



UNIVERSIDAD LASALLISTA BENAVENTE



ESCUELA DE INGENIERIA EN COMPUTACIÓN

**Con estudios incorporados a la
Universidad Nacional Autónoma de México
Clave: 8793-16**

TECNOLOGÍA UMTS

(SISTEMA UNIVERSAL DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES)

TECNOLOGÍA DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES VIABLES PARA
SU IMPLEMENTACIÓN EN MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

PRESENTA:

ISMAEL MÉNDEZ TREJO

ASESOR: ING. ANSELMO RAMÍREZ

CELAYA, GUANAJUATO.

SEPTIEMBRE DEL 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA.

Para mi esposa Guadalupe que siempre tuvo fe en mí, a mis hijos Tania e Isac, que fueron los que me motivaron de una u otra forma para no detenerme y seguir adelante con paso firme logrando mis objetivos.

También a Mis Padres Ismael y María Luz por su apoyo incondicional. Y a todos mis hermanos por la unión tan grande que tenemos.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero Agradecer a mis Asesores por su brillante colaboración durante mi elaboración de Tesis; el Ing. Anselmo Ramírez, Ing. Noé Vela y al Ing. Felipe Alberto, los cuales fueron parte importante en la iniciación, desarrollo y culminación de esta Tesis, y parte trascendente en mi formación académica.

Quero Agradecer a la Ing. Maya Gicela Villagómez por su gran apoyo y a todos mis Profesores durante mis 5 años de la carrera, ya que todos y cada uno de ellos me marcaron para bien en mis estudios y en mi vida.

ÍNDICE

Capítulo I

Estado actual de las Telecomunicaciones

Móviles

1.1 Evolución de los sistemas de telecomunicaciones móviles	2
1.1.1 Introducción.....	2
1.1.2 Sistemas de primera generación 1G (Celulares analógicos)	2
1.1.3 Sistemas de Segunda generación 2G (Sistemas digitales múltiples)	2
1.1.4 Evolución del Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) de la Segunda Generación (2G) a la Tercera Generación (3G).....	4
1.2 Introducción a la tecnología UMTS	5
1.3 Principales características del UMTS	6
1.4 Situación actual de las redes 2 y 3G en el mundo	9

Capítulo II

Arquitectura UMTS

2.1 Arquitectura del Sistema	14
2.2 Terminal Móvil 3G.....	19
2.3 Red de acceso radio UTRAN	19
2.3.1 Nodo B	20
2.3.2 Controlador de la Red de Radio RNC.....	21
2.4 Core Network.....	21
2.4.1 Introducción.....	21
2.4.2 Arquitectura de Red UMTS R'99	22
2.4.3 Evolución Core Network: Release 4 y 5	27

Capítulo III

W-CDMA (Tecnología radial)

3.1 Introducción	30
------------------------	----

3.2	Introducción a Técnica de Espectro Ensanchado	30
3.3	Capacidad sistemas W-CDMA	36
3.4	Utilización códigos en UMTS. Códigos OVSF	37
3.5	Control de Potencia.....	42
3.6	Los Handover	45

Capítulo IV

QOS (Calidad de Servicio)

4.1	Introducción	49
4.2	Concepto y Arquitectura de QoS en UMTS.....	49
4.3	Selección de parámetros de QoS para aplicaciones de datos	54
4.4	Medidas Realizadas.....	55

Capítulo V

Servicios

5.1	Introducción	63
5.2	Arquitectura de servicios OSA	65
5.3	CAMEL	67
5.4	USAT	68
5.5	MMS	70
5.6	Servicios de Localización	71
5.7	Tecnología de los Servicios UMTS y Aplicaciones.....	76

Capítulo VI

Implementación del UMTS en México

6.1	Receptores para UMTS	80
6.1.1	Introducción.....	80
6.1.2	Detección Multiusuario	81
6.1.3	Metodología y Modelo del Sistema	84
6.1.4	Recetores propuestos para UMTS.....	85
6.1.4.1	El Filtro Adaptado para UMTS.....	86

6.1.4.2 El SIC (Successive Interface Cancellation) para UMTS.....	88
6.1.4.3 El PIC (Parallel Interference Cancellation) para UMTS	90
6.2 Estado de la Redes UMTS alrededor del Mundo.....	97
6.3 Viabilidad para la implementación del UMTS en México.....	104
6.3.1 Panorama de las Comunicaciones Móviles	104
6.3.1.1 Mercado en México	104
6.3.1.2 Tendencias Tecnológicas	106
6.3.2 Estrategia de los Proveedores de Celulares.....	106
6.3.2.1 Estrategia en el Negocio de la Voz	106
6.3.2.2 Estrategia en las Comunicaciones Personales	107
6.3.2.3 Estrategia en Conectividad de Banda Ancha.....	107
6.3.2.4 Perspectivas en México	108
6.3.3 Estrategias de los Operadores en la 3G.....	108
6.3.3.1 Panorama actual de la 3G	108
6.3.3.2 Evolución de los Mercados.....	109
6.3.3.3 Estrategias de Negocios en 3G.....	109
6.3.3.4 El precio de los nuevos Servicios.....	109
6.3.3.5 Perspectivas en México	110
6.3.4 Escenario para el 2009-2010	110
6.3.5 Postura actual del Gobierno ante las Telecomunicaciones	111

CONCLUSIÓN.

BIBLIOGRAFÍA.

INTRODUCCIÓN

UMTS (es una tecnología celular), que busca basarse en telecomunicaciones móviles y extender las actuales tecnologías celulares, inalámbricas y satelitales proporcionando mayor capacidad, posibilidades de transmisión de datos y una gama de servicios mucho más extensa, usando un innovador programa de acceso radioeléctrico y una red principal mejorada.

La evolución de los dispositivos electrónicos para las comunicaciones ha avanzado considerablemente en los últimos años. Desde los sistemas celulares analógicos hasta las propuestas para tercera y cuarta generación.

Los nuevos servicios que se introducen a cada momento, requieren una mayor velocidad de transmisión de datos, por eso se implementaron protocolos como *General Packet Radio Service* o Servicio de Radio Paquetes General (GPRS), que se pueden implementar en sistemas de Segunda Generación (2G) y 2.5G y posteriormente como *Enhanced Data for Global Evolution* o Datos Mejorados para la Evolución Global (EDGE), EDGE se puede implementar en sistemas de 2.5G y sirve para la transición de 2.5G a 3G, sin embargo, este tipo de comunicación sigue limitado por el ancho de banda y la capacidad de la red celular.

La telefonía celular comenzó con los sistemas analógicos el más importante de estos sistemas fue *Advanced Mobile Phone Service* (AMPS) o Servicio Telefónico Móvil Avanzado. Este sistema se conoce como el de Primera Generación (1G). Aparece en 1983, utilizaba modulación FM. Las comunicaciones digitales comenzaron a desplazar a las analógicas, debido a que los sistemas celulares analógicos no pueden soportar una gran capacidad de tráfico ya que el espectro es limitado.

El sistema GSM situado en la 2G y 2.5G tiene incorporado el GPRS. Este sistema utiliza Acceso Múltiple por División de Tiempo en inglés Time

Division multiple Access (TDMA), para la generación 2.5 se incluyo la conmutación de paquetes con GPRS dando tasas de transmisión de datos mucho mayores. Es muy importante este sistema, por ser el más aceptado en todo el mundo. El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles o en inglés Global System for Mobile communications (GSM) tiene la cobertura más completa de todos los sistemas, por lo cual no se quiere desaprovechar esta infraestructura utilizándola para el sistema UMTS que esta pensado para sustituir al sistema GSM.

UMTS ha sido diseñado para ofrecer velocidad de transmisión de datos a pedido, lo que combinado con la transmisión de paquetes de datos, hará que el funcionamiento del sistema resulte mucho más económico, es por eso la importancia de introducir esta tecnología a México, ya que los costos de telefonía celular son muy elevados en comparación a otros países primer mundistas.

UMTS ha sido concebido como un sistema global, que incluye tanto componentes terrestres como satelitales globales. Los servicios UMTS se basan en capacidades comunes en todos los entornos de usuarios y radioeléctricos de esta tecnología.

UMTS tendrá un papel protagónico en la creación del futuro mercado masivo para las comunicaciones multimedia inalámbricas de alta calidad que alcanzarán a 2000 millones de usuarios en todo el mundo en el año 2010¹. UMTS es la plataforma de prestaciones móviles preferida para los servicios y aplicaciones con gran contenido del mañana es por eso que México no deben quedarse atrás con respecto a Estados Unidos, Europa y Asia.

La tecnología UMTS ha sido objeto de intensos esfuerzos de investigación y desarrollo en todo el mundo, y cuenta con el apoyo de numerosos e importantes fabricantes y operadores de telecomunicaciones ya que

¹ Estadística realizada por 3G Ameritas www.3gamericas.org

representa una oportunidad única de crear un mercado masivo para el acceso a la Sociedad de la Información de servicios móviles altamente personalizados y de uso fácil.

La telefonía celular ha tenido una increíble evolución en nuestro país los últimos años, pasó de ser un servicio elitista, disponible únicamente para las personas con un alto poder adquisitivo, a ser un servicio de primera necesidad, el cual es ampliamente utilizado y está disponible para cualquier usuario que desee comunicarse rápidamente.

Tecnológicamente hablando, la evolución de la telefonía celular ha tenido muchos avances importantes. Empezó siendo un servicio analógico, transformándose una década después, a digital. Las limitaciones analógicas de la tecnología móvil ocasionaron que la señal de voz no fuera tan nítida. La inseguridad también era un problema, debido a que no existían esquemas de cifrado y codificación de la información como los que existen en la telefonía celular digital. La telefonía celular analógica no permitía que muchos usuarios pudieran comunicarse entre sí en una misma radiobase, lo que ocasionaba que se bloquearan los intentos de llamada.

La telefonía celular digital acabó con todas las limitantes de la telefonía celular analógica, y se agregaron además otros beneficios para los usuarios, como el identificador de llamadas, conferencia tripartita, llamada en espera, transmisión de datos, mensajes cortos, correo electrónico, entre otros y así dando inicios a las nuevas tecnologías como la GSM² y la UMTS³ esta última expuesta en esta Tesis.

UMTS, es la definición de una nueva arquitectura de servicios abierta (OSA, Open Service Architecture) y flexible que permita la creación de una gran variedad de servicios y aplicaciones para el usuario. La

² Sistema Global para las Comunicaciones Móviles

³ Sistema Universal para las Telecomunicaciones Móviles

estandarización de un interfaz OSA entre las aplicaciones y los servidores de capacidades de servicio facilita la incorporación al sector de las telecomunicaciones móviles 3G⁴ de nuevos proveedores de servicios que pueden desarrollar y ofrecer nuevos servicios haciendo uso de dicha interfaz OSA.

UMTS ha definido una arquitectura que da cabida a redes de acceso GSM y la red de acceso UMTS (UTRAN⁵), y propone una red central CN (Core Network) diseñada en UMTS R'99⁶ donde ha determinado una arquitectura que deja entrar a redes de acceso GSM la cual fué diseñada como una evolución de la red GSM/GPRS⁷ para facilitar la migración de redes GSM/GPRS a UMTS.

Cabe mencionar que el sistema GSM abarca 2G y 2.5 gracias a la incorporación del GPRS, que utiliza TDMA⁸ en donde para la generación de la 2.5G se incluye la conmutación de paquetes con el GPRS así proporcionando tasas de transmisión de datos mucho mayores. Se menciona la importancia de este sistema gracias a su gran aceptación en el mundo de las telecomunicaciones ya que tiene la cobertura más completa de todos los sistemas para el diseño de sistemas de tercera generación, gracias a esto el sistema UMTS esta diseñado para aprovechar esta infraestructura y sustituir al sistema GSM. El cambio más importante el GSM al UMTS es la interfaz aérea que cambia del TDMA a W-CDMA⁹ como veremos más adelante en el tercer capítulo.

Existe un estándar del UMTS con respecto a los servicios para definir un marco en el que los servicios se puedan crear basados en las funcionalidades de las capacidades de servicio estandarizadas. Por tanto,

⁴ Tercera Generación (Telefonía Móvil)

⁵ Acceso por Radio a la Red Terrestre UMTS

⁶ Arquitectura UMTS para GSM

⁷ General Packet Radio Service, Es considerada la generación 2.5, entre la segunda generación (GSM) y la tercera (UMTS)

⁸ Acceso múltiple por división de tiempo.

⁹ Acceso múltiple por división de código de banda ancha. Interfaz aérea CDMA en lugar de TDMA

lo que se va a estandarizar son las capacidades de servicio descritos en el capítulo 5 como son CAMEL, USAT, MMS, entre otros y no los servicios concretos.

Gracias al QoS¹⁰ se definen parámetros para regularizar las capacidades de los servicios mencionados como también sus mecanismos necesarios para realizar los servicios.

Cuando esté implementado UMTS y el resto de tecnología de la tercera generación de telefonía móvil, se podrá utilizar un teléfono 3G en cualquier lugar del mundo, por ejemplo en Japón, Alemania o México sin necesidad de cambiar de Terminal.

La implementación del UMTS está más avanzada en el continente europeo y en el pacífico asiático. Además, existen compromisos de operadores del continente americano que representan otras tres redes UMTS, en Canadá (Rogers¹¹) y Estados Unidos (AT&T Wireless¹²).

Hasta el año 2004, ya se han asignado más de 100 licencias UMTS en más de 35 países de todo el mundo. Esto representa a la gran mayoría de los operadores de servicios 3G del mundo. Más de 100 operadores seleccionaron UMTS para su evolución a 3G, la mayoría de los cuales actualmente son operadores GSM.

La idea, como su propio nombre indica, es que UMTS (Sistema Universales de Telecomunicaciones Móviles) sea un sistema aplicado a nivel mundial, por lo que los terminales 3G deberían ser compatibles en cualquier lugar del planeta incluyendo México y así poder comunicarse con cualquier usuario sin importar su localización.

Cabe destacar que la necesidad de realizar la integración entre estas diferentes tecnologías a través de estándares ha llevado a los distintos

¹⁰ Calidad de servicio. La capacidad de dar un buen servicio.

¹¹ Compañía de telefonía celular líder en Canadá

¹² Compañía de telefonía celular líder en Estados Unidos

organismos mundiales de estandarización (3GPP, IEEE, ETSI e IETF)¹³ a acelerar los procesos de estudio y especificación del nuevo escenario que se plantea como la llegada de la 4G¹⁴.

¹³ Organismos de acuerdo y colaboración para la tecnología de telefonía móvil

¹⁴ Cuarta Generación (Telefonía Móvil)

CAPÍTULO I

Estado actual de las Telecomunicaciones Móviles

1.1 Evolución de los sistemas de telecomunicaciones móviles

1.1.1 Introducción

Al inicio las ondas electromagnéticas fueron descubiertas como medio de comunicaciones a finales del siglo XIX. La primer oferta de sistema de servicios de telefonía móvil (teléfono de autos) fue introducido en los años 40's en Los Estados Unidos de Norte América y en los años 50's en Europa. Estos sistemas iniciadores de la telefonía celular tuvieron grandes problemas como son: restricciones de movilidad, baja capacidad, servicio limitado, y baja calidad auditiva. El equipo era pesado, estorboso, caro y era susceptible a la interferencia. Debido a esas limitaciones colocaron a menos de un millón de suscriptores dentro de esta tecnología celular en todo el mundo por la década de los 80's.

A pesar de 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.

1.1.2 Sistemas de primera generación 1G (celulares analógicos)

Con la llegada de los sistemas celulares en las décadas de los 70's y los 80's, representó un gran avance dentro de las comunicaciones móviles (especialmente en capacidad y movilidad). La tecnología de los semiconductores y los microprocesadores hicieron a los celulares más pequeños, ligeros y los más sofisticados sistemas móviles, siendo una realidad práctica para muchos más usuarios. Esta primera generación

(1G) de sistemas celulares se mantuvo transmitiendo solo información de voz analógica. Los sistemas de primera generación (1G) más prometedores fueron: Sistemas Avanzados de Telefonía Móvil (AMPS), Teléfonos Móviles Nórdicos (NMT), y Sistemas de Comunicaciones de Acceso Total (TACS). Con la introducción de la primera generación, el mercado de la telefonía celular, mostró un gran crecimiento anual de 30% al 50%, llegando a tener 20 millones de suscriptores en el año de 1990.

1.1.3 Sistemas de Segunda Generación 2G (Sistemas Digitales Múltiples)

El desarrollo de la segunda generación (2G) de los sistemas celulares fue conducido por la necesidad de mejorar la calidad de transmisión, capacidad del sistema y cobertura. Los grandes avances en la tecnología de los semiconductores y dispositivos de microondas trajeron grandes mejoras a la transmisión digital de las comunicaciones móviles. La transmisión de voz todavía domina las vías aéreas, pero las demandas de utilización de fax, mensajes cortos, y transmisiones de los datos están creciendo rápidamente. Los servicios suplementarios como la prevención del fraude y los datos de usuario con alta protección se han vuelto rasgos normales que son comparables a los que se encuentran en las redes fijas. Las tecnologías de segunda generación (2G) en los sistemas celulares incluyen el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM), AMPS digital (D-AMPS), acceso múltiple de división de código (CDMA), y la Comunicación Digital Personal (PDC). Hoy en día el múltiple 1G y 2G estándar son usados en la red mundial de comunicaciones móviles. Diferentes estándares sirven para distintas aplicaciones con diferentes niveles de movilidad, capacidad, y área de servicio (compaginando sistemas, teléfono inalámbrico, la tecnología local inalámbrica, el radio móvil privado, sistemas celulares, y los sistemas móviles satelitales).

Muchos estándares son usados en una sola región o país, y la mayoría son incompatibles.

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM), es la familia más exitosa de las normas celulares siguientes nombradas como: (GSM900, GSM-railway [GSM-R], GSM1800, GSM1900, y GSM400), brindando soporte a 250 millón de los 450 millones de subscriptores celulares del mundo, con roaming internacional en aproximadamente 140 países y 400 redes.

1.1.4 Evolución del Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) de la Segunda Generación (2G) a la Tercera Generación (3G)

La fase 1 de la estandarización del (GSM900) fue completada en 1990 por el Instituto de Estándar de telecomunicaciones Europeo (ETSI) que incluyó todas las definiciones necesarias para la operación de las redes GSM. Se han definido varios tele-servicios y servicios del portador (incluyendo la transmisión de los datos arriba de 9.6 Kbps), pero sólo algunos ofrecieron los servicios muy básicos suplementarios.

En la Fase 2 como resultado de la Fase 1, se reforzaron las normas de GSM en el año de 1995, para incorporar una variedad grande de servicios suplementarios que eran comparables en la red fija digital, integrada a los servicios estándares de la red digital (ISDN). En 1996, el ETSI decidió llevar más allá el refuerzo de la tecnología GSM en la Fase 2.5, la cual consiste en descargas que incorporan capacidades de la ya entrante tercera generación (3G).

Con la llegada de la Fase 2.5 de la tecnología GSM, se introdujeron algunos de los rasgos importantes de la tecnología 3G como son la red inteligente (EN), los servicios con aplicaciones personalizadas para la

lógica reforzada móvil (CAMEL), la compresión y descompresión del discurso reforzado (CODEC), la proporción llena reforzada (EFR), el multi-rango adaptable (AMR), la alta transferencia de datos de la tasa de servicios con los nuevos principios de transmisión con los datos circuito de cambio de gran velocidad (HSCSD), el servicio de radio paquetes generales (GPRS), y el refuerzo de las proporciones de los datos para la evolución del GSM (EDGE). La tecnología UMTS es la sucesora de la tercera generación (2G) del GSM la cual es una norma que es compatible en cuanto al uso del GSM Fase 2.5 (red del centro reforzada).

1.2 Introducción a la tecnología UMTS

UMTS, siglas que en inglés hace referencia a los Servicios Universales de Telecomunicaciones Móviles, es miembro de la familia global IMT-2000 (norma de telefonía móvil para 3G) del sistema de comunicaciones móviles de tercera generación 3G de UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Es un sistema de comunicaciones 3G móvil que proporciona un rango reforzado de servicios multimedia. UMTS acelerará la convergencia entre las telecomunicaciones, la tecnología de Información (IT), los medios de comunicación para las industrias satisfechas por los nuevos servicios, creará un beneficio fresco y generará oportunidades. UMTS proporcionará bajos costos, la alta capacidad de comunicación móvil la cual ofrecen una transferencia de datos tan altos, como 2Mbps bajo condiciones estacionarias con los roaming globales y otras capacidades avanzadas. Las características técnicas que definen UMTS son formuladas por el 3GPP¹.

¹ 3rd Generation Partnership Project (3GPP) es un acuerdo de colaboración en tecnología de telefonía móvil, que fue establecido en Diciembre de 1998.

1.3 Principales características del UMTS

El UMTS es apropiado para una gran variedad de usuarios, nos proporciona distintos tipos de servicio, los cuales no son solamente para usuarios muy avanzados en las grandes ciudades, si no que también es bien utilizado por principiantes en este tipo de telecomunicación. Dentro de sus características el UMTS ofrece:

⇒ **Facilidad de uso y bajos costos**

Los clientes quieren ante todo servicios útiles, terminales simples y una buena relación calidad-precio. UMTS proporcionará:

- Servicios de usos fáciles y adaptables para abordar las necesidades y preferencias de los usuarios.
- Terminales y otros equipos de "interacción con el cliente" para un fácil acceso a los servicios.
- Bajos costos de los servicios para asegurar un mercado masivo.
- Tarifas competitivas.
- Una amplia gama de terminales con precios accesibles para el mercado masivo, soportando simultáneamente las avanzadas capacidades de UMTS.

⇒ **Nuevos y mejores servicios**

Los servicios de voz mantendrán una posición dominante durante varios años. Los usuarios exigirán a UMTS servicios de voz de alta calidad, junto con servicios de datos e información avanzada. Las proyecciones muestran una base de afiliación a servicios multimedia en fuerte crecimiento hacia el año 2010, lo que posibilita también servicios

multimedia de alta calidad en áreas carentes de estas posibilidades en la red fija.

⇒ **Acceso rápido**

UMTS aventaja a los sistemas móviles de segunda generación (2G) por su potencial para soportar velocidades de transmisión de datos de hasta 2Mbit/s desde el principio. Esta capacidad sumada al soporte inherente del Protocolo de Internet (IP), se combinan poderosamente para prestar servicios multimedia interactivos y nuevas aplicaciones de banda ancha, tales como servicios de video telefonía y video conferencia.

⇒ **Transmisión de paquetes de datos y velocidad de transferencia de datos a pedido**

La mayoría de los sistemas celulares utilizan tecnología de conmutación de circuitos para la transferencia de datos. GPRS es una extensión de GSM que ofrece una capacidad de conmutación de paquetes de datos de velocidades bajas y medias.

UMTS integra la transmisión de datos en paquetes y por circuitos de conmutación de alta velocidad a los beneficios de:

- Conectividad virtual a la red en todo momento.
- Formas de facturación alternativas (por ejemplo, pago por byte, por sesión, tarifa plana, ancho de banda asimétrico de enlace ascendente/descendente) según lo requieran los variados servicios de transmisión de datos que están haciendo su aparición.

UMTS también ha sido diseñado para ofrecer velocidad de transmisión de datos a pedido, lo que combinado con la transmisión de paquetes de datos, hará que el funcionamiento del sistema resulte mucho más económico.

⇒ **Entorno de servicios amigable y consistente**

Los servicios UMTS se basan en capacidades comunes en todos los entornos de usuarios y radioeléctricos de UMTS. Al hacer uso de la capacidad de roaming desde su red hacia la de otros operadores UMTS, un abonado particular experimentará así un conjunto consistente de "sensaciones" como si estuviera en su propia red local ("Entorno de Hogar Virtual" o VHE). VHE asegurará la entrega de todo el entorno del proveedor de servicios, incluyendo por ejemplo, el entorno de trabajo virtual de un usuario corporativo, independientemente de la ubicación o modo de acceso del usuario (por satélite o terrestre). Asimismo, VHE permitirá a las terminales gestionar funcionalidades con la red visitada, posiblemente mediante una bajada de software, y se proveerán servicios del tipo "como en casa" con absoluta seguridad y transparencia a través de una mezcla de accesos y redes principales.

⇒ **Movilidad y cobertura**

UMTS ha sido concebido como un sistema global, que incluye tanto componentes terrestres como satelitales globales. Terminales multimodales capaces de funcionar también por sistemas de Segunda Generación (2G), tales como las bandas de frecuencias GSM 900, 1800 y 1900 extenderán aún más el alcance de muchos servicios UMTS. Con estas terminales, un abonado tendrá la posibilidad de usar el roaming desde una red privada hacia una red pública picocelular/microcelular, luego a una red macrocelular de un área amplia (por ejemplo, una red de 2G), y luego a una red satelital, con una interrupción mínima de la comunicación.

⇒ **Radio tecnología para todos los entornos**

UTRA es el sistema de acceso radioeléctrico de UMTS, soportará las operaciones con una alta eficiencia espectral y calidad de servicio.

Posiblemente las terminales UMTS no puedan operar en todo momento a las velocidades más altas de transmisión de datos, y en áreas alejadas o excesivamente congestionadas los servicios del sistema pueden llegar a soportar solamente velocidades de transmisión de datos más bajas debido a limitaciones de propagación o por razones económicas.

Con el fin de permitir a los usuarios tener siempre su terminal, los servicios serán adaptables a diferentes disponibilidades de velocidad de transmisión de datos y otros parámetros de Calidad de Servicio (QoS). En las primeras etapas del despliegue de UMTS, la cobertura será limitada. Por consiguiente, el sistema UMTS permitirá el roaming con otras redes, por ejemplo, un sistema GSM operado por el mismo operador o con otros sistemas GSM o de 3G de otros operadores, incluyendo los satélites compatibles con UMTS.

⇒ **Servicios UMTS disponibles globalmente por satélite**

La tecnología satelital puede fácilmente proveer cobertura y servicio globales y se estima que tendrá un importante papel en la cobertura de UMTS a nivel mundial. UMTS está atravesando el proceso de normalización con el fin de asegurar una capacidad de roaming y un traspaso efectivos y eficientes entre redes satelitales y terrestres.

1.4 Situación actual de las redes 2 y 3G en el mundo²

3G Americas menciona que un grupo de la industria inalámbrica que promueve la familia de tecnologías GSM en las Américas, anuncia hoy la marca de 3000 millones de suscripciones a GSM y UMTS/HSPA en todo el

² Información obtenida de la pag. www.3gamericas.org

mundo, en base a la investigación y proyecciones de Informa Telecoms and Media. Hoy, el 88% de los 3500 millones de suscripciones inalámbricas móviles en el mundo son de la familia de tecnologías GSM.

La tecnología inalámbrica móvil GSM aún presenta el mejor desempeño entre todas las tecnologías de comunicaciones que jamás se hayan inventado. Por comparación, hay sólo 850 millones de computadoras personales en el mundo, y serán a 2000 millones para el año 2015, según las proyecciones (Forrester, junio 2007). 3000 millones de suscripciones a GSM/HSPA prácticamente triplican la cantidad de personas que acceden a Internet en el mundo, es decir, 1100 millones. Los teléfonos de línea fija apenas superan esta cifra, con 1300 millones a nivel mundial. La tecnología más cercana en cuanto a la cantidad de dispositivos electrónicos es los televisores. Pero aún a esa cifra le faltan mil millones para comparar la marca de los 3000 millones de GSM/HSPA, ya que se estima que en la actualidad se utilizan 2000 millones de televisores (Fuente: blog Communities Dominate Brands, Tomi Ahonen, enero 2007).

Chris Pearson, Presidente de 3G Americas, comentó: "La rápida adopción de la tecnología inalámbrica móvil GSM no tiene precedentes. 3000 millones de suscripciones - casi la mitad de la población mundial - es un hito inigualado en cuanto al volumen y la influencia sobre las vidas de las personas. El grado de expansión de la familia de tecnologías GSM es un motivo central de nuestro continuo liderazgo de mercado en banda ancha móvil con HSPA, y en el futuro, LTE³."

Desde marzo 2007 a marzo 2008, GSM sumó más de 100 millones de suscripciones en América Latina y el Caribe, con un total de más de 332 millones de suscripciones y una participación del mercado inalámbrico de

³ Long Term Evolution (Evolución a Largo Plazo) es el nombre dado por el 3GPP para su evolución de las tecnologías de comunicaciones móviles que sucederán y mejorarán al UMTS

83%, según las estimaciones de Informa Telecoms and Media⁴. Desde abril 2008, existen 19 redes comerciales HSDPA⁵ en 11 países de esta región. Casi todas las semanas hay nuevos lanzamientos de HSDPA, y los operadores como Telcel siguen expandiéndose con redes comerciales de HSDPA en 16 ciudades de México.

Más de 700 redes GSM a nivel mundial en 220 países ofrecen por lejos la mayor cobertura global de todas las tecnologías inalámbricas. Estos servicios no se limitan a voz, ya que 291 redes EDGE⁶ en 141 países brindan servicios de datos inalámbricos en la actualidad. El servicio de datos inalámbricos de alta velocidad se ve optimizado por 213 redes comerciales UMTS que operan en 89 países con servicios 3G, donde más de 50 redes se han agregado sólo en el último año. Se prevé que casi todos los operadores UMTS desplieguen HSDPA y su actualización a HSUPA⁷, continuando de este modo la evolución de GSM y mejorando la experiencia del cliente con servicios de streaming⁸ interactivos y con mayor riqueza de contenidos. Ya existen 187 redes HSDPA comerciales en 80 países, que incluyen 39 con capacidades de uplink actualizadas con HSUPA. (3G Americas se refiere a estas 39 redes con servicio combinado de HSDPA y HSUPA como redes HSPA⁹). El camino de migración de 3GPP para la evolución de GSM es una migración sencilla y compatible en sentido opuesto desde GSM y GPRS a EDGE, UMTS/HSPA, y en el futuro,

⁴ (Informa Telecoms & Media) es un organismo que brinda inteligencia de negocios y servicios estratégicos a los mercados globales de telecomunicaciones y medios.

⁵ (High Speed Downlink Packet Access) es la optimización de la tecnología espectral UMTS/WCDMA

⁶ Enhanced Data rates for GSM of Evolution (Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM). También conocida como EGPRS (Enhanced GPRS).

⁷ (High-Speed Uplink Packet Access o Acceso ascendente de paquetes a alta velocidad) es un protocolo de acceso de datos para redes de telefonía móvil.

⁸ Es un término que se refiere a ver u oír un archivo directamente en una página web sin necesidad de descargarlo antes al ordenador.

⁹ High-Speed Packet Access (HSPA) es una tecnología posterior y complementaria a la 3ª generación de telefonía móvil (3G), también conocida como 3.5G

LTE. Se calcula que las suscripciones a UMTS/HSPA 3G ascienden a 205 millones en la actualidad, lo que representa la mayoría de las suscripciones 3G a escala mundial. Se prevé el despliegue comercial de LTE para 2010 en adelante, por lo que los principales operadores GSM y CDMA del mundo ya han anunciado que han escogido LTE como tecnología de próxima generación, y tanto AT&T como Verizon han anunciado recientemente que implantarán LTE en los Estados Unidos.

