

Capítulo 3

GPRS - General Packet Radio System

3.1 – Introducción

Después de que las primeras redes GSM fueran operacionales y los servicios de datos GSM comenzaran a funcionar, quedaron patentes los problemas resultantes de usar una red de conmutación de circuitos para transmitir datos: un largo periodo de acceso en las conexiones y una facturación en función de la duración de la conexión y no en función del volumen transmitido. El sistema GPRS (*General Packet Radio System*) mejora el tiempo de acceso a la red y soluciona el problema de la tarificación. En redes de conmutación de paquetes, las conexiones no reservan recursos permanentemente, sino que hacen uso de un fondo común o *pool*, lo cual es altamente eficiente y más, si cabe, cuando la comunicación es a ráfagas.

GPRS introduce en la red existente de GSM servicios portadores en conmutación de paquetes. En el sistema GPRS un usuario puede acceder a redes públicas, como Internet, usando sus protocolos (IP, X.25), los cuales se activan en el momento que el usuario se conecta a la red GPRS. La estación móvil puede usar de 1 a 8 *canales*¹ en la interfaz radio, dependiendo de la capacidad del terminal y de la configuración y estado de la red. Los canales se asignan dinámica y separadamente para los enlaces ascendente y descendente, pudiéndose alcanzar tasas de hasta 160 Kbps² [3, 7].

3.2 – Arquitectura de la Red GPRS

GPRS es una red de datos que utiliza la infraestructura de la existente red GSM para permitir la transferencia de paquetes. Para ello se introducen nuevos elementos en la red GSM, siendo los más importantes el SGSN (*Serving GPRS Support Node*) y el GGSN (*Gateway GPRS Support Node*) [3].

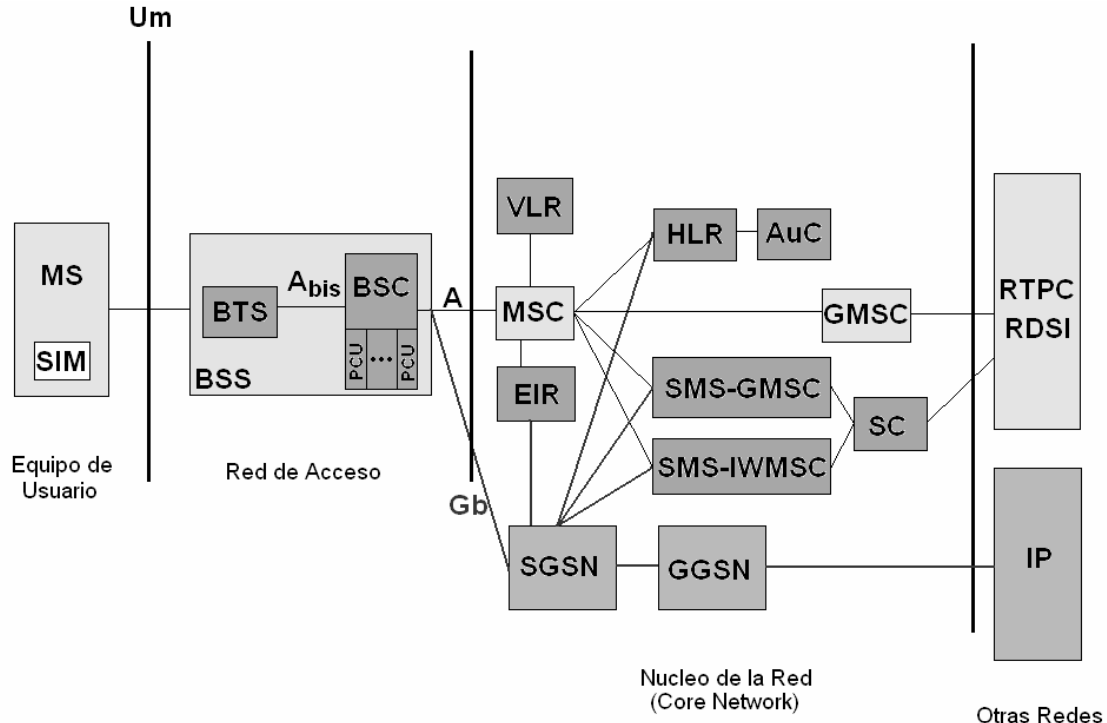


Figura 3.1 - Arquitectura red GPRS

¹ Por *canal* se entiende ranura de tiempo (time-slot).

² Tasa teórica para una estación móvil usando los 8 canales y sin corrección de error.

Si observamos la Figura 3.1, la cual muestra la arquitectura de la red GPRS, vemos que aparece una nueva interfaz, Gb, que conecta las BSCs con los nodos SGSN.

El impacto derivado de la implementación de GPRS sobre la red GSM, implica una actualización de la interfaz radio (Um) entre las BTSs y las estaciones móviles. Cada BSC requiere una actualización de su software, así como la instalación de una o más PCUs (*Protocol Control Unit*). La unidad de control de protocolo (PCU), es responsable de la segmentación LLC ¹, la manipulación del acceso al canal, el reparto de los canales, el tratamiento de las retransmisiones y la administración de los canales radio. Cada BTS también requiere una actualización de software, sin embargo, típicamente no requiere ninguna expansión hardware [7].

