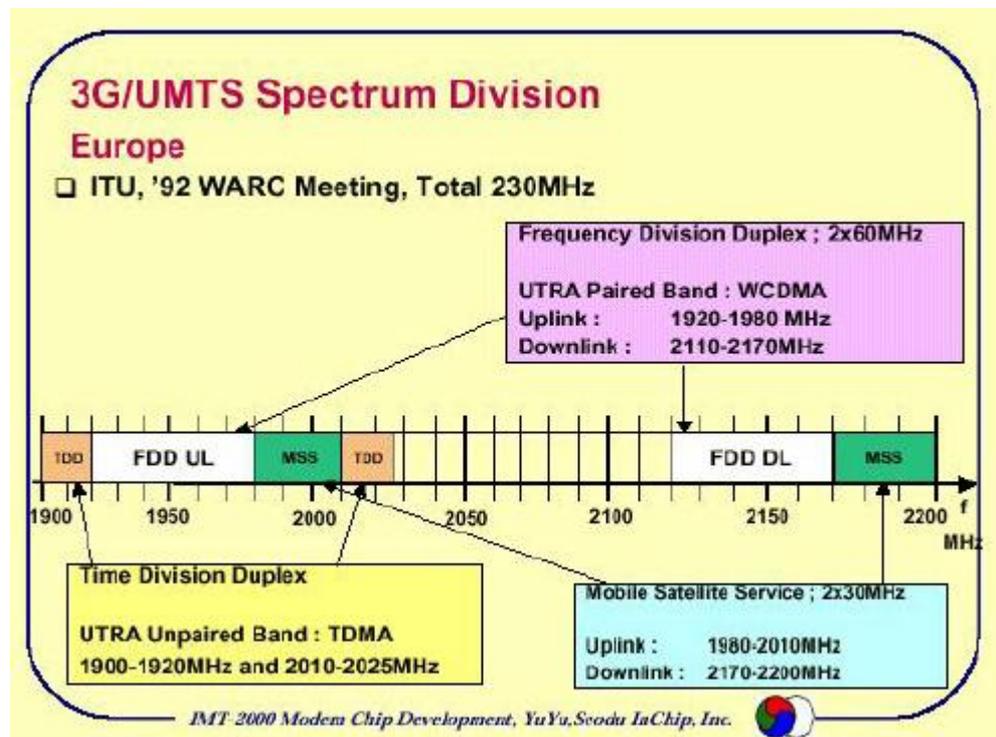


Figura 3.9.5.1. División del espectro

En resumen, el espectro total requerido calculado para servicios terrestres es de 403 Mhz para este año y 582 Mhz para el año 2010. Para servicios satelitales en todo el mundo el espectro total requerido calculado es de 2*133MHz para este 2005 y de 2*144MHz para el año 2010. Las bandas de frecuencia de tercera generación según fueron definidas por WARC-92 son suficientes para servicios móviles multimedia hasta el año 2005. Si todo el espectro de segunda y tercera generación se hace disponible para operadores, será necesario espectro adicional entre los años 2005 y 2010

FUTURAS TECNOLOGIAS 4G Y SEGURIDADES MOVILES

4.1. INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS 4G

Más que un salto radical, la cuarta generación de la telefonía móvil es un nuevo paso de las telecomunicaciones hacia la movilidad y accesibilidad universales basado en la convergencia de UMTS con distintos tipos de redes complementarias, unidas bajo el protocolo IP.

De esta forma el usuario alternará de forma automática, sin darse cuenta, sin interrupciones y manteniendo la calidad de la transmisión entre las distintas redes según su ubicación: la calle, el domicilio, la empresa o el vehículo, aprovechando las ventajas de cada una. Así, por ejemplo, UMTS ofrece una movilidad prácticamente ilimitada pero es más cara que WI-FI, que ofrece un ancho de banda significativo y permite cubrir áreas como campus, aeropuertos y hoteles, pero exige proximidad respecto a los puntos de acceso (hotspots).

La otra gran ventaja de la 4G será la velocidad, mientras que las redes 3G proporcionan 2 Mbps, la 4G alcanzará desde 20 a 100 Mbps en los tramos UMTS, e incluso un Gigabyte en las redes locales y los hotspots. Gracias a ello podrán utilizarse varias aplicaciones de forma simultánea, como videoconferencias o reproducción de películas a través del móvil con la máxima resolución. Aunque la 4G empieza a asomar en las conferencias y debates especializados, ya existen operadoras y fabricantes que experimentan con ella, especialmente en Asia.

En el mercado japonés donde los abonados a la tercera generación de redes inalámbricas se cuentan por millones la operadora de telefonía móvil NTT DoCoMo viene investigando con móviles 4G desde 1998. En agosto de 2003, NTT anunció la creación en China de un centro de I+D dedicado a la cuarta generación de telefonía móvil por valor de 5'3 millones de dólares y este año, la operadora nipona dedicará 91 millones de dólares y el 15% de sus investigadores al desarrollo de esta tecnología.

De hecho, DoCoMo presentó sus pruebas con 4G en la conferencia internacional “Más allá de las comunicaciones móviles 3G”, en las que obtuvo velocidades de hasta 300 Mbps en estado estacionario y de hasta 135 Mbps en movimiento. En concreto, desde

un coche circulando a 30 kilómetros por hora y a más de un kilómetro de distancia de las estaciones emisoras 4G.

Financial Times aseguraba en octubre del año pasado que Corea del Sur planea invertir unos 100 millones de dólares en el desarrollo de la nueva tecnología hasta este año con el objetivo de que el servicio esté listo en el 2010. Sin embargo, a la 4G le queda mucho trecho por recorrer en cuestiones de normativa y estandarización. Por ejemplo, el espectro de radio que utilizará no se decidirá antes de 2007.

Algunos de los desafíos técnicos que plantea no parecen fáciles de superar. A los propios de cada tipo de red empleada se le añaden otros, como el hecho de que la señal se degrada cuando el terminal se aleja más de un kilómetro de la estación de base; que resulta difícil mover enormes volúmenes de datos en una zona limitada del espectro; y que el tamaño y el consumo de energía de los prototipos de los móviles resultan excesivos.

Para transmitir datos a una velocidad tan alta, las redes de 4G requerirán más ancho de banda que los sistemas celulares actuales. Se espera que cada canal 4G ocupe alrededor de 100 MHz (megahertz) de espectro, 20 veces el de la red 3G W-CDMA.

Las altas velocidades también presentarán nuevos problemas para los ingenieros, dado que son mucho más susceptibles a interferencia por señales reflejadas en los edificios, montañas y por otros objetos cercanos al usuario. Para superar esto, DoCoMo planea experimentar con distintas técnicas para codificar y transmitir la señal.

