



SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES

Ramón Agustí Comes

En los últimos años los servicios de comunicaciones móviles, sin duda impulsados por los de telefonía móvil automática (TMA), han representado el segmento de más rápido crecimiento del sector de las Telecomunicaciones, aunque entrados ya en la década de los 90 todavía puede decirse que el grado de conocimiento por parte del gran público de las posibilidades que los servicios móviles pueden ofrecer es relativamente bajo e incluso no exento en muchas ocasiones de cierto grado de desconcierto. Ello es debido a la aparición de muchos servicios bien ya operativos en la actualidad o de aquellos previstos para un futuro inmediato cuyos campos de delimitación no siempre están perfectamente definidos.

El desarrollo que se espera espectacular de este mercado de comunicaciones móviles va a ser posible por la conjunción de una serie de factores entre los que cabe destacar: los avances tecnológicos, los acuerdos entre los distintos países europeos en materia de estandarización, lo que facilita la interconectividad entre países y evita la fragmentación del mercado, la liberalización del mercado al menos en el marco de la Unión Europea (UE) y el desarrollo de los aspectos regulatorios tanto por

lo que respecta a la gestión del espectro radioeléctrico como en la adecuación de un marco jurídico para la prestación de servicios.

1. Estándares digitales de comunicaciones móviles celulares.

Si la primera generación de comunicaciones móviles estuvo basada en una tecnología analógica para el interfaz radioeléctrico, la segunda generación, cuyo exponente más paradigmático es el GSM, viene marcada por su tecnología digital.

Si la tecnología analógica se sustenta en una estrategia FDMA («Frequency Division Multiple Access») convencional, en base a que a cada usuario que accede al sistema se le concede un canal de radiofrecuencia de un ancho de banda dado (como podría ser el caso de radiodifusión

comercial), la tecnología digital parte de premisas totalmente distintas. De hecho cabe distinguir entre las tecnologías de acceso múltiple digital el TDMA («Time Division Multiple Access») y el CDMA («Code Division Multiple Access»). El acceso múltiple TDMA parte de una filosofía de acceso al sistema basada en la concesión de espacios de tiempo a cada

usuario. En este sentido todos los usuarios utilizarían la misma banda de frecuencias pero no al mismo tiempo. Naturalmente para el usuario tal reparto temporal es imperceptible y lo que él percibe es una asignación completa de un canal durante todo el servicio. El acceso múltiple CDMA es mucho más sutil y se base en la multiplicación de la secuencia de datos del usuario con una secuencia (código) específica asignado a tal usuario que da como resultado: Un ensanchamiento de el espectro radioeléctrico ocupado por cada usuario y un enmascaramiento de la propia señal de datos transmitida por el propio ruido ambiente y por la propia secuencia.

El acceso múltiple TDMA parte de una filosofía de acceso al sistema basada en la concesión de espacios de tiempo a cada usuario.

Una primera controversia en cuanto a los estándares y posiblemente la que tiene un mayor impacto tecnológico reside entonces en si ¿TDMA o CDMA?. Los sistemas de segunda generación de telefonía móvil celular se basan

en su mayoría en estrategias TDMA. En este sentido cabe destacar en lo que respecta a telefonía pública: GSM, D-AMPS (USA) y PDC (Japón). Desde un punto de vista conceptual el GSM es un sistema que rompe totalmente con los sistemas de primera generación, mientras que los D-AMPS y PDC son sistemas en cierto modo evolutivos en el sentido que

RAMÓN AGUSTI COMES es catedrático de Universidad de la UPC.

aprovechan los avances tecnológicos para ubicar varios canales en modo TDMA donde antes había solo uno en modo FDMA. Por lo que respecta al sistema de acceso CDMA hay un estándar americano promovido por la empresa Qualcomm, de la que A.J. Viterbi es uno de sus fundadores, con presencia básicamente en USA, aunque hay otros países a la espera de valorar más en profundidad tal sistema en la medida que se pueda validar en funcionamiento real.

¿Es mejor TDMA o CDMA? Esta pregunta que se intenta responder desde el punto de vista de mayor capacidad o número de usuarios soportados por el sistema a igualdad de recursos radioeléctrico utilizados no tiene una respuesta simple, al menos cuando se compara GSM y sistema Qualcomm. Ello se debe a que no siempre se parten de los mismos supuestos básicos de comparación ni se tiene en cuenta que el GSM es un sistema evolutivo que no se ha expresado todavía al máximo. Por otra parte las críticas hacia el sistema Qualcomm, del que inicialmente sus promotores afirman que proporciona una mayor capacidad que GSM, van en la línea de que sus afirmaciones no se sustentan en medidas reales de campo, con lo que se dan por supuesto aspectos muy importantes para su sistema como es el correcto funcionamiento del control de potencia.

Sin entrar en profundidades técnicas, el gran debate se centra a nivel mundial entre CDMA (Qualcomm) y GSM. Actualmente la apuesta por GSM, que puede ya considerarse un sistema maduro, es abrumadora. En el mercado americano los competidores son básicamente D-AMPS y Qualcomm, aunque GSM en su versión GSM 1900 va a estar presente para la banda de trabajo de 1900 MHz (en Europa DCS 1800) en el sistema celular PCS, orientado básicamente a entornos urbanos. En Ja-

pón aparentemente no se plantea ninguna competencia con el sistema PDC.

