El UMTS ha sufrido un retraso debido a la falta de inversiones derivada de los altos precios pagados por las operadoras en obtener las licencias, pero en breve podremos acceder a una gran variedad de servicios multimedia desde el teléfono móvil, gracias a esta novedosa tecnología.

La revolución de las comunicaciones móviles personales

El sistema de móviles de tercera generación UMTS

Ramón Jesús Millán Tejedor
rjmillan@pcw.idg.es

La primera generación de sistemas móviles o 1G empleaba tecnologías radio celulares analógicas, proporcionando telefonía vocal. Un ejemplo de sistema 1G es TACS (*Total Access Communication System*), utilizado por Telefónica MoviLine en España. La segunda generación de sistemas móviles o 2G, hace uso de la tecnología radio celular digital para conseguir mejor rendimiento, calidad y seguridad, y aprovechar mejor el espectro radioeléctrico. Los sistemas digitales utilizados actualmente ofrecen un amplio rango de servicios, incluyendo la transmisión de fax y datos a baja velocidad y, en el caso del sistema global para comunicaciones móviles o GSM (*Global System for Mobile Communications*), utilizado por Telefónica MoviStar, Airtel y Amena en España, amplias coberturas nacionales e internacionales a través del *roaming* o itinerancia.

El actual mercado mundial de los aparatos digitales móviles crece a un ritmo superior al 50% anual, y llegará a 1.000 millones de usuarios en el año 2004. Las razones de este espectacular crecimiento de las comunicaciones móviles, reflejado en la Figura 1 según datos del Foro UMTS, están en la buena recepción del mercado de la idea de estar comunicado en cualquier momento y desde cualquier lugar, en la bajada del precio de los terminales, y en la reducción de las tarifas de conexión y por tráfico. De estos 1.000 millones de usuarios (penetración del 17%), se espera que, al menos, unos 400 millones utilicen

el móvil como el medio preferido de acceso a Internet, red en la cual el número de usuarios aumenta a un ritmo superior al 100% anual. En efecto, la mayor penetración de la telefonía móvil respecto a la fija en muchos países, sobre todo europeos, y el mayor número de terminales móviles que de PC, auguran que las grandes posibilidades de crecimiento de Internet se produzcan principalmente en el entorno móvil.

La integración de todas las tecnologías y redes actuales (RTC, RDSI, GSM, Internet, etc.) será posible gracias al sistema universal de telecomunicaciones móviles o UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), también conocido como tercera generación de sistemas móviles o 3G. UMTS es un sistema móvil digital multiaplicación, multifunción y multiservicio, que ofrecerá comunicaciones personales de alta capacidad y calidad, con soporte de *roaming* universal y servicios multimedia de banda ancha. Básicamente, se trata de una red de datos sobre IP que, con una tasa de transferencia de hasta 2 Mbps, permitirá la transmisión en tiempo real de voz, datos, imágenes, y vídeos, entre terminales fijos y móviles de reducido tamaño y sencillo manejo. UMTS supondrá, por ejemplo, que se pueda estar viendo a la persona con la que se está hablando como si se estuviera delante, o que los conductores accedan a información sobre el tráfico y mapas de carreteras para evitar atascos y seguir el trayecto más corto.

El sistema UMTS

El sistema UMTS es uno de los principales sistemas de comunicaciones móviles de tercera generación o 3G, que está siendo desarrollado dentro del marco de trabajo definido por la unión internacional de telecomunicaciones (UIT) o ITU (*International Telecommunications Union*) y conocido como IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications - 2000*). IMT-2000 ha sido definido por la UIT como un estándar abierto internacional para sistemas de telecomunicaciones móviles de alta capacidad de transmisión, incorporando componentes de redes de satélites y de radio terrestre. UMTS ha sido estandarizado por el ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) dentro del marco de trabajo del ITM-2000.

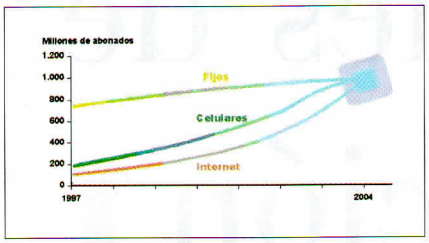


Figura 1: Crecimiento previsto del número de usuarios de telefonía móvil y fija, y acceso a Internet, según el foro UMTS.