Con todo, puede que el reto más difícil sea encontrar clientes. Se asegura que en la actualidad no existen aplicaciones que requieran tales velocidades, aunque eso podría no ser un problema para una operadora como la japonesa DoCoMo, que ha conquistado Japón con sus servicios, pero sí puede serlo para otras zonas. Esto explicaría la diferencia del calendario previsto para la comercialización de la 4G: de 3 a 5 años para Asia y de 10 a 15 años en Europa y Estados Unidos.

4.1.1. ARQUITECTURA

Las características más sobresalientes de las tecnologías de cuarta generación 4G pueden ser: Núcleo IP, ubicuidad y servicios.

En primer lugar se basan en un núcleo IP encargado de ofrecer el transporte en la red, sobre esta base se edificarán los tradicionales servicios, así como otros nuevos, y para ello nuevos conceptos como QoS y AAA tendrán que ser implementados. Finalmente el acceso múltiple a través de cualquier medio, ya sea fijo o móvil, con un único terminal ofrecerá una mayor conectividad al usuario.

La arquitectura de los sistemas móviles de 4G esta basada en la utilización del protocolo IP tanto en los accesos como en el núcleo de red. Esta nueva arquitectura establecida en la conmutación de paquetes, requiere la incorporación de técnicas que soporten mecanismos de calidad de servicio (QoS), movilidad, seguridad y contabilidad basados en IP.

Descripción de la Arquitectura de Red

La principal característica de las propuestas de redes móviles 4G es la utilización de tecnologías IP en el núcleo y en las redes de acceso, para soportar todos los servicios. Mientras en redes 3G coexistirá un núcleo IP para la red de datos con otro núcleo basado en conmutación de circuitos para la prestación de servicios de voz, en las redes 4G sólo existirá un núcleo IP sobre el que se transportará todo el tráfico.

Una de las características anheladas en las redes 4G sería que el núcleo fuese IPv6, con lo que quedarían resueltos problemas como el espacio de direcciones, vital para el despliegue de una nueva red donde sería deseable el uso de direcciones públicas, igualmente dispondríamos de Mobile IP, así como de posibilidades Multihoming. Concretamente el escenario implementado dentro del proyecto Mobydick es IPv6 nativo.

Existen diferentes tecnologías de acceso que aparecerán en un escenario 4G. No se trata de tecnologías complementarias, de manera que todas podrán coexistir, y en función de las necesidades del cliente podrá optar por alguna de las siguientes:

- WCDMA (UMTS): Se trataría del medio de acceso más caro (infraestructura y consumo del terminal) pero con mayor capacidad de movilidad. En un principio ofrecería un ancho de banda algo reducido comparándolo con el resto de tecnologías, pero proporciona una cobertura y movilidad prácticamente ilimitadas.
- Wireless LAN 802.11: La cobertura vendría limitada por la situación de los puntos de acceso. De manera que resulta adecuada para cubrir determinadas zonas (aeropuertos, salas de reunión), de forma barata y con un ancho de banda considerable.
- Ethernet: Con esta tecnología perdemos toda movilidad, pero podemos alcanzar el mayor ancho de banda. Resulta adecuado para zonas de acceso bien identificadas (zonas de reunión, sitios de trabajo) con grandes requisitos de ancho de banda.

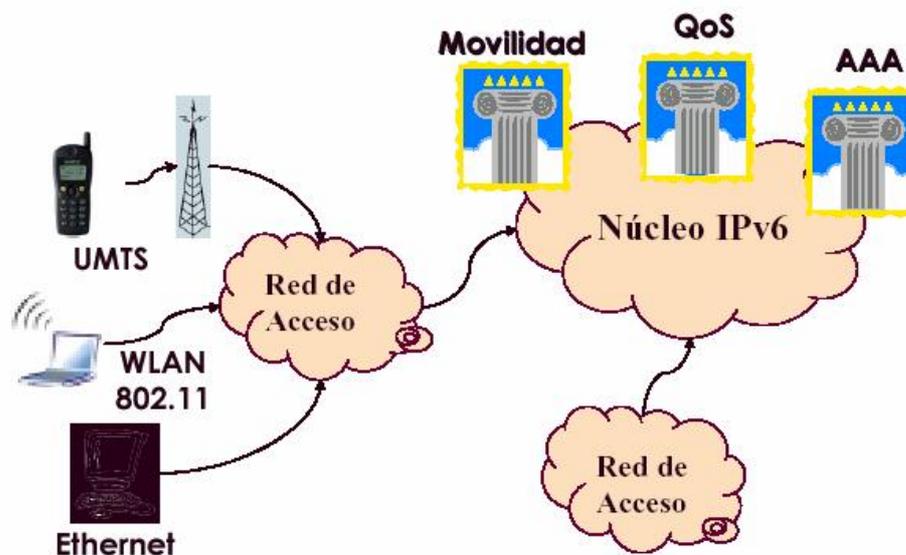


Figura 4.1.1.1. Arquitectura de red de Cuarta Generación

4.1.2. PILARES DE LA TECNOLOGIA 4G

- **QoS.** La tecnología IP tal como se concibió originalmente, no ofrece ningún tipo de garantías de Calidad de Servicio. Sin embargo, existen servicios, entre ellos el telefónico, con rigurosos requisitos de retardo y variación del retardo (jitter), lo que hace necesario añadir funcionalidad a IP para que las redes basadas en este protocolo sean capaces de soportar este tipo de servicios.
- **AAA.** Los sistemas tradicionales de contabilidad basados en la generación de CDR (Call Detail Record) deben ser modificados para soportar de forma eficiente movilidad de usuarios sobre una red basada en datagramas. Adicionalmente deben soportarse mecanismos de autenticación y autorización para ofrecer mecanismos seguros de identificación y acceso de usuarios. En este sentido el IETF (Internet Engineering Task Force) ha definido los sistemas AAA encargados de comprobar la identidad de los usuarios, de controlar los servicios que usan y de ratificarles por ello. Estos sistemas utilizan las redes IP para transportar la información de señalización necesaria. El IETF propone el protocolo DIAMETER (Diameter Mobile IPv6 Application) sustituto del tradicional RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) y capaz de soportar movilidad Inter Dominio (roaming) de usuarios.
- **MOVILIDAD.** Las redes de 4G deberán soportar mecanismos eficientes que permitan la movilidad de usuarios, que utilizando el mismo o distinto terminal se conecten a la red mediante distintas redes de acceso (WCDMA, WLAN, Ethernet, etc.) operadas por distintas entidades. Esto requiere mecanismos que soporten handover entre subredes bajo igual o distinta tecnología (handover horizontal y vertical) de forma eficiente, teniendo como elemento común el transporte IP. La base del soporte de movilidad en redes IP son los protocolos Mobile IP.

