Tecnologías de comunicación

www.rnds

.com.ar

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



I 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 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.

entre sí presenta enormes limitaciones cuando la cantidad de interlocutores es elevada, dado que un canal de voz trasmitido "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

informe especia

Tecnologías de comunicación

www.rnds

.com.ar

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 llamado 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 la 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 qué 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 (timeslots) 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

<u>.informe especial</u>

Tecnologías de comunicación

www.rnds°

com.ar

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 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

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):



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

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

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-andforward", 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

Tecnologías de comunicación

www.rnds°

com.ar

Viene de página 88

para el downlink. Estos 25 MHz en cada sentido son divididos en 125 canales de 200kHz cada uno, y un subgrupo de estos 125 señales es asignado a cada estación de control de cada celda, de modo de no colisionar con las frecuencias en uso por las celdas vecinas. En el caso de las frecuencias altas (1800/1900MHz) se dispone del doble de canales.

A su vez, cada canal de frecuencia es dividido en el tiempo en 8 canales físicos (TDMA), y para esta división en tiempo, a cada canal físico se le asignan períodos de 15/26 milisegundos (0,577ms, o burst time), y ocho de estos períodos son agrupados en el llamado TDMA frame, de 120/26 = 4,615ms de duración. Entonces, cada canal físico tiene asignado un burst time en cada TDMA frame.

Los canales físicos pueden ser asignados para tráfico a un dado móvil mientras dura un enlace (dedicated channels), o ser usados por los móviles en modo pasivo (idle mode) para tareas de control *(common channels)*.

Un canal de tráfico (traffic channel) emplea bloques de 26 TDMA frames, que se repiten cada 120ms. De estos,

solicitar conexión a la estación de control (RACH: Random Access Channel). En este caso, cada burst time tiene varios momentos precisos en los que una terminal puede intentar pedir ser atendida; dado que existe el riesgo que dos terminales colisionen entre sí, una terminal no atendida insiste luego de un cierto tiempo aleatorio: este método de acceso usado en RACH es llamado "slotted aloha".

Para transmitir los datos a 271 kbps GSM emplea un método de modulación digital llamado *GMSK* (*Gaussian-filtered Minimum Shift Keying*), resultante de una elección de compromiso entre uso eficiente del espectro, facilidad de realización, y mínima interferencia sobre canales adyacentes.

Aprovechamiento del canal en la transmisión de voz

Cuando GSM es empleado para transmitir voz, los 271kbps son distribuidos entre los ocho canales físicos, lo que permitiría casi 34kbps por canal. Pero desde su inicio la norma GSM fue sumamente ambiciosa:

A través de técnicas de *DSP* (*Digital Signal Processing*) la voz se comprime a 13kbps usando un método llamado

sivos son erróneos, o error burst) pueda ser corregido.

Y aprovechando la circunstancia que una persona sólo está hablando una fracción del tiempo (estadísticamente, menos del 40%), se incluye un detector de actividad de voz (VAD: Voice Activity Detection) para que mientras que no hay voz no se gaste energía de las baterías en transmitir ruido de fondo (DTX: Discontinuous Transmission); a la vez, en el extremo receptor se suspende la recepción (DRX) pero se incluye un generador de ruido (comfort noise) de modo que quien escucha no sienta que la comunicación se interrumpió.

Aprovechamiento del canal en la transmisión de datos

Cuando GSM es empleado para transmitir datos por conmutación de paquetes, los 114 bits útiles de cada burst time pueden ser usados para transportar datos en varios de los 8 burst time de cada *TDMA frame*, (esto se llama uso multi-slot del canal de tráfico), en los 24 de los 26 TDMA frame que dura un canal de tráfico.

Según cuantos slots sean usados para subir datos del móvil a la estación de control, cuantos para bajar datos



Los módulos y terminales GSM/GPRS y EDGE, optimizados según su campo de aplicación, son el corazón de las comunicaciones inalámbricas. Por eso es que cada exigencia tiene su módulo o terminal específico.