El sistema UMTS integra todos los servicios ofrecidos por las distintas tecnologías y redes actuales, utilizando cualquier tipo de terminal, sea un teléfono fijo, inalámbrico o celular. La velocidad de transferencia de datos va desde los 144 kbps en terminales sobre vehículos a gran velocidad (menos de 500 km/h) y los 384 kbps para usuarios con terminales en el extrarradio de edificios o en vehículos a baja velocidad (menos de 120 km/h), hasta los 2 Mbps para terminales en interiores de edificios o a muy baja velocidad (menos de 10 km/h).

El sistema UMTS ha sido diseñado como un sistema global, integrando tanto redes terrestres como satélite. El objetivo es lograr una comunicación personal con cobertura mundial, a través de terminales capaces de trabajar en las distintas redes. Esto significa que el abonado podrá itinerar sin pérdida de comunicación entre las diferentes redes.

Este sistema traerá consigo nuevos dispositivos de computación y comunicaciones multiuso, fáciles de utilizar y capaces de soportar los servicios multimedia de la tercera generación. También aparecerán dispositivos más específicos para satisfacer la demanda de segmentos más concretos del mercado. Seguirá habiendo teléfonos móviles, pero de pantallas más grandes, en color e interactivas, y con mayores funciones que los actuales. Los principales fabricantes de teléfonos 3G son: Ericsson (www.ericsson.com), Motorola (www.motorola.com) y Nokia (www.nokia.com). Los fabricantes de ordenadores de bolsillo o asistentes personales más importantes son: Casio (www.casio.com), Compaq (www.compaq.com), Hewlett-Packard (www.hp.com), Palm (www.palm.com) y Psion (www.psion.com). Los primeros dispositivos móviles UMTS llegarán al mercado durante el año 2002. En la Figura 2 se muestran algunos de los prototipos de terminales UMTS de Ericsson y de Nokia.

Del mismo modo, será necesario introducir nuevos sistemas de transmisión vía radio, modificar y ampliar la capacidad de las actuales plataformas de conmutación y transmisión, e incorporar los nodos de servicio que hagan factibles las prestaciones ofrecidas por la 3G. Entre las compañías de infraestructura destacan: Alcatel (www.alcatel.com), Ericsson (www.ericsson.com), Fujitsu (www.fujitsu.com), Lucent Technologies (www. lucent.com), Nokia (www.no-

La consecuencia del mayor ancho de banda de WCDMA, es una mayor capacidad y calidad, proporcionando, además, capacidad según demanda e incrementando notablemente la eficiencia del espectro radioeléctrico

kia.com), Nortel Networks (www.nortel.com) y Siemens (www.siemens.com). Ericsson se prevé como líder en infraestructuras 3G con más de un 50% de las órdenes de suministro cursadas hasta el momento.

La 3G permite ofrecer servicios de banda ancha simétricos (como la videoconferencia) o asimétricos (como el acceso a Internet), basados tanto en conmutación de circuitos, como en conmutación de paquetes. De hecho, la gran eficiencia en la utilización del ancho de banda proporciona una gran flexibilidad en la oferta de servicios de voz, datos y contenidos. Entre los proveedores de servicios más importantes están: AT&T (www.att.com), NTT DoCoMo (www.nttdocomo.com) y Vodafone (www.vodafone.com).

Mientras los sistemas 1G se basaban en tecnologías de acceso múltiple por división en frecuencia o FDMA (*Frecuency Division Multiple Access*), y los 2G en el acceso múltiple por división en el tiempo o TDMA (*Time Division Multiple Access*); los sistemas 3G están basados en el acceso múltiple por división de códigos de banda ancha o WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*). Las principales diferencias son que en FDMA a cada conversación se le asigna una frecuencia distinta, es decir, la conversión es privada. Mientras, en TDMA todas las conversaciones utilizan la misma frecuencia pero no al mismo tiempo, por lo que si se quiere hablar, hay que esperar a tener una frecuencia libre. En cambio, en CDMA todas las conversaciones utilizan la misma frecuencia y al mismo tiempo, pero utilizan códigos de modulación diferentes, lo cual supone una alta eficiencia espectral.

Una de las ventajas que ofrece UMTS para los operadores, es la posibilidad de ser implantado de forma gradual en consistencia con las actuales redes GSM. Durante el año 2000 se finalizaron los estándares de UMTS, cuya definición empezó hace más de 10 años. Por otro lado, el sistema, que empezará su despegue real a partir de la segunda mitad del año 2002, estará totalmente operativo alrededor de 2005. El camino que llevará hacia UMTS pasa por diversas etapas, que explicamos a continuación.