4.1.3. UMTS-HSDPA

Luego de la tecnología de datos a alta velocidad UMTS/WCDMA aguardan optimizaciones que proveen velocidades aún mayores, además de oportunidades para una variedad de aplicaciones del mercado. Una de estas tecnologías optimizadas es HSDPA¹, incluida en las especificaciones del 3GPP release 5. HSDPA es una optimización de WCDMA que presenta capacidad de alta performance para datos en telefonía celular.

HSDPA es una migración costo-efectiva que optimizará aún más la eficiencia espectral para datos que presenta WCDMA (en un factor de hasta 3.5 veces), y puede incrementar las velocidades de datos hasta una velocidad pico teórica de 14 Mbps y dar soporte a velocidades de throughput promedio cercanas a 1 Mbps. HSDPA optimiza la performance de la red dentro de la infraestructura existente. Se prevé que las tarjetas PC con capacidad HSDPA serán los primeros dispositivos de este tipo en llegar al mercado.

HSDPA es compatible con EDGE y totalmente compatible en sentido inverso con WCDMA, y aplicaciones empresarias y ricas en multimedia desarrolladas para WCDMA funcionan con HSDPA. La mayoría de los proveedores de UMTS dan soporte a HSDPA.

HSDPA lleva a WCDMA a su máximo potencial para brindar servicios de banda ancha, y es la capacidad de datos celulares definida con throughput más elevado. De la misma manera en que EDGE incrementa la eficiencia espectral en comparación con GPRS, HSDPA incrementa la eficiencia espectral en comparación con WCDMA.

La eficiencia espectral y las velocidades aumentadas no sólo permiten nuevas clases de aplicaciones sino que dan soporte para que la red sea accedida por una mayor cantidad de usuarios; HSDPA provee tres veces más capacidad que WCDMA. En cuanto a la performance de aplicaciones en tiempo real, tales

¹ High Speed Downlink Packet Access

como video streaming en vivo y juegos entre múltiples jugadores, HSDPA actualiza a la tecnología WCDMA al acortar la latencia de la red (se prevén menos de 100 mseg), brindando así mejores tiempos de respuesta.

Al tiempo que los despliegues de 3G alcanzaron una amplia implementación alrededor del mundo a lo largo del 2004, NTT DoCoMo de Japón lanzó HSDPA en este año para optimizar su red FOMA. Los analistas anticipan que HSDPA será la tecnología de datos a alta velocidad de próxima generación escogida por los operadores, en especial debido al soporte con que cuenta HSDPA en la comunidad de proveedores. Fabricantes como Siemens están desarrollando para sus clientes soluciones HSDPA tanto para estaciones base como para dispositivos al usuario final.

HSDPA alcanza sus elevadas velocidades a través de las mismas técnicas que amplifican la performance de EDGE más allá de GPRS. Además, HSDPA emplea un eficiente mecanismo de programación para determinar qué usuario obtendrá recursos.

Finalmente, HSDPA comparte sus canales de alta velocidad entre los usuarios del mismo dominio de tiempo, lo que representa el enfoque más eficiente.

Al utilizar los enfoques descritos, HSDPA maximiza los throughputs de datos y la capacidad, y minimiza las demoras. Para los usuarios, esto se traduce en mejor performance de la red bajo condiciones cargadas, performance más veloz de aplicaciones, un rango más amplio de aplicaciones que funcionan bien, y mayor productividad.

HSDPA lleva a UMTS/WCDMA a su máximo potencial para brindar servicios de banda ancha, y es la capacidad de datos celulares definida con throughput más elevado.

La eficiencia espectral y las velocidades aumentadas no sólo permiten nuevas clases de aplicaciones sino que dan soporte para que la red sea accedida por una mayor cantidad de usuarios.



Figura 4.1.3.1. Evolución de las tecnologías hacia la 4G

4.1.4. PROTOCOLO IPv6

IPv6 es la versión 6 del Protocolo IP (Internet Protocol). Es la versión que está destinada a sustituir al actual estándar IPv4. Usa direcciones de 128 bits, cuadruplicando el tamaño de la dirección IPv4 y permitiendo, literalmente, trillones de direcciones más que éste. Con esto cualquier dispositivo capaz de conectarse a internet obtendrá una dirección IPv6 propia (a día de hoy se calcula que las dos terceras partes de las direcciones que ofrece el IPv4 están ya asignadas).

El cambio de IPv4 a IPv6 ya ha comenzado, inicialmente en los servidores raíz de Japón y Corea próximamente en Francia. Durante 20 años se espera que convivan ambos protocolos y que la implantación de IPv6 sea paulatina. Existe una serie de mecanismos que permitirá la convivencia y la migración progresiva tanto de las redes como de los equipos de usuario. Los más destacables son los túneles, que permiten conectarse a redes IPv6 "saltando" sobre redes IPv4.

Actualmente el protocolo IPv6 está soportado en la mayoría de los sistemas operativos, en algunos casos como una opción de instalación. Windows, Linux, Solaris, Mac OS, FreeBSD, Windows CE (en PDA) y Symbian (dispositivos móviles) son sólo algunos de los sistemas operativos que pueden funcionar con IPv6.

Las mejoras que aporta IPv6 son:

- Convivencia con IPv4, que hará posible una migración suave.
- Gran cantidad de direcciones, que hará virtualmente imposible que queden agotadas. Se estima que si se repartiesen entre toda la superficie de la Tierra habría 1500 IP's por m².
- Direcciones unicast, multicast y anycast.
- Soporte de audio y vídeo, permite establecer rutas de alta calidad.
- Formato de cabecera más flexible que en IPv4 para acelerar el encaminamiento.
- Nueva etiqueta de flujo para identificar paquetes de un mismo flujo.

- Etiqueta clase de tráfico, para soportar calidad de servicio (QoS).
- No se usa checksum, ni fragmentación ni reensamblado.
- Nuevas características de seguridad. IPSEC formará parte del estándar.
- Nueva versión de ICMP y desaparición del IGMP.
- Autoconfiguración de los nodos finales, que permitirá a un equipo aprender automáticamente una dirección IPv6 al conectarse a la red.
- Movilidad incluida en el estándar, que permitirá cambiar de red sin perder la conectividad.

Definición de dirección IPv6

Las direcciones IPv6 son identificadores de 128 bits de longitud. Identifican interfaces de red, ya sea de forma individual o grupos de interfaces. A una misma interface de un nodo se le pueden asignar múltiples direcciones IPv6. Dichas direcciones se clasifican en tres tipos.

