

IMPORTANTE! El siguiente Informe ha sido elaborado en base a un cuestionario con preguntas básicas, que le hemos enviado oportunamente a nuestros anunciantes. Si a usted, como lector, le interesa aportar alguna información adicional que enriquezca el tema, no dude en enviarnos sus comentarios a nuestra editorial a: editorial@rnds.com.ar. Publicaremos los mismos en sucesivas ediciones.

Módulos Wireless



Con más de 20 años en el mercado, la telefonía celular nació como una evolución de las comunicaciones RF. Hoy, gracias al dinamismo de las telecomunicaciones, esta tecnología está en pleno auge a la par que se está trabajando e investigando en nuevas aplicaciones. Lo más reciente en materia de comunicaciones son los módulos GSM. Aquí, un resumen de su historia y evolución.

El mundo de las telecomunicaciones es enormemente dinámico, y en los últimos años su exponente más notable ha sido el auge de la telefonía celular, aunque quizás sería más preciso llamarla comunicaciones personales móviles.

La telefonía celular no es nueva, ya lleva más de 20 años en el mercado, y surgió como evolución de los tradicionales sistemas de RF por VHF o UHF al contarse con dispositivos semiconductores capaces de operar a frecuencias cada vez mayores, a la disponibilidad de redes de comunicaciones y de sistemas de cómputo más poderosos y económicos.

De los primeros y voluminosos teléfonos celulares a los modelos de hoy, la evolución ha sido constante. Pero con la aparición de nuevas normas de transmisión también aparecieron nuevas funcionalidades y, por ende, áreas de aplicación que han excedido a la simple telefonía. El caso del GSM, a través de sus facilidades de transmisión de datos, es un ejemplo claro.

En el nuevo mundo de las aplicacio-

nes que ofrecen los módulos GSM, pueden citarse:

- Conexiones de datos entre máquinas (M2M: *Machine to Machine*) a través de telefonía: sistemas de medición, puestos de venta, seguridad, control de flotas, seguimiento de mercaderías. Por ejemplo, medición de equipos de red en CATV, de los transformadores en una red de alta tensión, terminales de lectura de tarjeta de débito móviles, contenedores inteligentes, monitoreo de flotas taxímetros o de camiones, alarmas domiciliarias, sistemas portátiles de monitoreo en línea de signos vitales.

- Aplicaciones automotrices: teléfono, correo electrónico y SMS, sistemas antirrobo, navegación.

Es decir, tanto la madura tecnología de seguimiento de vehículos, como la adquisición remota de datos, telemetría, y control a distancia, abren un nuevo universo de negocios en el que está todo por hacer e imaginar.

La telefonía celular

El uso de equipos de radio convencionales para comunicar a personas

entre sí presenta enormes limitaciones cuando la cantidad de interlocutores es elevada, dado que un canal de voz transmitido "analógicamente" puede ocupar de 5 a 30kHz (según la voz se module en banda lateral, AM o FM) y las frecuencias disponibles en el espectro se ocuparían rápidamente. Este uso "compartido" del espectro entre muchas comunicaciones es llamado *Frequency Division Multiple Access (FDMA)*.

Una primera alternativa puede ser no usar frecuencias fijas sino asignar a cada interlocutor las frecuencias de uso dinámicamente, a medida que las solicita, y liberarlas al cortarse la comunicación: esto es lo que hoy hacen los sistemas llamados de "trunking". Lo interesante de esta solución es que aparece la idea de la existencia de un canal de control, a través del cual se negocia una transacción para el pedido de canal y de liberación de canal, y en la que no sólo se genera el permiso de uso sino que se define la frecuencia en que se realizará ese enlace por esa vez. Un canal de control, usado por todos los

Continúa en página 84

Viene de página 80

abonados, tiene un problema: más de un abonado puede querer usarlo a la vez y colisionar, por lo que se hace necesario que los mensajes de control sean breves y usar métodos de acceso que traten de minimizar los perjuicios de esas colisiones.