El tráfico de datos es separado a la salida del BSC. El tráfico de voz es enviado directamente a la MSC usando GSM estándar, y los datos son enviados a través de la PCU (usando Frame Relay ² en la interfaz Gb) a un nuevo dispositivo llamado SGSN.

A continuación se describen las funciones principales de los nodos SGSN y GGSN en la red GPRS [3]:

➤ SGSN (*Serving GPRS Support Node*)

Es el punto de acceso a la red GPRS para las estaciones móviles. Es responsable de la transferencia de paquetes desde/hacia los móviles en su área de servicio, esta tarea incluye:

- Enrutamiento de los paquetes
- Transferencia
- Gestión de la movilidad y del enlace lógico
- Autenticación
- Facturación

Al igual que en GSM, toda la información del usuario que se debe conocer en el nodo SGSN, se almacena en el registro GR (*GPRS*

¹ LLC: Logical Link Control: Subcapa perteneciente a la capa de enlace dentro del modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI).

² Frame Relay: Técnica de transmisión a conmutación de paquetes. Recomendación I.122 de la ITU-T

Register) que conceptualmente hace las funciones del registro HLR en GSM. El GR almacena el perfil de usuario, la dirección actual de SGSN y las direcciones del protocolo PDP (*Packet Data Protocol*) para cada usuario GPRS en la PLMN.

➤ GGSN (*Gateway GPRS Support Node*)

Es el otro tipo de nodo de soporte a GPRS. Actúa como interfaz lógico entre la red troncal GPRS y las redes PDN (*Packet Data Network*) externas. Convierte los paquetes GPRS provenientes de los nodos SGSN al formato PDP apropiado (IP o X.25 por ejemplo), y en el otro sentido, las direcciones PDP de los paquetes de datos entrantes son traducidas a direcciones GSM de los destinatarios y luego los paquetes son enviados al SGSN correspondiente. Para este propósito, la GGSN almacena la dirección del nodo SGSN del usuario y su perfil, consultándolo en los registros HLR/GR.

Un GGSN puede soportar múltiples SGSNs.

3.3 – Terminales GPRS

Los terminales GPRS se pueden clasificar según su modo de operación [3]:

➤ Terminal Clase A

El terminal se conecta a los servicios de GPRS y GSM. El usuario puede hacer uso de los dos servicios simultáneamente.

➤ Terminal Clase B

El terminal se conecta a los servicios de GPRS y GSM, pero solo puede operar con uno de ellos. La estación móvil en modo idle (también en GPRS) monitorea los canales de paging

(PCHs) en ambos servicios. No hay tráfico simultáneo, sino tráfico secuencial automático.

➤ Terminal Clase C

El terminal sólo se puede estar conectado a una red en un momento dado, o la red GRPS o la red GSM.

En la fase 2 de GSM (actualmente en el Release 8) el terminal usaba un canal (un time-slot) para el enlace ascendente y otro canal para el enlace descendente (Figura 3.2. '1-slot'). En GPRS es posible el uso de varios time-slots, por ejemplo dos para el enlace ascendente y dos para el descendente (Figura 3.2. '2-slot'). Además es posible una utilización de capacidad asimétrica en ambos enlaces [3].

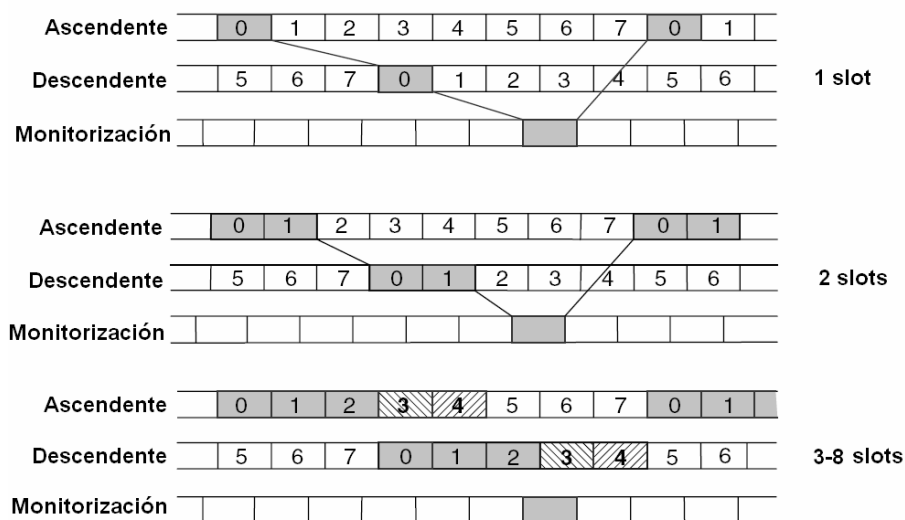


Figura 3.2 - Comunicación TDMA en GPRS

Existe una clasificación de terminales en función de la capacidad de uso múltiple de time-slots, cada clase es una combinación de los siguientes parámetros [3, 14]:

- Número máximo de time-slots que el MS (Mobile System) puede usar por trama TDMA en el canal descendente.
- Número máximo de time-slots que el MS (Mobile System) puede usar por trama TDMA en el canal ascendente.
- Número total de time-slots que puede usar el MS por trama TDMA en ambos canales.
- Tiempo necesario para poder llevar a cabo medidas de nivel de señal de celdas adyacentes (por parte del MS) y estar preparado para transmitir (T_{ta})
- Tiempo necesario para estar preparado para transmitir (T_{tb})
- Tiempo necesario para poder llevar a cabo medidas de nivel de señal de celdas adyacentes (por parte del MS) y estar preparado para recibir (T_{ra})
- Tiempo necesario para estar preparado para recibir (T_{rb})
- Capacidad para transmitir y recibir simultáneamente:

En este caso se pueden distinguir dos tipos de terminales:

Tipo 1: incapaz de transmitir y recibir simultáneamente.

Tipo 2: capaz de transmitir y recibir al mismo tiempo.

La mayoría de los terminales son del tipo 1, obedeciendo a diseños más simples.

La tabla 3.1 muestra la clasificación de terminales en función de los parámetros vistos. Una tabla más extensa (incluyendo los MS de tipo 2) puede encontrarse en las especificaciones técnicas del 3GPP¹.

Multislot class	Maximum number of slots			Minimum number of slots				Type
	Rx	Tx	Sum	Tta	Ttb	Tra	Trb	
1	1	1	2	3	2	4	2	1
2	2	1	3	3	2	3	1	1
3	2	2	3	3	2	3	1	1
4	3	1	4	3	1	3	1	1
5	2	2	4	3	1	3	1	1
6	3	2	4	3	1	3	1	1
7	3	3	4	3	1	3	1	1
8	4	1	5	3	1	2	1	1
9	3	2	5	3	1	2	1	1
10	4	2	5	3	1	2	1	1
11	4	3	5	3	1	2	1	1
12	4	4	5	2	1	2	1	1

Tabla 3.1 - Clasificación terminales GPRS

3.4 – Interfaces y Puntos de Referencia en la red GPRS

El sistema GPRS introduce una serie de interfaces con la arquitectura de la red GSM. Éstos son los denominados G-interfaces. La figura 3.3 describe la conexión lógica de cada elemento en el sistema GPRS a través de las interfaces y de los puntos de referencia de la red GSM con el sistema GPRS [3].

¹ 3GPP TS 05.02 version 8.11.0 Release 1999. Anexo B Multislot Capability

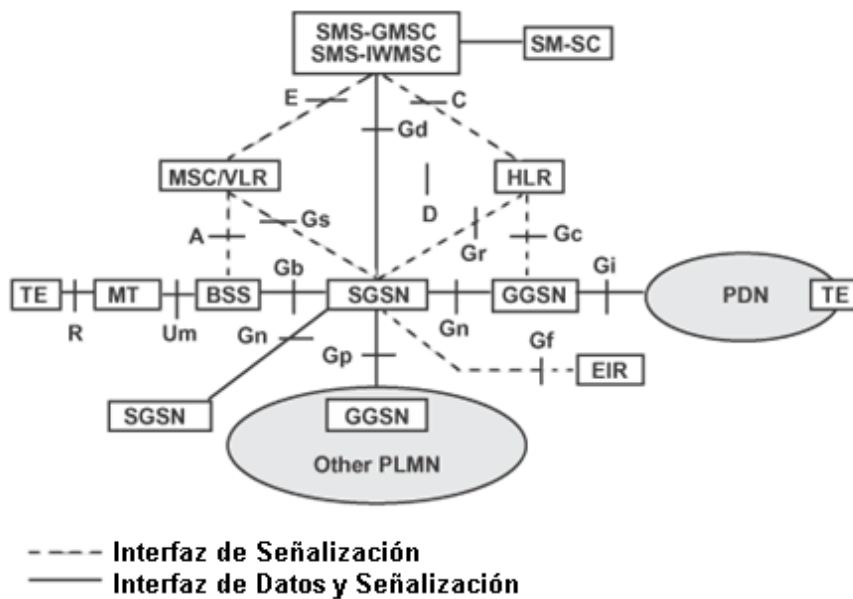


Figura 3.3 - Arquitectura lógica GPRS [3]

- Gb entre un nodo SGSN y el subsistema de estaciones base (BSS). Transporta el tráfico y señalización GPRS entre la red radio GSM y la red GPRS. El flujo es controlado por servicios basados en Frame-Relay¹.
- Gc entre los nodos GGSN y HLR. Provee al nodo GGSN de información de localización de los usuarios para la activación de contextos².
- Gd entre los nodos SMS-GMSC y SGSN, y entre los nodos SMS-IW MSC y SGSN. Permite un uso más eficiente del servicio SMS.
- Gf entre un nodo SGSN y el nodo EIR (Equipment Identity Register). Da acceso al SGSN al registro de información de equipos.
- Gn entre dos nodos GSN en la misma PLMN. Es la interfaz usada en la intra-PLMN troncal. Se usa el protocolo GTP (GPRS Tunneling Protocol) sobre IP.