La primera etapa para la introducción de UMTS comenzó en el año 1999, con la aparición de los primeros servicios y terminales WAP. El protocolo de aplicaciones inalámbricas o WAP (*Wireless Application Protocol*) abre las puertas de Internet a terminales móviles con micronavegadores WWW operando sobre las redes GSM implantadas. Se trata de una plataforma de desarrollo de servicios y aplicaciones web, independientes del tipo de terminal del usuario y de la red utilizada. El protocolo WAP proporciona a los usuarios el acceso a servicios interactivos, tales como información del tiempo, noticias, banca, servicios de entretenimiento, etc. La velocidad máxima de transmisión está limitada a los 9,6 kbps por usuario, lo cual limita la cantidad de información de las páginas web creadas para los teléfonos WAP.

La siguiente etapa tendrá lugar durante este año, con el comienzo del despliegue del sistema general de paquetes por radio o GPRS (*General Packet Radio Services*), también conocido por 2,5 G. Esta tecnología supone la irrupción de la conmutación de paquetes basada en el protocolo IP en el mundo de los datos sobre el móvil, alcanzando mediante técnicas de

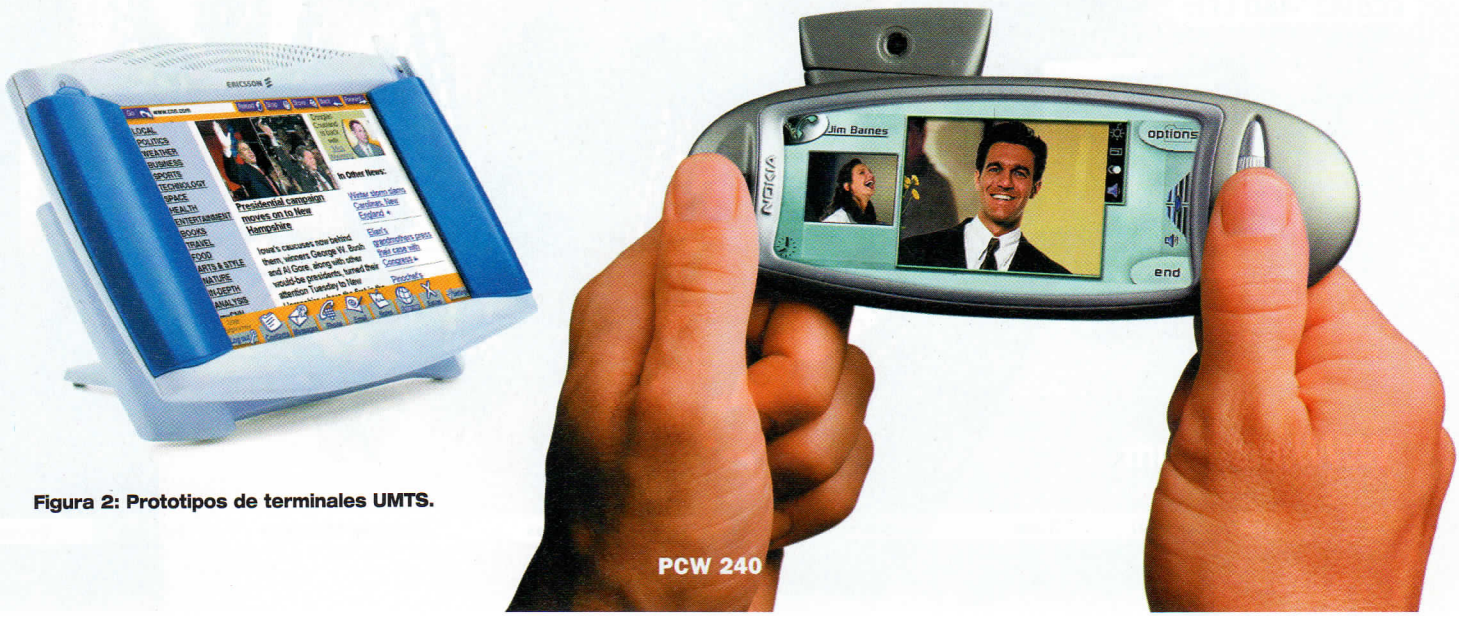


Figura 2: Prototipos de terminales UMTS.