- Unicast: Identificador para una única interfaz. Un paquete enviado a una dirección unicast es entregado solo a la interfaz identificada con dicha dirección. Es el equivalente a las direcciones IPv4 actuales.
- Anycast: Identificador para un conjunto de interfaces (típicamente pertenecen a diferentes nodos). Un paquete enviado a una dirección anycast es entregado en una (cualquiera) de las interfaces identificadas con dicha dirección (la que este mas "cerca"). Nos permite crear, por ejemplo, ámbitos de redundancia, de forma que varias máquinas puedan ocuparse del mismo tráfico según una secuencia determinada (por el routing), si la primera "cae".
- Multicast: Identificador para un conjunto de interfaces (por lo general pertenecientes a diferentes nodos). Un paquete enviado a una dirección multicast es entregado a todas las interfaces identificadas por dicha dirección. La misión de este tipo de paquetes es evidente: aplicaciones de retransmisión múltiple (broadcast).

3.1.5. WiMax

Últimamente se habla mucho de Wi-Fi, una tecnología inalámbrica, que en sus diferentes versiones (802.11a, b y g) puede ofrecer desde 11 Mbit/s hasta 54 Mbit/s, y sus distintas aplicaciones, especialmente en los hot-spots (hoteles, aeropuertos, estaciones de servicio, centros comerciales, etc.), en los que se ofrece acceso a Internet. El estándar 802.16x, conocido como WiMax, que es una especificación para redes metropolitanas inalámbricas (WMAN) de banda ancha, que está siendo desarrollado y promovido por el grupo de la industria WiMax¹, cuyo dos miembros más representativos son Intel y Nokia. Como sucedió con la marca Wi-Fi, que garantiza la interoperabilidad entre distintos equipos la etiqueta WiMax se asociará globalmente con el propio nombre del estándar.

El hecho de que WiMax no sea todavía una tecnología de consumo ha permitido que el estándar se desarrolle conforme a un ciclo bien establecido, lo que es garantía de su estabilidad y de cumplimiento con las especificaciones, algo parecido a lo que sucedió con GSM, que es garantía de su estabilidad.

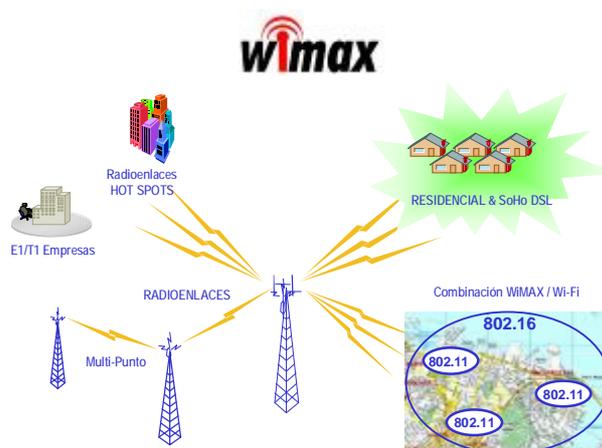


Figura 4.1.5.1. Alcance de WiMax

¹ Worldwide Interoperability for Microwave Access

Características

El estándar 802.16 puede alcanzar una velocidad de comunicación de más de 100 Mbit/s en un canal con un ancho de banda de 28 MHz (en la banda de 10 a 66 GHz), mientras que el 802.16a, puede llegar a los 70 Mbit/s, operando en un rango de frecuencias más bajo (<11 GHz). Es un claro competidor de LMDS.

	WiMAX 802.16	Wi-Fi 802.11	Mobile-Fi 802.20	UMTS y cdma2000
Velocidad	124 Mbit/s	11-54 Mbit/s	16 Mbit/s	2 Mbit/s
Cobertura	40-70 km	300 m	20 km	10 km
Licencia	Si/No	No	Si	Si
Ventajas	Velocidad y Alcance	Velocidad y Precio	Velocidad y Movilidad	Rango y Movilidad
Desventajas	Interferencias?	Bajo alcance	Precio alto	Lento y caro

Figura 4.1.5.2. Comparativa de WiMax frente a otras tecnologías.

Estas velocidades tan elevadas se consiguen gracias a utilizar la modulación OFDM¹ con 256 subportadoras, la cual puede ser implementada de diferentes formas, según cada operador, siendo la variante de OFDM empleada un factor diferenciador del servicio ofrecido. Esta técnica de modulación es la que también se emplea para la TV digital, sobre cable o satélite, así como para Wi-Fi (802.11a) por lo que está suficientemente probada. Soporta los modos FDD y TDD para facilitar su interoperabilidad con otros sistemas celulares o inalámbricos.

Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda y es adecuada tanto para tráfico continuo como para ráfagas, siendo independiente de protocolo; así, transporta IP, Ethernet, ATM etc. y soporta múltiples servicios simultáneamente ofreciendo Calidad de Servicio (QoS) en 802.16e, por lo cual resulta adecuado para voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo. Por ejemplo, la voz y el vídeo requieren baja latencia

¹ Orthogonal Frequency División Multiplexing

pero soportan bien la pérdida de algún bit, mientras que las aplicaciones de datos deben estar libres de errores, pero toleran bien el retardo.

Otra característica de WiMax es que soporta las llamadas antenas inteligentes (smart antenas), propias de las redes celulares de 3G, lo cual mejora la eficiencia espectral, llegando a conseguir 5 bps/Hz, el doble que 802.11a.

Aplicaciones

Las primeras versiones de WiMax están pensadas para comunicaciones punto a punto o punto a multipunto, típicas de los radioenlaces por microondas. Las próximas ofrecerán total movilidad, por lo que competirán con las redes celulares.

Los primeros productos que están empezando a aparecer en el mercado se enfocan a proporcionar un enlace de alta velocidad para conexión a las redes fijas públicas o para establecer enlaces punto a punto.

La instalación de estaciones base WiMax es sencilla y económica, utilizando un hardware que llegará a ser estándar, por lo que por los operadores móviles puede ser visto como una amenaza, pero también, es una manera fácil de extender sus redes y entrar en un nuevo negocio en el que ahora no están, lo que se presenta como una oportunidad.

Algunos operadores de LMDS¹ están empezando a considerar esta tecnología muy en serio y ya han comenzado a hacer despliegues de red, utilizando los elementos que hoy por hoy están disponibles. Habrá que esperar para ver el resultado de estas pruebas y si se confirma su aceptación por el global de la industria y de los usuarios.