Crecimiento de la familia de tecnologías GSM en las Américas

GSM es la única tecnología desplegada en todos los países de las Américas, y sigue creciendo tanto en cantidad de suscripciones como en participación de mercado. La familia GSM agregó más de 110 millones de suscripciones en el hemisferio occidental en el año 2007. Hoy, el total de suscripciones regionales asciende a aproximadamente 420 millones.

En Norteamérica, los operadores continúan optimizando y expandiendo sus redes HSDPA. Rogers en Canadá anunció hoy su lanzamiento comercial de HSPA de 7.2 Mbps en varias ciudades, siendo el primer operador en el hemisferio occidental que anuncia dicha optimización. AT&T está expandiendo su cobertura HSDPA desde más de 270 mercados en la actualidad a más de 350 ciudades principales para fin de año, y también se está actualizando la red con HSPA. AT&T ofrece en la actualidad velocidades promedio de 600-1400 Kbps para los clientes en su servicio de banda ancha móvil HSDPA, y habrá optimizaciones con las mejoras de red.

CAPÍTULO II

Arquitectura UMTS

2.1 Arquitectura del Sistema

Este capítulo muestra una descripción básica de la arquitectura del sistema de UMTS, incluyendo una introducción a los elementos lógicos de la red y a las interfaces. El sistema de UMTS utiliza la misma arquitectura bien conocida que ha sido utilizada por todos los sistemas principales de la segunda generación y la iguala por algunos sistemas de la primera generación.

Los elementos de la red se agrupan principalmente en la Red de Acceso de Radio o en inglés, Radio Access Network (RAN) y UMTS terrestre RAN (UTRAN) esta es la que realiza la principal funcionalidad radio-relacionada, y la Red Central (CN) en inglés Core Network, que es responsable de las llamadas de la conmutación y de la dirección como también de la conexiones de datos con redes externas. Por último para terminar el sistema, tenemos el Equipo del Usuario (UE), es el que hace la interconexión con el usuario y define la interfaz de radio.

Otra manera de mostrar los elementos de la red del grupo UMTS, son dividirlos en sub-redes. El sistema de UMTS consiste en modular en el sentido que es posible tener varios elementos de red del mismo tipo. En principio, el requisito mínimo para una red completamente ofrecida y operacional es tener por lo menos un elemento lógico de la red de cada tipo. La posibilidad de tener varias entidades del mismo tipo permite la división del sistema de UMTS en sub-redes que son operacionales junto con otras sub-redes, y que son distinguidas unas de otras con identidades únicas. Tales sub-redes se llaman UMTS PLMN (Red Pública Terrestre Móvil en inglés Public Land Movil Network). Típicamente un PLMN es controlado por un solo operador, y conectado con el otro PLMNs así como a otros tipos de redes, tales como redes digitales (ISDN), redes de telefonía (PSTN), redes de Internet, y así sucesivamente. La Figura 2.1

demuestra elementos en un PLMN y, para ilustrar las conexiones, también redes externas.

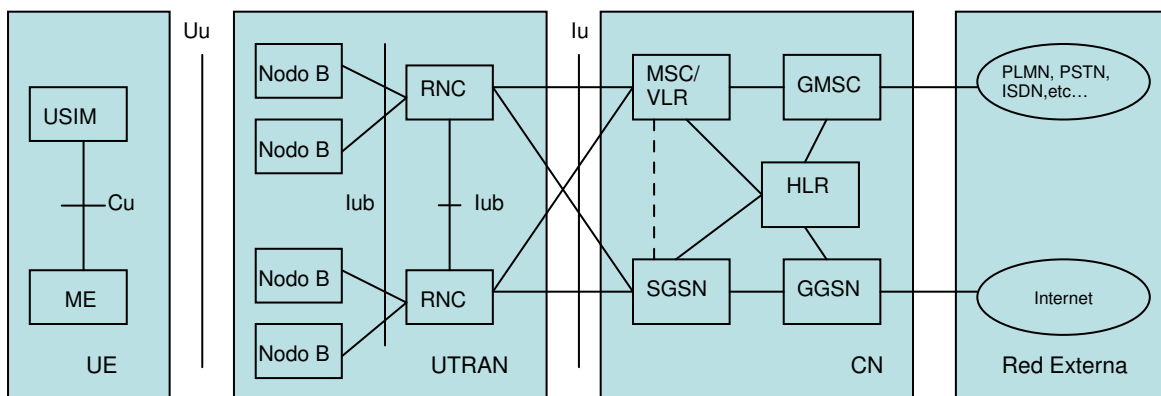


Figura 2.1. Elementos de red en una PLMD

El Equipo del Usuario (UE) consiste de dos partes:

- El Equipo Móvil en inglés Mobil Equipment (ME) es la Terminal de radio usada para las comunicaciones de radio con la interfaz Uu.
- El UMTS Modulo de Identidad del Suscrito en inglés Subscriber Identity Module (USIM) es una tarjeta que lleva a cabo la identidad del usuario, realiza algoritmos de la autenticación, y almacena llaves de la autenticación y del cifrado y una cierta información de la suscripción que sea necesaria en el terminal.

UTRAN también consiste en dos elementos distintos:

- El Nodo B convierte el flujo de datos entre la interfaz Iub y la de Uu que describiremos más adelante. También participa en la gestión de recurso de radio.
- El Controlador de Radio de la Red en inglés Radio Network Controller (RNC) posee el control y los recursos de radio en este

dominio (los Nodos B conectados con este). RNC es el punto de acceso de auxilio para todos los servicios que UTRAN proporciona al CN, por ejemplo el manejo de conexiones al UE.

Los elementos principales del GSM dentro del CN son los siguientes:

- HLR: el registro de localización de abonado (en inglés Home Location Register) contiene la identidad y datos de los abonados que proporcionan los datos necesarios para localizar al usuario cuando se quiere establecer una llamada con él. Cada usuario está registrado en un único HLR. Este almacena la copia principal del perfil del servicio del usuario. El perfil del servicio consiste en la información sobre los servicios permitidos, áreas de roaming prohibidas y la información de servicios suplementarios tales como el estado de llamadas realizadas y del número de llamadas expedidas por el usuario. Esto se crea cuando un nuevo usuario se suscribe al sistema, donde el resto se almacena mientras la suscripción se activa. Con el fin de darles dirección a las transacciones entrantes al UE (es decir las llamadas o mensajes cortos), el HLR también almacena la localización del UE en el nivel de MSC/VLR y/o de SGSN, mencionados a continuación.
- MSC/VLR: Centro de Switcheo de Servicios Móviles / Registro de localización de Visitantes en inglés (Mobile Services Switching Centre/Visitor Location Register) es el interruptor (MSC) y la base de datos (VLR) que sirve para el UE en su localización actual para los servicios con Conmutador de Circuito (CS). Las funciones del MSC se utilizan para cambiar las transacciones del CS, y la función de VLR lleva a cabo una copia del perfil del servicio del usuario que visita, así como una información más exacta sobre la localización

del UE dentro del sistema. La parte de la red que es adquirida vía MSC/VLR se refiere a menudo como el dominio del CS.

- GMSC: Puerta de enlace MSC (en inglés Gateway MSC) es el interruptor en el punto en donde el UMTS PLMN está conectado a redes CS externas.
- SGSN: (Porción GPRS (Servicio general de paquetes de radio) Nodo de Soporte) en inglés (Serving GPRS (General Packet Radio Service) Support Node) la funcionalidad es similar a la de MSC/VLR pero se utiliza típicamente para el servicio Switching de paquetes en inglés Packet Switched (PS). La parte de la red que es obtenida vía SGSN se refiere a menudo como el dominio PS.
- GGSN: Nodo de Soporte de la puerta de Enlace GPRS en inglés (Gateway GPRS Support Node) su función es parecida a la del GMSC pero es en lo referente a los servicios PS.

La Red Externa se puede dividir en dos grupos:

- Redes CS: Éstos proporcionan conexiones con conmutador de circuito en inglés (circuit-switched), como los servicios de telefonía existentes. El ISDN y el PSTN mencionados anteriormente son ejemplos de las Redes CS.
- Redes PS: Éstos proporcionan las conexiones para los servicios de paquetes de datos en inglés (packet data services). El Internet es un ejemplo de una Red PS.

A continuación se estructuran los estándares de UMTS para no especificar la funcionalidad interna de los elementos de red detalladamente. En lugar de las interfaces entre los elementos lógicos de la red, se han definido y se especifican las interfaces abiertas en la siguiente distribución:

- Interfaz Cu: Ésta es el interfaz eléctrica entre la tarjeta inteligente del USIM y el ME. La interfaz sigue un formato estándar para las tarjetas inteligentes.
- Interfaz Uu: Esta es la interfaz WCDMA, la interfaz por la que el UE accede a la parte fija del sistema, y es por consiguiente probablemente la interfaz abierta más importante en UMTS. Es probable que haya muchos más fabricantes de UE que los fabricantes de elementos de red fijos.
- Interfaz Iu: Esta interfaz conecta al UTRAN con el CN. De forma semejante a como se interconecta el GSM, a una red (CS) y (PS), la interfaz abierta del Iu da a los operadores de UMTS la posibilidad de adquirir UTRAN y CN de diversos fabricantes. La competencia permitida en esta área ha sido uno de los factores del éxito del GSM.
- Interfaz Iur: La interfaz abierta Iur permite al soft handover que entre a los RNCs de diversos fabricantes, y por lo tanto complementa la interfaz abierta del Iu.
- Interfaz Iub: Este conecta un Nodo B con un RNC. UMTS es el primer sistema móvil de telefonía comercial donde se estandariza la interfaz de la estación del Controlador-Base puesto que es una interfaz completamente abierta. Como las otras interfaces abiertas, se espera que Iub abierta motive a llegar más lejos a la competencia entre los fabricantes en esta área. Es probable que los fabricantes nuevos que se concentran exclusivamente en los Nodos B se incorporen al mercado.

2.2 Terminal Móvil 3G

Para lograr el objetivo final de los sistemas de comunicaciones móviles, es necesario el permitir al usuario comunicarse en cualquier lugar y en cualquier instante de tiempo, como también que los terminales móviles estén dotados de una serie de capacidades y características de las que no se disponían en México en los primeros 6 años del siglo XXI.

En el proceso de estandarización del 3GPP se detectó esta necesidad y por ese motivo se creó un grupo de trabajo dedicado al estudio y definición de las características y requisitos de los terminales móviles 3G.

Debe tenerse en cuenta que los terminales 3G ya no serán meros teléfonos móviles, sino dispositivos avanzados que permitirán intercambiar distintos tipos de información. Todas estas nuevas funcionalidades deben ser estandarizadas en la medida de lo posible, para garantizar el correcto interfuncionamiento de los distintos modelos de terminal y las distintas redes.

En cuanto al estado actual de la estandarización, cabe señalar que las especificaciones de las pruebas de terminales se encuentran más atrasadas que el resto, pero esto es una situación asumida, ya que no se pueden comenzar hasta que las especificaciones de radio y de capas superiores estén finalizadas.

2.3 Red de acceso radio UTRAN

El UTRAN consiste en uno o más subsistemas de Radio de Red (RNS). Un RNS es una subred dentro del UTRAN y consiste en un Controlador de Red de Radio (RNC) y uno o más Nodo B's.

Los RNC's pueden conectarse a cada una de las otras vías por medio de una interfaz Iur. Los RNCs y Nodos B's son conectados con una Interfaz Iub. Ver figura 2.2

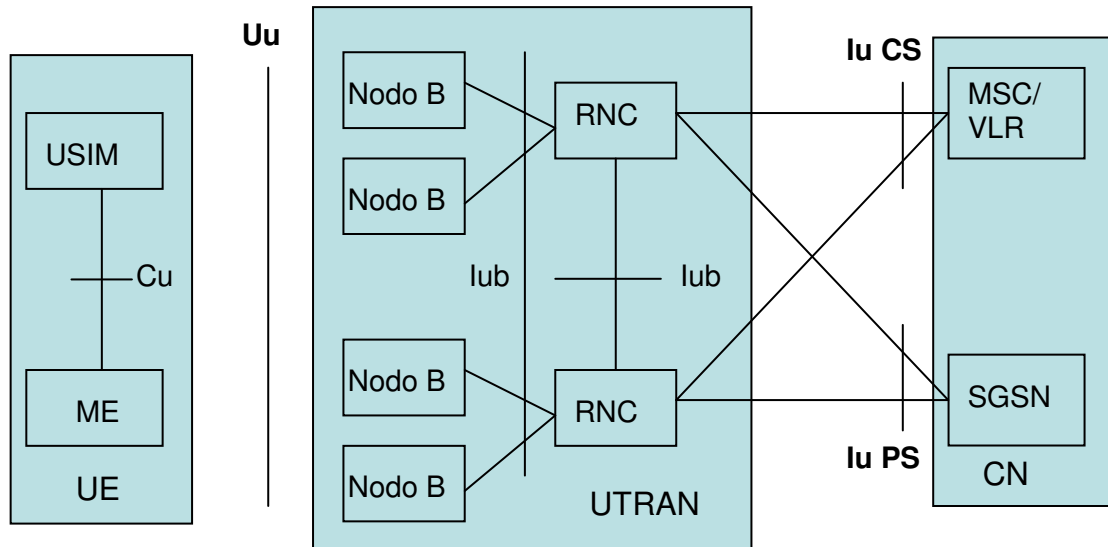


Figura 2.2. Arquitectura UTRAN

2.3.1 Nodo B

El Nodo B es el equivalente de UMTS para GSM en cuanto al (BTS) Estación Base Transceptor en inglés (Base Transceiver Station). Al igual que en todos los sistemas celulares, como GSM y UMTS, el Nodo B contiene el transmisor de radio frecuencias y el receptor utilizado para comunicarse directamente con los teléfonos celulares, que se mueven libremente a su alrededor. En este tipo de redes celulares, los teléfonos móviles no pueden comunicarse directamente entre sí sino que tienen que comunicarse con los Nodos B. La función principal del Nodo B es realizar el proceso de la interfaz aérea como también la lógica de retransmisión que maneja el Nodo B, para disminuir los tiempos de respuesta.

El término "Nodo B" se adoptó únicamente como un nombre temporal en los procesos de estandarización, pero este nunca cambio.

2.3.2 Controlador de la Red de Radio (RNC)

El Controlador de la Red de Radio (RNC), es el elemento de red responsable del control de los recursos de radio del UTRAN en su dominio (los Nodos B son conectados a él). RNC es el punto de acceso para todos los servicios UTRAN que proporciona el Core Network (CN), por ejemplo la dirección de conexiones al Equipo del usuario (UE).

2.4 Core Network

2.3.1 Introducción

El Core Networ significado en español Núcleo de Red o Red Central, incorpora funciones de transporte y de inteligencia. Las primeras soportan el transporte de la información de tráfico y señalización, incluida la conmutación. La orientación reside en las funciones de inteligencia, que comprenden prestaciones como la lógica y el control de ciertos servicios ofrecidos a través de una serie de interfaces bien definidas; también incluyen la gestión de la movilidad. A través del Núcleo de Red, el UMTS se conecta con otras redes de telecomunicaciones, de forma que resulte posible la comunicación no sólo entre usuarios móviles UMTS, sino también con los que se encuentran conectados a otras redes.

La red troncal del sistema UMTS es una evolución de la de GSM+GPRS, por lo que consta de sus mismos elementos, que son: HLR, VLR, AuC, EIR y centros de MS mencionados en la R'99.

La separación de los dominios de paquetes y circuitos se concibe como necesaria, en principio, debido a la evolución desde las redes actuales, si bien la tendencia es hacia una única red troncal "Todo IP" (All IP), que incluiría también a la red de acceso.

2.3.2 Arquitectura de Red UMTS R'99

La arquitectura de red UMTS R'99 ha sido definida para facilitar el proceso de migración desde las redes GSM/GPRS hacia UMTS. Dicha arquitectura incorpora la red de acceso GSM (formada por BSSs) y la red UTRAN (formada por RNSs), y la red central (CN) está diseñada como una evolución de la red GSM/GPRS. La CN incluye un dominio con conmutación de circuitos (CS) y un dominio con conmutación de paquetes (PS). Hay algunos componentes de red compartidos por ambos dominios. La figura 2.3 muestra la arquitectura de red UMTS R'99 cuyos componentes se describen a continuación.

Estación Móvil, MS (Mobile Station): Una MS es un UE y está compuesta por el equipo móvil, ME (Mobile Equipment) y la tarjeta de identificación de abonado UMTS (USIM).

Sistema de Estación Base, BSS (Base Station System): La Red de Acceso GSM consiste de uno o varios BSSs. El BSS realiza la asignación y liberación de recursos radio para permitir la comunicación con MSs en una cierta área. Un BSS está compuesto de un BSC, y uno o varios BTSs.

Controlador de Estación Base, BSC (Base Station Controller): El BSC es la entidad controladora de un BSS y se encarga del control general de los recursos radio proporcionados por uno o varios BTSs. El BSC se conecta al MSC a través del interfaz A y al SGSN a través del interfaz Gb.

Estación Transceptora Base, BTS (Base Transceiver Station): Es el componente responsable de la transmisión/recepción radio hacia/desde MSs en una o más celdas GSM. Los BTSs se conectan a los BSCs a través

de los interfaces A-bis y a las MSs a través de los interfaces Um como se muestran en la figura 2.3.

Sistema de Red Radio, RNS (Radio Network System): La Red de acceso UTRAN está compuesta de uno o varios RNSs que pueden estar interconector entre sí a través del interfaz Iur. El RNS realiza la asignación y liberación de recursos radio para permitir la comunicación con MSs en una cierta área. Un RNS está compuesto de un RNC, y uno o varios nodos B.

Controlador de Red Radio, RNC (Radio Network Controller): El RNC es la entidad controladora de un RNS y se encarga del control general de los recursos radio proporcionados por uno o varios nodos B. El RNC es responsable de las decisiones de handover que requieren señalización al MS. El RNC se conecta a la CN a través del interfaz Iu. Hay un interfaz Iu para las aplicaciones CS denominado Iu-CS y otro para las aplicaciones PS denominado Iu-PS.

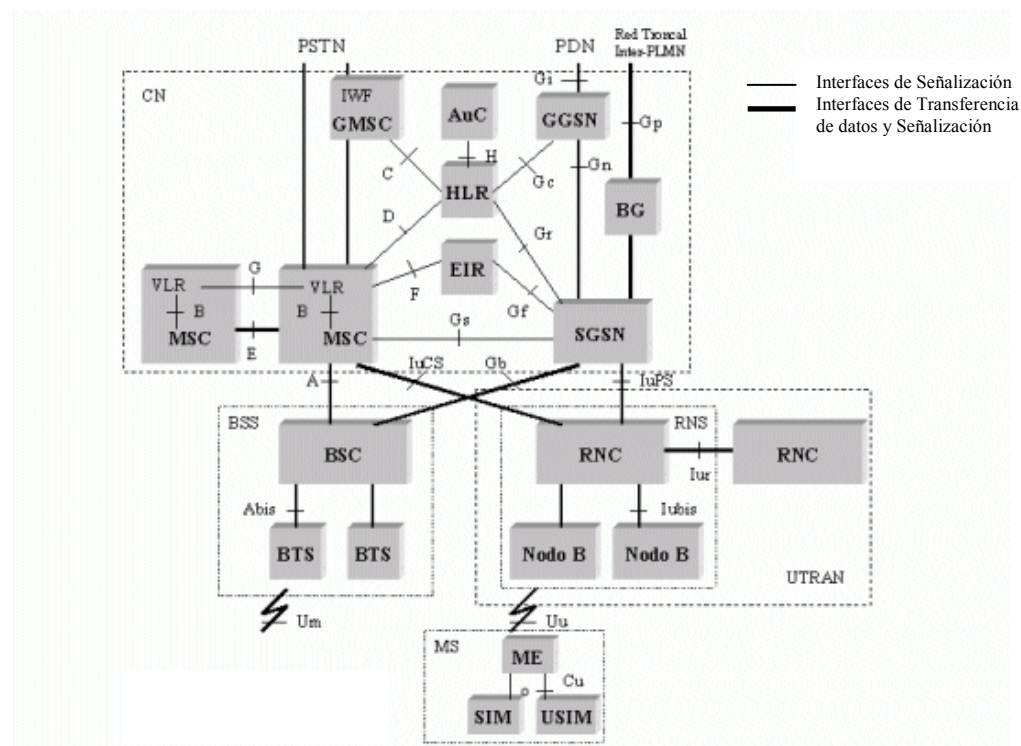


Figura 2.3. Arquitectura de Red UMTS R'99 de www.3gamericas.org

Nodo B: Es el componente responsable de la transmisión/recepción radio hacia/desde MSs en una o más celdas UMTS. Un nodo B puede soportar el modo Duplex de la División de la Frecuencia (FDD) y el modo Duplex de División de Tiempo (TDD), o una operación en modo dual. Los nodos B se conectan a los RNCs a través de los interfaces Iubis y a las MSs a través de los interfaces Uu.

Registro de Posición Base, HLR (Home Location Register): El HLR contiene una base de datos encargada de gestionar los abonados móviles. Una PLMN puede contener uno o varios HLRs. El HLR almacena información de suscripciones y datos de ubicación que permiten la tasación y encaminamiento de llamadas/mensajes hacia el MSC/SGSN donde se ha registrado la MS.

Registro de Posición de Visitantes, VLR (Visitor Location Register): El VLR se encarga de controlar la itinerancia (roaming) de las MSs en un área MSC. Cuando una MS entra en una nueva área de ubicación se comienza un procedimiento de registro. El MSC encargado de dicha área notifica este registro y transfiere al VLR la identidad del área de ubicación donde la MS está situada. Si dicha MS no está todavía registrada, el VLR y el HLR intercambian información para permitir el adecuado manejo de las llamadas de esta MS. El VLR puede estar encargado de una o varias áreas MSC.

Centro de Autenticación, AuC (Authentication Centre): El AuC contiene una base de datos que mantiene los datos de cada abonado móvil para permitir la identificación internacional de abonados móviles (IMSI) para poder realizar la autenticación del abonado y para poder cifrar la comunicación por el camino radio entre la MS y la red. El AuC transmite los datos requeridos para la autenticación y cifrado a través del HLR hasta el VLR, MSC y SGSN que necesitan autenticar al abonado móvil. El AuC

está asociado a un HLR a través del interface H, y almacena claves de identificación para cada abonado móvil registrado en el HLR asociado.

Registro de Identidad de Equipos, EIR (Equipment Identity Register): El EIR contiene una base de datos que mantiene los identificadores internacionales de equipos móviles (IMEI) para controlar el acceso a la red de los equipos móviles.

Central de Conmutación de Móviles, MSC (Mobile Switching Centre): El MSC es una central que realiza todas las funciones de señalización y conmutación requeridas para el manejo de servicios CS hacia y desde las MSs localizadas en una determinada área geográfica. La principal diferencia con una central de una red fija es que incorpora funciones para la gestión de la movilidad como los procedimientos para el registro de posición y para el handover. El MSC se conecta a la red de acceso GSM, formada por uno o varios BSSs, a través del interfaz A y a la UTRAN, formada por uno o varios RNSs, a través del interfaz Iu-CS. Una CN puede estar constituida por uno o varios MSCs.

Central de Conmutación de Móviles Pasarela, GMSC (Gateway MSC): En el caso de llamadas entrantes a una PLMN, la llamada es encaminada hacia un MSC, si la red fija no es capaz de interrogar a un HLR. Este MSC interroga el HLR apropiado y entonces encamina la llamada al MSC donde esté la MS llamada. El MSC que realiza la función de encaminamiento hasta la ubicación de la MS se denomina GMSC.

Función de Interfuncionamiento, IWF (Interworking Function): La IWF es una entidad funcional asociada con el MSC, y proporciona la funcionalidad necesaria para permitir el interfuncionamiento entre una PLMN y las redes fijas (e.g. ISDN, PSTN, PDN). Las funciones de la IWF dependen de los servicios y el tipo de red fija. La IWF se encarga de convertir los protocolos usados en la PLMN a los usados en la red fija utilizada.

Nodo Servidor de Soporte GPRS (SGSN, Serving GPRS Support Node): El SGSN sigue y mantiene la posición de las MSs en su área, y realiza funciones de seguridad y control de acceso. El SGSN establece contextos PDP (Packet Data Protocol) activos que son usados para el encaminamiento con el GGSN que el abonado este usando. La función de registro de posición en un SGSN almacena información de suscripciones y datos de ubicación (*por ejemplo la celda o área de encaminamiento donde la MS esta registrada, o la dirección del GGSN donde exista un contexto PDP activo*) de los abonados registrados en el SGSN para servicios con conmutación de paquetes. Dicha información es necesaria para llevar a cabo la transferencia entrante o saliente de datos en paquetes. El SGSN está conectado al BSC a través del interfaz Gb y al RNC a través de la interfaz Iu-PS. El SGSN puede enviar datos de ubicación al MSC/VLR a través el interfaz Gs opcional. El SGSN también puede interaccionar con un SCF (Service Control Function) a través de un interfaz CAP.

Nodo Pasarela de Soporte GPRS (GGSN, Gateway GPRS Support Node): El GGSN proporciona el interfuncionamiento con redes externas con conmutación de paquetes a las que se conecta a través del interfaz Gi, y está conectado con uno o varios SGSNs a través del interfaz Gn vistas en la figura 2.3. anterior. La función de registro de posición en un GGSN almacena información de suscripciones y datos de encaminamiento (*por ejemplo la dirección del SGSN donde el MS esta registrado*) para cada abonado que tenga al menos un contexto PDP activo. Dicha información es recibida desde el HLR (a través del interfaz Gc) y el SGSN (a través de la interfaz Gn), y es necesaria para poder establecer un túnel de tráfico de datos en paquetes, destinado a una MS, con el SGSN donde el MS esta registrado. El SGSN y el GGSN contienen funcionalidad de encaminamiento IP y pueden estar interconectados por routers IP.

Cuando el SGSN y el GGSN están en diferentes PLMNs, ellos están interconectados a través de la interfaz Gp que proporciona la funcionalidad de la interfaz Gn y funcionalidad de seguridad requerida para la comunicación inter-PLMN.

Pasarela Frontera, BG (Border Gateway): La BG es una pasarela entre una PLMN soportando GPRS y una red troncal inter-PLMN externa usada para la interconexión con otras PLMNs también soportando GPRS. El papel del BG es el de proporcionar el nivel apropiado de seguridad para proteger la PLMN y sus abonados.

2.3.4 Evolución Core Network: Release 4 y 5

La Release 4 incorpora nuevas funciones, sobresaliendo la definición de la opción de banda estrecha del modo TDD (1,28 Mchip/s TDD option), propuesta por China, que supone una capa física distinta (distinta tasa de chip), conservando la señalización de las capas superiores. Se incluyen también en la Release 4 las especificaciones de los repetidores, diversas mejoras en señalización (procedimientos para la modificación de los transportes en las interfaces Iu, Iub y Iur, optimización del RRM en las interfaces Iu, Iub y Iur, mejoras en el control de potencia en soft handover y otros).

Se ha concluido el estudio de viabilidad de la Alta Velocidad de Bajada de Acceso de Paquetes HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), cuyo resultado ha sido positivo, estas mejoras se incluirán en la Release 5. Estaba previsto incluir en esta Release la especificación de UTRA FDD en la banda de 1800 MHz utilizada por GSM, pero el trabajo no está suficientemente avanzado. Se ha aprobado, sin embargo, que las bandas de frecuencia del sistema sean independientes de las Releases, de modo

que sea posible definir mas bandas de frecuencia para el sistema y el operador decida que Release utilizar sobre ellas.

Cuando se concretaron los contenidos de la Release 5, las principales funciones sobre las que se trabaja son HSDPA, la inclusión de la capa de transporte IP en las interfaces de RAN y la definición de diferentes clases de BS (dos en principio Wide Area y Local Area).

También se han previsto diversas mejoras menores. Una vez congelada la Release 4, los grupos de trabajo se centraran en la Release 5, si bien la conclusión de las especificaciones de la Comisión de Recursos de Radio RRM (Radio Resource Management) de la Release 99 mencionada anteriormente, todavía absorbe gran cantidad de recursos, continuamente se introducen cambios y correcciones.

CAPÍTULO III

W-CDMA (Tecnología radial)

3.1 Introducción

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) es el régimen de acceso de radio utilizadas para sistemas celulares de tercera generación que se empezó a utilizar en diversas partes del mundo. La 3G tiene los sistemas de apoyo a los servicios de banda ancha como de alta velocidad de acceso a Internet, vídeo y transmisión de imágenes de alta calidad con la misma calidad que las redes fijas. En los sistemas WCDMA y CDMA de aire se combina con las redes basadas en GSM. El estándar WCDMA fue desarrollado a través de la Third Generation Partnership Project (3GPP), que tiene por objeto garantizar la interoperabilidad entre las diferentes redes 3G. La norma que ha surgido a través de este proyecto de colaboración se basa en la European Telecommunications Standards Institute (ETSI) o Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) y es comúnmente conocida como UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA). El régimen de acceso es para UTRA secuencia directa Code Division Multiple Access (CDMA - DS). La información se extiende por una banda de aproximadamente 5 MHz. Este ancho de banda ha dado lugar al nombre CDMA de banda ancha o WCDMA.

3.2 Introducción a Técnicas de Espectro Ensanchado

El espectro ensanchado (también llamado espectro esparcido, espectro disperso, spread spectrum o SS) es una técnica por la cual la señal transmitida se ensancha a lo largo de una banda muy ancha de frecuencias, mucho más amplia, de hecho, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar. No se

puede decir que las comunicaciones mediante espectro ensanchado son medios recientes de utilización del ancho de banda. Sin embargo, rinden al máximo cuando se los combina con sistemas existentes que hacen uso de la frecuencia. La señal de espectro ensanchado, una vez ensanchada puede coexistir con señales en banda estrecha, ya que sólo les aportan un pequeño incremento en el ruido. En lo que se refiere al receptor de espectro ensanchado, él no ve las señales de banda estrecha, ya que está escuchando un ancho de banda mucho más amplio gracias a una secuencia de código preestablecido.

Todos los sistemas de espectro ensanchado satisfacen dos criterios:

- El ancho de banda de la señal que se va a transmitir es mucho mayor que el ancho de banda de la señal original.
- El ancho de banda transmitido se determina mediante alguna función independiente del mensaje y conocida por el receptor.

Los diseñadores de sistemas de comunicación se interesan a menudo en la eficiencia con la que los sistemas utilizan la energía y el ancho de banda de la señal. En muchos sistemas de comunicación estos son los asuntos más importantes. Sin embargo, en algunos casos existen situaciones en las que es necesario que el sistema resista a las interferencias externas, opere con baja energía espectral, proporcione capacidad de acceso múltiple sin control externo y un canal seguro e inaccesible para oyentes no autorizados. Por todo esto, a veces es necesario y conveniente sacrificar algo de la eficiencia del sistema. Las técnicas de modulación de espectro ensanchado permiten cumplir tales objetivos.

