

Evolución de las redes de telefonía móvil

Categoría: Telefonía móvil
Antonio Luis Flores Galea
Ingeniero de Telecomunicación
Colegiado nº C09817
Septiembre 2009

Antecedentes

Telefonía móvil analógica

Telefonía móvil digital: GSM

Segunda generación: la red de datos

Tercera generación (3G): La banda ancha móvil

Cuarta generación (4G): Lo que viene

Historia de los operadores móviles en España

Referencias

ANTECEDENTES

El objetivo de las redes de telefonía móvil es ofrecer servicios de telecomunicaciones a través de una infraestructura fija (*antenas*, denominadas “BTS” o “Nodos B”, según la tecnología empleada) a usuarios que no se encuentran conectados por cable a ella. El servicio que prestan es orientado al público en general, diferenciándose por ejemplo de las utilizadas por los servicios de policía, bomberos, ejército o el teléfono inalámbrico del hogar.

Las empresas que quieran montar una red de telefonía móvil, al necesitar hacer uso de una gama de frecuencias del espectro radioeléctrico, requieren de una licencia otorgada por el Estado, de la misma manera que una emisora radio, por ejemplo.

TELEFONÍA MÓVIL ANALÓGICA

Hasta hace no mucho tiempo, todos los sistemas funcionaban de manera analógica, es decir, la información —la voz en este caso— se traducía a impulsos eléctricos de mayor o menor intensidad, que generaban ondas electromagnéticas en el aire. Éstas llegaban a un receptor y provocaban en sus circuitos señales eléctricas de mayor o menor intensidad que excitaban el altavoz del teléfono donde se oía el mensaje.

La ventaja es la sencillez de construcción de estos equipos, pero había muchas desventajas:

- Cualquier alteración de la señal en el aire se percibía como “ruido” que quien oía no podía eliminar.
- Cada transmisión ocupaba muchísimo espacio en el espectro, lo que provocaba que el servicio fuera caro y exclusivo.
- Los equipos debían transmitir señales de mucha potencia, por lo que consumían mucha más batería.
- Sólo se podía *hablar* con el móvil; nada más.
- El diseño de la red era muchísimo más complicado y caro, pues quienes idearon estos sistemas nunca llegaron a pensar que llegaría el momento en que cada persona tendría un teléfono móvil.

Un circuito

En tecnología analógica hablamos de circuitos, es decir, conexiones permanentes entre dos puntos, que permiten intercambiar información. Se puede decir que un circuito es una “tubería de información”. En esta época todo estaba conectado por circuitos, es decir, alguien se conectaba con alguien, de uno en uno, pero no con *el resto del mundo*.

TELEFONÍA MÓVIL DIGITAL: GSM

GSM eran las siglas de “Groupe Spécial Mobile” (francés), un equipo de ingenieros del que surgió el primer sistema **celular** de telefonía móvil. Después, como todo lo que se internacionaliza, se le cambió el nombre a otro inglés: “Global System for Mobile communications”. El sistema GSM es el más utilizado actualmente a nivel mundial, y su expansión comenzó en Europa, extendiéndose posteriormente y por razones lógicas a las antiguas colonias del viejo continente en todo el mundo: Sudamérica por Telefónica y África por France Telecom, mayoritariamente. Actualmente es raro el país donde no existe al menos un sistema GSM.

La principal ventaja de GSM es que es un sistema digital. Esto implica que la información viaja transformada en los típicos “1” y “0”, o la lógica “Sí/No”. Es fácil deducir que la robustez —probabilidad de no perder información por el camino— de una comunicación así es muchísimo mayor, además de la posibilidad de transportar no sólo una conversación de voz, sino cualquier tipo de información digitalizada (imágenes, conexión entre ordenadores, video, sonido, alarmas, coordenadas de posición, etc.).