¹ Local Multipoint Distribution System

4.1.6. Mobile IP

El protocolo IP Móvil permite que ordenadores configurados para funcionar en una subred determinada cambien de subred y sigan funcionando exactamente como lo harían si estuviesen en su subred original, sin tener que cambiar su configuración. Es decir, mantienen las conexiones que hubiesen establecido hasta el momento, siguen recibiendo los paquetes dirigidos a su dirección original, y pueden acceder a los recursos de la subred original como si estuviera dentro de ella.

Para ello, es necesario que en ambas subredes existan unos agentes (el de la red original es el Home Agent, y el de la subred visitada es el Foreign Agent), que se encargan de facilitar la movilidad. Además, también es necesario que en el ordenador que cambia de subred o Nodo Móvil tenga instalado un software que le permite registrarse, en cada subred que visita, con el Foreign Agent correspondiente, solicitando una dirección provisional (que suele ser la del propio agente), y con su Home Agent informándole de su dirección actual, a la cual deberá redirigir el tráfico que reciba en su dirección original.

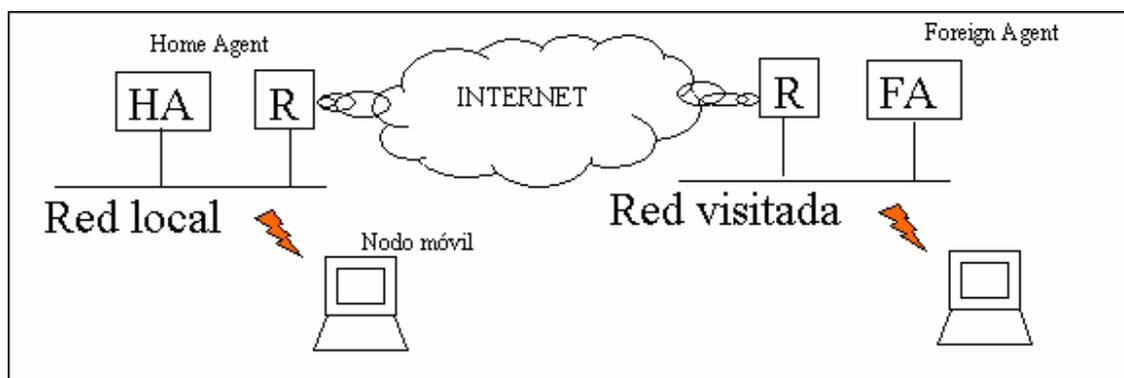


Figura 4.1.6.1. Escenario Básico de movilidad en IPv4

4.2. SEGURIDAD EN SERVICIOS MOVILES

Las motivaciones referentes a la Seguridad en los Sistemas de Telecomunicaciones Celulares son asegurar las conversaciones y datos de señalización de potenciales interceptaciones así como impedir posible fraude en telefonía celular.

4.2.1. MECANISMOS DE SEGURIDAD

Existen varios mecanismos de proveer seguridad a los servicios, pero la mayoría de ellos hacen uso de técnicas criptográficas basadas en el cifrado de la información. Los más importantes son los siguientes:

- **INTERCAMBIO DE AUTENTICACIÓN:** Confirma que una entidad, ya sea origen o destino de la información, es la deseada, por ejemplo, A envía un número aleatorio cifrado con la clave pública de B, B lo descifra con su clave privada y se lo reenvía a A, demostrando así que es quien pretende ser. Por supuesto, hay que ser cuidadoso a la hora de diseñar estos protocolos, ya que existen ataques para desbaratarlos.
- **CIFRADO:** Garantiza que la información no es inteligible para individuos, entidades o procesos no autorizados (confidencialidad). Consiste en transformar un texto en claro mediante un proceso de cifrado en un texto cifrado, gracias a una información secreta o clave de cifrado. Cuando se emplea la misma clave en las operaciones de cifrado y descifrado, se dice que el criptosistema es simétrico. Estos sistemas son mucho más rápidos que los de clave pública, resultando apropiados para funciones de cifrado de grandes volúmenes de datos. Se pueden dividir en dos categorías: cifradores de bloque, que cifran los datos en bloques de tamaño fijo (típicamente bloques de 64 bits), y cifradores en flujo, que trabajan sobre flujos continuos de bits. Cuando se utiliza una pareja

de claves para separar los procesos de cifrado y descifrado, se dice que el criptosistema es asimétrico o de clave pública.

Una clave, la privada, se mantiene secreta, mientras que la segunda clave, la pública, puede ser conocida por todos. De forma general, las claves públicas se utilizan para cifrar y las privadas, para descifrar. El sistema tiene la propiedad de que a partir del conocimiento de la clave pública no es posible determinar la clave privada. Los criptosistemas de clave pública, aunque más lentos que los simétricos, resultan adecuados para las funciones de autenticación, distribución de claves y firmas digitales.

- **INTEGRIDAD DE DATOS:** Este mecanismo implica el cifrado de una cadena comprimida de datos a transmitir, llamada generalmente valor de comprobación de integridad (Integrity Check Value o ICV). Este mensaje se envía al receptor junto con los datos ordinarios. El receptor repite la compresión y el cifrado posterior de los datos y compara el resultado obtenido con el que le llega, para verificar que los datos no han sido modificados.
- **FIRMA DIGITAL:** Este mecanismo implica el cifrado, por medio de la clave secreta del emisor, de una cadena comprimida de datos que se va a transferir. La firma digital se envía junto con los datos ordinarios. Este mensaje se procesa en el receptor, para verificar su integridad. Juega un papel esencial en el servicio de no repudio.
- **CONTROL DE ACCESO:** Esfuerzo para que sólo aquellos usuarios autorizados accedan a los recursos del sistema o a la red, como por ejemplo mediante las contraseñas de acceso.
- **TRÁFICO DE RELLENO:** Consiste en enviar tráfico espurio junto con los datos válidos para que el atacante no sepa si se está enviando información, ni qué cantidad de datos útiles se está transmitiendo.

- **CONTROL DE ENCAMINAMIENTO:** Permite enviar determinada información por determinadas zonas consideradas clasificadas. Asimismo posibilita solicitar otras rutas, en caso que se detecten persistentes violaciones de integridad en una ruta determinada.
- **UNICIDAD:** Consiste en añadir a los datos un número de secuencia, la fecha y hora, un número aleatorio, o alguna combinación de los anteriores, que se incluyen en la firma digital o integridad de datos. De esta forma se evitan amenazas como la reactuación o resecuenciación de mensajes.

Los mecanismos básicos pueden agruparse de varias formas para proporcionar los servicios antes mencionados. Conviene resaltar que los mecanismos poseen tres componentes principales:

- Una información secreta, como claves y contraseñas, conocidas por las entidades autorizadas.
- Un conjunto de algoritmos, para llevar a cabo el cifrado, descifrado, hash y generación de números aleatorios.
- Un conjunto de procedimientos, que definen cómo se usarán los algoritmos, quién envía qué a quién y cuándo.