Los aspectos teóricos de la utilización del espectro ensanchado en un medio con fuertes interferencias se conocían desde hace ya cuarenta años. Lo que sí ha sido muy reciente es su implementación práctica. Inicialmente, las técnicas de espectro ensanchado se desarrollaron para propósitos militares y sus implementaciones eran extremadamente caras. Sólo los nuevos avances tecnológicos tales como la Gran Escala de Integración VLSI (very large-scale integration), es decir, el proceso de colocar miles, o cientos de miles de componentes electrónicos en un solo chip) y las técnicas de procesado de señal avanzadas hicieron posible desarrollar un equipamiento de espectro ensanchado menos caro para uso civil. Las aplicaciones de esta tecnología incluyen teléfonos móviles, transmisión de datos sin cable y comunicaciones por satélite. En esta tesis nos enfocamos más a lo que es la telefonía móvil en la utilización del espectro ensanchado.

⇒ **La técnica de espectro ensanchado**

La técnica de espectro ensanchado (*spread-spectrum*) consiste en la transformación reversible de una señal de forma que su energía se disperse entre una banda de frecuencias mayor que la que ocupaba originalmente. Esta técnica de transmisión se caracteriza por:

- El ancho de banda utilizado en la transmisión es mucho mayor que el necesario para una transmisión convencional. Si **R** es la velocidad de transmisión (una modulación convencional tendría un ancho de banda de aproximadamente R Hz) y **W** es el ancho de banda empleado por la señal de espectro ensanchado, se cumple que $\mathbf{W/R} \gg 1$.
- El ensanchamiento de la banda se realiza a partir de una señal pseudoaleatoria, que se caracteriza por tener una apariencia de ruido (también se le llama *pseudoruido*). La señal transmitida tendrá

características pseudoaleatorias, y sólo se podrá demodular si se es capaz de generar la misma señal de pseudoruido utilizada por el transmisor, que en el caso del G.P.S. está situado en el satélite.

La señal producida por el ensanchamiento del espectro tiene una serie de características especiales e interesantes:

- La transmisión de señales con espectro ensanchado es mucho más resistente a las interferencias de banda estrecha que otros tipos de transmisión.
- La señal es difícilmente detectable, ya que su nivel de potencia queda muy reducido por su dispersión espectral. Sólo después de la transformación de desensanchado, ésta recupera la relación señal a ruido suficiente para su demodulación.
- En el caso de que se detecte la señal, la transmisión es ininteligible para el que no conozca la señal pseudoaleatoria utilizada para el ensanchado del espectro. Esto es lo que le sucede a un usuario no autorizado con el código P.
- La transmisión es resistente a las interferencias por multicamino (*multipath*), porque aunque se trate de una interferencia de la señal sobre sí misma, tiene consecuencias parecidas a cualquier otra interferencia de banda estrecha.
- Es posible la transmisión simultánea de varias señales de espectro ensanchado por el mismo medio. Esto es realizable gracias a que los códigos pseudoaleatorios empleados en el Sistema de Posicionamiento Global GPS (Global Positioning System) son ortogonales entre sí. Se da lugar a una técnica de acceso múltiple al medio conocida como **CDMA** (acceso múltiple por división de códigos).

Existen dos técnicas principales de espectro ensanchado: **espectro ensanchado por secuencia directa** (*direct sequence*), que es la que emplea el sistema GPS, y **espectro ensanchado por saltos de frecuencia** (*frequency hopping*).

⇒ **Funcionamiento**

Un sistema de espectro ensanchado realiza las siguientes acciones para la transmisión:

1. En el transmisor se modula una señal portadora con la señal en banda base de la forma convencional.
2. Al mismo tiempo se genera una señal de pseudoruido a partir de una secuencia pseudoaleatoria de pulsos binarios, que parecerá aleatoria si no se conoce cómo ha sido generada, pero que en caso contrario puede ser reproducida exactamente. Esta señal tiene un ancho de banda mucho mayor que la señal modulada en paso-banda, y es la que es llamada señal ensanchadora, ya que es la que se utiliza para ensanchar el espectro de la señal transmitida.
3. La señal paso-banda que resulta de la primera modulación es modulada una segunda vez con la señal ensanchadora. Esta segunda modulación se puede realizar de diversas formas, dependiendo del tipo de sistema.

El efecto de la segunda modulación es ensanchar el espectro de la señal paso-banda. Si se supone que la segunda modulación consiste en multiplicar la señal paso-banda por la señal ensanchadora. El resultado en el dominio de la frecuencia sería la convolución del espectro de las dos señales. El espectro de la señal ensanchadora será mucho mayor que el de la señal paso-banda, por lo que el resultado de la convolución tendrá

un ancho de banda aproximadamente igual al de la señal ensanchadora. Aunque se pueden utilizar otros tipos de modulación distintos de éste, el resultado será siempre el ensanchado del espectro de la señal.

Las señales transmitidas mediante espectro ensanchado presentan una alta **dispersión espectral**, debida a que al ensanchar el espectro de una señal conservando su energía, se reparte esta energía entre una banda de frecuencias mayor. La densidad espectral de potencias puede llegar a ser inferior a la potencia del ruido térmico del canal, lo que va a dificultar no sólo la escucha, sino también la detección de la señal por alguien que no sea capaz de realizar el desensanchado.

⇒ **Señales pseudoaleatorias**

La operación de ensanchado y desensanchado del espectro de la señal se realizan operando sobre una señal de pseudoruido que se obtiene a partir de una secuencia pseudoaleatoria de bits. Estas secuencias tienen unas propiedades muy parecidas a las de una secuencia puramente aleatoria de bits, con la diferencia de que las primeras son periódicas y pueden ser reproducidas. Una secuencia pseudoaleatoria es, por lo tanto, una secuencia periódica de bits, con un período largo, dentro del cual sus propiedades son iguales a las de una secuencia aleatoria. En un periodo de la secuencia se ha de cumplir lo siguiente:

- Ha de ser balanceada, es decir, la diferencia entre el número de ceros y el de unos ha de ser menor o igual que la unidad.
- Las secuencias repetitivas de ceros o unos han de estar distribuidas de la siguiente forma: la mitad han de ser de longitud uno, la cuarta parte de longitud dos, la octava parte de longitud tres, y así sucesivamente.

3.3 Capacidad sistemas W-CDMA

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access - Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha), es la tecnología de interfaz de aire en la que se basa la UMTS, que a su vez, es un estándar europeo de Tercera Generación (3G) para los sistemas inalámbricos. La tecnología WCDMA está altamente optimizada para comunicaciones de alta calidad de voz y comunicaciones multimedia, como pueden ser las videoconferencias. También es posible acceder a diferentes servicios en un solo terminal, por ejemplo, podemos estar realizando una videoconferencia y al mismo tiempo estar haciendo una descarga de archivos muy grande, etc. Puede soportar completamente varias conexiones simultáneas como puede ser una conexión a internet, una conversación telefónica, videoconferencia, etc. En esta plataforma se emplean estructuras de protocolos de red similares a la usada en GSM, por lo tanto está dentro de la capacidad de utilizar las redes existentes.

Dentro de sus capacidades se encuentran que el WCDMA ofrece flexibilidad en los servicios, combinando conmutación de paquetes y conmutación de circuitos en el mismo canal con un promedio de velocidad entre 8 Kbps hasta 2 Mbps. Utiliza muy eficientemente el espectro de radio disponible, mediante la reutilización de cada celda, la cual requiere de 2 a 5 MHz por cada capa, lo que quiere decir que una red necesitará de 2 a 15 MHz, en un espectro común de banda de 2GHz. Los terminales WCDMA son menos difíciles de fabricar, debido a que requieren muy poca señal de procesamiento, ayudando a mantener bajos costos en las terminales.

WCDMA soporta conectividad IP (Internet Protocol), permitiendo accesos más rápidos en Internet. La natural asociación entre las comunicaciones

móviles y el acceso a Internet, ha estimulado que estas sean integradas. La tecnología fundamental sobre la cual trabaja IP es Conmutación de Paquetes. El camino para la evolución de GSM hacia WCDMA, incluye un estado denominado GPRS (General Packet Radio Service) que provee conmutación de paquetes hasta 115 Kbps. Los enlaces desde la red de acceso WCDMA y en el núcleo de red GSM utilizan el más reciente protocolo de transmisión ATM de mini-celdas, conocido como Capa de Adaptación ATM 2 (AAL2). Esta es la forma más eficiente de manejar paquetes de datos incrementando la capacidad de un estándar. Las líneas E1/T1 pueden manejar aproximadamente 300 conexiones de voz, comparado con 30 de las redes de hoy. Los ahorros por costos de transmisión, están en el orden del 50 %. Esta nueva tecnología tiene la ventaja de separar la señal, lo cual permite usar una codificación muy baja del control de error de la tarifa y es ahí donde entran los códigos para UMTS que veremos a continuación.

3.4 Utilización códigos en UMTS. Códigos OVSF

⇒ Códigos ortogonales

Para aumentar N veces la velocidad de transmisión, y por tanto el ancho de banda, es preciso utilizar un código cuya "velocidad de chip" sea N veces superior a la velocidad binaria. Pueden encontrarse conjuntos de N códigos de longitud N que sean ortogonales entre sí, de manera que N usuarios pueden transmitir N señales utilizando estos códigos y sin interferencia entre ellos en el receptor.

La condición de ortogonalidad para códigos c_i puede expresarse como:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N c_l(i) \cdot c_m(i) = 0$$

Los códigos ortogonales tienen una duración igual al periodo de bit, y requieren estricto sincronismo temporal entre los periodos de bit y de chip de todos los usuarios. Pueden generarse códigos ortogonales de muy diversas maneras. Un ejemplo de familia de códigos, de longitud 4, es la siguiente:

+1	-1	-1	-1
-1	+1	-1	-1
-1	-1	+1	-1
-1	-1	-1	+1

Figura No. 3.0 Familia de códigos ortogonales de longitud 4

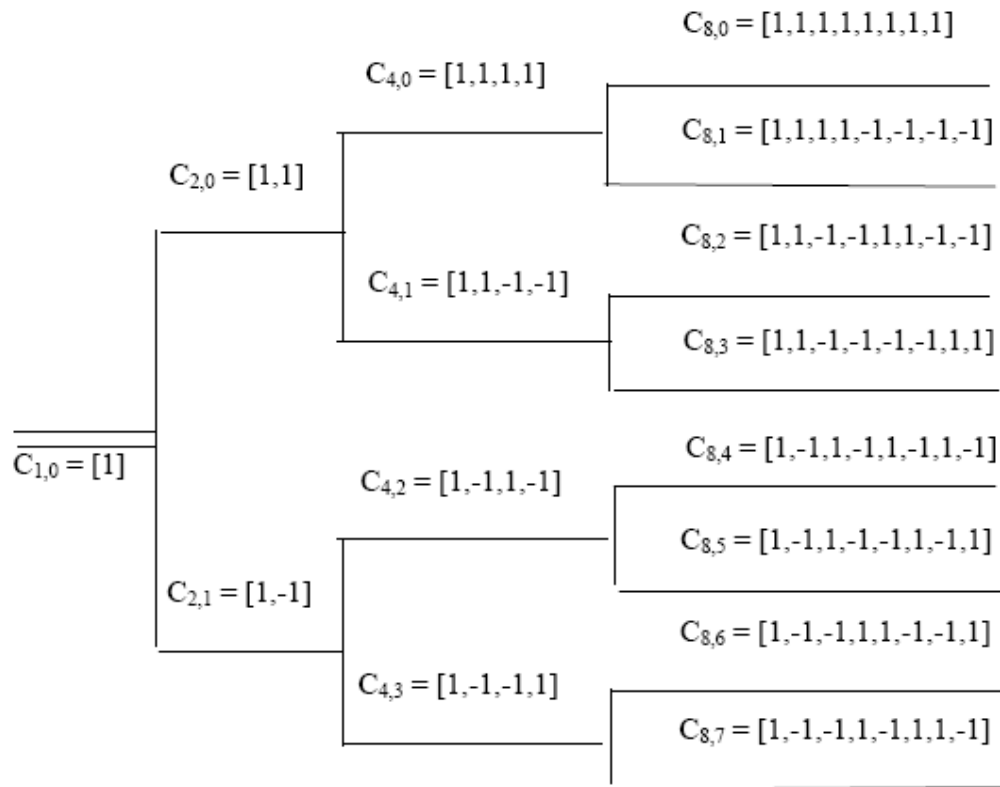
Se puede comprobar que no hay ningún otro código de longitud 4 que sea ortogonal a estos cuatro. Puede obtenerse un gran número de familias de cuatro códigos ortogonales de longitud cuatro. La representada permite visualizar fácilmente uno de los problemas del uso de códigos ortogonales, que es que la ortogonalidad no es inmune a desplazamientos. En este caso concreto, el desplazamiento temporal en una unidad de chip transforma un código en otro, con lo que se pierde la ortogonalidad de manera absoluta. En general la ortogonalidad requiere una precisión temporal a nivel de chip.

En el enlace descendente todas las señales se originan en el mismo punto (estación base) por lo que pueden utilizarse códigos ortogonales para diferenciarlas. La precisión temporal necesaria es factible. La ortogonalidad se pierde, sin embargo, de manera parcial por causa del multitrayecto en el canal de propagación.

En el enlace ascendente el multitrayecto tiene también el mismo efecto, pero además hay que considerar que, para utilizar códigos ortogonales, las transmisiones de los celulares deberían sincronizarse en el tiempo con suficiente precisión para que todas llegaran alineadas a la estación base, a nivel de chip. Tecnológicamente esta precisión es difícil de obtener.

En UMTS se utilizan códigos ortogonales en el enlace descendente, para separar las señales correspondientes a diferentes usuarios, y en el enlace ascendente para diferenciar canales en la transmisión de un mismo usuario hacia la base. Los códigos utilizados pertenecen a la familia de códigos de Hadamard, y se denominan como Factores de Separación de Variables Ortogonales, siglas en inglés OVSF (*Orthogonal Variable Spreading Factors*) ya que permiten la implementación de diferentes factores de ensanchamiento (siempre potencias de 2).

Los códigos OVSF se generan de forma muy sencilla, a partir de un código elemental con factor de ensanchamiento $SF=1$ y estructura $[1]$. Este código da lugar a otros dos con $SF=2$. El primero consiste en repetir el anterior dos veces: $[1,1]$. El segundo lo repite también dos veces, pero invirtiendo la segunda vez: $[1, -1]$. Con el mismo procedimiento se generan, a partir de los dos códigos de $SF = 2$, cuatro códigos con $SF = 4$: $[1,1,1,1]$, $[1,1,-1,-1]$, $[1,-1,1,-1]$ y $[1, -1, -1, 1]$. Puede comprobarse fácilmente que son ortogonales entre sí. Los códigos tienen una estructura en árbol, tal como se muestra en la figura 3.1. El factor de ensanchamiento en el modo FDD de UMTS es de 4 a 256 en el enlace ascendente y de 4 a 512 en el descendente. En cada nivel, el número de códigos ortogonales disponible es idéntico al factor de ensanchamiento.



1

Figura 3.1 Estructura de árbol de los códigos ortogonales.

En la asignación de códigos, debe tenerse en cuenta que cada código es ortogonal a todos los del mismo nivel, y a los de los niveles anteriores y posteriores que no son entre sí ascendientes o descendientes. Por ejemplo, el código $[1,1]$ es ortogonal a $[1,-1,1,-1]$ y $[1,-1,-1,1]$, pero no a los otros dos de nivel 4 que son sus descendientes.

⇒ Códigos con baja correlación

Los códigos ortogonales presentados en el apartado anterior tienen requisitos muy estrictos de sincronización a nivel de chip, por lo que no pueden utilizarse en todas las situaciones. En el resto se utilizan

¹ Proceso de generación de códigos OVFSF

secuencias pseudoaleatorias, también denominadas deseudoruido (PN, *Pseudonoise*), que presentan propiedades interesantes:

1. La autocorrelación de la secuencia es máxima para desplazamiento nulo, y toma un valor mínimo para cualquier otro desplazamiento. La relación entre el valor máximo y el mínimo es igual a la longitud de la secuencia. A mayor longitud, menor es el valor de la autocorrelación para desplazamientos iguales o superiores a una unidad. Esta propiedad es característica de las denominadas secuencias de longitud máxima, generadas mediante el uso de registros de desplazamiento realimentados. La realimentación debe cumplir determinadas características, con las cuales a partir de m células de memoria se genera una secuencia de longitud $L = 2m-1$. Esta secuencia se repite periódicamente, pero dentro de cada periodo la secuencia tiene propiedades similares a una secuencia generada de forma puramente aleatoria.
2. En determinados casos, secuencias de la misma longitud presentan valores muy reducidos de correlación cruzada. Esta propiedad se conserva en determinadas combinaciones de dichas secuencias. La propiedad de autocorrelación es importante en cuanto que facilita la sincronización temporal del receptor, y la recuperación de los datos sin interferencia propia, debida por ejemplo a multitrayecto. La propiedad de correlación cruzada facilita la transmisión de diferentes canales mediante la utilización de diferentes secuencias que tengan baja correlación entre sí.

En UMTS se utilizan los denominados códigos de Gold, que se forman mediante la combinación de dos códigos PN básicos, con diferente retardo relativo entre ellos. Los códigos de Gold presentan buenas propiedades de correlación cruzada, si bien su autocorrelación se degrada con relación a

la de las secuencias PN básicas. La estructura de generación de códigos de Gold se muestra en la figura 3.2.

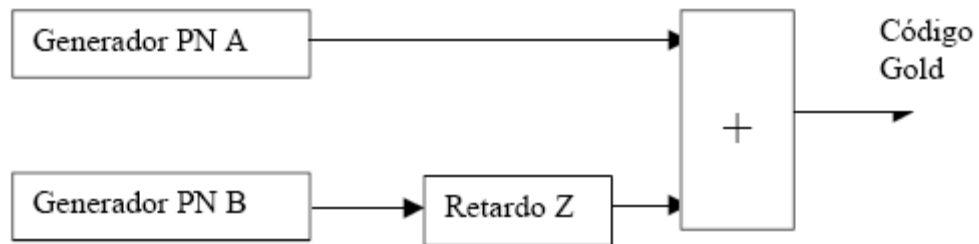


Figura 3.2 Generación de códigos de Gold

Diferentes valores del retardo Z dan lugar a diferentes códigos de la misma familia.

3.5 Control de Potencia

El control de potencia es el aspecto más importante en el WCDMA, principalmente sobre la subida de datos (uplink). El control de potencia es necesario para no desperdiciar potencia valiosa en el lado del usuario y para proteger la capacidad del sistema.

- El control de energía del lazo abierto: es la capacidad del transmitir el UE a los sistemas su energía de salida a un valor específico. Se utiliza para fijar energías iniciales de la transmisión del uplink y del downlink cuando un UE está teniendo acceso a la red. La tolerancia del control de energía del lazo abierto es DB del ± 9 (condiciones normales) o DB del ± 12 (condiciones extremas).
- El control de energía interno de lazo cerrado: (también llamado control de energía rápido del lazo cerrado) en el uplink es la capacidad del transmisor de UE de ajustar su energía de salida de acuerdo con uno o más transmitiendo los comandos del control de energía (TPC) recibidos en

el los datos de descarga (downlink), para guardar el cociente recibido de Señal-a-Interferencia del uplink (SIR) en una blanco dada del SIR. El transmisor de UE es capaz de cambiar la energía de la salida con un tamaño de paso de DB 1, 2 y 3, en la ranura inmediatamente después que el TPC_cmd pueda ser derivado. La frecuencia interna del control de energía del lazo es de 1500Hz.

Las células de la porción estiman a SIR del uplink recibido al Canal Dedicado Físico (DPCH), generan los comandos de TPC (TPC_cmd) y transmiten los comandos una vez por ranura según la regla siguiente: si $SIR_{rest} > SIR_{target}$ entonces el comando de TPC de transmisión es el "0", mientras que si $SIR_{rest} < SIR_{target}$ entonces el comando de TPC de transmitir es " 1 ". Sobre la recepción de unos o más comandos de TPC en una ranura, el UE deriva un solo comando de TPC para cada ranura, combinando comandos múltiples de TPC si más de uno se recibe en una ranura. Dos algoritmos son apoyados por el UE para derivar un TPC_cmd. Para saber cuáles de estos dos algoritmos se utilizan, se determina por un parámetro UE-específico del parámetro de alto-capa, "Algoritmos del control de potencia".

Algoritmo 1:

- El paso del control de energía es el cambio en la energía de la salida del transmisor de UE en respuesta a un solo comando de TPC.

Algoritmo 2:

- Si todos los cinco comandos estimados en TPC están en "bajo" la energía de transmisión se reduce a 1 dB
- Si todos los cinco comandos estimados en TPC están en "alto" la energía de transmisión aumentará a 1 dB
- De otra manera la energía de transmisión no cambia.

TPC_cmd	Transmitter power control range					
	1 dB step size		2 dB step size		3 dB step size	
	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
+ 1	+0.5 dB	+1.5 dB	+1 dB	+3 dB	+1.5 dB	+4.5 dB
0	-0.5 dB	+0.5 dB	-0.5 dB	+0.5 dB	-0.5 dB	+0.5 dB
-1	-0.5 dB	-1.5 dB	-1 dB	-3 dB	-1.5 dB	-4.5 dB

Tabla 1. Rangos del control de potencia del transmisor.

La energía de transmisión de los canales del downlink es determinada por la red. El tamaño de paso del control de energía puede tomar cuatro valores: 0.5, 1, 1.5 o 2 dB. Es obligatorio que UTRAN apoye el tamaño de paso de 1 DB, mientras que la ayuda en otros tamaños de paso es opcional. El UE genera comandos de TPC para controlar la red que transmite energía y los envía al campo de TPC del uplink DPCCH². Sobre la recepción de los comandos de TPC UTRAN ajusta la potencia del downlink y por consiguiente la potencia del DPCCH/DPDCH³. A continuación se explican los controles de potencia.

- El control de potencia de lazo externo: se utiliza para mantener la calidad de la comunicación en el nivel del requisito de calidad del servicio de portador, mientras que usa la energía baja, tanto como le sea posible. El control de potencia de lazo externo del uplink es responsable de fijar un SIR blanco en el nodo B para cada control individual de energía interna del lazo del uplink. Este SIR blanco es actualizado para cada UE según la calidad estimada del uplink (cantidad del error del bloque, cociente de error) para cada conexión de radio del control de recurso. El downlink de control de potencia de lazo externo es la capacidad del receptor de UE de dirigirse a la calidad requerida del acoplamiento (BLER) fijado por la red (RNC) en downlink.

² Dedicated Physical Control CHannel (Canal dedicado de control Físico)

³ Dedicated Physical Data CHannel (Canal dedicado de Datos Físico)

- El control de potencia de los canales comunes del downlink: es determinado por la red. En general el cociente de la energía de la transmisión entre diversos canales del downlink no se encuentra en las especificaciones 3GPP y cambia con el tiempo.

Otras situaciones adicionales especiales del control de potencia son: el control de energía en modo comprimido y la potencia de Downlink durante handover.

3.6 Los Handover

Un Handover (también conocido como transpaso) es el proceso por el que una llamada en curso se transfiere de un canal de radio dentro de una célula a otro canal de radio, ya sea en la misma célula o en otra célula.

UMTS soporta dos categorías principales de Handovers el Soft Handover (Handover Suave) y el Hard Handover (Handover duro). Un soft handover es hacer-antes-de romper, en el que existe comunicación entre el Equipo del Usuario, UE (Users Equipment) y más de un celular por un período de tiempo. Un hard handover es romper-antes-de hacer, en virtud del cual la comunicación con la primera célula se termine antes de establecer la comunicación con la segunda célula.

El soft handover tiene dos variantes que son el soft handover (handover suave) y softer handover (handover mas suave). Estos dos tipos estan descritas en la Figura 3.3. Un soft handover ocurre entre dos células o sectores que cuentan con el apoyo de las diferentes estaciones base. La UE está transmitiendo y recibiendo a estaciones de base de ambos al mismo tiempo. La información del usuario es enviada a la UE se envían

desde cada estación base y al mismo tiempo se combina dentro de UE. En el enlace ascendente, la información enviada del UE se retransmite desde cada estación base a la combinación del Controlador de Radio de la Red, RNC (Radio Network Controller), donde se lleva a cabo. En el caso de un soft handover, cada estación base está enviando comandos de control de energía al UE.

Un softer handover ocurre entre dos células que cuentan con el apoyo de la misma estación base. En este caso, sólo un bucle de control de potencia es activa y está controlada por la estación base que sirve a ambas células. En función de la cobertura de RF, un soft handover y un softer handover pueden ocurrir al mismo tiempo para un determinado UE. Un hard handover puede ocurrir en varias situaciones, como la de una célula a otra en que las dos células están utilizando diferentes frecuencias portadoras, o de una célula a otra en que las estaciones de base están conectadas a diferentes RNC Iur y no existe una interfaz entre el RNC. UMTS también apoya un hard handover desde y hacia GSM. Esta es una exigencia razonable, ya que toma tiempo para desplegar una red UMTS a nivel nacional, y se quisiera que los suscriptores de UMTS recibieran el servicio de GSM en las zonas donde se producen agujeros en la cobertura de UMTS.

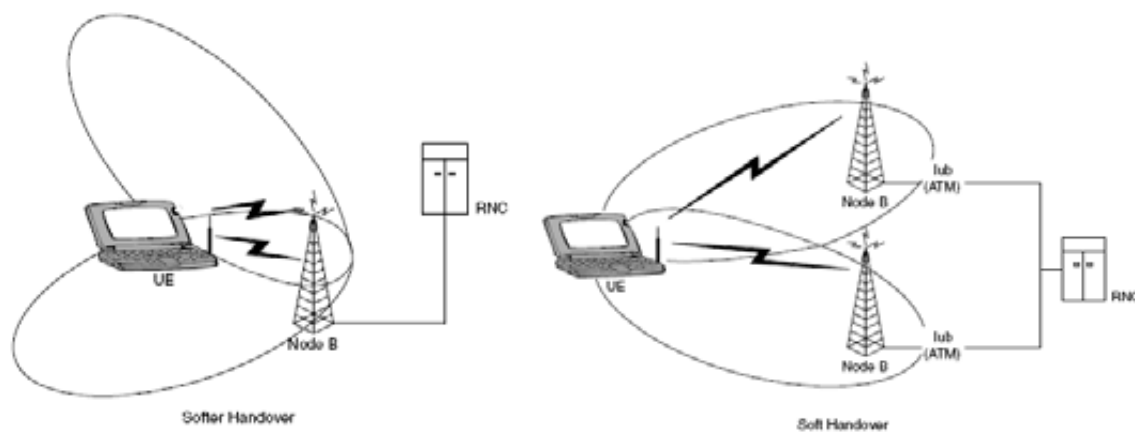


Figura 3.3. Variantes del Handover Suave del libro, *The UMTS Network and Radio Access Technology*

Independientemente del tipo de handover a tener lugar, la decisión sobre el momento y la forma de invocar una handover se realiza en el servicio de RNC. Esta decisión se basa en mediciones informadas por el UE. El conjunto de células para la medición de los informes que han de ser generados es transmitido desde la red en el Emisor de Canales (BCH o FACH). Si un vecino utiliza una celda de diferente frecuencia y de la RNC requiere informes relacionados con las células que, a continuación, la UE necesita tiempo para ajustar periódicamente a la frecuencia de que se trate. Esto significa que la UE y UTRAN debe operar en modo comprimido. Este modo quiere decir que en un determinado marco de la radio, no todos los 15 slots se utilizan. Las franjas horarias no utilizadas corresponden a la duración en que la UE puede sintonizar otra frecuencia para hacer las mediciones necesarias.

CAPÍTULO IV

QoS (Calidad de servicios)

4.1 Introducción

La gran diversidad de servicios que deberá soportar UMTS, impone una amplia gama de requisitos en cuanto a características intrínsecas de los servicios, como son el ancho de banda necesario, y la tolerancia a factores como el retardo, errores o pérdidas en la información, para la implementación de mecanismos de gestión de QoS. Se hace por ello necesario, armonizar la utilización eficiente de los recursos de la red con la QoS adecuada para cada aplicación.

La problemática planteada no es trivial, y menos aún cuando muchos aspectos acerca del establecimiento de los mecanismos de gestión quedan abiertos en las especificaciones del estándar del sistema y además la experiencia en el sector no se encuentra totalmente consolidada.

4.2 CONCEPTO Y ARQUITECTURA DE QoS EN UMTS

Se define la QoS como la calidad del servicio tal y como la percibe el usuario, y por tanto es siempre de extremo a extremo. La QoS percibida por el usuario depende tanto de la eficiencia los distintos elementos de las redes origen y destino, como de los equipos terminales y accesorios. Por ello, la red servidora debe tener en cuenta no sólo la eficiencia de sus elementos, sino también reflejar la del terminal y añadir un margen suficiente que permita soportar la de las otras posibles redes que intervengan en la comunicación.

La QoS para los servicios UMTS sigue una estructura de niveles en función de los diferentes servicios portadores entre distintos puntos de

acceso del sistema. Cada servicio portador incluye todos los aspectos que garantizan la QoS contratada por el usuario: señalización de control, transporte de información del plano de usuario y función de gestión de la QoS. En la Figura 4.1, se muestra la estructura de capas de niveles de QoS en UMTS.

