



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

“PROPUESTA DE MIGRACIÓN HACIA UNA RED DE
TELEFONÍA CELULAR DE 4G”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTAN:

JOSÉ ROBERTO LEÓN BAUTISTA
JOVANY SIERRA HERNÁNDEZ

ASESOR:

M. en C. EVA JANINE LEZAMA ESTRADA

Pachuca de Soto Hidalgo, México. Junio del 2007

Agradecimientos

El camino hacia el éxito está lleno de dificultades, pero sin embargo cuando uno alcanza a ver la meta, sentirla y llegar a ella, estas dificultades pasan a segundo término.

Primero quiero agradecer a Dios por colocarme en este tiempo y con mi familia, por permitirme terminar una carrera universitaria y lograr el objetivo de titularme, por todas las cosas buenas y malas que me has dado, gracias.

Agradecer a mis papas Nicolás y Perfecta que fueron el sostén y la fuente de mi persona, sin ellos, sin sus palabras, sin su aliento, sin sus regaños, no hubiera sido posible lograr esto, ellos que son capaces de quitarse un pan de la boca y ofrecérmelos a mí, hermana y a mí, con cariño, amor y respeto, gracias papas.

A mi pequeña hermana Karolina, parte importante de este logro, ya que sin su apoyo, y su cariño, tampoco hubiera logrado mis metas, se que siempre estarás ahí para apoyarme, y yo a ti, no lo dudes, gracias Karo.

A mis abuelos, a mis tíos, a mis primos, y al resto de mi familia, gracias por apoyarme también, por ser como son, y con esto yo ser como soy, espero ser un buen ejemplo para mis primos, especialmente para mi primo Gabriel, ya lo sabes chamaco, cuentas en mí a un hermano, no lo olvides, Sergio y Gustavo, lo mismo digo, gracias a todos ustedes.

A mis amigos, Edisan, Neftali, Cristian, Aldo, Waldo, Octavio, Kenny, Julio, Lorena Xanat, Annel, Caro y a toda esa bandera que me acompañó a lo largo del camino, que compartimos interminables jornadas e interminables aventuras hoy queda el recuerdo de esos días y solo resta decirle gracias, se que cuento con ustedes para el resto de mi vida.

A mi amigo Jovany, participe en este viaje lo hemos logrado, tienes en mí a un amigo para siempre, gracias.

Quiero agradecer a una niña que recién conocí en diciembre, y se ha convertido en una de mis mejores amigas, ella de manera indirecta fue la causa de que yo terminara mi tesis ya que al saber que estaba en el mismo lugar que yo, fue un motivo para ir a sacar adelante este trabajo a Pachuca y después poder ir a verla, gracias Selene, amigos hasta la eternidad.

Por último y no menos importante, quiero agradecer a mi asesora M. en C. Eva Janine Lezama Estrada, por apoyarme en el camino y servirme de guía, gracias miss y a todos mis maestros, a todas las personas que nos ofrecieron sus conocimientos sin ellos no hubiera sido posible esta meta, gracias a todos ustedes.

Sin más que un gran GRACIAS.

ROBERT



RESUMEN

En el presente trabajo, se realizó una retrospectiva del proceso evolutivo de las redes de telefonía celular en México y en el mundo para llegar a la cuarta generación de telefonía móvil, explicamos las tecnologías existentes en el ámbito de telefonía celular y realizamos un análisis de cada una de ellas, así como de las compañías que ofertan el servicio en México.

Analizamos las deficiencias existentes en las empresas de telefonía celular para poder acceder a la cuarta generación de telefonía móvil y tratamos de dar una solución a las mismas y realizamos nuestra propuesta de estación base de última generación que si bien no es definitiva ni única, si puede ser tomada como punta de lanza en el desarrollo de las mismas.

Al igual manufacturamos una propuesta de colocación de una célula de 4G la cual nos sirve como base para el desarrollo de la misma.



Índice de contenido

Índice de figuras.....	V
Índice de graficas.....	VI
Índice de tablas.....	VI
Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Justificación.....	4
Estructura de la tesis.....	5
CAPITULO I	
1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	6
1.1 Como funcionan los teléfonos celulares.....	6
1.2 Componentes de un teléfono celular.....	8
1.3 Tecnologías de acceso celular.....	9
1.3.1 Camino evolutivo de las redes CDMA.....	11
1.3.1.1 CdmaOne.....	12
1.3.1.2 CdmaOne/IS-95-A.....	12
1.3.1.3 CdmaOne/IS-95-B.....	12
1.3.1.4 Cdma2000.....	13
1.3.1.5 Cdma2000 fase I.....	13
1.3.1.6 Cdma2000 fase II.....	13
1.3.1.7 Cdma2000 1XEV.....	14
1.4 Las generaciones de telefonía inalámbrica.....	15
1.4.1 Primera generación (1G).....	15



1.4.2 Segunda generación (2G).....	16
1.4.3 Generación 2.5.....	18
1.4.4 Tercera generación (3G).....	19
1.4.4.1 Evolución de los sistemas celulares a 3G.....	20
1.5 Estándares de comunicación móvil.....	22
1.5.1 Global System for Mobile Communications (GSM).....	22
1.5.1.1 Canales Lógicos GSM.....	24
1.5.1.2 Protocolo GPRS.....	25
1.5.1.2.1 Arquitectura de la red.....	30
1.5.2 Uso simultaneo de los servicios GSM y GPRS.....	33
1.5.3 GSM Evolution (EDGE).....	35
1.6 Protocolos de transmisión de datos.....	36
1.6.1 Frame Relay.....	36
1.6.2 ATM.....	38
1.6.3 Wireless Application Protocol (WAP).....	39
1.6.4 High Speed Circuit-Switched Data (HSCSD).....	41

CAPITULO 2

2. INTRODUCCIÓN A LA CUARTA GENERACIÓN.....	42
2.1 UMTS.....	42
2.1.1 Principales características.....	43
2.1.2 Ventajas del UMTS.....	45
2.1.3 Arquitectura del sistema UMTS.....	46
2.2 WCDMA.....	48
2.2.1 Compatibilidad.....	49
2.2.2 Características y beneficios.....	49
2.2.3 Aplicaciones y futuros servicios.....	52
2.2.4 Soporte IP.....	53
2.3 IP en 3G.....	53
2.3.1 Ventajas y desventajas de IP en 3G.....	53



2.4 Wi-Fi y la familia de tecnologías GSM.....	54
2.5 Wimax.....	55
2.5.1 Estandarización.....	56
2.5.2 Características.....	58
2.5.3 Comparativa de Wimax Frente a otras Tecnologías.....	58
2.5.4 Aplicaciones.....	60
2.6 HSUPA.....	61
2.7 HSDPA.....	61

CAPITULO 3

3. COMPONENTES DE UNA RED CELULAR DE ÚLTIMA GENERACIÓN	66
3.1 Estación base.....	66
3.1.1 Sistema de estación base (BSS).....	66
3.1.2 Estación de control y conmutación.....	70
3.1.3 Radio canales.....	70
3.1.3.1 tipos de radio canales.....	71
3.2 Estructura GSM.....	72
3.2.1 Mensajes de texto.....	76
3.3 Antenas.....	78
3.3.1 ¿Que es una antena?.....	78
3.3.2 Parámetros generales de una antena.....	79
3.3.2.1 Impedancia.....	79
3.3.2.2 Eficiencia.....	80
3.3.2.3 Patrón de radiación.....	80
3.3.2.4 Campos cercanos y lejanos.....	81
3.3.2.5 Ganancia directiva y ganancia de potencia.....	81
3.3.2.6 Polarización de la antena.....	82
3.3.2.7 Ancho del haz de la antena.....	82
3.3.2.8 Ancho de Banda de la antena.....	82
3.3.3 Antenas utilizadas actualmente es estaciones de telefonía móvil...	83
3.3.3.1 Antenas omnidireccionales.....	84



3.3.3.2 Antenas panel.....	85
CAPITULO 4	
4. TELEFONÍA CELULAR EN MÉXICO.....	91
4.1 Antecedentes históricos.....	93
4.1.1 Historia de las empresas.....	93
4.2 Áreas de cobertura.....	101
4.3 Servicios multimedia.....	104
4.3.1 NEXTEL (push-to-talk).....	106
4.3.1.1 Tecnología IDEN.....	106
4.4. Aspectos técnicos.....	108
4.5 Presentación de problemas.....	109
4.5.1 Caso Iusacell.....	110
4.5.2 Caso Telcel.....	110
4.5.2.1 Problemática para el cambio de generación – caso Telcel.....	111
4.6 Componentes de una red 4G.....	112
4.6.1 Estación base.....	112
4.6.1.1 Nodo B.....	113
4.6.1.2 RNC.....	113
4.6.1.3 MSC.....	113
4.6.1.4 SGSN.....	114
4.6.2 Bandas de transmisión.....	114
4.6.3 Antena.....	115
4.6.3.1 Especificaciones.....	116
4.6.3.2 Referencias matemáticas de la antena.....	117
4.6.4 Servicios 4G.....	120
4.7 Instalación de la célula para la tecnología de 4G.....	122
Conclusiones.....	125
Glosario.....	127
Bibliografía.....	133



Índice de figuras

Fig.1.1 Acomodo y forma de celdas de telefonía celular.....	6
Fig. 1.2 Componentes de un teléfono celular.....	8
Fig. 1.3 Torre de base GSM.....	23
Fig. 1.4 Estructura GPRS.....	28
Fig. 1.5 Arquitectura del protocolo para transferencia de información entre Terminal -móvil.....	31
Fig. 1.6 Modelo de red GPRS.....	34
Fig. 2.1 Arquitectura sistema UMTS.....	47
Fig. 2.2 Estándar Wimax.....	56
Fig. 2.3 Posicionamiento de estándares gíreles.....	57
Fig. 2.4 Modulación digital QAM.....	65
Fig. 3.1 Estructura GSM.....	72
Fig. 3.2 Arquitectura para mensajes de texto.....	77
Fig. 3.3 Antena celular.....	83
Fig. 3.4 Antenas omnidireccionales.....	84
Fig. 3.5 Antenas panel.....	85
Fig. 4.1 Evolución telefonía celular en México.....	92
Fig. 4.2 Evolución de tecnologías de telefonía móvil.....	92
Fig. 4.3 Áreas de cobertura.....	101
Fig. 4.4 Estructura de estación base para 4G.....	112
Fig. 4.5 Antena UMTS para 4G.....	115
Fig. 4.6 Andrew software.....	120
Fig. 4.7 Vista aérea c.u. UAEH.....	123
Fig. 4.8 Vista aérea Pachuca centro.....	124



Índice de graficas

Grafica 1.1 Acceso múltiple por división de frecuencia.....	10
Grafica 1.2 Acceso múltiple por división de tiempo.....	10
Grafica 1.3 Acceso múltiple por división de códigos.....	11
Grafica 1.4 Evolución CDMA.....	12
Grafica 1.5 Fases CDMA.....	15
Grafica 1.6 Evolución sistemas celulares en el mundo.....	20
Grafica 1.7 Evolución protocolos.....	21

Índice de tablas

Tabla 1.1 Proceso de una llamada GPRS en una estación móvil.....	4
Tabla 1.3 Velocidades de transmisión.....	36
Tabla 2.1 Características wireless.....	58
Tabla 4.1 Especificaciones antenas UMTS.....	116



Introducción.

El hombre necesita comunicarse. El apetito insaciable de conocimiento y la tendencia a la evolución, han logrado cambios drásticos a través de la historia.

En esta era la información es de valor incalculable, donde el poder se mide por el conocimiento; las personas pueden trabajar desde sus casas, recibir clases a través de Internet, se tienen bancos de datos inmensos, entre otras cosas.

El momento histórico en donde nos encontramos, esta bien marcado por los adelantos en las comunicaciones. Estos adelantos nos han llevado a tener comunicaciones celulares, tan de moda últimamente;

Los sistemas celulares de la actualidad soportan video, audio (mp3), navegar por Internet, etc. Estos sistemas se conocen como sistemas de telefonía celular de 3 Generación.

Las tecnologías inalámbricas han tenido mucho auge y desarrollo en estos últimos años.

Desde sus inicios a finales de los 70 ha revolucionado enormemente las actividades que realizamos diariamente. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios; las hace sentir más seguras y las hace más productivas.

A pesar de que la telefonía celular fue concebida estrictamente para la voz, la tecnología celular de hoy es capaz de brindar otro tipo de servicios, como datos, audio y video con algunas limitaciones. Sin embargo, la telefonía inalámbrica del mañana o del presente en países desarrollados hace realidad este tipo de transferencia de datos sin marcadas limitaciones.



Antecedentes.

Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología, a él se le considera como "el padre de la telefonía celular" al introducir el primer radioteléfono, en 1973, en Estados Unidos, mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 cuando aparecieron los primeros sistemas comerciales en Tokio, Japón por la compañía NTT.

En 1981, los países nórdicos introdujeron un sistema celular similar a AMPS (Advanced Mobile Phone System). Por otro lado, en Estados Unidos, gracias a que la entidad reguladora de ese país adoptó reglas para la creación de un servicio comercial de telefonía celular, en 1983 se puso en operación el primer sistema comercial en la ciudad de Chicago.

Con ese punto de partida, en varios países se diseminó la telefonía celular como una alternativa a la telefonía convencional inalámbrica. La tecnología tuvo gran aceptación, por lo que a los pocos años de implantarse se empezó a saturar el servicio. En ese sentido, hubo la necesidad de desarrollar e implantar otras formas de acceso múltiple al canal y transformar los sistemas analógicos a digitales, con el objeto de darles cabida a más usuarios. Para separar una etapa de la otra, la telefonía celular se ha caracterizado por contar con diferentes generaciones y cada una de ellas con características únicas que hacen posible su identificación



Justificación.

En México las tecnologías llamadas de “punta” tardan bastante en aparecer quedando rezagados respecto a economías del primer mundo. Actualmente en el país se cuenta con una infraestructura intermedia para dar el salto de la segunda a la tercera generación de telefonía móvil, esto no quiere decir que esta tecnología es obsoleta y que no puede evolucionar ya que la infraestructura existente puede ser aprovechada al máximo de su rendimiento, esto con el afán de que la transición no conlleve grandes costos.

Con la llegada de la cuarta generación a nuestro país es posible tener un aparato que sea una ventana al mundo es decir podemos tener en nuestras manos un teléfono capaz de transmitir datos a velocidades inimaginables, podríamos hacer transferencias bancarias desde nuestro móvil, videoconferencias en tiempo real, navegar por la Web, bajar música y video. Es decir no solamente tendríamos un aparato para comunicarnos si no un centro multimedia con acceso al mundo.

Es por esto que nos dimos a la tarea de ofrecer una alternativa de instalación para su rápido desarrollo y crecimiento de la telefonía celular en México y con esto avanzar a pasos más rápidos hacia el primer mundo.



Objetivos.

Objetivo general.

El avance tecnológico a modificado la manera de ver la vida actualmente, y en este rubro las telecomunicaciones no ha quedado exentas, hoy es posible realizar variadas tareas desde una terminal móvil, mas sin embargo esta tecnología no esta al alcance de la mayoría (países), algunos tardan en desarrollarla y/o adquirirla, y esto retrasa su desarrollo mismo.

Por lo tanto es importante darse a la tarea de investigar estas tecnologías y si es posible desarrollarlas para que el país no quede en un estancamiento crónico del cual es difícil salir.

El objetivo del presente trabajo es conocer las tecnologías de avanzada en cuanto a comunicaciones móviles (celulares) se refiere, para su mejor comprensión y posterior aplicación en el medio y con esto entender que es posible tener tecnología de punta sin necesidad de esperar una cantidad de tiempo importante.

Objetivos específicos.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Conocimiento de protocolos y modos de acceso de telefonía celular.
- Estructuración de una estación base de última generación.
- Acceso a tecnologías de punta de una mayor cantidad de abonados.
- Evitar estancamiento tecnológico en México.



Estructura de la tesis.

Este trabajo esta dividido en cuatro capítulos y su respectiva bibliografía, a continuación resumimos cada uno de ellos.

En el capitulo 1 haremos una retrospectiva de la telefonía móvil es decir explicaremos algunos conceptos generales así como la evolución de esta misma. Enfocada a la tercera generación ya que esta tiene las bases para el paso a la cuarta generación.

Para el capitulo 2 nos enfocaremos en la introducción hacia la telefonía de cuarta generación, revisaremos estándares, protocolos que serán de gran importancia para comprender esta tecnología. Todo lo visto en estos dos capítulos nos ayudara a comprender los cambios y adaptaciones que sufre la telefonía móvil cada vez que pasa de una generación a otra.

En el capitulo siguiente, conoceremos los componentes de una red de telefonía móvil de ultima generación, es decir estudiaremos estaciones base, antenas, etc.

Para el ultimo capitulo, haremos un estudio de las compañías de telefonía móvil, su historia y su presencia en México a nivel física y corporativamente, así como desglosaremos sus problemas para su adaptación a 4G y trataremos de aplicar una solución a los mismos, para que la convergencia sea lo mas satisfactoriamente posible y adecuada, tanto para las empresas como para los usuarios.

Finalmente daremos a conocer las conclusiones a las que hemos llegado.



CAPITULO I

1. CONCEPTOS BÁSICOS.

1.1. Cómo funcionan los teléfonos celulares.

La gran idea del sistema celular es la división de la ciudad en pequeñas células o celdas. Esta idea permite la re-utilización de frecuencias a través de la ciudad, con lo que miles de personas pueden usar los teléfonos al mismo tiempo. En un sistema típico de telefonía análoga de los Estados Unidos, la compañía recibe alrededor de 800 frecuencias para usar en cada ciudad. La compañía divide la ciudad en celdas, cada celda generalmente tiene un tamaño de 26 kilómetros cuadrados, esto de forma general por las compañía pueden formar macroceldas, microceldas o picoceldas según sea el caso. Las celdas son normalmente diseñadas como hexágonos (figuras de seis lados), y unidas a otro conjunto de celdas forman “un racimo” de celdas.

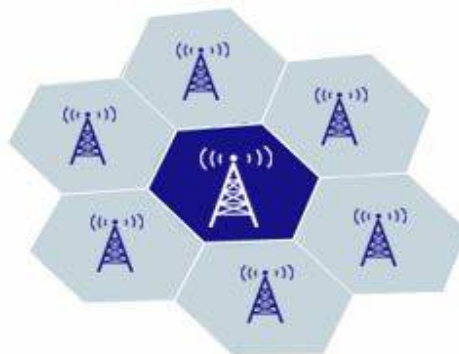


Fig. 1.1 Acomodo y forma de celdas de telefonía celular

Cada celda tiene una estación base que consiste de una torre y un pequeño edificio que contiene el equipo de radio.

En cada célula existe una estación base transmisora, con lo cual, se pueden tener múltiples canales para el uso de decenas de celulares de manera simultánea. Cuando un usuario pasa de una célula a otra deja la frecuencia que estaba utilizando, para el uso de otro celular, y toma la frecuencia libre de la célula a la que pasó. Ver Figura 1.1.



En los antiguos sistemas análogos y digitales de telefonía cada celda utiliza un séptimo de los canales de voz disponibles. Eso es, una celda, más las seis celdas que la rodean en un arreglo hexagonal, cada una utilizando un séptimo de los canales disponibles para que cada celda tenga un grupo único de frecuencias y no haya empalme de frecuencias.

Un proveedor de servicio celular típicamente recibe 832 radiofrecuencias para utilizar en una ciudad. Cada teléfono celular utiliza dos frecuencias por llamada, por lo que típicamente hay 395 canales de voz por portador de señal. (Las 42 frecuencias restantes son utilizadas como canales de control), por lo tanto, cada celda tiene alrededor de 56 canales de voz disponibles.

En otras palabras, en cualquier celda, pueden hablar 56 personas en sus teléfonos celulares al mismo tiempo. Con la transmisión digital, el número de canales disponibles aumenta. Por ejemplo el sistema digital TDMA puede acarrear el triple de llamadas en cada celda, alrededor de 168 canales disponibles simultáneamente.

Los teléfonos celulares tienen adentro transmisores de bajo poder. Muchos teléfonos celulares tienen dos intensidades de señal: 0.6 watts y 3.0 watts (en comparación, la mayoría de los radios de banda civil transmiten a 4 watts.) La estación central también transmite a bajo poder. Los transmisores de bajo poder tienen dos ventajas:

Las transmisiones de la base central y de los teléfonos en la misma celda no salen de ésta. Por lo tanto, cada celda puede re-utilizar las mismas 168 frecuencias a través de la ciudad.

El consumo de energía del teléfono celular, que funciona con baterías, es relativamente bajo. Una baja energía significa baterías más pequeñas, lo cual hace posibles los teléfonos celulares más pequeños y manejables.

1.2 Componentes de un teléfono celular.



Fig. 1.2 Componentes de un teléfono celular

Los celulares son dispositivos electrónicos con diseños intrincados, con partes encargadas de procesar millones de cálculos por segundo para comprimir y descomprimir el flujo de voz. Si se desarma un teléfono celular, se pueden visualizar los distintos componentes internos con que cuenta un teléfono celular que generalmente son los siguientes:

- circuito integrado que contiene el cerebro del teléfono y tarjeta que incluye la información personal del usuario
- antena
- pantalla de cristal líquido (LCD)
- teclado pequeño
- micrófono
- bocina
- batería

1.3 Tecnologías de acceso celular ^[1]



En la actualidad existen tres tecnologías comúnmente usadas para transmitir información en las redes:

Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, por sus siglas en inglés)

Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, por sus siglas en inglés)

Acceso múltiple por división de código (CDMA, por sus siglas en inglés)

Aunque estas tecnologías suenan complicadas, se puede tener una idea de cómo funcionan examinando cada palabra de los nombres.

La diferencia primordial se basa en el método de acceso, el cual varía entre:

-Frecuencia, utilizada en la tecnología FDMA

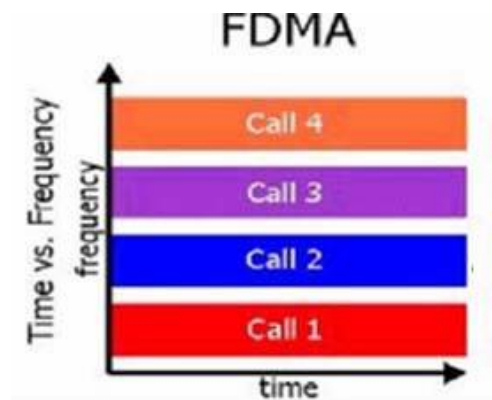
-Tiempo, utilizado en la tecnología TDMA

-Códigos únicos, que se proveen a cada llamada en la tecnología CDMA.

La primera parte de los nombres de las tres tecnologías (Acceso múltiple), significa que más de un usuario (múltiple) puede usar (acceder) cada celda.

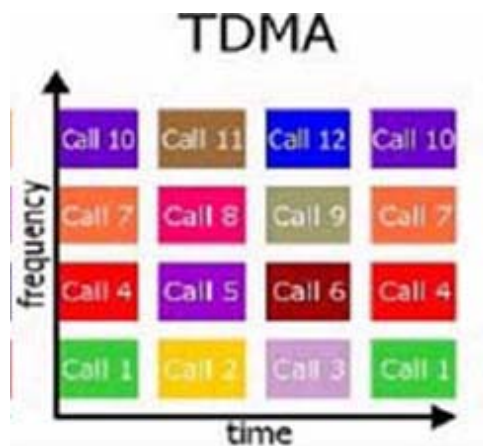
A continuación detallaremos, sin entrar en complicados detalles técnicos, cómo funciona cada una de las tres tecnologías comunes.

La tecnología FDMA (Frequency Division Multiple Access) separa el espectro en distintos canales de voz, al separar el ancho de banda en pedazos (frecuencias) uniformes. La tecnología FDMA es mayormente utilizada para la transmisión analógica. Esta tecnología no es recomendada para transmisiones digitales, aun cuando es capaz de llevar información digital



Grafica 1.1 Acceso múltiple por división de frecuencia

La tecnología TDMA (Time Division Multiple Access) comprime las conversaciones (digitales), y las envía cada una utilizando la señal de radio por un tercio de tiempo solamente. La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser información binaria (unos y ceros). Debido a esta compresión, la tecnología TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utilice el mismo número de canales.

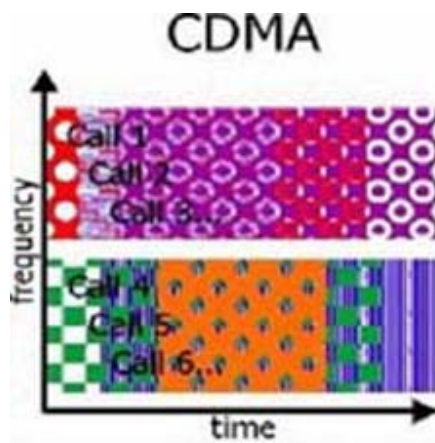


Grafica 1.2 Acceso múltiple por división de tiempo

La tecnología CDMA (Code Division Multiple Access) es muy diferente a la tecnología TDMA. La CDMA, después de digitalizar la información, la transmite a través de todo el ancho de banda disponible. Varias llamadas son sobrepuestas en el canal, y cada una tiene un código de secuencia único. Usando la tecnología CDMA, es



posible comprimir entre 8 y 10 llamadas digitales para que estas ocupen el mismo espacio que ocuparía una llamada en el sistema analógico. (1)

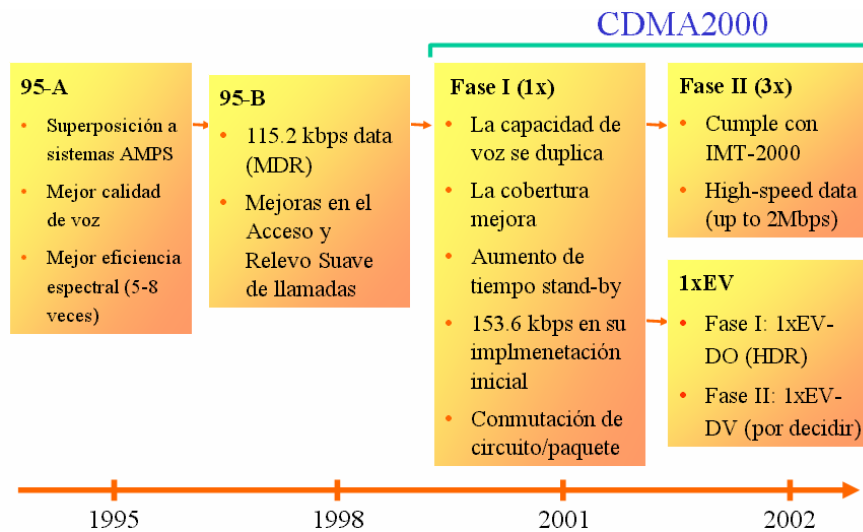


Grafica 1.3 Acceso múltiple por división de códigos

1.3.1 Camino evolutivo de las redes CDMA [19] [4]

El camino evolutivo de CDMA a IMT-2000 empieza con la propuesta de Qualcomm de un nuevo sistema basado en técnicas de espectro ensanchado. Esta propuesta, que luego fue estandarizada como IS-95, es el primer sistema CDMA móvil en desarrollo comercial. El acceso de multiplexación por división de códigos de banda estrecha (CDMA) IS-95 estipula un espaciado de portadora de 1.25MHz para servicios de telefonía. La Telecommunications Industry Association "TIA" empezó a definir esta especificación en 1991.