Asimismo es importante notar que los sistemas de seguridad requieren una gestión de seguridad. La gestión comprende dos campos bien amplios:

- Seguridad en la generación, localización y distribución de la información secreta, de modo que sólo pueda ser accedida por aquellas entidades autorizadas.
- La política de los servicios y mecanismos de seguridad para detectar infracciones de seguridad y emprender acciones correctivas.

4.2.2. SERVICIOS DE LOCALIZACION

Los servicios basados en la localización son aplicaciones móviles que relacionan el contenido del mensaje con la posición estimada del terminal, de forma que aporten un valor añadido al usuario final.

Los servicios de telefonía móvil basados en localización pueden ser divididos en varias categorías incluyendo información, seguridad, seguimiento, juegos y navegación. Permiten al operador diferenciarse de sus competidores, proveen servicios de última generación y fidelizan e incrementan el número de clientes. Los operadores móviles deben facilitar la creación de aplicaciones por desarrolladores independientes a través del desarrollo de herramientas de creación de servicios. Las operadoras deben basar su estrategia en la coordinación entre los desarrolladores y los distribuidores de aplicaciones de localización.

La exactitud del conocimiento desde donde se realiza la llamada va a depender considerablemente de la localización y el sistema tecnológico usado. Existen tres métodos diferentes de posicionamiento, el E-OTD, CGI+TA y A-GPS.

- El método mejorado de diferencia de tiempo observada (observed time difference - E-OTD) está basado en la OTD medida entre llegadas de ráfagas de pares cercanos de estaciones base transceptoras. El terminal móvil mide la OTD. Se pueden medir la sincronización y las ráfagas tanto normales como ficticias. Debido a que las tramas de transmisión de la BTS no están sincronizadas, la red debe medir la diferencia de tiempo relativa (relative time difference - RTD). Para obtener una triangulación precisa, se necesitan mediciones de OTD y RTD para al menos tres pares distintos de transceptores de estaciones base geográficamente separados. Basándose en los valores de OTD medidos, se puede calcular la ubicación del terminal móvil en la red o mediante el Terminal móvil mismo, siempre y cuando tenga toda la información necesaria. El método E-OTD puede ser:

- asistido por la red, en cuyo caso el Terminal móvil mide la señal de OTD y calcula su propia ubicación (para hacerlo, la red debe proporcionar al terminal información adicional, tal como coordenadas BTS y valores RTD); o
 - asistido por el aparato, en cuyo caso el Terminal móvil mide la señal de OTD e informa de sus medidas a la red, la cual calcula entonces la ubicación del terminal. La precisión es de unos 60 metros en las zonas rurales y 200 metros en zonas urbanas malas.
- **CGI+TA**¹ es un método de posicionamiento 2G que funciona con teléfonos GSM. El sistema reconoce el área (radio de la celda) en donde el teléfono está localizado. La estación base que recibe la señal más fuerte es la celda correcta. Con TA, la posición puede ser calculada más exactamente. Las señales son enviadas entre la estación base y el teléfono. Midiendo el tiempo de transmisión se determina la distancia de la estación base al teléfono. La precisión depende del tamaño de la celda. En áreas urbanas es normalmente de 300 metros o mejor, mientras que en áreas rurales puede ser de varios kilómetros.
 - **A-GPS.** (Ayudado por el método GPS), funciona para 2G y 3G, pero requiere soporte GPS (Global Positioning System) en el teléfono. Lo que significa que se necesitan nuevos terminales. Un receptor de referencias GPS en la red provee de ayuda para el teléfono y acelera su posicionamiento. Este método es muy preciso, entre 10 y 30 metros.

¹ Cell Global identity + Timing Advance

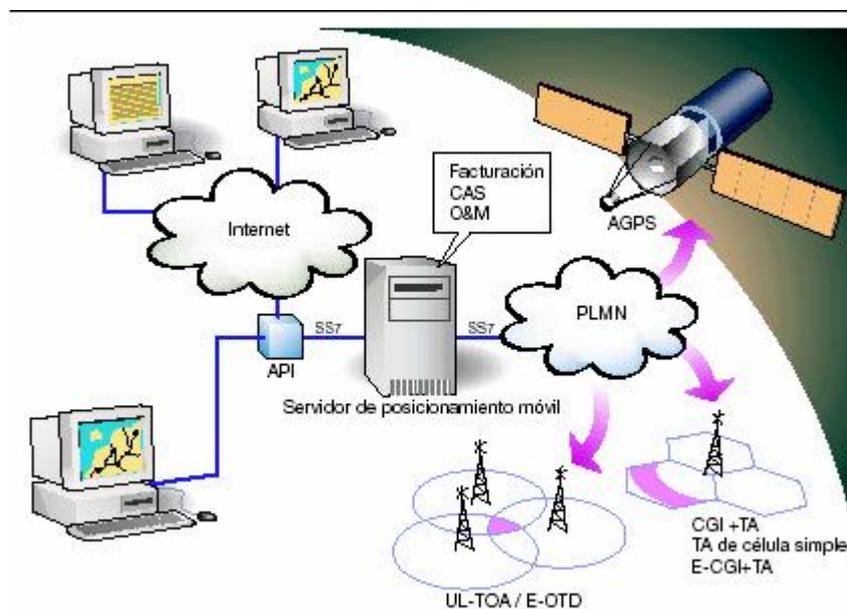


Figura 4.2.2.1. Diferentes métodos de posicionamiento

MEXE: MEXE¹ o entorno de ejecución de aplicaciones en una estación móvil, es un protocolo inalámbrico destinado a dispositivos móviles.

El objetivo de MEXE es proporcionar un método comprensible y estándar para el desarrollo de aplicaciones que se ejecuten en el terminal móvil. MEXE ha sido diseñado como un entorno completo para la ejecución de una aplicación en el terminal móvil. Mediante él, se crea una Máquina Virtual Java en el teléfono móvil. Como Java es un lenguaje portable entre dispositivos diferentes, facilita la compartición de aplicaciones entre diferentes máquinas.

El entorno de ejecución de aplicaciones para móviles (MEXE) está diseñado para proporcionar menús sofisticados para el cliente y facilitar servicios inteligentes de red. MEXE también pretende integrar servicios de localización geográfica en terminales móviles. Además, soporta un alto rango de interfaces máquina-hombre como reconocimiento de voz, gráficos y programación de teclas, las llamadas softkeys.