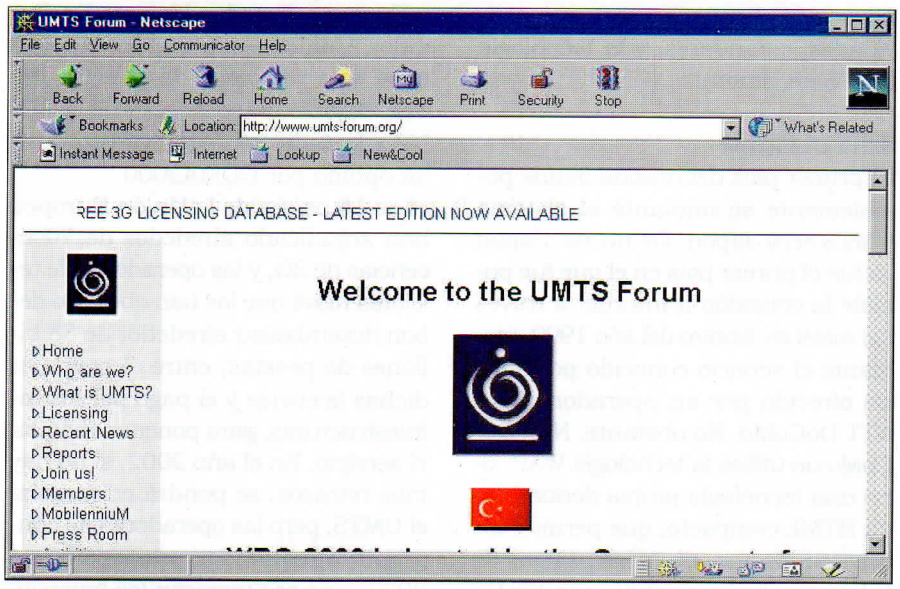


Figura 3: Web Site del Foro UMTS.

digitalización de datos, velocidades de hasta 115 kbps. Con GPRS se facturará por cantidad de información transferida, lo que beneficiará a los usuarios que consuman más información, en vez de por tiempo de conexión, como sucede en las actuales redes GSM. Esto posibilitará que el usuario esté continuamente conectado a Internet.

En el año 2001 empezará a introducirse también EDGE (*Enhanced Data rates for Global Evolution*). Esto permitirá a las operadoras utilizar las bandas de radiofrecuencia GSM existentes para ofrecer servicios y aplicaciones multimedia basadas en el protocolo IP, a velocidades de hasta 384 kbps por usuario. La introducción de EDGE, por estar totalmente basada en GSM, requerirá cambios relativamente pequeños en el hardware y software de las redes. El sistema EDGE, por ejemplo, utiliza la misma estructura de trama TDMA y la misma portadora de 200 kHz de ancho de banda que las actuales redes GSM, lo cual permite que el plan de células existente permanezca intacto.

La implantación total de la 3G comenzará a ser una realidad en torno a 2002, con la utilización de la tecnología de acceso radio WCDMA. Optimizada para permitir servicios multimedia interactivos de alta velocidad como voz, acceso a Internet y videoconferencia; la tecnología proporcionará velocidades de hasta 2 Mbps en áreas locales, y 384 Mbps en áreas de acceso amplias con movilidad total. Estas mayores velocidades de transmisión requieren una banda de radiofrecuencias mayor, en concreto la banda de 1,8-2,2 GHz. Por este mismo motivo, se han seleccionado portadoras de 5 MHz en UMTS, a diferencia de los 200 kHz en GSM.

La consecuencia del mayor ancho de banda de WCDMA, es una mayor capacidad y calidad, proporcionando, además, capacidad según demanda e incrementando notablemente la eficiencia del espectro radioeléctrico. La mejora de la propagación multitrayecto contribuye a una mejor calidad de la conexión y, por lo tanto, a una mayor capacidad, una mayor cobertura, y una menor potencia de transmisión.

La tecnología WCDMA supondrá crear una red casi completamente nueva, a diferencia de WAP, GPRS y EDGE, que utilizan la infraestructura de red GSM existente. Esto supondrá a las operadoras grandes inversiones en infraestructuras, lo cual dificultará el desarrollo e introducción de aplicaciones y servicios avanzados.

