

## 2.2 La evolución de las redes de telefonía

La telefonía móvil se divide en dos partes bien diferenciadas, los teléfonos móviles o equipos terminales a un lado, y al otro toda la red que permite interconectarlos transmitiendo la información.

Como ocurre en un gran número de campos, no es sino en situaciones de conflicto donde se llevan a cabo los avances más significativos. Durante la segunda guerra mundial, la empresa norteamericana Motorola lanzó al mercado su primer modelo de Handie Talkie, el H12-16, dispositivo basado en la transmisión de información mediante ondas de radio que trabajaba en el espectro de 550MHz y que supuso una revolución en las comunicaciones.

Basados en estos equipos en los años 50 comenzaron a desarrollarse nuevos aparatos para la comunicación a distancia, conocidos como Walkie Talkie, destinados sobre todo a su utilización por los servicios públicos, tales como taxis, ambulancias, policía o bomberos, e instalados en sus vehículos dadas las grandes dimensiones de estos artefactos.

La red de radio celular como concepto se inventó en 1947 en los laboratorios Bell, en la empresa norteamericana AT&T, donde se propuso integrar estos aparatos en los coches de policía. Sin embargo, la invención del teléfono móvil como tal data de 1973. Se considera a Martin Cooper como el inventor del primer móvil no asociado a un vehículo. El 3 de Abril del año 1973, Cooper, que era empleado de Motorola, realizó la primera llamada con un móvil en la historia. El receptor de esta primera llamada fue su rival en los laboratorios Bell, John Engel. Seis años más tarde, en 1979, se puso a la venta el primer teléfono comercial por parte del gigante japonés de las telecomunicaciones, NTT, mientras que no fue hasta 1983 cuando en Chicago, Washington D.C. y Baltimore se dan los primeros lanzamientos de sistemas comerciales de telefonía celular en Estados Unidos con los resultados del proyecto DynaTAC 8000X, que es presentado oficialmente en 1984. El DynaTAC 8000X, en la figura 1, con pantalla LED y con cerca de 1 kg de peso, tenía un tamaño de 33.02 x 4,445 x 8,89 centímetros y una autonomía de una hora de comunicación y ocho horas en stand-by.



Figura 1.- DynaTAC 8000X ([www.techfresh.net](http://www.techfresh.net))

Previo al concepto de red celular se concebía el sistema con un número mínimo de antenas para proporcionar el servicio. Dichas estaciones debían emitir a gran potencia para llegar lo más lejos posible, y a su vez los terminales también debían emitir a gran potencia para ser “oídos”, con la consiguiente repercusión en tamaño y autonomía que aquello suponía.

Con el concepto de telefonía celular se consiguió solucionar importantes problemas que se planteaban con este modelo:

- Incremento en la capacidad de tráfico y mejora de la cobertura. Al ser el número de frecuencias disponibles limitado, también lo son los canales que se pueden asignar al tráfico de los usuarios. La reutilización de dichas frecuencias a distancias razonablemente lejanas soluciona este tema.
- Reducción de la potencia emitida. La estación base y el equipo terminal que se encuentra en su área de servicio están a menor distancia, con lo cual la potencia de emisión necesaria para unos niveles de recepción aceptables se ven reducidos.

Pero no ha bastado con esta mejora en el tráfico de voz para satisfacer la demanda de un sector que ha ido constante evolución desde sus inicios y que en la actualidad pretende integrar las funcionalidades más avanzadas. Por el contrario, el concepto introducido por el estándar GSM ha servido para dar paso a nuevos retos y ofrecer como posibles dichos servicios accesibles desde casi cualquier lugar, desde nuestro equipo terminal: acceso a Internet, gestión de agenda y correo, videoconferencia, tráfico de datos de alta velocidad...

Podemos estructurar la evolución de la telefonía móvil en varios estadios o “Generaciones” (*Ref.B-1* y *Ref.D-1*):

### 2.2.1 La generación cero

Con respecto a los estándares utilizados por esta “Generación 0” de la telefonía móvil cabe destacar:

**PTT** (Push to Talk)

Se emplea el mismo ancho de banda para la transmisión y la recepción de voz, discriminando entre ambos procesos a través de un botón: pulsar para hablar, despulsar para recibir. En la actualidad algunas operadoras dan un servicio parecido a este en determinados países. Es el llamado PoC (Push to talk Over Cellular).

**MTS** (Mobile Telephone System - Sistema de Teléfono Móvil)

Fue el primer estándar de telefonía móvil. Entre sus características destaca que debía ser asistido por operador en comunicaciones con la red fija en ambos sentidos. El servicio fue ofrecido por la compañía norteamericana Bell (AT&T en la actualidad) y fue usado por primera vez el 17 de Junio de 1946. Solo disponía de tres canales para todos los usuarios del área metropolitana, aunque posteriormente se llegaron a 32 distribuidas en tres bandas. Este protocolo fue sustituido por IMTS.