Si en vez de realizar comunicaciones punto a punto éstas se realizan a través de centros de control que reciben y retransmiten los diálogos, es posible administrar las comunicaciones más eficientemente. Esta solución permite emplear mucha menos potencia de radio para el enlace entre las terminales (los abonados) y los centros de control próximos, y permitir que los centros de control se comuniquen a su vez entre sí. De este modo, la señal de RF que emite cada abonado se extingue rápidamente y la frecuencia que le ha sido asignada puede volver a ser asignada a otro abonado que esté conectado a otro centro de control distante, sin que se produzca interferencia (esto es llamada *frequency reuse*).

Esto da pie al concepto de "célula", usado en telefonía "celular": una malla de centros de control distribuida, y comunicaciones en las que los abonados

más estaciones de control para poder garantizar una dada cobertura.

Preguntas y respuestas

¿Qué pasa si un abonado se mueve de una célula a otra célula?

Si el centro de control que lo atiende mide una baja en la potencia de su señal y algún centro de control vecino lo detecta con mayor nivel, por un canal de control se le da al equipo del abonado el orden de cambiar de frecuencia y el nuevo centro de control pasa a atenderlo (este "pasaje de manos" es llamado *handoff*) y la posibilidad de saltar dinámicamente de una frecuencia a otra es llamada *Frequency Hopping (FH)*.

A la vez, pasa a ser necesario que el centro de control pueda controlar la potencia con que cada abonado transmite, de modo que si dos abonados usan frecuencias vecinas, pero uno está mucho más cerca del centro de control, no interfiera con la señal más débil del abonado vecino.

La administración de todos los centros de control implica una tarea de computación importantísima y este tipo de tareas es realizada por lo que es llamado *MTSO (Mobile Telephone Switching Office)*.

Pulse Code Modulation (PCM) que requiere 64 kbps (8 mil muestras por segundo, a 8 bits por muestra) es posible aprovechar la redundancia de la voz y emplear métodos de compresión de datos que requieren menor bitrate. Este proceso de compresión y descompresión es llamado *CODEC* y en cada nueva generación de celulares es cada vez más eficiente (es decir se transmite igual calidad de voz empleando cada vez menos bits/segundo).

Hasta hace pocos años, la telefonía celular analógica y digital han funcionado de este modo, con la misión fundamental de facilitar enlaces de voz entre abonados.

Finalmente, es preciso mencionar que es *Code Division Multiple Access (CDMA)*, una tecnología de origen militar difícil de explicar en pocas palabras. Para dar una analogía: si en un diálogo hay cinco personas hablando a la vez, con volumen parecido, cada una en un idioma distinto, a quien escucha esta cacofonía pero sabe uno de los idiomas le resulta posible diferenciar solo el diálogo en ese idioma. De igual modo, en *CDMA*, varios abonados comparten el mismo espectro de frecuencia (se superponen) pero la señal de cada uno es



Las aplicaciones inalámbricas son hoy una realidad, el mundo M2M (Machine to Machine o Máquina a Máquina) vino para quedarse. Cada vez más las aplicaciones que requieren el intercambio de información en formato de datos entre dos máquinas remotas.

no dialogan directamente entre sí sino a través de los centros de control. En esta malla (por ejemplo, es tradicional una red de hexágonos) las frecuencias de uso posibles entre un centro de control y los seis vecinos son diferentes, de modo de no interferir.

Según la frecuencia de transmisión y la potencia empleada, las celdas serán de mayor o menor tamaño. En 800MHz y Clase 4 (potencia máxima de transmisión de 2W o 33dBm), la separación entre antenas puede ser de hasta 10 km en tanto en 1900MHz y Clase 1 (1W de potencia máxima, o 30dBm), esa separación se reduce a entre 3 y 4 km. Obviamente, una celda pequeña tiene como ventaja que al usar menos potencia las baterías de los móviles duran más y que las frecuencias pueden ser reutilizadas rápidamente y, por tanto, atender más abonados en una misma región. Como contrapartida, obligan al proveedor del servicio a instalar muchas

En el mundo analógico no existen muchas más alternativas que brindar el simple servicio de voz (*POTS: Plain Old Telephone Service*), pero al pasar al mundo digital aparecen nuevas variantes. Por ejemplo, ya no es necesario transmitir la voz directamente sino que ésta puede ser convertida a digital y emplear métodos de modulación para la transmisión de datos que son mucho más eficientes.