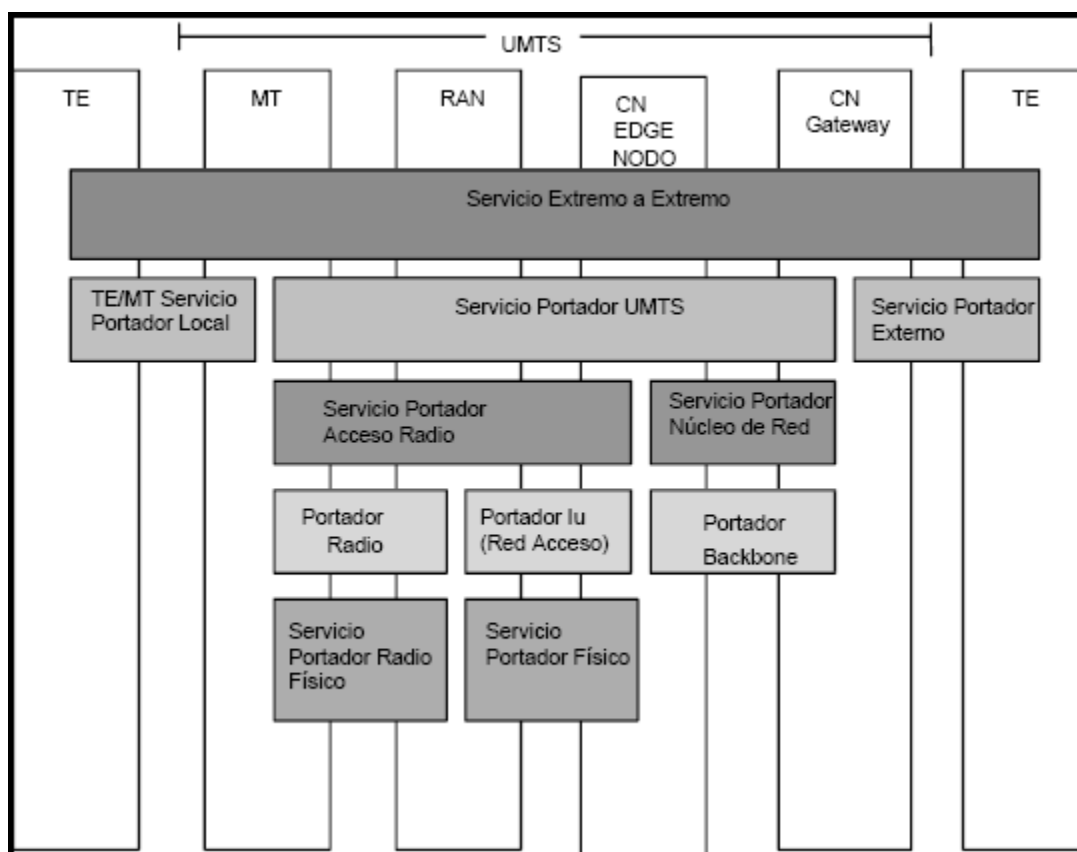


Figura 4.1. Niveles de QoS en Arquitectura UMTS

Los servicios portadores local y externo, dependen de factores no ligados intrínsecamente a la red UMTS, por lo que quedan fuera del ámbito de la calidad del servicio UMTS normalizada en las especificaciones del 3GPP. La componente servicio portador UMTS, es la que proporciona realmente la QoS intrínseca de UMTS. Esta componente consta de dos partes, el

servicio portador de Acceso Radio y el servicio portador de Núcleo de Red, que tienen en cuenta la perspectiva de topología de una red celular, y aspectos de movilidad y perfil del usuario.

El servicio Acceso Radio constituye la parte más importante y afecta tanto a la red de acceso como a la de transporte dentro del sistema. Proporciona transporte de señalización e información de usuarios de forma confidencial entre el móvil y el Núcleo de Red, con la QoS negociada para el servicio portador UMTS.

Este componente, se basa en las características de la interfaz radio del sistema y red de acceso, y debe ser mantenida para usuarios en movimiento. El servicio portador Núcleo de Red, enlaza el Nodo de acceso del Núcleo con el nodo pasarela hacia redes externas conectadas al sistema UMTS, y ejecuta, básicamente, tareas de control y negociación con ésta. Para ello, hace uso de la estructura de conmutación de circuitos o de paquetes de la red.

En los Conceptos y Arquitectura del QoS se identifica el tipo de funciones necesarias para el soporte de la QoS en una red UMTS. Se trata de un modelo genérico, que deja total libertad en cuanto a detalles de implementación, por lo que hay muchos aspectos sin concretar. Estas funciones son proporcionadas por distintas entidades de UMTS.

La gestión global conjunta de las mismas asegura las características del servicio negociado entre los puntos de acceso al servicio portador UMTS, y a partir de ahí, la calidad extremo a extremo se proporciona en correspondencia con los servicios externos de UMTS. Se definen tanto para el plano de control como el plano de usuario.

A. Clases de tráfico y QoS en UMTS

En UMTS, según el tipo de servicio, se definen cuatro clases de QoS siendo el factor distintivo más importante entre ellas la sensibilidad al retardo del tráfico. En una misma conexión, el usuario puede mantener una comunicación multiservicio, en la que el establecimiento y liberación de sus componentes son independientes.

Las clases conversacional y afluyente (streaming¹) están pensadas para ser utilizadas en con flujos de tráfico en tiempo real. Difieren en su sensibilidad al retardo.

Las clases interactiva y diferida (background), están previstas para servicios tipo Internet, como navegadores, correo electrónico, telnet², y FTP³. Al ser menos restrictivas en cuanto a retardo, proporcionan una mayor robustez para la protección contra errores, al poder establecer mecanismos de codificación de canal y retransmisión.

B. Atributos y parámetros de QoS

Los atributos son las características y parámetros que determinan individualmente la QoS de cada servicio portador, y que por tanto determinan la QoS global de extremo a extremo.

En los Conceptos y Arquitectura del QoS se definen una serie de atributos de QoS así como el rango de valores que pueden tomar. Se presenta un pequeño resumen en la Tabla 1.

¹ Es un término que se refiere a ver u oír un archivo directamente en una página web sin necesidad de descargarlo antes al ordenador o computador

² Telnet es un protocolo de conexión a partir del cual te conectas a una máquina remota y ejecutas programas en ella recibiendo tu la entrada y salida de datos a través de terminal que emula el sistema con el que trabaja la máquina remota. Usa el puerto 23 por defecto.

³ Es el puerto usado por defecto para el servicio FTP (file transfer protocol), cuya utilidad es la de compartir archivos, mas adelante esto será explicado con mas detalle. EL puerto que usa por defecto es el 21.

Clase Conversacional	Clase Streaming	Clase Interactiva	Clase Background
Clase de tráfico; Entrega ordenada; Tamaño máximo de SDU; Información de formato de SDU; Tasa de SDUs erróneas; Tasa de error de bit residual; Entrega de SDUs erróneas; Retardo de transferencia; Tasa de bit garantizada; Prioridad de asignación/retención; Descriptor estadístico de la fuente.	Clase de tráfico; Entrega ordenada; Tamaño máximo de SDU; Información de formato de SDU; Tasa de SDUs erróneas; Tasa de error de bit residual; Entrega de SDUs erróneas; Retardo de transferencia; Tasa de bit garantizada; Prioridad de asignación/retención; Descriptor estadístico de la fuente.	Clase de tráfico; Entrega ordenada; Tamaño máximo de SDU; Tasa de SDUs erróneas; Tasa de error de bit residual; Entrega de SDUs erróneas; Prioridad de tráfico; Prioridad de asignación/retención; Indicación de Señalización.	Clase de tráfico; Entrega ordenada; Tamaño máximo de SDU; Tasa de SDUs erróneas; Tasa de error de bit residual; Entrega de SDUs erróneas; Prioridad de asignación/retención; Indicación de Señalización.

Tabla 4.1. Atributos y parámetros de QoS en UMTS. www.umtsworld.com

C. QoS en las aplicaciones

Se suelen clasificar en función del tipo de tráfico que utilizan, aunque no existe una relación biunívoca entre ellas. Así, una aplicación interactiva podría usar perfectamente un portador de la clase de tráfico conversacional si la aplicación o el usuario tuvieran unos requisitos estrictos de retardo. Los parámetros y atributos de QoS para las aplicaciones no están estandarizados para UMTS. En la Tabla 2, se muestra una posible correspondencia entre servicios y clases.

Tolerante a errores	Voz y Vídeo Conversacional	Mensajería de voz	Voz y Vídeo Streaming	Fax
No tolerante a errores	Telnet, Juegos interactivos	Comercio electrónico Navegador WWW	FTP, fotografías Radiobúsqueda	Notificación de recepción de E-mail
	Conversacional (retardo << 1 s)	Interactivo (retardo aprox. 1 s)	Streaming (retardo <10 s)	Background (retardo >10 s)

Tabla 4.2. Clasificación de aplicaciones en UMTS. www.umtsworld.com

En los Servicios y la Compatibilidad de los Servicios se señalan algunas aplicaciones representativas que pueden ser de interés en el contexto de desarrollos previstos en UMTS, junto con los requisitos de QoS que se deben proporcionar al usuario o a la aplicación final, y valores que se aceptan comúnmente desde el punto de vista del usuario final.

4.3 SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE QoS PARA APLICACIONES DE DATOS

Para aplicaciones de datos, los parámetros de QoS determinantes son: caudal; pérdida/corrupción de paquetes; retardo de paquetes y variación del retardo.

Desde el punto de vista del operador, es necesaria la determinación y observación de distintos aspectos que influirán en la QoS que perciba el usuario, como son:

- La asignación de prioridades a cada tipo de servicio, y a los usuarios dentro de los mismos.
- Proyección específica de un tipo de servicio sobre un RAB⁴ determinado, con unas características de configuración en cuanto a QoS según las condiciones generales de capacidad del sistema y las específicas de la interfaz radio.
- Selección y determinación de la información de medidas proporcionada por la UTRAN, que sea indicativa de la QoS final percibida por el usuario.

⁴ Radio Access Bearer (Radio acceso al portador). Utilizado para identificar el servicio de la AS (Estrato de acceso) proporciona a la NAS (no Estrato Acceso) para la transferencia de los datos de los usuarios entre la UE (Equipo de Usuario) y el CN (Core Network).

- Valores objetivo a lograr en estas medidas, para que se garantice la QoS para cada tipo de servicio.

La información proporcionada por la UTRAN, proviene de las medidas que realizan tanto los terminales móviles como distintas entidades (Nodos B, RNC). Estas medidas, a nivel de capa física son las siguientes:

- Realizadas por el móvil: Potencia recibida en el código de canalización del canal piloto; Relación Señal/Interferencia (SIR); nivel de señal recibida (RSSI); relación E_c/N_0 ⁵ del canal piloto; tasa de error de bloque de transporte, potencia transmitida por el terminal; diferencia de tiempos de llegada de señales desde distintas células.
- Realizadas por la red RSSI y SIR: Potencia transmitida para un portador; Potencia transmitida para un código de canalización; Tasa de error de bit (BER) para cada canal de transporte y físico.

Es necesario determinar cómo influyen los valores medidos de todos estos parámetros en la QoS requerida para cada servicio, ya que son en estas medidas las que se utilizan en capas superiores para realizar la gestión de recursos y en última instancia de la QoS ofrecida por el portador UMTS. Seguidamente, se describen los resultados de medidas de campo realizadas con este propósito.

4.4 MEDIDAS REALIZADAS⁶

El objetivo planteado ha sido determinar la influencia de un cambio brusco en las condiciones del enlace radio debido a una pérdida repentina

⁵ Recepción de energía por chip dividido por la densidad de potencia en la banda

⁶ Compilación de información de la pag. www.umts-forum.org

de nivel de señal, en la calidad de una conexión de datos. Las medidas se han realizado con la herramienta comercial TEMS Investigation WCDMA 2.3⁷, de ERICSSON, junto con el teléfono celular MOTOROLA A835. Este equipo permite realizar el análisis de información de la interfaz radio, fundamentalmente en el enlace descendente, en una comunicación establecida, así como de la señalización de las capas 2 y 3. Pueden efectuarse conexiones de voz y datos, programadas según una secuencia establecida previamente o de forma manual. En las pruebas se realizaron conexiones para la descarga de información de un servidor remoto (FTP), empleado una secuencia programada, con la siguiente temporización:

1.-Establecimiento de una conexión de datos con un servidor remoto, con un tiempo de espera de respuesta máximo de 30 segundos; 2.-Espera de 5 segundos; 3.-Descarga de un fichero de un tamaño aproximado de 1Mb, del servidor remoto; 4.-Finalización de la conexión; 5.-Espera de 5 segundos y vuelta a 1.

Este servicio afluente, se proyecta sobre un RAB con los siguientes parámetros de QoS: Retardo → Clase 2; Confiabilidad → RLC⁸ con ACK⁹; Caudal máximo → hasta 32.000 octetos; Precedencia → normal; Caudal medio → Best effort; Clase de Tráfico → Interactivo; Orden de entrega de SDU¹⁰ → Sin orden; Entrega de SDUs erróneas → NO; Tamaño máximo de SDU → 1500 octetos; Tasa de bit máxima en UL y DL¹¹ → 348 kbps; Tasa de error de bit residual → 10^{-5} ; Tasa de error de SDU → 10^{-4} .

De entre los elementos de información que proporciona esta herramienta, en la observación se han elegido los siguientes:

⁷ Herramienta de diagnóstico en tiempo real para W-CDMA.

⁸ Radio Link Control (Link de Control de Radio) es una parte del RNC

⁹ Abreviación de acknowledged (Reconocimiento de mensajes).

¹⁰ Service Data Unit (Unidad de Servicio de Datos)

¹¹ Canales UpLink y DownLink (de subida y bajada respectivamente).

- Caudales máximo, mínimo y medio, tanto a nivel de sesión como de aplicación.
- El Bloque de la Tasa de Error, BLER (Block Error Ratio) en los canales de transporte (DCH) en el DL, promediada sobre los 200 últimos informes que realice el móvil, y actualizada cada 200 informes.
- SIR, medida en el DPCCH.
- SIR Target, SIR objetivo que gobierna la SIR.
- CPICH Ec/No , de la célula servidora.
- CPICH RSCP, señal recibida en el código del CPICH.
- UE Tx Power, señal con la que transmite el móvil.
- UTRA carrier RSSI, Energía total medida por el móvil en la banda.

El escenario de realización para las medidas, está constituido por el vestíbulo interior y el ascensor de un edificio de 4 plantas de fachada acristalada en toda su superficie, ubicado a 100 metros de una Estación Base UMTS, con visión directa de la misma desde plantas superiores.

En la Tabla 3, se recoge el nivel medio de señal UMTS recibida en cada planta y en el exterior.

Lugar de medida	Nivel de señal UMTS dBm (RSCP)
Planta Baja (exterior)	-69
Planta Baja (interior)	-87
Planta Primera	-85
Planta Segunda	-82
Planta Tercera	-78

Tabla 4.3. Caracterización del edificio.

Para la realización de las pruebas, se recorrieron trayectos de subida y bajada en el ascensor mientras estaba en progreso la conexión de datos.

La descripción detallada de los trayectos realizados se muestra en la Tabla 4:

Identificativo de llamada	Trayecto	Desarrollo de la conexión
1	Planta 3ª-Ascensor-Planta Baja	Activación de Contexto, RAB (SF8) y Sesión en exterior de ascensor con éxito.Pérdida de señalización en interior. Reestablecimiento del RAB. Nueva pérdida de señalización. Reestablecimiento del RAB. Sesión no completada por vencimiento de temporización.
2	Planta Baja-Ascensor-Planta 3ª	Activación de Contexto, RAB (SF8) y Sesión en exterior de ascensor con éxito.Pérdida de señalización en interior. Reestablecimiento del RAB. Sesión completada.
3	Planta 3ª-Ascensor-Planta Baja	Activación de Contexto, RAB (SF8) y Sesión en exterior de ascensor con éxito.Pérdida de señalización en interior. Reestablecimiento del RAB. Sesión completada.
4	Planta 3ª-Ascensor-Planta Baja	Activación de Contexto, RAB (SF8) y Sesión en exterior de ascensor con éxito.Pérdida de señalización en interior. Reestablecimiento del RAB. Sesión no completada por vencimiento de temporización.
5	Planta Baja-Ascensor-Planta 3ª	Activación de Contexto, RAB (SF8) y Sesión en exterior de ascensor con éxito.Pérdida de señalización en interior. Reestablecimiento del RAB. Sesión completada.
6	Planta 3ª-Ascensor-Planta Baja	Activación de Contexto, RAB (SF8) y Sesión en exterior de ascensor con éxito.Pérdida de señalización en interior. Reestablecimiento del RAB (SF32). Sesión completada.
7	Planta Baja-Ascensor-Planta 3ª	Activación de Contexto, RAB (SF8) y Sesión en exterior de ascensor con éxito.Pérdida de señalización en interior. Reestablecimiento del RAB. Sesión completada.
8	Planta 3ª-Ascensor-Planta Baja	Activación de Contexto, RAB (SF32) y Sesión en exterior de ascensor con éxito.Mantenimiento de la señalización en interior. Sesión completada.
9	Interior Ascensor Planta 3ª-Planta Baja	Activación de Contexto, RAB (SF8) y Sesión con éxito.Pérdida de señalización en interior. Sesión no completada por vencimiento de temporización.
10	Interior Ascensor Planta Baja-Planta 3ª	Activación de Contexto y, RAB (SF8) con éxito.No se llega a establecer la sesión.

Tabla 4.4. Llamadas realizadas.

De los trayectos realizados en la Figura 4.2, se perdió la conexión en un 40% de los casos, siendo la causa en todos ellos el vencimiento por temporización de la sesión, al no recibirse informe de la misma en 30 segundos.

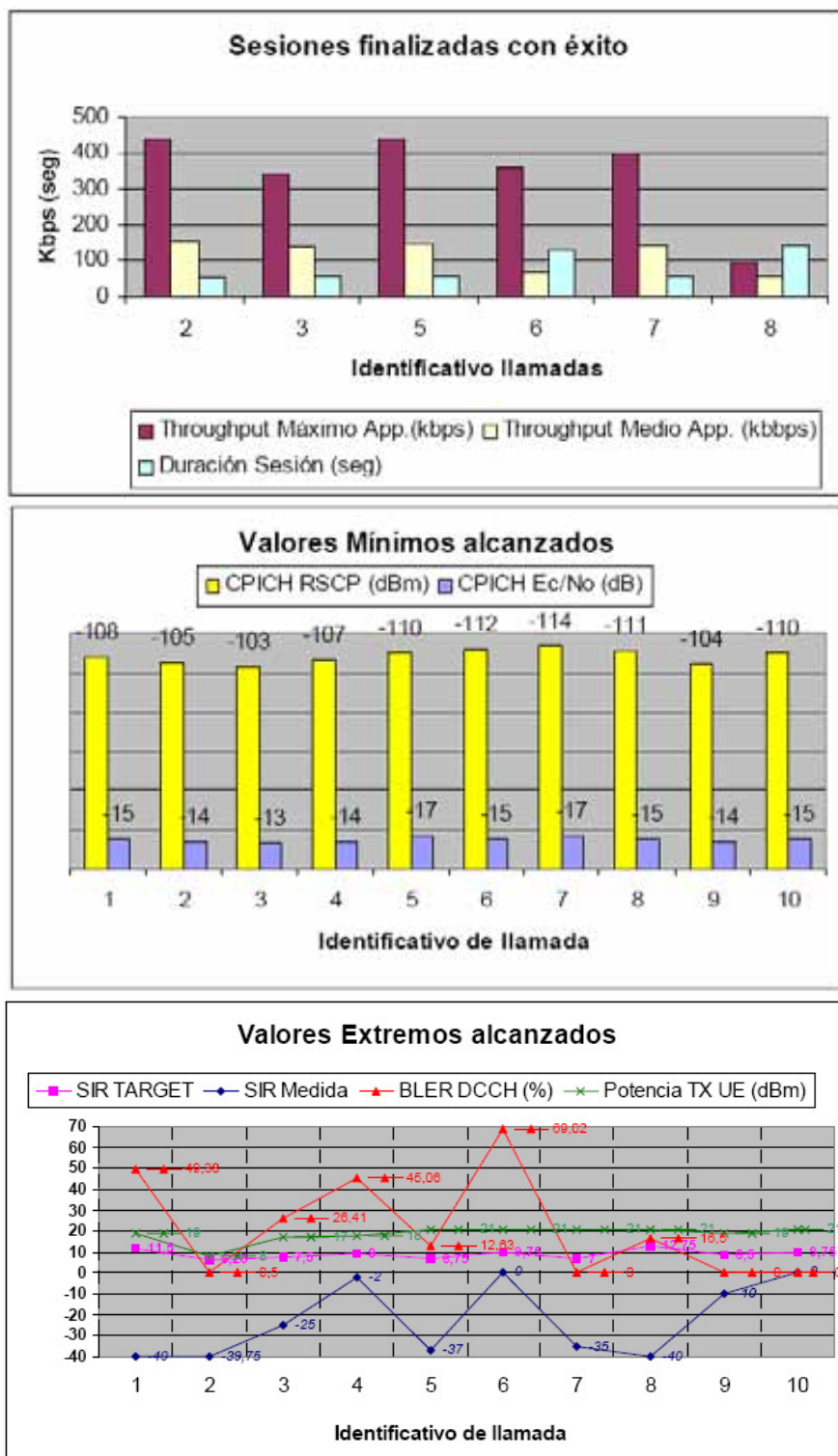


Figura 4.2. Resultados obtenidos.

La razón de esta ausencia de informes, se debe a la pérdida de señalización causada por la degradación del enlace por las condiciones de propagación tan adversas. Estas condiciones se caracterizan por una brusca caída del nivel de señal de la célula servidora, que provoca un descenso de la relación E_c/N_0 y un aumento muy rápido de la BLER. Desde la UTRAN, mediante el algoritmo de control de potencia, se intenta paliar este efecto elevando la SIR Target, a la vez que el terminal móvil aumenta su potencia de Tx hasta el límite.

No obstante, y tal y como se aprecia en la gráfica anterior, se alcanzan valores de SIR y BLER muy extremos, que provocan el cese del envío de informes de medidas, y un paso forzado a modo desconectado, desde el cual, una vez alcanzado de nuevo un nivel mínimo de señal, el móvil solicita nuevamente restablecer la conexión. De las medidas realizadas, se desprende que para garantizar el establecimiento de este tipo de servicio, se requiere un nivel de señal superior a -95 dBm y una E_c/N_0 mayor de -4 dB. para su mantenimiento, y que estos valores deben mantenerse, a la vez que una BLER menor de 12%, y una SIR mayor de 6 dBs.

Cabe destacar el hecho de que en condiciones en las que el RAB establecido, el factor de expansión (SF) utilizado para el canal de transporte sea mayor, la conexión resulta mucho más robusta frente a la degradación del enlace, de forma que aunque se alcancen niveles mínimos de SIR, la BLER no experimenta un empeoramiento tan acusado, lo cual permite que se pueda mantener la señalización en el enlace. Obviamente, la utilización de un factor de ensanchamiento mayor, conlleva una disminución del caudal.

Se realizaron medidas análogas pero con el terminal móvil forzado a GSM. En este caso, en todas las ocasiones, la sesión establecida se

mantuvo y no hubo pérdida momentánea del servicio. En el caso de llamadas de voz y videofonía en WCDMA (que emplea un RAB en conmutación de circuitos, 64 kbps), se alcanzan niveles también elevados de BLER (40%), si bien no elevan por encima del 50%, y en cualquier caso, para las mismas condiciones de entorno adverso, la conexión tiene mayor probabilidad de mantenerse, si bien la calidad subjetiva, se ve muy comprometida, sobre todo en la componente de video en cuanto a sincronismo de labios, que experimenta un notorio retardo en condiciones de mala calidad del enlace.

CAPÍTULO V

Servicios

5.1 Introducción

Dentro de los Servicios brindados por la UMTS lo más notable es una alta velocidad de transmisión de datos de hasta 2Mbps donde expande los servicios utilizando mayores rangos de cobertura y una gran flexibilidad. UMTS no solo ofrecerá altas velocidades, si no que brindará soporte en los Servicios Móviles de la 2G como es GSM. Existen, sin embargo, más servicios para brindar y no sólo la velocidad de transmisión de datos que el servicio exige si no que esto dependerá de lo que el usuario final está tratando de hacer, es por eso que hay que realizar diversas consideraciones, mientras que la velocidad de datos es sólo una.

En cuanto a la cuestión del rango de transmisión de los servicios UMTS, ya no es sólo el rango de transmisión, si no que también hay que ver qué tipo de servicios ofrece, cuándo y dónde puedo disponer de ellos. La UMTS no solo contempla la "*conectividad en cualquier lugar y en cualquier momento*", si no que ofrece "*lo que quiero cuando quiero, donde quiero y cada vez que quiero*" esto es en gran medida una de las principales evoluciones de las telecomunicaciones móviles.

Las especificaciones del UMTS definen cuatro clases de tráfico en la transmisión multimedia, cuando los servicios dentro de una misma clase tienen una serie de características comunes. Las clases de tráfico son las siguientes:

- **CONVERSACIONALES:** Este se caracteriza por una baja tolerancia de demora, bajo jitter (temblor de la voz) y baja tolerancia de error. La velocidad de transmisión de datos es un requisito que puede ser alto o bajo, pero en general es simétrica. En otras palabras, la velocidad de

transmisión de datos en una sola dirección será similar a la de la otra dirección. Voz, que es muy sensible al retraso, es una típica aplicación de conversación (llamada telefónica), que no requiere de muy alta velocidad de transmisión de datos. Videoconferencia (llamada de voz y video), es también una solicitud de conversación a demora similar a los requisitos de voz, pero es menos tolerante a error y en general requiere una mayor velocidad de transmisión de datos.

■ **INTERACTIVOS:** Lógicamente, denotamos interactivo a ser la dinámica de intercambio de información a través de una interfaz hombre-máquina o máquina-a-máquina de interconexión. El ritmo de la dinámica dependerá de la aplicación o la finalidad prevista del producto en base a la interacción. En el contexto de las aplicaciones de Internet como la navegación web, el tiempo de respuesta dependerá del tipo de información solicitada y la calidad del vínculo, así como los protocolos en uso. Las aplicaciones sensibles al retraso demandan más rápida interacción, por ejemplo, dispositivos de emergencia, sistema de controles, etc. Otras aplicaciones tales como servicios de localización, juegos, centros de información pasiva, etc., funcionarán dentro de retrasos flexibles de ida y vuelta.

■ **STREAMING:** Streaming implica la transmisión de información continua. Esta técnica facilita la navegación en Internet al permitir que muestre las páginas web, incluso antes de la finalización de la transferencia de información. El Streaming tiene una mayor tolerancia en cuanto al temblor de la voz, esto es para apoyar la gran irregularidad de las aplicaciones de Internet. A través de buffering, la técnica de streaming lleva a cabo el tráfico de paquetes y ofertas a la medida que se dispongan. Por lo tanto, pueden dar soporte de vídeo bajo demanda, así como presentaciones web. Si bien ambos tipos de aplicaciones de vídeo

pueden beneficiarse de las mismas tecnologías de compresión de vídeo, difieren en el uso de la codificación, protocolos, etc. De este modo, se pueden ofrecer dos tipos de aplicaciones de vídeo y la dirección o la oferta de servicios a más de un tipo de usuario en función de la tasa de transmisión o la sensibilidad de retraso.

■ **BACKGROUND:** Esta se caracteriza por la poca o ninguna demora. Algunos ejemplos son el e-mail, SMS, base de datos de investigación, información y plataformas de servicios. El retraso no tiene consecuencia crítica de esta categoría, aunque el retraso de más de un minuto será muy notable. Sin embargo, a pesar de no exigir datos de ida y vuelta, la precisión se convierte en fundamental. De este modo, los usuarios del background esperan una comunicación libre de error.

5.2 Arquitectura de servicios OSA

Durante los años pasados ha habido un cambio en la evolución de las arquitecturas del servicio. Hasta hace poco tiempo, cada red ha tenido su propia arquitectura del servicio y solamente el operador ha podido crear e introducir nuevos servicios. Un par de consorcios está desarrollando hoy las especificaciones para las arquitecturas del servicio que permiten interacciones entre diversas redes. Así, un uso en una red puede utilizar capacidades de otras redes. La creación del servicio también será mucho más fácil en las nuevas arquitecturas. Solamente los expertos anteriores podrían crear y desplegar nuevos servicios, pues el conocimiento cuidadoso de los protocolos de la telecomunicación fue requerido para poder crear un uso dentro de la red.

La Arquitectura de Servicios Abierta, OSA (Open Service Access) es la arquitectura del servicio que se propone para las redes 3G. OSA es desarrollado por el 3GPP. Con OSA llega a ser más fácil desarrollar y probar nuevos servicios fuera del dominio de la telecomunicación. Puesto que OSA ofrece una seguridad y una integridad crecientes, es posible que los operadores abran sus redes a los reveladores independientes del software y los abastecedores de servicios.

Un problema común para todas las arquitecturas del servicio son las acciones a tomar si los nodos del control se sobrecargan. Con una disposición excesiva de los nodos para que puedan hacer frente a todos los picos de la carga sería demasiado costoso. Si se sobrecarga un nodo, las colas largas de trabajo serán formadas para conducir a los largos tiempos de espera en el servicio. Si los tiempos de espera son demasiado largos, los clientes abandonarán el pedido y el servicio, quizás para hacer una recomprobación. Pero las peticiones abandonadas también consumen tiempo valioso de transformación. De peor forma, un nodo sobrecargado trabajará solamente con el proceso de los pedidos abandonados del servicio.

Este problema puede ser solucionado introduciendo mecanismos del control de la sobrecarga en la red. La idea principal está dada durante situaciones de sobrecarga, esta rechaza algunas peticiones lo más temprano posible, de modo que las peticiones aceptadas reciban un buen servicio. Para que se pueda hacer el control de sobrecarga se necesita una manera de detectar cuando se sobrecarga un nodo y también un mecanismo que rechace peticiones cuando hay sobrecarga. Debe también haber una manera de determinar cómo la medida de la carga se debe utilizar para calcular los parámetros del mecanismo de rechazo. Aquí es

donde entra la Arquitectura OSA, que se encarga de realizar todos estos acomodos para el buen funcionamiento de los servicios.

5.3 CAMEL

Las Aplicaciones Personalizadas para Redes Móviles de Lógica Mejorada, siglas en ingles (CAMEL) es un conjunto de normas diseñados para trabajar ya sea en un núcleo de red GSM o red UMTS. Ellos permiten a un operador definir los servicios más allá de los estándares de servicios GSM / servicios UMTS. El CAMEL no es un servicio, sino una característica para crear servicios. La arquitectura CAMEL se basa en las normas de la red inteligente (IN), y el uso del protocolo de la Parte de Aplicación CAMEL (CAP). Muchos servicios se pueden crear utilizando CAMEL, y es especialmente eficaz, al permitir que estos servicios sean ofrecidos cuando el suscriptor este fuera de casa utilizando el roaming, al igual para la instancia no-prefix de marcación (en la cual el número al que el usuario marca es el mismo sin importar el país donde se realice la llamada) como también enviar cómodamente mensaje MMS desde el exterior.

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) ha trabajado desde 1994 para crear las especificaciones para CAMEL y su desarrollo hacia el Entorno Propio Virtual de UMTS siglas en ingles (VHE). La especificación de la fase 1 de CAMEL fue lanzada en 1996 y puestas en fase 2 en 1997. El nivel actual de la especificación es la fase 3, con una fase 4, la cual está construida sobre las capacidades de la fase 3. De estas fases hablaremos a continuación.