En el siguiente esquema se muestra el camino evolutivo que tiene que seguir las redes CDMA para llegar a 3G.



Grafica 1.4 Evolución CDMA

1.3.1.1 CdmaOne

Es un nombre comercial de marca registrada, reservado para uso exclusivo de las empresas que son miembros de CDG (Cdma Development Group). El mismo describe un sistema inalámbrico completo que incorpora la interfaz aérea IS-95 CDMA y la norma de la red ANSI-41 para la interconexión por conmutación, además de muchas otras normas que integran el sistema inalámbrico completo.

1.3.1.2 CdmaOne / IS-95-A

La tecnología CdmaOne / IS-95-A ofrece soporte a señales de voz conmutados por circuitos y datos (conmutados por circuitos o paquetes), con velocidades de hasta 14,4kbps. Debido al enfoque inicial de proveedores y operadoras en señales de voz. Históricamente la CdmaOne/IS-95-A ha sido utilizada sólo para voz conmutada por circuitos y, más recientemente, para un pequeño volumen de datos conmutados por circuitos.

1.3.1.3 CdmaOne/IS-95-B

La tecnología CdmaOne/IS-95-B ofrece soporte a señales de voz conmutados por circuitos y datos, conmutados por paquetes. Las empresas KDDI, en Japón, y SKT, en Corea, están implementando esa tecnología desde 1999. En teoría, ella provee tasas de datos de hasta 115kbps, y alcanza, generalmente, valores prácticos de 64kbps. La



CdmaOne/IS-95-B ahora está siendo sustituida por la CDMA2000 1X, de mayor capacidad y velocidad, y difícilmente será implementada en otras regiones.

1.3.1.4 Cdma2000

Identifica la norma TIA para tecnología de tercera generación, que es un resultado evolutivo de CdmaOne, el cual ofrece a los operadores que han desplegado un sistema CdmaOne de segunda generación, una migración transparente que respalda económicamente la actualización a las características y servicios 3G, dentro de las asignaciones del espectro actual, tanto para los operadores celulares como los de PCS. La interfaz de red definida para cdma2000 apoya la red de segunda generación de todos los operadores actuales, independientemente de la tecnología: CdmaOne, IS-136 TDMA o GSM). La TIA presento esta norma ante la ITU como parte del proceso IMT-2000 3G.

A fin de facilitar la migración de CdmaOne a las capacidades de cdma2000, ofreciendo características avanzadas en el mercado de una manera flexible y oportuna, su implementación se ha dividido en dos fases evolutivas.

1.3.1.5 Cdma2000 Fase I

Las capacidades de la primera fase se han definido en una norma conocida como 1XRTT. La publicación de la 1XRTT se hizo en el primer trimestre de 1999. Esta norma introduce datos en paquetes a 144 Kbps en un entorno móvil y a mayor velocidad en un entorno fijo. Las características disponibles con 1XRTT representan un incremento doble, tanto en la capacidad para voz como en el tiempo de operación en espera, así como una capacidad de datos de más de 300 Kbps y servicios avanzados de datos en paquetes.

Adicionalmente extiende considerablemente la duración de la pila y contiene una tecnología mejorada en el modo inactivo. Se ofrecerán todas estas capacidades en un canal existente de 1.25 MHz de CdmaOne.



1.3.1.6 Cdma2000 Fase II

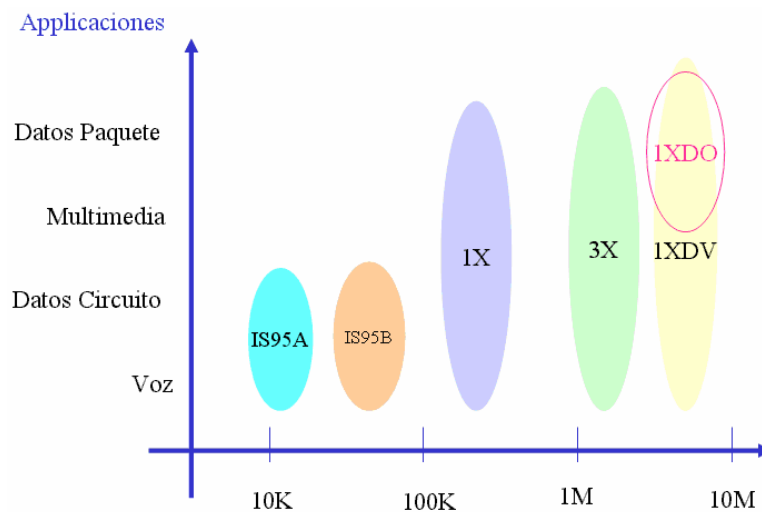
La evolución de CdmaOne, hasta llegar a las capacidades completas de cdma2000, continuará en la segunda fase e incorporará las capacidades de 1XRTT, usará tres portadoras de 1,25 MHz en un sistema multiportadora para prestar servicios de banda ancha de 3G.

Cdma 3XRTT proporcionará velocidad de circuitos y datos en paquete de hasta 2 Mbps, incorporará capacidades avanzadas de multimedia e incluirá una estructura para los servicios de voz y codificadores de voz 3G, entre los que figuran los datos de paquetes de “voice over” y de circuitos.

1.3.1.7 Cdma2000 1XEV

Basado en el estándar 1X, el sistema 1XEV mejora la velocidad de procesamiento de datos, obteniendo velocidades máximas de 2 Mbits/seg., sin tener que utilizar más de 1,25 MHz del espectro. Los requisitos para los operadores recién establecidos con respecto a 1XEV establecen dos fases. En la primera Cdma2000 1XEV-DO usa un transportista separado de 1.25 MHz para datos y ofrece velocidades de datos en punta de 2.4 Mbps. La fase 2, Cdma2000 1X EV-DV se centra en las funciones de datos y de voz en tiempo real, así como en la mejora del funcionamiento para mayor eficiencia en voz y en datos.

En el siguiente gráfico podemos apreciar las diferentes fases de las redes cdma según su velocidad de datos y aplicaciones:



Gráfica 1.5 Fases CDMA

1.4 Las generaciones de la telefonía inalámbrica. [1]

1.4.1. Primera generación (1G)

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces era muy baja, tenían baja velocidad (2400 bauds). En cuanto a la transferencia entre celdas, era muy imprecisa ya que contaban con una baja capacidad (Basadas en FDMA) y, además, la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System).

En la primera generación de telefonía móvil celular se adoptó la técnica de acceso FDMA, la cual utilizaba el Acceso Múltiple por División de Frecuencia y dos frecuencias portadoras distintas para establecer la comunicación TX y RX.

En Norteamérica a partir de 1981 comenzó a utilizarse el sistema AMPS, el cual ofrecía 666 canales divididos en 624 canales de voz y 42 canales de señalización de 30 Khz cada uno.



Europa introduce en 1981 el sistema Nordic Mobile Telephone System o NMTS450 el cual empezó a operar en Dinamarca, Suecia, Finlandia y Noruega, en la banda de 450 MHz.

En 1985 Gran Bretaña, a partir de AMPS, adoptó el sistema TACS (Total Access Communications System), el cual contaba con 1000 canales de 25 Khz cada uno y operaba en la banda de 900 MHz.

En esta década también aparecen otros sistemas de primera generación como el NTT, estándar japonés, el C-Netz estándar Alemán y French Radiocom. 2000 de Francia entre otros.

Al ser esta generación el génesis de la telefonía celular solo se ofertaban servicios de voz.

1.4.2. Segunda generación (2G)

La 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System for Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y PDC (Personal Digital Communications), éste último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas por voz, pero limitados en comunicación de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares, como datos, fax y SMS (Short Message Service). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación. En Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como PCS (Personal Communication Services).

Con tantos estándares diferentes, los proveedores europeos sufrieron las consecuencias de una diversidad de normas incompatibles entre sí.



El reconocimiento de este problema fue un factor que impulsó el desarrollo del estándar GSM para las comunicaciones móviles. En 1982, cuando aparecieron los primeros servicios celulares comerciales, la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) tomó la iniciativa de poner en marcha un grupo de trabajo, llamado Groupe Spécial Mobile (GSM), encargado de especificar un sistema de comunicaciones móviles común para Europa en las banda de 900 MHz, banda que había sido reservada por la World Administrative Radio Conference en 1978. El GSM comenzó como una norma europea para unificar sistemas móviles digitales y fue diseñado para sustituir a más de diez sistemas analógicos en uso y que en la mayoría de los casos eran incompatibles entre sí. Después de unas pruebas de campo en Francia de 1986 y de la selección del método de acceso Time Division Multiple Access en 1987, 18 países firmaron en 1988 un acuerdo de intenciones (MOU: Memorandum of understanding): En este documento los países firmantes se comprometían a cumplir las especificaciones, a adoptar este estándar único y a poner en marcha un servicio comercial GSM, que ofrece seguimiento automático de los teléfonos móviles en su desplazamiento por todos los países. Conforme se desarrolló, GSM mantuvo el acrónimo, aunque en la actualidad signifique Global System for Mobile communications.

En Norteamérica, el objetivo principal de un nuevo estándar digital era aumentar la capacidad dentro de la banda de 800 MHz existente. Un prerrequisito es que los teléfonos móviles debían funcionar con los canales de habla analógicos ya existentes y con los nuevos digitales (Dual Mode). A partir de esto se empleó el termino Digital AMPS (D-AMPS) que se refiere a IS-54B, y que define una interfaz digital con componentes heredados de AMPS. La especificación IS-36 es una evolución completamente digital de D-AMPS. A causa de estos requisitos, fue natural el elegir un estándar TDMA de 30 KHz puesto que los sistemas analógicos existentes trabajan ya con esta anchura de canales. En este sistema se transmiten tres canales por cada portadora de 30 Khz. Esta tecnología de segunda generación ofrecía las siguientes características:



- Mayor calidad de las transmisiones de voz.
- Mayor capacidad de usuarios.
- Mayor confiabilidad de las conversaciones.
- La posibilidad de transmitir mensajes alfanuméricos.
- Navegar por Internet mediante WAP (Wireless Access Protocol).

1.4.3. Generación 2.5

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la tercera generación. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas, ya que cuenta con más capacidades adicionales que los sistemas 2G, como: GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), entre otros. Las empresas europeas y estadounidenses se movieron a 2.5G en el 2001. Mientras que Japón fue directo de 2G a 3G también en el 2001.

Actualmente México esta en una etapa transitoria de la generación 2.5 a la 3G, mas sin embargo empresas locales como Telcel, trataron de dar un salto de 2G a 3G pero esto no fue posible debido a la carencia de diversos factores por lo que se tuvieron que posicionar en la generación intermedia, mas sin embargo al finalizar el 2006 las empresas locales a excepción de Telcel se posicionaron en la 3G.



1.4.4 Tercera generación 3G.

La generación analógica que soportó voz durante mucho tiempo ha dado paso a la generación digital, y una vez más estamos a punto de ser testigos de otro avance en el ámbito de las comunicaciones móviles digitales.

La primera generación analógica de sistemas de comunicación móvil se desarrolló en los años ochenta, fue seguida por una segunda generación digital que proporcionó avances significativos en cuanto al número de suscriptores asignados a una frecuencia dada, la seguridad y calidad de la voz, y además conformó las bases para la prestación de otros servicios como la transmisión de datos.

La 1ra y 2da generación de sistemas de comunicación móvil tuvieron como objetivo primordial dar soporte a comunicaciones de voz, y aunque pueden ser usadas para transmitir datos a baja velocidad no satisfacen los requerimientos de transmisión de grandes volúmenes de información a altas velocidades entre terminales inalámbricos y la red fija, necesarios para aplicaciones como videoconferencia, conexión a Internet, gestión multimedia y correo con video y audio.

Por otra parte, existía la necesidad de proporcionar capacidad de roaming internacional a usuarios de teléfonos móviles que perdían conexión o tenían que recurrir a complicados procedimientos cuando viajaban a otros países.

La tercera generación fue la respuesta a estos problemas planteados al ofrecer servicios de voz, datos y video a velocidades considerables, aunque no realmente altas esta generación adoptó el modo de acceso CDMA para sus procesos y lograr la transferencia de datos deseada a ese punto de la historia.

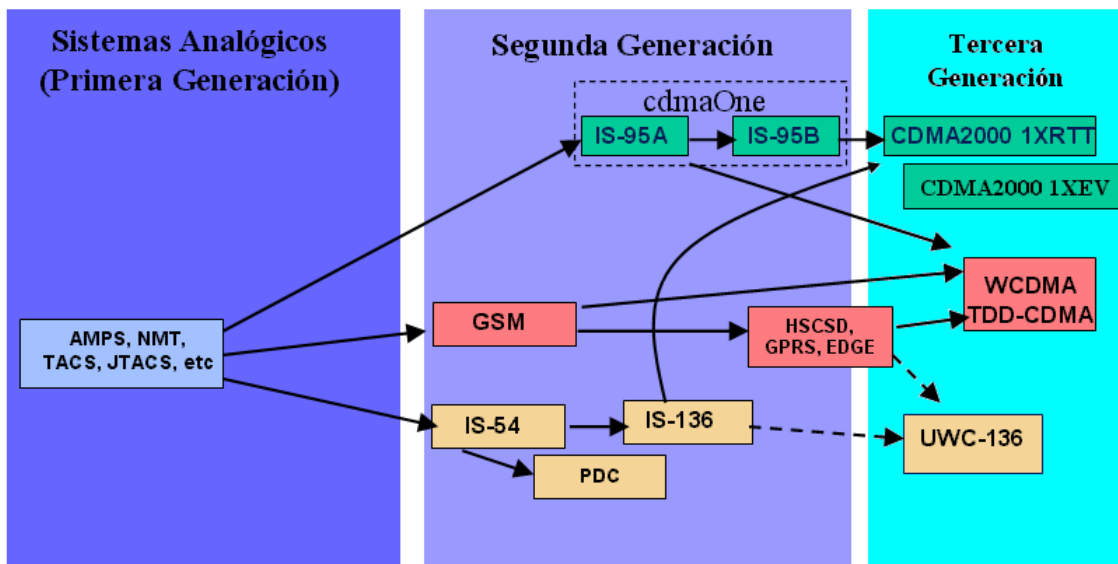
La 3G se caracteriza por contener a la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet y ofrecer servicios multimedia.



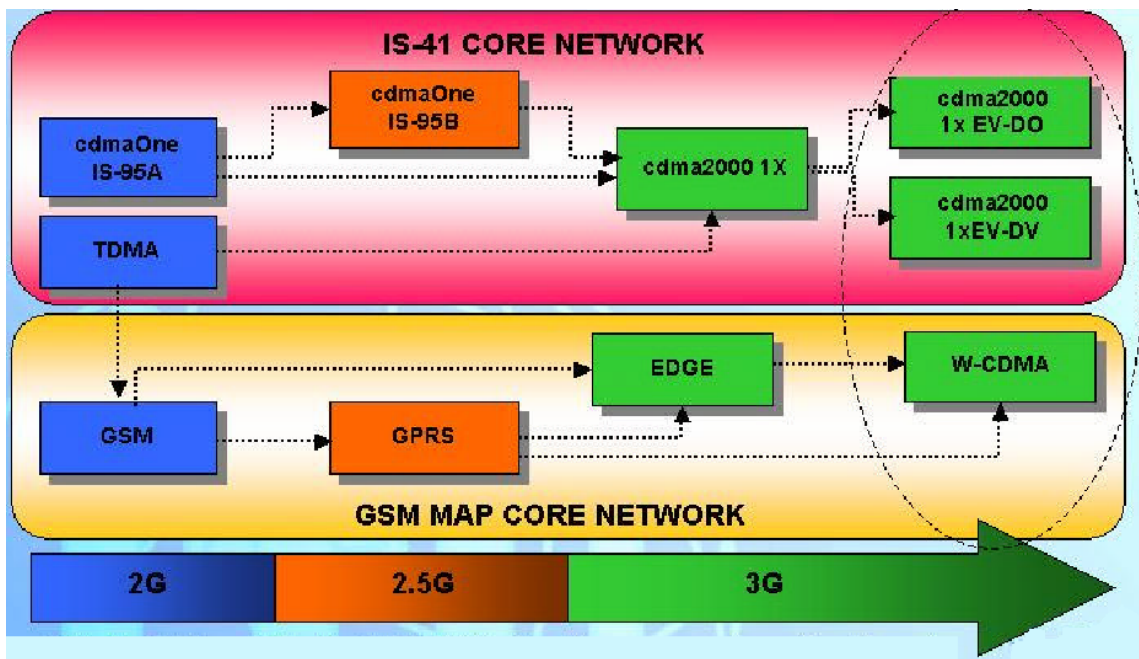
1.4.4.1 Evolución de los sistemas celulares a 3G.

Los distintos entes involucrados en los sistemas 3G han propuesto, básicamente, dos sistemas de tercera generación: CDMA2000 Y UMTS.

En los siguientes graficas se muestra la evolución de los sistemas celulares hacia la tercera generación.



Grafica 1.6 Evolución sistemas celulares en el mundo



Grafica 1.7 Evolución protocolos

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos. Las redes 3G comenzaron a operar en el 2001 en Japón, por NTT DoCoMo; en Europa y parte de Asia en el 2002, posteriormente en Estados Unidos y otros países.



1.5. ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN MÓVIL ^{[1][4][5][7]}

Los estándares de comunicación han sido desarrollados a través de los años de acuerdo a las necesidades y problemas de los organismos en cuestión pero a falta de un consenso general, se tomo la necesidad de implementar la ITU (International Telecommunication Union) la cual se convirtió en el órgano regulador de telefonía móvil en el mundo.

En México estos procesos reguladores se llevan a cabo por la secretaria de comunicaciones y transportes (SCT) dados a la Comisión Federal de Telecomunicaciones (cofetel); dependencia de la misma SCT; la cual se apoya en organismos y estándares internacionales para sentenciar y aprobar dichos términos.

1.5.1. Global System for Mobile Communications (GSM)

Global System for Mobile communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), formalmente conocida como "Group Special Mobile" (GSM, Grupo Especial Móvil) es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales. El estándar fue creado por la CEPT y posteriormente desarrollado por ETSI como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. El estándar es abierto, no propietario y evolutivo (aún en desarrollo). Es el estándar predominante en Europa, así como el mayoritario en el resto del mundo (alrededor del 70% de los usuarios de teléfonos móviles del mundo en 2001 usaban GSM).

GSM difiere de sus antecesores principalmente en que tanto los canales de voz como las señales son digitales. Se ha diseñado así para un moderado nivel de seguridad.



Fig. 1.3 Torre de base GSM

GSM emplea TDMA entre estaciones en un par de canales de radio de frecuencia duplas, con baja lupulización de frecuencia (frequency hopping) entre canales.

GSM tiene cuatro versiones principales basadas en la banda: GSM-850, GSM-900, GSM-1800 y GSM-1900. GSM-900 (900 MHz) y GSM-1800 (1,8 GHz) son utilizadas en la mayor parte del mundo, salvo en Estados Unidos, Canadá y el resto de América Latina, lugares en los que se utilizan las bandas de GSM-850 y GSM-1900 (1,9 GHz), ya que en EE.UU. las bandas de 900 y 1800 MHz están ya ocupadas (por los militares).

Inicialmente, GSM utilizó la frecuencia de 900 MHz, pero después las redes de telecomunicación pública utilizaron las frecuencias de 1800 y 1900 MHz, con lo cual es habitual que los teléfonos móviles de hoy en día sean tribanda.

En GSM, una conexión se puede dedicar tanto a voz como a datos.



Una llamada de voz utiliza un codificador GSM específico para transmitir el sonido sobre un enlace digital de 9600 bps a la estación base.

Una conexión de datos, permite el que el usuario utilice el móvil como un módem de 9600 bps.

Las implementaciones más veloces de GSM se denominan GPRS y EDGE, también denominadas generaciones intermedias o 2.5G, que conducen hacia la tercera generación 3G.

Los nuevos teléfonos GSM pueden ser controlados por un conjunto de comandos estandarizados Hayes AT, mediante cable o mediante una conexión inalámbrica (IrDA o Bluetooth, este último incorporado en los teléfonos actuales).

1.5.1.1 Canales lógicos GSM

Para establecer y mantener las comunicaciones entre las terminales móviles y las estaciones bases (BS) de la red, GSM utiliza un sistema TDMA para cada una de las frecuencias de que dispone. La comunicación en una determinada frecuencia se realiza a través de tramas temporales de 4,615 ms, divididas en 8 slots cada una. En esos slots se alojan los canales lógicos de GSM, que agrupan la información a transmitir entre la estación base y el móvil de la siguiente manera:

Canales de tráfico (Traffic Channels, TCH): albergan las llamadas en proceso que soporta la estación base.

- Canales de control.
- Canales de difusión (Broadcast Channels, BCH).
- Canal de control broadcast (Broadcast Control Channel, BCCH): comunica desde la estación base al móvil la información básica y los parámetros del sistema.
- Canal de control de frecuencia (Frequency Control Channel, FCCH): comunica al móvil (desde la BS) la frecuencia portadora de la BS.



- Canal de control de sincronismo (Synchronization Control Channel, SCCH). Informa al móvil sobre la secuencia de entrenamiento (training) vigente en la BS, para que el móvil la incorpore a sus ráfagas.

Canales de control dedicado (Dedicated Control Channels, DCCH).

- Canal de control asociado lento (Slow Associated Control Channel, SACCH).
- Canal de control asociado rápido (Fast Associated Control Channel, FACCH).
- Canal de control dedicado entre BS y móvil (Stand-Alone Dedicated Control Channel, SDCCH).

Canales de control común (Common Control Channels, CCCH).

- Canal de aviso de llamadas (Paging Channel, PCH): permite a la BS avisar al móvil de que hay una llamada entrante hacia el terminal.
- Canal de acceso aleatorio (Random Access Channel, RACH): alberga las peticiones de acceso a la red del móvil a la BS.
- Canal de reconocimiento de acceso (Access-Grant Channel, AGCH): procesa la aceptación, o no, de la BS de la petición de acceso del móvil.

1.5.1.2. Protocolo GPRS ^{[1][4][5][2]}

La red GSM prevé unos servicios de transmisión de datos desde la fase inicial (fase 1). Sin embargo, se trata de servicios con modalidad de transferencia por conmutación del circuito, es decir, donde la red, una vez establecida la conexión física de inicio a final entre dos usuarios, dedica los recursos propios hasta que no es solicitado expresamente el establecimiento de la conexión, independientemente del hecho de que los dos usuarios se intercambien datos durante todo el tiempo de conexión.

Esta modalidad de transferencia es óptima sólo en el caso en que los dos usuarios tengan que intercambiarse una cantidad significativa de datos (transferencia de ficheros o archivos); resulta ineficiente en cuanto los datos a intercambiarse son de pequeña entidad o bien, en el caso más frecuente, el tráfico de datos es de tipo interactivo o transitorio, es



decir, el tiempo de uso efectivo de los recursos de la red supone sólo una parte con respecto al tiempo total de conexión (como, por ejemplo, la navegación en Internet a través de la World Wide Web).

Es decir, se crea el mismo problema para el GSM que para la PSTN (Public Switched Telephone Network) hace unos años: prever una modalidad de transferencia por paquetes de datos, en la que los datos de los usuarios, contenidos en entidades de protocolo autosuficientes con indicación del remitente y del destinatario, pueden ser transportados por la propia red sin necesidad de una estrecha asociación con un circuito físico. Ya se ha dado un paso intermedio en esa dirección con el GSM de fase 2, previendo servicios con acceso a las puertas pertinentes de la red PSPDN (Public Switched Packet Data Network). Sin embargo, siempre es necesario establecer una conexión física (por conmutación del circuito) en la red de radio, incluso cuando se accede a un canal virtual de la red de paquetes. El resultado de ello es que el recurso de radio es igualmente infrautilizado y el usuario ocupa un canal de tráfico (por cuyo uso tendrá que pagar presumiblemente por el tiempo empleado), para conectarse a otra red en la cual, sin embargo, la información no viaja a un rendimiento fijo (y el transporte relativo se suele pagar en base al volumen de datos transportados).

Con el sistema GPRS (General Packet Radio Service), introducido por ETSI (European Telecommunication Standard Institute) para la fase 2+ del sistema GSM, el acceso a la red de paquetes se lleva al nivel del usuario del móvil a través de protocolos como los TCP/IP (Transmission Control Protocol), X.25, y CLNP (Connectionless Network Protocol), sin ninguna otra necesidad de utilizar conexiones intermedias por conmutación del circuito.

Al contrario que el servicio de transferencia de datos con modalidad de conmutación de circuito, en el que cada conexión establecida se dedica sólo al usuario que la ha solicitado, el servicio GPRS permite la transmisión de paquetes en modalidad link by link, es decir, los paquetes de información se encaminan en fases separadas a través de los diversos nodos de soporte del servicio, denominados GSN (Gateway Support Node). Por ejemplo, una vez que un paquete ha sido transmitido por el interfaz de radio (Um), se



vuelven a liberar los recursos Um, que así pueden ser utilizados por algún otro usuario y el paquete se vuelve a enviar sucesivamente de nodo a nodo hacia su destino.

En los servicios GSM los recursos son gestionados según la modalidad resource reservation, o sea, se emplean hasta el mismo momento en que la petición de servicio no se ha llevado a término. En el GPRS, sin embargo, se adopta la técnica del context reservation, es decir, se tiende a preservar las informaciones necesarias para soportar ya sea las peticiones de servicio de forma activa o las que se encuentran momentáneamente en espera. Por tanto, los recursos de radio se ocupan, en efecto, sólo cuando hay necesidad de enviar o recibir datos. Los mismos recursos de radio de una celda se dividen así entre todas las estaciones móviles (MS), aumentando notablemente la eficacia del sistema. El servicio GPRS, por tanto, está dirigido a aplicaciones que tienen las siguientes características:

Transmisión poco frecuente de pequeñas o grandes cantidades de datos (por ejemplo, aplicaciones interactivas).

Transmisión intermitente de tráfico de datos bursty (por ejemplo, aplicaciones en las que el tiempo medio entre dos transacciones consecutivas es de duración superior a la duración media de una única transacción.).