**IMTS** (Improved Movile Telephone System - MTS Mejorado)

El sistema de telefonía móvil mejorado fue desarrollado a partir de los años 60 para solventar la incomodidad de pulsar el botón del PTT. Así, IMTS fue implementado de tal modo que la emisión y la recepción se efectuaban en anchos de banda distintos, lo cual eliminaba el sistema de pulsación que caracterizaba de forma tan particular al PTT. Además introdujo la selección de canal automática, solucionando el problema de la asistencia por operador. A pesar de que el concepto era correcto, su ejecución no lo fue tanto, lo que condujo a este estándar al fracaso. Por un lado, los transmisores IMTS requerían de mucha potencia por lo que si no se colocaban lo suficientemente lejos unos de otros las interferencias podían ser bastante molestas. Por otro, IMTS disponía de un número de canales muy reducido, lo que hacía que el estándar se mostrara poco efectivo en grandes poblaciones, haciendo que las esperas de establecimiento de llamada fueran interminables, algo que colectivos como los de la policía o los bomberos (usuarios habituales de dispositivos PTT) no podían permitirse.

**AMTS** (Advanced Mobile Telephone System - Sistema de Telefonía Móvil de Avanzada)

Tuvo una difusión muy escasa, siendo usado solo en Japón. Operaban en la banda de 900MHz.

**OLT** (Offering Landmobil Telefoni ó Public Land Mobile Telephony)

Fue la primera red de telefonía móvil en Noruega, y fue usada desde su implantación en 1966 hasta que quedó obsoleta frente al estándar NMT (1G) en 1990.

### **MTD** (Mobile Telephony system D - Sistema de Telefonía Móvil D)

Introducido en Suecia en 1971 fue utilizado hasta 1987, momento en el que quedó obsoleto ante el estándar NMT. Se aplicó en Noruega y Dinamarca en 1976. Daba servicio a unos 20000 usuarios y para su mantenimiento eran necesarios 700 operadores. Trabajaba en la banda de 450MHz.

### **Autotel/PALM** (Public Automated Land Mobile)

Considerado (junto con el estándar ARP) la generación 0.5G, constituye el paso previo a los servicios de telefonía celular de la primera generación tras los estándares MTS e IMTS. Este estándar introduce señalización digital para mensajes de supervisión a pesar de que la transmisión de la voz aún era analógica. Aún aquí no podemos hablar de telefonía celular, ya que este modelo fue usado para dar cobertura a zonas rurales donde aumentar el número de estaciones era prohibitivamente caro.

### **ARP** (Autoradiopuhelin/”Car Radio Phone” - “Radio-Teléfono de Coche”)

Fue la primera red pública de telefonía móvil que operó en Finlandia. Cabe destacar que a pesar de estar estructurada en celdas, el paso de una a otra por el usuario móvil aún no era posible. Operando en la banda de 150MHz, daba cobertura a todo el país con ayuda de 140 estaciones base. Desplegada en 1971, fue necesaria la conmutación con ayuda de operadores hasta 1990, año en el que fue totalmente automatizado este proceso. A finales del año 2000 esta tecnología fue desbanizada por la nueva NMT-900 1G.

#### **2.2.2 Primera generación: 1G**

Encontramos ya aquí los primeros teléfonos móviles propiamente dichos, caracterizados por su gran tamaño y peso, y su funcionamiento totalmente analógico. Surgidos a partir de 1973, su naturaleza analógica traía consigo una serie de inconvenientes, tales como que solo podían ser utilizados para la transmisión de voz (el uso de mensajería instantánea era algo solo visible en un futuro “muy lejano”) o su baja seguridad, la cual hacia posible a una persona escuchar llamadas ajenas con un simple sintonizador de radio o, incluso hacer uso de las frecuencias cargando el importe de las llamadas a otras personas.

Con respecto a los estándares más utilizados cabe mencionar:

#### **NMT** (Nordic Mobile Telephone)

Se trata de un sistema celular analógico desarrollado en un principio para operar en países nórdicos tales como Finlandia, Dinamarca o Noruega, y que tuvo relativo éxito debido a su más que correcta implementación. Este sistema operaba en las bandas 450MHz y 900MHz.