La fase 1 de CAMEL se limita a los servicios básicos de la llamada en donde los puntos del disparador son respuesta y desconexión. Los servicios incluyen la dirección óptima de la llamada. La fase 2 de Apoyo al Plan Privado de Numeración siglas en ingles (SPNP), el servicio de prepago, el teléfono libre y el número universal. La fase 2 incluye más puntos del disparador y uso de varios Ambiente de servicios CAMEL siglas en ingles (CSE), que permite que el suscriptor reciba el mensaje en su propia lengua aun cuando este venga del extranjero. La fase 3 de CAMEL conecta el hogar y las redes móviles visitadas con varias plataformas inteligentes de la red (IN) usadas a través de redes nacionales para proporcionar características tales como servicios que vagan con pagados por adelantado, los números especiales (como son 123 para el correo de voz), enumeración personal cerrada de los grupos de usuario (como son los números de extensión de la oficina) y servicios más complejos como son los de la localización. Con CAMEL Fase 4, es posible que sólo un pequeño subconjunto de las nuevas funcionalidades sean soportadas, sin embargo existe el pleno apoyo a CAMEL Fase 3. Consecuentemente, CAMEL es un método relativamente barato de permitir que los operadores de la telecomunicación agreguen nuevos servicios a la infraestructura existente de la red.

5.4 USAT

La función de la caja de herramientas para el uso de UMTS SIM reside en tarjetas de UMTS SIM (USIM). Esencialmente permite al USIM conducir el UMTS fijado a mano permitiendo un intercambio interactivo entre un uso de la red y el usuario final.

SIM - Módulo de la identidad del suscriptor. Referido generalmente como una tarjeta de SIM, el SIM es la suscripción del usuario a la red móvil. El SIM contiene la información relevante que permite el acceso sobre suscripción a la red del operador.

USAT en UMTS es equivalente al USIM Herramientas de Aplicación, esta proporciona un ambiente estandarizado de ejecución para los usos almacenados en la tarjeta de USIM/SIM y la capacidad de utilizar ciertas funciones de soporte para el equipo móvil. SAT/USAT proporciona los mecanismos que permiten usos, existiendo en el USIM/SIM, para obrar recíprocamente y para funcionar con cualesquier Equipo Móvil (ME) que apoya los mecanismos especificados que aseguran una interoperabilidad entre un USIM/SIM y ME, para los distintos tipos de fabricantes y operadores.

USAT tiene actualmente dos significados muy diversos. Uno es la evolución natural del SAT/STK¹ del GSM, apoyando los bien conocidos comandos pro-active. Este tipo de USAT es como el USIM un uso en la Tarjeta Universal de Circuito Integrado (UICC). Mientras que el USIM es de uso principal para el móvil y la red para coordinar y para complementar su interacción mutua, el USAT utiliza básicamente el móvil para transportar peticiones o la información entre el usuario y el sistema de la red.

El otro USAT consigue un significado totalmente diverso cuando se llama "intérprete de USAT". Este tipo de USAT (de ahora en adelante llamado USAT-I) también se considera un uso en el UICC, similar al USIM y al USAT. La diferencia principal es que el USIM es un uso solo, fijo que reside en la memoria del UICC². Todo el comportamiento y acciones del

¹ Aplicación de Herramientas del SIM

² Es el SIM, pero en su parte Física (Tarjeta Universal de Circuito integrado)

USIM son predefinidos ya por los estándares 3G. USAT, también asigna memoria en la memoria de las tarjetas, permitiendo a cada operador de red y abastecedor de servicio los nuevos servicios del instrumento, que no son cubiertos por los estándares. Similar a USIM se definen una vez, y después se ponen en ejecución en la tarjeta.

5.5 MMS

La cultura de la comunicación al 'instante', primero con los Servicios de Mensajes Cortos (SMS) y ahora, con su sucesor, los Servicios de Mensajes Multimedia (MMS), estos son mensajes cortos con la integración de imágenes, sonidos y video. MMS es un estándar abierto de mensajería, los mensajes MMS son los sucesores de los SMS. Los MMS están especificados en el 3GPP (Third- generation Partnership Program), que es el organismo de estandarización de las redes 3G, la especificación 3GPP define la arquitectura de red y las funciones generales.

MMS permite el envío a direcciones de correo electrónico imágenes estáticas, voz o secuencias de audio, envío de vídeos y presentaciones. La norma recomienda como formatos admitidos el JPEG³, GIF⁴, texto o voz AMR⁵. Para conseguir la interoperabilidad, los fabricantes han elaborado un Documento de Conformidad de MMS, en el que se enumeran los contenidos mínimos que debe permitir un teléfono MMS. Hasta ahora, la norma no especifica el tamaño máximo para los MMS, lo que dependerá de la tarificación.

Aunque se espera un rápido crecimiento de los teléfonos móviles compatibles con MMS, seguirán existiendo terminales sin esta capacidad. Para éstos, los operadores han preparado una solución en la que el

³ Es un método comúnmente utilizado para la compresión de imágenes fotográficas.

⁴ Es una formato de imagen de mapa de bits que contiene 8 bits por píxel.

⁵ Es una pérdida de compresión de voz de régimen digital (Adaptive Multi-Rate)

mensaje no es recibido en el teléfono móvil sino que queda almacenado en un sitio web, avisando al destinatario mediante un SMS con la dirección de esta página. Los operadores y proveedores de contenidos esperan que los MMS se conviertan en un servicio de alto consumo, siguiendo la tendencia de los SMS.

La tecnología de MMS trae una nueva esperanza de recuperación para los operadores móviles y los proveedores de contenidos, tanto de ocio como de servicios y de publicidad. Por esto, las compañías tecnológicas se están volcando en el desarrollo de esta tecnología.

Para los proveedores de contenidos, los MMS se convierten en un nuevo canal de distribución móvil de contenidos, incrementando el consumo de estos servicios. También se pueden ver beneficiados los creadores de aplicaciones, que tendrán que poner a prueba su imaginación para desarrollar nuevo software incorporable a las terminales como también nuevas herramientas y nuevos contenidos interesantes.

5.6 Servicio de Localización

En los nuevos sistemas de tercera generación como UMTS, empresas externas a las operadoras van a poder idear nuevas aplicaciones o modificar las ya existentes para ofrecer y aprovechar las posibilidades de la localización. Todo esto supondrá un valor añadido en sus productos, aumentando sus ventas y abriendo oportunidades en nuevos mercados.

Ahora la pregunta es ¿que aplicaciones pueden hacer uso de la localización? Podemos hacer una distinción entre servicios públicos o

privados. En el primero los organismos estatales podrán beneficiarse de la posibilidad de localizar a un usuario móvil para servicios como:

Emergencias 066 o 911. Los servicios de emergencias podrán conocer la posición desde donde se realizó la llamada.

Seguimiento de Flotas. Se podrá realizar una mejor gestión de las líneas de autobuses, conocer la posición de cada una de las patrullas de policía y coordinar mejor la llegada a algún incidente, etc.

Los organismos estatales podrán enviar información a los usuarios, como **información de tráfico.**

Información de turismo. Entre los servicios privados, también hay infinidad de posibilidades, entre las que podemos destacar:

- Gestión de flotas privadas. Por ejemplo repartidores de refrescos.
- Envío de anuncios. Negocios como restaurantes, gasolineras, podrán enviar anuncios a la gente que esté localizada en sus proximidades.
- Juegos basados en la localización.

Pero para ofrecer este servicio las redes de telecomunicaciones móviles deben implementar algún mecanismo para conocer la posición del terminal móvil. Existen varias técnicas, cada una de ellas con una precisión diferente, la más utilizada por la UMTS es la técnica del GPS, pero cabe mencionar las siguientes para ver sus diferencias y ventajas. Estas se explican a continuación.

Posicionamiento basado en la identidad celular.

Este método se basa en la identidad de la celda. En los sistemas móviles las estaciones base difunden su identidad (cell ID) por toda la celda, dato que conocen los terminales móviles. Esta información puede ser usada para conocer la celda donde se encuentra el usuario tal y como se muestra en la Figura 5.5.

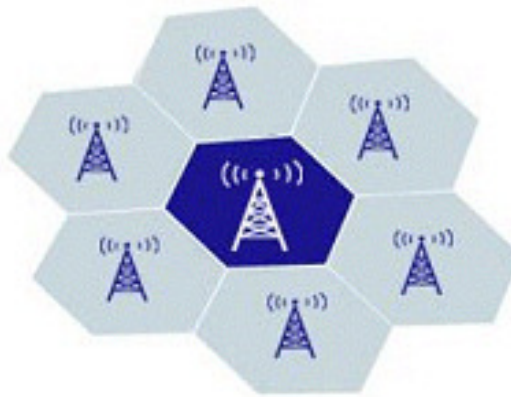


Figura 5.5. Celdas de localización.

La precisión de este método depende, lógicamente, del radio celular y puede variar desde 50 metros (en áreas urbanas), hasta 50 Km (en áreas rurales).

Posicionamiento basado en el tiempo de llegada.

Este método se basa en estimar la posición del terminal móvil calculando el tiempo que tarda en llegar la señal a la estación base. Este valor junto a la identidad de la célula nos da una precisión de unos 1000 m en entornos rurales.

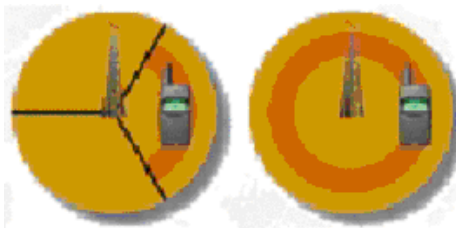


Figura 5.6. Tiempo de llegada de la señal a la estación base.

Como observamos en figura 5.8. la precisión que conseguimos está dada por el arco dibujado en color más oscuro. La precisión puede aumentarse si utilizamos las medidas realizadas de al menos tres estaciones bases. A este método se le llama TOA (Time of Arrival) Positioning, en español Posición al tiempo de llegada.

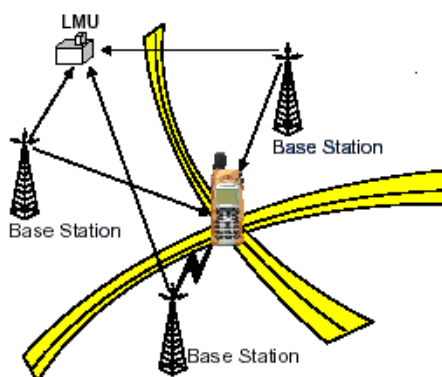


Figura 5.7. Posición del móvil con respecto a las estaciones base.

Las medidas son reportadas al servidor de localización, el cual se encarga de realizar los cálculos. La precisión de este último método varía desde 40 m hasta 400 metros en entornos rurales. El principal error de este método viene determinado porque normalmente no hay línea de vista directa, sino que la señal llega rebotada de diferentes sitios.

Procedimiento basado en la diferencia de tiempo de llegada.

El principio del método TDOA (Time Difference of Arrival) Positioning es diferente al TOA. En este caso es el terminal móvil quien mide la diferencia de tiempos con la que le llegan las señales de las estaciones base, calculándose la posición del terminal tomando las medidas entre el terminal móvil, y al menos tres estaciones bases.

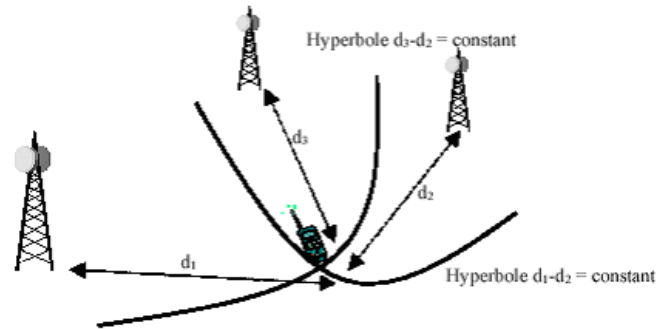


Figura 5.8. Medición de posicionamiento mediante 3 estaciones base.

Con este método se pueden conseguir una precisión de 125 metros en entornos suburbanos.

GPS

Además de los métodos explicados anteriormente, también se puede dotar al terminal móvil de un módulo llamado Global Position System (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global que nos da la posición de éste e informa a la red.

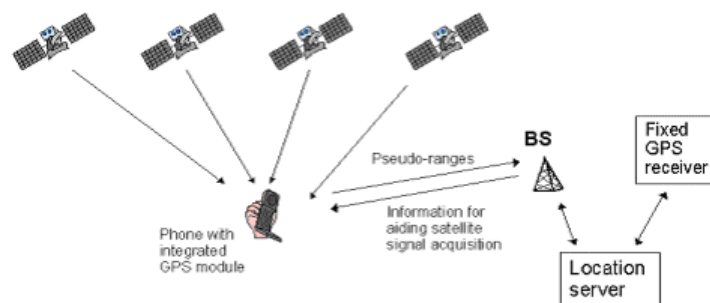


Figura 5.9. Localización del móvil mediante GPS.

La información recogida por el móvil es enviada a la red. Este sistema tiene una buena precisión pero sin embargo, tiene la desventaja que las señales de los satélites son atenuadas por edificios, con lo que en ciudades con muchos edificios la localización puede resultar más difícil.

En la siguiente tabla 1.1 se da una comparación, de precisión, de las técnicas antes explicadas.

Método	Precisión	
	Ciudad	Campo
Cell ID	Baja/Media	Baja
TDOA	Media	Media/Baja
GPS	Media	Alta

Tabla 5.1. Comparación de los Métodos.

5.7 Tecnología de los Servicios UMTS y Aplicaciones

Para finalizar con los servicios en UMTS cabe destacar que el satisfacer las necesidades de los usuarios implica una aplicación de las herramientas correctas y un buen entorno. Ahora bien, si suponemos que la infraestructura de los mecanismos tendrán cuidado del entorno, sigue siendo una gran tarea el encontrar una herramienta o un buen dispositivo de Equipo de Usuario (UE) para satisfacer a los usuarios. Un terminal no sólo tiene que ser un dispositivo inteligente capaz de acceder a una red conmutación de Paquetes (PS), soportar un ancho de banda de alta demanda, incluir audio y multimedia, sino que también necesitan versatilidad y tener múltiples capacidades.

Un dispositivo Multifuncional hará la diferencia futura en el uso y la aceptación de las tasas de transmisión superiores que se ofrecen a través del UMTS. El entre al mercado y el uso generalizado de estos servicios de multimedia dependerá de la disponibilidad de terminales de un manejo fácil, así como las aplicaciones prácticas como interconexiones de dispositivo inalámbrico, reconocimiento de voz inteligente, conexión inalámbrica para e-mail, transmisión de voz y datos simultáneos y el establecimiento de un grupo cerrado de usuarios definido por el usuario

para brindar un servicios de localización como también un perfil personal del portal el cual se encuentre basado en la ubicación de entrega y la comercialización, esto sólo se producirá con la integración eficiente de un trabajo interno de múltiples tecnologías.

En estos años, más del 50% de los terminales será sustituidas, van desde gama baja a gama alta, con cerca del 80% de penetración de usuarios de celulares en algunas regiones de México; los teléfonos inteligentes de hoy será mañana terminales de gama baja.

Por lo tanto, el mínimo de características de un teléfono UMTS al comienzo de los servicios 3G serán las siguientes:

- Modo dual UMTS / GSM 900, 1800, 1900 MHz, incluyendo GPRS y HSCSD para la perfecta compatibilidad con los usuarios de las redes de 2G;
- WAP y Bluetooth integrados;
- Voz y control inteligente de reconocimiento de voz (por ejemplo, VoxML);
- Pantalla grande a color y una gran variedad de funciones multimedia;
- Velocidades UMTS simultáneas de 64 kbps hasta 384 kbps;
- Tamaños de los equipos aprox. 100x50x18 mm y un peso < 100 gr;
- Accesorios: kit de manos libres portátil, cámara, GPS y todos los accesorios. Además, dispositivos de información centalizada como PDAs, estos tendrá opciones adicionales como por ejemplo:
 - Avanzadas capacidades multimedia;
 - Video clips y soporte en juegos, con una fácil interfaz hombre-máquina;
 - Gran soporte en vídeo y música;
 - Un sistema Operativo estándar y abierto;

- Capacidades de aplicación WAP y JAVA;
- Buscadores HTML y XML, cliente de email, capacidades de configuración del portal personal;
- Características de administración de teléfono inteligente, por ejemplo: terminación CMD;
- Colores avanzados y touch-screens;
- Bluetooth y todas las características necesarias, por ejemplo: manos libres inalámbrico, cámara de alto pixelage, etc.

Dentro de las aplicaciones no necesariamente pueden provenir de la tecnología de diseño. Sin embargo, la mezcla final dependerá de la disponibilidad y accesibilidad de la tecnología. Por lo tanto, la creación e implementación de aplicaciones requieren gran complicitad entre los que ofrecen soluciones de tecnología, los que generan plataformas de aplicación (incluyendo SW), y la planificación de los servicios a ofrecer. Por ejemplo, la calidad y la utilización característica de los servicios de ubicación no dependen sólo de los servicios de información del servidor, sino también en las capacidades de la terminal para visualizar la información.

Capítulo VI

Implementación del UMTS en México

6.1 Receptores para UMTS

6.1.1 Introducción

Existe un proyecto titulado "Estudio y diseño de receptores para UMTS" el cual está motivado por el intenso esfuerzo que la actualmente llamada 'Sociedad de la Información', está llevando a cabo para avanzar en la investigación y explotación de las 'Tecnologías de la Información y las Comunicaciones', puesto que son éstas el núcleo del cambio social que se viene experimentando a lo largo de la última década.

Es en esta nueva Economía 'Informacional', tal y como la define el sociólogo Manuel Castells donde surge la necesidad del desarrollo de redes de información cada vez más eficientes que permitan el incremento de la productividad, el beneficio y el retorno sobre la inversión.

Tal necesidad de eficiencia y capacidad ha motivado el desarrollo de nuevos sistemas en el campo de las comunicaciones móviles, como son los 3G. Es en este marco donde se justifica el presente proyecto, dado que con su desarrollo se pretende contribuir a aumentar la base de conocimiento sobre tecnologías de comunicaciones móviles de última generación.

El proyecto se centra en la primera variante de UTRA (UTRA, UMTS Terrestrial Radio Access Network), el modo FDD, para el caso del enlace ascendente (terminal móvil - estación base), ya que será esta variante la que primeramente se despliegue en las etapas iniciales de desarrollo de UMTS.

Debido a las necesidades de eficiencia espectral que UMTS requiere, resulta conveniente explorar y desarrollar los receptores basados en

detección multiusuario. Por la propia naturaleza del proceso de detección, su aplicación es adecuada en las estaciones base de la red UTRAN (Nodos-B), que deben ser capaces de recibir al mayor número de usuarios posible dentro de su área de cobertura y donde las limitaciones en cuanto a complejidad no son tan grandes como en los terminales móviles. En la siguiente figura se muestra el ámbito de aplicación de las técnicas a desarrollar:

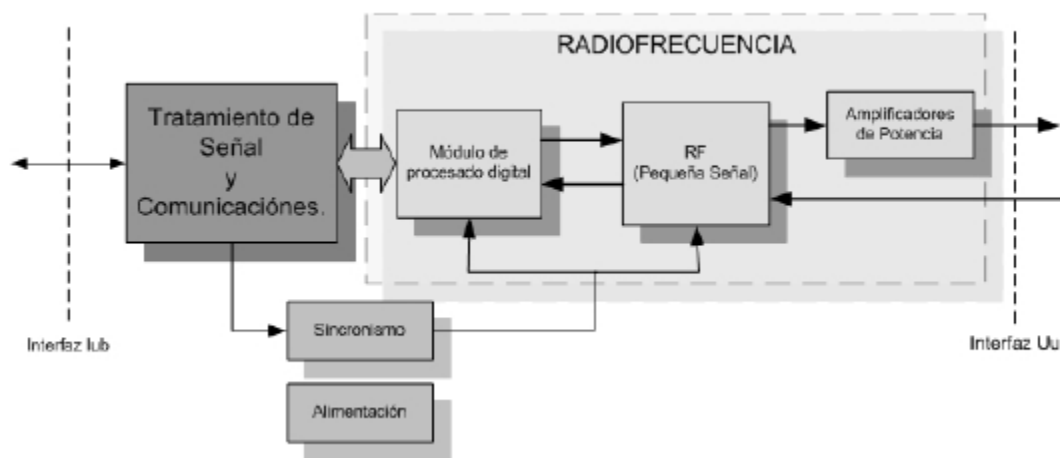


Figura 6.1. Aplicación de las técnicas a desarrollar.

Este capítulo se aborda desde una doble perspectiva, una académica, donde se analiza la base teórica y los fundamentos de la detección multiusuario, y otra empírica, donde haciendo uso de los conceptos adquiridos se proponen y desarrollan detectores para un sistema comercial como es UMTS.

6.1.2 Detección Multiusuario

Las técnicas de detección multiusuario tienen como objetivo la demodulación conjunta de señales digitales de información mutuamente interferentes.

Las áreas de aplicación de dichas técnicas se extienden a múltiples ámbitos de las comunicaciones comerciales tales como la telefonía móvil celular, comunicaciones por satélite o televisión digital.

En la siguiente figura se muestra un esquema de las distintas técnicas de recepción multiusuario propuestas a lo largo de los últimos años. Debido a la excesiva complejidad de la solución óptima, diferentes soluciones de carácter 'subóptimo' se han desarrollado para sistemas CDMA de carácter general.

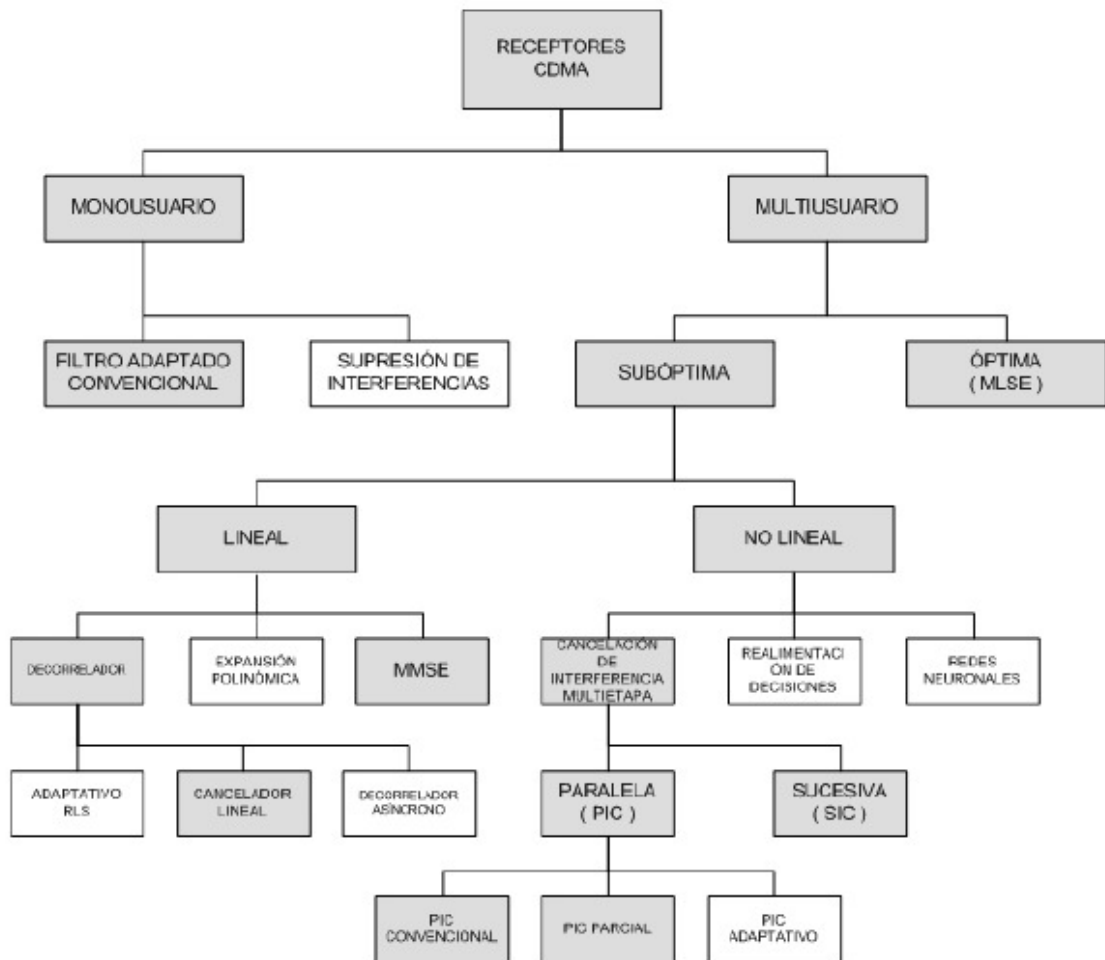


Figura 6.2. Tipos de receptores analizados.

Los bloques sombreados representan los tipos de receptores que se han analizado con más detalle debido a su potencial interés comercial.

Las principales conclusiones que se han derivado de la fase de análisis son las siguientes:

1. La solución óptima al problema de la detección multiusuario presenta un grado de complejidad exponencial por lo que resulta inviable para su realización en sistemas prácticos de alta capacidad, como son los orientados al ámbito comercial.
2. El filtro adaptado convencional es la solución de menor complejidad, aunque también resulta inadecuada cuando se pretende conseguir una alta capacidad en el sistema, debido a las pobres características de recepción que presenta.
3. Los sistemas basados en cancelación de interferencias son los que han despertado un mayor interés de cara a su aplicación en sistemas comerciales de tercera generación, por ello, en el presente proyecto se ha decidido ir más allá de las características generales que estos esquemas poseen y se ha profundizado en su comportamiento, proponiendo esquemas adaptados para UMTS.
4. La versión simple del PIC se puede modelar como una transformación no lineal que no cumple las condiciones suficientes de los teoremas clásicos de convergencia a un punto fijo de funciones, y es por tanto intrínsecamente inestable.
5. Versiones avanzadas del PIC, como es la Cancelación Parcial de Interferencias Multietapa pueden solucionar el problema de la inestabilidad, y para ello se propone un nuevo algoritmo para la elección de los factores de cancelación en cada etapa.

6.1.3 Metodología y Modelo del Sistema

Para la evaluación de los receptores propuestos en los siguientes capítulos del proyecto se ha realizado un primitivo simulador de capa física para el 'uplink' en el modo FDD de UMTS, realizado en Matlab.

Se ha intentado dotar al simulador de las características adecuadas para la correcta evaluación de los algoritmos de recepción deseados, soslayando los efectos menos influyentes en el tema que se trata, para obtener una solución de compromiso entre realismo de las simulaciones y simplicidad y tiempo de desarrollo.

Las principales características del simulador desarrollado son las siguientes:

- 1.- Los amplificadores y filtros de la parte de RF de los equipos de usuario y nodo-B se han considerado ideales, el espectro de señal no se distorsiona por efecto de estos en el transmisor ni en el receptor.
- 2.- El canal empleado es AWGN con potencia de ruido variable, que equivale a considerar un canal multitrayecto junto con un receptor RAKE ideal con tantas ramas como sea necesario para recuperar la totalidad de la energía de señal y estimación de canal perfecta.
- 3.- La interferencia de otros usuarios se simula generando las señales de estos mediante los mismos procedimientos que los empleados para generar la señal del usuario de interés, dado que al contrario de lo utilizado en otros sistemas, no se supone que la interferencia multiacceso pueda ser modelada mediante procesos de tipo gaussiano, para de esta forma poder explotar la

característica de interferencia en la detección multiusuario que se estudia.

Desde un punto de vista de señales aleatorias, la suposición que se hace en el último punto resulta interesante dado que en los sistemas en los que las secuencias de código no son ortogonales, las señales de los distintos usuarios dejan de ser estadísticamente independientes, invalidándose así la hipótesis del teorema del límite central, con lo cual, en general, la suma de estas señales no sería modelable mediante una variable aleatoria de tipo gaussiano. Es por ello que la interferencia multiacceso es considerada mediante un modelo más preciso.

6.1.4 Receptores propuestos para UMTS

El estudio de rendimiento se aborda desde un escenario de usuarios 'síncronos', es decir, que comienzan sus transmisiones en el mismo instante de tiempo. Aunque esta es una situación poco realista para el caso del enlace ascendente, tiene dos importantes ventajas:

- 1.- La realización software de la herramienta de simulación resulta menos compleja, resultando en un desarrollo rápido y eficiente.
- 2.- Representa el caso peor en lo que a interferencia multiusuario se refiere, dado que para usuarios que se reciban con la misma potencia, la mayor cantidad de interferencia se produce cuando estos lo hacen de forma síncrona, como se deduce de la observación de las funciones de correlación entre códigos que se representan en la siguiente figura :

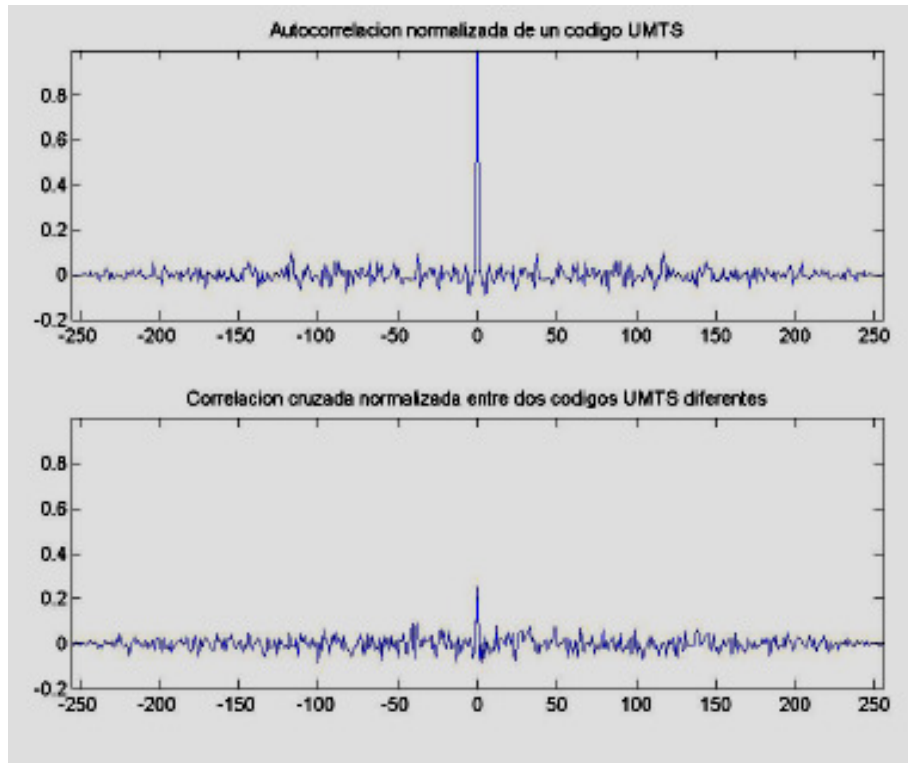


Figura 6.3. Receptores propuestos para UMS.

Para la fase de diseño se ha tomado como base el análisis de las distintas estrategias de recepción multiusuario previamente realizado, y en ella se desarrollan en los siguientes receptores, siguiendo las características de la especificación técnica para UMTS del 3GPP:

1. El Filtro Adaptado para UMTS.
2. El SIC (Successive Interference Canceller) para UMTS
3. Distintas versiones del PIC (Parallel Interference Canceller) para UMTS.

