

3 GPRS

3.1 Introducción

En este apartado vamos a introducir la tecnología GPRS. Explicaremos su nacimiento, las causas por las que surgió, cómo funciona y la estructura de una red basada en GPRS.

Esta tecnología tiene gran importancia porque es la usada por el teléfono móvil que ejecuta nuestra aplicación para conectarse a Internet, e interactuar con el servidor de vídeo.

Entre otras cosas, GPRS nos marcará la velocidad de transmisión y recepción de los datos del móvil, lo cual será de gran importancia a la hora de probar nuestra aplicación sobre un dispositivo real.

3.2 Introducción histórica a GPRS

En la década de los noventa, las redes de telefonía móvil se encontraban en su Segunda Generación. Ésta se caracterizaba por usar sistemas digitales, frente a los analógicos que se venían usando hasta ese momento. Se conseguía de esta forma mejorar la calidad de la señal de voz y dar la posibilidad de transmitir paquetes de datos. El estándar que se impuso en Europa, y sigue usándose en la actualidad, es GSM (Global System for Mobile communications).

La red GSM preveía unos servicios de transmisión de datos desde su fase inicial. Sin embargo, se trataba de servicios con modalidad de transferencia por conmutación de circuitos. Esto quiere decir que la red, una vez establecida la conexión física entre dos usuarios, dedicaba los recursos propios hasta que no fuera solicitada expresamente la liberación de la conexión, independientemente del hecho de que los dos usuarios se intercambiaron datos o no durante todo el proceso de conexión.

Este modo de transferencia es adecuado para las señales de voz, ya que mantener los recursos ocupados durante todo el proceso de intercambio de información facilita el tráfico de señales sensibles a retardos. Sin embargo, no es adecuado para la transmisión de paquetes de datos.

Las características de la tecnología GSM para el envío de datos inalámbricos desde cualquier lugar y en cualquier momento son las siguientes:

- Velocidad de transferencia de 9,6 Kbps.
- Tiempo de establecimiento de conexión entre 15 y 30 segundos.
- Pago por tiempo de conexión.

La baja velocidad de transferencia limita la cantidad de servicios que Internet nos ofrece. Por ejemplo, a 9,6 Kbps no se puede navegar por Internet de una manera satisfactoria. Si además tenemos en cuenta que estamos pagando por tiempo de conexión, en lugar de por volumen de tráfico, los costes se disparan.

La combinación de estos tres factores negativos hace que GSM sea una tecnología mayoritariamente utilizada para la voz y no para los datos.

La modalidad de transferencia basada en commutación de circuitos solo es óptima en el caso en que los dos usuarios tengan que intercambiarse una cantidad significativa de datos (transferencia de ficheros o archivos). Resulta ineficiente en cuanto los datos a intercambiarse son de pequeña entidad o bien, en el caso más frecuente, el tráfico de datos es de tipo interactivo o transitorio, es decir, el tiempo de uso efectivo de los recursos de la red supone sólo una pequeña parte con respecto al tiempo total de conexión (como, por ejemplo, la navegación en Internet a través del World Wide Web).

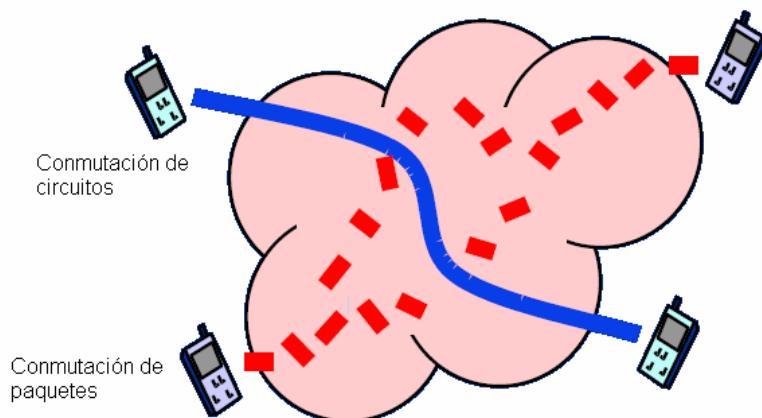


Figura 3.1: Diferencias entre commutación de paquetes y de circuitos.

GPRS (General Packet Radio Service) es una tecnología que subsana las deficiencias de GSM en cuanto a la transmisión de datos, introduciendo una red de conmutación de paquetes que funciona de forma paralela a la de conmutación de circuitos de GSM.