### **AMPS (Advanced Mobile Phone System)**

Se trata de un sistema de comunicación celular analógica concebido para móviles de primera generación y desarrollado a comienzos de los 80 por los laboratorios Bell, y que proporciona una cobertura a nivel nacional, mucho más extensa incluso que la ofrecida por las redes digitales (aunque con la desventaja ya mencionada de que solo puede ser utilizada para transmitir voz). Su uso es muy común en su país de origen (en el cual sigue siendo muy utilizado tanto en su versión analógica, como en la digital), aunque también se extendió con ligeras modificaciones a otros países tales como Inglaterra (TACS y ETACS) o Japón (MCS-L1 ó JTAC). AMPS consta de 832 canales dobles de subida-bajada, utilizando cada uno de ellos un ancho de 30KHz, abarcando un espectro de frecuencias que va desde los 800MHz hasta los 900MHz (la mitad del espectro se utiliza para subida y la otra mitad para bajada; algunas de las frecuencias son reservadas para funciones de control y gestión de la red). Se introduce también con AMPS el concepto de “Handover”, consistente en cambiar de una celda de cobertura a otra cuando los niveles de señal (y la configuración de los equipos) así lo exijan. Este concepto se verá más adelante con profundidad dado que una parte de la parametrización está orientada al correcto funcionamiento de los distintos tipos de handover.

AMPS dejaba pendiente dos cuestiones muy importantes. Por un lado solucionar la coexistencia de varios estándares, y por otro la integración de nuevos servicios que complementaran al mero tráfico de voz. Con estos precedentes se llegaba a la segunda generación de telefonía móvil.

### **Hicap**

Será un estándar desarrollado por NTT (Nippon Telegraph and Telephone). Entre sus características cabe destacar que emplea FDMA para el acceso de sus usuarios, y que emplea portadoras de 25KHz.

### **CDPC (Cellular Digital Packet Data - Paquetes de Datos Digitales de Celda)**

Opera en la banda de 800MHz a 900MHz y consigue velocidades de transferencia de hasta 19.2Kbps. Desarrollado en 1990, su implantación se vio mermada por su elevado coste frente a alternativas más económicas (y lentas) como son Mobitex y DataTac.

### **Mobitex**

Es un estándar libre basado en el modelo de referencia OSI que comenzó a ser operativo en el año 1986. Creado a principios de los 80 por la sueca Televerket, y desarrollado a partir de 1988 por Eritel (colaboración Ericsson-Televerket), uno de sus objetivos fue asegurar comunicaciones seguras y fiables.

### **DataTac**

Es una tecnología de red inalámbrica originalmente desarrollada por Motorola y desplegada en Estados Unidos bajo el nombre de red ARDIS. A mediados de los 90 también

se desplegó en Australia una red basada en DataTac. En Canadá Bell Mobility soporta una red basada en esta tecnología para dar servicio a los comúnmente conocidos como “buscas” o “beepers”. Tanto en Canadá como en Estados Unidos opera en la banda de 800Mhz, y ofrece una capacidad de tráfico de 19.2Kbps sobre canales de 25Khz.

Como característica destacable decir que es una red “a prueba de desastres”, no presentando indisponibilidad de los servicios ofrecidos por sobrecarga de la red (como por ejemplo en el famoso 11S).

### 2.2.3 Segunda Generación: 2G

Al contrario de lo que pasa en otras generaciones, la denominada “segunda generación” no es un estándar concreto, sino que marca el paso de la telefonía analógica a la digital, que permitió, mediante la introducción de una serie de protocolos, la mejora del manejo de llamadas, más enlaces simultáneos en el mismo ancho de banda y la integración de otros servicios adicionales al de la voz, de entre los que destaca el Servicio de Mensajes Cortos o SMS (Short Message Service).

Estos protocolos fueron implementados por diversas compañías, siendo este hecho el origen de uno de los principales problemas de esta generación: la incompatibilidad entre protocolos. Debido a esto, el radio de utilización del teléfono quedaba limitado al área en el que su compañía le diera soporte.

Respecto a los estándares más utilizados podemos hablar de varios, cada uno contribuyendo de una forma distinta al desarrollo de esta segunda generación de móviles. A saber:

**GSM** (Global System for Mobile Communications – Sistema Global para las comunicaciones Móviles)

Basado en TDMA (Time Division Multiple Access – Acceso Múltiple por División en el Tiempo) se trata del protocolo más característico de la 2G, ya que además se trata de un estándar desarrollado por y para todas las regiones del mundo. Aunque predomina de manera más marcada en Europa, se podría decir que también es el más utilizado a nivel mundial (aproximadamente por un 85% de la población). Su funcionamiento se sustenta sobre una compleja base de canales lógicos que permiten tanto transmisión de voz como de datos.