¹ Mirar nota 2 en página 16

² Los Contextos PDP (Packet Data Protocol Context) son estructuras de datos presentes en los nodos SGSN y GGSN que contienen información acerca de la sesión de usuario cuando esta está activa [3].

- Gp entre dos nodos GSN en varias PLMN. Proporciona las mismas funcionalidades que la interfaz Gn, pero además las funciones necesarias en la red inter-PLMN, es decir, seguridad (firewall), encaminamiento, etc.
- Gr entre un nodo SGSN y el HLR. Da acceso al nodo SGSN a información de usuario en el HLR, la cual puede estar localizada en una PLMN diferente a la del SGSN.
- Gs entre un nodo SGSN y una MSC. Proporciona un enlace para el envío de información de localización hacia la MSC o la recepción de peticiones de conexión (paging) desde la MSC. Esta interfaz mejora el uso efectivo de los recursos radio y de red en redes GSM/GPRS.
- Um entre el terminal y la parte fija de la red GPRS. Es el interfaz radio de acceso, el cual es el mismo usado en la red GSM con algunos cambios GPRS.

Existen dos puntos de referencia en la red GPRS [3]:

- Gi entre el nodo GGSN y una red externa (Internet, por ejemplo). GPRS soporta una gran variedad de redes de datos, es por esto que Gi no es una interfaz estándar, sino un punto de referencia.
- R entre el equipo terminal y el móvil. Este punto de referencia conecta el móvil a un equipo terminal, por ejemplo un PC para transmitir datos sobre la red celular usando una tarjeta PCMCIA.

3.5 – Gestión de la Movilidad

La movilidad en GPRS es gestionada de la misma manera que en GSM salvo con ciertos cambios. Varias celdas conforman un área de nominada *routing area*, la cual es un subconjunto de una área de localización (*location area*) que es la unidad básica de localización en GSM. Cada *routing area* es servida por un nodo SGSN. Un móvil conectado y operando en la red GPRS puede estar en dos estados: STAND BY y READY. En el primer caso, la localización del móvil se conoce a nivel de *routing area*, en el segundo caso a nivel de celda [3].

3.5.1 – Estados en la Gestión de Movilidad

Existen tres estados posibles. El estado IDLE es usado para usuarios pasivos (no conectados a la red GPRS). El estado STAND BY es usado cuando el usuario acaba de salir de una fase activa. Un móvil está en una fase activa (estado READY) cuando está transmitiendo o acaba de transmitir. Las transiciones de un estado a otro tienen lugar cuando se completa una actividad, o cuando un determinado contador expira.

Veamos cada uno de los estados detalladamente [3]:

Estado IDLE:

El usuario no está conectado a la red GPRS. El MS sólo puede recibir datos point-to-multipoint (PTM). El usuario no posee un contexto válido. Para cambiar de estado, el móvil tiene que realizar el proceso GPRS attach.

Estado STAND BY:

El usuario está conectado a la red GPRS y su localización es conocida a nivel de *routing area*. El MS puede recibir datos PTM y pagging para datos PTP (*Point To Point*). La red posee un contexto de movilidad para el usuario. Si el MS envía datos, pasa al estado READY. El MS, o la red, puede iniciar el proceso detach para pasar al estado IDLE. El MS tiene la posibilidad de usar la recepción discontinua (DRX) para ahorrar batería [3].

Estado READY:

El usuario está conectado a la red GPRS y su localización es conocida a nivel de celda. El MS puede recibir datos PTM y PTP. El SGSN puede enviar datos al MS sin la necesidad de hacer paging y el MS puede enviar datos al SGSN en cualquier instante. La red mantiene el contexto para ese usuario. Si el timer expira, el MS pasa al estado STAND BY. Si el MS lleva a cabo el proceso detach, éste pasa al estado IDLE y el contexto asociado es eliminado. Un MS en estado READY no tiene la necesidad de tener reservados recursos radio. El MS puede usar recepción discontinua (DRX) para ahorrar batería [3].

La Figura 3.4 muestra gráficamente los estados de Gestión de la Movilidad en GPRS.