El sistema GSM fue el mejor sistema digital y, esta vez sí, el mejor del mercado triunfó. Sus características clave son:

- Permite el **roaming**, es decir, que todas las redes GSM del mundo “hablen” entre sí para poder aceptar temporalmente usuarios de otras redes.
- Permite el **handover**, que no es otra que lograr que todas las BTS de una red “hablen” entre sí para transferirse llamadas sin que se corten, cuando viajamos en el coche o en el tren.
- Es una red **celular**, lo que implica que para diseñarla se divide el territorio en celdas —o células— hexagonales (tipo avispero), cada una con una capacidad de cursar llamadas. Si el número de usuarios de una célula crece, es posible subdividir esa célula en otras más pequeñas (simplemente instalando más BTS dentro de ella). La potencia emitida por estas antenas y la de los propios teléfonos dentro de la celda se autorregulan, para que la señal tenga el alcance exacto y no sobrepase los nuevos límites, más reducidos, y así no interferir con las llamadas del resto de células. Esto permite aumentar la capacidad de la red con unos costes muy reducidos.
- Como consecuencia del cálculo exacto de la potencia que tiene que emitir el móvil, la batería dura más, ya que si la BTS está cerca, emite menos energía para llegar a ella.

Democratización del móvil

Como consecuencia, el éxito de GSM no fue otro que permitir que cada persona disponga de su teléfono móvil privado. Así, el teléfono pasó de ser una herramienta de comunicación a un accesorio personal a medida, necesario para el día a día de cualquier persona.

Como ayuda al despliegue y la evolución de esta tecnología, la separación entre la línea de teléfono —

recogida en la tarjeta SIM— y el terminal, permitió la aparición de un sinfín de equipos, orientados a captar gustos y tendencias de todos los consumidores, creando modas, desplegando increíbles campañas de marketing y generando un consumismo probablemente jamás visto, donde los usuarios tiraban los equipos a los pocos meses de uso por el mero hecho de probar otro más nuevo.

SEGUNDA GENERACIÓN: LA RED DE DATOS

Una vez que se disponía de una red digital, era lógico aprovecharla para enviar algo más que voz. Lo que inicialmente se ideó como un servicio auxiliar de envío de texto de poca capacidad terminó colapsando las redes... Los SMS (*Short Messages Service*, servicio de mensajes cortos) se transmitían inicialmente por canales auxiliares de señalización interna de las redes, diseñados para transmitir muy poca información. Esto obligó a modificar el estándar GSM, creando lo que se conoce como GPRS (General Packet Radio System, sistema radio general de paquetes).

GPRS es una mejora de GSM —por eso a veces se denomina 2,5G, en relación al 2G de GSM y 1G de los sistemas analógicos—. Utiliza la misma red, a la que se le añaden algunos equipos y configuraciones para que puedan transmitir también datos del usuario por los canales de voz. Esto solucionó la saturación de SMS, que pasaron a enviarse por canales de voz (con mucha más capacidad que los auxiliares, como es lógico). Además, permitió que los usuarios se conectaran a Internet desde el móvil, aunque al principio casi nadie lo hacía porque ni los terminales eran adecuados ni había servicios pensados para el móvil.

Un paquete, un canal, una conexión, una sesión

El servicio GPRS permitió que la red GSM operara en modo **paquete**, esto es, que un determinado volumen de datos se envíe de manera independiente a un determinado lugar. Imaginemos el sistema de correo postal: un mismo usuario genera paquetes, les añade una etiqueta —denominada dirección IP— para identificar el destinatario y lo envía. Para ello antes ha debido abrir una **conexión** GPRS, que implica avisar a la red de que va a empezar a enviar paquetes para que esta le asigne un canal por donde hacérselos llegar, y ha debido iniciar una **sesión**, que consiste en proporcionar las credenciales de la red a la que queremos conectarnos: APN, usuario y contraseña.

Un **APN** (Access Point Name, nombre del punto de acceso) es una palabra clave que le indica a la red GPRS a qué otra red debe enviar nuestros paquetes. Habitualmente es “Internet”, pero podríamos tener un APN privado sólo para nuestra empresa y nuestro “servicio de paquetería” funcionaría como el servicio de valija interna de una empresa: mayor control, mayor rapidez y sólo destinatarios dentro de nuestra propia empresa.