En una misma frecuencia pueden asignarse espacios de tiempo (*time-slots*) para que cada abonado envíe o reciba sus datos. Es decir, compartir una misma frecuencia entre varios canales de voz dividiendo y repartiendo el uso del tiempo. Esto se llama *Time Division Multiple Access (TDMA)*. En realidad es una combinación de *FDMA* (se asignan bandas de frecuencia móviles) con *TDMA* (se asignan porciones de uso del tiempo en esa banda).

En lugar de digitalizar la voz usando

modulada con una secuencia especial que permite separar luego esa señal de las demás, demodulándola con esa misma secuencia especial. Este proceso, que comparte un gran ancho de banda entre varios usuarios es llamado "de espectro ampliado", o *SS (Spread Spectrum)*.

¿Qué significa GSM?

Desde los años '80, el crecimiento de la telefonía celular en Escandinavia, Inglaterra, Francia y Alemania fue vertiginoso, presentando serios problemas de compatibilidad en equipamiento y operación entre distintos países y operadores. A causa de esta situación, en 1982 la conferencia de correos y telégrafos (*Conference of European Posts and Telegraphs, o CEPT*) conformó un grupo de trabajo llamado *Groupe Special Mobile (GSM)* para desarrollar las especificaciones de una norma pan-euro-

Continúa en página 88

Viene de página 84

pea de telefonía pública móvil, sujeta a los siguientes objetivos:

- Buena calidad subjetiva de voz
- Bajo costo de la terminal y del servicio
- Posibilidad de "roaming" internacional (acceso con la misma terminal en áreas de distintos países)
- Provisión de nuevos servicios y facilidades
- Uso eficiente del espectro radioeléctrico
- Compatibilidad con el sistema *ISDN* (*Integrated Services Digital Network*) de transmisión de datos

En 1989 esta tarea se transfirió al *ETSI* (*European Telecommunication Standards Institute*) y la Fase 1 de las especificaciones de GSM se publicaron en 1990. A partir de allí comenzó la explotación comercial y en 1993 ya había 36 redes GSM en 22 países. En la actualidad, la norma GSM ha sido adoptada en muchos países del mundo (*vale decir que frente a 1,3 millones de usuarios de inicios 1994, ya había más de 55 millones hacia mediados de 1997*).

Hoy, el acrónimo GSM es empleado para representar la frase *Global System for Mobile Communications* y GSM es



Con la tecnología GSM/ GPRS y EDGE, muchas empresas aumentan la eficiencia y confiabilidad de sus procesos. Cada vez más oportunidades de negocios se generan mediante esta tecnología, ocupando cada uno un lugar especial en la demanda de comunicación GSM.

una norma en evolución, por lo que se encuentran distintas "fases" cada vez más avanzadas respecto a la especificación original.

¿Cómo funciona GSM?

Desde el punto de vista técnico, los terminales GSM suelen poder operar en al menos dos bandas de frecuencia, una casi el doble de la otra, lo cual les confiere mejores posibilidades de comunicación. Las frecuencias actualmente en uso son de 850MHz y 900 MHz (frecuencias bajas, con hasta 2W de potencia) y 1,8GHz y 1,9GHz en frecuencias altas (con hasta 1W de potencia), no existiendo un uso de frecuencias común a todos los países. Esto plantea una limitación de compatibilidad para *terminales bibanda* o *tribanda*, por lo que la tendencia es hacia *módulos cuadribanda*.