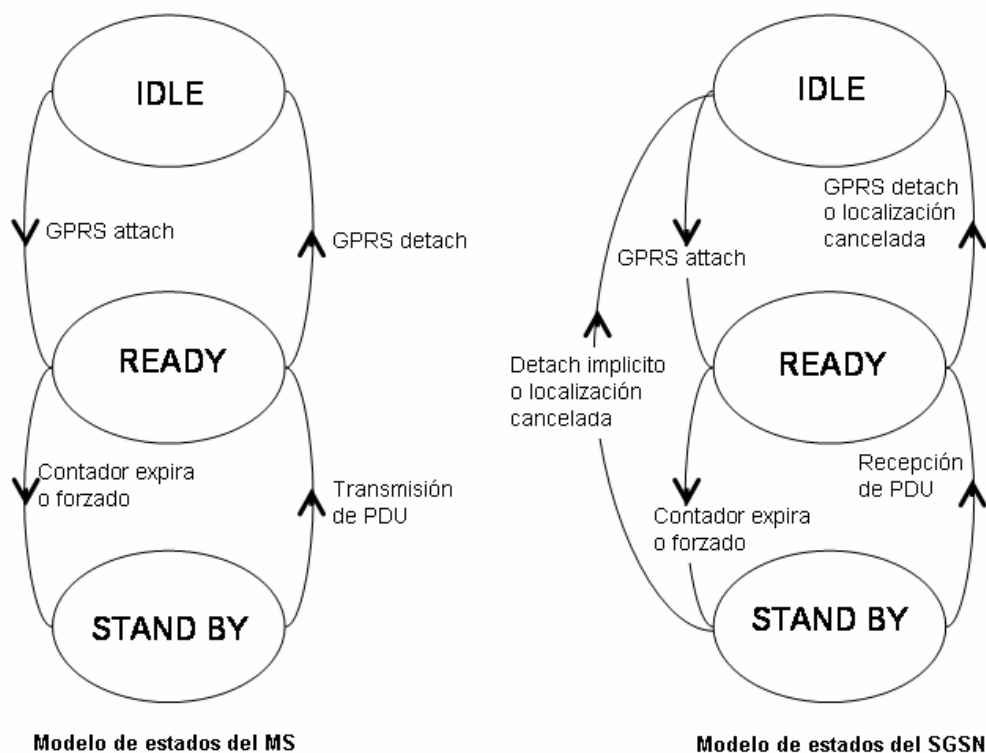


Figura 3.4 - Estados en movilidad GPRS [3]

3.5.2 – Procesos GPRS attach y detach

Attach y detach son procesos que gestionan la movilidad GPRS, estableciendo y terminando, respectivamente una conexión con la red GPRS.

En el proces attach, el MS pasa al estado READY y se crea un contexto de movilidad, el MS es autenticado, se generan claves de cifrado y se le asigna al MS un identificador lógico de enlace temporal. El SGSN obtiene la información del HLR. Para transmitir datos, el MS tiene que activar primero un contexto PDP .

Veamos el proceso de attach y la activación de un contexto PDP graficamente [7]:

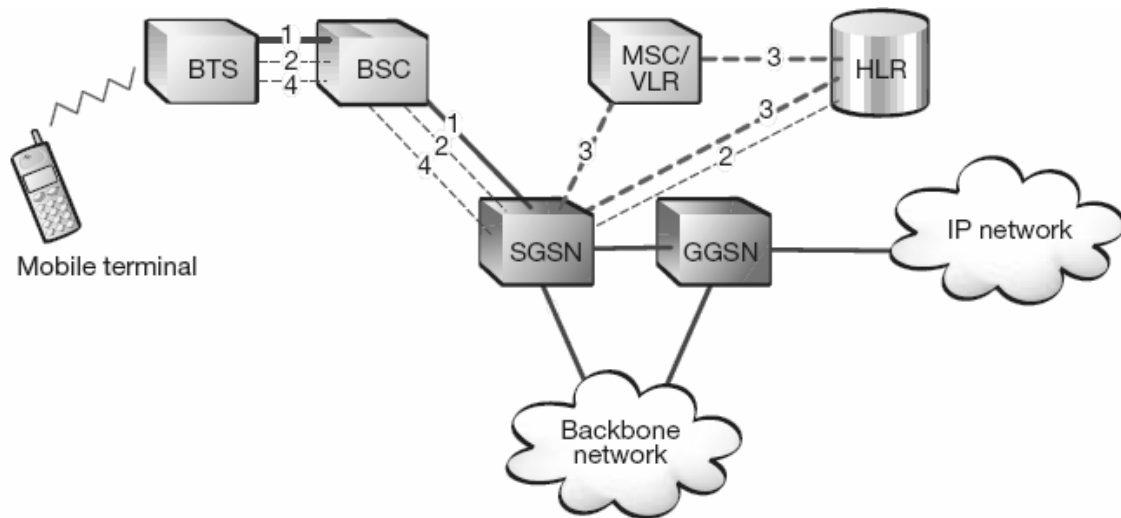


Figura 3.5 - Proceso attach [7]

ATTACH:

1. Petición del terminal para hacer attach, indicando su capacidad multislot y algoritmos de cifrado soportados.
2. Se realiza el proceso de autenticación entre HLR y el terminal.