6.1.4.1 El Filtro Adaptado para UMTS

Mediante la primera de las anteriores estructuras, el Filtro Adaptado se establece mediante simulación el denominado límite monousuario, dado

que para el caso particular de un solo usuario en el sistema, el Filtro Adaptado resulta equivalente al receptor óptimo. Será este límite el que determinará la mínima probabilidad de error de bit (BER) con la que un usuario se podrá detectar.

En la siguiente figura se representa un esquema de la estructura propuesta, el límite monousuario obtenido, así como una muestra de la sensibilidad del receptor frente al aumento de carga en la celda y de la evolución de la BER en función del número de usuarios activos.

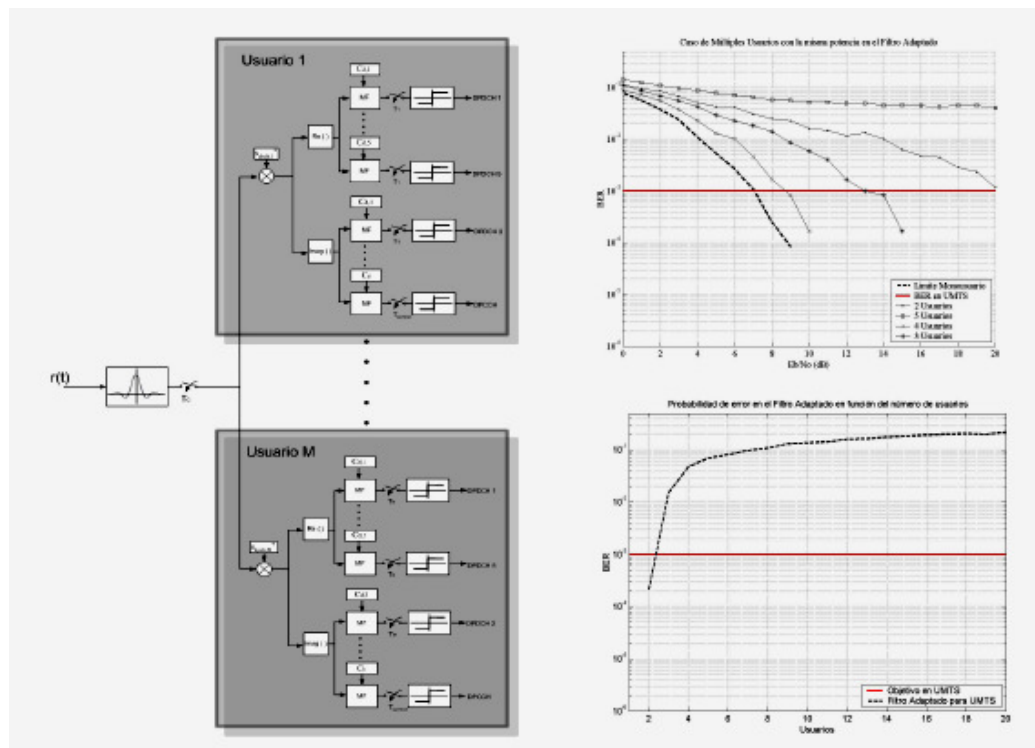


Figura 6.4. Estructuras propuesta.

Además se obtienen distintas evoluciones de la probabilidad de error en función de la relación de energía por bit a densidad espectral de ruido E_b/N_0 o del número de usuarios activos para distintas condiciones de control de potencia.

La principal conclusión que se extrae de los resultados de simulación es que el Filtro Adaptado, por si solo, representa una opción poco potente en lo que a detección multiusuario se refiere, aunque debido a su extremada sencillez, no deja de ser una opción viable de cara a su utilización en un sistema comercial.

6.1.4.2 El SIC (Successive Interference Cancelation) para UMTS

Se realizará un estudio de las principales características de un receptor multiusuario basado en la técnica de Cancelación de Interferencias Sucesiva SIC, concretamente, los receptores que se desarrollarán serán los llamados 'de banda ancha', ya que la cancelación se realizará sobre la señal esparcida espectralmente.

Como su propio nombre indica, en recepción SIC, el proceso de detección cancelación ocurre de forma sucesiva.

Resumen PFC 'Estudio y Diseño de Receptores para UMTS'

Así, en cada iteración los usuarios se ordenan en orden creciente de potencia, y se recibe al primer usuario (el de mayor potencia), ya que será el que presente una mayor relación señal a interferencia, se reproduce la interferencia generada por ese usuario y se resta a la señal recibida.

Así, se puede considerar, si las decisiones han sido correctas, que la señal recibida contiene un usuario menos, por lo que el proceso se puede repetir hasta que quede un solo usuario, reordenando a los usuarios no cancelados en orden creciente de energía al principio de cada iteración.

En la siguiente figura se muestra un esquema simplificado de la estructura propuesta para UMTS:

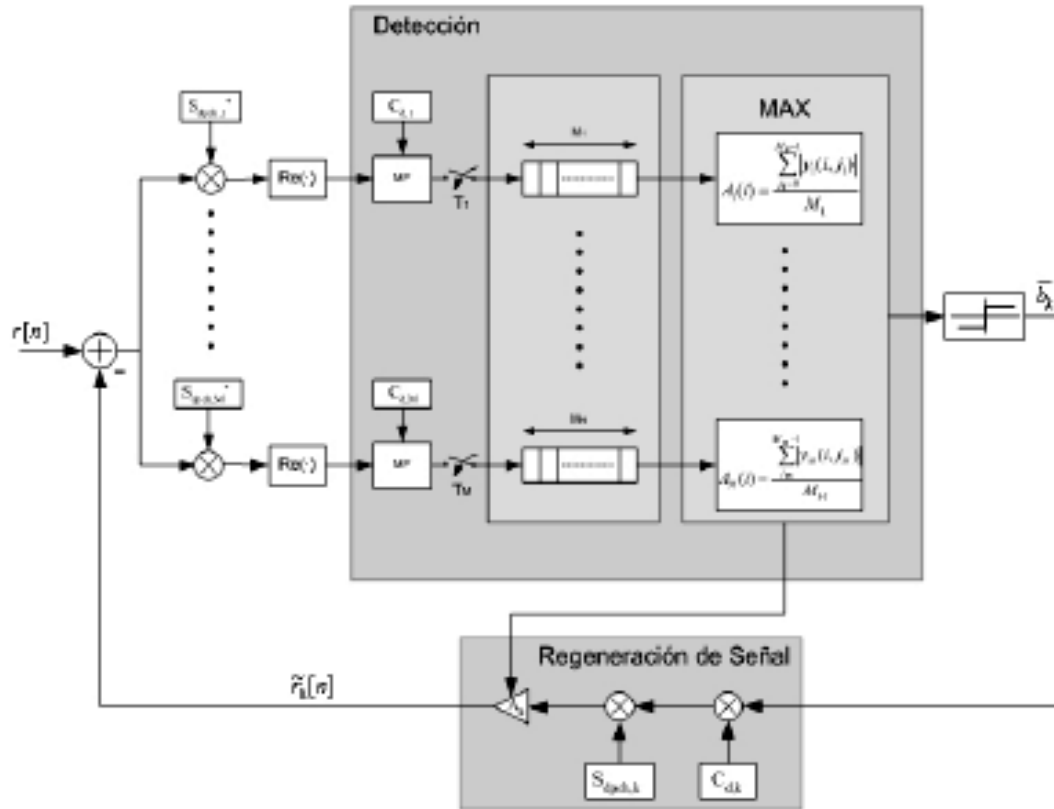


Figura 6.5. Esquema simplificado.

La solución adoptada para la estimación de amplitud de usuarios con diferentes velocidades de transmisión es la siguiente: Dado que el periodo del código de 'scrambling' es fijo y de longitud 256 chips, se toma como estimación de amplitud una media del valor absoluto de los estadísticos de decisión obtenidos en un periodo de código de 'scrambling' para cada usuario.

A continuación se muestran algunos de los resultados de simulación obtenidos:

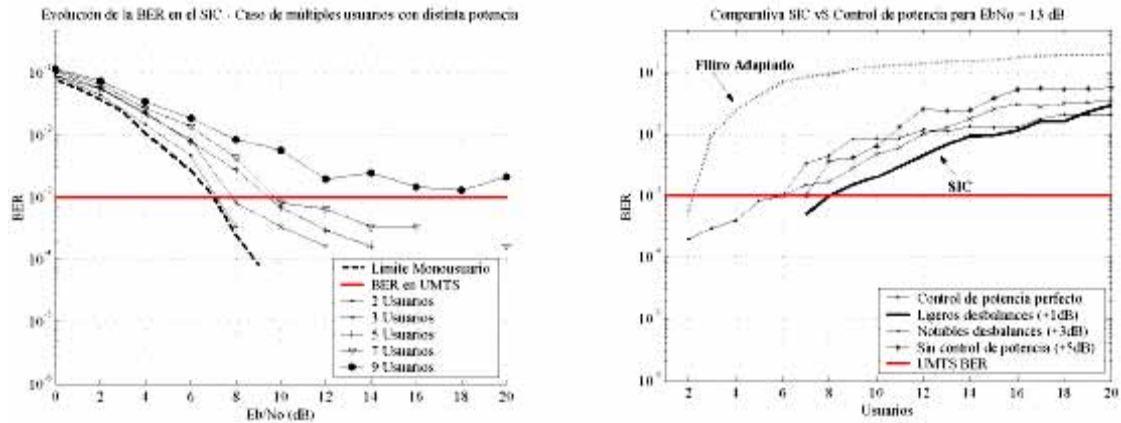


Figura 6.6. Simulación obtenida.

La principal conclusión de esta sección es la notable mejora en prestaciones respecto al filtro adaptado, subrayando especialmente la extraordinaria capacidad de rechazo al efecto 'cerca - lejos' que el SIC posee.

6.1.4.3 El PIC (Parallel Interference Cancellation) para UMTS

Se proponen en esta sección el desarrollan y analizan diferentes variantes de la técnica que más interés ha despertado de cara a su aplicación comercial, como es la Cancelación de Interferencia Paralela.

Las distintas alternativas consideradas son las siguientes:

1. Cancelación total en una sola etapa.
2. Cancelación total multietapa.
3. Cancelación parcial mediante una estructura simplificada.
4. Cancelación parcial mediante una estructura sofisticada.

Las estructuras multietapa propuestas se pueden representar mediante la siguiente figura conceptual, donde tras una etapa de entrada basada en Filtros Adaptados, los estadísticos de decisión sucesivamente se refinan para eliminar la interferencia multiacceso que unos producen sobre otros:

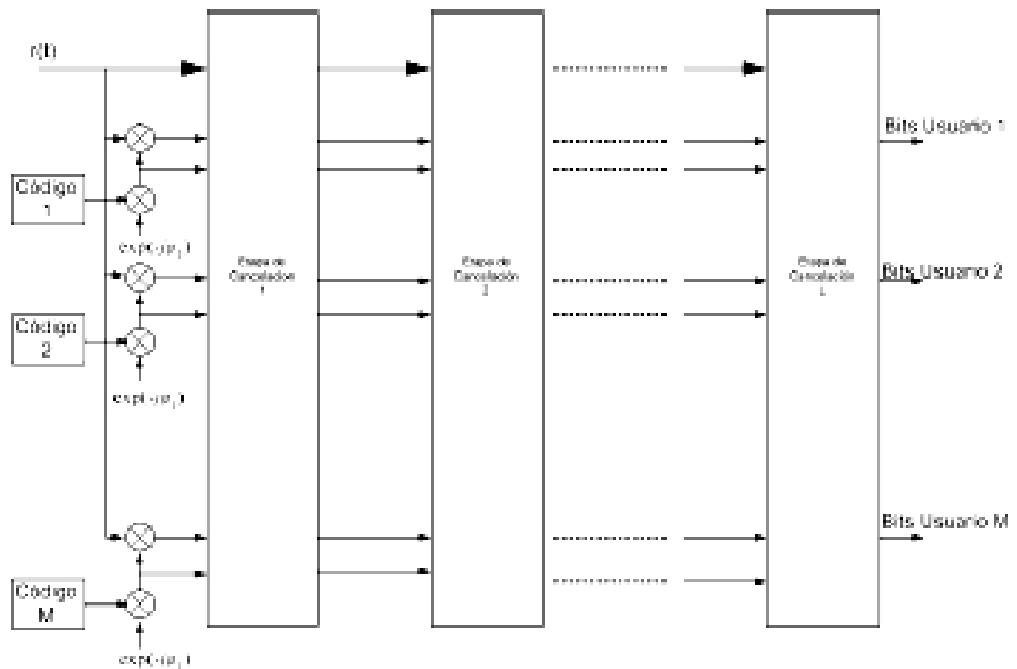


Figura 6.7. Estructura Multietapa.

A través de los resultados de simulación se demuestra la inestabilidad de la solución basada en cancelación total, tanto de una etapa como multietapa, debido a la falta de fiabilidad de los estadísticos obtenidos en la etapa inicial, donde las sucesivas etapas no solo no mejoran, sino que empeoran la probabilidad de error de bit (BER) para un determinado usuario:

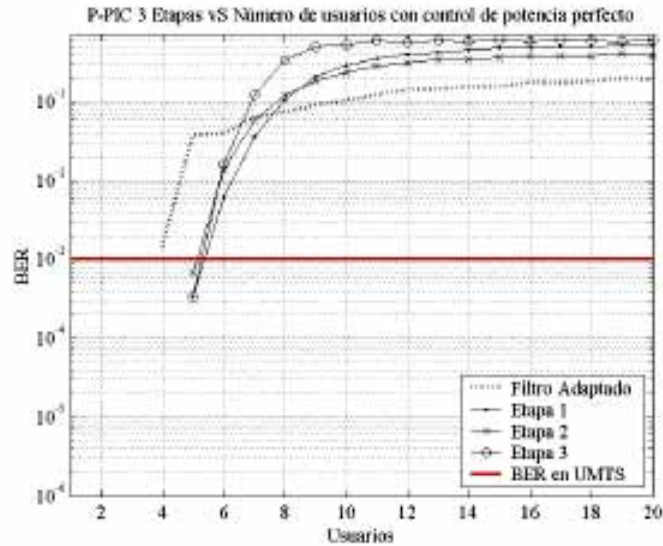


Figura 6.8. Etapas VS Numero de Usuarios con control de potencia perfecto.

Para solucionar el problema de la inestabilidad se recurre a soluciones más sutiles, como son las que se basan en cancelación parcial multietapa. En este tipo de estructuras, tan solo una porción de la interferencia se elimina en cada etapa. A medida que la cancelación progresa, las estimaciones son más precisas, y se puede aumentar la cantidad de interferencia que se elimina. La cantidad de interferencia a eliminar (factor de cancelación) es un parámetro de diseño crítico que se estudia en profundidad.

Se proponen dos estructuras para realizar la cancelación de interferencias en cada etapa particularizadas para el caso de UMTS, y que se muestran a continuación:

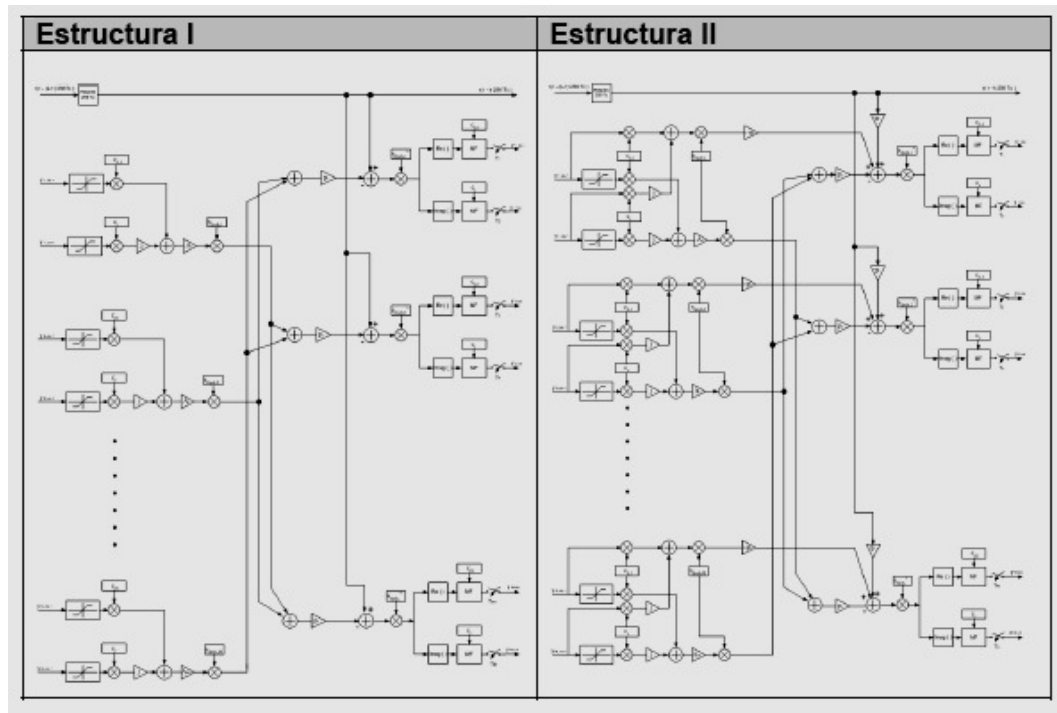


Figura 6.9. Estructuras de cancelación de interferencia.

Los principales parámetros de diseño que se han considerado para la realización de las estructuras propuestas han sido los siguientes:

1. Dispositivos de decisión: Determinan la transformación que se aplica a un estadístico de decisión en una etapa de cancelación.

Pueden ser basados en 'Soft Decisions' o 'Hard Decision'. Por ejemplo:

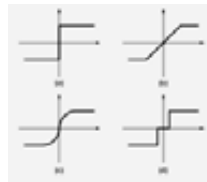


Figura 6.9.1 Etapas VS Número de Usuarios con control de potencia perfecto.

Un resumen de los resultados de simulación obtenidos para las dos estructuras estudiadas con los dos algoritmos para la elección de los factores de cancelación se presenta a continuación:

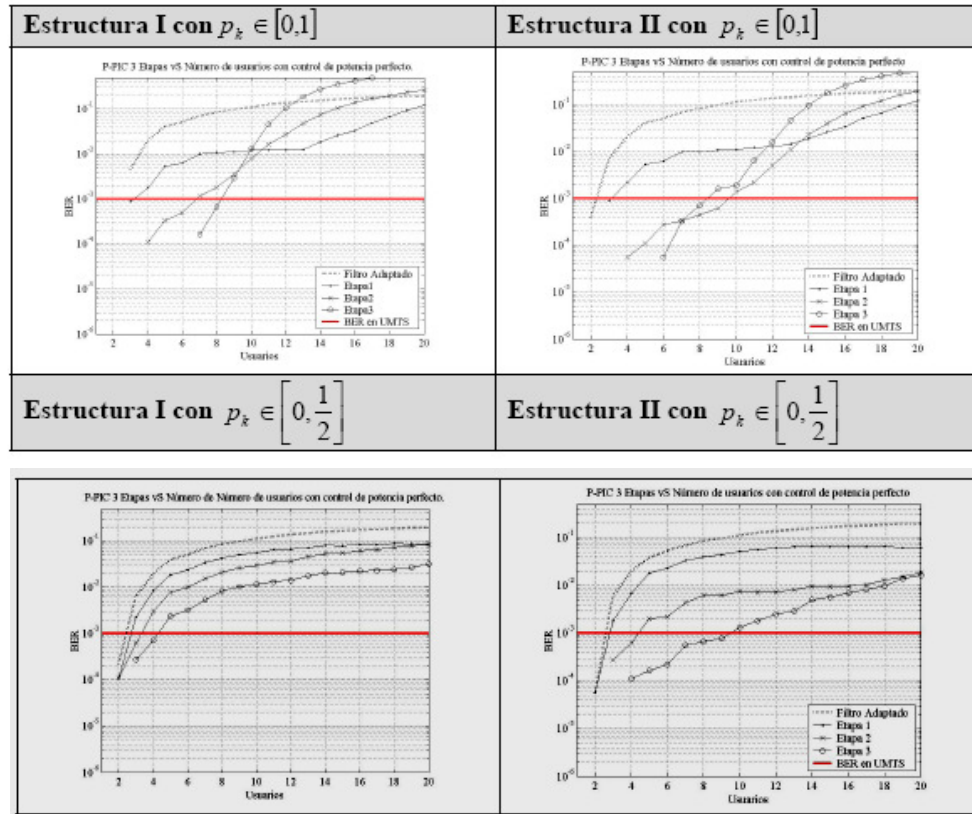


Figura 6.9.2 Resumen de resultados.

Se demuestra por tanto como el problema de la inestabilidad se resuelve mediante la limitación del valor máximo de la interferencia cancelada en cada etapa.

Por otro lado, se observa como la estructura más sofisticada posee una capacidad de detección multiusuario mayor.

El capítulo se complementa con un estudio comparativo entre los tres detectores propuestos para UMTS. Un extracto de dicho estudio se representa a través de las siguientes figuras:

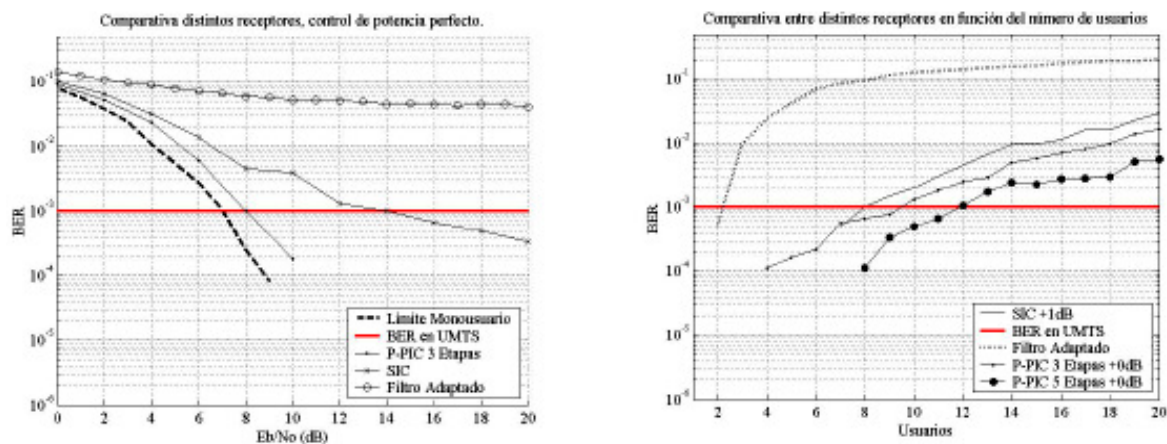


Figura 6.9.3 Extracto de estudios de detectores para UMTS

Se puede observar como mejor solución propuesta es la desarrollada para el caso de Cancelación Parcial de Interferencias en Paralelo con el algoritmo y las estructuras propuestas en el ámbito del proyecto.

Por último, y como resumen del estudio comparativo se adjunta la siguiente tabla, donde se resumen las características cualitativas de los receptores estudiados:

	FA	SIC	PIC
SENSIBILIDAD Eb/No	Muy baja	Media	Alta
RESISTENCIA 'CERCA-LEJOS'	Muy baja	Muy Alta	Alta
RESISTENCIA 'MAI'	Muy baja	Media	Alta
RETARDO	Bajo	Alto	Medio
VERSATILIDAD EN EL DISEÑO	Baja	Media	Alta
COMPLEJIDAD Y COSTE	Baja	Media	Alta

Tabla 1. Características cualitativas de los receptores

La solución óptima al problema de la detección multiusuario presenta un grado de complejidad tal que resulta inviable para su realización en sistemas prácticos orientados al ámbito comercial.

El filtro adaptado posee características de escasa resistencia frente a la interferencia multiusuario y al efecto 'cerca - lejos'. Pese a ser la solución de menor complejidad, resulta inadecuada cuando se pretenden conseguir buenas características de recepción y una alta capacidad en el sistema.

Las opciones de detección conjunta, tales como el Decorrelador y el Filtro MMSE solventan las características negativas del filtro adaptado, a costa de introducir una complejidad adicional, debido a la necesidad de invertir la matriz de correlación de códigos.

Una de las principales ventajas que presentan las alternativas de cancelación de interferencias es que no necesitan conocer la matriz de correlación de códigos, ni por tanto llevar a cabo la inversión de ésta. Esto los hace más adecuados como primera opción a la hora de realizar detección multiusuario en un sistema comercial.

El principal resultado obtenido es que el SIC mejora notablemente el rendimiento ofrecido por el banco de filtros adaptados en lo que a resistencia frente al efecto 'cerca - lejos' se refiere, haciéndolo aconsejable en entornos donde sea difícil realizar un control de potencia preciso. Sin embargo, el retardo que se introduce en la recepción aumenta con el número de usuarios en el sistema, lo cual es una característica bastante negativa en sistemas de alta capacidad.

Ello hace que la variante de cancelación en paralelo, con un retardo mucho más limitado, se torne interesante para su empleo en la recepción en celdas con alta carga, como pretende ser UMTS.

De especial importancia ha resultado la elección de los factores de cancelación en el caso de cancelación parcial de interferencias paralela. El análisis propuesto arroja un límite en el valor que estos factores pueden tomar para garantizar un funcionamiento estable a medida que aumenta la carga en el sistema.

Las mejoras en cuanto a sensibilidad en recepción que el PIC introduce implican una reducción de la potencia transmisión por parte de los equipos de usuario, con lo que los Nodos-B que empleen este tipo de detectores exigirán un menor consumo a los terminales móviles, permitiendo reducir el tamaño de la batería o incrementar el tiempo de servicio.

Por último, cabe señalar que numerosos autores coinciden en que la técnica de cancelación de interferencias paralela es una de las técnicas más prometedoras en lo que a detección multiusuario se refiere por lo que los esfuerzos en la comprensión de los procesos que se llevan a cabo en este tipo de receptores pueden arrojar resultados interesantes para que la red UTRAN alcance la madurez necesaria y los servicios de tercera generación que pretende prestar UMTS se puedan llevar a cabo de una forma eficiente y robusta.

6.2 Estado de las Redes UMTS alrededor del Mundo¹

3G Americas, anuncia hoy la marca de 200 millones de suscripciones a UMTS/HSDPA en todo el mundo, en base a la investigación y proyecciones de Informa Telecoms and Media, donde dos de cada tres suscripciones a 3G en el mundo ya utilizan la tecnología UMTS/HSDPA.

¹ Información compilada de la página www.3gamericas.org

Esta cifra va en rápido aumento junto con la creciente cantidad de implantaciones de operadores y expansiones de red de esta tecnología líder de banda ancha inalámbrica de alta velocidad. Globalmente, hay 276 operadores con redes UMTS planificadas, en estado de implantación o de prueba, entre ellas 208 disponibles comercialmente en 87 países. Más de dos tercios de las redes UMTS comerciales se actualizaron a HSDPA, y la implantación de HSUPA es el siguiente paso de esta evolución. A la fecha, HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) está disponible comercialmente en 27 redes alrededor del mundo y se prevé un gran volumen de implantaciones para 2008. La red HSDPA y HSUPA combinada se denomina HSPA (High Speed Packet Access). Se prevé que casi todos los operadores UMTS implanten HSPA. Hay más de 400 dispositivos en el mercado que darán soporte a tecnología UMTS/HSPA, que incluyen terminales, tarjetas PC, módems externos, routers y PCs notebook con chipsets HSPA. La mayoría de los dispositivos UMTS/HSPA tienen compatibilidad inversa para roaming global con GSM/GPRS y EDGE, lo que les permite a los clientes acceder en cualquier momento, en cualquier lugar a lo largo y ancho de la mayor parte del mundo tanto a voz como a datos a alta velocidad. UMTS/HSDPA representa 200 millones de suscripciones en todo el mundo en la actualidad, y según cifras de Informa Telecoms & Media's World Cellular Information Service, se proyectan casi 330 millones de suscripciones UMTS/HSDPA para el término de 2008. En la siguiente Tabla 6.1. se muestra el estado actual a nivel mundial de los operadores UMTS y HSPA como también los operadores que brindan estos servicios.