El rango de frecuencias utilizado varía, debido sobre todo al país del que estemos hablando, dando lugar a distintos tipos de protocolos GSM:

- **GSM-1800:** sistema celular GSM que funciona en la banda de frecuencias 1800 MHz. Utilizado principalmente en zonas urbanas de Europa.
- **GSM-1900:** sistema celular GSM que funciona en la banda de frecuencias 1900 MHz. Utilizado principalmente en zonas urbanas de Estados Unidos (ya que las otras frecuencias disponibles se utilizan con fines militares), Canadá y Latinoamérica junto con la modalidad GSM-850.

- GSM-900: red celular digital que opera en el rango de 900 MHz, que, en términos generales es el más utilizado en todo el mundo (más de 100 países han adoptado este estándar, pudiéndose así proporcionar un servicio a nivel internacional). El hecho de que en otros países haya proliferado el uso de los dos tipos de GSM anteriores, ha favorecido la aparición de los teléfonos denominados “tri-banda”.

#### **HSCSD** (Hi-Speed Circuit-Switched Data - Datos por Conmutación de Circuitos de Alta Velocidad)

Más que un protocolo distinto en sí, se trata de una actualización de GSM introducida en 1999 que mejora las velocidades de su antecesor basado en CSD (de 14kbps a 57kbps).

#### **CDMA** (Code Division Multiple Access - Acceso Múltiple por División de Código)

Sistema de acceso múltiple muy utilizado en comunicaciones tanto móviles como por radio en general. Ese sistema permite que un elevado número de comunicaciones simultáneas, ya sean de voz o de datos indistintamente, comparten el mismo medio de comunicación asignándoles códigos únicos y ortogonales entre sí dentro del canal. El estándar norteamericano **IS-95 (CDMA One)** está basado en esta idea, y fue empleado para transmisión de voz, señalización y datos (esto último de forma muy limitada). No llegó a popularizarse en Europa.

#### **GPRS** (General Packet Radio Service - Servicio General de Radio por Paquetes)

Los móviles de segunda generación han ido evolucionando hasta tal punto que se puede hablar de una “generación 2.5” consistente en móviles que sin ser 3G, incorporan algunas de las mejoras más comunes de este último estándar. El protocolo más común en este tipo de celulares será GPRS, proporcionando datos por conmutación de paquetes principalmente a las redes GSM basadas en tecnología 2G, un tipo de conmutación que, a diferencia de la conmutación de circuitos GSM (donde el circuito queda reservado durante el tiempo total de la comunicación, se esté utilizando o no), es un sistema basado en necesidad, por lo que si no se está enviando ningún dato, las frecuencias quedan libres para uso por parte de otros usuarios aunque la comunicación no haya acabado. Entre las ventajas obtenidas gracias al uso de este estándar destaca el hecho de poder asignar más de un canal a cada comunicación sin miedo a saturar la red, el abaratamiento de las tarifas ya que GPRS posibilita la tarificación por información cursada (no por tiempo de conexión), y la simplificación y bajo coste del proceso de migración de una red GSM a otra UMT, dado que los cambios a realizar en una estación para pasar de GSM a GPRS serían mínimos, además de compartidos en un futuro por el protocolo UMTS.

Los dispositivos móviles que incorporan GPRS también suelen traer consigo algún tipo de medio que permita la comunicación terminal-computador para posibilitar la transferencia de datos (esto es lógico, ya que la capacidad de emisión-recepción de un móvil con tecnología GPRS es más que considerable).

**EDGE** (Enhanced Data rates for GSM Evolution - Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM)

Se considera una evolución de GPRS, y funciona sobre cualquier red GSM que posea GPRS. Con EDGE se consigue triplicar la capacidad a la hora de transportar datos con respecto a GPRS, la posibilidad de aumentar el número de usuarios de una operadora, o añadir capacidad extra al servicio de llamadas de voz. Se utilizará la misma estructura de trama TDMA (Time Division Multiple Access – Acceso Múltiple por División en el Tiempo), mismo canal lógico y mismo ancho de portadora (200KHz) que para el estándar GSM, lo que permite mantener intacto el plan celular de la red sobre la que se implementa. Con EDGE estamos un paso más cerca del estándar UMTS y las redes 3G, introduciendo, además de mayores tasas de transferencia de información, un nuevo esquema de modulación: 8-PSK. Más que nuevos servicios este estándar es una mejora de los existentes GPRS y HSCSD (High-Speed Circuit Switched Data – Conmutación de Circuitos de Datos de Alta Velocidad) mediante la introducción de una nueva capa física. La implementación de EDGE por los operadores de red ha sido diseñada para ser simple. Sólo será necesario añadir a cada celda un transceptor adecuado, siendo en la mayoría de los casos posible realizar la actualización SW de forma remota. Este nuevo transceptor funcionará de manera correcta en modo GSM, conmutando a EDGE cuando el servicio solicitado lo requiera.