3. Se copian los datos de usuario en el SGSN y en la MSC/VLR.
4. El SGSN informa al terminal el final del proceso.

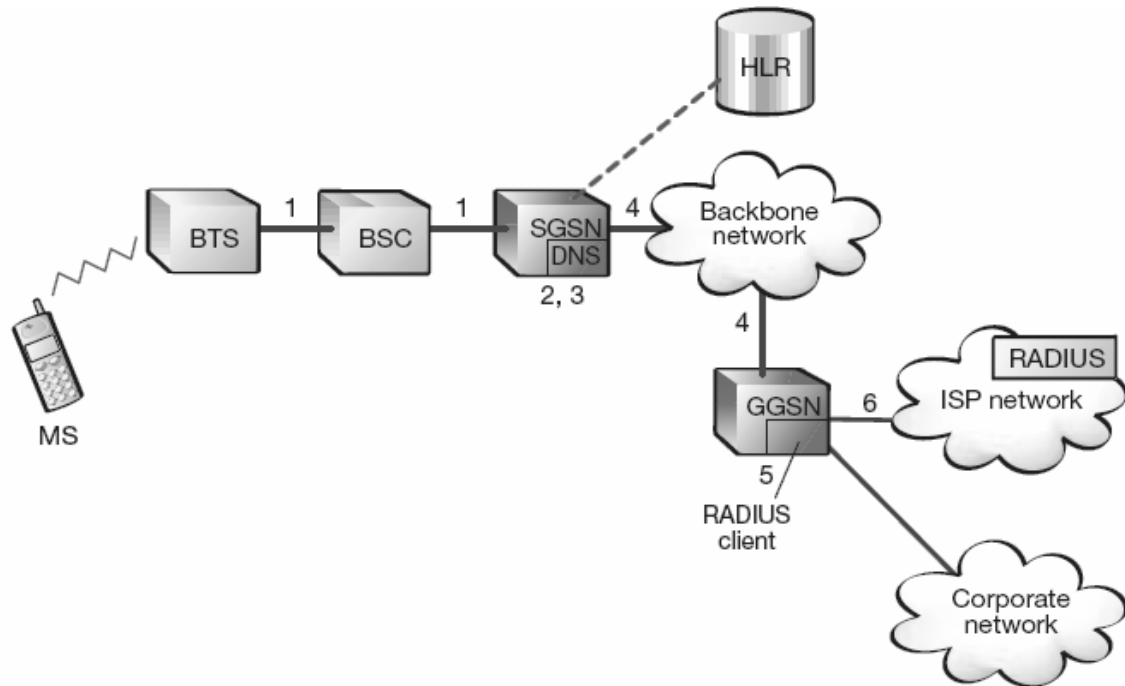


Figura 3.6 - Activación de contexto PDP [7]

ACTIVACIÓN DE CONTEXTO PDP:

1. Petición de activación de contexto PDP por parte del terminal.
2. El SGSN valida la petición basandose en la información recibida del HLR en el proceso attach.
3. El APN¹ es enviado a un servidor de nombres (DNS) en el SGSN para resolver la dirección IP del GGSN objetivo.
4. Se crea una conexión lógica entre el SGSN y el GGSN (GTP Tunnel – GPRS Tunnelling Protocol).

¹ Un Access Point Name (APN) identifica una red externa y accesible. Un APN tiene varios atributos asociados que definen como acceder a la red en cuestión. Por defecto, la tarjeta SIM está configurada con el APN del proveedor de servicio.

5. El GGSN asigna al terminal una dirección IP dinámica (dentro del rango IP perteneciente a la PLMN, o externamente, a través de un servidor RADIUS). En el GGSN se incluye un servidor RADIUS para soportar tareas de autenticación en conexiones provenientes de redes externas con servidores RADIUS (punto 6).

Cuando un usuario quiere terminar la conexión GPRS tiene lugar el proceso detach, en el que el MS pasa al estado IDLE y el contexto de movilidad es borrado. Ésto último puede ocurrir también automáticamente en el caso de que un determinado contador expire, o de manera forzada por parte de la red.

3.5.3 – Contextos PDP

Los contextos PDP tienen funciones de la capa de red. Éstas ligan el MS a direcciones PDP que son liberadas al finalizar la sesión. Un MS puede estar ligado a varios contextos PDP. Cuando un MS realiza el proceso attach, activa todos las direcciones que va a usar en el intercambio de datos con redes externas [3].

Existen varios tipos de direcciones PDP. La red HPLMN (*Home Public Land Mobile Network*) puede asignar al MS una dirección PDP estática (con carácter permanente), o bien, una dirección PDP dinámica (de carácter temporal) a la hora de activar un contexto PDP. Las redes PLMN visitadas (*Visited Public Land Mobile Network*) asignan una dirección PDP dinámica al MS cuando éste activa el contexto PDP [3].

La activación de un contexto PDP puede ser ejecutada por el MS o por la red. Además el SGSN puede modificar parámetros de un contexto PDP relacionados con la prioridad y calidad del servicio. Por último, un contexto PDP puede ser desactivado por parte de la red o por el propio MS. Cuando se ejecuta el proceso detach, la red borra automáticamente todos los contextos PDP [3].

3.6 – Interfaz radio en GPRS

GPRS define una nueva interfaz basada en TDMA para proporcionar transmisión de paquetes sobre la interfaz de aire, estableciendo, de esta forma, nuevas maneras de usar los canales de radio GSM ya existentes. En GPRS se establecen procedimientos a través de los cuales múltiples usuarios pueden compartir simultáneamente los recursos de radio y las ranuras de tiempo. GPRS define una administración de recursos radio completamente diferente a la de conmutación de circuitos que establecía GSM, donde se asignaban ranuras por tiempo indefinido. Por el contrario, GPRS asigna ranuras de tiempo al usuario sobre la base paquete a paquete. GPRS mantiene el esquema de modulación (GMSK - *Gaussian Minimum Shift Keying*), la anchura del canal y la estructura de la trama usados en GSM. GPRS utiliza TDMA para proveer acceso múltiple. Esta técnica se basa en la coordinación de números específicos de tramas y ranuras en un tiempo dado [3].