GPRS aparece como una evolución no traumática de la actual red GSM: no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras actuales de GSM. Por este motivo, GPRS tiene desde sus inicios la misma cobertura que la actual red GSM. Los principales objetivos de esta tecnología son:

- Mantener los equipos de transmisión y la misma interfaz radio que GSM.
- Lograr transmitir datos a mayor velocidad realizando las modificaciones mínimas en la red GSM ya existente.

Con el sistema GPRS, introducido por la ETSI para el sistema GSM, el acceso a la red de paquetes se lleva al nivel del usuario del móvil a través de protocolos como TCP/IP, X.25, y CLNP (Connectionless Network Protocol), sin necesidad de utilizar otro tipo de conexiones intermedias por conmutación de circuitos.

En un servicio de transferencia de datos con modalidad de conmutación de circuito, cada conexión establecida se dedica sólo al usuario que la ha solicitado. A diferencia de esto, GPRS permite la transmisión de paquetes en modalidad link by link, es decir, los paquetes de información se encaminan en fases separadas a través de los diversos nodos de soporte del servicio, denominados GSN (Gateway Support Node). Por ejemplo, una vez que un paquete ha sido transmitido por el interfaz de radio entre el móvil y su estación base, se vuelven a liberar los recursos, que así pueden ser utilizados por algún otro usuario. El paquete se vuelve a enviar sucesivamente de nodo a nodo hacia su destino.

En los servicios GSM los recursos son gestionados según la modalidad "resource reservation", o sea, se emplean hasta el mismo momento en que la petición de servicio concluye. En GPRS, sin embargo, se adopta la técnica del "context reservation", es decir, se tiende a preservar las informaciones necesarias para soportar o bien las peticiones de servicio de forma activa o bien las que se encuentran momentáneamente en espera. Por tanto, los recursos de radio se ocupan sólo cuando hay necesidad de enviar o recibir datos. Los mismos recursos de radio de una celda se dividen entre todas las estaciones móviles (MS), aumentando notablemente la eficacia del sistema. El servicio GPRS, por tanto, está dirigido a aplicaciones con las siguientes características:

- Transmisión poco frecuente de pequeñas o grandes cantidades de datos (por ejemplo, aplicaciones interactivas).

- Transmisión intermitente de tráfico de datos bursty o a ráfagas (por ejemplo, aplicaciones en las que el tiempo medio entre dos transacciones consecutivas es de duración superior a la duración media de una única transacción.)

Algunos ejemplos de aplicaciones que cumplen esas características son:

- RTI (Road Traffic Informatics)
- Telemetría
- Telealarma
- Control del tráfico ferroviario
- Acceso a internet usando la WWW (World Wide Web)

La tecnología GPRS convive con GSM y la complementa. Desde el punto de vista físico los recursos pueden ser reutilizados y existen algunos puntos comunes en la señalización, así en el mismo portador radio pueden coexistir simultáneamente tanto los time slots reservados a la conmutación del circuito, como los time slots reservados al uso del GPRS. La optimización en el empleo de los recursos se obtiene a través de la repartición dinámica de los canales reservados a la conmutación del circuito y de aquellos reservados al GPRS.

Cuando se presenta una llamada de voz, hay tiempo suficiente para liberar los recursos usados por el GPRS, de tal forma que la llamada por conmutación de circuito, con mayor prioridad, pueda ser efectuada sin problemas.

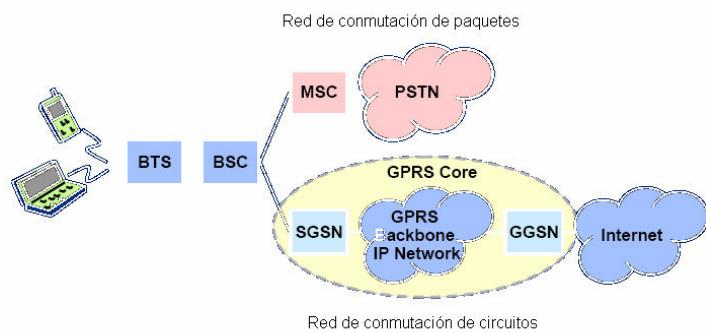


Figura 3.2: Red GPRS añadida a una red GSM

Algunas características de GPRS son:

- Velocidad de transferencia máxima teórica de 171.2 Kbps
- Conexión permanente. Tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo.
- Pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión.