Beneficios de UMTS

Los beneficios que ofrece la tercera generación de móviles a los usuarios, además de la conectividad permanente y la agrupación de servicios multimedia, son:

- Velocidades de transmisión de hasta 2 Mbps con baja movilidad.
- Soporte tanto de conmutación de paquetes como de conmutación de circuitos.
- Servicios personales según el perfil y preferencias de cada uno (acceso a noticias personalizadas, música bajo demanda, tele-enseñanza, etc.).
- Servicios basados en la posición (localización geográfica, rastreo de llamadas de emergencia, información del tráfico, seguimiento de vehículos, tarifas diferentes desde distintas áreas, etc.).
- Comercio electrónico sin necesidad de tarjeta de crédito y operaciones bancarias.
- Control remoto de los electrodomésticos del hogar.
- Diferentes conexiones simultáneas sobre el mismo terminal móvil.
- Calidad de voz semejante a la red telefónica fija.

Los 15 países de la Unión Europea han adjudicado alrededor de 70 licencias de 3G, y las operadoras de telefonía móvil que las han obtenido deben desembolsar alrededor de 58 billones de pesetas

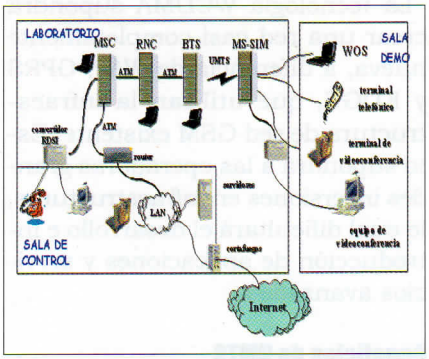


Figura 4: Sistema experimental de UMTS.

• Cobertura mundial, con servicios terrestres y por satélite.

No obstante, el sistema UMTS no sólo conlleva el acceso móvil de alta velocidad, supondrá también nuevas formas de divertirse, comunicarse, aprender, acceder a la información, hacer negocios, trabajar, etc. De este modo, mientras el paso de los sistemas de 1G a 2G consistió, básicamente, en el cambio de terminal, el paso de la 2G a la 3G implicará, además del cambio de terminal, un cambio del modelo de negocio.

El Foro UMTS

El Foro UMTS es un organismo independiente, cuyo objetivo es alcanzar el consenso en la industria para introducir y desarrollar el UMTS, consiguiendo un mercado de comunicaciones móviles personales a bajo coste y alta calidad. Establecido en diciembre de 1996, en la actualidad comprende más de 200 compañías y organizaciones de más de 30 países.

El Foro es una asociación libre, sin ánimo de lucro, que reúne a miembros de la industria procedentes de operadoras de telecomunicaciones, suministradores de equipos y aplicaciones de telecomunicaciones, y organismos de regulación.

El Foro también actúa como catalizador con las organizaciones especializadas que tratan sobre estandarización, espectro y otros asuntos, y mantiene relaciones con otras organizaciones establecidas en el ámbito regional y mundial, organismos de estandarización y otras comunidades reconocidas tanto de la industria como de los operadores.