¹ Mobile Station Application Execution Environment

Tiene similitudes con WAP¹, protocolo de aplicación inalámbrico, ya que ambos han sido diseñados para trabajar con un rango de servicios de redes GSM móviles, desde SMS a GPRS, hasta llegar a UMTS. Mientras WAP incorpora algunos scripts, gráficos, animaciones y texto, MExE permitirá plena programación de aplicaciones mucho más sofisticadas.

Como se integrará la programación en los aparatos móviles, se hará necesario incluir un marco de seguridad para prevenir accesos no autorizados a los datos del usuario.

Debido a que programar y ejecutar aplicaciones Java requiere de recursos de proceso en el terminal móvil, MExE ha sido pensado para integrarlo en los potentes teléfonos de próxima generación. Pero también MExE puede incluirse en los terminales actuales, porque MExE incorpora las llamadas a métodos para indicar las capacidades del terminal (classmarks). Los classmarks de MExE definen los servicios que un terminal en particular soporta. Habrá classmarks que funcionen correctamente y otros que excedan las funciones de WAP. El MExE incorporado al cliente puede informar al servidor MExE de estos classmark y de sus capacidades.

El desarrollo del protocolo inicial lo está realizando SMG4; el ETSI, y el grupo responsable de la estandarización del sistema global de móviles (GSM). Entre otras empresas que apuestan por este protocolo se encuentran Motorola, Nokia, Lucent Technologies y Nortel.

MExE estará disponible en un tiempo aún lejano, ya que principalmente tiene que solventar el problema de la ejecución en terminales de pequeñas prestaciones. El alto grado de requerimientos hardware hacen que esta tecnología no pueda ser usada hasta que no se adapten procesadores, memoria y alimentación a los teléfonos móviles.

¹ Wireless Application Protocol

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La introducción de una norma mundial única para la tercera generación permitirá hacer economías a escala masivas en la fabricación de equipos, y de ese modo pondrá las comunicaciones mundiales al alcance de todos los habitantes de nuestro país y del planeta.
- El establecimiento de una norma inalámbrica única de tercera generación también aportará considerables beneficios a los países en desarrollo, y contribuirá al logro del objetivo de la UIT de superar las desigualdades entre los países industrializados y en desarrollo en cuanto al acceso a las comunicaciones y la información.
- La intensificación de la competencia hará bajar las tarifas y la tecnología de tercera generación permitirá concebir nuevas funcionalidades, servicios y aplicaciones.
- La tercera generación estará construida sobre una plataforma de tecnología digital que ofrece un mayor ancho de banda, una mejor capacidad, velocidad y rango de información, como también ofrecer a sus clientes capacidades de itinerancia (roaming) mundial y conectividad en todo momento y en todo lugar.
- La mejora de una red GPRS se logra a través de la evolución hacia EDGE dentro del espectro existente y con el despliegue de WCDMA en las nuevas bandas de frecuencia.
- EDGE puede ser visto como el cimiento para una red sin fronteras GSM y WCDMA, con una red central combinada y diferentes métodos de acceso, que serán transparentes para el usuario final.

- La seguridad móvil basada en el cifrado de la información que utilizan las operadoras en nuestro país, ayudan asegurar las conversaciones y datos de señalización potenciales interceptaciones, fraude en la telefonía celular.
- Las empresas de telefonía celular del país Alegro PCS como Movistar deben evolucionar en el tiempo mas corto a las distintas versiones de servicios 3G como lo son CDMA2000 1xEV-DO, Y CDMA2000 1xEV-DV, los cuales proporcionarán canales optimizados para transmisión de voz y datos, ofreciendo de este modo velocidades sensiblemente superiores a los 2 Mbps.
- Alegro PCS tiene que ser la empresa que mas pronto evolucione a las tecnologías 3G, para que pueda competir fuertemente con las otras operadoras, ya que Movistar opera con 3G en otros continentes y cuenta con el soporte tecnológico como de infraestructura, permitiendo implantar los servicios de tercera generación en un plazo mas corto..
- En cuanto a Porta, es la operadora que mas clientes tiene a nivel nacional y tendrá que hacer un despliegue mas amplio del estándar EDGE, que permitirá a las operadoras de telefonía celular introducir aplicaciones de transmisión de datos de tercera generación por paquetes a altas velocidades, mediante una interfaz de radio.

5.2 RECOMENDACIONES

- Al seleccionar una solución 3G, hay un número importante de consideraciones a tener en cuenta tanto para reguladores como para operadores, que tendrán que incluir: Disponibilidad, costo y flexibilidad de la tecnología, así como la capacidad de potenciar las inversiones en redes y espectro existentes.
- Las operadoras de telefonía celular del país, deben analizar la mejor forma para evolucionar hacia IMT-2000, permitiendo reutilizar la infraestructura existente y tecnologías en uso, sin convertirla en un asunto político.
- Se debe bajar el costo de la interconexión de llamadas como mensajes escritos entre las distintas operadoras, permitiendo también conservar el mismo número al cambiarse de operador, esto aumentaría la competencia.
- Se deben consolidar las posiciones en el mercado de las 3 operadoras del país, brindando mejores servicios, promociones y guerra de precios para acaparar mas a los usuarios finales.
- Entre los factores para perfeccionar el mercado de telefonía celular están: Transparencia en los costos, portabilidad numérica, interconexión asimétrica y reformar el reglamento.
- Antes de empezar a pensar en las tecnologías de Cuarta Generación, las operadoras deben velar por el buen funcionamiento y desarrollo de las tecnologías existentes en el país, dando soporte a su infraestructura como la compra de licencias para el uso del espectro.

GLOSARIO

Ancho de banda. Rango de frecuencias que puede emplear un medio de transmisión sin distorsión (normalmente referido a un solo canal). Lo determina la industria y se mide en hertzios (Hz).

AMPS (Advanced Mobile Phone System). Sistema de Telefonía Móvil Avanzado, corresponden al servicio de telefonía móvil analógica en EEUU.

Analógico. Forma de procesamiento de la voz que la convierte en señal de radio.

Atenuación. Pérdida de energía de la señal de comunicación.

Banda Ancha. Concepto que se aplica a un canal de transmisión de datos cuya frecuencia es superior a 256 Kilobytes. La característica de esta frecuencia es la rapidez con que se descargan contenidos desde la red.

Bluetooth. Es una tecnología de radio de corto alcance que permite la conexión inalámbrica entre varios dispositivos móviles, personales y de trabajo.

Canal. Camino virtual que se establece en una comunicación entre emisor y receptor.

Célula o Celda. Es cada una de las unidades básicas de cobertura en que se divide un sistema celular.