La telefonía celular no obstante no se limita a los sistemas antes mencionados. La aparición de los teléfonos inalámbricos de uso muy generalizado pero de poco peso tecnológico, y que podríamos ubicar en la primera generación de comunicaciones móviles, ha dado lugar a la aparición de sistemas muy complejos, actualmente ya en fase comercial incipiente como pueden ser el DECT en Europa, el PHS en Japón y el PACS en USA. Estos sistemas que se enclavan ya en la segunda generación de comunicaciones móviles, utilizan una técnica de acceso TDMA y a diferencia de los sistemas anteriores son

El gran debate se centra a nivel mundial entre CDMA (Qualcomm) y GSM.

sistemas de acceso a la red pública, de la que dependen para su funcionamiento. No obstante tal dependencia, estos sistemas nacen con objetivos mucho más ambiciosos que el simple teléfono inalámbrico doméstico y que pueden abarcar usos tales como una centralita inalámbrica para entornos de oficinas, acceso sin hilo al bucle de abonado y cobertura en zonas residenciales entre otros. Por lo que respecta al DECT, incluso está en proyecto un sistema CTM por el que se propone cubrir amplias zonas de una ciudad con objeto de proporcionar una cobertura a la misma. Esta posibilidad permitiría a los operadores fijos entrar en competencia con los operadores móviles al ofrecer movilidad a sus usuarios de red fija. A su vez, los operadores móviles podrían ofertar una mayor calidad de servicio a sus usuarios en zonas congestionadas siempre que tales usuarios dispu-

sieran de un teléfono dual DECT/GSM por ejemplo.

2. Sistemas de comunicaciones móviles por satélite.

Los servicios de comunicaciones móviles vía satélite fueron ofertados en primer lugar por INMARSAT obedeciendo a la necesidad de proporcionar comunicaciones fiables con buques en alta mar. La introducción de comunicaciones móviles vía satélite para el entorno terreno se ha visto no obstante dificultado en el pasado por el excesivo peso y volumen de los terminales móviles, restringidos sin duda por las limitaciones tecnológicas derivadas de la distancia de los satélites geostacionarios a la Tie-

rra (36.000 Km). Aun así se han ido desarrollando nichos de mercado profesionales donde las comunicaciones móviles vía satélite han podido desarrollarse, aunque siempre sin que ello representase una competencia a los tradicionales sistemas móviles terrenos anteriormente mencionados. En este sentido INMARSAT con cinco distintos sistemas denominados

INMARSAT A, B, M, C i Aero se han ido respectivamente introduciendo a lo largo de la década de los 80. Con independencia de INMARSAT otros sistemas de tipo regional han ido apareciendo, algunos utilizando bandas altas (12-14 GHz) tales como Prodat, Euteltracs en Europa Omnitrac en USA, etc.

Los nuevos sistemas de comunicaciones móviles vía satélite, sin embargo, plantean un salto cualitativo con la introducción de una nueva generación de satélites de órbita baja denominados LEO (Altura aproximada de 1000 Km.) u órbita intermedia denominados ICO (altura aproximada 10.000 Km). El uso de estos satélites y en particular con los LEO van a permitir una enorme disminución en el peso y tamaño de los terminales que podrán ser portátiles y si-

Los satélites LEO van a permitir una enorme disminución en el peso y tamaño de los terminales.

TABLA 1

	IRIDIUM	GLOBSTAR	ODYSSEY	ARIES	ELLIPSO	INMARSAT-P
SERVICIOS	Telefonía Mensajes Datos	Telefonía Mensajes Datos GPS	Telefonía Datos GPS	Telefonía Mensajes Datos	Telefonía Mensajes Datos	Telefonía Mensajes Datos
No. Satélites	66	48	12	48	24	10
Tipo Órbita	LEO	LEO	ICO	LEO	Elíptica	ICO
Altura	765 Km.	1389 Km.	10.355 Km.	1020 Km.	429-2903Km	10.355 Km
Inclinación	87 grados	52 grados	55 grados	90 grados	64 grados	45 grados
Operación	1989	1999	1997	1998	1997	1999

TABLA 2

CLIENTES	Año 2001	Año 2006
	1.4 millones	2.3 millones
Zonas Geográficas		
Países Industrializados	64%	46%
Países en vías de desarrollo	25%	30%
Países del Tercer mundo	11%	24%
Aplicaciones		
Negocios	42%	39%
Privado	40%	39%
Administración pública	18%	22%

Fuente Global Communications

milares a los actualmente en el mercado para la telefonía celular convencional. Aparte de que el retardo de transmisión se verá considerablemente reducido lo que va a redundar en más y mejores servicios. En la Tabla 1 se muestran los sistemas LEO e ICO propuestos.

No es previsible un nivel de competencia importante entre tales sistemas de comunicaciones móviles por satélite y los sistemas móviles convencionales. De hecho se habla

más bien de colaboración con la provisión de terminales duales, por ejemplo IRIDIUM y GSM, que permitan disfrutar de las potencialidades de ambos sistemas. Es decir, la utilización del sistema móvil terreno siempre que sea posible en base a sus menores tarifas y mayor oferta de servicios, para pasar a la utilización del sistema de comunicaciones móviles vía satélite cuando por razones de cobertura se tenga que abandonar el sistema móvil terrestre. Ciertamente

los costes de las comunicaciones móviles vía satélite son superiores a los de los sistemas móviles terrenos y las prestaciones menos ambiciosas, e incluso una organización de la importancia de INMARSAR no está convencida de su viabilidad y de hecho ha descartado la adopción de satélites LEO. En la tabla 2 se muestran los perfiles de usuarios y volumen de mercado previsto en una fase inicial y en otra ya totalmente operativa del sistema IRIDIUM.