3.6.1 – Canales físicos y lógicos en GPRS

Para transportar datos desde el móvil a la red, GPRS, al igual que GSM, diferencia la información de señalización de la del usuario a través de canales lógicos. Los canales de tráfico están divididos en dos categorías: de sesión de conmutación de circuitos, en la cual los usuarios son asignados a un canal durante la duración de la llamada; y de sesión de conmutación de paquetes, en la cual múltiples usuarios comparten un canal particular en ciertas ranuras de tiempo y frecuencias en TDMA. Sin embargo, únicamente un usuario puede ser asignado a una ranura de tiempo particular y a una frecuencia en un instante dado. En la Tabla 3.2 se presentan los canales, físicos y lógicos, propios de GPRS que se suman a los GSM existentes.

Tipo de Canal		Denominación	Descripción
Canales Físicos GPRS	Canales de Paquetes de Datos (Packet Data CHannel) PDCH	Canales PDCH dedicados	Son asignados de forma exclusiva para el servicio GPRS
		Canales PDCH bajo demanda	Son utilizados para GPRS si no son necesarios para GSM ¹
Canales Lógicos GPRS	Canales Comunes de Control	PPCH (Packet Paging CHannel)	Utilizado para localizar una estación móvil antes de la transferencia de paquetes.
		PRACH (Packet Random Access CHannel)	Lo utiliza la estación móvil para solicitar canales GPRS.
		PAGCH (Packet Access Grant CHannel)	Utilizado para comunicar a la estación móvil los canales de tráfico asignados.
		PNCH (Packet Notification Channel)	Utilizado para enviar notificaciones PTM-M ² a un grupo de MSs
	Canales de difusión	PBCCH (Packet Broadcast Control CHannel)	Utilizado para difundir información de control general del sistema GPRS
	Canales de tráfico	PDTCH (Packet Data Traffic Channel)	Usado para transferencia de paquetes de datos.
	Canales dedicados de control	PACCH (Packet Associated Control CHannel)	Canal de señalización asociado a un canal de tráfico PDTCH.
		PTCCH (Packet Timing Control CHannel)	Utilizado para enviar información relacionada con el timing advance.

Tabla 3.2 - Canales en GPRS [3]

¹ Los servicios de voz tienen prioridad sobre los servicios de datos.

² Tráfico punto a multipunto (Point to Multipoint – Multicast)

3.6.2 – Esquemas de codificación

GPRS define cuatro esquemas de codificación distintos para los canales de tráfico de paquetes: CS1, CS2, CS3 y CS4[3]. En todos los demás canales lógicos (canales de control) se utiliza la codificación CS1, salvo para el canal de acceso PRACH, en el que están definidas otras dos codificaciones distintas¹ [3].

La diferencia entre un esquema u otro reside en la cantidad de código de corrección de error utilizado, con la variación correspondiente en la cantidad de información de usuario por trama. La selección del esquema de codificación a utilizar en la transmisión se hace en función de la relación C/I (portadora/interferencia) existente en el canal radio. La Tabla 3.3 muestra las características de cada uno de los esquemas de codificación a grandes rasgos.

Esquema	Code rate	Tasa total (Kbps)	Tasa de usuario (Kbps)
CS-1	1/2	9.05	8
CS-2	~2/3	13.4	12
CS-3	~3/4	15.6	14.4
CS-4	1	21.4	20

Tabla 3.3 – Esquemas de codificación en GPRS [3]

La columna *Code rate* indica la cantidad de redundancia añadida, es decir, para el esquema CS1 por cada bit de usuario (bit de información) se transmiten 2 bits. Se puede observar que utilizando el esquema de codificación CS4 no se añaden bits de redundancia, siendo éste el esquema a utilizar cuando el canal radio se encuentre en condiciones óptimas de relación C/I. Las diferencias entre la tasa total y la tasa de usuario se deben a las cabeceras introducidas para el control de la transmisión [3].

3.6.3 – Factor de reducción del throughput

Para estipular la tasa media por canal (Kbps por canal PDCH) percibida por el usuario, es necesario conocer dos factores: la capacidad máxima del

¹ Sección 1.4.9.3 - GSM, GPRS and EDGE performance. Timo Halonen, Javier Romero, Juan Melero. John Wiley & Sons, Ltd. 2003 2° Edition

canal, la cual es determinada exclusivamente por la relación C/I que exige el uso de un determinado esquema de codificación, y un factor que modela la situación en la que varios móviles compiten por el mismo canal [12]. Éste último factor depende de la carga de tráfico existente en el sector, y el número de *time-slots* solicitados por cada terminal.

Determinar el throughput percibido por el usuario, en función de la carga media del canal (*time-slot*) y la relación C/I, no es inmediato. El método que se utiliza en la planificación calcula la tasa máxima por canal, en función de las condiciones radio, y la reduce a través de un factor de diseño que modela el efecto de reducción del throughput debido al intento, por parte de varios terminales, de acceder a un canal al mismo tiempo [12].