#### 2.2.4 Tercera generación: 3G

Con la llegada de la tercera generación las redes de telefonía móvil se verán provistas de una gran versatilidad de la que antes no gozaban, motivo por el cual su funcionalidad no se encuentra limitada al uso de teléfonos móviles.

Entre las novedades que introduce se encuentran sus capacidades multimedia, velocidades de transferencia de datos mucho mayores que en 2G, permitiendo comunicación audiovisual en tiempo real o una correcta conexión a Internet, y la transmisión de voz con calidad similar a la de la red fija cableada. Con estas características se hace factible la posibilidad de ampliar el escaparate de servicios ofrecidos a los usuarios, contribuyendo a generalizar aún más el uso de la red.

El marco para el desarrollo de esta tercera generación fue establecido por la ITU (International Telecommunication Union) en la llamada IMT-2000, que proporciona normas para el acceso inalámbrico mundial para 3G. Se describen aquí los interfaces radio 3G: WCDMA y CDMA2000 (*Ref.B-2*)

**WCDMA** (Wideband Code Division Multiple Access - Acceso Múltiple por División de Código de banda Ancha)

El estándar WCDMA, desarrollado por el foro 3GPP (3rd Generation Partnership Project), es la base del sistema UMTS. Sus características serán ampliamente descritas en el siguiente punto “Estado actual: descripción de una red de telefonía móvil”.

**CDMA2000**

Estandarizado por el foro 3GPP2 así como sus sucesivas mejoras (CDMA2000 1x, CDMA2000 1xEV-DO, y CDMA2000 1xEV-DV), su desarrollo es producto de la evolución de el estándar norteamericano IS-95 (CDMA One) de 2G. Así los sistemas CDMA2000 utilizan la misma tecnología y espectro que CDMA One, siendo compatibles con su predecesora. Existen varias mejoras del estándar tales como CDMA 2000 1xEV y 1xEV-DO reconocidas por la ITU.

En base a esta dicotomía WCDMA/CDMA2000 tenemos dos líneas distintas de evolución respecto a los estándares de redes 3G. En España la red 3G que se está desplegando en la actualidad se basa en el estándar UMTS, luego la línea evolutiva para WCDMA nos es de especial interés, aunque también se comenta la de CDMA2000 por ser éste un apartado general orientado a tener una visión global del desarrollo de las redes de telefonía móvil. Con esto, a continuación se hace un breve repaso de cada uno de los estadios relacionados con dicho desarrollo.

 Basado en WCDMA

### UMTS

UMTS ha sido concebido como un sistema global, que incluye tanto componentes terrestres como satélites. Los terminales son compatibles sobre sistemas 2G, lo cual dota a este estándar de una gran versatilidad. De esta manera, un abonado tendrá la posibilidad de alternar entre varias redes durante una comunicación sin perder en ningún momento la conexión.

Entre las mejoras introducidas cabe destacar:

- Fácil de usar.
- Bajo costo para el usuario, al ofrecer gran variedad de formas de tarifa, tales como pago por byte, por sesión, tarifa plana...
- Nuevos servicios, gracias a que soporta el protocolo IP y a su elevada tasa de transmisión de datos.
- Acceso rápido.

Desarrollado por 3GPP – proyecto común en el que colaboran ETSI (Europa), ARIB/TIC (Japón), ANSI T-1 (USA), TTA (Corea), CWTS (China) – su primera versión se dio a conocer en 1999 y se va introduciendo a través de versiones anuales.

Como se mencionó con anterioridad, su interfaz radio se basa en el estándar WCDMA. Dicho interfaz es conocido con bajo el acrónimo UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access), y su objetivo es conseguir altas velocidades de transmisión de forma fiable.

### HSPA (High Speed Packet Access – Acceso de Paquetes de Alta Velocidad)

Se trata de una serie de protocolos para redes de telefonía móvil cuyo objetivo es mejorar una red UMTS existente. Se comentan a continuación.

1

- *HSDPA*

Las últimas versiones del estándar de telefonía móvil de tercera generación UMTS (release 5), introducen un nuevo salto tecnológico con la introducción de la funcionalidad HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). Los principales objetivos de HSDPA son incrementar la tasa de transferencia por usuario, mejorar la calidad de servicio ofrecida y, en general, mejorar la eficiencia espectral, especialmente para los servicios de datos, asimétricos y con tráfico a ráfagas, como son la mayoría de servicios de Internet. El funcionamiento de este sistema se basa en la colaboración de múltiples técnicas y algoritmos, como la modulación y codificación adaptativa (AMC), el ARQ híbrido y complejos mecanismos de scheduling (proceso a través del cual se decide cómo comprometer los recursos disponibles ante cierto número de tareas que los necesitan), muchos de ellos en fase de desarrollo. Este nuevo sistema se integra en un entorno ya complejo por sí mismo y existen muchas interacciones entre los diversos protocolos que son potencialmente optimizables.