CDMA (Code División Multiple Access). Acceso múltiple por división de código, estándar digital que soporta velocidades de datos de alrededor de 14,4Kbps vía conmutación de paquetes y vía conmutación de circuitos.

Centro de Conmutación Móvil (CCM). Es el cerebro de todo el sistema celular. El CCM controla el enrutamiento de las llamadas entre abonados celulares o entre estos y los abonados fijos.

CMR2000. Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2000.

Cobertura. Area geográfica de una estación base que recibe suficiente señal para mantener una llamada.

Código PIN (Personal Identification Number). Número secreto que programa cualquier usuario de un teléfono celular. Hace operativo el teléfono.

Cobertura. Es la zona desde la cual un terminal móvil puede comunicarse con las estaciones de base y viceversa.

Digital. Las tecnologías digitales toman las señales análogas (como la voz humana) y las traducen a códigos (números) que pueden ser transmitidos a alta velocidad y después reconvertirlos a una señal análoga.

EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution). Datos Mejorados para la Evolución del GSM.

Encriptación. Transformación de los datos con el propósito de conseguir la privacidad en la transmisión de los mismos de forma que sean ilegibles a menos que se descifren con la clave adecuada.

Estación Móvil. Es el elemento con el cual el común de las personas puede llegar a familiarizarse: el teléfono celular.

Estación base. Equipo que puede incluirse en el grupo de transmisores, receptores, antenas, emisores de señales y similares localizados en cada enclave principal o célula.

ETSI. Instituto Europeo de Telecomunicaciones.

Frecuencia. Es el número completo de ciclos por segundo.

FSPTMT. Sistemas Públicos de Telecomunicaciones Móviles Terrestres.

GPRS (Servicio General de Paquetes por Radio). GPRS es un servicio general de radio-paquetes, capaz de enviar y recibir paquetes de datos, a velocidades semejantes a las de la telefonía fija convencional.

MEXE (Mobile Station Application Execution Environment). Entorno de ejecución de aplicaciones en una estación móvil, es un protocolo inalámbrico destinado a dispositivos móviles.

HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). Es una optimización de WCDMA que presenta capacidad de alta performance para datos en telefonía celular.

Interconexión. Es la interfaz y la función mediante la cual se asegura la interoperabilidad entre redes, de tal forma que se pueda cursar tráfico de telecomunicaciones entre ellas.

IMT-2000 (International Mobile Telecommunications - 2000). Es un estándar de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Agrupa a una familia de sistemas con capacidades y servicios 3G.

LAN (Local Area Network). Red de Area Local. Es una red de comunicación de datos que está situada habitualmente en un mismo edificio.

MMS (Multimedia Messaging Services). Servicio de Mensajería Multimedia.

MSS (Mobile Satellite Systems). Sistemas Móviles de Satélite.

Prepago. Tipo de abono o contratación de los servicios de telefonía móvil consistente en abonar por adelantado una cierta cantidad de dinero al operador.

Punto de Interconexión (POI). Punto en el cual es técnicamente factible la interconexión entre dos redes.

Punto de acceso. Nodo que favorece que los dispositivos inalámbricos se conecten a la WLAN y hace de intermediario en las comunicaciones.

QoS (Quality of Service). Calidad de servicio.

Roaming. Servicio ofrecido por los operadores de redes de telefonía móvil que permite a un cliente usar su terminal en el área de servicio de otro operador.

Red Fija. Es el servicio que los operadores de telefonía dan a los usuarios a través de plataformas terrestres y cableadas hasta el punto final, casas, oficinas, etc.

Red Móvil. Es la red que los operadores de telefonía dan a los usuarios a través de satélites o de plataformas terrestres celulares y vía radio, llega a los usuarios con teléfonos móviles en cualquier punto con cobertura de las células o antenas.

RTT (Radio Transmission Technology). Es la tecnología de transmisión por radio.

Telefonía Móvil. Es aquel sistema de transmisión el en cuál el usuario dispone de un terminal que no es fijo y que no tiene cables, y que le permite gran movilidad y localización en la zona geográfica donde se encuentre la red.

TCP/IP. Protocolo de control de Transmisión/Protocolo de Internet.

TDMA (Time Division Multiple Access). Es común en los sistemas de telefonía fija. TDMA en los sistemas modernos celulares y digitales, implica el uso de técnicas de compresión de voz digitales, que permite a múltiples usuarios compartir un canal común utilizando un orden temporal.

UIT. Unión Internacional de Telecomunicaciones.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Sistema Universal Móvil de Telecomunicaciones que usarán los teléfonos móviles de tercera generación (3G).

UWB (Ultrawideband). Radio de banda ultra ancha.

VHE: Ambiente Local Virtual.

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access). Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha.

Wi-Fi. Tecnología de comunicación inalámbrica, también conocida con el nombre del estándar IEEE 802.11b. Se utiliza en las redes de área local inalámbricas o WLAN.

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Interoperabilidad para el acceso a microonda.

WLAN (Wireless Local Area Network). Subdivisión de las redes de área local que se caracteriza por que sus usuarios pueden conectarse de forma inalámbrica a la red física.

WAP (Wireless Application Protocol). Especificación sobre un conjunto de protocolos que estandarizan la forma en la que los dispositivos inalámbricos, tales como teléfonos móviles y transmisores de radio, pueden ser utilizados para acceder a Internet.

W-CDMA (Wideband CDMA). Banda Ancha de CDMA.

WLAN (Wireless Local Area Networks). Es el area local inalámbrica en red.

3GPP: Third Generation Partnership Project Proyecto de Asociación para la Tercera Generación.

WILLENEGER, S.

CDMA2000 Physical Layer: An Overview”,
Journal of Communications and Networks,
Vol.2, No: 1, March
2000, 5 – 17.

“Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), General UMTS Architecture”. ETSI TS 123 101 V3.0.1 (2000-01) Technical Specification (3G TS 23.101 versión 3.0.1. Release 1999).

“Informe sobre el desarrollo Mundial de las telecomunicaciones 2002”
Unión Internacional de Telecomunicaciones, Marzo 2002.

Global Communications, magazine, enero 2002.

“Telecomunicaciones, un negocio gigantesco a punto de cambiar las reglas”. Revista
Gestión, No. 129, marzo 2005.

“Información de la Tecnología Empleada y servicios que brinda Porta”, documento 88,
febrero 2005.

DIRECCIONES DE INTERNET:

www.lawebdelprogramador.com/diccionario

www.3gpp.org

www.monografias.com

www.umts-forum.org/

www.nokia.com

www.gmspain.com/info-tecnica/

www.iec.org/online

www.idg.es./iworld/

www.wimax.com

www.gsm.com

www.pcworld.com

www.itu.int/

www.wiressdata.org/