TERCERA GENERACIÓN (3G): LA BANDA ANCHA MÓVIL

Esta tecnología es el producto de la necesidad creciente de una red de comunicaciones móviles con mayor velocidad y más oferta de servicios. Aunque para el usuario la diferencia radicará en un mayor ancho de banda para poder acceder a Internet —no sólo a portales específicos para teléfonos móviles, sino desde su propio PC mediante un módem (USB, PCMCIA o Express)—, esta tecnología utiliza una red completamente independiente de la red GSM, donde las estaciones donde se ubican las antenas se denominan “**nodos B**”, en lugar de BTS.

La tecnología 3G se denomina técnicamente **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System*) y, aunque el funcionamiento es muy parecido a GSM, tiene algunas particularidades interesantes:

- Las frecuencias utilizadas se sitúan en un intervalo de frecuencias más altas que GSM. Esto básicamente implica que la señal se comporta de un modo más parecido a los rayos de luz que, por ejemplo, a la señal FM de la radio: menor capacidad de atravesar obstáculos, especialmente metálicos, que actúan como un espejo, y menor alcance, ya que la señal se atenúa más rápidamente en el espacio.
- Mayor ancho de banda: inicialmente eran 384 kbps —frente a los típicos 48 Kbps de GPRS—, pero en la actualidad la red ha evolucionado a velocidades muy superiores mediante técnicas complementarias (3,6 Mbps en España).
- Servicio de videollamada: es posible llamar a una persona y, además de hablar con ella, verla mediante la cámara de su teléfono.

Conviene considerar algunos aspectos de las redes móviles de banda ancha:

- La red está optimizada para el uso de datos a alta velocidad, por lo que no se aprecia un incremento en los servicios de voz o SMS tradicionales.
- Las conexiones de datos son asimétricas, es decir, el ancho de banda o capacidad de enviar un volumen de información en un tiempo determinado es diferente si queremos enviar (*subir*) o recibir (*bajar*) desde nuestro dispositivo. En la tabla 1 se pueden ver las velocidades típicas de la red.
- **HSDPA** y **HSUPA** (High Speed Downlink/Uplink Packet Access) son las siglas de “Acceso de Paquetes por enlaces de bajada (D) / subida (U) a alta velocidad” y son mejoras incorporadas en las redes y dispositivos para permitir más ancho de banda en la conexión.

Tecnología	Nombre común	Red utilizada	Velocidad de bajada	Velocidad de subida	Comentarios
GPRS	2,5G	GSM	171 Kbps	9,6 Kbps	En la realidad la velocidad de bajada no supera los 57 Kbps por limitaciones del terminal o de la configuración de la red.
UMTS	3G	UMTS	384 Kbps	64 Kbps	
HSDPA	3,5G	UMTS	3,6 Mbps	384 Kbps	Son velocidades máximas. La red gestiona cuál es la mejor velocidad en función de la calidad de la señal y la velocidad a la que se mueve el usuario, en cada momento.
HSUPA	3,75G	UMTS	3,6 Mbps	1,5 Mbps	En breve se comercializará la velocidad de bajada a 7,2 Mbps

Tabla 1. Tecnologías de transmisión de datos en redes móviles

Comienza la era de los servicios: correo, videoconferencia, Internet, VPN móvil y aplicaciones integradas

La implantación de redes de tercera generación ha permitido la incorporación de nuevos servicios móviles. Acciones, como por ejemplo el proyecto **Minerva** (www.proyectominerva.org), patrocinadas por la Junta de Andalucía, Vodafone, ETICOM, el Parque Tecnológico Cartuja 93 y la Universidad y Ayuntamiento de Sevilla, han fomentado el desarrollo de estos servicios. En la actualidad se está haciendo extensivo el uso del correo electrónico en el móvil, potenciado por terminales diseñados para tal fin, como las BlackBerry, así como aplicaciones de mensajería instantánea (*Messenger*) y redes

sociales, como Facebook, que tiene una aplicación específica para terminales móviles.