- *HSUPA*

Se trata de otra vuelta de tuerca más para acercar la red de UMTS al 4G, y se considera como la generación 3.75 (3.75G ó “3.5G+”), desarrollado en el proyecto UMTS de 3GPP en su Release 6. HSUPA es un protocolo de acceso de datos para redes de telefonía móvil con alta tasa de transferencia de subida, pensado para mejorar el HSDPA potenciando la conexión de subida de UMTS/WCDMA. Con HSUPA se mitiga el efecto de la asimetría en las capacidades entre DL y UL (downlink y uplink), haciendo posible la oferta de servicios avanzados “P2P”.

Para conseguirlo se requiere un nuevo canal dedicado para el enlace ascendente, el E-DCH (Enhanced Dedicated Channel), sobre el que se usaran métodos similares a los empleados para HSDPA.

- *HSPA+*

También conocido como Evolved HSPA, HSPA Evolution, I-HSPA o Internet HSPA, es el estándar de banda ancha definido en el Release 7 del foro 3GPP. Se espera conseguir con él un incremento significativo tanto en UL como en DL frente a los ya conseguidos con HSDPA y HSUPA, aunque el incremento teórico dista mucho del que realmente se consigue en casos prácticos (se consigue entorno a un 20% de incremento de capacidad de tráfico).

HSPA+ introduce la posibilidad de utilizar una arquitectura totalmente IP. Las estaciones base se conectan a la red a través de una conexión Gigabit Ethernet al Proveedor de Servicios de Internet (ISP) que está a su vez conectado a Internet (o a otro ISP en modo peering). Con esto se consigue hacer la red más rápida, fácil de desplegar y más operativa. A pesar de que la arquitectura UMTS existente (NodoB – RNC – SGSN) puede seguir siendo utilizada, la posibilidad de interconectar directamente la estación base (NodoB) con el GGSN IP (concepto que se verá con posterioridad, pero que es en esencia una puerta

---

1

hacia otras redes de datos, como puede ser Internet) es un gran paso hacia el proyecto LTE de 3GPP: 4G.

- Dual-Cell HSDPA (DC-HSPA)

También conocido como Dual-Carrier HSPA o Dual-Cell HSPA, es un estándar basado en HSPA y desarrollado en el UMTS Release 8 del foro 3GPP. Es la evolución natural de HSPA+ por medio de la adición de una segunda portadora. La idea de usar doble portadora es conseguir una mejor utilización de los recursos disponibles y una mejor eficiencia espectral a través de una distribución equitativa de la carga de tráfico entre las portadoras. Con esto se consiguen tasas de transmisión similares a las que se consiguen en una red HSPA+ en la que se usan técnicas de transmisión MIMO, pero sin necesidad de dichas técnicas y a costa de duplicar el ancho de banda utilizado.

Esta especificación fue terminada por el foro 3GPP en Diciembre de 2008. Se prevé que las primeras pruebas se realicen a lo largo de 2009, y que el despliegue de este estándar se lleve a cabo por primera vez en el año 2010.

- Multi-Carrier HSPA (MC-HSPA)

Es una propuesta para el Release 9 del UMTS 3GPP que comprende varias mejoras tecnológicas con base al DC-HSPA. Los puntos a discutir son los siguientes:

- *Funcionamiento entre las portadoras de DC-HSPA*
- *DC-HSUPA*
- *Combinar DC-HSDPA y MIMO*
- *MC-HSDPA (aumentar el número de portadoras, y con ello el ancho de banda utilizado)*

### **UMTS-TDD (UMTS-Time Division Duplexing)**

Es una versión del estándar UMTS en el que se utiliza el esquema UTRA-TDD para el acceso a la estación base (UTRA con diplexión en el tiempo), con lo que UL y DL pueden compartir el espectro.

Una característica a tener en cuenta de este estándar es que no es compatible con el estándar UMTS tradicional, dado que un dispositivo diseñado para funcionar en uno de ellos no podrá hacerlo en el otro (a no ser que se diseñe para disponer de esta flexibilidad) por utilizarse diferentes tecnologías en el interfaz Uu (interfaz aire) y bandas de frecuencias distintas (recordar como el estándar UMTS original utilizaba FDD, es decir, distintas bandas de frecuencia para UL y DL).