Algunos inconvenientes de GPRS son:

- La red impide que las velocidades máximas puedan ser alcanzadas.
- Un canal que esté transmitiendo datos no podrá ser utilizado para una llamada telefónica normal.
- La denominada "información no solicitada" dificulta a la operadora cobrar la transmisión de la información. Este problema hizo que los fabricantes considerasen la hipótesis de los primeros terminales no pudieren recibir llamadas GPRS, tan solo efectuarlas, lo que limitaría las ventajas que el sistema podría traer.
- El hecho de que los paquetes viajen separados puede provocar que se pierdan o se dañen por el camino. A pesar del protocolo utilizado, en el que se previeron estos problemas y aplicaron estrategias de retransmisión y de integridad de los paquetes, pueden darse demoras en la recepción de la información.

3.3 Protocolo GPRS

El protocolo GPRS es un protocolo de nivel tres, transparente para todas las entidades de red comprendidas entre el terminal móvil y el nodo SGSN al que el móvil está conectado. Este protocolo soporta tanto el intercambio de informaciones de control como de paquetes PDP-PDU (Packet Data Protocol - Protocol Data Unit) entre el móvil y el nodo al que se encuentre conectado.

El formato de una trama GPRS contiene los siguientes campos:

- Identificador del protocolo GPRS.
- Identificador del protocolo de los PDU (identificador de PDP).
- Mensaje GPRS.

3.3.1 Identificador del protocolo GPRS

El identificador del protocolo GPRS es una información numérica cuyo objetivo es el de distinguir las ráfagas (los burst) que contienen paquetes GPRS, de las ráfagas que contienen información GSM.

3.3.2 Identificador del protocolo de los PDU

Este identificador, encapsulado en las tramas GPRS, es necesario para direccionar dichas tramas hacia el correcto SAP (Service Access Point) en cuanto son desencapsuladas.

Al igual que el identificador del protocolo GPRS, esta información también es de tipo numérico. Se tendrá, por tanto, un valor que define los paquetes X25, uno que define los paquetes IP (Internet Protocol), uno que define los paquetes CLNP (Connectionless Network Protocol) y así sucesivamente.

Además, dicha información permite la interpretación del mensaje GPRS contenido en la trama GPRS. De hecho, las tramas GPRS son utilizadas tanto para el transporte de mensaje de control como para el transporte de paquetes de datos, por lo que se hace necesario el uso de un indicador que permita distinguir a cuál de las dos categorías posibles pertenece el mensaje GPRS.

3.3.3 Mensaje GPRS

Un mensaje GPRS puede contener o bien datos o bien información de control. Los mensajes GPRS de control son definidos por un valor preestablecido del identificador de PDP. Algunos de los posibles mensajes de control se enumeran a continuación:

- Petición de log-on (LOG-ON REQUEST).

- Respuesta a una petición de log-on (LOG-ON RESPONSE).
- Activación del modo de transmisión cifrado (SET GPRS CIPHERING MODE).
- Petición de actualización de las informaciones de routing (ROUTING UPDATE REQUEST).
- Respuesta a una petición de actualización de las informaciones de routing (ROUTING UPDATE RESPONSE).
- Petición de actualización del indicador de routing area (área de encaminamiento) (GPRS RA UPDATE REQUEST).
- Respuesta a una petición de actualización del indicador de routing area (GPRS RA UPDATE RESPONSE).

Como veremos a continuación, el nodo SGSN realiza las funciones de encaminamiento. Este nodo encapsula los datos recibidos del terminal móvil, en el protocolo de red usado para el transporte de paquetes en su red de distribución (backbone network). Obviamente, también realiza la operación inversa para los paquetes dirigidos al usuario móvil.

3.4 Arquitectura de la red GPRS

En este apartado vamos a estudiar los todos los elementos de una red GPRS y sus interfaces.

3.4.1 Elementos de una red GPRS

En la siguiente figura detallamos todos los elementos de una red GPRS:

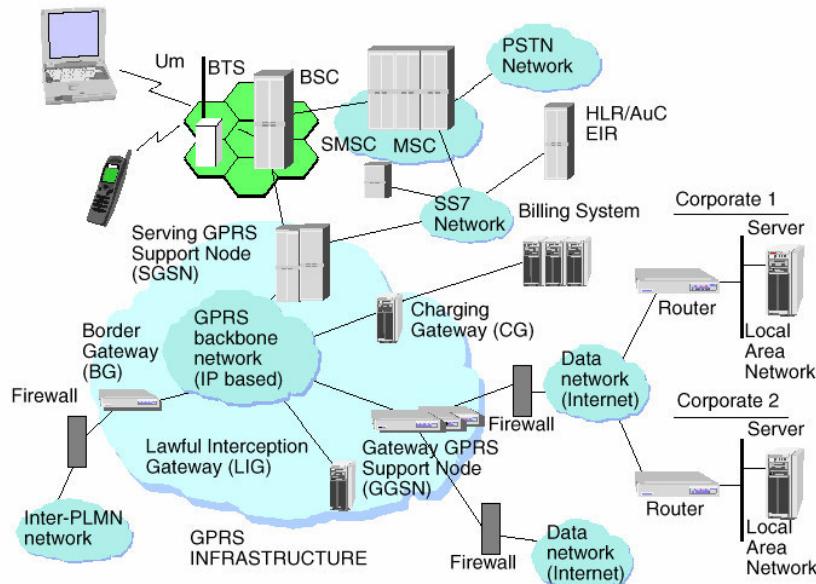


Figura 3.3: Elementos de una red GPRS

El nodo de soporte GSN (Gateway Support Node) de GPRS es el elemento principal de la infraestructura. Existen dos tipos de nodos GSN: unos de entrada (Serving GPRS Support Node, SGSN), que proporcionan conectividad a las BSC de GSM y otros de salida (Gateway GPRS Support Node, GGSN), que interconectan el sistema con redes de datos externas. Estos routers pueden proporcionar la conexión y la intercomunicación con otras redes de datos, pueden administrar la movilidad de los usuarios a través de los registros de GPRS y son capaces de entregar los paquetes de datos a las estaciones móviles, independientemente de su posición. Físicamente los GSN pueden estar integrados en el MSC (Mobile Switching Center) o pueden ser elementos separados de la red.

Otro nuevo nodo que añade GPRS al sistema GSM es el BG (Border Gateway), que es necesario principalmente por razones de seguridad y está situado en la conexión con la red troncal (backbone) Inter-PLMN. Mediante él se pueden intercambiar datos con otras PLMNs (Public Land Mobile Network).

Las redes troncales Inter-PLMN e Intra-PLMN también son elementos nuevos y están basadas en redes IP. Una PLMN (Public Land Mobile Network) es una red de telefonía móvil.

Además, aparecen unas nuevas gateways en el sistema GPRS, las CG (Charging Gateway).

Otros nodos que constituyen una novedad en la red son los firewalls o barreras de seguridad, cuya misión es proteger a la red de accesos no deseados, pues en GPRS los nodos tienen direcciones IP y son, por tanto, susceptibles de ataques externos.

Los sistemas GSM actuales fueron diseñados originariamente para las llamadas de voz, en tanto que el principal objetivo de GPRS es ofrecer acceso a las redes de datos estándar tanto con TCP/IP como con X.25. Esas redes consideran la red GPRS como una subred normal. El GGSN se comportará como un encaminador (router) y ocultará las características específicas de la red GPRS a las redes de datos externas.

A continuación vamos a describir los elementos específicos de una red GPRS:

3.4.1.1 SGSN

El SGSN es el principal componente de una red GPRS. Está conectado al BSC por medio de la interfaz Gb y constituye para el terminal móvil el punto de acceso al servicio de la red GPRS.

Un SGSN puede servir a un gran número de BSS (BTS+BSC). Sus funciones son:

- Retransmisión de los datos entre el terminal GPRS y el SGSN correspondiente. Esto se realiza en los dos sentidos, según de donde procedan los datos.
- Soportar la interfaz Gb con la BSC.
- Gestionar la autenticación de los terminales móviles GPRS y, si este proceso se completa con éxito, encargarse de su registro en la red GPRS y de su gestión de movilidad.
- Aviso (Paging). Este procedimiento lo inicia el SGSN para que el terminal móvil pase del estado STANDBY al READY con objeto de poder llevar a cabo el intercambio de datos.
- Recoger datos necesarios para generar CDRs (Call Detail Recordings) de facturación y enviarlos al CG.
- Gestionar la conversión del protocolo IP empleado en la red troncal a los protocolos SNDCP y LLC empleados entre el SGSN y el terminal móvil. Las capas SNDCP y LLC manejan el cifrado y la compresión de los datos.

Básicamente se puede decir que el SGSN equivale a una MSC a nivel funcional, con la salvedad de que commuta paquetes.

3.4.1.2 GGSN

El GGSN proporciona la interconexión entre la red GPRS y las redes de paquetes de datos externas, como por ejemplo Internet, Intranets corporativas, etc.

Desde el punto de vista de las redes externas, el GGSN es un encaminador a una subred, ya que el GGSN oculta la infraestructura de la red GPRS a las redes externas.