24 son usados para tráfico y los dos restantes para control. Los canales de tráfico de subida y bajada entre la estación de control y cada abonado están desfasados en el tiempo, de modo que un móvil no deba estar transmitiendo y recibiendo a la vez, lo que simplifica la electrónica y permite compartir una única antena para transmisión y recepción. En detalle: en cada burst time normal se transmiten 156.25 bits, de los cuales son 114 de datos (separados en dos grupos de 57 bits, y encriptados para garantizar la privacidad y seguridad mediante claves que envía la central y claves quardadas en el SIM), lo que implica una tasa de transmisión pulsada de casi 271 kbps.

Un canal de control emplea, por su parte, bloques de 51 TDMA frames y los burst time empleados son similares al caso de los canales de tráfico, excepto un tipo especial de burst llamado access burst que tiene menos bits, y sólo es usado cuando un móvil desea

RPE-LPC (Regular Pulse Excited-Linear Predictive Coder), donde se modela matemáticamente la voz y sus cambios cada 20ms, codificándola con 260 bits. Este es el método inicial de GSM, aunque en este momento existen varias alternativas de CODEC con distinta eficiencia, tales como Half-Rate (HR), Full Rate (FR), Enhanced Full Rate (EFR), Adaptive Multi-Rate (AMR) y donde el procesador DSP puede realizar cancelación de eco y reducción dinámica de ruido. Claramente, cuanto más eficiente es el CODEC más comunicaciones simultáneas pueden realizarse en una misma frecuencia

Pero luego, para asegurar que los errores de recepción del enlace no afecten la calidad de la voz, se agrega información para corrección de errores (FEC: Forward Error Correction), y los bits resultantes son mezclados (interleaved) de modo que un error típico de un enlace (donde varios bits suce-

desde la estación de control al móvil y la suma de ambos se definen clases de GPRS, como muestra la tabla.

Clase Multi slot	Slots de bajada	Slots de subida	Slots totales
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5

Considerando ciertos bits "de guarda", que también ocupan tiempo de transmisión, en GSM-GPRS el límite máximo teórico es de 171,2kbps para transmitir datos sin ningún tipo de corrección de errores; según el ruido del canal de radio esto es inaceptable, y por eso se definen 4 tipos de codificación con agregado de facilidades de detección de errores llamados CS1 a CS4.

<u>www.</u>rnds

com.ar

Viene de página 92

La llegada de EDGE

EDGE (o Enhanced Data Rate for GSM Evolution) ha sido agregado en GSM Fase 2+, y en este caso el cambio es el uso alternativo de una forma de modulación llamada 8PSK (Phase Shift Modulation en 8 pasos) en vez de GMSK, que aunque más compleja, permite usar la misma infraestructura de GSM pero obteniendo tasas máximas de transmisión de casi 600kbps. En este caso existen 9 formas de codificación con distintos niveles de detección de errores, denominados desde MCS1 a MCS9, donde MCS1 a MCS4 usa GMSK y MCS5 a MCS9 usan 8PSK.

Claramente, acá la limitación real no es tecnológica, sino que depende del interés de cada operadora de GSM de usar qué porcentaje de canal de tráfico para transmitir datos en vez de voz. Dentro de los modelos de negocio posibles, la cantidad de burst time asignados a un único canal de datos probablemente dependan del grado de ocupación de la red, del horario en que se realiza el intercambio de datos, y esté sujeta a tarifas variables según el uso sea ocasional y se facture por bit transmitido, o por banda horaria, por un vo-

ción puede iniciar conexiones TCP o mandar datagramas UDP a otros dispositivos. El gateway del prestador que mantiene la conexión con la *Internet realiza la traducción (NAT)* a direcciones públicas.