### **UTRA-TDD HCR (UTRA-TDD High Chip Rate)**

Es un estándar del 3GPP para acceso a canal basado en una combinación entre TDMA y CDMA (TD-CDMA), y ha sido diseñado para múltiples flujos de información o para el acceso de equipos con múltiples transceptores. Utiliza para cada portadora el típico ancho

de banda de 5Mhz de UMTS. Las tramas tendrán una duración de 10ms y contendrán cada una 15 time slots asignados con porcentajes fijos a UL y DL.

### **UTRA-TDD LCR (UTRA-Low Chip Rate)**

Es un estándar del 3GPP para acceso a canal basado en una combinación entre TDMA y S-CDMA (TD-SCDMA) que usa un ancho de banda de 1.6Mhz frente a los 5Mhz de otros esquemas. Es una alternativa a UTRA-TDD HCR para el interfaz Uu usada por UMTS-TDD.

### **Super-Charged**

Se refiere a una implementación particular una red 3G de 3GPP. Dicho foro la define como “una red UMTS en la cual el mecanismo de Super-Charged (sobrecarga) es usado para optimizar la señalización del sistema de localización de usuarios en la red (Mobility Management). Cuando un usuario residente en una red reclama un servicio en otra, el paso del usuario a la red servidora y su retorno a la original constituye un elevado número de mensajes de señalización. La solución propuesta para esta sobrecarga de señalización es que los registros de localización del usuario de la red visitante no elimine los datos de éste aunque ya no se encuentre bajo su control, sino bajo el de la red servidora.

Cualquier red común UMTS puede ser configurada como una red UMTS Super-Charged con sólo dar soporte de Super-Charged a cada una de las entidades que la componen.



Basado en CDMA2000 (Ref.B-3)

### **CDMA2000 1x**

También conocido como 1xRTT (1 Times Radio Transmision Technology), opera sobre dos portadoras duplex de ancho 1.25Mhz. Casi duplica la capacidad de voz sobre las redes IS-95 gracias a la adición de 64 canales de tráfico ortogonales a los 64 de que ya se disponían en el “Forward Link” (o “Downlink”), y a la modulación coherente que hace posible una señal piloto en el “Reverse Link” (o “Uplink”), y aunque es capaz de soportar altas velocidades de datos, la mayoría de desarrollos están limitados a una velocidad pico de 144 kbits/s.

Hay también novedades sobre la capa de enlace de datos para permitir tanto el mejor uso de los servicios de datos IS-2000 como protocolos de control de accesos y control QoS (calidad de servicio).

### **CDMA2000 3x**

Utiliza un par de canales de 3,75-MHz (p.ej., 3 X 1,25 MHz) para alcanzar mayores velocidades de datos. La versión 3x de CDMA2000 es algunas veces referidas como Multi-Carrier o MC. La versión 3x de CDMA2000 no ha sido implementada y no está en desarrollo actualmente.

### **CDMA2000 1xEV-DO (CDMA2000 Evolution-Data Optimized)**

Diseñado inicialmente por Qualcomm en 1999 para ofrecer enlaces de descarga en comunicaciones estacionarias con tasas superiores a los 2Mbps (revisión 0), es un acceso de banda ancha utilizando CDMA y FDD para maximizar las tasas de transmisión. Es muy popular sobre todo en el continente americano, en países en los que CDMA One se había desplegado con éxito en oposición al estándar GSM. Se han hecho dos revisiones posteriores a esta primera versión:

- Revisión A

Ofrece una creación más rápida de paquetes en UL y DL a través de la interfaz inalámbrica, que reduce la intermitencia y mejora las tasas de envío: además del incremento máximo en el enlace de bajada de 2.45Mbps a 3.1Mbps, cuenta con una mejora sustancial en el enlace de subida, de 153Kbps a un máximo de subida de 1.8Mbps.

Este esquema ha sido desarrollado y comercializado en países como Nueva Zelanda, Japón, Estados Unidos, Canadá, República Checa, Ucrania, Rusia o México.

- Revisión B

Es la evolución progresiva de la revisión A. Mantiene las capacidades de ésta y provee las siguientes mejoras:

- Más velocidad en los enlaces de bajada (hasta 4.9 Mbit/s por operador). Implementaciones típicas incluyen tres operadores para un pico teórico máximo de 14.7Mbps.
- Provee mayores tasas de transferencia compactando múltiples canales, mejora la experiencia de usuario y provee nuevos servicios como streaming para video de alta definición.
- Aprovecha más eficazmente el uso de la batería incrementando el tiempo de uso y de espera del terminal.
- Menos interferencias entre el usuario y la celda mediante la Reutilización Híbrida de la Frecuencia.
- Aumenta la eficiencia del soporte para servicios que tienen requerimientos asimétricos de transmisión como intercambio de archivos, navegación web y entrega de archivos multimedia por banda ancha.