Como por ejemplo:

RTI (Road Traffic Informatics)

Telemetría

Tele alarma

Control del tráfico ferroviario

Acceso a internet usando la WWW (World Wide Web)

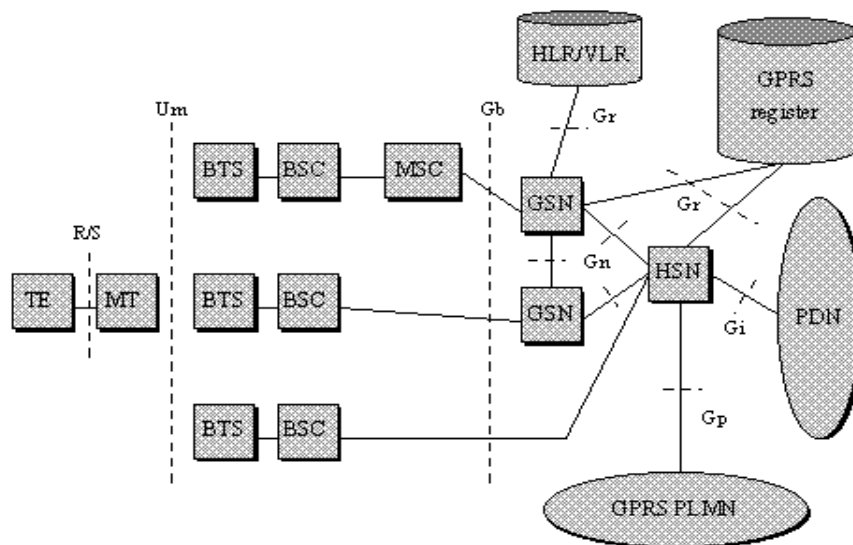


Fig. 1.4 Estructura GPRS

Desde el punto de vista físico los recursos pueden ser reutilizados y existen algunos puntos comunes en la señalización, así en el mismo portador radio pueden coexistir simultáneamente tanto los time slots reservados a la conmutación del circuito, como los time slots reservados al uso del GPRS. La optimización en el empleo de los recursos se obtiene a través de la repartición dinámica de los canales reservados a la conmutación del circuito y de aquellos reservados al GPRS. Cuando se presenta una llamada de voz hay tiempo suficiente para liberar los recursos usados por el GPRS, de tal forma que la llamada por conmutación de circuito a mayor prioridad, pueda ser efectuada sin problemas.

El nodo de soporte GSN (Gateway Support Node) del GPRS es el elemento principal de la infraestructura. Este router puede proporcionar la conexión y el inter-trabajo con otras redes de datos, puede administrar la movilidad de los usuarios a través de los registros del GPRS y es capaz de entregar los paquetes de datos a las estaciones móviles, independientemente de su posición. Físicamente el GSN puede estar integrado en el MSC (Mobile Switching Center) o puede ser un elemento separado de la red, basando en la arquitectura de los routers de las redes de datos. Los paquetes de datos del usuario



pasan directamente entre el GSN y el BSS (Base Station Subsystem), gracias a la señalización que acontece entre GSN y el MSC. Ver figura

El protocolo GPRS es un protocolo de nivel tres, transparente para todas las entidades de red comprendidas entre el terminal móvil MT y el nodo GSN al que el móvil está, lógicamente, conectado; las entidades entre las que se establece una conexión a este nivel están, de hecho, localizadas en el terminal móvil MT y en el nodo GSN. Este protocolo soporta tanto el intercambio de informaciones de control como de paquetes PDP-PDU (Packet Data Protocol - Protocol Data Unit) entre el móvil y el nodo al que éste está conectado (los PDP-PDU son, de hecho, encapsulados en las tramas GPRS). El formato de una trama GPRS prevé los siguientes campos:

- identificador del protocolo GPRS
- identificador del protocolo de los PDU (identificador de PDP)
- mensaje GPRS

El identificador del protocolo GPRS es una información numérica cuyo objetivo es el de distinguir los burst que contienen paquetes GPRS, de los burst que contienen informaciones GSM.

El identificador del protocolo de los PDU encapsulados en las tramas GPRS es necesario para direccionar éstos en cuanto son desencapsulados, hacia el correcto SAP (Service Access Point); también esta información es de tipo numérico. Se tendrá, por tanto, un valor que define los paquetes X25, uno que define los paquetes IP (Internet Protocol), uno que define los paquetes CLNP (Connectionless Network Protocol) y así sucesivamente. Además, dicha información permite la interpretación del GPRS contenido en la trama GPRS; de hecho, como ya se anticipaba, las tramas GPRS son utilizadas tanto para el transporte de mensaje de control como para el transporte de paquetes de datos, por lo tanto, se hace necesario el uso de un indicador que permita distinguir a cuál de las dos categorías posibles pertenece el mensaje GPRS. Los mensajes GPRS de control son definidos por un valor preestablecido del identificador de PDP.

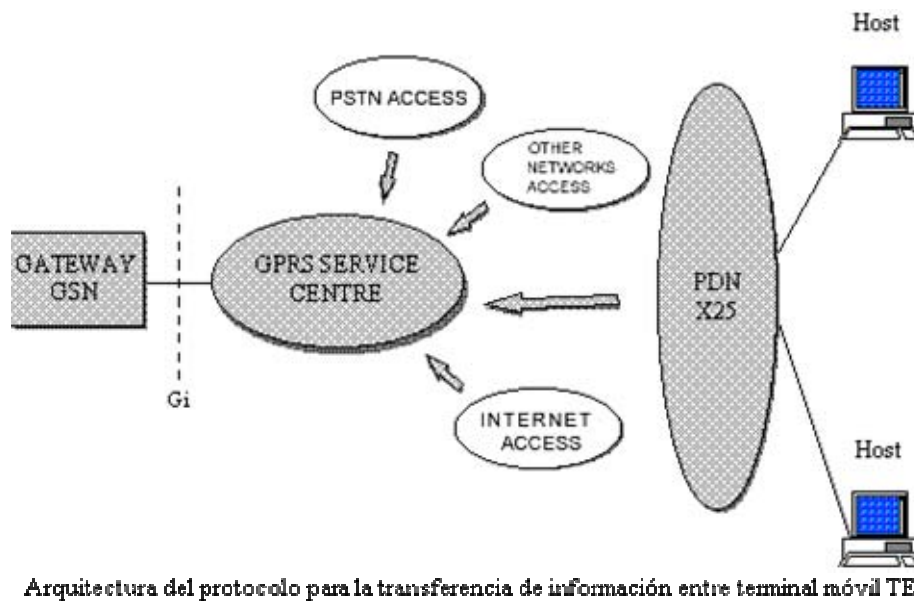


Fig. 1.5

El nodo GSN, antes de encaminar en la backbone network los PDU de nivel tres desencapsulador de las tramas GPRS recibidos a través del interfaz GB, los encapsula (como SDU - Service Data Unit) en PDU del protocolo de red utilizado en la backbone network para el transporte de paquetes del usuario. Obviamente, realiza la operación inversa para los paquetes dirigidos al usuario móvil.

1.5.1.2.1 Arquitectura de la red [2]

Para la realización de un servicio de datos por paquetes en la red celular GSM se pueden seguir dos inicializaciones diferentes:

- Inicialización de sistema integrado
- Inicialización de sistema separado

La primera inicialización prevé que toda la infraestructura necesaria para el soporte del servicio sea añadida a la de la red GSM, mientras que la segunda prevé el añadido de la funcionalidad necesaria para el soporte del GPRS a las entidades que componen la



infraestructura de la red GSM. En realidad, también la inicialización de sistema integrado requiere la introducción de nuevas entidades, garantizando de todos modos, desde el punto de vista económico, un impacto menos vistoso sobre los costos necesarios para la implementación del servicio.

Las entidades que tienen que ser añadidas, desde el punto de vista de la integración del servicio GPRS en la red GSM, son:

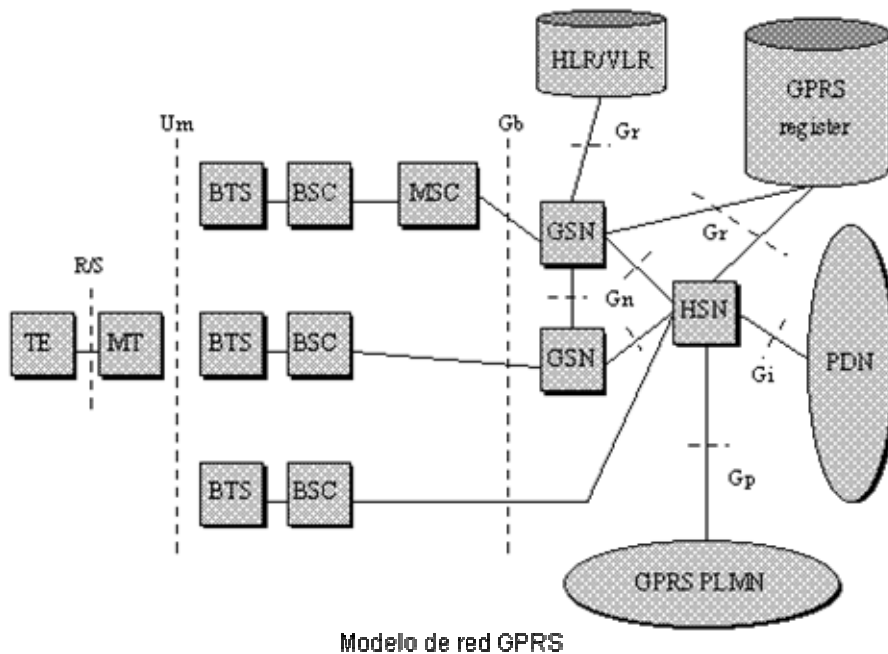


Fig. 1.6

Los nodos GSN pueden verse como entidades en las que está localizada gran parte de las funciones necesarias para soportar el GPRS. En el GPRS PLMN (Public Land Mobile Network), generalmente hay más nodos GSN y la infraestructura que los conecta, denominada backbone network (ruta de enlace), permite el routing de los paquetes transmitidos por los usuarios de la red o dirigidos a éstos. En relación con la localización de la estación móvil genérica GPRS, se usan los HSN (Home Support Node) y el VSN (Visited Support Node). El HSN es el nodo de la backbone network al que llegan los



paquetes dirigidos al móvil en base al valor de su dirección de la red; además, cuando el móvil es localizado en el área gestionada por otro nodo de la ruta de enlace, el HSN vuelve a mandar hacia ese nodo los paquetes destinados al móvil.

EL VSN es el nodo de la backbone network en cuya área se encuentra normalmente el móvil.

La backbone network puede ser una red pública de datos de paquetes, lo que permite limitar los costos de realización, o bien una red de datos de paquetes dedicada optimizada para el soporte del servicio. La primera solución determina, con respecto a la segunda, mayores retrasos de transmisión cuando los paquetes se intercambian entre usuarios de la GPRS PLMN y usuarios de otra red, mientras que la segunda presenta unos costos de realización más elevados. A la backbone network también están conectadas las entidades de inter-trabajo, que garantizan la interconexión de la GPRS PLMN a otras redes de datos como, por ejemplo, la red Internet, las redes PSPDN (Public Switched Packet Data Network), las redes privadas de paquetes y otras.

Las principales funciones desempeñadas por estas entidades son: la conversión de los protocolos y el mapeo de las direcciones de red de las entidades envueltas en la comunicación de datos. Otra nueva entidad necesaria para el soporte del servicio es el GPRS register, que no tiene que verse necesariamente como una nueva entidad física, en cuanto que se puede pensar en ampliar el conjunto de las funciones de los VLR/HLR de la red GSM.

- Las funciones llevadas a cabo por un GPRS register son esencialmente las de memorizar informaciones relativas al servicio GPRS; en particular cada GPRS register contiene: Información necesaria para el routing de los paquetes dirigidos a un móvil GPRS; por ejemplo, la dirección de red del móvil para un determinado protocolo de red y el tipo de protocolo de red a cuya dirección se refiere.



- Información relativa al perfil de suscripción del abonado; por ejemplo, informaciones características de la calidad del servicio solicitada por el usuario (QoS = Quality of Service).

La llave de acceso a estas informaciones relativas al abonado genérico GPRS es el IMSI (International Mobile Subscriber Identity). La introducción de nuevas entidades a la red GSM lleva a la definición de nuevos interfaces; entre éstas, el Gr soporta sólo señalación, mientras que todas las demás soportan tanto señalación como datos.

1.5.2 Uso simultaneo de los servicios GSM y GPRS.

La introducción de un servicio de datos por conmutación de paquetes, como es el GPRS, no asegura a los usuarios GSM la posibilidad de disfrutar contemporáneamente de servicios por conmutación de circuito (voz, datos). Naturalmente el uso contemporáneo de dos servicios puede llevar a una degradación de las prestaciones, en términos de throughput (rendimiento) de la llamada GPRS. Con este propósito se definen tres clases de servicio:

- Clase A: las estaciones móviles de este tipo permiten al usuario utilizar tanto una conexión por conmutación de circuito como una por conmutación de paquetes con el máximo throughput (rendimiento) posible.
- Clase B: las estaciones móviles de este tipo permiten un uso simultáneo de los servicios por conmutación de circuito y por conmutación de paquetes, con perjuicio de las prestaciones del servicio por conmutación de paquetes.
- Clase C: las estaciones móviles de este tipo no permiten el uso simultáneo de los servicios, por tanto, el usuario que está disfrutando de un servicio no puede utilizar también otro.

En la tabla siguiente se indica lo que ocurre en la estación móvil cuando ésta recibe una llamada GPRS, mientras está ocupada con una llamada por conmutación de circuito en relación a la clase de servicio de la MS.



	CLASE A	CLASE B	CLASE C
PTP-CONS	Aceptada	aceptada con perjuicio	rechazada
PTP-CLNS	Aceptada	aceptada con perjuicio	rechazada
PTM	Aceptada	aceptada con perjuicio	rechazada

Tabla 1.1 Proceso de una llamada GPRS en una estación móvil

Esta nueva tecnología permite desdoblarse la transmisión de voz y datos en diferentes canales que transmiten de forma paralela, permitiendo mantener conversaciones sin cortar la transmisión de datos. Cuando se trata de datos se establece una comunicación permanente mientras el terminal está conectado, lo que permite la transmisión continua de la información a mayor velocidad. La información viaja por paquetes en lugar de circuitos conmutados como sucede en GSM, donde la voz se envía por un canal siempre abierto. En GPRS se puede elegir entre varios canales, de forma similar a como se realiza en Internet. El aumento de la velocidad se produce porque los datos se comprimen y se envían a intervalos regulares, llamado conmutación por paquetes, lo que aprovecha mejor la banda de frecuencia.

La mayor ventaja de GPRS no es la tecnología en sí misma sino los servicios que facilita. Los terminales de este nuevo sistema permiten personalizar funciones, desarrollar juegos interactivos, e incorporan aplicaciones para el intercambio de mensajes y correos electrónicos, a los cuales se podrá acceder directamente sin la necesidad de conectarse a Internet. Las pantallas, que serán de un tamaño mayor, serán táctiles, de alta resolución, con zoom e iconos que se activen de manera intuitiva pulsando sobre ellos con un puntero. Incorporan además una ranura para introducir la tarjeta de crédito con chip que facilitará las transacciones electrónicas más seguras. Con la tecnología GPRS se da un paso hacia la localización geográfica, en función de donde se encuentre el usuario, la operadora le puede ofrecer mayor información de la zona.



1.5.3 GSM Evolution (EDGE) ^{[1][4][17]}

EDGE es un estándar aprobado por la ITU, y está respaldado por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI) y se trata de una evolución de GSM a la que se llama generación 2.5. Además se puede desplegar en las bandas de frecuencia 800, 900, 1800 y 1900 MHz actuales.

Es una solución diseñada específicamente para integrarse al espectro existente, permitiendo así a que los operarios ofrezcan nuevos servicios con licencias de frecuencia existente al desarrollar la infraestructura inalámbrica actual.

Los operarios de TDMA pueden escoger desplegar una combinación de GSM, GPRS, EDGE, en varias bandas dependiendo de la segmentación específica de sus clientes y las estrategias del espectro.

EDGE ofrece servicios de Internet Móvil con una velocidad en la transmisión de datos a tres veces superior a la de GPRS. El equipo de EDGE también opera automáticamente en modo de GSM. La estrategia de EDGE consiste en:

- Incrementar las tasas de BIT de GSM
- Introducir un nuevo esquema de modulación y codificación de canal
- Re-usar tanto de la capa física de GSM como sea posible.

Existen dos modalidades: EDGE GPRS (EGPRS) y EDGE Circuit Switched Data (ECSD). Algunas de sus características son las siguientes:

- Usa codificación de canal adaptativa y Modulación (GMSK y 8-PSK).
- Soporta tasas de bits hasta 384 Kbps usando hasta 8 ranuras GSM.
- Emplea redundancia incremental a fin de mejorar la eficiencia en el uso del canal.
- Apropiado para aplicaciones con requerimientos de retardo relajados.



Sistema	Kbps max. teóricos	Kbps max. reales	Comentarios
GSM	9,6	9,6	Conmutación de circuitos
HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)	57,6	28,8	Se agrupan varios canales GSM para una misma transmisión de datos
GPRS	171,2	44	Conmutación de paquetes
EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution)	384	70	Cambio de sistema de modulación
UMTS	De 384 a 2000	100	Interfaz radio UTRAN

Tabla 1.2 Velocidades de transmisión

1.6 PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

1.6.1 Frame Relay [1] [4]

Frame Relay es una tecnología de conmutación rápida de tramas, basada en estándares internacionales, que puede utilizarse como un protocolo de transporte y como un protocolo de acceso en redes públicas o privadas proporcionando servicios de comunicaciones

Las líneas digitales, la eliminación de funciones innecesarias y la prevención de la congestión, convierten Frame Relay en la mejor solución WAN.

A partir de algunos principios básicos sobre la tecnología y el entorno de conectividad en el que se utiliza, Frame Relay puede eliminar grupos completos



de funciones y obtiene sus principales ventajas. El protocolo Frame Relay se basa en los tres principios siguientes:

- El medio de transmisión y las líneas de acceso están prácticamente libres de errores.
- La corrección de errores se proporciona por los niveles superiores de los protocolos de las aplicaciones de usuario.
- La red, en estado normal de operación, no está congestionada, y existen mecanismos estándares de prevención y tratamiento de la congestión.

Primer principio básico: muchos de los protocolos más antiguos, tales como X.25, se diseñaron para operar a través de circuitos analógicos con errores. Esto exigía al protocolo de comunicación el uso de procedimientos complejos de control de errores y confirmación de información transmitida y recibida correctamente. Con la aparición de líneas de transmisión digitales, se redujo considerablemente la necesidad de estos procedimientos.

Esto permite el segundo principio básico de Frame Relay. Se requiere menos carga de proceso en la red para asegurar que los datos se transportan de manera fiable. Por tanto, es lógico el uso de procedimientos simplificados como los de Frame Relay. Esta tecnología ofrece mejor velocidad y rendimiento, porque realiza solamente un mínimo control de errores. Si se produce un error, el protocolo se limita a desechar los datos. Cuando Frame Relay desecha datos erróneos, puede hacerlo sin comprometer la fiabilidad de los datos de usuario, porque los niveles superiores de los protocolos transportados sobre Frame Relay proporcionarán la corrección de errores.

El tercer principio básico de Frame Relay es que existe una congestión limitada dentro de la red. Frame Relay supone que existe una cantidad ilimitada de ancho de banda disponible. Si se produce una congestión, el protocolo desecha los datos e incluye



mecanismos para "notificar explícitamente" al usuario final la presencia de congestión, y confía en que reaccionará ante estas notificaciones explícitas.

1.6.2 ATM ^{[1][4][17]}

La tecnología llamada Asynchronous Transfer Mode (ATM) Modo de Transferencia Asíncrona es el corazón de los servicios digitales integrados que ofrecerán las nuevas redes digitales de servicios integrados de Banda Ancha (B-ISDN), para muchos ya no hay cuestionamientos; el llamado tráfico del "Cyber espacio", con su voluminoso y tumultuoso crecimiento, impone a los operadores de redes públicas y privadas una voraz demanda de anchos de banda mayores y flexibles con soluciones robustas. La versatilidad de la conmutación de paquetes de longitud fija, denominadas celdas ATM, son las tablas más calificadas para soportar la cresta donde los surfedores de la banda ancha navegan.

Algunos críticos establecen una analogía de la tecnología ATM con la red digital de servicios integrados o ISDN por sus siglas en inglés. Al respecto se escuchan respuestas de expertos que desautorizan esta comparación aduciendo que la ISDN es una gran tecnología que llegó en una época equivocada, en términos de que el mercado estaba principalmente en manos de actores con posiciones monopolísticas.

Ahora el mercado está cambiando, la ISDN está encontrando una gran cantidad de aplicaciones. De toda forma la tecnología ATM se proyecta para diferentes necesidades, a pesar de su estrecha relación con ISDN, en términos de volúmenes de datos, flexibilidad de conmutación y facilidades para el operador.

Los conmutadores ATM aseguran que el tráfico de grandes volúmenes es flexiblemente conmutado al destino correcto. Los usuarios aprecian ambas cosas, ya que se cansan de esperar los datos y las pantallas de llegada a sus terminales. Estas necesidades cuadran de maravilla para los proveedores de servicios públicos de salud,



con requerimientos de videoconferencias médicas, redes financieras interconectadas con los entes de intermediación y validación, o con las exigencias que pronto serán familiares como vídeo en demanda para nuestros hogares con alta definición de imágenes y calidad de sonido de un CD, etc.

Para el operador, con la flexibilidad del ATM, una llamada telefónica con tráfico de voz será tarifada a una tasa diferente a la que estaría dispuesta a pagar un cirujano asistiendo en tiempo real a una operación al otro lado del mundo. Ese es una de las fortalezas de ATM usted paga solamente por la carga de celdas que es efectivamente transportada y conmutada para usted. Además la demanda por acceso a Internet ha tomado a la industria de telecomunicaciones como una tormenta. Hoy día los accesos conmutados a Internet están creando "Cuellos de Botella" en la infraestructura. Para copar este problema los fabricantes no solo han desarrollado sistemas de acceso sino aplicaciones para soluciones de fin a fin con conmutadores ATM, con solventes sistemas de administración de la red (Network Management).

En varios aspectos, ATM es el resultado de una pregunta similar a la de teoría del campo unificada en física ¿Cómo se puede transportar un universo diferente de servicio de voz, vídeo por un lado y datos por otro de manera eficiente usando una simple tecnología de conmutación y multiplexación?

ATM contesta esta pregunta combinando la simplicidad de la multiplexación por división en el tiempo (Time Division Multiplex TDM) encontrado en la conmutación de circuitos, con la eficiencia de las redes de conmutación de paquetes con multiplexación estadística. Por eso es que algunos hacen reminiscencias de perspectivas de conmutación de circuitos mientras que otros lo hacen a redes de paquetes orientados a conexión.

1.6.3 Wireless Application Protocol (WAP) ^{[1] [4] [32]}

WAP (Géreles Application Protocol) es el protocolo para aplicaciones inalámbricas. Consiste en un conjunto de especificaciones, que se han desarrollado por medio del WAP Forum y que permite la utilización del WML (Wireless Markup Language) que es el



lenguaje de marcas inalámbrico, así como de WBMP (Wireless Bitmap) utilizado para gráficos monocromáticos, permitiendo que los desarrolladores diseñen aplicaciones de interconexión para dispositivos portátiles. Y es que los nuevos teléfonos celulares, pagers, palmtops, etc. están cambiando la forma de comunicación personal portátil. Gracias a esta tecnología estos pequeños aparatos pueden conectarse al web.

El diseño de WAP fue creado para trabajar bajo restricciones de memoria y procesadores, pequeñas pantallas monocromáticas capaces de desplegar muy pocas líneas de texto y conexiones irregulares debido al ancho de banda reducido. Gracias al apoyo de varios cientos de vendedores de estos dispositivos, el WAP Forum, está convirtiendo a WAP en el estándar, permitiendo que cualquier usuario con un dispositivo de mano pueda tener acceso a la información, lo que ha traído como consecuencia que cada vez más información se transmita por redes inalámbricas.

La generalización del teléfono móvil ha detonado el poder contar con esta tecnología casi instantáneamente. Hemos pasado de un PC en cada hogar a un móvil con acceso a la Red en cada mano. Cuando los nuevos servicios estén disponibles para los usuarios de UMTS, la convergencia entre dos mundos, Internet y móvil, será toda una realidad con infinitas posibilidades.

Ahorro

La transmisión de información se realiza por medio de paquetes, lo que conlleva un ahorro de tiempo y espacio a la hora de realizar la comunicación. Además de aumentar la velocidad de transmisión de datos en red a más de 160 Kbps, posibilita el esperado "siempre-on". Gracias a esto, aunque sólo ocupe la red momentáneamente, estará siempre conectado.

Migración

Desde que apareció el fenómeno Internet, las empresas han invertido en migrar o adaptar sus aplicaciones a este entorno tecnológico, ya que con esta política se ahorra en



costos y se mejora la productividad. Le ofrece la posibilidad de interrelacionar y adaptar sus aplicaciones y sistemas a tecnologías WAP.

Acceso

Las tecnologías WAP permiten el acceso remoto a sus aplicaciones de una forma segura y fácil. No importa el tipo de aplicación o sistema.

1.6.4 High Speed Circuit-Switched Data (HSCSD) ^{[4][11]}

Estandarizado por ETSI SMG2. Se trata de un servicio derivado de GSM que dedica múltiples ranuras de tiempo a un sólo usuario de forma de incrementar la tasa de datos sin cambiar la interfaz de radio alcanza velocidades de 14.4 KPSS por canal y se obtienen modificando el código convolucional original de GSM.

Se puede usar dos configuraciones: simétrica o asimétrica (distinto número de ranuras en cada dirección).

Las aplicaciones típicas corresponden a elevados volúmenes de información: fax, acceso a bases de datos, imágenes, etc.



CAPITULO 2

2. INTRODUCCIÓN A LA CUARTA GENERACIÓN.

El 31 de diciembre las redes de telefonía móvil se saturaron con más de cuatro millones de mensajes de texto felicitando el nuevo año. Dentro de 12 meses, la situación podría ser diferente. No porque vayamos a enviar menos felicitaciones, sino porque buena parte de estos mensajes viajará por la red de tercera generación. Tendrán texto, por supuesto, pero también imágenes, sonido y vídeos.

Se ha estrenado con mucho más éxito del que se esperaba: 16 millones de personas en todo el planeta hablan ya por teléfonos de tercera generación. Son cifras del UMTS Forum, organismo internacional dedicado a promover el uso de la tercera generación. Su director, Jean-Pierre Bienaimé, asegura que las buenas cifras “se deben a la rapidez con la que se han desplegado los servicios comerciales de 3G en el último tramo del año”. En octubre, noviembre y diciembre el número de usuarios creció un 40%. En España, la empresa The Phone House estima que el 10% de los terminales que se han vendido estas navidades es de tercera generación. Además, por primera vez, Europa compite casi al mismo nivel que Asia. Un tercio de los usuarios de tercera generación es del Viejo continente. 60 operadoras ofrecen ya este servicio.