Cuando el GGSN recibe datos dirigidos a un terminal GPRS específico comprueba si la dirección está activa para, en ese caso, enviar los datos al SGSN que está atendiendo al terminal. En el caso en que la dirección esté inactiva, trata de activar dicho terminal.

Por consiguiente, las funciones que realiza el GGSN son:

- Recibir datos de usuario desde una Intranet o Internet y enviarlos hacia el SGSN que controla el terminal a través de la red troncal mediante el protocolo de tunnelling GTP (GPRS Tunelling Protocol).
- Recibir paquetes de datos de la red troncal GPRS (desde SGSN o BG), eliminar el túnel GTP y encaminar los datos de usuario hacia Intranet o Internet.
- Recibir datos de señalización desde la red troncal y configurar la operación correspondiente.
- Garantizar privacidad y seguridad para la red y el terminal GPRS. Para ello, el GGSN actúa como una puerta de acceso entre las redes externas y la red GPRS.
- Proporcionar direcciones IP a los terminales GPRS cuando se emplea direccionamiento dinámico.
- Proporcionar los servicios básicos para el acceso a ISPs.
- Realizar el traspaso entre SGSNs.

Un GGSN puede soportar diferentes tipos de interfaz física, por ejemplo:

- **V.35:** se usa en conexiones WAN en el caso de que el SGSN esté localizado en un emplazamiento remoto respecto al GGSN. El protocolo que se emplea en este caso es IP sobre PPP. La capacidad es de hasta 2 Mbit/s.
- **100BaseTX:** soporta configuraciones donde SGSN(s) y GGSN(s) están en el mismo lugar y conectados a una red local (LAN). La capacidad de la interfaz es de 100 Mbit/s. El protocolo empleado es IP sobre ATM.
- **STM-1:** soporta tanto configuraciones WAN como LAN. Es más adecuado para configuraciones donde los volúmenes de tráfico son altos. Esta interfaz permite 155 Mbit/s. Uno de los protocolos empleados es IP sobre ATM.

3.4.1.3 Otros elementos de la red GPRS

En la red GPRS hay otros elementos además del SGSN y el GGSN. Algunos son elementos comunes de las redes de datos, como por ejemplo los DNS o los Firewall.

- **Border Gateway:** la principal función del BG es que haya una conexión segura entre varias PLMN interconectadas para soportar itinerancia. Su arquitectura exacta no está definida en las especificaciones GPRS, de manera que los operadores deberán llegar a oportunos acuerdos sobre esta interconexión.
- **Domain Name System:** el DNS es necesario en la red GPRS para que se pueda llevar a cabo la traducción de nombres lógicos en direcciones físicas de los GSNs.
- **Charging Gateway:** el CG recoge CDRs generados en los SSGNs y GGSNs, de manera que los consolida y preprocesa antes de pasarlos al sistema de facturación. Gracias a esto, el sistema de facturación soporta menos carga de procesamiento.
- **Firewall:** es igual que en cualquier otra red. Es un sistema o conjunto combinado de sistemas que crean una barrera segura entre dos redes. El propósito de un firewall es mantener a los intrusos fuera de la red GPRS, de manera que no puedan acceder a los nodos y provocar fallos.

3.4.2 Interfaces de una red GPRS

Las conexiones del sistema GPRS a la parte de conmutación de la red GSM se implantan a través de la red SS7 (Gc, Gd, Gf, Gr, Gs), mientras que las otras interfaces y puntos de referencia están implementados a través de la red troncal Inter-PLMN (Gp) o de redes externas (Gi).

En esta figura se identifican todas ellas:

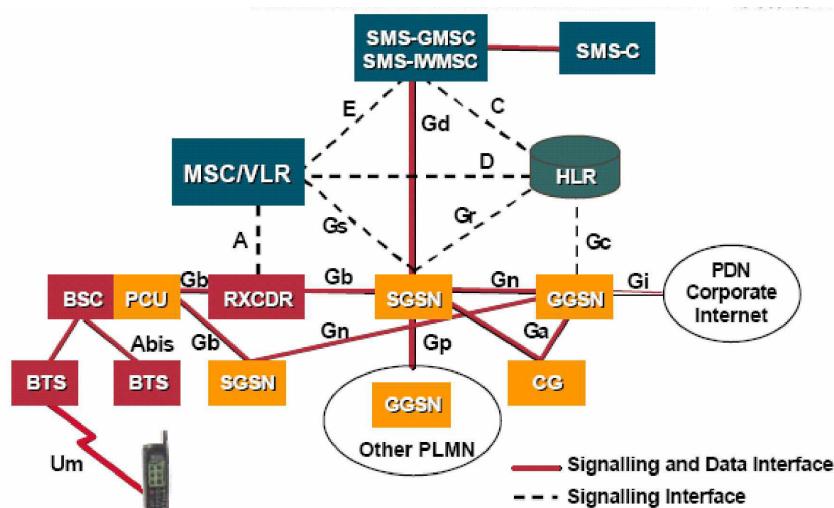


Figura 3.4: Interfaces de una red GPRS

A continuación vamos a describir todas estas interfaces:

- **Interfaz Gb:** Es la que conecta el SGSN con la BSS. Es la portadora del tráfico GPRS y de la señalización entre la parte radio de la red GSM (BSS) y la parte GPRS. Está basada en una conexión Frame Relay entre BSS y SGSN, bien mediante enlace directo o a través de una red Frame Relay.
- **Interfaz Gi:** Esta interfaz está presente solamente en el GGSN. Es la interfaz mediante la cual se accede a las redes de datos externas y en las especificaciones se definen los siguientes protocolos: IPv4, IPv6 y X.25.
- **Interfaz Gn:** Esta interfaz se encuentra presente tanto en el GGSN como en el SGSN, de manera que permite comunicarse a los SGSNs y GGSNs entre sí mediante una red troncal Intra-PLMN. En esta interfaz se emplea el protocolo

GTP (GPRS Tunnelling Protocol), basado en IP, para llevar datos de usuario y señalización. Puede haber diferentes configuraciones para los canales físicos asociados a la interfaz Gn: Ethernet, ATM, etc.

- **Interfaz Gp:** Proporciona la misma funcionalidad que la interfaz Gn, pero también proporciona, con el BG y el Firewall, todas las funciones necesarias en la conexión Inter-PLMN como, por ejemplo, seguridad, encaminamiento, etc. También se emplea el protocolo GTP para llevar a cabo la creación de túneles, pero en este caso con un GGSN exterior. Por este motivo la pila de protocolos es la misma que en la interfaz Gn.
- **Interfaz Gs:** Esta interfaz existe entre el SGSN y la MSC. Permite hacer un uso efectivo de los recursos en una red GSM/GPRS combinada. El protocolo que se emplea en esta interfaz es el BSSAP+, el cual es un subconjunto del protocolo BSSAP.
- **Interfaz Gr:** Es la que existe entre el SGSN y el HLR para el intercambio de señalización. Permite al SGSN acceder a la información de usuario que reside en el HLR, el cual puede estar situado en una PLMN diferente que el SGSN. Es una interfaz MAP estándar. Su pila de protocolos está compuesta por MAP, TCAP, SCCP y MTP. Suele emplear enlaces físicos SS7. Algunas de las operaciones que soporta esta interfaz son:
 - Actualización de localización GPRS.
 - Inserción de datos de usuario.
 - Borrado de datos de usuario.
 - Purga de un MS.
 - Cancelación de localización.
- **Interfaz Gc:** Esta interfaz, de carácter opcional, es la que permite intercambiar información de señalización entre el GGSN y el HLR empleando el protocolo MAP.
- **Interfaz Gd:** Es una interfaz MAP estándar para la conexión de SSGN con el centro de mensajes cortos (SMS). Con esta interfaz se consigue un uso más

eficiente de los servicios de mensajes cortos, ya que en GPRS se aprovecha mejor la interfaz radio que en GSM. Se soporta también sobre señalización SS7.

- **Interfaz Gf:** Se encuentra entre SGSN y EIR (Equipment Identity Register), y permite al SGNS acceder a información del terminal. En el EIR los terminales se pueden encontrar en una de estas tres listas: negra (terminales robados), gris (en observación) y blanca (sin problemas). Esta interfaz es también MAP estándar.

3.5 Tipología de servicios

El servicio GPRS pone a disposición de sus usuarios dos tipologías de servicio diferentes:

- Punto a Punto (Point To Point, PTP).
- Punto a Multipunto (Point To Multipoint, PTM).

Un servicio Point To Point es un servicio en el que el usuario envía uno o más paquetes a un único destinatario. Se pueden dar dos clases de servicios punto a punto:

- ConnectionLess Point To Point services (CLNS).
- Connection Oriented Point To Point services (CONS).

Un servicio PTP CLNS es un servicio en el que dos paquetes sucesivos son enviados a la red de forma independiente. Se define como un servicio de datagrama y puede ser útil para soportar aplicaciones bursty (a ráfagas) de tipo no interactivo.