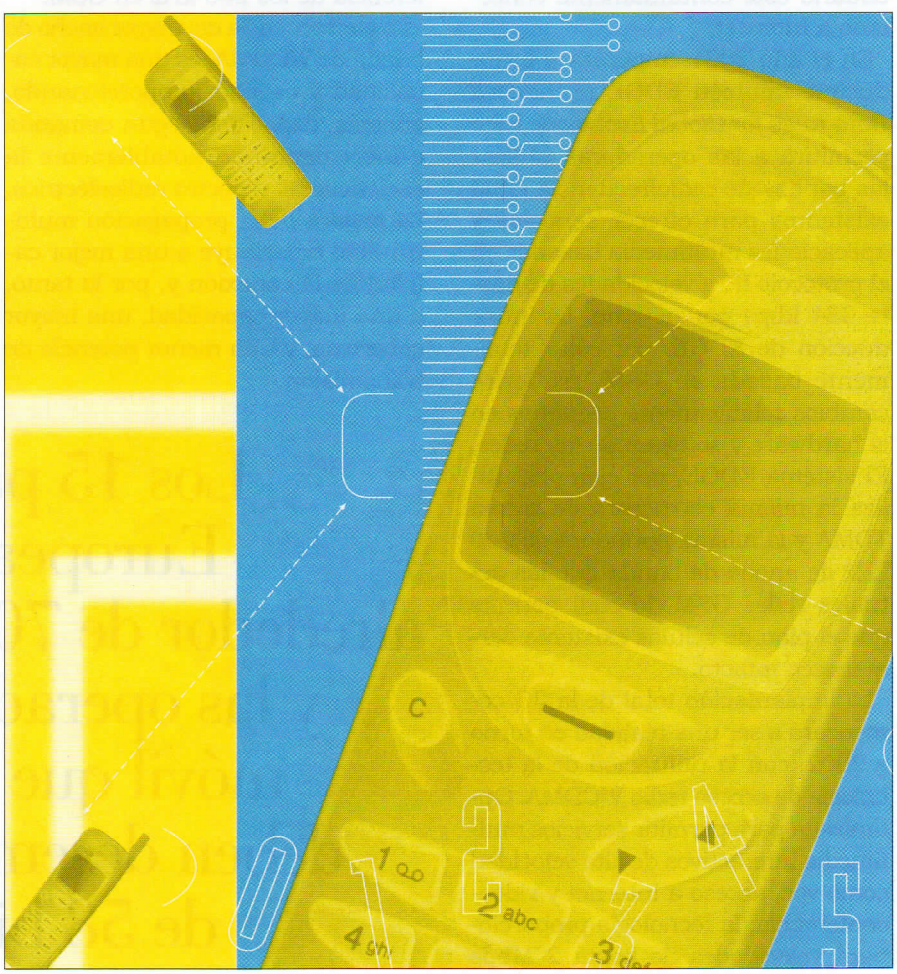
En su web, www.umts-forum.org, cuya página de inicio se muestra en la Figura 3, se puede conseguir información detallada sobre sus actividades, estándares, y la tecnología UMTS en general.

UMTS en España

El primer país del mundo donde posiblemente se implante el sistema UMTS será Japón. De hecho, Japón ya fue el primer país en el que fue posible la conexión a Internet a través del móvil en febrero del año 1999, mediante el servicio conocido por *i-mode* ofrecido por su operadora líder NTT DoCoMo. No obstante, NTT DoCoMo no utilizó la tecnología WAP, sino una tecnología propia denominada HTML compacto; que permite un acceso más atractivo a las páginas de Internet, ofrece muchos más contenidos, es más fácil de usar y mucho más barato, puesto que el pago por los servicios es por volumen de datos y no por tiempo, como sucede con WAP. Con más de 18,5 millones de usuarios en Japón en abril de este año, el *i-mode* funciona y tiene un gran éxito, a diferencia de WAP. El UMTS no tardará tampoco en llegar a Europa y Estados Unidos. En Estados Unidos, país donde el móvil tiene aún una tasa de penetración muy baja, en vez del estándar WCDMA adoptado por Japón y Europa, se ha optado por CDMA2000.

Los 15 países de la Unión Europea han adjudicado alrededor de 70 licencias de 3G, y las operadoras de telefonía móvil que las han obtenido deben desembolsar alrededor de 58 billones de pesetas, entre el pago por dichas licencias y el pago por las infraestructuras, para poner en marcha el servicio. En el año 2002, si no hay más retrasos, se pondrá en marcha el UMTS, pero las operadoras no conseguirán resultados positivos hasta 2007, y no recuperarán las inversiones realizadas hasta 2014. Se prevé que, de los más de 400 millones de usuarios de móviles en Europa en el año 2003, más de 100 millones utilicen UMTS.

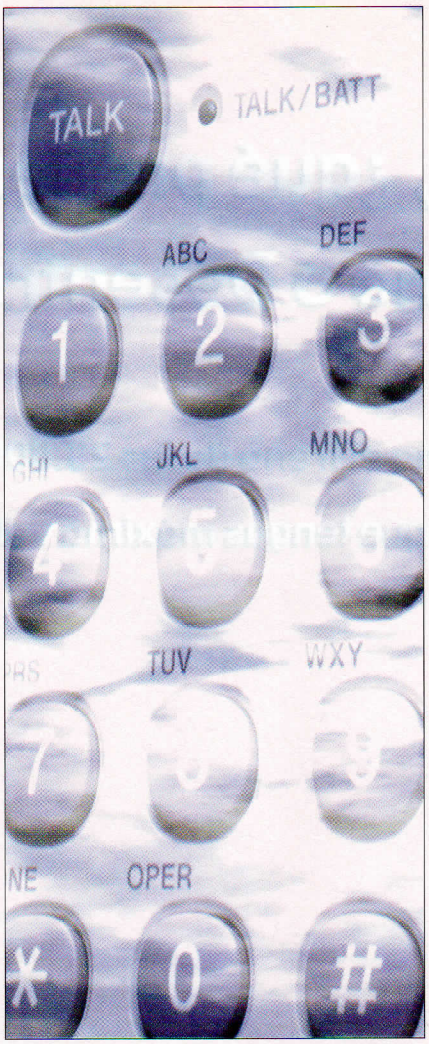
En España, las licencias de UMTS fueron concedidas por el Ministerio de Fomento en marzo del año 2000 a las actuales operadoras de telefonía di-