2.1 UMTS. ^[8]

La tecnología UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) es el sistema de telecomunicaciones móviles de tercera generación, que evoluciona desde GSM pasando por GPRS hasta que UMTS sea una realidad y tenga un papel principal en las telecomunicaciones multimedia inalámbricas de alta calidad que alcanzarán a 2000 millones de usuarios en todo el mundo en el año 2010.

UMTS se desarrolla a partir de GSM, que es la tecnología inalámbrica más ampliamente utilizada en el mundo actualmente, disponible en más de 680 redes de más de 205 países y territorios de todo el mundo, para prestar servicio a más de mil millones de clientes. Ofrece cobertura potencialmente mundial y permite economías de escala, roaming global, y una



tecnología prioritaria para los desarrolladores de software y aplicaciones. UMTS se desarrolla a partir de la tecnología GSM porque 119 operadores de 42 países (a julio de 2004) ya han escogido UMTS como su tecnología de 3G. Se prevé que los clientes de las redes basadas en GSM, incluso los de UMTS, llegarán a representar hasta el 85% de los clientes de la próxima generación a nivel mundial, según el UMTS Forum. UMTS funciona en una diversidad de bandas de espectro nuevas y existentes, incluso la banda de 1900 MHz.

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

2.1.1 Principales características.

Es una tecnología apropiada para una gran variedad de usuarios y tipos de servicios, y no solamente para usuarios muy avanzados, UMTS ofrece:

- Facilidad de uso y bajos costos: proporcionará servicios de uso fácil y adaptable para abordar las necesidades y preferencias de los usuarios, amplia gama de terminales para realizar fácil acceso a los distintos servicios, bajo coste de los servicios para asegurar un mercado masivo.
- Nuevos y mejorados servicios: Los servicios vocales 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. Las proyecciones muestran una base de abonados de 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, como zonas de difícil acceso.



- Acceso rápido: La principal ventaja sobre la segunda generación móvil (2G), es la capacidad de soportar altas velocidades de transmisión de datos de hasta 144 kbit/s sobre vehículos a gran velocidad, 384 kbit/s en espacios abiertos de extrarradios y 2 Mbit/s con baja movilidad (interior de edificios). 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: Ofrece la transmisión de datos en paquetes y por circuitos de conmutación de alta velocidad debido a la conectividad virtual a la red en todo momento y a las 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.
- 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). Así mismo, 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.



2.1.2 Ventajas del UMTS.

Gracias a un mayor ancho de banda, la capacidad de UMTS en transmisión de voz y datos alcanza hasta los 2Mb/s; una velocidad 10 veces superior a la de GPRS.

Podemos disfrutar de esta gran capacidad de transmisión en conexiones a Internet desde nuestro PC utilizando el celular como módem, o bien, desde el propio teléfono, gozando de plena libertad de movimientos. Con este acceso a Internet, podemos gestionar nuestro correo electrónico, navegar por la red, utilizar la mensajería instantánea. Integra transmisión de paquetes, con lo que se dispondrá de conexión permanente a la Red (no sólo al efectuar una comunicación) y se podrá facturar por volumen de datos en lugar de por tiempo.

Es un sistema global, diseñado para funcionar en todo el mundo, empleando tanto redes terrestres e inalámbricas como enlaces por satélite. Mantiene la compatibilidad con las redes GMS, ya que los terminales deberán funcionar en ambos los sistemas.

La frecuencia para UMTS es de 2GHz y será posible transmitir datos a 2Mbps, por lo que las comunicaciones con vídeo serán una realidad. Capacidad multimedia y acceso a Internet de alta velocidad.

La velocidad de transmisión es adaptable: el ancho de banda de cada llamada se asigna de forma dinámica (no es lo mismo una llamada de voz que una transmisión de imágenes), con lo que se optimiza su uso. Al ser un sistema único, el cambio de red (*roaming*) es prácticamente instantáneo, sin cortes en la comunicación. Si el usuario cambia de operador podrá mantener sus servicios originales como, por ejemplo, los de la intranet de la empresa.



Arquitectura del sistema UMTS.

La estructura de redes UMTS esta compuesta por dos grandes subredes: la red de telecomunicaciones y la red de gestión. La primera es la encargada de sustentar el transvase de información entre los extremos de una conexión. La segunda tiene como misiones la provisión de medios para la facturación y tarificación de los abonados, el registro y definición de los perfiles de servicio, la gestión y seguridad en el manejo de sus datos, así como la operación de los elementos de la red, con el fin ya de asegurar el correcto funcionamiento de ésta, la detección y resolución de averías o anomalías, o también la recuperación del funcionamiento tras periodos de apagado o desconexión de algunos de sus elementos. Dentro de este apartado vamos a analizar sólo la primera de las dos subredes, esto es, la de telecomunicaciones.

Una red UMTS se compone de los siguientes elementos:

1.-Núcleo de Red (Core Network). El Núcleo de Red incorpora funciones de transporte y de inteligencia. Las primeras soportan el transporte de la información de tráfico y señalización, incluida la conmutación. El encaminamiento 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.

2.-Red de acceso radio (UTRAN). La red de acceso radio proporciona la conexión entre los terminales móviles y el Core Network. En UMTS recibe el nombre de UTRAN (Acceso Universal Radioeléctrico Terrestre) y se compone de una serie de sistemas de red radio o RNC (Radio Network Controller) y una serie de Nodos B dependientes de él. Los Nodos B son los elementos de la red que se corresponden con las estaciones base.

3.-Terminales móviles. Las especificaciones UMTS usan el término User Equipment (UE).



Parte también de esta estructura serían las redes de transmisión empleadas para enlazar los diferentes elementos que la integran.

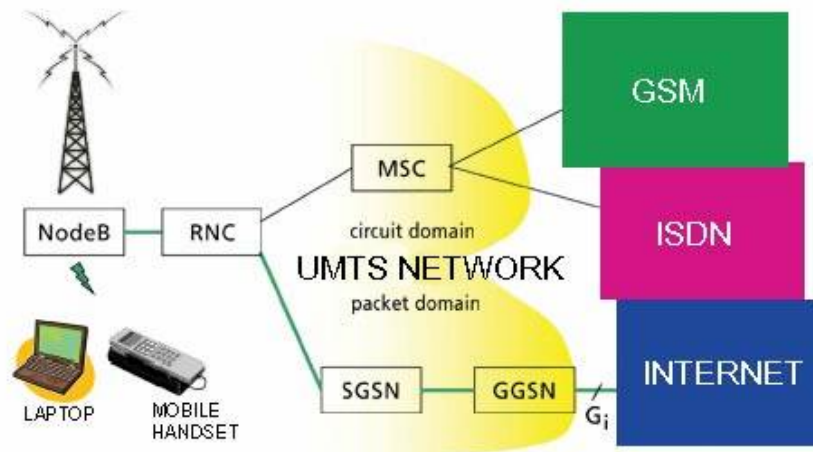


Fig. 2.1 Arquitectura sistema UMTS

Partimos de nuestro dispositivo 3G ya sea un teléfono móvil o una tarjeta para ordenadores compatible con esta red, nuestros datos llegan al Nodo B que es el encargado de recoger las señales emitidas por los terminales y pasan al RNC para ser procesadas estos dos componentes es lo que llamamos UTRAN, desde el UTRAN para al Núcleo de la red que esta dividido en conmutadores que distribuyen los datos por los diferentes sistemas, según vayan a uno u a otro seguirán el camino de la imagen pasando por el MSC (Mobile services Switching Centre), o por el SGSN (Serving GPRS Support Node) y posteriormente por el GGSN (Gateway GPRS Support Node).

UMTS a diferencia de GSM y GPRS utiliza WCDMA esta es otra técnica de acceso múltiple, es decir la versión mejorada de CDMA.

Ya existen tecnologías capaces de superar a UMTS en velocidad y prestaciones. HSDPA es su sucesor natural y tiene una capacidad de transmisión teórica de 12 Mbites por segundo, aunque la transmisión real, una vez instalada, será menor, de aproximadamente 3 Mbps. El operador inglés MMo2 ya ha realizado con éxito pruebas piloto de este nuevo estándar y planea ofrecerlo comercialmente a finales de este mismo año. Tema que se vera mas adelante en este capitulo.



Otros operadores apuestan por crear nuevos estándares. 26 de las compañías de telefonía más importantes, entre ellas Siemens y NTT DoCoMo, se han puesto de acuerdo para desarrollar Super 3G, un sistema de telefonía 10 veces más rápido que la actual tercera generación y que podría estar disponible en el 2009. ⁽²⁾

2.2 WCDMA. ^{[1][17]}

WCDMA (Wide Code Division Multiple Access) heredada de la tecnología militar, a diferencia de GSM y GPRS que utilizan una mezcla de FDMA (Frequency Division Multiple Access) y TDMA (Time Division Multiple Access). La principal ventaja de WCDMA consiste en que la señal se expande en frecuencia gracias a un código de ensanchado que sólo conocen el emisor y el receptor. Esta forma de modulación tiene numerosas ventajas:

- Altas velocidades de transmisión de hasta 2 Mbps, al usar todo el espectro.
- Alta seguridad y confidencialidad debido a la utilización de técnicas que permiten acercarse a la capacidad máxima del canal. (Como por ejemplo: codificadores convolucionales)
- Acceso múltiple de eficacia máxima mientras no coincidan las secuencias de saltos.
- Alta resistencia a las interferencias.
- Posibilidad de trabajar con dos antenas simultáneamente debido a que siempre se usa todo el espectro y lo importante es la secuencia de salto, lo que facilita el handover (proceso de traspaso de la señal de una antena a otra), donde GSM falla mucho.

WCDMA, es una plataforma de servicio móvil basada en una moderna estructura de protocolo de red por capas, similarmente a la estructura de protocolo de redes GSM. Esta estructura facilitará el desarrollo de nuevas aplicaciones multimedia inalámbricas de banda ancha, permitiendo a las operadoras responder en un mercado competitivo y cambiante respecto a los servicios avanzados para los usuarios.



Servicios multimedia de banda ancha requieren un desempeño adicional al de las redes digitales inalámbricas actuales. WCDMA es una tecnología completamente nueva que cumple con los requerimientos de servicios 3G suministrado por el ITU, permitiendo datos de alta velocidad de forma muy eficiente, junto con servicios de sonido y vídeo de alta calidad.

El concepto de WCDMA está basado en una nueva estructura de canal para todas las capas, construida sobre tecnología como canales de paquetes de datos y multiplexación de servicios.

Los terminales WCDMA son menos complejos de manufacturar dado que estos realizan poco procesamiento de la señal, lo cual ayuda a mantener bajos los costos de los mismos.

2.2.1 Compatibilidad.

El desarrollo de WCDMA establece un camino de evolución bien definido desde las tecnologías de segunda generación existentes. La tecnología 2G más desarrolladas es GSM (Global System Mobile) seguido por D-AMPS (Digital-Advanced Mobile Phone system), juntos contabilizan más del 80 % del mercado global. WCDMA fue desarrollado y optimizado para soportar operadoras en ambientes 2G y con la incorporación de los teléfonos de modo dual, permitirá proveer el servicio 3G cuando sea requerido.

2.2.2 Características y Beneficios.

Flexibilidad en el servicio. Permite en cada canal de 5MHz, manejar servicios mixtos con velocidades desde 8 Kbps hasta 2 Mbps. Adicionalmente, servicios de conmutación de circuitos y de paquetes pueden ser combinados en el mismo canal; permitiendo servicios multimedia con múltiples conexiones de circuito o paquete en un terminal. Servicios con diferentes requerimientos de calidad (por ejemplo: voz y datos) pueden ser soportados con excelente capacidad y cobertura.



Eficiencia en el uso del espectro. Hace un muy eficiente uso del espectro de radio disponible. No requiere de planificación de frecuencia dado que la reutilización de las celdas es aplicada. Usando técnicas como estructura de celdas jerárquicas, arreglos de antenas adaptativas y demodulación coherente (bidireccional), la capacidad de la red puede ser incrementada. Es de destacar que una red por capas puede ser desplegada con bandas de frecuencia de 2 x 15 MHz (la asignación de espectro para una operadora en la banda de 2 GHz) dado que 2 x 5MHz es todo lo que se requiere para la capa de celdas

Capacidad y cobertura. Los transductores de radio frecuencia pueden manejar ocho veces más usuarios que transductores de banda angosta. Cada portadora RF puede manejar 100 conexiones de voz simultáneas, o 50 usuarios simultáneos tipo Internet. La capacidad de WCDMA es aproximadamente el doble que el CDMA de banda angosta en ambientes urbanos y suburbanos. La mayor utilización del Ancho de Banda, el uso de demodulación coherente y el rápido control de potencia en el enlace ascendente y descendente permite mantener baja la potencia en el receptor.

Múltiples servicios por conexión. Cumple con los requerimientos de IMT-2000, dado que servicios de conmutados de circuitos y paquetes pueden ser combinados con diferentes anchos de banda, y son liberados al mismo usuario y con niveles de calidad de servicio específicos. Cada terminal puede acceder diferentes servicios de forma simultánea. Esto pudiera ser voz en combinación con servicios como Internet, e-mail, etc.

Economía de escala de red. El acceso inalámbrico puede coexistir con la actual red digital celular (GSM), dado que la misma estructura de núcleo de red es utilizada, de la misma forma que las estaciones base son reutilizadas.

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. 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 %.

Capacidad superior de voz. Aunque el principal propósito de los accesos inalámbricos de tercera generación es el manejo de tráfico multimedia de alta rata de bits, este también habilita un mecanismo de uso eficiente del espectro para el tráfico de voz. Una operadora con una asignación de espectro de 2x15 MHz estará habilitada para cursar 192 conexiones de voz por sector de celda. (En los sistemas GSM actuales se permiten alrededor de 100 conexiones de voz)

Acceso transparente. Terminales de modo dual, permitirán acceso transparente y roaming entre sistemas GSM y redes UMTS, con el mapeo de los servicios entre los dos sistemas de acceso.

Cobertura Interior. El uso del modo de operación TDD (Time Division Multiplex) es de utilidad en ambientes internos donde se manejan espectros sin licencia.

Servicios de Acceso Rápido. Para soportar instantes de acceso a servicios multimedia, un nuevo procedimiento de acceso aleatorio ha sido desarrollado, usando sincronización rápida para manejar servicios de paquetes de datos a 384 Kbps. Este requerirá de solo décimas de milisegundos para iniciar una conexión entre un usuario móvil y la estación base.

Simplicidad y economía en el terminal. El procesamiento de la señal requerido es bajo comparado con las tecnologías alternativas. Menos compleja y de menor costo, facilitando la producción en masa, más competencia y mayores oportunidades para operadores de red y usuarios finales.

Migración desde GSM. Usa una estructura de protocolo de red similar (señalización) a GSM, por lo tanto, permite la utilización de la actual red GSM como la estructura de núcleo de red. WCDMA provee la oportunidad para el desarrollo global y ofrece a los operadores



existentes en GSM la oportunidad para construir servicios de acceso inalámbrico de tercera generación con la inversión existente.

Roaming global Transparente. La selección de WCDMA como estándar ofrece la oportunidad de crear un estándar global armonizado para servicios de tercera generación. Lo cual facilitaría un roaming global entre las operadoras de red inalámbricas.

2.2.3 Aplicaciones y Futuros Servicios.

El acceso a Internet requiere redes conmutadas de paquetes; mientras que el tráfico de voz o videoconferencia tradicionalmente requieren redes conmutadas de circuitos. WCDMA soporta ambas tecnologías. Este soporte permitirá al usuario acceder a una página WEB, mantener una videoconferencia y bajar grandes archivos desde una red corporativa de manera simultánea.

A continuación se dan unos pocos ejemplos de los servicios esperados:

- Entretenimiento (audio con calidad de CD, vídeo, gráficos y fotos, juegos)
- Mensajería
- Internet
- Intranet
- Correo Electrónico interactivo
- Videoconferencias
- Fax
- Comercio Electrónico
- Control Remoto
- Monitoreo Remoto, etc.



2.2.4 Soporte IP

WCDMA soporta conectividad IP (Internet Protocol) y velocidades de hasta 2 Mbps, permitiendo accesos más rápidos en Internet, navegar Internet será más rápido con WCDMA que los valores alcanzados en la actualidad con estaciones de trabajo fijas.

La natural sinergia 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. (12)

2.3 IP en 3G ^{[1][7]}

IP en 3G, esta basado en paquetes, lo cual en términos simples significa que los usuarios pueden estar “en línea” todo el tiempo pero sin tener que pagar hasta que hagamos verdaderamente una transmisión de datos. La naturaleza “sin conexión “de IP realiza el acceso mucho mas rápido ya que la descarga de archivos toma solo unos segundos y nos podemos conectar a nuestra red con solo un clic. 3G tiene soporte de conmutación de paquetes IP y soporte IP para videojuegos, comercio electrónico, video y audio.

2.3.1 Ventajas y Desventajas de IP en 3G

VENTAJAS

- IP basado en paquetes, pues solo pagas en función de la descarga lo que supone relativamente un menor costo. Aunque dependiendo del tipo de usuario lo podemos calificar como desventaja. - Más velocidad de acceso.
- UMTS, sumado al soporte de protocolo de Internet (IP), se combinan poderosamente para prestar servicios multimedia y nuevas aplicaciones de banda ancha, tales como servicios de video-telefonía y video-conferencia



DESVENTAJAS

- Cobertura limitada
- No orientado a conexión. Cada uno de los paquetes pueden seguir rutas distintas entre el origen y el destino, por lo que pueden llegar desordenados o duplicados.

2.4 Wi-Fi y la familia de tecnologías GSM ^[17]

Fidelidad Inalámbrica (Wi-Fi) es un término común y abarcativo que se refiere a tecnologías que utilizan la norma IEEE 802.11. Otros términos comunes son "LAN inalámbrica" (WLAN), "Ethernet inalámbrica," y "hot spots" que en general se refieren a un punto de acceso (AP) Wi-Fi que cubre una determinada área pública, tal como un aeropuerto, café, hotel o centro de conferencias.

Wi-Fi combinado con tecnologías 3G puede desempeñar un papel importante al brindar servicios de datos de alta velocidad a clientes de datos inalámbricos.

Hay múltiples versiones de la norma 802.11, pero las tres principales son:

802.11a: Esta tecnología utiliza la banda no licenciada de 5.8 GHz y ofrece una velocidad máxima de datos de 54 Mbps.

802.11b: La tecnología Wi-Fi más disponible de todas en cuanto a dispositivos y hot spots desplegados. 802.11b soporta velocidades máximas de datos de 11 Mbps. 802.11b comparte la banda no licenciada de 2.4 GHz con una gran cantidad de tecnologías diversas, entre las cuales se encuentran Bluetooth, teléfonos inalámbricos, hornos microondas y 802.11g.

802.11g: utiliza la banda de 2.4 GHz y ofrece velocidades máximas de 54 Mbps.

Es importante notar la diferencia entre las velocidades de throughput máximas de Wi-Fi y los promedios que se obtienen en realidad. Por ejemplo, aunque 802.11b tiene un máximo teórico de 11 Mbps, más de la mitad de ese ancho de banda es consumido por procesos como la codificación, dejando *un máximo* de 5 Mbps de ancho de banda utilizables. Otros factores clave que pueden afectar significativamente las velocidades de datos reales de Wi-



Fi son la cantidad de clientes simultáneos que comparten el hot spot y el tamaño de la conexión "backhaul" entre cada Punto de Acceso Wi-Fi y la Internet. Por ejemplo, un proveedor de hot spots públicos puede elegir DSL o banda ancha por cable para cada backhaul en vez de una línea T1. La línea T1 proporciona en general más ancho de banda para soportar la cantidad de clientes que utilizan un Punto de Acceso en particular.

2.3 WiMax ^[17]

WiMAX (World Wide Interoperability for Microwave Access) o interoperabilidad global para acceso por microondas. También es el nombre que se le da al grupo 16 que trabaja sobre la directiva IEEE 802 que se especializa en acceso inalámbrico punto a punto de banda ancha. Lo que diferencia al WiMax de otras iteraciones es la estandarización. Actualmente se fabrican chips para cada proveedor de equipos de acceso inalámbrico de banda ancha, lo que agrega tiempo y costos. Su equivalente es Hiperman.

Técnicamente WiMAX no hace conflicto con WiFi, sino que lo complementa. WiMAX es una red de área metropolitana (MAN) que conectará Hotspots de Wi-Fi (IEEE 802.11) a la Internet y proveerá una extensión inalámbrica de último kilómetro para instalaciones de cable y DSL. Este estándar provee un área de servicio de hasta 50km lineales y permite conectividad sin línea de vista directa a la estación base. La tecnología también permite tasas de transmisión de hasta 70Mbit/s, que permitiría soportar hasta 60 negocios y más de mil hogares.

WiMAX es la versión mejorada de Wi-Fi. Tiene el potencial para permitir que millones de personas accedan a la Internet en forma inalámbrica y barata. El cubrimiento del WiMAX se mide en kilómetros cuadrados mientras que el cubrimiento del Wi-Fi se mide en metros cuadrados.

El hecho de que WiMAX no sea todavía una tecnología de consumo ha permitido que el estándar se desarrolle conforme a un ciclo bien establecido, lo que es garantía de su



estabilidad y de cumplimiento con las especificaciones, algo parecido a lo que sucedió con GSM, que es garantía de su estabilidad.

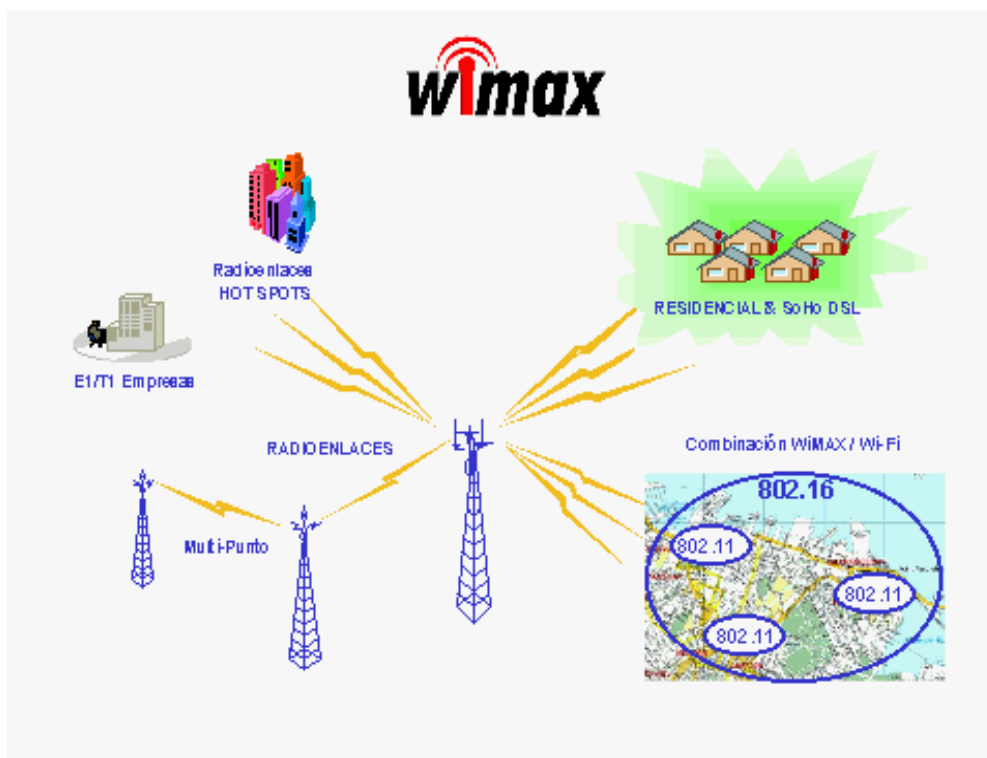


Fig. 2.2 Estándar Wimax

2.5.1 Estandarización

A pesar de que el proyecto para la creación de un nuevo estándar se gestó hace 6 años en el IEEE, no fue hasta abril de 2002 que la primera versión del mismo, la 802.16, se publicó, y se refería a enlaces fijos de radio con visión directa (LoS) entre transmisor y receptor, pensada para cubrir la "última milla" (o la primera, según desde que lado se mire), utilizando eficientemente varias frecuencias dentro de la banda de 10 a 66 GHz.

Un año más tarde, en marzo de 2003, se ratificó una nueva versión, el 802.16a, y fue entonces cuando WiMAX, como una tecnología de banda ancha inalámbrica, empezó a cobrar relevancia. También se pensó para enlaces fijos, pero llega a extender el rango alcanzado desde 40 a 70 kilómetros, operando en la banda de 2 a 11 GHz, parte del cual es de uso común y no requiere licencia para su operación. Es válido para topologías punto a



multipunto y, opcionalmente, para redes en malla, y no requiere línea de visión directa. Emplea las bandas de 3,5 GHz y 10,5 GHz, válidas internacionalmente, que requieren licencia (2,5-2,7 en Estados Unidos), y las de 2,4 GHz y 5,725-5,825 GHz que son de uso común y no requieren disponer de licencia alguna.

Un aspecto importante del estándar 802.16x es que define un nivel MAC (*Media Acces Layer*) que soporta múltiples enlaces físicos (PHY). Esto es esencial para que los fabricantes de equipos puedan diferenciar sus productos y ofrecer soluciones adaptadas a diferentes entornos de uso.

Existen otras opciones además de WiMAX, y así una alternativa es el estándar Hiperaccess (>11 GHz) e HiperMAN (<11 GHz), pero el auge que está tomando WiMAX ha hecho que se esté estudiando la posibilidad de armonizarlo con esta última norma, que también utiliza una modulación OFDM. Sin olvidarnos de Mobile-Fi, el estándar 802.20 del IEEE, específicamente diseñado desde el principio para manejar tráfico IP nativo para un acceso móvil de banda ancha, que provee velocidad entre 1 y 16 Mbit/s, sobre distancias de hasta 15 o 20 km, utilizando frecuencias por debajo de la banda de 3,5 GHz.