Un servicio PTP CONS es, por el contrario, un servicio en el que se establece una relación lógica entre la fuente y el destinatario de los paquetes, relación que permanece activa durante el tiempo total de la conexión. El servicio es, por lo tanto, un circuito virtual, es decir, en la fase de set-up de la conexión se establece un recorrido para el routing de los paquetes. Con respecto a una conexión por conmutación de circuito, tiene la diferencia de que los recursos físicos se liberan en cuanto el paquete genérico se ha transmitido, manteniendo la conexión lógica. Las aplicaciones que se adaptan bien a un servicio bearer (portador) de este tipo son aquellas interactivas o transaccionales, en las que se mantiene un diálogo continuo entre las dos entidades en comunicación.

Los servicios PTM, al contrario que los servicios PTP, implican a más de un usuario destinatario y ejecutan el envío de paquetes en base geográfica. Hay que tener en cuenta que estos servicios no pueden implicar, como usuarios destinatarios de paquetes, a los usuarios de las redes interconectadas a la GPRS PLMN, sino sólo a usuarios de móviles.

Se definen tres diferentes servicios PTM:

- PTM – Multicast, en el cual los mensajes son unidireccionales y se entregan en un área geográfica. Los mensajes incluyen un IMGI (International Mobile Group Identity) que indica al receptor de dónde procede el mensaje. La red no conoce los potenciales receptores de éste y no asegura su entrega.
- PTM – GroupCall, que permite enviar un mensaje unidireccional, bidireccional o multidireccional a un cierto grupo de usuarios dentro de un área geográfica determinada. Al igual que en el caso anterior, el mensaje incluye un IMGI. La red tiene conocimiento de la localización de los miembros activos del grupo, entregando el mensaje sólo en las celdas en las que éstos residen y garantizando la recepción del mismo.
- IP Multicast es un servicio definido como parte del conjunto IP. En IP-M los mensajes son enviados entre los miembros de un grupo IP, que puede ser interno a una PLMN o estar distribuido a través de Internet.

3.6 Terminales GPRS

GPRS puede combinar hasta 8 canales para transferir datos, y cada canal puede transferir a una velocidad de 8 a 12 Kbps. Esta tecnología permite desdobljar la transmisión de voz y datos en diferentes canales que transmiten de forma paralela, permitiendo mantener conversaciones sin cortar la transmisión de datos. Los terminales GPRS cuentan con diversas prestaciones en función del número de canales que utilicen. Debido a esto, contaremos con terminales 2 + 1 (dos canales para recibir información y un canal para el envío), 3 + 1, 4 + 1, etc.

El uso de GPRS no se limita sólo a los teléfonos móviles o PDAs; existen también tarjetas PCMCIA GPRS para conectar portátiles a Internet, tarjetas para conectar el ordenador de sobremesa, etc. El uso de este tipo de terminales como módem inalámbrico tiene una aplicación inmediata y evidente: los podemos conectar a ordenadores portátiles o de sobremesa como cualquier módem, pero evidentemente con la ventaja de ser inalámbrico.

Igualmente, los terminales GPRS nos permiten visualizar contenidos y utilizar servicios de Internet directamente en su pantalla reducida, en una evolución continua de convergencia entre el teléfono móvil y los PDA.

Los terminales se pueden clasificar en cinco tipos, en función del uso que le vaya a dar el usuario:

- Teléfonos móviles, que permiten el uso de información escrita o gráfica de forma resumida.
- Terminales tipo agenda electrónica, con funciones mixtas de voz y datos, y pantallas de mayor tamaño y capacidad gráfica que un teléfono móvil.
- Terminales tipo ordenador personal de mano (PDA) con pantalla de mayor formato y gran capacidad gráfica.
- Ordenadores portátiles que utilicen para la conexión inalámbrica un teléfono móvil GPRS.
- Dispositivos diversos con comunicación móvil y funciones especiales como sistemas de navegación para coches y tarjetas de comunicación inalámbrica en máquinas autoservicio.



Figura 3.5: Terminales GPRS

La introducción de un servicio de datos por conmutación de paquetes, como es GPRS, no asegura a los usuarios GSM la posibilidad de disfrutar simultáneamente de servicios por conmutación de circuito (voz, datos). Naturalmente el uso compartido de los servicios puede llevar a una degradación de las prestaciones en términos de throughput (rendimiento) de la llamada GPRS.