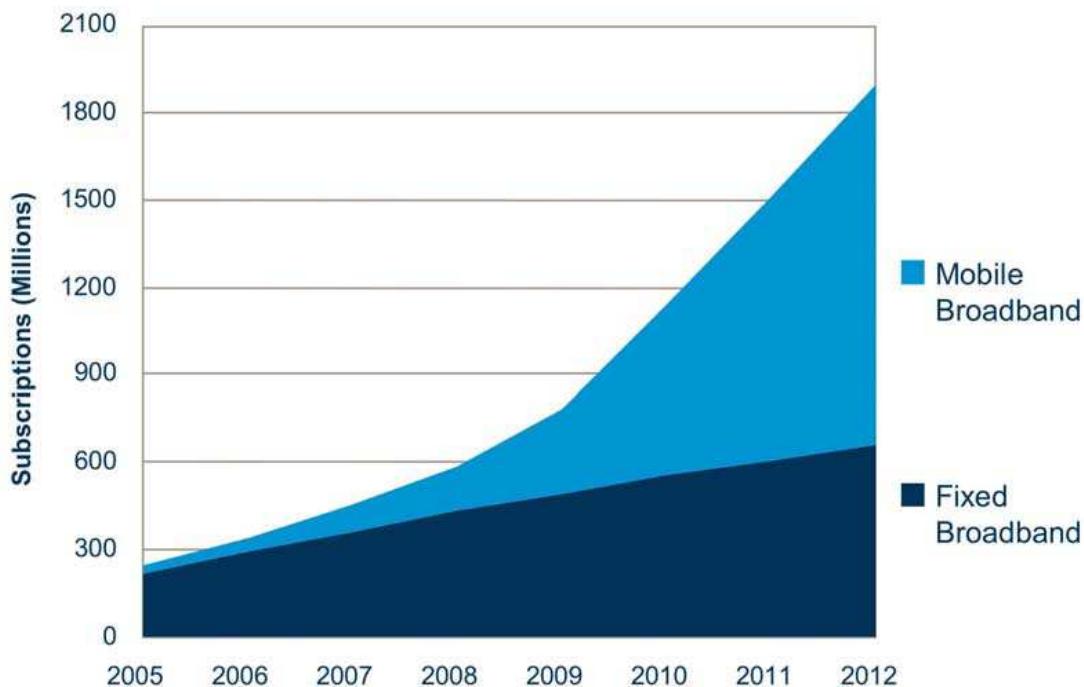
### **CDMA2000 1x EV-DV (CDMA2000 Evolution-Data Voice)**

Soporta una velocidad de datos en el enlace de bajada en DL de hasta 3,1Mbps y una velocidad de datos en UL de hasta 1,8 Mbps. También puede soportar una operación concurrente con los usuarios de voz 1x, usuarios de datos 1x y usuarios de datos de alta velocidad 1xEV-DV en el mismo canal de radio.

Su desarrollo no gozó de interés por parte de las operadoras, por lo que fue detenido por Qualcomm en 2005.

## 2.2.5 Cuarta Generación: 4G

Como se muestra en la figura 2, se estima que en el año 2012 los abonados a servicios de banda ancha rondarán los 1.8 billones, y que dos terceras partes de dichos abonados usarán dichos servicios.



Source: OVUM, Strategy Analytics & Internal Ericsson

**Figura 2.- Evolución temporal estimada del número de usuarios de telefonía móvil/fija hasta 2012**

Motivado por estas expectativas, y debido al creciente aumento del tráfico de datos en la red móvil – éste supero al tráfico de voz en Mayo de 2007, en parte motivado por la introducción de HSPA en el mercado – la idea del 4G sobrevuela desde hace tiempo la mente tanto de operadoras como de consumidores.

Estando 4G basada totalmente en IP y perfilándose como una red de redes más que como un estándar único, apoyada en las primeras pruebas realizadas en Japón por NTT DoCoMo – en las que se alcanzaron tasas de hasta 100 Mbps a 200Km/h – se esperan tasas de 100 Mbps en terminales en movimiento, y hasta de 1 Gbps en reposo.

Como puntos más característicos de la cuarta generación se pueden destacar:

- Los conceptos OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales), MIMO y SDR (Software Defined Radios) se asocian al nuevo acceso radio, E-UTRAN, en contraposición del UTRAN basado en WCDMA de UMTS.
- Red basada completamente en IP.

## CAPÍTULO II - LA EVOLUCIÓN DE LA TELEFONÍA MÓVIL

- Tasas previstas de 100 Mbps en enlace descendente y 50 Mbps en enlace ascendente con un ancho de banda en ambos sentidos de 20Mhz.