El módem GSM provee toda la inteligencia y el stack TCP/IP, por lo que es posible utilizar micros sin stack TCP/IP. Esto puede ser una ventaja para lograr un bajo costo, pero limita las aplicaciones, ya que no es posible establecer una comunicación con un dispositivo remoto a menos que éste la inicie, dado que sólo obtiene una dirección IP por un tiempo limitado, y ésta corresponde a un grupo de direcciones privadas, válidas sólo dentro de la red GSM del prestador. Además, dado que la comunicación se establece solicitándola mediante una serie de comandos AT al módem GSM, todo el manejo de la misma debe hacerse mediante este sistema, lo cual limita la cantidad de comunicaciones y/o servicios simultáneos que quieran darse.

PPP sobre GPRS

Esta opción es mucho más interesante para micros con stack de protocolo propio, dado que permite que el dispositivo conectado al módem GSM ob-

Los comandos AT:

Los comandos AT básicos fueron definidos hace muchos años como el modo en que una terminal de datos configuraba una conexión por módem telefónico. Usando secuencias de caracteres que comienzan con las letras AT y terminan con un retorno de carro (o Enter) la terminal envía comandos o datos al módem y recibe respuestas.

En un principio, el juego de comandos AT fue desarrollado en 1977 por *Dennis Hayes* como un interfaz de comunicación con un modem para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono.

Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de *attention* .

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con modems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estandar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales. Este juego de instrucciones puede encontrarse en la documentación técnica



Los módulos inalámbricos son módem basados en tecnología celular GSM, programables vía comandos AT, a través de los cuales se pueden establecer comunicaciones de datos en banda ancha (EDGE), banda angosta (GPRS) y voz, de acuerdo a las necesidades del cliente.

lumen de datos periódico (uno de los modelos de negocio ofrecido hoy en la Argentina), o por otro criterio comercial.

Otra especificación que hace al móvil es la llamada clase A, B o C:

- 1. Los de *Clase A* pueden usar servicios de voz y datos simultáneamente
- 2. En los de *Clase B*, se dispone de todos los servicios entre los que se puede conmutar dinámicamente, pero sólo un servicio puede ser usado a la vez, voz o datos, e incluso en el caso de datos, GPRS o SMS, pero no ambos simultáneamente
- 3. En los de Clase C, existe una asociación predeterminada a voz o datos, entre los que debe conmutarse manualmente.

IP sobre GPRS

El dispositivo de la red *GSM* solicita la asignación de una dirección IP, la cual generalmente corresponde a una dirección de red privada y a continuatenga una dirección IP vía PPP, de forma similar a una conexión dial-up, pero minimizando el costo, dado que no existe una conexión fija sino un transporte de los datagramas IP sobre PPP sobre GPRS. Es decir, sólo se usa el ancho de banda cuando existe tráfico para cursar.

La comunicación se establece solicitándola mediante una serie de comandos AT al módem GSM, en el mismo procedimiento se indica que es una conexión PPP. La dirección IP asignada generalmente corresponde a una dirección de red privada. El gateway del prestador que mantiene la conexión con la Internet realiza la traducción (NAT) a direcciones públicas. Tampoco es posible conectarse con un dispositivo remoto de este tipo a menos que éste inicie la conexión, pero sí es posible tener muchas conexiones simultáneas a diversos puntos, dado que el stack de protocolo corre en el dispositivo externo a la red.

de los terminales GSM y permite acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal.

En los módulos GSM, a través de los enlaces serie disponibles un microprocesador externo puede enviar dichos comandos y recibir las respuestas. En muchos de los comandos si se agrega un signo de pregunta ? antes del Enter es que se pregunta al módulo una información de estado, si en cambio se pone un signo = y un valor, se define un parámetro.

Este informe ha sido realizado gracias a la inestimable colaboración de los Ingenieros Guillermo Jaquenod, Ingeniero de aplicación de Elko-Arrow, y Sergio Caprile, Senior Engineer de Cika Electrónica.