En paralelo, otras compañías se adaptan al negocio móvil, como Google o Yahoo, incorporando una versión móvil del famoso Google Maps o el acceso a su portal adaptado a los formatos de pantalla de un móvil. Otros servicios, como la videoconferencia o el acceso a Internet móvil, no están teniendo la repercusión que inicialmente se pensó, y demuestran que muchas veces la tecnología se aplica de una manera radicalmente diferente a aquello para lo que fue concebida.

Considerando que la era de los servicios móviles sólo acaba de empezar, podemos ver cómo son ya muchas las empresas que comienzan a desplegar aplicaciones específicas para este mercado. Pronto veremos cómo se extienden tecnologías como Dodgeball (www.dodgeball.com), con las que es posible conocer desde nuestro móvil si tenemos un contacto de nuestra agenda en la zona donde nos estemos moviendo.

Microsoft pretende lanzar un producto denominado Aura, donde cualquier consumidor con un móvil dotado de lector de código de barras puede señalar con él un artículo del supermercado y obtener información exhaustiva sobre él, incluyendo comentarios de otros consumidores en foros en Internet.

Por último, señalar el interés que está despertando la aplicación de las comunicaciones móviles de datos para las empresas, permitiendo extender las aplicaciones del PC del puesto de trabajo al móvil del usuario, mediante el uso de APN privado ya comentado, constituyendo lo que técnicamente se denomina una **VPN móvil** (Virtual Private Network, red privada virtual).

CUARTA GENERACIÓN (4G): LO QUE VIENE

Aunque aún falta tiempo para que llegue —técnicamente se le denomina LTE, siglas de “*Long Term Evolution*” (evolución a largo plazo)—, es posible vislumbrar a grandes rasgos en qué consistirá la cuarta generación móvil. El aspecto principal es que se tratará de una red 100% IP, es decir, que podrá interoperar de manera integrada con el resto de redes IP, que configuran Internet. Eso significará un abaratamiento importante de costes, que posiblemente permitirá que casi cualquier cosa de la vida cotidiana disponga de una conexión a Internet: el coche, el ordenador y la vivienda, pero también

nuestras maletas, zapatos, electrodomésticos, las papeleras de la calle, semáforos, farolas, alcantarillas y todo lo que sea susceptible de enviar o recibir contenidos o alertas en un determinado momento.

La evolución a la cuarta generación irá acompañada de un incremento importante en el ancho de banda. El objetivo es disponer de velocidades mínimas de acceso de 100 Mbps y que el tiempo medio que necesita la red para transportar la información entre dos puntos lejanos (denominado latencia) sea muy pequeño, comparable a las de las actuales redes de área local que se instalan en las oficinas. Esto permitirá descargas de vídeo de alta definición y música HiFi en tiempo real. Las investigaciones para el desarrollo de estos equipos van parejas al descubrimiento de baterías de menor tamaño y peso, y mayor duración, para el incremento del consumo esperado por parte de estos dispositivos.

Un punto importante de LTE es que persigue constituirse como estándar único de telecomunicaciones móviles a nivel mundial, aunque actualmente esto es más una utopía, por la conocida resistencia del gobierno chino a fabricar según estándares, para garantizar su liderazgo mundial como potencia industrial.

Aventurándonos a pensar en aplicaciones futuras de la telefonía móvil, acertaremos con casi total probabilidad si presuponemos una explosión total de las aplicaciones basadas en redes sociales, donde una persona puede interactuar con otras, ya sean amigos o conocidos o personas próximas a él. Por ejemplo, en un congreso podremos obtener el nombre y toda la información del compañero que tenemos sentado a nuestro lado, simplemente mirando la lista con fotografías de las personas más cercanas a nosotros mismos.

En este sentido se están ya desarrollando soluciones de mayor impacto en la sociedad, como las comunicaciones “vehículo a vehículo”, mediante las que se pretende que todos los vehículos de carretera vayan dotados con comunicaciones móviles y receptor GPS, para poder “hablar” entre ellos. De esta manera, si un coche debe frenar bruscamente en una autopista, los coches inmediatamente detrás de él son avisados y realizan la frenada con escasas milésimas de segundo de diferencia, incluso aunque su conductor no pise el freno. Adicionalmente, ante una calle cortada por obras,

accidente o manifestación, los primeros coches afectados podrán avisar al resto y se evitarán atascos.