gital GSM dual 900/1.800 (Telefónica Móviles, Airtel y Amena), además de a Xfera. España se convirtió así en la pionera de la concesión de este tipo de licencias UMTS, mediante un concurso en el cual lo fundamental era obtener importantes contrapartidas en materia de inversiones y creación de puestos de trabajo. No obstante, el dinero que finalmente obtuvo el Gobierno fue de 86.000 millones de pesetas, cantidad muy inferior a las obtenidas en los países que se decantaron por la subasta de dichas licencias, como por ejemplo Alemania, donde se obtuvieron 8,4 billones de pesetas.

España tenía, a finales del año 2000, más de 24 millones de usuarios de telefonía móvil GSM y ha tenido durante 1999 la tasa de crecimiento más alta de Europa, con un 112%. Nuestro país, además, pretendía ser uno de los primeros países en disponer de redes UMTS, pues el Gobierno había fijado agosto de este año como fecha para iniciar el servicio, como mínimo, en ciudades de más de 250.000 habitantes. No obstante, UMTS no va a ser una realidad comercial este año y el Gobierno ha retrasado su arranque para junio de 2002 y, para que los servicios y aplicaciones más sofisticados aparezcan, habrá que esperar todavía mucho más. Por otro lado, ya se ha anticipado que el despliegue de UMTS será selectivo y sus prestaciones iniciales menores a las posibles. Las cuatro operadoras invertirán en el nuevo sistema más de 5 billones de pesetas durante los próximos diez años.

Sin embargo, el retraso en la disponibilidad comercial de la tecnología UMTS por parte de los fabricantes ha acelerado la puesta en servi-



cio de GPRS. Por ejemplo, Telefónica Móviles ha presentado a primeros de año comercialmente el servicio, siendo así la primera operadora del mundo en adoptar esta tecnología; aunque no hay terminales disponibles en el mercado y los que saldrán en un corto espacio de tiempo no aprovechan todo el potencial de la red. La red tiene cobertura en toda España y ha supuesto una inversión de más de 14.000 millones de pesetas. Sin embargo, está limitada inicialmente a una velocidad de 50 kbps. Telefónica Móviles prevé tener 250.000 usuarios de GPRS a finales de este año.

Ericsson, suministrador de infraestructuras de redes móviles 2G y 3G, ha realizado ya experiencias piloto de UMTS en España, probando aplicaciones de videoconferencia, navegación multimedia y por Internet, telefonía sobre IP, etc. El núcleo del sistema experimental, esquematizado en la Figura 4, consta de los siguientes elementos:

- **Nodo de conmutación o MSC.** Se encarga del control de las llamadas y su conmutación.
- **Controlador de radio o RNC.** Es responsable de la asignación y liberación de conexiones radio y canales de tráfico, de la configuración de la red de radio, del control de la calidad, y de la decodificación de la voz.
- **Estación base o BTS.** Es el elemento de transmisión y recepción dentro de la zona concreta de cobertura.
- **Simulador de terminal móvil de 3G o MS-SIM.** Se encarga de conectar los distintos terminales de la sala de demostración.

Los cuatro elementos anteriores se basan en un mismo conmutador ATM, lo que asegura un sistema de gestión, operación y mantenimiento común, denominado WOS. Todos ellos se conectan a través de enlaces ATM a una red de datos, desde la que se tiene acceso a diversos servicios, entre ellos Internet. PCW

Ramón Jesús Millán Tejedor *es Ingeniero Superior de Telecomunicaciones y Especialista en Gestión de los Sistemas de Información y trabaja en Integración y Soporte de Redes Ópticas de Ericsson España.*

El primer país del mundo donde posiblemente se implante el sistema UMTS será Japón. De hecho, Japón ya fue el primer país en el que fue posible la conexión a Internet a través del móvil en febrero del año 1999