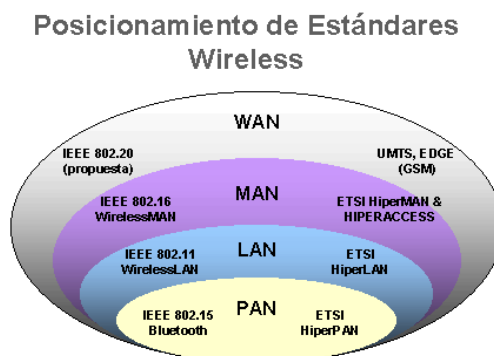


Fig. 2.3 Posicionamiento de estándares wireless



2.5.2 Características

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

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

Tabla 2.1 Características wireless

2.5.3 Comparativa de WiMAX frente a otras tecnologías.

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



Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda y es adecuada tanto para tráfico continuo como a ráfagas, siendo independiente de protocolo; así, transporta IP, Ethernet, ATM etc. y soporta múltiples servicios simultáneamente ofreciendo Calidad de Servicio (QoS) en 802.16e, por lo cual resulta adecuado para voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo. Por ejemplo, la voz y el vídeo requieren baja latencia pero soportan bien la pérdida de algún BIT, mientras que las aplicaciones de datos deben estar libres de errores, pero toleran bien el retardo.

Otra característica de WiMAX es que soporta las llamadas antenas inteligentes (smart antenas), propias de las redes celulares de 3G, lo cual mejora la eficiencia espectral, llegando a conseguir 5 bps/Hz, el doble que 802.11a. Estas antenas inteligentes emiten un haz muy estrecho que se puede ir moviendo, electrónicamente, para enfocar siempre al receptor, con lo que se evitan las interferencias entre canales adyacentes y se consume menos potencia al ser un haz más concentrado.

También, se contempla la posibilidad de formar redes malladas (*mesh networks*) para que los distintos usuarios se puedan comunicar entre sí, sin necesidad de tener visión directa entre ellos. Ello permite, por ejemplo, la comunicación entre una comunidad de usuarios dispersos a un coste muy bajo y con una gran seguridad al disponerse de rutas alternativas entre ellos.

En cuanto a seguridad, incluye medidas para la autenticación de usuarios y la encriptación de los datos mediante los algoritmos Triple DES. (128 bits) y RSA (1.024 bits).



2.5.4 Aplicaciones.

Las primeras versiones de Gimás están pensadas para comunicaciones punto a punto o punto a multipunto, típicas de los radio enlaces por microondas. Las siguientes ofrecerán total disponibilidad de movimiento, por lo que se equipararan con las redes celulares.

WiMAX es apropiado para unir *hot spots* Wi-Fi a las redes de los operadores, sin necesidad de establecer un enlace fijo. El equipamiento Wi-Fi es relativamente barato, pero un enlace E1 o DSL resulta caro y a veces no se puede desplegar, por lo que la alternativa radio parece muy adecuada. WiMAX extiende el alcance de Wi-Fi y provee una alternativa o complemento a las redes 3G.

Para las empresas, es una alternativa a contemplar, ya que el coste puede ser hasta 10 veces menor que en el caso de emplear un enlace E1 o T1. De momento no se habla de WiMAX para el acceso residencial, pero en un futuro podría ser una realidad, sustituyendo con enorme ventaja a las conexiones ADSL, o de cable, y haciendo que la verdadera revolución de la banda ancha llegue a todos los hogares.

Otra de sus aplicaciones encaja en ofrecer servicios a zonas rurales de difícil acceso, a las que no llegan las redes cableadas. Es una tecnología muy adecuada para establecer radioenlaces, dado su gran alcance y alta capacidad, a un coste muy competitivo frente a otras alternativas.

En los países en desarrollo resulta una buena alternativa para el despliegue rápido de servicios, compitiendo directamente con las infraestructuras basadas en redes de satélites, que son muy costosas y presentan una alta latencia.

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



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

2.6 HSUPA

HSDPA/HSUPA es la evolución del estándar de tecnología inalámbrica WCDMA de tercera generación (3G) y ofrece una conectividad inalámbrica de alta velocidad similar a la de la banda ancha por cable.

HSDPA/HSUPA permite enviar y recibir mensajes de correo electrónico con adjuntos de gran tamaño, jugar en tiempo real, enviar, recibir imágenes y videos de alta resolución, descargar música y videos, y conectarse con los equipos de su oficina de forma inalámbrica; todo desde el mismo dispositivo móvil.

HSDPA (del inglés 'high-speed downlink packet access') hace referencia a la velocidad de recepción de grandes archivos de datos: el “enlace descendente”.

HSUPA (del inglés 'high-speed uplink packet access') hace referencia a la velocidad de envío de grandes archivos de datos: el “enlace ascendente”.

2.7 HSDPA

La tecnología HSDPA (High Speed Downlink Packet Access-Acceso a Paquetes a Alta Velocidad en el Downlink) es la optimización de la tecnología espectral UMTS/WCDMA y consiste en un nuevo canal compartido en el enlace descendente (downlink) que mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de información hasta alcanzar tasas de 14 Mbps. Soporta tasas de throughput promedio cercanas a 1 Mbps. Es la evolución de la tercera generación (3G) de tecnología móvil, llamada 3.5G, y se considera el paso previo antes de la cuarta generación (4G), la futura integración de redes.



Más allá de la tecnología para datos a alta velocidad UMTS/WCDMA aguardan optimizaciones que ofrecen velocidades y oportunidades aún mayores para una variedad de aplicaciones de mercado. Como migración costo-efectiva que aumentará aún más la eficiencia espectral para datos de WCDMA, en un factor de hasta 3.5 veces, HSDPA puede incrementar las velocidades de datos hasta una tasa pico teórica de 14 Mbps y soportar tasas de throughput promedio cercanas a 1 Mbps. HSDPA optimiza la performance de la red dentro de la infraestructura existente. Se prevé que los primeros dispositivos de este tipo en llegar al mercado durante el segundo semestre de 2005 serán las tarjetas PC con capacidad para HSDPA.

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

HSDPA lleva a WCDMA a su máximo potencial en la prestación de servicios de banda ancha, y es la capacidad de datos celulares definida con throughput más elevado. De la misma manera en que EDGE incrementa la eficiencia espectral en comparación con GPRS, HSDPA incrementa la eficiencia espectral en comparación con WCDMA. La eficiencia espectral y las velocidades aumentadas no sólo habilitan nuevas clases de aplicaciones, sino que además dan soporte para que la red sea accedida por un mayor número de usuarios; HSDPA provee tres veces más capacidad que WCDMA. En cuanto a la actuación de las aplicaciones en tiempo real tales como video streaming en vivo y juegos entre múltiples jugadores, HSDPA actualiza a la tecnología WCDMA al acortar la latencia de la red (se prevén menos de 100 msec) brindando así mejores tiempos de respuesta.

Al tiempo que los despliegues 3G alcanzan una implementación difundida en todo el mundo, las operadoras se disponen a lanzar HSDPA. Los analistas creen que HSDPA será la tecnología de datos a alta velocidad de próxima generación escogida por las operadoras, en especial debido al soporte con que cuenta HSDPA entre la comunidad de proveedores. Una gran cantidad de fabricantes están desarrollando para sus clientes soluciones HSDPA tanto para estaciones base como para dispositivos al usuario final.



HSDPA alcanza sus elevadas velocidades mediante las mismas técnicas que amplifican la performance de EDGE superando a GPRS. Estas incluyen el agregado de modulación de mayor orden (Modulación de Amplitud en Cuadratura 16 - 16 QAM), codificación variable de errores, y redundancia incremental, así como el agregado de nuevas y potentes técnicas tales como programación rápida. Además, HSDPA emplea un eficiente mecanismo de programación para determinar qué usuario obtendrá recursos. Finalmente, HSDPA comparte sus canales de alta velocidad entre los usuarios del mismo dominio de tiempo, lo que representa el enfoque más eficiente.

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

HSDPA lleva a UMTS/WCDMA a su máximo potencial en la prestación de servicios de banda ancha, y es la capacidad de datos celulares definida con throughput más elevado. La eficiencia espectral y las velocidades aumentadas no sólo habilitan nuevas clases de aplicaciones sino que dan soporte para que la red sea accedida por un mayor número de usuarios.

Entre los servicios que serán posibles con el HSDPA destaca el vídeo en tiempo real con calidad DVD o las descargas de música.

El principal objetivo de HSDPA es el de conseguir un ancho de banda mayor. La compatibilidad es crítica, así que los diseñadores de HSDPA utilizaron una filosofía evolutiva. HSDPA básicamente es igual a la versión 99 de UMTS (R99), con la adición de una entidad de repetition/scheduling dentro del Nodo-B que reside debajo de la capa de control de acceso al medio R99 (MAC). Las técnicas R99 se pueden soportar en una red HSDPA, puesto que los terminales móviles de HSDPA (llamados UE's) se diseñan para coexistir con R99 UE's.



Técnicamente, los principios operativos básicos de HSDPA son fáciles de entender. El RNC encamina los paquetes de datos destinados para un UE particular al Nodo-B apropiado. El Nodo-B toma los paquetes de datos y programa su transmisión al terminal móvil emparejando la prioridad del usuario y el ambiente de funcionamiento estimado del canal con un esquema apropiadamente elegido de codificación y de modulación (es decir, 16QAM).

El UE es responsable de reconocer la llegada de los paquetes de datos y de proveer al Nodo-B sobre información del canal, control de energía, etc. Una vez que envíe el paquete de datos al UE, el Nodo-B espera un reconocimiento. Si no recibe uno dentro de un tiempo prescrito, asume que el paquete de datos fue perdido y lo retransmite.

La base que procesa el chasis (CPC) es la piedra angular del Nodo-B. Contiene el transmisor-receptor de RF, el combinador, la tarjeta del interfaz de red y el control del sistema, la tarjeta de timing, la tarjeta del canal y la placa base. De estos elementos de CPC, solamente la tarjeta del canal necesita ser modificada para apoyar HSDPA.

La tarjeta típica del canal de UMTS abarca un procesador de uso general que maneja las tareas de control. En cambio para soportar HSDPA, se deben realizar dos cambios a la tarjeta del canal. Primero, el downlink chip-rate ASIC (o ASSP) se debe modificar para apoyar los nuevos esquemas de la modulación 16QAM y los nuevos formatos de la ranura del downlink asociados a HSDPA. El siguiente cambio requiere una nueva sección de proceso, llamada el MAC-hs, que se debe agregar a la tarjeta del canal para apoyar el procesado, el buffer, la transmisión y la retransmisión de los bloques de datos que se reciben del RNC. Éste es el cambio más significativo a la tarjeta del canal porque requiere la introducción de una entidad de procesador programable junto con un buffer para retransmitir.

Finalmente, hay que añadir en la RNC un bloque denominado Mac-d, que nos comunica con el Nodo-B.

Con el objetivo de obtener una eficiencia espectral mayor se recurre a métodos de modulación de mayor número de fases como lo es la modulación 16QAM. En



transmisiones digitales no es conveniente aumentar el número de fases PSK. La modulación de 16 fases en PSK consiste en 16 estados de fase distribuidos en una circunferencia con igual amplitud. Una distribución más correcta es 16QAM donde las fases se distribuyen en un reticulado. El modulador de 16QAM se puede efectuar en dos formas:

Mediante un codificador apropiado se disponen de cuatro trenes de datos en paralelo y se agrupan en dos para obtener dos señales analógicas con cuatro estados de amplitud cada una y se modula en una cuadratura convencional del tipo 4PSK.

Mediante dos moduladores del tipo 4PSK se generan cuatro estados de fase cada uno. La modulación 16QAM resulta ser una modulación 4PSK por cuadrante.

La modulación 16QAM permite transmitir a una velocidad de 140 Mb/s en un ancho de banda de 80 Mhz.

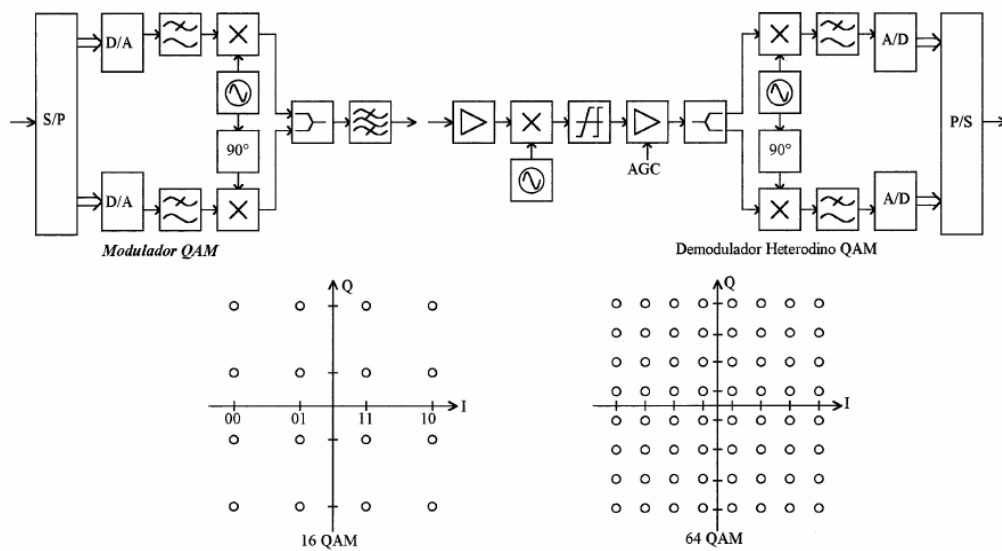


Fig. 2.4 Modulación digital QAM



CAPITULO 3

3. COMPONENTES DE UNA RED DE ÚLTIMA GENERACIÓN.

3.1 Estación base. [2]

3.1.1 Sistema de estación base (BSS).

Es la entidad responsable del establecimiento de las comunicaciones con las estaciones móviles que se encuentran dentro de su área de influencia. Esta puede ser constituida por una o más células cada una de ellas con una estación base. Hay ocho clases de estaciones base en función de la potencia que van desde los 320 W a 2.5 w.

Un sistema de estación base está constituido por un controlador de estación base BSC del que dependen una o más estaciones base BTS. Una estación base está constituida por un conjunto de transceptores (TRX) que cubren la misma área. La estación base incluye además de los transceptores un módulo que realiza la función de control común de estos transceptores (FCC).

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

El transcodificador es un elemento que pertenece funcionalmente al BSS pero que puede estar situado físicamente en la BTS, en el BSC o externo al BSS (junto a la central de conmutación móvil). La función de transcodificador es convertir la velocidad neta



utilizada en los canales radio (inferior a 16 kb/s) a la velocidad normalmente utilizada en la red fija (que es de 64 kbit/s).

El que esta conversión no se realice hasta el final posibilita que se puedan multiplexar 4 canales de 16 kbit/s en uno de 64 kbit/s ahorrando capacidad de transmisión, en el interfaz entre la BTS y el BSC y en la interfase entre el BSC y la central de conmutación (interfase A).

A partir de los tipos básicos anteriormente definidos pueden distinguirse 7 estructuras finales distintas, teniendo en cuenta además la situación del transcodificador, y la utilización de submultiplexación en el interfase A-bis. (BSS del 1 al 7).

Además de esta clasificación existen otras características funcionales, opcionales dentro de la especificación GSM, que determinan dentro de cada uno de estos tipos diferentes sistemas de estación base. Hay unas características funcionales que son fundamentales, función de salto de frecuencia (SLF), función de control de potencia (CP) y la función de transmisión discontinua (TXD).

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

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

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



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

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

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

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

Funciones del BSC

- Gestión de canales en el enlace BSC-MSB.
- Gestión de canales radio.
- Configuración de los canales radio (recibe del OMC).
- Gestión de secuencias de salto de frecuencia (BSC, OMC) estas secuencias son enviadas por el BSC hacia el BTS.
- Selección de canal, supervisión del enlace y liberación de canal.
- Control de potencia en el móvil. Determinación del nivel de potencia necesario en el móvil.
- Control de potencia en la BSS.
- Determinación de la necesidad de realizar cambio de canal



Funciones de la BTS

- Gestión de canales radio.
- Supervisión de canales libres, y envío de información de estos hacia la BSC.
- Detección de accesos al sistema por parte de móviles.
- Codificación y entrelazado para protección de errores.
- Determinación del avance de temporización que hay que utilizar para una comunicación con el móvil.
- Medidas de intensidad de campo y calidad de las señales recibidas de los móviles.
- Recepción de medidas enviadas por los móviles sobre condiciones de intensidad y calidad.
- Construcción de los mensajes de aviso a partir de la información recibida desde la BSC.
- Detección de acceso por traspaso de un móvil, y comprobación de la identificación de referencia de este traspaso de acuerdo con la información recibida desde BSC.
- Encriptación de la información de señalización y tráfico.

La estación central dentro de una celda, conocida como BTS (Base Tranceiver Station), realiza el enlace de RF a los terminales celulares, transmite información entre la celda y la estación de control y conmutación, monitorea la comunicación de los abonados. Esta conformado por: unidad de control, unidad de energía, antenas sectoriales (que utilizan métodos de diversidad para captar la mejor señal), TRAU (unidad encargada de adaptar y hacer la conversión de código y velocidad de las señales), y terminal de datos.



3.1.2 Estación de control y conmutación.

Conocido comúnmente como MTSO (mobile telephony switching office), cuando aplica tecnología GSM se denomina MSC (mobile switching center), y para redes Wireless Local Loop se denomina XBS. Es el elemento central del sistema, sus funciones principales son:

- Coordina y administra todas las BTS
- Coordina las llamadas entre la oficina de telefonía fija y los abonados, así como las llamadas entre los terminales celulares y los abonados, a través de las BTS
- Se encarga de la facturación (billing)
- Dirige el Hand off entre cell site
- Tiene un software de gestión: network management system
- Se interconecta a centrales TANDEM para comunicarse con otras redes telefónicas.

Puede ser de 2 tipos (de acuerdo al área geográfica y cantidad de tráfico):

- Centralizado: una única central para toda el área de concesión del operador, usa topología estrella.
- Descentralizado: más de una central, distribuido en el área de concesión. Las BTS, Central y TANDEM se interconectan vía enlaces de fibra óptica, o vía microondas (enlaces de datos de alta velocidad - SDH).

3.1.3 Radio canales.

Se entiende por Radio Canal al par de frecuencias portadoras más un time slot, que van a servir como canales de tráfico en una comunicación. De estas 2 frecuencias una va a ser la frecuencia de Tx de la estación base y Rx del terminal, la otra frecuencia va a ser la de Rx de la estación base y Tx del terminal. Transportan datos y voz entre el abonado y las estaciones base, cada abonado sólo puede usar un canal a la vez.



3.1.3.1 Tipos de radio canales.

Los canales o radio canales celulares son aquellos que van a hacer posible una comunicación de telefonía celular. Pueden ser de 2 tipos:

A) Canal de Control (CCH): Este canal permite enviar y recibir datos entre la BTS y el portátil. Estos canales pueden ser: Canal de Control de Adelanto (FCC): generalmente proporciona una información básica acerca del sistema celular particular: número de identificación del sistema, rango de los canales de pagina y de acceso que puede escanear. Canal de Paging: Son los canales usados para mantener en ubicación temporal a un terminal. Canal de Acceso: Son canales usados para responder cuando el terminal esta siendo llamado, o para iniciar una llamada. También se usa para informar al portátil el TCH que debe utilizar. En áreas pequeñas de poco tráfico, un solo canal de control realiza las tareas de los tres canales.

B) Canal de Tráfico (TCH): Conocido también como Canal de Voz, es el encargado de conducir el tráfico (voz y datos) entre la estación base y el portátil cuando se esta en un proceso de llamada. También es usado para mandar mensajes de señalización por parte de la BTS hacia el portátil, también para manejar el proceso de hand over, y el control de potencia de transmisión del terminal. Los datos provenientes del BTS se llaman “datos en adelanto” y los provenientes del terminal se denominan “datos reversos”, ambos son enviados a 10 Kbps.



3.2 Estructura GSM.

Una red GSM es constituida por tres elementos: el terminal, la estación-base (BSS) y el subsistema de red o nudo. Adicionalmente existen centros de operación establecidos por las operadoras, para monitorizar el estado de la red.

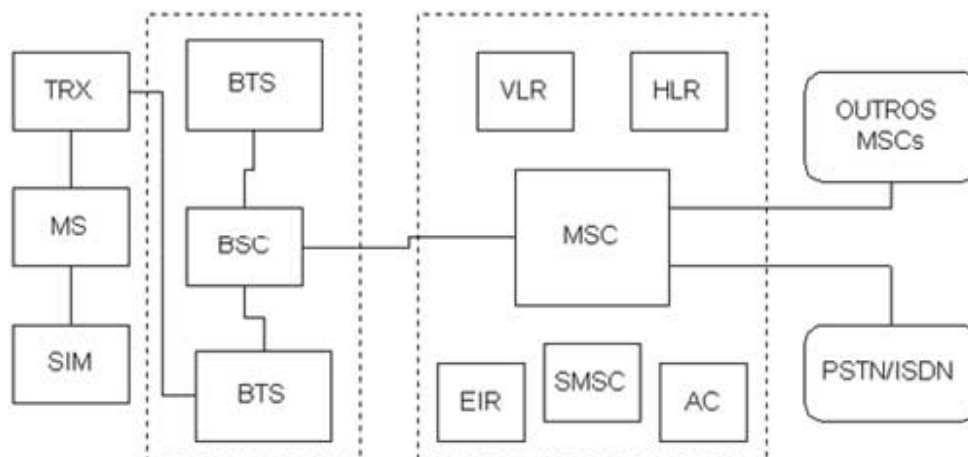


fig. 3.1 Estructura GSM

Base Substation System (Sistema de Subestación de Base)

Network Subsystem (Subsistema de Red)

TRX: Transceiver (Transreceptor)

EIR: Equipment Identity Register (Registro de Identificación del Equipo)

MS: Mobile Station (Estación Móvil)

AC: Authentication Center (Central de Autenticación)

SIM: Subscriber Identity Module (Módulo de Identificación de Suscriptor)

HLR: Home Location Register (Registro de Localización de Llamada)

BTS: Base Transceiver Station (Estación Transreceptora de Base)

BSC: Base Station Controller (Estación Base de Control)

MSC: Mobile services Switching Center (Central Intercambiadora de Servicios Móviles)

VLR: Visitor Location Register (Registro de Localización del Visitante)

ISDN: Integrated Services Digital Network (Red Digital de Servicios Integrados)



PSTN: Public Switched Telephone Network (Red Telefónica Analógica Pública)

SMSC: Short Message System Center (Central de Sistema de Mensajes Cortos)

La estación móvil, o terminal, contiene la tarjeta SIM, que es utilizada para identificar al utilizador dentro de la red. El SIM confiere movilidad personal al utilizador de la tarjeta, permitiéndole acceder a los servicios de la red independientemente del teléfono móvil que use o su localización. El SIM puede ser protegido contra uso indebido a través de un código (PIN) que hay que marcar cada vez que se conecta el móvil con el SIM inserido. Existe además un número que identifica cada terminal individualmente, el International Mobile Subscriber Identity (IMEI), pero que es independiente del SIM.

La estación-base controla la conexión radio entre el teléfono móvil y la red. Una BSS es compuesta por dos elementos: el BTS (Base Transceiver Station) y el BSC (Base Station Controller). Cada BSS puede tener o más BTS. Las BTS albergan el equipo de transmisión / recepción (los TRX o transceivers) y gestionan los protocolos de radio con el terminal móvil. En áreas urbanas existen más BTS que en zonas rurales y en algunos casos con características físicas o geográficas particulares (como por ejemplo, túneles) son colocados retransmisores para garantizar el servicio. Cada estación utiliza técnicas digitales para permitir que varios utilizadores se ligen a la red, así como para permitir que hagan y reciban llamadas simultáneamente. Esta gestión se denomina de multiplexing.

El BSC administra los recursos de radio de una o más BTS. Entre sus funciones se incluyen el handoff (que ocurre cuando el utilizador se mueve de una célula para otra, permitiendo que la ligación se mantenga), el establecimiento de los canales de radio utilizados y cambios de frecuencias. Finalmente, establece la ligación entre el móvil y el Mobile Service Switching Center (MSC), el corazón del sistema GSM.



El MSC, como ya fue referido, es el centro de la red, a través del que es hecha la ligación entre una llamada realizada de un móvil hacia las otras redes fijas (las analógicas PSTN o digitales ISDN) o móviles. El nudo en el que se encuentra posee además una serie de equipos destinados a controlar varias funciones, como el cobro del servicio, la seguridad y el envío de mensajes SMS.

El Home Location Register (HLR) contiene toda la información administrativa sobre el cliente del servicio y la localización actual del terminal. Es a través del HLR que la red verifica si un móvil que se intenta ligar posee un contrato de servicio válido. Si la respuesta es afirmativa el MSC envía un mensaje de vuelta al terminal informándole que está autorizado a utilizar la red. El nombre de la operadora aparece entonces en pantalla, informando que se puede efectuar y recibir llamadas. Cuando el MSC recibe una llamada destinada a un móvil él va al HLR verificar la localización. Paralelamente, el terminal de tiempos a tiempos envía un mensaje para la red, para informarla del sitio donde se encuentra (este proceso es denominado polling).

El Visitor Location Register (VLR) es utilizado para controlar el tipo de conexiones que un terminal puede hacer. Por ejemplo, si un utilizador posee restricciones en las llamadas internacionales el VLR impide que estas sean hechas, bloqueándolas y enviando un mensaje de vuelta al teléfono móvil informando el utilizador.

El Equipment Identity Register (EIR) y el Authentication Center (AC) son utilizados ambos para garantizar la seguridad del sistema. El EIR posee una lista de IMEI de terminales que han sido declarados como robados o que no son compatibles con la red GSM. Si el teléfono móvil está en esa lista negra, el EIR no permite que se conecte a la red. Dentro del AC hay una copia del código de seguridad del SIM. Cuando ocurre la autorización el AC genera un número aleatorio que es enviado para el móvil. Los dos aparatos, de seguida, utilizan ese número, junto al código del SIM y un algoritmo de encriptación denominado A3, para crear otro número que es enviado de nuevo para el



AC. Si el número enviado por el terminal es igual al calculado por el AC, el utilizador es autorizado a usar la red.

Por fin, el Short Message System Center (SMSC) es responsable por generar los mensajes cortos de texto. Otros equipos utilizados en redes GSM pueden adjuntar el recaudo de llamadas, la conexión a Internet, la caja de mensajes de voz, etc.

El sistema GSM 900 utiliza dos conjuntos de frecuencias en la banda de los 900 MHz, el primer en los 890-915MHz, utilizado para las transmisiones del terminal y el segundo en los 935-960MHZ, para las transmisiones de la red.

El método utilizado por el GSM para administrar las frecuencias es una combinación de dos tecnologías: el TDMA (Time Division Multiple Access) y el FDMA (Frequency Division Multiple Access). El FDMA divide los 25 MHz disponibles de frecuencia en 124 canales con una anchura de 200 kHz y una capacidad de transmisión de datos de alrededor 270 Kbps. Una o más de estas frecuencias es atribuida a cada estación base y dividida de nuevo en cuestión de tiempo, utilizando el TDMA, en ocho espacios de tiempo (timeslots). El terminal utiliza un timeslot para recepción y otro para emisión.