En el caso particular de realizar el dimensionamiento de tráfico con el software ATOLL, el factor de reducción de throughput es calculado a través de unas tablas, en función de la carga de la celda, y del número de *time-slots* disponibles.

3.7 – Administración de los recursos radio en redes GSM/GPRS

En una red GSM/GPRS los dos tipos de servicios, voz y datos, compiten por los mismos recursos de la red inalámbrica, ambos servicios tienen diferentes necesidades de calidad de servicio, y por lo tanto, el esquema utilizado al compartir los recursos de radio juega un importante papel en el dimensionamiento de la red. Tradicionalmente se han utilizado diferentes modos de transferir información en las redes celulares: La conmutación de circuitos, que es el esquema adecuado para comunicaciones de tiempo real que demandan un flujo continuo de información como GSM, y la conmutación de paquetes, que es el esquema más adecuado para aplicaciones que tienen un comportamiento de tráfico a ráfagas como GPRS o internet. Puede surgir un tercer esquema, denominado conmutación híbrida [3] que es el esquema utilizado en redes como GPRS/GSM. La conmutación híbrida o de tráfico mixto comporta ambos tipos de conmutación y puede ser implementada con tres métodos de asignación del canal: división completa, reparto completo y reparto parcial. En el esquema de división completa el ancho de banda se divide en dos partes diferenciadas: los usuarios de voz utilizarán únicamente una parte y

los usuarios de datos harán uso exclusivo de la otra. En el esquema de reparto completo todo el ancho de banda se comparte por los dos tipos de usuarios, y se asigna de forma dinámica. Por último, en el esquema de reparto parcial, los usuarios de datos tienen parte del ancho de banda en exclusivo, pero también pueden hacer uso del ancho de banda libre de los usuarios de voz. Desde la perspectiva del grado de servicio (GoS - *Grade of Service*), los métodos de reparto completo y de reparto parcial son problemáticos para los servicios de voz si no se establecen esquemas de prioridad de estos últimos frente a los servicios de datos. Las políticas de asignación de canales deben ser la resultante de un equilibrio entre el retardo, el throughput y la utilización del espectro. La selección del método óptimo para una red de este tipo debe ser el producto de las estimaciones realistas de tráfico, con lo que se pretende asegurar un buen rendimiento de ambos servicios.

3.7.1 – Asignación de recursos en GPRS

La mejor decisión que podría tomar un operador GSM que desee ofrecer servicios GPRS en una red GSM es compartir el espectro existente entre ambos servicios dado que en condiciones de tráfico pico, la utilización media del canal en GSM es bastante modesta. Por esta razón, se asume siempre que se utilizarán de forma compartida los recursos de radio existentes para ambos servicios. La distribución de canales entre los servicios de conmutación de circuitos (GSM) y de conmutación de paquetes (GPRS) puede ser llevada a cabo dinámicamente con base en la demanda de capacidad, carga actual de tráfico y prioridad del servicio.

3.7.2 – Acceso múltiple y ganancia de multiplexación estadística

GSM asigna de forma permanente un canal a un usuario durante la duración de la llamada mientras que GPRS asigna los canales cuando los paquetes son enviados o recibidos y se liberan después de la transmisión. Con este principio, múltiples usuarios pueden compartir un mismo canal físico (multiplexación estadística) que provoca un mejor aprovechamiento de los recursos de radio y un incremento en la capacidad del sistema. El estándar

GSM 05.02 del ETSI define dos modos diferentes de acceso al medio que deberían ser soportados por todas las estaciones móviles: la asignación fija y la asignación dinámica. En la asignación fija, los recursos asignados a un móvil son suficientes para transmitir los datos que ya tiene listos para la transmisión y éstos son fijos durante un tiempo denominado período de asignación, desde esta perspectiva, un móvil GPRS diferente, puede ser multiplexado en el tiempo en el mismo canal de paquete de datos dependiendo de la duración del período de asignación. En la asignación dinámica se utiliza una bandera denominada USF: *Uplink State Flag* en dirección de bajada para reservar los canales de paquetes de datos de subida a diferentes móviles. El mensaje de «asignación de paquete de subida» incluye la lista de los canales de paquetes de datos asignados al móvil y los correspondientes valores de USF para cada canal. El móvil monitorea los flags en los canales de paquetes de datos asignados y transmite bloques de radio en los que mantiene actualizados los valores reservados de los USF para el uso del móvil. Este esquema proporciona una utilización más flexible de los recursos de radio en general.

3.7.3 – Uso asimétrico de los recursos radio de subida y de bajada

En el caso de transmisiones de conmutación de circuitos, los canales son reservados simétricamente a pares. Sin embargo, en transmisiones de conmutación de paquetes, los canales de subida y de bajada se utilizan como recursos independientes. Esto quiere decir que en cierta ranura TDMA, un canal de subida PDCH puede contener datos de un móvil, mientras que los datos a otro móvil pueden ser transmitidos en el PDCH de bajada. La justificación para este comportamiento es la naturaleza asimétrica del tráfico de datos.