Con este propósito se definen tres clases de servicio en los terminales:

- **Clase A:** las estaciones móviles de este tipo permiten al usuario utilizar tanto una conexión por conmutación de circuito como una por conmutación de paquetes con el máximo throughput (rendimiento) posible. Para ello el terminal necesita dos transmisores y dos receptores, uno para cada servicio. Estas características hacen que los dispositivos de clase A resulten extremadamente caros.
- **Clase B:** las estaciones móviles de este tipo pueden registrarse tanto en redes GSM como en GPRS simultáneamente pero sólo pueden tener una llamada activa en un momento dado: o una llamada de voz o una conexión de datos. Cuando una llamada de voz termina, la conexión de datos puede volver a iniciarse. La mayoría de teléfonos hoy en día son de esta clase.
- **Clase C:** las estaciones móviles de este tipo no permiten el uso simultáneo de los servicios, por tanto, el usuario que está disfrutando de un servicio no puede utilizar también otro.

3.7 Tercera generación de móviles: UMTS

La evolución natural de GPRS es UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), que pasamos a comentar brevemente.

Existen diversos factores que propiciaron el desarrollo de la tecnología de tercera generación. Por un lado las redes GSM estaban comenzando a saturarse, de modo que se hacía necesario conseguir una mayor eficiencia espectral. A su vez estaban comenzando a desarrollarse nuevos servicios que requerían un ancho de banda mucho mayor que el que proporcionaba GPRS.

Por todo ello se hacía necesario crear nuevas infraestructuras que soportaran estas nuevas características. UMTS requiere una nueva tecnología de radio (grandes inversiones en infraestructuras), una red de mayor capacidad (debido a que las velocidades de transferencia varían de 384 Kbps a 2 Mbps) y nuevos terminales.

Estos factores hicieron prever que UMTS tardaría un cierto tiempo en establecerse y que GPRS, dada su mayor cobertura, mantendría un uso elevado. Hay que destacar que ninguna tecnología es excluyente entre sí. La aparición de GPRS no excluye GSM; igualmente, UMTS no implica la anulación de GPRS. Es más, la mayoría de los dispositivos UMTS actuales ofrecen soporte GPRS, de modo que si nos encontramos en un lugar sin cobertura 3G automáticamente se comuta a una conexión 2,5G.

En la actualidad la tecnología UMTS continúa con su despliegue. En Noviembre de 2006 la cobertura de tercera generación en España es de un 80% con las operadoras Movistar y Vodafone, y de un 40% con Orange. Los teléfonos móviles actuales incorporan ya soporte para esta tecnología, aunque los servicios ofrecidos tienen aún un precio elevado. Existen también todo tipo de dispositivos que se conectan al PC para ofrecer conexión a Internet en cualquier lugar a través de la tecnología UMTS 3G.

En la tabla adjunta se ofrece una comparativa de la tasa máxima de transmisión de datos en los diferentes estándares de telefonía móvil que se utilizan en la actualidad:

<i>Sistema</i>	<i>Kbps max. teóricos</i>	<i>Kbps max. reales</i>	<i>Comentarios</i>
GSM	9,6	9,6	Conmutación de circuitos
HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)	57,6	28,8	Se agrupan varios canales GSM para una misma transmisión de datos
GPRS	171,2	44	Conmutación de paquetes
EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution)	384	70	Cambio de sistema de modulación
UMTS	De 384 a 2000	100	Interfaz radio UTRAN

Tabla 3.1: Velocidades de transmisión en telefonía móvil

3.8 Consideraciones finales

En este capítulo hemos estudiado GPRS, una de las tecnologías que usan los dispositivos móviles de segunda generación para conectarse a Internet.

Tras comprobar las carencias de velocidad que aportaba GSM en transmisión de datos, nació GPRS como una extensión de ese estándar. Tuvo que adaptarse a la red GSM, introduciendo una red de conmutación de paquetes que funcinara de forma paralela a la de conmutación de circuitos ya existente. A lo largo de este tema hemos podido conocer la arquitectura de red sobre la que funciona GPRS.

Esta nueva red utiliza un nuevo protocolo para poder transmitir datos a través de la interfaz radio. En los apartados anteriores se ha descrito el formato de estas nuevas tramas GPRS.

Por último se presenta la gama de terminales disponibles en el mercado con soporte GPRS, así como una breve introducción a la UMTS, sucesora de GPRS.

En el capítulo siguiente explicaremos qué son los Servicios Web XML y se expondrán distintas formas de implementarlos en dispositivos móviles con soporte J2ME.