Ellos están separados temporalmente para que el móvil no reciba y transmita al mismo tiempo. Esta división de tiempo también es denominada full rate. Las redes también pueden dividir las frecuencias en 16 espacios, proceso designado half-rate, pero la calidad de transmisión es inferior.

La voz es codificada de una forma compleja, para que los errores en la transmisión puedan ser detectados y corregidos. Luego es enviada en los timeslots, cada uno con una duración de 577 milisegundos y una capacidad de 116 bits codificados. Cada terminal posee una agilidad de frecuencia, pudiendo desplazarse entre los timeslots utilizados para el envío, recepción y control dentro de un frame completo. Asimismo, un teléfono móvil verifica otros canales para determinar si la señal es más fuerte y cambiar la transmisión para los mismos, si la respuesta es afirmativa.



3.2.1 Mensajes de Texto

En condiciones normales, un mensaje tarda cerca de cinco segundos en recorrer el camino desde el teléfono móvil emisor hasta el receptor se desglosara a continuación el camino completo que realiza la información que usted envía y recibe.

Teniendo como destino otro terminal, el «apeadero» siguiente a la estación base (BTS) más próxima del terminal emisor, esta, a su vez, encamina el mensaje hacia una estación de control BSC (Base Station Controller). La siguiente parada la compone el conmutador, designado por MSC (Mobile Switching Center), que a su vez transfiere la información al STP (Signalling Transfer Point), que se encarga de transmitirla al SMSC (Short Message Service Center) o lo que es lo mismo, el centro de control global de procesamiento de mensajes de cada operador. Es en este punto que el mensaje recorrió medio camino, haciendo enseguida el recorrido inverso hasta llegar a la BTS (estación base) más próxima del receptor, que se encarga de descargarla en dicho Terminal.

Y esto solo es cuando se trata de mensajes enviadas a un teléfono adscrito a la misma red. Ahora, cuando el envío es realizado a un suscriptor de una red diferente, es el SMSC el que envía la información al GMSC (Gateway MSC) que la transmite a su vez a su congénere de la red de destino, a través de conexiones dedicadas a ello y directas, y que se encarga de encaminar el mensaje por el recorrido inverso hasta el destinatario. Y todo esto en sólo cinco segundos, realizando exactamente el mismo recorrido que hace una llamada de voz cuando es establecida entre dos usuarios de redes móviles.

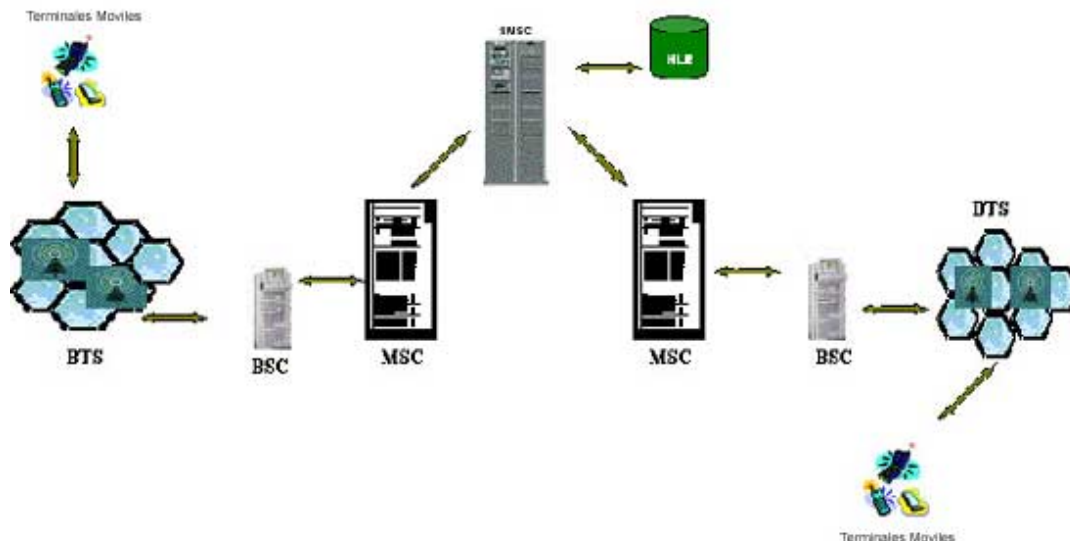


Fig. 3.2 Arquitectura para mensajes de texto

La única diferencia entre las llamadas de voz para las transferencias de datos es que esta última utiliza un protocolo existente en el sistema GSM, (Mobile Application Part-MAP) que, a través de la arquitectura de red, permite el envío de datos. Entre ellos, un subgrupo de la tabla ASCII, que no es más que el conjunto de caracteres ofrecido para la escritura de mensajes de móvil. Se estipuló que un mensaje no podría contener más de 160 caracteres lo que se traduce en unos míseros 140 bytes, a los cuales hay que añadirles 30 bytes más por el espacio que ocupa la cabecera , naciendo entonces el lenguaje abreviada de los SMS, y . Un peso muy leve para cualquier red, pero hay que tomar en cuenta que para los MMS, mensajes multimedia necesariamente son más pesados debido a la integración del sonido, imágenes o animaciones, el límite de los cuales está establecido en 30 kb.



3.3 Antenas. ^[3]^[4]^[13]

3.3.1 ¿Qué es una antena?

La definición formal de una antena es un dispositivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio. Convierte la onda guiada por la línea de transmisión (el cable o guía de onda) en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre.

En realidad una antena es un trozo de material conductor al cual se le aplica una señal y esta es radiada por el espacio libre.

Las antenas deben de dotar a la onda radiada con un aspecto de dirección. Es decir, deben acentuar un solo aspecto de dirección y anular o mermar los demás. Esto es necesario ya que solo nos interesa radiar hacia una dirección determinada.

Esto se puede explicar con un ejemplo, hablando de las antenas que llevan los satélites. Estas acentúan mucho la dirección hacia la tierra y anulan la de sentido contrario, puesto que lo que se quiere es comunicarse con la tierra y no mandar señales hacia el espacio.

Las antenas también deben dotar a la onda radiada de una polarización. La polarización de una onda es la figura geométrica descrita, al transcurrir el tiempo, por el extremo del vector del campo eléctrico en un punto fijo del espacio en el plano perpendicular a la dirección de propagación.

Para todas las ondas, esa figura es normalmente una elipse, pero hay dos casos particulares de interés y son cuando la figura trazada es un segmento, denominándose linealmente polarizada, y cuando la figura trazada es un círculo, denominándose circularmente polarizada.

Una onda está polarizada circularmente o elípticamente a derechas si un observador viese a esa onda alejarse, y además viese girar al campo en el sentido de las agujas de un reloj.



Lógicamente, si lo viese girar en sentido contrario, sería una onda polarizada circularmente o elípticamente a izquierdas.

3.3.2 Parámetros generales de una antena.

Una antena va a formar parte de un sistema, por lo que tenemos que definir parámetros que la describan y nos permita evaluar el efecto que va a producir sobre nuestro sistema.

3.3.2.1 Impedancia.

Una antena se tendrá que conectar a un transmisor y deberá radiar el máximo de potencia posible con un mínimo de pérdidas. Se deberá adaptar la antena al transmisor para una máxima transferencia de potencia, que se suele hacer a través de una línea de transmisión. Esta línea también influirá en la adaptación, debiéndose considerar su impedancia característica, atenuación y longitud.

Como el transmisor producirá corrientes y campos, a la entrada de la antena se puede definir la impedancia de entrada mediante la relación tensión-corriente en ese punto. Esta impedancia poseerá una parte real $R_e(\omega)$ y una parte imaginaria $R_i(\omega)$, dependientes de la frecuencia.

Si a una frecuencia una antena no presenta parte imaginaria en su impedancia $R_i(\omega)=0$, entonces diremos que esa antena está resonando a esa frecuencia.

Normalmente usaremos una antena a su frecuencia de resonancia, que es cuando mejor se comporta, luego a partir de ahora no hablaremos de la parte imaginaria de la impedancia de la antena, si no que hablaremos de la resistencia de entrada a la antena R_e . Lógicamente esta resistencia también dependerá de la frecuencia.

Esta resistencia de entrada se puede descomponer en dos resistencias, la resistencia de radiación (R_r) y la resistencia de pérdidas (R_L). Se define la resistencia de radiación como una resistencia que disiparía en forma de calor la misma potencia que radiaría la antena. La



antena por estar compuesta por conductores tendrá unas pérdidas en ellos. Estas pérdidas son las que definen la resistencia de pérdidas en la antena.

Como nos interesa que una antena esté resonando para que la parte imaginaria de la antena sea cero. Esto es necesario para evitar tener que aplicar corrientes excesivas, que lo único que hacen es producir grandes pérdidas.

3.3.2.2 Eficiencia.

Relacionado con la impedancia de la antena tenemos la eficiencia de radiación y la eficiencia de reflexión. Estas dos eficiencias nos indicarán una, cuanto de buena es una antena emitiendo señal, y otra, cuanto de bien está adaptada una antena a una línea de transmisión.

La Eficiencia de Radiación se define como la relación entre la potencia radiada por la antena y la potencia que se entrega a la misma antena. Como la potencia está relacionada con la resistencia de la antena, podemos volver a definir la Eficiencia de Radiación como la relación entre la Resistencia de radiación y la Resistencia de la antena:

La Eficiencia de Adaptación o Eficiencia de Reflexión es la relación entre la potencia que le llega a la antena y la potencia que se le aplica a ella. Esta eficiencia dependerá mucho de la impedancia que presente la línea de transmisión y de la impedancia de entrada a la antena, luego se puede volver a definir la Eficiencia de Reflexión como $1 - \text{módulo del Coeficiente de reflexión}$; siendo el coeficiente de reflexión el cociente entre la diferencia de la impedancia de la antena y la impedancia de la línea de transmisión, y la suma de las mismas impedancias.

3.3.2.3 Patrón de radiación.

Un patrón de radiación es un diagrama polar o gráfica que representa las intensidades de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares en relación con una antena. Si el patrón de radiación se traza en términos de la intensidad del campo eléctrico (E) o de la densidad de potencia (P), se llama patrón de radiación absoluto. Si se traza la



intensidad del campo o la densidad de potencia en relación al valor en un punto de referencia, se llama patrón de radiación relativo.

Algunas veces no nos interesa el diagrama de radiación en tres dimensiones, al no poder hacerse mediciones exactas sobre el. Lo que se suele hacer es un corte en el diagrama de radiación en tres dimensiones para pasarlo a dos dimensiones. Este tipo de diagrama es el más habitual ya que es más fácil de medir y de interpretar.

3.3.2.4 Campos Cercanos y Lejanos.

El campo de radiación que se encuentra cerca de una antena no es igual que el campo de radiación que se encuentra a gran distancia. El termino campo cercano se refiere al patrón de campo que esta cerca de la antena, y el termino campo lejano se refiere al patrón de campo que está a gran distancia. Durante la mitad del ciclo, la potencia se irradia desde una antena, en donde parte de la potencia se guarda temporalmente en el campo cercano. Durante la segunda mitad del ciclo, la potencia que esta en el campo cercano regresa a la antena. Esta acción es similar a la forma en que un inductor guarda y suelta energía. Por tanto, el campo cercano se llama a veces campo de inducción. La potencia que alcanza el campo lejano continua irradiando lejos y nunca regresa a la antena por lo tanto el campo lejano se llama campo de radiación. La potencia de radiación, por lo general es la mas importante de las dos-, por consiguiente, los patrones de radiación de la antena, por lo regular se dan para el campo lejano. El campo cercano se define como el área dentro de una distancia D^2/λ de la antena, en donde λ es la longitud de onda y D el diámetro de la antena en las mismas unidades.

3.3.2.5 Ganancia Directiva y Ganancia de Potencia.

La ganancia directiva es la relación de la densidad de potencia radiada en una dirección en particular con la densidad de potencia radiada al mismo punto por una antena de referencia, suponiendo que ambas antenas irradian la misma cantidad de potencia. El patrón de radiación para la densidad de potencia relativa de una antena es realmente un patrón de ganancia directiva si la referencia de la densidad de potencia se toma de una antena de



referencia estándar, que por lo general es una antena isotrópica. La máxima ganancia directiva se llama directividad.

3.3.2.6 Polarización de la antena.

La polarización de una antena se refiere solo a la orientación del campo eléctrico radiado desde ésta. Una antena puede polarizarse en forma lineal (por lo general, polarizada horizontal o vertical), en forma elíptica o circular. Si una antena irradia una onda electromagnética polarizada verticalmente, la antena se define como polarizada verticalmente; si la antena irradia una onda electromagnética polarizada horizontalmente, se dice que la antena está polarizada horizontalmente; si el campo eléctrico radiado gira en un patrón elíptico, está polarizada elípticamente; y si el campo eléctrico gira en un patrón circular, está polarizada circularmente.

3.3.2.7 Ancho del haz de la antena.

El ancho del haz de la antena es sólo la separación angular entre los dos puntos de media potencia (-3dB) en el lóbulo principal del patrón de radiación del plano de la antena, por lo general tomando en uno de los planos "principales". El ancho del haz para una antena cuyo patrón de radiación se muestra en la figura siguiente es el ángulo formado entre los puntos A, X y B (ángulo q). Los puntos A y B son los puntos de media potencia (la densidad de potencia en estos puntos es la mitad de lo que es, una distancia igual de la antena en la dirección de la máxima radiación). El ancho de haz de la antena se llama ancho de haz de -3dB o ancho de haz de media potencia.

3.3.2.8 Ancho de banda de la antena.

El ancho de banda de la antena se define como el rango de frecuencias sobre las cuales la operación de la antena es "satisfactoria". Esto, por lo general, se toma entre los puntos de media potencia, pero a veces se refiere a las variaciones en la impedancia de entrada de la antena.



3.3.3 Antenas utilizadas actualmente en estaciones de telefonía móvil. (26) (27) (28)

En la actualidad las empresas de telefonía móvil utilizan un conjunto o grupo de antenas encaminadas a los distintos servicios y/o estándares q ofrecen, el conjunto de antenas esta compuesto por una antenas de polarización cruzada, antenas de inclinación eléctrica variable, antenas de polarización vertical, antenas de banda dual, antenas omnidireccionales de polarización vertical, antenas indoor y antenas de enlace a donadora en repetidor GSM. El modelo de estas antenas son predominantemente tipo panel y omnidireccionales. Todas las características de la polarización en antenas han sido en revisados en diversos apartados en este mismo capitulo.



Fig. 3.3 Antena celular

Las características de las antenas vienen indicadas por el fabricante, así como por los estándares para las que son requeridas, es decir al ser el estándar predominante el GSM



todas trabajan en el rango de frecuencias de 1710-2200 Mhz, como en el de 824-960 Mhz

3.3.3.1 Antenas Omnidireccionales.

Se destinan a utilización en Estaciones Radio Base de un sector único de 360°, irradiando en todas las direcciones.

Cómo estas antenas son instaladas en ambientes externos adversos, atención especial deberá ser considerada en la construcción mecánica. Fabricadas con elementos de cobre protegidos por un tubo de fibra de vidrio de alta resistencia, soportan vientos de más de 200 km/h. Debido a las condiciones en las que se encuentran estas antenas y el proceso de manufactura la vida útil supera los 15 años.



Fig. 3.4 Antenas omnidireccionales



3.3.3.2 Antenas Panel.

Este tipo de antena utilizase en Estaciones Radio Base divididas en sectores. Estas antenas, en el cual la base constructiva es un panel metálico con los elementos irradiantes cerrados por una tapa de material de fibra de vidrio o plástico, irradian su energía sólo en ciertos segmentos de espacio llamado de ángulo de abertura horizontal. De acuerdo con el concepto de optimización las más usuales son las de 65° , mas también se usa 90° y, en aplicaciones especiales, 120° ó 33° , estas últimas para cobertura de carreteras.

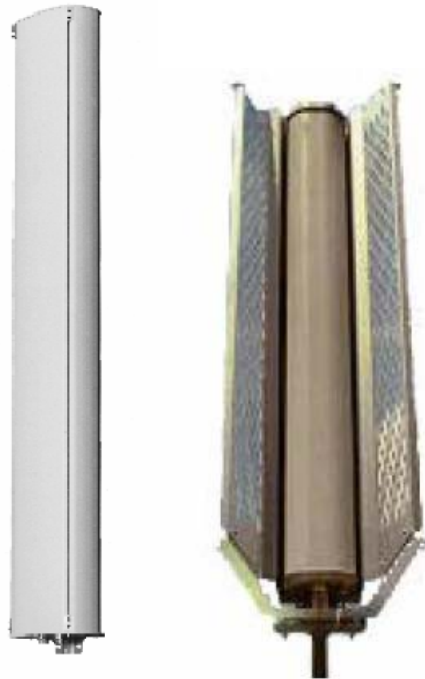


Fig. 3.5 Antenas panel



CAPITULO 4

4. TELEFONÍA CELULAR EN MÉXICO.

En la actualidad en México la telefonía celular ofrece diferentes alternativas (Movistar, Telcel, Iusacell, Unefon, Nextel), todas estas empresas ofrecen servicios al alcance de todos y esto se ve reflejado en el numero de usuarios que ascendía a 25 millones de abonados a finales del año 2005, estas compañías tienen por delante enfrentar un cambio tecnológico para no quedarse en un estancamiento que afecte sus finanzas.

Cada una de las empresas han tratado de satisfacer a su cada vez mayor agenda de clientes, algunas orientas a entrar a la mayor cantidad de abonados, otras tratando de lograr un presencia empresarial mas importante.

Sin bien todas la empresas procuran estar en la punta de la ruta tecnológica, algunas han quedado en cierto retraso en su afán tecnológico, por otro lado algunas otras han signado importantes compromisos con diversas empresas para solventar los mismos

En la primer parte del presente capitulo nos enfocaremos a revisar los antecedentes históricos de cada una, así como su presencia en México, su cobertura en el país, la tecnología con que cuentan y los servicios que ofrece cada una.

En la segunda parte del capitulo trataremos de dar nuestra visión y una posible solución para el reto de la conversión hacia la cuarta generación celular, enfocándonos en las dos principales compañías de telefonía móvil, y que se han tomadas como punta de lanza de las restantes compañías.



Fig. 4.1 Evolución telefonía celular en México

En la figura anterior nos muestra el camino evolutivo de tecnologías de las distintas compañías de telefonía móvil, como la única marca existente en la primera etapa de telefonía celular en México, y el momento de la entrada de las otras compañías y la tecnologías en su momento, muestra la migración de algunas compañías directamente hacia tercera generación y el proceso evolutivo que las hagan converger en la cuarta generación de telefonía móvil.

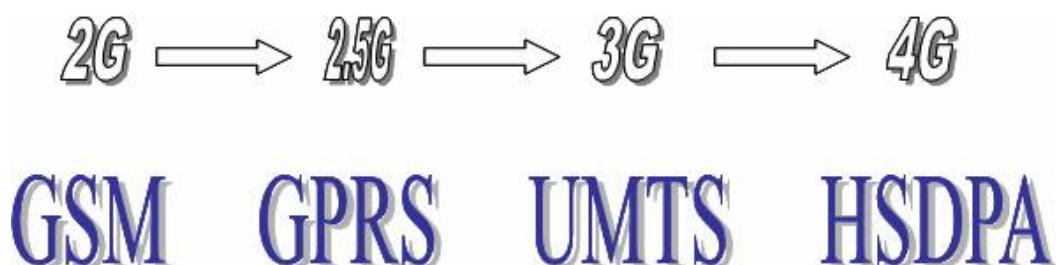



Fig. 4.2 Evolución de tecnologías de telefonía móvil

El esquema muestra el cambio de tecnologías hacia la 4g y el momento en el que nos encontramos.



4.1 Antecedentes históricos.


4.1.1 Historia de las empresas. [19][20][23][24][25]

Empresas de telefonía móvil	Historia
	<p>A principios de los años 90's en México comenzaron a surgir muchas compañías que ofrecían servicios de telefonía móvil, para 1993 Iusacell se había convertido en el líder tras comprar varios operadores regionales. Telmex no tenía inversiones en este negocio, así que decidieron entrar al mercado con la empresa Radio Móvil Dipsa, subsidiaria de DIPSAs empresa encargada de, entre otras cosas, imprimir la sección amarilla, con la marca Telcel que estaba en un lejano segundo lugar en el mercado nacional, cuando Iusacell contaba con 3.000.000 de usuarios Telcel tenía menos de 1.000.000. Este escenario cambio en 1995 cuando México sufrió una de sus peores crisis económicas, Iusacell decidió enfocarse en clientes de alto nivel (ejecutivos, empresas, empresarios y ricos) con planes de renta mensual de alto costo, y Telcel decidió enfocarse al sector de menores ingresos con los primeros planes de prepago, en el cual las personas pagan previamente los minutos que iba a usar al mes. Esto causó que Telcel obtuviera más clientes y se convirtiera en el líder en el mercado nacional teniendo el doble de usuarios que Iusacell dos años después.</p>



	<p>América Móvil nace tras la decisión de los activos de telefonía celular, televisión por cable (cablevisión) y otros activos internacionales pertenecientes a TELMEX, la empresa pasa a ser una pantalla que sigue controlada por el mismo 'holding' CARSO GLOBAL TELECOM el cual a su vez escinde su participación en América Móvil en un nuevo grupo llamado AMÉRICA TELECOM que a pesar de tener los mismos accionistas se vuelve una empresa independiente a Telmex y su controladora.</p> <p>Expansión</p> <p>Después de la venta de Prodigy y la separación de América Móvil, Telmex comenzó un agresivo plan de expansión fuera de México, en donde ya no presentaba crecimiento importante con más de 19.000.000 de líneas en el país (de 5.000.000 en 1990).</p> <p>Su expansión comenzó con la apertura de oficinas y servicios en los Estados Unidos con Telmex USA, posteriormente compró la antigua telefónica estatal de Guatemala, Telgua, y varios monopolios estatales en Centroamérica. En el 2004 Telmex compró la totalidad de acciones de AT&T Latin América con lo cual obtiene presencia en Colombia, Argentina, Brasil, Perú, Chile y Uruguay, también el mismo año compró en Brasil Embratel de MCI y NET, logrando convertirse en la telefónica más grande de América Latina.</p>
--	---




	<p>En 1989 es creada Iusacell, convirtiéndose en la primera compañía de telefonía celular en ofrecer el servicio en la Ciudad de México.</p> <p>El 16 de octubre de 1989 se constituye Grupo Iusacell, S.A. de C.V., conformado por las empresas: Iusacell, S.O.S. y SISTECEL.</p> <p>El 11 de octubre Grupo Iusacell forma una alianza estratégica con Bell Atlantic, una de las empresas más importantes en servicios de telecomunicación en los Estados Unidos. El 1 de agosto 1996, Grupo Iusacell amplía su participación en el área de telecomunicaciones ofreciendo el servicio de radiolocalización de personas Iusabeep (hoy Iusacell Radiolocalización), complemento ideal de nuestros servicios.</p> <p>El 10 de febrero de 1997, el Gobierno Mexicano autoriza a Bell Atlantic asumir el control administrativo de Grupo Iusacell.</p> <p>En 1998 Iusacell se convierte en la primera compañía mexicana en contar con una red digital comercial de servicios de comunicaciones de este tipo en el país. Con ello se inicia la operación de su plataforma digital basada en tecnología CDMA (Acceso Múltiple por División de Código).</p> <p>Inicia Iusacell la expansión de su nueva tecnología,</p>
---	--



	<p>poniendo a disposición de los usuarios, en el ámbito comercial, todos los beneficios de su red digital CDMA, integrando así al país a la nueva era digital.</p> <p>En abril, concluye la compra por parte de Vodafone Group, Plc del 34.5% del capital de Iusacell al Grupo Peralta. Con esta operación, Vodafone se convierte en el segundo mayor accionista de Iusacell.</p> <p>En el primer trimestre del 2003, Iusacell lanza sus nuevos paquetes y ofertas de valor para clientes de alto volumen. Esta oferta de valor incluye el lanzamiento de tecnología avanzada 1XRTT, con capacidad para transmitir datos por medio de la red celular a velocidades de hasta 144 kbps.</p> <p>En Junio 17 del mismo año, Grupo Salinas tomó control sobre el Grupo Iusacell,</p> <p>Lanzamiento de 3G, servicios multimedia que permiten al usuario descarga de tonos, juegos, envío y recepción de fotos y video entre otros.</p>
	<p>Unefon es una operadora de telefonía móvil enfocada en el mercado masivo, con capacidad de proporcionar una amplia variedad de servicios de telecomunicaciones sobre una plataforma tecnológica de última generación y de alto rendimiento. Sus principales accionistas son Moisés Saba Masri y Unefon Holdings.</p> <p>Unefon se concentra en satisfacer la creciente demanda de servicios telefónicos de la clase media mexicana.</p>



	<p>Con licencias para brindar servicios de telecomunicación a nivel nacional, Unefon ofrece sus servicios de telefonía móvil de alta calidad en 19 ciudades a través de una red propia que incluye las ciudades de Monterrey, Guadalajara y la Ciudad de México.</p> <p>Adicionalmente, como resultado de un acuerdo de roaming e intercambio de capacidad instalada con Iusacell, Unefon ofrece cobertura continua en 23,000 ciudades, poblaciones y carreteras. Al cierre de 2004, Unefon contaba con 1.4 millones de suscriptores.</p>
	<p>Telefónica, con su filial TS1 (Telefónica Servicios Uno) comenzó las pruebas de telefonía móvil en el sistema GSM durante la Expo Universal de Sevilla y las Olimpiadas de Barcelona de 1992, y el servicio, bajo la marca MoviStar, fue lanzado comercialmente en septiembre de 1995, aunque desde julio de ese mismo año la red estaba abierta para clientes extranjeros en roaming por España. Para entonces, ya existía otro servicio de telefonía móvil, también de Telefónica, llamado MoviLine, que operaba en analógico (a diferencia de movistar que lo hace en digital).</p> <p>En febrero de 1999 MoviStar comenzó a operar en la banda de 1800 megahertzios, al llegar la tecnología dual a España. En marzo de 2000, la empresa consigue una licencia para operar en UMTS, la llamada Tercera Generación de telefonía móvil (3G), y en enero de 2001 se lanza comercialmente el servicio de GPRS (2,5G).</p>



	<p>En septiembre de 2002 se lanza el servicio de Mensajería Multimedia (MMS), con el que se pueden enviar mensajes que incorporan fotografías en color y tonos de sonido. En mayo de 2004 se lanza comercialmente el servicio de videollamada en la red de UMTS.</p> <p>En 2004, Telefónica Móviles adquirió todos los activos celulares en Latinoamérica de BellSouth. Ante la multiplicidad de marcas comerciales que llegó a tener fruto de esta adquisición, la obligación legal de dejar de usar la marca Bellsouth y la presencia de varias operadoras de Telefónica Móviles en un mismo país (como por ejemplo en Argentina, donde poseían Unifón), Telefónica Móviles decidió unificar sus operaciones bajo la marca que ya tenía en España y en otros países como México, Movistar, aunque renovando su logotipo: pasaba de componerse de las palabras "Telefónica MoviStar" a una nueva logomarca con una M redondeada de color azul o verde y la palabra movistar en minúsculas. Este cambio se hizo efectivo el 6 de abril de 2005, habiéndose presentado ante los medios y el público el día anterior, tras una gran campaña de imagen en la que no se revelaba el producto anunciado hasta ese mismo día.</p> <p>Brasil y Marruecos quedaron al margen de esta unificación de marcas al tratarse de empresas mixtas (joint-ventures) con Portugal Telecom (la primera conservó la marca Vivo, mientras que la segunda siguió con Meditel).</p>
--	---



	<p>La historia de Nextel en el mercado de las radiocomunicaciones en el país se consolida con la adquisición de la Corporación Mobilcom en 1996.</p> <p>Una de las comercializadoras de Mobilcom es Tricom Network S.A de C.V.</p> <p>Tricom inició sus operaciones comerciales en la Ciudad de México en 1994. Desde entonces, encabezó el mercado nacional al ser el primer concesionario del país en ofrecer un sistema de radiocomunicación tipo móvil especializado en flotillas (trunking).</p> <p>En muy poco tiempo se consolidó como la compañía más grande de México en esta área. Finalmente en 1998, la compañía se establece oficialmente con el nombre de Nextel de México S.A. de C.V., con el claro objetivo de conservar su liderazgo en el servicio de trunking y ampliar sus servicios a otras áreas de la comunicación.</p>
--	---

Las descripciones de las compañías dadas en los cuadros anteriores nos hacen entender la forma de trabajo de la misma, bajo su propio contexto histórico, es decir como una empresa europea como Movistar ha penetrado en la sociedad latinoamericana y su impacto en la misma.