Por último, será posible disponer de centros multimedia en cualquier parte (coche, casa, trabajo, en casa de unos amigos), donde tendremos almacenada nuestra colección de películas, canciones, fotografías, vídeos, etc., a los que podremos “conectarnos” en tiempo real desde cualquier parte del mundo. Esto dará lugar probablemente a fenómenos de tipo emisoras caseras de noticias o distintas temáticas, parecido al famoso portal YouTube que, dicho sea de paso, ya es accesible mediante el móvil, tanto para ver como para subir vídeos.

Como nota técnica, es conveniente resaltar que, aunque actualmente se conoce a HSDPA como 3,5G y a HSUPA como 3,75G, la llegada de redes 4G no es algo próximo en el tiempo, sobre todo por la necesidad de amortización de las redes 3G y la coyuntura económica actual. Tampoco se debe confundir el ancho de banda de la red con el **bono de tráfico** que ofrecen los operadores en sus denominadas **tarifas planas**, que consiste en permitir enviar o recibir un volumen de información de un determinado número de GB (Gigabytes) por un precio fijo. Algunas veces llegan incluso a denominar estas tarifas con nombres que pueden generar confusión, como “Tarifa 5G” para hacer referencia a un bono de 5 GB.

HISTORIA DE LOS OPERADORES MÓVILES EN ESPAÑA

La telefonía móvil en España comenzó con un desconocido sistema NMT-450, que dio paso a otro sistema analógico más moderno, en la década de los 90, conocido como Moviline bajo titularidad de Telefónica.

A finales de 1994 se concedieron las dos primeras licencias GSM en la banda de 900 MHz, una a Telefónica (Movistar) y otra a Airtel. En 1998 se concedieron tres nuevas licencias, en la banda de 1800 MHz (mayor capacidad de cursar llamadas pero menor alcance de la señal), que adquirieron los dos operadores ya existentes y el nuevo operador, Amena, empresa del grupo Retevisión. En 1999 comenzó a operar Amena.

El año 2000 fue famoso por las descomunales inversiones por parte de los operadores en la adquisición de las licencias UMTS. En España los tres operadores existentes fueron adjudicatarios, junto a un nuevo operador, denominado Xfera.

La burbuja tecnológica estalló en 2001 y Xfera no comenzó a funcionar. Para salvar las pérdidas de la crisis, comenzaron las primeras fusiones y adquisiciones en el mercado. Ese mismo año la compañía británica Vodafone compró Airtel.

En 2005 el operador francés France Telecom, propietario ya de las antiguas empresas Uni2 y Wanadoo, adquiere Amena y le cambia el nombre al de su operador móvil, Orange, siendo la primera compañía española que ofrece un servicio integrado fijo y móvil.

En 2006 la sueca Telia Sonera se hace casi con el 80% del capital de Xfera y, en ese mismo año, le cambia el nombre a Yoigo y comienza a funcionar. También en 2006 comienzan a funcionar los denominados operadores móviles virtuales (OMV o MVNE, en inglés), operadores sin red propia, que firman acuerdos para utilizar redes de otros operadores. Aparecieron progresivamente a escena Carrefour Móvil, Euskaltel, Happy Móvil, Lebara, Día Móvil, Eroski Móvil, Pepephone. En 2008 aparecieron Simyo y Mas Móvil, así como una nueva marca de Euskaltel, Viva Mobile, para explotar su servicio más allá del País Vasco. Sweno (de El Corte Inglés), Ono-io, Eplus, Jazztel Móvil y Bankinter Móvil son otros operadores, del sinfín de empresas que han optado por introducirse en este mercado.

REFERENCIAS

1. European Telecommunications Standards Institute: ETSI (www.etsi.org)
2. Proyecto Minerva: Plataforma de servicios en movilidad (www.proyectominerva.org)
3. GSMA Mobile World Congress. (www.mobileworldcongress.com)