El planteo de GSM fue revolucionario: ya que propuso el uso de técnicas

de compresión de voz y de transmisión de datos en forma digital que no estaban aún disponibles en el momento de la especificación y que significaban un enorme cambio respecto a los sistemas preexistentes analógicos como *AMPS* (*Advanced Mobile Phone Service, utilizado entonces en USA*) y *TACS* (*Total Access Communication System, usado entonces en Inglaterra*).

GSM usa *TDMA*, en el que cada canal de RF de 200kHz es dividido en 8 períodos de tiempo, permitiendo de este modo 8 conversaciones simultáneas en esa misma frecuencia de radio; también permite dividir ese tiempo en 16 rodajas (*time-slots*) con un régimen de datos inferior (*half-rate*). En las frecuencias bajas, para GSM se asignan 50MHz de ancho de banda, 25MHz para el enlace de subida (*uplink*) y otros 25MHz para el enlace de baja (*downlink*), es decir 125 canales de subida y otro tanto de bajada; en las frecuencias altas se asignan 100MHz, 50MHz para el *uplink* y 50MHz para el *downlink*, lo que resulta en el doble de canales disponibles.

En *GSM*, la estación móvil (*MS: Mobile Station*) consiste en la terminal móvil y un módulo de memoria denominado *SIM* (*Subscriber Identification*

Module) que contiene información básica del abonado y de la terminal. De este modo, un *SIM* puede ser pasado de una terminal a otra, que instantáneamente puede utilizar esa información. El equipo terminal es identificado por un código denominado *International Mobile Equipment Identity* (*IMEI*), que puede servir para identificar equipos robados, o de contrabando, en tanto que la tarjeta *SIM* contiene el código *International Mobile Subscriber Identity* (*IMSI*), utilizado para identificar al abonado en el sistema, claves secretas de autenticación y mucha otra información adicional.

El diseño puramente digital de GSM y la forma dinámica de asignación de los "time-slots" permite ofrecer servicios no sólo de voz sino también de datos entrantes y salientes, como email, fax, e internet, donde el flujo de datos no es instantáneo (*como requiere una comunicación de voz*) sino que puede ser en

forma de paquetes que se almacenan y retransmiten múltiples veces para llegar desde el origen al destino. El ancho de banda limitado de estos enlaces de datos (*en comparación a los enlaces de banda ancha disponibles en ADSL o CATV*) determina el uso de variaciones de ciertos protocolos, tal es el caso del *WAP* (*Wireless Access Protocol*) que permite la realización de páginas web simples de actualizar y aptas para pequeñas pantallas.

Servicios digitales

- **GPRS** (*General Packet Radio Service*): En función de los "time-slots" disponibles y la forma de modulación permiten enlaces de decenas de kbps (*es normal hablar de regímenes máximos de más de 80kbps, y típicos de 10 a 20 kbps*).

- **CSD**: Como alternativa a GPRS, en GSM también existe la conmutación de circuitos (*llamada CSD, (por Circuit Switched Data)*, donde un canal de voz es empleado para transmitir datos, lo que suele permitir enlaces de hasta 14,4kbps, y donde se realiza control de errores y de retransmisión, es decir se establece un "circuito virtual" de datos.

- **SMS** (*Short Message Service*):

Apto para el envío y recepción de mensajes de hasta 256 caracteres empleando facilidades de GPRS o de CSD. Es un servicio en el que los mensajes son transportados en modo "store-and-forward", es decir, "dando saltos" de computadora a computadora del sistema, desde que salen del origen hasta que llegan al destino. Estos mensajes pueden tener un único destinatario (punto a punto) o ser de información general (por ejemplo, información de tráfico o noticias). Los mensajes SMS forman parte de la información que puede ser almacenada en el módulo SIM para su posterior consulta.

El uso del espectro

Una característica limitante de cualquier sistema de comunicación inalámbrica es el ancho de banda asignado. Se dijo que en la banda baja se asignan 50MHz, 25MHz para el *uplink* y 25MHz

Continúa en página 92