Las empresas de telefonía móvil como se menciona, cuentan con activos de provenientes de empresas de otros países como vodafone, verizon, france telecomm, aunque el accionista principal es un capital mexicano.



El cisma entre Telmex y América móvil ha dado pie a que esta última, se revalorice y entre en una libre competencia con las otras compañías sin estar determinada por las decisiones que tome la que fuera su empresa matriz.

Por otro lado Unefon e Iusacell al ser parte del mismo grupo empresarial, han desarrollado un lazo empresarial con ayuda mutua ya que ambas empresas cuentan con avances tecnológicos significativos para el entorno mexicano.

Nextel es una empresa de telefonía móvil enfocada al ámbito empresarial, por lo tanto sus mayores esfuerzos se concentran en una mayor captación de abonados de este ámbito, con su diseño de red push-to-talk.



4.2 Áreas de cobertura. [26]






Fig. 4.3 Áreas de cobertura



La secretaria de comunicaciones y transportes en su apartado para telefonía móvil dividió el país en nueve zonas geográficas, siendo iguales para todas las empresas que ofrezcan el servicio, la diferencia radica en las ciudades que cuenten con la cobertura de la empresa respectiva.

A cada zona se le asigno un numero de código de frecuencias para diferenciarlas y tener un mayo control sobre las mismas, esto es esencialmente en planes de prepago, ya que las tarjetas deben tener el código de cada región, de no ser así no se puede tener acceso al prepago de estas mismas.



Empresas de telefonía móvil	Área de cobertura
	<p>El área de cobertura de Telcel es significativamente la mas grande ya que al ser la empresa con mayor tiempo en el país, es la que cuenta con mayor numero de abonados, su presencia se puede palpar desde las regiones sureñas de la península de Yucatán hasta el extremo norte de la península de baja California, los nodos de telefonía celular de Telcel han de percibirse si no en la totalidad de las localidades del país sin en un 99 % de ellas, un avance significativo de su cobertura es tomar en cuenta regiones serranas de difícil acceso, en Hidalgo esta cobertura es significativa ya que una gran parte de su territorio es sierra de difícil acceso</p>
	<p>Iusacell tiene presencia en las nueve regiones de telefonía celular del país, sin embargo no cubre la totalidad del territorio, únicamente tiene presencia en las ciudades mas importantes de cada entidad federativa y en sus localidades mas próximas, por ejemplo en hidalgo tiene precenso en los municipios de Pachuca, Actopan, Tula, Ixmiquilpan, Tulancingo, Apan y sus municipios aledaños</p>
	<p>Unefon como se menciono en apartados anteriores es una empresa hermana de Iusacell, por lo tanto utiliza la red propia de Iusacell, la diferencia radica en las áreas de cobertura, ya que la de Unefon es aun mas reducida que la área de Iusacell</p>





	<p>Movistar es una empresa de rápida expansión en el mercado mexicano, su área de influencia es de el mismo tenor e incluso de mayor numero de abonados que la misma Iusacell</p>
	<p>Nextel es hasta ahora la empresa mas pequeña descrita mas sin embargo su área de influencia es muy importante en los círculos de negocios de México por lo tanto su presencia es significativa en áreas con un gran proceso mercantil tales como México, Monterrey, Guadalajara, etc. y en los distintos centros vacacionales del país</p>

La constante de las compañías es abarcar la mayor parte de territorio para ofrecer sus servicios, esto se puede ver en cualquier parte del mundo, ejemplos sobran, vodafone tratando de imponerse en Europa compitiendo con movistar, América móvil (telcel) adquiriendo conseciones en América latina, y un largo etc.




En México las empresas tratan de que su área de cobertura sea extensa, sin embargo el publico al que van dirigidos es lo que los hace delimitar sus zonas de cobertura, ya que como se menciono anteriormente Telcel tiene una área de cobertura grande pero su orientación empresariales se enfoca hacia la clase media dominante en México es decir la mayor parte de la población, caso contrario a Nextel que es una empresa que ofrece planes empresariales y la mayor parte de sus abonados son compañías que obtienen una facilidad en los costos de Nextel por lo tanto el tamaño de su área de cobertura.



4.3 Servicios multimedia

Empresas de telefonía móvil	Servicios disponibles en la actualidad
	<p>Esta empresa abarca todos los servicios disponibles de telefonía celular actualmente en México, como los son la descarga de contenidos e intercambio de información a travez de su red, la diferencia radica en el modelo de celular con el que se cuente, siendo esta la que mayor disponibilidad de modelos tiene su numero de servicios se ve aumentado.</p> <p>A continuación un listado de los servicios ofrecidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mensajería instantánea 2 vías • Descarga de contenidos • Acceso a Internet vía wap • Servicios multimedia generales
	<p>Los servicios de esta compañía tienen gran semejanza con los dados por Telcel, en la actualidad tratan de colocar en el mercado su servicio de Internet inalámbrico para dar competencia a Prodigy.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mensajería instantánea 2 vías • Descarga de contenidos • Acceso a Internet vía wap • Servicios multimedia generales



	<p>Los servicios disponibles en esta empresa son los mismos ofrecidos por Iusacell, ya que como se menciona anteriormente son propiedad de la misma persona</p>
	<p>Movistar le da a sus clientes la posibilidad de todos los servicios multimedia con el plus de tratar de abaratar los costos entre celulares de la misma compañía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mensajería instantánea 2 vías • Descarga de contenidos • Acceso a Internet vía wap • Servicios multimedia generales
	<p>Los servicios ofertados por Iusacell son prácticamente los mismos que las demás compañías, pero con el plus de utilizar el producto push-to-talk que se ha convertido en una gran herramienta y en el preferido de las empresas con contrato de telefonía celular, el funcionamiento del producto se explica en un apartado a continuación.</p>

Los servicios de la empresa de telefonía móvil, abarcan desde mensajes multimedia pasando por la adquisición de material con fines de entretenimiento, todas las compañías ofrecen un acceso al Internet con posibilidades de intercambio de datos mas sin embargo estas tasas de transferencia se ven limitadas a intervalos pequeños, la finalidad de la llamada 4G es que las tasas de transmisión se vean fortalecidas con un mayor ancho de banda y esto se vera traducido en una mayor capacidad para el intercambio de información.

Con la revolución en cuanto a modelos de telefonía móvil, que se dio en los meses anteriores con la presentación de la compañía Apple, de su modelo iphone, que combina servicios de telefonía celular con acceso a un Internet de alto nivel con funciones de un



disco duro externo y reproductor de música, las compañías presentes en México no pueden utilizar la máxima capacidad del mismo de ahí la importancia de la 4G en México, en EE.UU. este modelo esta dentro de los servicios de verizon, que en México tiene presencia con Telcel y Movistar

4.3.1 NEXTEL (push-to-talk).

Nextel de México utiliza la tecnología iDEN (Integrated Digital Enhanced Network), red digital de servicios integrados de radiocomunicación desarrollada por Motorola.

La compañía tiene la concesión para ofrecer el mejor servicio de trunking. Tecnología que integra varias opciones de comunicación en el mismo equipo:

- Conexión Directa (push to talk)
- Acceso a la Red Telefónica
- Mensajes
- Nextel Online

4.3.1.1 Tecnología IDEN.

Fue introducida por vez primera en 1994, la Red Mejorada Digital Integrada iDEN trajo al mercado una variedad de soluciones inalámbricas de la futura generación diseñadas para el sector vertical del mercado de aplicaciones móviles. Actualmente, las unidades portátiles e inalámbricas iDEN son utilizadas en una variedad de ambientes de trabajo que incluyen desde plantas de producción hasta salas de conferencias, al igual que la fuerza móvil de ventas.



La tecnología cuatro-en-uno de iDEN permite a los usuarios aprovechar las tecnologías inalámbricas avanzadas con una unidad portátil digital que combina: radio de dos vías digital, teléfono inalámbrico digital, mensajería alfanumérica y datos apoyando la tecnología de acceso a Internet. .

Uno de los primeros equipos, el i85s, cuentan con la innovadora tecnología J2ME que permite descargar aplicaciones y contenido interactivo, desde potentes herramientas de negocios hasta juegos con alto contenido gráfico. Los equipos de iDEN de Motorola constituyen verdaderamente la futura generación de las comunicaciones.

Como ya lo mencionamos anteriormente la red de telefonía celular Nextel ofrece servicios de conexión directa (radiocomunicación) y telefonía celular convencional.

El sistema de comunicación de radio Push-to-talk utilizado por Nextel, es un sistema digital y troncalizado (asignación dinámica de los canales de comunicación) de extremo a extremo, la transmisión es half-duplex.

Por otro lado para que la misma terminal digital ofrezca el servicio de telefonía celular convencional, los conmutadores del sistema deben de tener una interconexión hacia las centrales telefónicas convencionales, esto se logra mediante un protocolo llamado X25.

El conmutador tiene una tarjeta SICX la cual cuenta con 4 puertos X25, dos de ellos van hacia el PABX (ruteador), este encamina la llamada hacia el conmutador telefónico y a su vez hacia el abonado.



4.4 Aspectos técnicos.

Empresas de telefonía móvil	Modo de acceso	Estándar	Protocolo de transmisión de datos
	Tdma	Edge (gsm evolution), GPRS	WAP
	Cdma	GSM, GPRS	WAP
	Cdma	GSM, GPRS	WAP
	Cdma	GSM, GPRS	WAP
	Cdma	GSM, GPRS, iDEN	WAP

La tabla anterior nos muestra como es cada una de las tecnologías apropiadas en cada compañía, la empresa que cuenta con un mayor número de abonados ha optado por el 2.5G, todos utilizan el estándar GPRS y el protocolo WAP, para la visualización de contenidos en la Web.



4.5 Presentación de problemas.

Como se menciono en la introducción de el capitulo presente, nos damos a la tarea de presentar las dificultades y obstáculos que deberán librar las compañías de telefonía móvil presentes en México, cada empresa tiene una filosofía propia hacia sus problemas por lo cual pueden tratarse de manera independiente, en el caso nuestro tomamos como ejemplo las dos principales compañías que hasta el cierre de el año 2006 eran Iusacell y Telcel ambas compañías tienen dificultades similares y diferentes a la vez.

El hecho de tomar como ejemplo a ambas empresas no hacen menos a las otras, la solución que damos a ellas pueden ser retomado por cualquiera de la otras compañías y adaptarlo a sus problemas propios.

Como marco legal de telecomunicaciones tomamos las referencias dadas por la secretaria de comunicaciones y transportes (SCT) a travez de la comisión federal de telecomunicaciones (cofetel) en su apartado referente a la telefonía celular y uso de el espectro radioeléctrico, también tomamos como referencia las normas dadas por la ITU (internacional telecommunication unión) respecto al uso de protocolos y servicios de telefonía celular.

Hay que resaltar que cada compañía esta en la libertad de colocar macrocelulas (1 km a 30 km), microcelulas (100 a 1000m) y picocelulas (de 10 a 100m) según mejor convengan a sus intereses, es decir el servicio y cobertura que quieran abarcar. Pero se debe tomar en consideración que la potencia de cobertura de una estación 4G se ve reducida en tamaño y distancia por lo cual deben tomar en consideración lo siguiente:

- Tipo de población en la que se encuentran colocados.
- Numero de abonados.
- Topografía del terreno.
- Imprevistos no deseados como atenuaciones, ruido, etc.



4.5.1 Caso Iusacell.

Actualmente la empresa de telefonía celular Iusacell ofrece servicios 3G para todos sus abonados, es decir tiene una tasa de transferencia de hasta 14.4Kbps con un uso de un estándar UMTS/CDMA, que es lo mismo su adaptación hacia la 4G será menos difícil.

Un problema presentado por esta compañía será el hecho de colocar antenas 4G en todos sus nodos, es decir a su juego de antenas tendrá que modificarse con una antena que desarrolle las capacidades de la 4G. La propuesta de antena para 4G en que nos apoyamos es descrita en apartados posteriores de este mismo capítulo.

En el caso de las estaciones base de Iusacell es necesario hacer notar que sus servicios están de acuerdo a la tecnología 3G es decir su tarjetas de modulación, y tarjetas de estándares y protocolos así como sus HRL y VRL están dentro de la 3G, por lo tanto su adaptación hacia la 4G será menos difícil ya que únicamente es necesario adaptar una tarjeta de modulación 16QAM con acceso al modo de transmisión WCDMA dentro de sus estaciones base para que logre acceder a una velocidad de transferencia de datos de hasta 2Mbps

Otro problema adquirido por esta compañía será la adaptación de sus teléfonos hacia tecnología 4G, más sin embargo esta dificultad debe ser sorteada no solamente en este caso si no en todos por las empresas que manufacturan las unidades móviles, es decir al comenzar a ofrecer servicios 4G las empresas deben realizar una introducción paulatina de las unidades móviles.

Todas estas modificaciones se realizaran de acuerdo a un consenso generado entre las compañías de telefonía celular y la comisión federal de telecomunicaciones, para ajustar tarifas y servicios para una libre competencia de mercado.



4.5.2 Caso Telcel.

4.5.2.1 Problemática para el cambio de generación – caso Telcel.

Telcel es una empresa que apostó para implementar en su red una tecnología EDGE/TDMA (2G y 2.5G) para brindar servicios GSM a todos sus abonados y con esto lograr una mayor captación de los mismos, por estas razones presentará mayores dificultades para una correcta adaptación hacia tecnologías de avanzada.

Hablando en aspectos técnicos Telcel optó por un modo de transmisión TDMA (2G) para su red de cobertura celular al venir el cambio generacional y el boom de la telefonía celular en el país, esta empresa desarrolló el camino fácil y aterrizó su red en una 2.5G es decir utiliza modo de transmisión TDMA con protocolos GSM Evolution (EDGE). Sus estaciones base y sus arreglos de antenas están configurados hacia la banda de frecuencia de los 1800 MHz aunque también tiene destinadas algunas hacia la banda de frecuencia de los 900 MHz.

El correcto paso de una adaptación de 4G sería el tener la tecnología inmediata anterior es decir tecnología CDMA dentro de su red entendiéndose estaciones base, antenas, equipos móviles; al no tenerla Telcel tiene que reconfigurar sus estaciones bases directamente hacia la 4G, gasto que puede ser grande si la reconfiguración no se lleva a tiempo ya que al ingresar a la 4G los usuarios pedirán paulatinamente este servicio y al no poder ofrecerlo optarán por un cambio de empresa que les facilite el servicio de telefonía móvil traduciéndose en pérdidas de la empresa.

Como se menciona en el apartado de Iusacell las unidades móviles serán proporcionadas y mejoradas por las empresas manufactureras de estos equipos y quedará a consideración de Telcel la correcta introducción de los mismos.



4.6 Componentes de una red 4G.

En este apartado de este capítulo trataremos de desarrollar una solución general a los problemas de las empresas con el cual no cuentan con un modo de acceso UMTS y con codificación WCDMA, factores determinantes en el desarrollo de una red celular con tecnología 4G, abarcaremos todos los dispositivos físicos y normativos, desde la reconfiguración de sus estaciones base y antenas que utilizaran así como un aspecto importante dentro de esta información, la banda en la que se transmitirá la tecnología 4G.

En el aspecto hacia la antena tomamos referencias que existen actualmente en el mercado distribuidas por empresas como Katrehin, microwave entre otras, con el propósito de implementar un parámetro de antena que se ajuste directamente a tecnologías actuales y posteriores, en el cual queda abierta la posibilidad de la creación de una antena que cumpla con las características de esta tecnología.

4.6.1 Estación base.

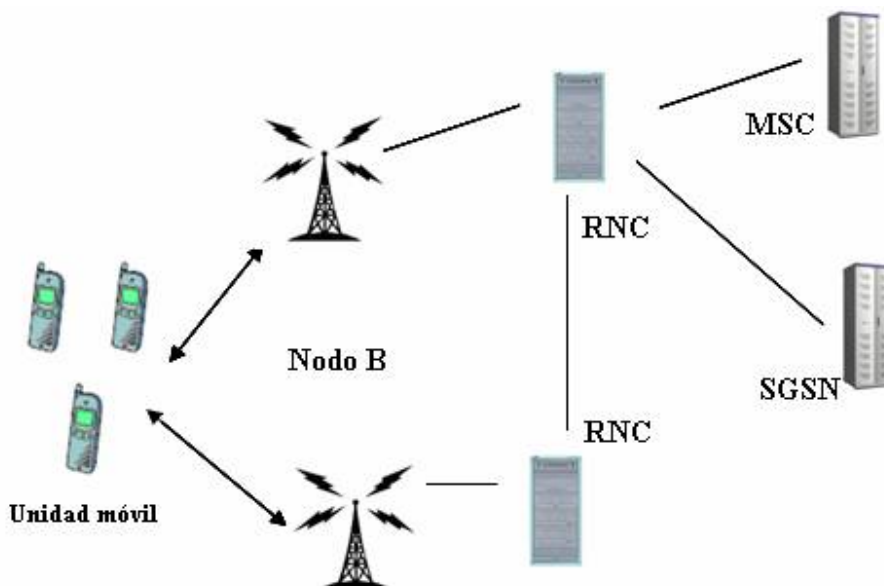


Fig. 4.4 Estructura de estación base para 4G



En una estación base para una red WCDMA la unidad móvil localiza el nodo b mas próximo el cual a su vez canaliza la llamada al RNC a través de la interfase lub y esta se encarga de enrutar la llamada dependiendo del servicio requerido. Si se trata de voz, mediante conmutación de circuitos la envía hacia el MSC, por otro lado si se requiere servicios de datos la envía mediante conmutación de paquetes hacia el SGSN.

4.6.1.1 Nodo B.

El nodo b se encarga de recibir y transmitir las señales de radio y no se limita a la codificación de canal, modulación y demodulación. Actualmente empresas como MovingMedia ofrece dos diferentes modelos de nodo b – NB6411 y el NB6433 – ambos están diseñados para tecnología UMTS/CDMA para una alta capacidad de procesamiento. El NB6411 es de baja capacidad UMTS y cuenta con tres sectores RF y un sector de tráfico, el NB6433 es de una alta capacidad UMTS y ofrece tres sectores RF y tres sectores de tráfico.

4.6.1.2 RNC (radio network controller).

Los RNC con tecnología WCDMA permiten una alta capacidad de procesamiento y utilización más eficiente del espectro RF y la optimización en cada célula, en un tamaño compacto. Existen modelos de RNC como el RNC6000 (Moving media) que fueron diseñados para un mejor enrutamiento de los servicios de voz y datos. Un RNC puede apoyar hasta 80 células, con un rendimiento total de 80 Mbps para un canal de 10 Mhz con modulación 16 QAM

4.6.1.3 MSC (movil switching center).

Los centros MSC actualmente integran las funciones del centro conmutación móvil, registro de la localización del visitante y el punto de conmutación del servicio. Los MSC son esenciales en para la dirección de llamada y sirve como interfase entre otros elementos de la red.



4.6.1.4 SGSN (serving GPRS support node).

El SGSN es el encargado del enrutamiento de los paquetes de datos dentro de su área de cobertura, recibe y envía los datos, autentifica y carga los mismos. Todos los usuarios GPRS dentro de rango de cobertura del SGSN quedan registrados dentro del mismo

4.6.2 Banda de Transmisión.

Telcel transmite en los 800 Mhz. Con un ancho de banda de 2Mhz. Para cada canal de voz o datos, este ancho de banda es ideal para GSM pero pobre para UMTS ya que los servicios de transferencia de datos son mayores en la 4G.

De acuerdo a los estándares establecidos por órganos reguladores en otras regiones del mundo que ya cuentan con servicio de 4G, por lo tanto de acuerdo a estos estándares proponemos que la red de telefonía móvil de México en 4G transmita dentro una frecuencia de 850Mhz; esta frecuencia de acuerdo a manuales dados por las mismas empresas de telefonía celular a sus técnicos, es poco explotada dentro de los campos de la telefonía celular pero esta de acuerdo a los parámetros exigidos por la Cofetel y la ITU.

Se llego a la conclusión de optar por esta frecuencia ya que no interfiere en las bandas GSM y que esta misma ha sido tomada como estándar y base en la implementación de la tecnología 4G en los países que ya cuentan con la misma.

Así como para satisfacer las necesidades de la transferencia de información y visualización correcta de contenidos se prevé que ofrezca un ancho de banda de 10 a 20 Mhz. para cada canal con este el contenido UMTS quedara solventado.



4.6.3 Antena.

Es en el primer parámetro en que se piensa al diseñar una red de comunicaciones móviles:
¿en qué zonas se va a dar servicio a los terminales móviles?

Como se explico en el capitulo anterior las antenas que se utilizan para 4G son del tipo panel omnidireccionales, con especificaciones necesarias para brindar servicios de 4G.

Actualmente las antenas utilizadas por Telcel no cumplen con los requisitos necesarios para evolucionar a 4G, por lo que es necesario sustituir cada una de ellas por antenas UMTS, pero aquí surge otro problema ya que no se puede dar un cambio drástico entre generación y generación, es decir brindara servicios UMTS, pero también GSM por lo que lo ideal es poner una antena multibanda que cubra bandas GSM y UMTS.

Debido a las necesidades que tenemos de brindar servicios de 2.5G y 4G una de las antenas que nos soportara este servicio es la antena CA6712 Antena Panel Multibanda (marca Powerwave).



Fig. 4.5 Antena UMTS para 4G



La antena Panel CA6712 cubre todo tipo de bandas de servicio celular alrededor del mundo, bandas GSM/AMPS/IDEN/CPS/UMTS que cubre AMPS, iDEN 800, Celular A/BB (CDMA), Servicio Público NP SPEC, GSM850, GSM900; GSM1800, GSM1900, PCS1900.

La antena es estética, pequeña y sin perfiles afilados, además de que es muy resistente al clima. La conexión N hembra está localizada en el extremo inferior del panel como se observa en la figura 4.5.

4.6.3.1 Especificaciones

Frecuencia, MHz	806 - 960	1710 - 1850	1850 - 2170
Ganancia, min.	8 dBi	7 dBi	8 dBi
3 dB Beam Width (H-Plane), typ.	72 °	67 °	60 °
VSWR, max.	2.0: 1	1.6: 1	1.8: 1
Polarización	Lineal Vertical		
Poder	25 W		
Impedancia	50 Ohms		
Dimensiones (LxAxP)	225x215x29 mm		
Conector	Tipo – N Hembra		
Radome	ABS, Protección UV		
Temperatura	-40 ° C hasta +70 ° C		

Tabla 4.1 Especificaciones antenas UMTS

Como se puede observar en la tabla de especificaciones esta antena es la ideal para nuestra red. Por que trabaja en las bandas de frecuencias que requerimos, cabe mencionar que esta es de las antenas más utilizadas en Europa para redes de 3G y 4G.



4.6.3.2 Referencias matemáticas de la antena.

Para satisfacer las necesidades técnicas de la célula, nos dimos a la tarea de mencionar las formulas aplicadas en el desarrollo matemático de la misma ya que es importante conocerlo, mas sin embargo en la actualidad no es estrictamente necesario desarrollar este modelo matemático ya que existen parámetros establecidos de antemano por las mismas compañías que ofrecen las antenas, y ya con esta ventaja, nada mas es necesario citar la ocupación de la antena y las necesidades de la red, para que la empresa desarrolladora de antenas ofrezca sus productos.

También existen software en el cual nos podemos apoyar para el diseño de una antena o incluso de una estación base caso concreto del software dado por empresas como ANDREW Corp. este software es de mucha ayuda en la actualidad.

IMPEDANCIA

$$P_{RADIADA} = I^2 R_2$$

$$P_{ENTREGADA} = P_{RADIADA} + P_{PERDIDA} = I^2 R_2 + I^2 R_{\Omega}$$

EFICIENCIA DE LA ANTENA

$$\eta_1 = \frac{P_{radiada}}{P_{entregada}} = \frac{R_r}{R_r + R_{\Omega}}$$

INTESIDAD DE RADIACION

$$d\Omega = \frac{d_s}{r^2} = \text{sen}\theta \frac{d\theta}{d\phi}$$



DIRECTIVIDAD

$$D = \frac{4\pi}{\Omega_e}$$

ANCHO DE BANDA

$$BW = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{f_0}$$

ANTENA EN RECEPCION

$$P_L = P_{LMAX} C_a = P_{LMAX} (1 - |\rho|^2)$$

C_a = COEFICIENTE DE ADAPTACION

AREA Y LONGITUD EFECTIVA

$$A_{ef} = \frac{|V_{ca}|^2}{4R_a} = \frac{l_{ef}^2 \eta}{4R_a}$$

$$l_{ef} = \frac{|V_{ca}|}{|E|}$$



ECUACIÓN DE TRASMISIÓN

$$P = \frac{P_R}{4\pi_r^2}$$

$$P = (\theta, \phi) = \frac{P_r}{A\pi_r^2} D(\theta, \phi)$$

$$\text{PIRE} = P_r D = P_e G$$

POTENCIA ANTENA RECEPTORA

$$P_L = \frac{P_r}{4\pi_r^2} D_T A_{ef} R$$

TEMPERATURA DE RUIDO DE ANTENA

$$P_N = \frac{V_N^2}{4R} = K T_0 B$$

Dados las anteriores formulas con los parámetros adecuados se puede realizar el calculo de la antena, mas sin embargo, que las antenas ya dadas por las empresas ya cuentan con el calculo necesario, es decir solo la empresa maquiladora de antenas pide la frecuencia, y el uso de la antena y con esto se proporciona una antena de acuerdo a las necesidades de la misma.