GLOBAL UMTS AND HSPA OPERATOR STATUS		UMTS Summary			HSPA Summary		
1-Jul-08		UMTS OPERATORS IN SERVICE	230		HSDPA OPERATORS IN SERVICE	201	
Source: Informa Telecoms & Media, WCIS and 3G Americas		COUNTRIES IN SERVICE	98		HSDPA COUNTRIES IN SERVICE	89	
Red = commercially available		COUNTRY COMMITMENTS	120		HSDPA COUNTRY COMMITMENTS	100	
Information accurate to the best of our knowledge as of date published		PLANNED + IN DEPLOYMENT	54		HSDPA PLANNED + IN DEPLOYMENT	59	
Please send updates to info@3gamericas.org		POTENTIAL & LIC. AWARDED	42		HSUPA OPERATORS IN SERVICE	45	
		EDGE + UMTS COMMERCIAL	174		HSUPA PLANNED	129	
Country	Operator	UMTS Status	Start Date	EDGE	HSDPA Status	Start Date	HSUPA
Albania	Eagle Mobile	In Service	Mar-08		Planned	Dec-08	Dec-08
Algeria	Algérie Telecom /Mobilis	Planned	Jun-08	EDGE	Planned	Jun-08	
Algeria	Orascom Telecom Algeria Djazzy	Planned	Jun-08	EDGE	Planned	Jun-08	
Algeria	Wataniya Telecom Algeria Nedjma	Potential License	Q2 2008	EDGE			
Andorra	STA	In Service	Dec-06		Planned	Jun-08	Dec-08
Angola	Unitel	In Service	Jun-07	EDGE	In Service	Jun-07	
Argentina	Claro (America Movil)	In Service	Nov-07	EDGE	In Service	Nov-07	
Argentina	Telecom Personal	In Service	May-07	EDGE	In Service	May-07	
Argentina	Telefonica Moviles (Movistar)	In Service	Jul-07	EDGE	In Service	Jul-07	
Aruba	SETAR	In Service	Dec-07		In Service	Dec-07	
Armenia	K-Telecom/Vivacell	Planned	Q1 2009				
Armenia	Armentel	Planned	Q1 2009				
Australia	Hutchison 3G (3)	In Service	May-03		In Service	Mar-07	Jun-08
Australia	SingTel/Optus	In Service	Nov-05		In Service	May-07	Dec-08
Australia	Telstra	In Service	Sep-05	EDGE	In Service	Oct-06	Sep-07
Australia	Vodafone	In Service	Oct-05		In Service	Oct-06	Dec-08
Australia	Virgin Mobile	In Service	Jul-07		In Service	July-07	
Austria	Connect Austria (ONE)	In Service	Dec-03		In Service	Jun-06	Jun-08
Austria	Hutchison 3G (3)	In Service	May-03		In Service	Sep-06	Jun-08
Austria	Mobilkom Austria	In Service	Apr-03	EDGE	In Service	Jan-06	Feb-07
Austria	T-Mobile Austria	In Service	Dec-03	EDGE	In Service	Mar-06	Jun-08
Bahrain	Batelco	In Service	Dec-07	EDGE	In Service	Dec-07	
Bahrain	Zain (ex-MTC Vodafone)	In Service	Dec-03	EDGE	In Service	May-06	
Bangladesh	BTTB	Potential License	Dec-10				
Bangladesh	GrameenPhone	Potential License	Mar-10	EDGE	Planned	Dec 2010	
Bangladesh	PBTL	Potential License	Jun-10				
Bangladesh	Sheba Telecom	Potential License	Jun-10				
Bangladesh	TM International	Potential License	Jun-10	EDGE			
Bangladesh	Warid Telecom	Potential License	Dec-10	EDGE			
Belarus	MTS Belarus	Planned	Mar-09	EDGE	Planned	Mar-09	
Belgium	KPN BASE (Orange)	In Deployment	Jun-08	EDGE	Planned	Jun-08	Jun-08
Belgium	Belgacom Mobile (Proximus)	In Service	Sep-05	EDGE	In Service	Jun-06	Jun-08
Belgium	Mobistar	In Service	Dec-06	EDGE	In Service	Jun-07	Jan-08
Belgium	-tba-1	Potential License	Q4 2008				
Bhutan	Bhutan Telecom - B-Mobile	In Service	May-08	EDGE	In Service	May-08	Jun-09
Bhutan	Tashi Infocomm	Planned	Dec-08				
Brazil	Amazonia Celular	Potential License	Q1 2009	EDGE			
Brazil	Brasil Telecom	In Service	May-08	EDGE	In Service	May-08	
Brazil	CTBC	In Service	Apr-08	EDGE	In Service	Apr-08	
Brazil	Sercomtel Celular	Potential License	Q1 2009	EDGE			
Brazil	Claro (America Movil)	In Service	Nov-07	EDGE	In Service	Nov-07	
Brazil	Telemar PCS (Oi)	Potential License	Q1 2009	EDGE			
Brazil	Telemig Celular	In Service	Nov-07	EDGE	In Service	Nov-07	
Brazil	TIM Celular	In Service	Apr-08	EDGE	In Service	Apr-08	
Brunei/Borneo	B-Mobile	In Service	Sep-05				
Brunei/Borneo	DST Com	In Service	May-08	EDGE	In Service	May-08	Dec-08
Bulgaria	BTC (Vivatel)	In Service	Apr-07	EDGE	In Service	Apr-07	Jun-08
Bulgaria	Cosmo Bulgaria Mobile/Globul	In Service	Jun-06		In Service	Sep-06	Jun-08
Bulgaria	MobilTel (M-TEL/Vodafone)	In Service	Mar-06	EDGE	In Service	Mar-06	Aug-07
Bulgaria	-tba-1	Potential License	Q4 2009				
Cambodia	Cambodia Shinawatra	In Service	Oct-07				
Cambodia	Cambodia GSM (MobiTel)	In Service	Oct-06	EDGE	In Service	Oct-06	
Canada	Rogers Wireless	In Service	Nov-06	EDGE	In Service	Nov-06	Jun-08
Chile	Entel PCS	In Service	Dec-06	EDGE	In Service	Dec-06	
Chile	Claro (America Movil)	In Service	Jan-08		In Service	Jan-08	
Chile	Telefonica Moviles / Movistar	In Service	Dec-07	EDGE	In Service	Dec-07	

Country	Operator	UMTS Status	Start Date	EDGE	HSDPA Status	Start Date	HSUPA
China	China Mobile	In Deployment	Jun-08	EDGE	In Deployment	Jun-08	
Colombia	TIGO (Colombia Movil)	In Deployment	Q1 2008	EDGE	In Deployment	Q4 2008	
Colombia	Comcel (America Movil)	In Service	Jan-08	EDGE	In Service	Jan-08	
Colombia	Movistar (Telefonica Moviles)	In Deployment	Q4 2008	EDGE	In Deployment	Q4 2008	
Costa Rica	ICE Telefonía Celular	Planned	Q4 2010		Planned	Jun-08	Jun-08
Cote D'Ivoire	Atlantique Telecom (Moov)	Potential License	Q4 2008				
Cote D'Ivoire	MTN Cote d'Ivoire	Potential License	Q4 2008				
Cote D'Ivoire	Orange Cote d'Ivoire	Potential License	Q2 2008				
Croatia	Tele2	Planned	Mar-08		Planned	Jun-08	
Croatia	T-Mobile	In Service	Jan-08	EDGE	In Service	Nov-08	
Croatia	Tele2	Planned	Dec-08		Planned	Dec-08	
Croatia	VIPNet	In Service	Oct-08	EDGE	In Service	Apr-08	Apr-07
Cyprus	MTN (Areeba)	In Service	Oct-08	EDGE	In Service	Mar-08	Sep-08
Cyprus (Northern)	KKT Cell	Planned	Oct-08		Planned	Oct-08	
Cyprus	CYTA Mobile	In Service	Mar-08		Planned	Jun-08	Jun-08
Czech Republic	Telefonica O2 (Eurotel)	In Service	Dec-05	EDGE	In Service	Apr-08	Jan-09
Czech Republic	T-Mobile	In Service	Dec-08	EDGE	In Deployment	Sep-08	
Czech Republic	Vodafone	In Deployment	Sep-08	EDGE	Planned	Sep-08	
Dem Rep Congo	CeTel DRC	Potential License	Q4 2008				
Dem Rep Congo	Vodacom Congo	Potential License	Q4 2008				
Denmark	3	In Service	Oct-03		In Service	Nov-06	Jun-08
Denmark	Sonofon	In Service	Sep-08	EDGE	In Service	Sep-07	Jun-08
Denmark	TDC Mobil	In Service	Nov-05		In Service	Jan-08	Jun-08
Denmark	TeliaSonera	In Service	Dec-07	EDGE	In Service	Dec-07	Mar-08
Ecuador	Concel / Porta	Potential License	Q1 2008	EDGE			
Ecuador	Cincoi (Movistar)	Potential License	Q1 2008	EDGE			
Egypt	Egyptian Mob	In Service	May-07	EDGE	In Service	May-07	
Egypt	Mobilvil (ECM5)	Planned	Jun-08	EDGE			
Egypt	Vodafone Egypt	In Service	May-07		In Service	May-07	
El Salvador	Claro (America Movil)	In Service	Jan-08		In Service	Jan-08	Jun-08
Estonia	Ella / Radiolinja	In Service	Jun-08	EDGE	In Service	Jan-08	Jun-08
Estonia	Bravoon	In Service	July-06	EDGE	In Service	Jul-06	
Estonia	EMT	In Service	Oct-05	EDGE	In Service	Apr-08	Dec-07
Estonia	Tele2 Eesti	In Service	Nov-08		In Service	Nov-08	Jun-08
Estonia	ProGroup Holding	In Deployment	Jun-08		In Deployment	Jun-08	Jun-08
Fiji	Vodafone Fiji	Planned	Jun-08		Planned	Jun-08	Oct-08
Finland	Ajanda Mobilitefon	In Service	Jun-08	EDGE			
Finland	Finnel / DNA Finland	In Service	Dec-05	EDGE	In Service	Feb-07	Jun-08
Finland	Ella	In Service	Nov-04	EDGE	In Service	Apr-08	Aug-08
Finland	Sonera	In Service	Oct-04	EDGE	In Service	May-07	Jun-08
France	Bouygues Telecom	In Service	Apr-07	EDGE	In Service	Apr-07	Nov-07
France	Orange France	In Service	Dec-04	EDGE	In Service	Oct-08	Jan-08
France	SFR	In Service	Nov-04	EDGE	In Service	Jun-06	Jun-08
French Polynesia	Telefonie (VINI)	In Service	Dec-08	EDGE	Planned	Jun-08	Dec-08
French West Indies	Outremer Telecom	In Deployment	Jan-08		In Deployment	Dec-08	Jan-13
Georgia	Geocel	In Service	Dec-08				
Georgia	Telecom Invest Georgia	License Awarded	Q1 2008				
Georgia	Magticom	In Service	Jul-08	EDGE			
Germany	E-Plus	In Service	Aug-04		In Deployment	Jun-08	Sep-08
Germany	O2	In Service	Jul-04		In Service	Dec-08	Sep-08
Germany	T-Mobile Deutschland	In Service	May-04	EDGE	In Service	Mar-08	Nov-07
Germany	Vodafone O2	In Service	May-04	EDGE	In Service	Mar-08	Jul-07
Greece	Cosmote	In Service	May-04	EDGE	In Service	Jun-08	Apr-08
Greece	Panafon (Vodafone)	In Service	Aug-04		In Service	Nov-08	Jun-08
Greenland	WIND Høllas (TIM)	In Service	Jan-04	EDGE	In Deployment	Nov-08	Nov-08
Guatemala	Claro (America Movil)	In Service	Apr-08	EDGE	In Service	Apr-08	
Guernsey	Wave Telecom	In Service	Jul-04	EDGE	In Service	Nov-08	Dec-08
Guernsey	G&W Guernsey /Sure mobile	In Service	Sep-07	EDGE	In Service	Sep-2007	Dec-08
Guernsey	Airtel-Vodafone	Planned	Jun-08				
Honduras	Claro (America Movil)	In Service	Feb-08		In Service	Feb-08	Jun-09
Hong Kong	Hong Kong CSL (New World)	In Service	Dec-04	EDGE	In Service	Sep-08	Dec-08
Hong Kong	3HK - Hutchison	In Service	Jan-04		In Service	Nov-08	Dec-10
Hong Kong	SmartTone Vodafone	In Service	Dec-04		In Service	Jun-08	Dec-07
Hong Kong	PCCW Mobile (ex-Sunday)	In Service	Jul-08	EDGE	In Service	Aug-07	Dec-08
Hungary	Pannon GSM	In Service	Oct-05	EDGE	In Service	Aug-07	Jun-08
Hungary	T-Mobile	In Service	Aug-05	EDGE	In Service	Sep-08	Sep-07
Hungary	Vodafone	In Service	Jun-08		In Service	Jun-07	Jun-08
Iceland	NOVA	In Service	Sep-07		In Service	Dec-07	Jun-08
Iceland	Iceland Telecom / Siminn	In Service	Sep-07	EDGE	In Service	Sep-07	Sep-07

Country	Operator	UMTS Status	Start Date	EDGE	HSDPA Status	Start Date	HSUPA
India	Aircel	Potential License	Dec-09	EDGE			
India	Bharti Televentures	Planned	Mar-06	EDGE	Planned	Dec-06	
India	BPL Cellular	Planned/In Deployment	Dec-09	EDGE			
India	BSNL	In Deployment	Dec-09	EDGE	Planned	Mar-09	Mar-09
India	Dishnet Wireless	Potential License	Dec-09	EDGE			
India	Essar Spacel	Potential License	Dec-09				
India	Idea Cellular	Potential License	Dec-09	EDGE			
India	MTNL	Planned	Dec-08		Planned	Dec-08	Mar-09
India	Reliance	Planned	Mar-08				
India	Spice Telecom	Planned	Jun-00		Planned	Dec-00	
India	Tata Teleservices	Planned	Mar-06				
Indonesia	Excelcomindo Pratama ProXL	In Service	Oct-06		In Service	Jan-07	Jun-08
Indonesia	Hutchison CP Telecommunications	In Service	Dec-06		In Service	Jun-07	Jun-08
Indonesia	Indosat IM2 /Melin/Mentari/IM3	In Service	Nov-06		In Service	Oct-07	Sep-08
Indonesia	Satelindo (Indosat)	In Service	Dec-06	EDGE	In Service	Mar-07	Sep-08
Indonesia	Telkomsel	In Service	Aug-06	EDGE	In Service	Apr-07	Dec-08
Ireland	Hutchison (3)	In Service	Jul-05		In Service	Dec-06	Jun-08
Ireland	O2	In Service	Mar-05	EDGE	In Service	Jul-07	Jun-08
Ireland	Vodafone Ireland	In Service	Nov-04		In Service	Dec-06	Dec-08
Ireland	Meteor Communications	In Deployment	Q1 2008	EDGE			
Isle of Man	Mans Telecom	In Service	Nov-05		In Service	Nov-05	Jun-08
Israel	Celcom Israel	In Service	Jun-04	EDGE	In Service	Jun-06	Sep-07
Israel	Pelephone (CDMA to HSDPA)	In Deployment	Dec-00		In Deployment	Dec-00	
Israel	Partner Comm. (Orange)	In Service	Nov-04		In Service	Mar-06	Dec-07
Italy	H3G (3)	In Service	Mar-03		In Service	Feb-06	Jul-07
Italy	TIM	In Service	May-04	EDGE	In Service	May-06	Oct-07
Italy	Vodafone Italia	In Service	May-04		In Service	Jun-06	Sep-07
Italy	Wind	In Service	Oct-01	EDGE	In Service	Jun-07	Jun-08
Japan	eAccess / eMobile	In Service	Mar-07		In Service	Mar-07	Mar-10
Japan	Gottbank (ex-Vodafone)	In Service	Dec-02		In Service	Oct-06	
Japan	NTT DoCoMo (FOMA)	In Service	Oct-01		In Service	Aug-06	Jun-08
Jersey	Cable & Wireless /urn Mobile	In Service	Sep-06	EDGE	In Service	Dec-07	Dec-08
Jersey	Jersey Telecoms	In Service	Jun-06		In Service	Sep-07	Dec-08
Jersey	Airtel Vodafone	In Service	Jun-07	EDGE	In Service	Jun-07	
Kenya	Safaricom	In Service	Dec-07	EDGE	In Service	Mar-08	
Kuwait	Zain	In Service	Mar-06	EDGE	In Service	Jan-07	Jun-08
Kuwait	Wataniya Telecom	In Service	Mar-06	EDGE	In Service	Mar-06	
Latvia	Rnh	In Service	Jun-06	EDGE	In Service	Jul-07	Feb-08
Latvia	LMT	In Service	Dec-04	EDGE	In Service	Aug-06	Jul-08
Latvia	Tele2	In Service	Dec-05		In Service	Mar-07	Sep-08
Libya	El Madar Tel. Company (Orbit)	In Deployment	Jun-08	EDGE			
Libya	Libyana	In Service	Sep-08		In Deployment	Sep-08	
Liechtenstein	Orange	In Service	Feb-07		In Service	June-07	Sep-08
Liechtenstein	mobikom	In Service	Mar-07		In Service	Mar-07	Sep-08
Liechtenstein	Telecom FL (Swisscom)	In Service	Feb-07	EDGE	In Service	Jun-07	Jun-08
Liechtenstein	Tele2 (Tango)	In Deployment	Jun-05		In Deployment	Jun-06	Sep-08
Lithuania	Bit	In Service	Apr-06	EDGE	In Service	Jun-06	Feb-08
Lithuania	Omnitel	In Service	Feb-06	EDGE	In Service	Jun-06	Jun-08
Lithuania	Tele2 (Tango)	In Service	Mar-07		Planned	Jun-09	Mar-09
Luxembourg	LUX Communications (Vox)	In Service	May-06	EDGE	In Service	Jun-07	Jun-08
Luxembourg	P&T Luxembourg (LUXGSM)	In Service	Jun-03	EDGE	In Service	May-07	Jun-08
Luxembourg	Tele2 (Tango)	In Service	Jun-04		Planned	Jun-08	Mar-09
Macau	CTM	In Service	Jun-07		In Service	Jun-07	Jun-09
Macau	Hutchison (3)	In Service	Oct-07		In Service	Oct-07	
Macedonia	Cosmofon	Planned	Mar-09				
Macedonia	Mobimak	Potential License	Q4 2009				
Malaysia	Mavix	In Service	Jul-05	EDGE	In Service	Sep-06	Sep-08
Malaysia	Telekom Malaysia/Celcom 3G	In Service	May-05	EDGE	In Service	Sep-06	Jun-08
Malaysia	Umobile	In Deployment	Jun-08		In Deployment	Jun-08	
Malaysia	Digi	Planned	2008	EDGE			
Maldives	Chiraagu	Potential License	2010				
Maldives	Wataniya	In Service	Apr-06	EDGE	In Deployment	Jun-06	Dec-08
Malta	Mobile Comm. (go mobile)	In Service	Apr-07	EDGE	In Service	Apr-07	Dec-08
Malta	Vodafone	In Service	Aug-06		In Service	Dec-06	Dec-08
Mauritius	Orange	In Service	Mar-06		Planned	Jun-08	
Mauritius	Millicom Mauritius (Emtel)	In Service	Nov-04		In Service	Sep-07	
Mexico	Telecel (America Movil)	In Service	Feb-08	EDGE	In Service	Feb-08	Jun-09
Mexico	Telefonica Moviles/Movistar	Planned	Mar-08	EDGE	Planned		
Monaco	Monaco Telecom / Movistar	In Service	Jun-06		Planned	Jun-06	Jun-08
Monrovia	Mobilcom	Potential License	Dec 2009				

Country	Operator	UMTS Status	Start Date	EDGE	HSDPA Status	Start Date	HSUPA
Monrovia	Skytel	Potential License	Dec 2009				
Moldova	T-Mobile	In Service	Jun-07	EDGE	In Service	Jun-07	Dec-08
Moldova	ProMobil	In Service	Jun-07	EDGE	In Service	Jun-07	Sep-08
Moldova	M.Tel (Telekom Srbija)	In Service	Jul-07	EDGE	In Service	Jul-07	
Morocco	Etisalat Al-Magreb / Maroc Telecom	In Service	Jan-09		In Service	Jan-09	
Morocco	Medi Telecom (Meebil) Mobile ADSL	In Service	Apr-07		In Service	Apr-07	
Mozambique	mCel	Planned	Dec-08		Planned	Dec-08	
Namibia	MTC	In Service	Dec-06	EDGE	In Service	Dec-06	Jun-08
Namibia	Powercom -Cell One	In Service	Mar-07		In Service	Jun-07	
Nepal	Nepal Telecom Corp	In Service	May-07		In Deployment	Jun-08	
Nepal	Spice Nepal	Potential License	Sep 2012	EDGE			
Netherlands	KPN Mobile (Telfort)	In Service	Oct-04	EDGE	In Service	Dec-06	Feb-08
Netherlands	Orange	In Service	Nov-06		In Deployment	Jun-08	Jun-08
Netherlands	T-Mobile Netherlands	In Service	Jan-06	EDGE	In Service	Apr-06	Jun-08
Netherlands	Vodafone Libertel	In Service	Jun-04		In Service	Jul-06	Jun-08
New Zealand	Econet Wireless / NZ Comm	Planned	Sep-08		Planned	Jun-08	Jun-08
New Zealand	Vodafone	In Service	Aug-05		In Service	Oct-06	Jun-08
New Zealand	Telecom New Zealand	In Deployment	Dec-08	EDGE	In Deployment	Dec-08	Dec-09
Nicaragua	Claro (America Movil)	In Service	Apr-08		In Service	Apr-08	
Nigeria	Gloacom - GloMobile	In Service	Dec-07		In Service	Dec-07	
Nigeria	MTN Nigeria	In Service	Dec-07		In Service	Dec-07	
Nigeria	V-Mobile (Celtel)	Planned	Q3 2007		Trial	N/A	
Norway	H3G Access	Planned	Mar-09		Planned	Mar-09	Mar-09
Norway	Netcom (TeliaSonera)	In Service	Jun-06	EDGE	In Service	Apr-07	Jun-08
Norway	Telenor Mobil	In Service	Dec-04	EDGE	In Service	Nov-07	Jun-08
Oman	Nawras Telecom (TDC)	In Service	Dec-07	EDGE	In Service	Dec-07	
Oman	Oman Mobile / Omantel	Planned	Dec-08		Planned	Dec-08	Dec-08
Pakistan	PMCL - Mobilink	Potential License	Sep-09	EDGE			
Pakistan	PTML - Ufone	Potential License	Sep-09	EDGE			
Pakistan	Telenor	Potential License	Sep-09	EDGE			
Paraguay	Claro (America Movil)	In Service	Nov-07		In Service	Nov-07	
Paraguay	Personal	In Service	Mar-08		In Service	Mar-08	
Peru	Claro (America Movil)	In Service	Apr-08	EDGE	In Service	Apr-08	
Philippines	Globe Telecom	In Service	May-08	EDGE	In Service	May-06	Sep-08
Philippines	SMART / Piltel	In Service	May-06	EDGE	In Service	Jan-07	Dec-08
Philippines	Digitel/ Sun Cellular	In Service	Jul-06	EDGE	Planned	2007	
Poland	Centertel (Orange)	In Service	Jun-08	EDGE	In Service	Dec-06	Dec-07
Poland	P4 (Play)	In Service	Mar-07		In Service	Mar-07	Jun-08
Poland	Poikomtel / Plus GSM	In Service	Sep-04	EDGE	In Service	Oct-06	Dec-07
Poland	Polska Telefonia Cyfrowa (Era)	In Service	Apr-06	EDGE	In Service	Oct-06	Jun-08
Portugal	Optimus	In Service	Jun-04		In Service	Dec-06	Dec-08
Portugal	TMN (Telemovel)	In Service	Apr-04		In Service	Apr-06	Dec-08
Portugal	Vodafone Telecel	In Service	May-04		In Service	Mar-06	Sep-07
Puerto Rico	AT&T	In Service	Nov-06	EDGE	In Service	Nov-06	Sep-08
Qatar	Q-TEL	In Service	Jul-06		In Service	Jul-07	
Romania	MobiFon / Vodafone	In Service	Apr-05		In Service	May-06	Mar-08
Romania	Orange Romania	In Service	Jun-06	EDGE	In Service	Jun-07	Oct-07
Romania	ZAPP Mobile (ex-CDMA)	In Service	May-08		In Service	May-08	
Romania	DigiMobile (RCS&RDS)	In Service	Feb-07		Planned	Jun-08	Jun-08
Russia	VimpelCom	In Deployment	Sep-08		In Deployment	Sep-08	
Russia	MegaFon	In Service	Oct-07	EDGE	In Service	Oct-07	Dec-08
Russia	Mobile TeleSystems (MTS)	In Service	May-08		In Service	May-08	
Rwanda	RwandaTel	Planned	Jan-09		Planned	Jan-09	
Saudi Arabia	Etisalat / Mobily	In Service	Jun-06	EDGE	In Service	Jul-06	
Saudi Arabia	STC/ Al Jawwal	In Service	Jun-06	EDGE	In Service	Jun-06	
Saudi Arabia	Zain	In Deployment	Jun-08	EDGE	In Deployment	Jun-08	Sep-08
Serbia	Telenor (Ex-Mobtel)	In Service	Mar-07	EDGE	In Service	Mar-07	
Serbia	Telecom Srbija	In Service	Dec-06	EDGE	In Service	Dec-06	
Serbia	VIP Mobile (TopNet)	In Service	Jul-07				
Seychelles	Telecom Seyshelles (AIRTEL)	In Service	Dec-06	EDGE	In Service	Dec-06	Dec-08
Singapore	MobileOne	In Service	Feb-05		In Service	Dec-06	Jun-08
Singapore	SingTel Mobile	In Service	Feb-05		In Service	May-07	Jun-08
Singapore	StarHub	In Service	Apr-05		In Service	Aug-07	Aug-07
Slovak Republic	Orange Slovensko	In Service	Mar-06	EDGE	In Service	Sep-06	Nov-07
Slovak Republic	T-Mobile Slovakia	In Service	Jan-06	EDGE	In Service	Aug-06	Dec-08
Slovak Republic	Telefonia O2 Slovak Republic	Planned	Q4 2008	EDGE			
Slovenia	Mobitel	In Service	Dec-03	EDGE	In Service	Sep-06	Dec-07
Slovenia	Si.Mobilie (Vodafone)	In Service	Sep-07	EDGE	In Service	Sep-07	Jun-08
Slovenia	T-2	Planned	Dec-08		Planned	Dec-08	
Slovenia	Tus Mobile	In Service	Jul-07		In Service	Jul-08	Dec-08
South Africa	3C Telecom. Cell C	In Service	Jun-06	EDGE			
South Africa	MTN	In Service	Jun-05	EDGE	In Service	Mar-06	Jun-08
South Africa	Vodacom	In Service	Dec-04	EDGE	In Service	Apr-06	Jun-08

Country	Operator	UMTS Status	Start Date	EDGE	HSDPA Status	Start Date	HSUPA
South Korea	KTF SHOW	In Service	Dec-03		In Service	Jun-06	Jun-07
South Korea	SK Telecom 3G+	In Service	Dec-03		In Service	May-06	Oct-07
Spain	Amena / Orange	In Service	Oct-04		In Service	Jun-06	Apr-08
Spain	Telefónica Móviles (Movistar)	In Service	May-04		In Service	Oct-06	Aug-07
Spain	Vodafone España	In Service	May-04		In Service	Jun-06	Sep-07
Spain	Xfera (Yoigo)	In Service	Dec-06		In Service	Dec-07	Dec-08
Sri Lanka	Bharti Airtel	In Deployment	Sep-08	EDGE	In Deployment	Dec-08	Dec-08
Sri Lanka	Dialog GSM	In Service	Aug-06	EDGE	In Service	Aug-06	Sep-08
Sri Lanka	Hutchison	Planned	Dec-08	EDGE			
Sri Lanka	Mobitel	In Service	Dec-07	EDGE	In Service	Dec-07	Dec-07
Sudan	Bashair Telecom / Areeba	In Service	Q1 2006	EDGE			
Sudan	Zain	Planned	Q4 2008	EDGE			
Sweden	H3G	In Service	May-03		In Service	Nov-06	Sep-07
Sweden	TeliaSonera	In Service	Mar-04	EDGE	In Service	June-07	
Sweden	Svenska UMTS-Nät (Tele2)	In Service	Mar-04		In Service	April-07	Jun-08
Sweden	Telenor Sverige AB (Vodafone)	In Service	Jul-04		In Service	Jun-07	Jun-08
Switzerland	Orange	In Service	Sep-05	EDGE	In Service	Apr-07	Jun-08
Switzerland	Swisscom Mobile	In Service	Dec-04	EDGE	In Service	Mar-06	Feb-08
Switzerland	TDC Switzerland (sunrise)	In Service	Dec-05	EDGE	In Service	Feb-07	Mar-08
Switzerland	Team 3G	License Awarded					
Syria	MTN	Planned	Dec-08	EDGE	Planned	Dec-2008	
Syria	SyriaTel	In Deployment	Jun-08	EDGE	In Deployment	Jun-08	
Taiwan	Chungghwa Telecom	In Service	Jul-05		In Service	Sep-06	Mar-09
Taiwan	FarEasTone	In Service	Jul-05		In Service	Sep-06	Mar-09
Taiwan	Taiwan Mobile Co. (TWM)	In Service	Oct-05		In Service	Jan-07	Mar-09
Taiwan	VIBO	In Service	Dec-05		In Deployment	Sep-08	Mar-09
Tajikistan	Josa Babilon Mobile	In Service	Jun-06		Planned	Dec-08	
Tajikistan	Indigo Tajikistan	In Service	Sep-06		Planned	Mar-09	
Tajikistan	Tacom	In Service	Sep-06		Planned	Sep-08	
Tajikistan	TT Mobile	In Service	Jun-06		Planned	Jun-09	
Tanzania	Vodacom	In Service	Feb-07		In Service	Feb-07	Jun-08
Thailand	AIS	Potential License	Q4 2008	EDGE			
Thailand	DTAC	Potential License	Q4 2008	EDGE	Planned	N/A	
Thailand	TOT	Potential License	Q4 2008				
Tunisia	Tunisie Telecom	Potential License	Q2 2008	EDGE			
Turkey	AVEA	Potential License	Q4 2009	EDGE			
Turkey	Telsim	Potential License	Q4 2009				
Turkey	Turkcell	Potential License	Q4 2009	EDGE			
UAE	Etisalat	In Service	Jan-04	EDGE	In Service	Apr-06	
UAE	Du	In Service	Feb-07	EDGE	In Service	May-07	
Uganda	Uganda Telecom Ltd	In Service	Nov-07	EDGE	In Service	Mar-08	
UK	Hutchison 3G (3)	In Service	Mar-03		In Service	Aug-06	Sep-08
UK	O2	In Service	Mar-05		In Service	Feb-07	Sep-08
UK	Orange	In Service	Dec-04	EDGE	In Service	Feb-07	Apr-08
UK	T-Mobile UK	In Service	Oct-05		In Service	Aug-06	Jul-08
UK	Vodafone	In Service	Nov-04		In Service	Jun-06	Sep-07
Ukraine	Ukrtelecom	In Service	Nov-07		In Service	Nov-07	
Uruguay	Ancel	In Service	Jul-07	EDGE	In Service	Jul-07	Dec-08
Uruguay	Claro (America Movil)	In Service	Nov-07		In Service	Nov-07	
Uruguay	Telefonica Moviles /Movistar	In Service	Jul-07	EDGE	In Service	Jul-07	
USA	AT&T	In Service	Jul-04	EDGE	In Service	Dec-05	Nov-07
USA	Cincinnati Bell Wireless	Planned	Jul-08	EDGE			
USA	Edge Wireless	Planned	Sep-08	EDGE	In Deployment	Sep-08	Sep-08
USA	Stelera Wireless / Data Only	In Service	Dec-07		In Service	Dec-07	Dec-07
USA	T-Mobile USA	In Service	May-08	EDGE	In Service	May-08	Dec-08
USA	Terrestar	In Deployment	2008		In Deployment	2008	
Uzbekistan	Unitel (Beeline)	Planned	Q1 2009				
Uzbekistan	Coscom	Planned	Q1 2009				
Uzbekistan	Uzdunrobita	Planned	Q1 2009				
Zimbabwe	Econet Wireless	Planned	Q4 2008				

Tabla 6.1. Estado Global de los Operadores UMTS.

In Service (en Servicio): El operador ha lanzado comercialmente su red a los consumidores y las empresas del mercado, con equipos y/o tarjetas de datos disponibles en los puntos de venta.

Planned (En Planes): La licencia se encuentra en etapa de planificación y despliegue de red.

In Deployment (En Despliegue): El operador está contruyendo la red o ha puesto en marcha ensayos limitados de carácter no comercial.

License Awaraded (Otorgado de licencia): La Licencia ha sido otorgada, pero no ha anunciado fecha para desplegar la red.

Potencial License (Licencia Potencial): Algunos nivel de contemplación. La política del Gobierno o proceso de privatización indica que las oportunidades de concesión de licencias se puedan dar. El Operador puede anunciar que si recibe el espectro, puede desplegar la tecnología.