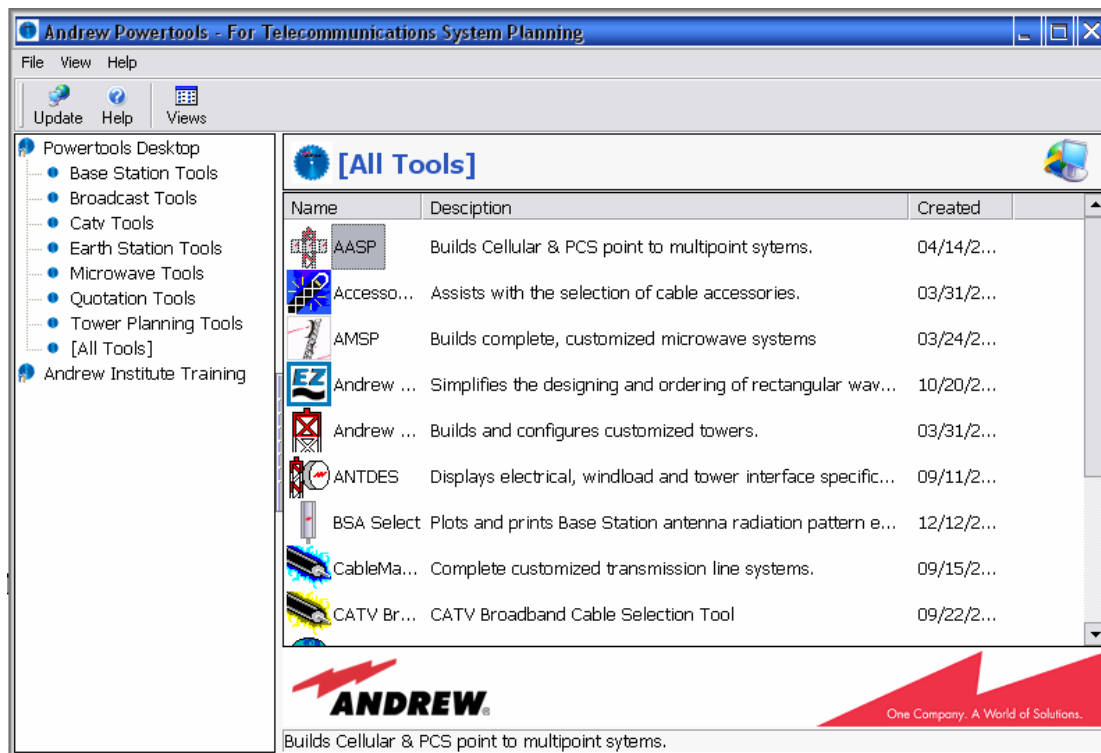


Fig. 4.6 Andrew software

4.6.4 Servicios 4G.

Las redes de 3G están enfocadas hacia la transferencia de voz y datos con una velocidad máxima de 2 Mbps, velocidad que no es suficiente para proporcionar servicios verdaderamente multimedia (tales como transferencia de archivos de imágenes, video en tiempo real, etc.), los cuales requieren de velocidades que van hasta los 10 Mbps (equivalentes a las de las redes LANs). Estos servicios multimedia de alta velocidad son el génesis para las redes 4G.

La diferencia básica entre una red de 3G y una de 4G, es la tasa de bit disponible para el usuario. Mientras que las redes de 3G ofrecen accesos hasta de 384 Kbps, con picos de hasta 2 Mbps (en los cuales se pueden manejar servicios de audio, datos e imágenes), las redes de 4G ofrecen accesos realmente multimedia, en las que se puede manejar la transferencia de video en tiempo real, con velocidades equivalentes a las de una LAN básica (10 Mbps) y mayores. Para lograr esto, se necesita manejar anchos de banda de al



menos 20 MHz por canal, por lo que se le conoce como de banda ancha. Puesto que la potencia necesaria para el transmisor es directamente proporcional al ancho de banda de la señal, el área de cobertura de una estación base para red de 4G es de diámetro reducido; por lo que se cree que se limitara al radio de una pico célula (hasta de 200 m de radio). Por tanto, la tecnología inalámbrica de 4ta generación no vendrá a sustituir a la de 3ra, sino a complementarla.

Los factores que influyen decididamente en el auge y desarrollo de la 4G son entre otros:

- El uso de Internet, que cada vez se utiliza más por medios inalámbricos.
- La proliferación de asistentes digitales personales y computadoras personales de bolsillo.
- La disponibilidad de servicios de valor añadido a los usuarios de Internet móvil (transacciones bursátiles, reservaciones aéreas, etc.).
- La oferta de servicios llamados transparentes, donde los dispositivos interactúan con otros dispositivos, a nombre de los usuarios.
- Por lo que los servicios que pretendemos que ofrezca la 4G en México no sean otros sino los mismos dados en países que cuentan con esta tecnología, estos son:
- Visualización de video en tiempo real (televisión en el celular).
- Acceso inalámbrico a un Internet convencional, por lo que el teléfono celular dejaría de ser solo aparato pasivo y se convertiría en una puerta de acceso a un mundo globalizado, a través del cual se podrían realizar, transacciones bancarias, compra de boletos de transporte, servicios de esparcimiento propios del mismo.



4.7 Instalación de la célula para tecnología de 4ª generación.

Como menciono en apartados anteriores de esta capitulo la configuración de la estación base estará regida por un estándar que incluirá el nodo b, RNC, MSC y el SGSN, todos descritos anteriormente.

La antena para tecnología umts/wcdma se propone instalar en torres ya existentes para aminorar los costos de instalación, eso sin contar que en nuestro país mucha gente no posee recursos para adquirir una equipo de ultima generación, por lo que deben coexistir ambas tecnologías, y esto no generara un problema con frecuencias y servicios, como se explico en apartados anteriores.

En la imagen siguiente se mostraran en que puntos de la ciudad de Pachuca se ubicaran las antenas de cuarta generación así como los límites de cada célula, además las estaciones base.

También como se explico anteriormente cada empresa esta en la libertad de darle el tamaño que desee a sus celdas es decir puede instalar macroceldas, microceldas o picoceldas.

Se propone que para no modificar sustancialmente las configuraciones regionales existentes se mantengan las macroceldas que dan servicios a carreteras y lugares de con distancias grandes pero pocos usuarios residentes.

En la imagen de ciudad universitaria en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo se toman en cuenta las colonias anexas a la misma, ya que estas formarían la totalidad de es estas celdas, estas colonias tiene un alta densidad de residentes, una gran parte de ellos son habitantes con posibilidades de adquirir unidades móviles 4G, por esto seria una de las primeras zonas que se propone adaptar a la 4G; se dispone que sus celdas sean del tipo microceldas con una extensión de (100m a 2km) ya que con esto las frecuencias asignadas estarían en constante uso y beneficiaria a todos los usuarios de esta zona.



Al ser esta zona un lugar con pocas incidencias hacia la pérdida y/o atenuación de la señal por parte de terceros, las pérdidas en la señal serán despreciables ya que esta comprobado que la señal es óptima en este lugar

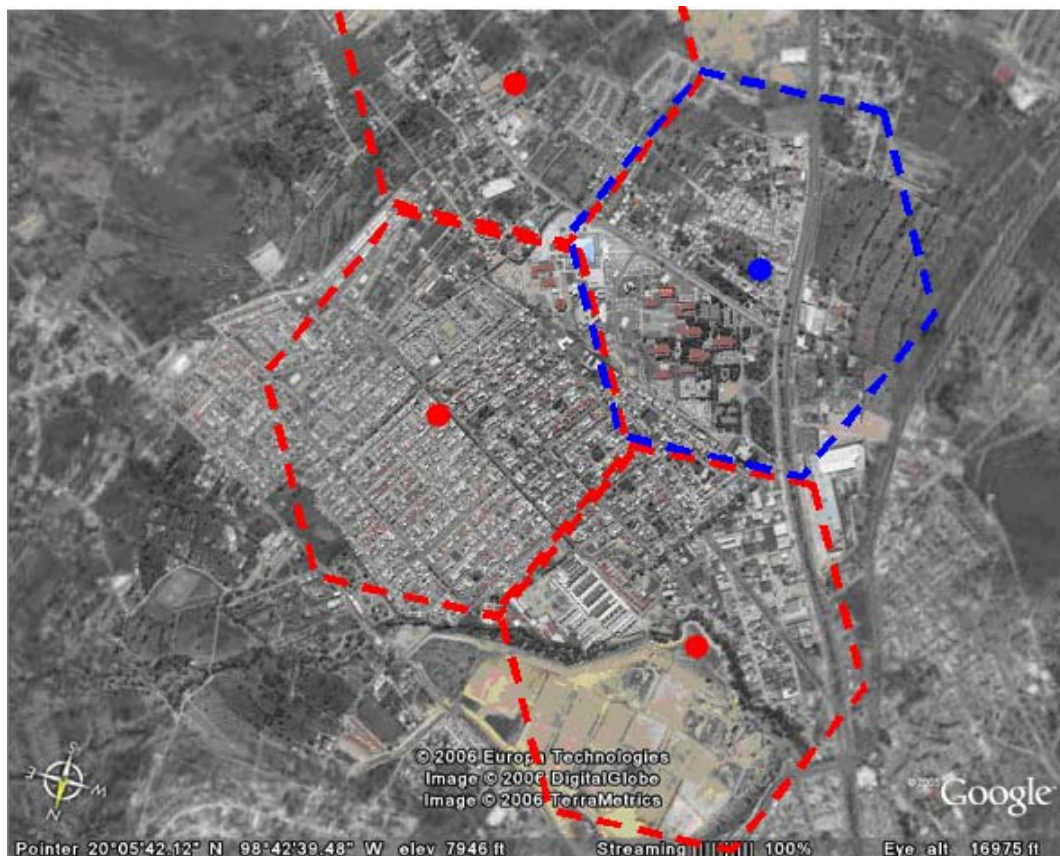


Fig. 4.7 Vista aérea c.u. UAEH

Como se puede observar los apéndices rojos dentro del mapa representan las antenas ya existentes en la ciudad de Pachuca y los azules son las antenas que se deben implementar para que la cobertura no cambie. Esto debido a como se explico anteriormente, las antenas para UMTS/WCDMA generan una célula mas reducida geográficamente.

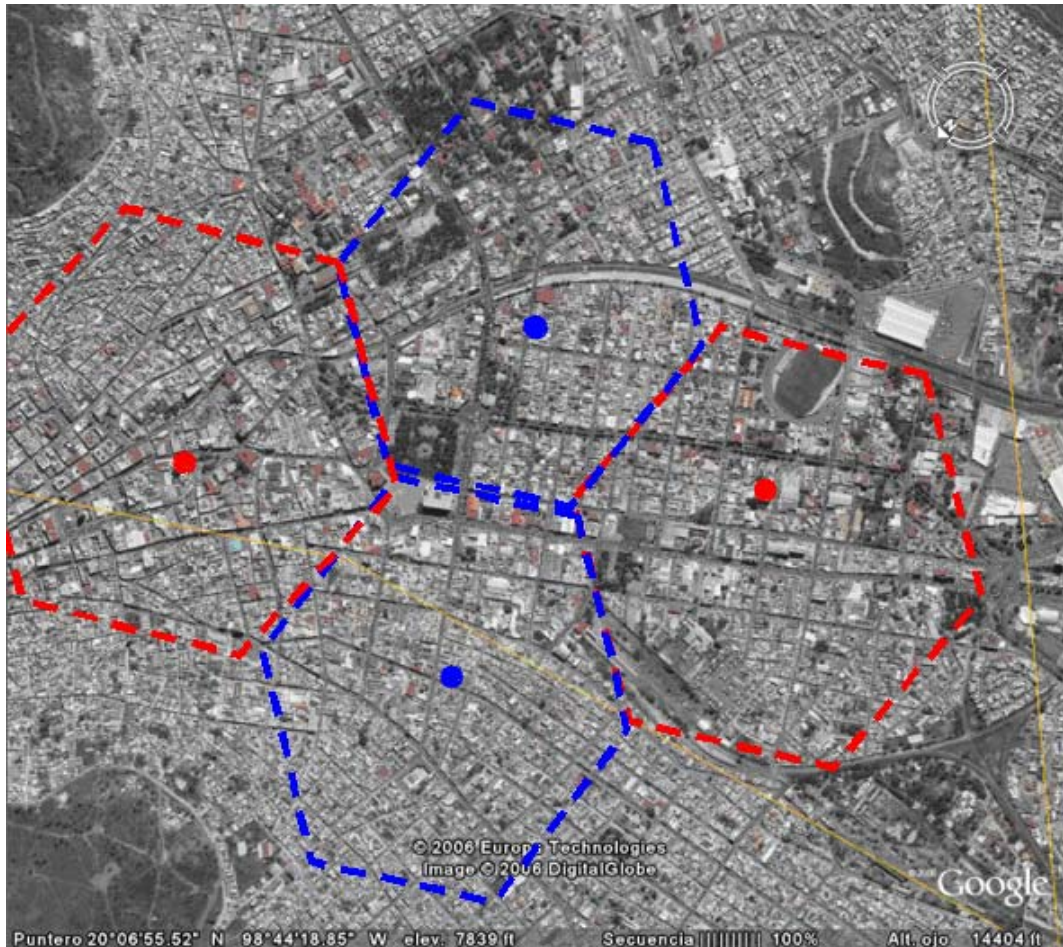


Fig. 4.8 Vista aérea Pachuca centro

Las estaciones base se ubicaran en el mismo lugar que las de generaciones anteriores, esto es las instalaciones ya existentes de Telcel y demás compañías. Estas vistas aéreas de la ciudad de Pachuca nos permiten obtener una mejor orientación de cómo quedarían definidas las antenas para 4G, las antenas como se describieron en apartados anteriores se pueden colocar ya sea en edificios con una altura aceptable con torres arriostradas o partiendo del suelo con torres auto soportadas cada una de acuerdo a los estándares dados por los organismos reguladores.



Conclusiones

El retraso tecnológico existente en México se puede acentuar con el paso de los años si no se toman medidas para tratar de frenarlo. Este retraso es visible en el aspecto telecomunicaciones, ya que tecnologías llamadas de punta cuentan con una demora para su llegada.

Con el presente trabajo, pudimos dar una visión de las tecnologías dominantes en el ámbito de telefonía celular, y ver un panorama del aspecto técnico de las mismas, tratamos de hacer denotar las diferencias y similitudes entre las empresas de telefonía celular.

Con nuestra investigación llegamos a la conclusión de que las empresas dedicadas al servicio de telefonía celular pueden implementar la llamada 4 generación de telefonía celular en México, antes de los tiempos establecidos, para minimizar la demora tecnológica, estas empresas cuentan con el respaldo de una inversión importante y un conocimiento del mercado, profundo, por lo tanto no cuesta entender que pueden aceptar propuestas diferentes, ya que con inversión hecha se puede obtener un beneficio económico, hecho siempre buscado en las empresas, ya que atraerían un mercado poco explotado en México con el auge del Internet móvil.

Si bien, estamos consientes que el poder adquisitivo del mexicano no alcanza en ocasiones para adquirir terminales de última generación, es un hecho que con la sana competencia de libre mercado es posible abaratar costos tarifarios y por lo tanto las empresas captarían un mayor número de clientes.

Con esto no queremos decir que la llamada 4G venga a desplazar a la generación en uso en México, ya que ambas pueden coexistir, sin mayor problema.



En el aspecto técnico, aspecto predominante dentro del ámbito de la telefonía celular llegamos con nuestras investigaciones y propuestas a la conclusión de que con la colocación de las estaciones bases necesarias se puede dar el servicio de la 4G en México, como pudimos observar en las imágenes aéreas presentadas; dentro del capítulo 4; de la ciudad de Pachuca. Esto no sería un gasto oneroso a las empresas ya que en las estaciones bases ya existentes solo se agregaría la tarjeta respectiva y se comenzaría a ofrecer el servicio, el ejemplo dado fue la ciudad de Pachuca pero este aplica para todo el país.

Así como las antenas ofrecidas como solución serían instaladas en las mismas torres y dentro de el mismo grupo de antenas, estas antenas al ser multibanda ofrecerían si así se desea varios servicios para que no este supeditada a únicamente los servicios de cuarta generación.

Como pudimos observar dentro el capítulo 4, algunas empresas tendrían mas trabas dentro de su proceso evolutivo, mas sin embargo estos inconvenientes serán fácilmente librados si así la empresa lo decide.

Actualmente la cuarta generación de telefonía celular este volviéndose cada vez mas presente dentro de las comunicaciones de los países de primer mundo, si México desea alguna vez convertirse en uno de ellos debe comenzar; entre otros factores; a implementar estas mismas tecnologías sin esperar un gran tiempo para ello.



Glosario.

1G: Primera generación de telefonía celular.

2G: Segunda generación de telefonía celular.

3G: Tercera generación de telefonía móvil.

3GPP: Proyecto de Asociación 3G

4-PSK: Modulación digital de fase de cuatro estados.

8-PSK: Modulación digital de fase de ocho estados.

16-QAM: Modulación de Amplitud en Cuadratura de 16 estados.

A

AMPS: Estándar de 1G para telefonía móvil (Advanced Mobile Phone System).

América Móvil: www.americamovil.com

ANSI: Instituto Americano de Estándares

Ancho de Banda: Para señales analógicas, el ancho de banda es la anchura, medida en hercios, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier. También son llamadas frecuencias efectivas las pertenecientes a este rango.

ATM: Modo de Transferencia Asíncrona (Asynchronous Transfer Mode)

AT&T: www.at&t.com



B

Baudios: El baud es la unidad informática que se utiliza para cuantificar el número de cambios de estado, o eventos de señalización, que se producen cada segundo durante la transferencia de datos. La velocidad de transferencia de datos puede medirse en bauds o en bit/segundo. Lo habitual, hoy por hoy, es medirla en bits por segundo.

Backbone network: permite el envío de los paquetes transmitidos por los usuarios de la red o dirigidos a éstos (ruta de enlace).

BellSouth: www.bellsouth.com

Bps: Bits por segundo.

C

Canales: En telecomunicaciones así se nombra el espacio por donde se trasmite la información deseada.

CDG: Grupo de desarrollo CDMA (CDMA development group).

CDMA: Acceso múltiple por división de código (code division multiple access).

Célula: en telefonía móvil, es el espacio geográfico que abarca una estación de telefonía móvil, teniendo forma hexagonal.

CEPT: Conferencia europea para telecomunicaciones (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications).

Cingular wireless: www.cingular.com

CLNP: Protocolo de conexión a Internet (Connectionless Network Protocol).

C-Netz: Estándar Alemán de 1G para telefonía móvil.



Conmutación: Los circuitos de conmutación y temporización, o circuitos lógicos, forman la base de cualquier dispositivo en el que se tengan que seleccionar o combinar señales de manera controlada.

D

D-AMPS: Nombre dado a los sistemas y estándares de 3G para telefonía móvil (Digital-Advanced Mobile Phone system).

E

EDGE: Estándar GSM evolution para la 2G de telefonía celular (Enhanced Data Rates for Global Evolution).

ETSI: Instituto Europeo de Telecomunicaciones.

F

FDMA: Acceso múltiple por división de frecuencia (frequency division multiple access).

Frame Relay: Es una tecnología de conmutación rápida de tramas, basada en estándares internacionales, que puede utilizarse como un protocolo de transporte y como un protocolo de acceso en redes públicas o privadas proporcionando servicios de comunicaciones.

Frecuencia: numero de oscilaciones respecto a la unidad de tiempo (segundos) en un movimiento periódico, se mide en hertz (HZ).

French Radiocom 2000: Estándar francés de 1G para telefonía móvil.

G

GHz: Gigahertz.



GMSK: Modo de modulación utilizado en el protocolo GSM, basado en el PSK.

GPRS: Estándar para envío de tramas (información) en telefonía móvil (General Packet Radio System).

GSM: Systems global para comunicaciones móviles (Global System for Mobile Communications).

GSN: Nodo de acceso a internet (Gateway Support Node).

H

HSCSD: Estándar de 3G para telefonía móvil (High Speed Circuit Switched).

HSDPA: Hace referencia a la velocidad de recepción de grandes archivos de datos: el enlace descendente (high-speed downlink packet access).

HSUPA: Hace referencia a la velocidad de envío de grandes archivos de datos: el enlace ascendente (high-speed uplink packet access).

I

iDEN: Red digital de servicios integrados de radiocomunicación desarrollada por Motorola (Integrated Digital Enhanced Network).

IMT-2000: (International Mobile Telecommunications).

IMSI: Identidad internacional del suscriptor de telefonía móvil (International Mobile Subscriber Identity).

ISDN: Red digital de servicios integrados.

ITU: <http://www.itu.int/home/index-es.html>.

Iusacell: www.iusacell.com.mx



K

Kbps: kilobits por segundo.

M

MAN: Red de área metropolitana.

Mb/s: Megabits por segundo.

MHz: Megahertz.

MOU: Acuerdo firmado por 18 países en 1987 para adoptar el estándar GSM como único y cumplir las especificaciones del mismo (Memorandum of understanding).

Multiplexaje: Es la combinación de múltiples canales de información en un medio común de transmisión de alta velocidad. Multiplexar la información es la mejor manera de aprovechar la utilización de enlaces de alta velocidad.

N

Nextel: www.nextel.com.mx

NMTS450: Estándar de 1G utilizado para telefonía móvil en los países nórdicos (Nordic Mobile Telephone System).

NTT: Estándar japonés de 1G para telefonía móvil.

Núcleo de Red: El Núcleo de Red incorpora funciones de transporte y de inteligencia (Core Network).



P

PC: Computadora personal (personal computer).

PCS: Servicios de comunicaciones personales (Personal Communication Services).

PDP-PDU: Protocolo de datos – unidad de control (Packet Data Protocol - Protocol Data Unit).

Portadora: Una onda portadora es una forma de onda, generalmente senoidal, que es modulada por una señal que se quiere transmitir. Esta onda portadora es de una frecuencia mucho más alta que la de la señal moduladora (la señal que contiene la información a transmitir).

PSPDN: (Public Switched Packet Data Network).

PSK: Modulación digital de fase.

PSTN: (Public Switsched Telephone Network).

Push-to-talk: Tecnología asociada a la empresa Nextel, que asemeja el teléfono móvil como una terminal radio banda civil (walkie-talkie)

Q

Qualcomm: www.qualcomm.com

R

Radiofrecuencia: porción del espectro electromagnético destinada al intercambio de información.

Red de acceso radio: La red de acceso radio proporciona la conexión entre los terminales móviles y el núcleo de red (UTRAN).



Roaming: Itinerancia entre diferentes operadores de telefonía celular.

S

SAP: Punto de acceso de servicio (Service Access Point).

SMS: Servicio de mensaje instantáneo (Short Message Service).

T

TACS: Estándar de 1G utilizado en para telefonía móvil en el Reino Unido (Total Access Communications System).

TCP/IP: Protocolo de acceso a Internet (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

TDMA: Acceso múltiple por división de tiempo (time division multiple access).

Telcel: www.telcel.com

Telefónica: www.telefonicomoviles.com.mx

Telmex: www.telmex.com

Terminales móviles: Las especificaciones UMTS usan el término User Equipment (UE) para los teléfonos celulares.

TIA: Asociación de la industria de telecomunicaciones (Telecommunications Industry Association).

Tribanda: unidades móviles (celulares) con capacidad de utilizar la banda de 800 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz.



Throughput: En redes de comunicaciones, es un conjunto de datos por unidad de tiempo que son entregados a una terminal de la red y se mide en bits/segundo.

U

UMTS: Sistema universal para telecomunicaciones móviles (Universal Mobile telecommunication System).

Unefon: www.unefon.com.mx

V

Voz sobre IP (VoIP): Modo de acceso a Internet utilizado actualmente en telefonía.

VSN: es el nodo de la ruta de enlace en cuya área se encuentra normalmente el móvil.

W

WAN: red de área mundial.

WAP: Protocolo de acceso inalámbrico (Wireless Access Protocol).

WBMP: tasa de transferencia inalámbrica (Wireless Bitmap).

WCDMA: Evolución de el estándar CDMA desarrollado por el grupo de desarrollo CDMA (Wide Code Division Multiple Access).

Wi-Fi: Nombre dado al estándar IEEE 802.11

WiMAX: Interoperabilidad global para acceso por microondas, evolución natural del estándar Wi-Fi (Worldwide Interoperability for Microwave Access).

WML: Lenguaje de acceso inalámbrico (Wireless Markup Language).



Bibliografía

[1] Manual de telecomunicaciones

José Manuel Huidobro ED Ra-Ma

[2] Manual 3G

Telcel

[3] Fundamentos de Antenas

Belotserkovski Ed. Marcombo

[4] www.wikipedia.org

[5] www.evolution3g.com

[6] www.3gpp.org

[7] www.3gamericas.org

[8] www.umtsforum.net

[9] www.4g.co.uk

[10] googleearth.com

[11] www.celularis.com

[12] www.celularis.com/tecnologia/analisis-de-trafico-con-redes-celulares

[13] www.monografias.com/trabajos40/antenas-telefonía-movil/antenas-telefonía-movil



[14] www.telefonos-moviles.com

[15] www.eurotechnology.com

[16] www.qualcomm.com

[17] <http://www.tech-faq.com>

[18] <http://www.itu.int/home/index-es.html>

[19] Iusacell
www.iusacell.com.mx

[20] Telcel
www.telcel.com

[21] Nokia
www.nokia.com.mx

[22] Sony Ericsson
www.sonyericsson.com.mx

[23] Unefon
www.unefon.com.mx

[24] Movistar
www.telefonicamoviles.com.mx

[25] Nextel
www.nextel.com.mx



[26] COFETEL - Comisión Federal de Telecomunicaciones
www.cft.gob.mx

[27] <http://www.dapacom.com/>

[28] http://www.kathrein.com.br/espanhol/antenas_painel.asp

[29] www.powerwave.com

[30] <http://www.cushcraft.com>

[31] <http://www.centurion.com>

[32] www.monografias.com

[33] Antenas
Cardama Aznar, Jofre Roca, Rius Casals
Ed. Alfaomega