6.3 Viabilidad para la implementación del UMTS en México

6.3.1 Panorama de las Comunicaciones Móviles

6.3.1.1 Mercado en México²

Aunque la mayoría podría pensar que el mercado de telefonía celular en México es un mercado poco competitivo, la verdad es que es uno de los mercados más competitivos del país. El minuto tiempo aire de cada empresa celular en esencia es lo mismo, la calidad es casi la misma y las diferencias casi imperceptibles. La cobertura varia de empresa a empresa, pero en general todas tienen cubiertos las ciudades y carreteras más

² La información fue sacada de las diversas páginas de empresas de telefonía celular en México y del ex asesor jurídico personal de Carlos Slim.

importantes. Los tipos de planes y servicios son similares, obviamente cada una con sus variaciones en minutos y mensajes libres, pero en esencia también es lo mismo. En cuanto a servicios adicionales también ofrecen casi los mismos. Esto hace que su producto sea semejantes. La entrada y salida de consumidores es libre, a menos que se tenga un plan de renta con equipo se firma un contrato que puede ir de 12 hasta 24 meses y es forzoso, pero eso es por voluntad propia, porque también se pueden contratar de manera libre y no hay plazo forzoso. La entrada de empresas nuevas implica pasar grandes trámites de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Hacienda y después tener el dinero para invertir para la colocación de toda la red de antenas celulares y conseguir los permisos y las personas que renten o vendan los lugares donde las mismas serán colocadas, lo cual implica un gran costo humano y material. No es imposible entrar, pero no entran más empresas por el gran costo que implicaría hacerlo, más en un país tan grande y con una geografía tan caprichosa. Las empresas pueden salir relativamente del mercado, como lo hizo Pegaso, que le vendió la mayoría de sus acciones a Movistar. El otro punto que hace muy competitivo a este mercado es que hay competencia perfecta. Casi todas las empresas se la pasan bombardeando los medios con sus campañas publicitarias y promociones, por lo cual es casi imposible que alguna persona normal no conozca sobre las empresas. Por lo mismo, si una empresa baja el precio, las demás se ven casi obligadas a igualarlo o ponerlo a un precio semejante, pero con algunas características adicionales incluidas, lo cual hace que los precios bajen y se mantengan similares. Los consumidores toman los precios; sin embargo las empresas de telefonía no tienen tanto poder como para poder fijarlo, ya que se ven influenciados por los consumidores y el precio mundial. En resumen es un mercado muy competitivo. Este mercado sólo se ve afectado por el IVA, que es un 15% sobre el valor original del producto ofrecido y la carga del mismo es pagada en su totalidad por los

consumidores. Pues la oferta es mayor a la demanda, porque la infraestructura ahí está y los teléfonos celulares también, he ahí que los operadores ponga tantas promociones para adquirir celulares, tratando de incorporar más personas al mercado. Se piensa que crecerá el mercado en los próximos 10 años de forma impresionante, hasta que casi cualquier mexicano tenga un celular. Sin embargo, no se cree que vengan muchas nuevas empresas, pero que de lo que si se está seguro es de las nuevas fusiones entre empresas internacionales creando 4 ó 5 compañías multinacionales muy fuertes, que tengan presencia en casi todos los países del mundo, tipo Vodafone, Movistar y América Móvil.

6.3.1.2 Tendencias Tecnológicas

Entre los avances tecnológicos que tendrán mayor repercusión en el negocio de las comunicaciones móviles e inalámbricas, destaca el incremento del ancho de banda disponible en todo tipo de accesos: celulares (UMTS con HSDPA y HSUPA, 802.20), inalámbricos (WiFi, WiMAX) y fijos (ADSL2+, VDSL, cable, etc.). Igualmente importante será la migración de redes de conmutación de circuitos a redes IP, y el incremento de la capacidad y prestaciones de los terminales de usuario.

La evolución de estas tecnologías es de gran ayuda para los nuevos modelos de negocio, basados en la mejor estructura de costos de las redes IP frente a las de conmutación de circuitos y en la posibilidad de los terminales móviles de soportar consultas IP.

6.3.2 Estrategia de los Proveedores de Celulares

6.3.2.1 Estrategia en el Negocio de la Voz

En un escenario de mercado de voz celular que entra en una etapa de madurez, el objetivo principal de los proveedores es mantener el valor de la voz en movilidad, diferenciándola en su percepción de la voz fija (que

se empieza a percibir como gratuita) e intensificando las estrategias basadas en la división de clientes.

La “batalla” por las comunicaciones de voz en el interior de edificios será un elemento clave de la dinámica competitiva. Los proveedores de celulares deberán responder a las estrategias de los proveedores de telefonía fija que utilicen la capacidad de cursar voz sobre las conexiones inalámbricas de banda ancha (WiFi³), gracias a la VoIP⁴, en el interior de edificios (hogar o empresa).

Los productos convergentes fijo-móvil crecerán, pero no se considera que vayan a convertirse en los productos de comunicación líderes del mercado en los próximos 5 años. En este período, el mercado de las telecomunicaciones presentará un importante sector celular, orientado a las comunicaciones personales, un sector fijo, orientado a la banda ancha, y un sector de soluciones convergentes, con un porcentaje reducido del mercado en el período.

6.3.2.2 Estrategia en las Comunicaciones Personales

En las comunicaciones personales, cobra especial importancia el correo electrónico en el segmento empresarial. Otros servicios como la mensajería instantánea móvil (IMM) solo se impulsarán por parte de algún proveedor y especialmente si al otro proveedor empieza a prestar servicios. En cualquier caso, si el IMM se convierte en un servicio atractivo para los usuarios, todos los proveedores tendrán interés en ofrecerlo.

6.3.2.3 Estrategia en Conectividad de Banda Ancha

En conectividad, los proveedores han apostado por las tarjetas SIM para

³ Siglas del inglés (Wireless-Fidelity o Wi-fi, WiFi, Wifi, wifi) es un conjunto de estándares para redes inalámbricas y actualmente para acceder a Internet.

⁴ Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, VozIP, VoIP (por sus siglas en inglés), o Telefonía IP, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP

que el usuario pueda cambiar de celular sin perder sus datos y conectar su Computadora portátil a Internet, y por la aplicación de tarifas fijas. Los operadores cuidarán la segmentación del mercado para que la tarifa fija se asocie a conectividad de datos, y no a la voz u otros servicios.

6.3.2.4 Perspectivas en México.

Cabe esperar un crecimiento lento pero sostenido del negocio de datos en México, pero con un crecimiento inferior en ingresos al del uso de los servicios, ya que los proveedores se están viendo obligados a introducir tarifas planas.

Los proveedores en México intentarán el desarrollo del negocio de datos, especialmente en el segmento residencial, basándose en el impulso de aplicaciones y contenidos, intentando evitar la generalización de las tarifas fijas.

La capacidad de generar ingresos a partir de los servicios y aplicaciones se constituye en el elemento esencial que determinará la velocidad de desarrollo y el impulso por parte de los proveedores a la banda ancha celular.

6.3.3 Estrategias de los Proveedores en la 3G

6.3.3.1 Panorama actual de la 3G

La necesidad de responder a la demanda de nuevos servicios celulares, basados en la tendencia del mundo del Internet con las tradicionales comunicaciones de voz, junto con el interés de la Comisión Europea por aprovechar la ventaja competitiva sobre EEUU para avanzar en el despliegue de la Sociedad de la Información, estimuló el desarrollo de los nuevos sistemas móviles de 3G en Europa.

Para los proveedores europeos la 3G supone uno de los principales retos a los que se enfrentan para garantizar el crecimiento del sector móvil

durante los próximos años. La penetración del servicio es aún baja y aunque el número de celulares en el mercado continúa creciendo, solo es posible hablar de una experiencia comercial importante en los mercados japonés y coreano.

En la actualidad la 3G forma parte de la oferta de servicios de los principales proveedores europeos, aunque por el momento dando sus primeros pasos y con un retraso de aproximadamente tres años sobre el plazo inicialmente previsto para su lanzamiento. La cuestión que se plantea en estos momentos es como hacer de la 3G un negocio rentable.

6.3.3.2 Evolución de los Mercados

Para los proveedores europeos la 3G supone uno de los principales retos a los que se enfrentan para garantizar el crecimiento del sector celular durante los próximos años. Por el momento la penetración del servicio es baja y aunque el número de terminales en el mercado continúa creciendo, solo es posible hablar de una experiencia comercial importante en los mercados japonés y coreano, aunque con resultados dispares en cuanto a la rentabilidad del negocio.

6.3.3.3 Estrategias de Negocios en 3G

La 3G en Europa da sus primeros pasos tras un prolongado retraso que ha puesto en peligro su viabilidad y rentabilidad. Para conocer las claves de la 3G es conveniente analizar la estrategia de negocio de sus principales protagonistas, los proveedores.

6.3.3.4 El precio de los nuevos Servicios

El precio por los nuevos servicios 3G y los diferentes planes de tarifas de los operadores suponen uno de los condicionantes más importantes en el desarrollo del negocio. El precursor de la 3G, la 2.5G, se ha caracterizado por el cobro en función del volumen de datos consumido así como de cuotas adicionales para contenidos considerados como Premium.

Parece lógico pensar que la evolución en el aumento de capacidad de las redes 3G y la reducción de los costes gracias a la mayor eficiencia de la red con respecto a GSM/GPRS podría traer consigo la tarifa plana, al igual que ha ocurrido en Japón o Corea.

Cabe esperar en cualquier caso que los precios de la 3G no supongan una barrera para los clientes y que los esquemas de tarifa fijas se introduzcan progresivamente en el mercado, estimulando la demanda de servicios donde es primordial la necesidad de ancho de banda (descarga de música, vídeos, televisión, etc.).

6.3.3.5 Perspectivas en México.

El desarrollo de Internet móvil en México previamente se adapta al modelo de proveedor integral de servicios, en el que las compañías celulares facilitarán el acceso y crearán sus propios servicios en colaboración con nuevos agentes especializados, que dispondrán de los incentivos necesarios para desarrollar su actividad.

La estructura de precios del negocio celular cambiará con la introducción de la tecnología 3G y se intensificará la competencia en precios. Iusaccel, ofrece desde el 2003, tarifas fijas para conectividad de datos para 3G (aunque tiene límites). Telcel anunció en febrero del 2008, el lanzamiento comercial de HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) inicialmente en cuatro ciudades de México, con planes de expandir el servicio a nueve ciudades adicionales, para alcanzar un total de trece ciudades con cobertura en esta primera fase de implantaciones de HSDPA. El modelo de tarifa fija se extenderá progresivamente a otros elementos de negocio.

6.3.4 Escenario para el 2009-2010

Se espera que en el 2009-2010, se tenga buenas nuevas para México en

las comunicaciones celulares donde se deberían dar las siguientes condiciones:

1. Contar con operadores móviles de red (OMR) ofreciendo servicios de movilidad de 3G. En zonas rurales o de poca población, donde el compartir infraestructuras entre varias compañías celulares debe ser una opción razonable.
2. Contar con compañías que ofrezcan un acceso móvil continuo, de banda ancha y con servicios avanzados, adaptados a las necesidades de los usuarios.
3. Contar con compañías que ofrezcan servicios unidos basados en terminales multiacceso (3G, WiFi, WiMax, etc.)
4. Contar con una oferta rica y variada de aplicaciones, servicios y contenidos para particulares y empresas que exploten al máximo las capacidades ofrecidas por la banda ancha en celulares, la conectividad IP y la gran capacidad de proceso, almacenamiento y mayor resolución y calidad de las pantallas de las nuevas generaciones de celulares.

Por otra parte, las compañías celulares, deberán tener el marco adecuado que les estimule a invertir y desplegar las nuevas tecnologías de red que se mencionan en esta tesis.

6.3.5 Postura actual del Gobierno ante las Telecomunicaciones

“Sin una reforma en este ámbito, el negocio de telefonía y datos tendrá avances, pero disparejos”.

La inercia del mercado y nuevas tecnologías impulsan las telecomunicaciones en México, pero la falta de cambios para regular la participación de las empresas provoca que ese negocio crezca disparejo, dependiendo de qué rubro se trate.

Un estudio de The Economist Intelligence Unit (EIU) pronostica que en los próximos cuatro años en el mercado de telecomunicaciones del País habrá mayor demanda de nueva tecnología, como servicios de tercera generación. De manera específica, el análisis prevé un fuerte aumento en las suscripciones de telefonía móvil, respaldado por los crecientes ingresos personales y por la liberalización del mercado. Esto propiciará, a finales de 2010, una tasa de penetración de la telefonía celular de 61%, inferior a la de Argentina, Brasil y Chile.

Por el contrario, la penetración de las líneas fijas crecerá más lentamente, y en 2010 será de poco más de 20 cada 100 habitantes, limitada por la falta de avances en las reformas que agilizarían su ejecución y abrirían el sector a una mayor participación.

El análisis de EIU añade que es probable que prevalezca el dominio de Telmex en el mercado de las telecomunicaciones, junto con América Móvil (Telcel), ambas propiedad de Carlos Slim. La participación de mercado de Telmex está fuertemente arraigada y la empresa ha demostrado su determinación de defender su espacio. El gobierno ha sido cauteloso al momento de impulsar sus propuestas de reforma, ante el temor de que esto pudiera desestabilizar a la principal compañía de telefonía fija, en un momento en que sus competidores están en una posición débil para invertir en ese segmento de negocio.

Las propuestas del gobierno para una nueva legislación en telecomunicaciones remplazarían lo establecido en 1995, justo antes de un primer intento de apertura del sector.

Aunque todos los partidos políticos participaron en la redacción del anteproyecto de ley, las reformas están sujetas a las demoras del Congreso.

De aprobarse el nuevo proyecto, sus alcances se harían notar en las concesiones, el acceso a interconexiones y la regulación.

En primer lugar, ampliaría los poderes de la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel), el regulador de la industria de las telecomunicaciones, que hasta ahora ha estado bajo la jurisdicción de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte. Probablemente, la Cofetel recibiría un presupuesto propio y se transformaría en un ente regulador independiente, con poderes y autoridad para imponer sanciones.

También alentaría acuerdos para que Telmex comparta líneas, permitiendo así la apertura, hasta cierto nivel, de la red local de la compañía telefónica. Telmex domina 95% de la telefonía local, 80% del tráfico de larga distancia y aproximadamente 70% de los servicios de internet.

El nuevo proyecto también eliminaría el límite de 49% de propiedad para las compañías extranjeras en la telefonía de líneas fijas (si bien esto ya sucedió en 2001, cuando Banamex-Accival, accionista mayoritario de Avantel, fue vendido a la firma de EU Citibank). Finalmente, introduciría un marco para el financiamiento de los servicios de telecomunicaciones donde la rentabilidad es baja. Por ejemplo, en ocho de los estados más pobres del sur del país la densidad telefónica es de entre cinco y 10 líneas por cada 100 habitantes.

Actualmente existe un potencial inmenso con el gasto en tecnología de la información (TI) en México se estima en 1.4% del PIB, extremadamente bajo en comparación con el promedio de 4.3% del PIB que registran otros países integrantes de la OCDE⁵.

Datos de la consultora Pyramid Research señalan que al cierre de 2005 había en los hogares 11.2 PC cada 100 habitantes, y sólo un suscriptor de banda ancha para la misma proporción. Esto acentúa el gran potencial de crecimiento a mediano plazo.

⁵ (OCDE) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

El programa de desarrollo del gobierno de Vicente Fox Quesada confirió alta prioridad a la promoción de la administración electrónica (e-gobierno) y al desarrollo de la industria del software (hoy en día extremadamente pequeña). En ese contexto, el programa de desarrollo de software que el gobierno puso en marcha en 2002 (denominado Prosoft) se ha propuesto el ambicioso objetivo de producir contenido por un valor de 5,000 millones de dólares para 2010. Prosoft aspira a posicionar al país como un centro global de fabricación de software que promueva una mayor competitividad económica y una gran ventaja para el aspecto de las telecomunicaciones.

El vehículo del gobierno para promover el e-gobierno es combatir la corrupción y reducir la burocracia, e impulsar el desarrollo del comercio electrónico, que está en su fase inicial. Actualmente casi 80% de las transacciones del gobierno se llevan a cabo en línea y está en marcha un cambio para completar los formularios de reintegro de impuestos también vía electrónica.

A medida que la penetración del Internet en casa (llamémoslo Internet públicos, escuelas, hogares, etc.) como también en telefonía celular sea mayor y también más habitual el uso de tarjetas de crédito, crecerá el comercio electrónico. Los actuales líderes en esta área son el grupo de tiendas departamentales Sanborns (de Carlos Slim), los bancos Banamex, HSBC y BBVA-Bancomer, y el sitio de noticias y portal de comercio electrónico todito.com.

CONCLUSIÓN

Como conclusión, sabemos que las telecomunicaciones modernas son un estimulante necesario y poderoso para la economía de las naciones. En el futuro, una porción cada vez mayor de las operaciones comerciales dependerá de las telecomunicaciones. La tecnología inalámbrica moderna ofrece la posibilidad de llevar servicios de telecomunicaciones de avanzada a personas que viven fuera de las grandes aglomeraciones urbanas y que quizás ni siquiera cuentan hoy con telefonía fija. Esto permitiría administrar un negocio incluso desde un pequeño pueblo y aún así mantenerse en contacto con los clientes y proveedores. Con la tecnología satelital hasta los puntos más remotos de un país pueden tener acceso a servicios avanzados. La tecnología terrestre garantizará suficiente capacidad para las áreas más densamente pobladas. De este modo, lejos de ser un lujo de pocos, UMTS tiene la posibilidad de convertirse en el principal canal de telecomunicaciones del futuro y en un soporte indispensable para un desarrollo económico saludable de México.

Los grandes avances en tecnologías celular han hecho posible la evolución de los sistemas GSM 2G para incorporar GPRS o EDGE, y la concepción de los nuevos sistemas de telefonía celular 3G como UMTS. La flexibilidad en la creación de nuevos servicios se logra gracias a una arquitectura de servicios abierta con interfaces estandarizados que permiten la aparición en el sector de las telecomunicaciones móviles de nuevos actores como son los proveedores de servicios y contenidos. La introducción de UMTS será gradual creando secciones de UMTS que interoperarán con las redes GSM existente. La arquitectura de red R'99 se ha diseñado para facilitar este proceso de migración.

La elección de la mejor tecnología para proveer mejores servicios a bajo costo es primordial para los operadores de servicios inalámbricos. Las inversiones que se están realizando por parte de los operadores, tanto en infraestructura como la adquisiciones de nuevas frecuencias, son muy altas y la mayoría de ellos no han recuperado la inversión de la segunda generación y ya viene otra en camino.

La tecnología preferida para los sistemas de 3G dependerá tanto de factores tecnológicos, políticos y económicos. Los factores técnicos son aquellos que involucran las velocidades de transmisión proveídas por los sistemas y el desempeño y capacidad de la red, la cual dictará el número de usuarios que soportará cada radio base. Los factores políticos involucran acuerdos entre organismos de estándares, tomando en cuenta los diferentes puntos de vista de cada partido político, estado de la república o región.

En esta última década la telefonía celular en México ha evolucionado enormemente, es una industria que ha madurado y absorbido tecnologías de vanguardia. Al día de hoy, podría decirse, que existe una sana competencia. Se acabó con aquel dúopolio que existía en cada una de las 9 regiones, y ha sido remplazado por un ambiente de competencia nacional al existir varios operadores. En el transcurso de esta última década se ha visto en nuestro país una contracción de las compañías celulares y sobrevivirán aquellas que ofrezcan las mejores tarifas, la más amplia cobertura y que ofrezcan los mejores servicios, en diversidad y calidad.

Por otro lado, el factor económico juega un factor muy importante en la selección y puesta en marcha de cualquier tecnología en el mercado. Se

trata de que las inversiones en capital de nuevas tecnologías puedan aprovechar la compatibilidad hacia atrás con las redes existentes. Por eso la selección cuidadosa de una nueva tecnología dictará su éxito o su fracaso en la sociedad tomando muy en cuenta los factores anteriores y darle la prioridad a las necesidades de los usuarios quienes son a última hora los que deciden el éxito y el fracaso de cualquier tecnología.

Como investigaciones Futuras, hay que tomar mucho en cuenta que la telefonía celular ha tenido un gran crecimiento en nuestro país, de eso no hay duda, y aunque la teledensidad es aproximadamente del 33%, todavía hay mucho por hacer, ya que en otros países la penetración de la telefonía celular supera el 90%. Es por eso que hay que estar pendientes de las nuevas tecnologías venideras, que en su caso se menciona la cuarta generación que es la más próxima a llegar.

La telefonía celular avanza hacia la cuarta generación, esta cuarta generación tiene como principal objetivo, unir a todos los sistemas de comunicación inalámbrica, crear una interconexión transparente para el usuario y con todos los servicios de estos sistemas a su disposición. Con la tercera y cuarta generación de telefonía celular se quiere *cambiar de la época de información a la época de la conectividad*. Estar siempre conectado.

En esta cuarta generación se espera que todas las redes estén completamente integradas y un usuario pueda recibir cualquier servicio ya sea de voz o de datos, Esto sin el conocimiento explícito del usuario acerca del sistema que esté utilizando, Los requerimientos hechos para 4G son una velocidad de transmisión entre 50 y 100 Mbps, capacidad 10 veces mayor a los sistemas de 3G, con un servicio transparente, una

arquitectura de la red flexible y un costo menor del sistema en general (de .10 a .01 comparado con los sistemas de 3G).

Por consiguiente hay que registrar los avances en el proceso de interconexión de los diferentes sistemas, ya que hoy en día, siguen solamente en propuestas. Los servicios adicionales que se agregarán cuando este disponible la interconexión, la transición y las propuestas para telefonía celular de la 3G a 4G, incluirán técnicas de acceso múltiple, modulaciones, nuevas técnicas para aumento de velocidad, mejor aprovechamiento de la potencia, entre otras cosas.

Apéndice A

Acrónimos.

1G	First Generation	Primera Generación de Telecomunicaciones Móviles
2G	Second Generation	Segunda Generación
2.5G	Evolution 2G to 3G	Evolución de 2G a 3G
3G	3rd Generation	Tercera Generación
3GPP	Third Generation Partnership Project	Proyecto Conjunto para la Tercera Generación de Móviles
A		
AAC	Advanced Audio Coding	Código de Audio Avanzado
AN	Access Network	Red de Acceso
AMPS	Advanced Mobile Phone Service	Servicio Telefónico Móvil Avanzado
AMR	Adaptive Multi Rate (speech codec)	Multi Rango Adaptativa (Codec de voz)
AuC	Authentication Center	Centro de Autenticación
B		
BCH	Broadcast Channel	Emisión de canales
BER	Bit Error Rate	Rango de error del Bit
C		
CAMEL	Customised Applications for Mobile networks Enhanced Logic	Aplicaciones Personalizadas para Redes Móviles de Lógica Mejorada
CDMA	Code Division Multiple Access	Acceso Múltiple por División de Código
CN	Core Network	Núcleo de Red
CPICH	Common Pilot Channel	Canal piloto común
CS	Circuit Switched	Circuito de Switcheo
CSE	CAMEL Service Environments	Ambiente de servicios CAMEL
D		
D-AMPS	Digital-AMPS	AMPS digitales

DCH	Dedicated Channel	Canal Dedicado, que está asignado en el DPCH
DCT	Discrete Cosine Transform	Transformación discreta de coseno
DL	DownLink	Canal de bajada
DPCH	Dedicated Physical Channel	Canal Dedicado Físico
DPCCH	Dedicated Physical Control Channel	Canal dedicado de control Físico
DPDCH	Dedicated Physical Data Channel	Canal dedicado de Datos Físico
E		
Ec/No	Received energy per chip divided by the power density in the band	Recepción de energía por chip dividido por la densidad de potencia en la banda
EDGE	Enhanced Data for Global Evolution	Datos Mejorados para la Evolución Global
EFR	Enhanced Full Rate (speech codec)	Aumento de la tasa completa (codec de voz)
EIR	Equipment Identity Register	Registro de Identidad del Equipo
F		
FACH	Forward Link Access Channel	Link de Canal de Acceso Adelantado
FIGS	Fraud Information Gathering Services	Fraude de Recopilación de Información de Servicios
FTP	File Transfer Protocol	Protocolo de Transferencia de Archivos
G		
GGSN	Gateway GPRS Support Node	Nodo de Soporte de la Puerta de Enlace GPRS
GMSC	Gateway MSC	Puerta de enlace MSC
GPRS	General Packet Radio Service	Servicio General de Paquetes vía Radio
GPS	Global Positioning System	Sistema de Posicionamiento Global
GSM	Global System for Mobile communications	Sistema Global de Telecomunicaciones Móviles
H		
HLR	Home Location Register	Registro de Localización en Casa
HSCSD	High-Speed Circuit-Switched	Alta velocidad de datos en circuitos conmutados
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	Alta Velocidad de Acceso de Bajada Paquetes
HPLMN	Home Public Land Mobile Network	Inicio de Red Móvil Terrestre Pública

I

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IETF	Internet engineering task force	Grupo de tareas de ingeniería de Internet
IMEI	International Mobile Equipment Identity	Identidad Internacional de Equipo Móvil
IMSI	International Mobile Subscriber Identity	Identidad Internacional de Abonado Móvil
IMT-2000	International Mobile Telecommunications – 2000	Telecomunicaciones Móviles Internacionales – 2000
IN	Intelligent Network	Red Inteligente
IP	Internet Protocol	Protocolo de Internet
ISDN	Integrated Services Digital Network	Red Digital de Servicios Integrados.
IT	Information Technology	Tecnología de Información
ITU-T	ITU Telecommunication Standardisation Sector	El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT
J		
JPEG	Joint Photographic Experts Group	Grupo de Expertos de Fotografía Conjunta
M		
ME	Mobil Equipment	Equipo Móvil
MexE	Mobile Station (Application) Execution Environment	Entorno de Ejecución de Aplicaciones de Estaciones Móviles
MIDI	Musical Instrument Digital Interface	Interfase Digital de Instrumento Musical
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions	Extensión Multipropósito del Correo de Internet
MM	Multimedia Messaging	Mensajería Multimedia
MMS	Multimedia Messaging Service	Servicios de Mensajería Multimedia
MPEG-4	Moving Picture Experts Group	Grupo de Expertos de Fotografía en Movimiento
MS	Mobile Station	Estación Móvil
MSC/VLR	Mobile Services Switching Centre/Visitor Location Register	Centro de Switcheo de Servicios Móviles / Registro de localización de Visitantes
N		
NMT	Nordic Mobile Telephony	Teléfonos Móviles Nórdicos

O

OSA	Open Service Architecture	Arquitectura de Servicios Abierta
OSS	Operators specific Services	Servicios Específicos del Operador
P		
PDA	Personal Digital Assistant	Organizador Personal de Digital
PDC	Personal Digital Cellular	Celular Digital Personal
PIC	Parallel Interference Canceller	Cancelador de Interferencia Paralela
PLMN	Public Land Movil Network	Red Pública de Tierra Móvil
PS	Packet Switched	Switchero de paquetes
PSTN	Public Switched Telephone Network	Red Pública de Telefonía Conmutada
Q		
QoS	Quality of Service	Calidad de Servicio
R		
RAB	Radio Access Bearer	Radio Acceso al Portador
RAN	Radio Access Network	Red de Radio Acceso
RNC	Radio Network Controller	Controlador de la Red de Radio
RRM	Radio Resource Management	Comisión de Recursos de Radio
RSCP	Received Signal Code Power	Código de Poder de la Señal Recibida
RSSI	Received Signal Strength Indicator	Indicador de la señal recibida
S		
SCF	Service Capacity Factor	Factor de capacidad de servicio
SCS	Service Capacity Server	Capacidad de los servicios de Servidor
SDU	Service Data Unit	Unidad de Servicio de Datos
SF	Spreading Factor	Factor de Expansión
SGSN	Serving GPRS Support Node	Nodo de Soporte para el Servicio de GPRS
SIC	Sussecive Interface Canceller	Cancelador Sucesivo de Interfaces
SIM	Subscriber Identity Module	Modulo de Identidad del Suscriptor

SIR	Signal to Interference Ratio	Relación Señal a interferencia
SMS	Short Message Service	Servicio de Mensajes Cortos
SPNP	Supports Private Numbering Plan	Apoyo al Plan Privado de Numeración
SS	Spread Spectrum	Espectro Ensanchado
SVG	Scalable Vector Graphics	Gráficos de Vector Escalable
T		
TACS	Total Access Communication System	Sistemas de Comunicaciones de Acceso Total
TDMA	Time Division Multiple Access	Acceso Múltiple por División de Tiempo
TPC	Transmission Power Control Range	Rango de Control de Potencia de Transmisión
TX	Transmit	Transmisión
TX Power	TX Power	Poder de Transmisión
U		
UE	User Equipment	Equipo del Usuario
UICC	Universal Integrated Circuit Card	Tarjeta universal de Circuito integrado
UIT	In Spanish	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UL	UpLink	Canal de subida
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles
USAT	USIM Application Toolkit	USIM Herramientas de Aplicación
USIM	User Service Identity Module	Modulo de Identidad de Servicios de Usuario
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access	Acceso Radio Terrestre de UMTS
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network	Red de Acceso Radio Terrestre de UMTS
V		
VHE	Virtual Home Environment	Entorno de Hogar Virtual
VLSI	Very Large-Scale Integration	Muy Gran Escala de Integración
VPN	Virual Privated Netwoork	Red Privada Virtual
W		

WAP	Wireless Application Protocol	Protocolo de Aplicación Inalámbrica
W-CDMA	Wide-band Code Division Multiple Access	Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha
X		
XHTML	eXtensible Hypertext Markup Language	Lenguaje Extensible de Marcado de Hipertexto

BIBLIOGRAFÍA

1. AGHVAMI, GROVES, Hamid, Ian, **Umts / Imt 2000**, Editorial John Wiley & Sons, EUA, 2001, pp 320.
2. ANDERSSON, Christoffer, **GPRS and 3G Wireless Applications: Professional Developer's Guide**, Editorial compueta de libros y CD-Rom, España, 2001, pp 352.
3. CASTRO, Jonathan p. **The UMTS Network and Radio Access Technology**, Editorial John Wiley & Sons, EUA, 2001, pp 381.
4. HARTE, Lawrence y otros, **3G Cellular and PCs Demystified**, Editorial McGraw-Hill, EUA, 2001, pp 500.
5. HOLMAN, Harri, **WCDMA for UMTS: Radio Access for Third Generation Mobile Communication**, Editorial John Wiley & Sons, EUA, 2000, pp 322.
6. MURATORE, Flavio, **UMTS Mobile Communications for the Future**, Editorial John Wiley & Sons, EUA, 2001, pp 264.
7. PRASAD, Ramjee, y otros, **Third Generation Mobile Communication Systems (Artech House Universal Personal Communications Library)**, Editorial Artech House, EUA, 2000, pp 470.

8. SMITH, COLLINS, Clint, Daniel, **3G Wireless Network**, Editorial McGraw-Hill, EUA, 2004, pp 604.

9. VACCA, John R. **Wireless Broadband Networks Handbook**, Editorial McGraw-Hill, EUA, 2001, pp 816.

10. WEBB, William, **The Complete Wireless Communications Professional: A Guide for Engineers and Managers (Artech House Mobile Communications Library)**, Editorial Artech House, EUA, 2002, pp 424.

OTRAS FUENTES:

<http://www.3gamericas.org>

<http://www.elfinanciero.com.mx>

<http://www.umts-forum.org>

<http://www.umtsworld.com>