

### 3.4 GPRS

El Sistema General de Paquetes de Datos, GPRS (General Packet Radio Service), es un estándar para el transporte de paquetes de datos que comparte con GSM su rango de frecuencias. Pensado para facilitar la compatibilidad entre operadores, se implementa sobre la red GSM añadiendo las entidades funcionales que la doten de esta nueva capacidad, y que a su vez posibiliten el interfuncionamiento con redes externas basadas en paquetes de datos como Internet.

El nacimiento de GPRS fue provocado por las limitaciones impuestas por la naturaleza GSM en su evolución natural, ya que fue originalmente concebida para tráfico de voz y al implementar tráfico de datos se vio que era tecnológicamente insuficiente:

- Velocidad de transmisión de datos baja (9.6 Kbps).
- Elevado tiempo de conexión.
- Facturación basada en tiempo, y no en volumen de tráfico generado.

De esta forma operadores y usuarios se ven beneficiados. Los operadores consiguen un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico, ya que el enlace radio solo estará reservado cuando esté siendo utilizado, siendo posible que varios usuarios compartan el mismo canal aumentando su eficiencia. Por otro lado los usuarios podrán acceder a las redes de datos como Internet, teniendo acceso a su correo, intranet, realizar transferencia de ficheros... y todo desde su teléfono móvil (*Ref.B-1*).

#### 3.4.1 Arquitectura del Sistema GPRS

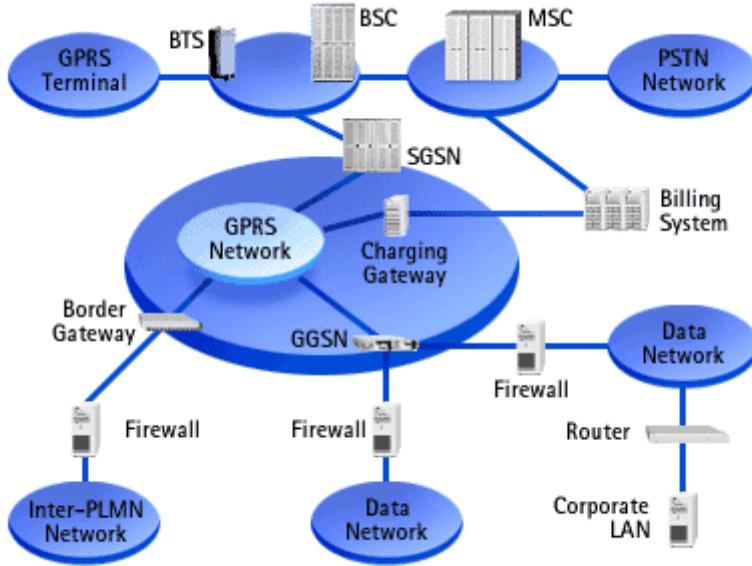
Para implementar GPRS sobre una red GSM hay que modificar tanto la red de acceso como el núcleo de la red, sin embargo será el núcleo el que necesite una actualización más profunda. Los nuevos elementos que GPRS aporta a la red GSM serán:

- SGSN: Serving GPRS Support Node/Nodo de Soporte del Servicio GPRS.
- GGSN: Gateway GPRS Support Node/Pasarela del Nodo de Soporte GPRS.
- CG: Charging Gateway/Pasarela de Cargo
- BG: Border Gateway/Pasarela de Frontera
- DNS: Domain Name System/Sistema Nombre de Dominio
- PCU: Packet Control Unit/Unidad de Control de Paquete

A continuación se detalla cómo queda la red GPRS así como la funcionalidad de cada nuevo elemento.

##### 3.4.1.1 Arquitectura del Núcleo de la red GPRS

En el siguiente esquema se observa el aspecto que tiene el núcleo de una red GPRS.



**Figura 3.11.- Esquema de una red GPRS.**

Estos elementos están interconectados a través de redes de transporte IP. Las redes de transporte para el sistema GPRS pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Red de transporte Intra-PLMN.

Permite la comunicación entre los SGSNs y los GGSNs del mismo operador. Esta comunicación, dependiendo de la distancia entre elementos, puede hacerse a través de conmutadores (en caso de que se encuentren ubicados en el mismo sitio) o a través de una red de transporte basada en IP (como por ejemplo una red ATM).

- Red de transporte Inter-PLMN.

Posibilita el roaming entre operadoras, esto es, la comunicación entre los SGSNs de un operador con los GGSNs de otro.

### 3.4.1.2 Entidades funcionales nuevas del Núcleo GPRS

Se listan a continuación los distintos elementos introducidos anteriormente y se explica su funcionalidad dentro de la red (*Ref.B-5*).

- SGSN - Serving GPRS Support Node

Nodo encargado (junto con el GGSN) de realizar la commutación de paquetes en la red GPRS. Está conectado a la BSC por medio del interfaz Gb y constituye para el terminal móvil el punto de acceso al servicio de la red GPRS. Sus funciones son:

- Retransmisión de datos entre el móvil (MS) y el GGSN (en los dos sentidos)
- Gestión del registro y la movilidad de los MS.

- Paging (Aviso). Procedimiento para que el MS pase de estado “reposo” a “activo”, y así poder llevar a cabo el intercambio de datos.
- Recogida de información para facturación (CDRs) y envío al CG.
- Conversión de IP (red transporte) a SNDCP y LLC empleados entre el SGSN y el MS.

Donde SNDP (Sub Network Dependent Convergence Protocol) es un protocolo de capa de red encargado principalmente de convertir, encapsular y segmentar distintos formatos para convertirlos al formato de SNPDU de la subred sobre los que van a pasar. Bajo SNDP, en la capa de enlace, nos encontramos el protocolo DLL (Data Link Layer), cuya subcapa superior es LLC (Logical Link Control), cuya labor principal es gestionar el control de errores y de flujo, así como el entramado y direccionamiento sobre la subcapa MAC (Media Access Control, subcapa inferior del DLL).

Debido a que el correcto funcionamiento de estos nodos es crítico para el funcionamiento de la red, suelen llevar redundancia.

- GGSN - Gateway GPRS Support Node

Su misión principal es la conexión del terminal móvil a redes de datos externas para el acceso a sus servicios y aplicaciones basadas en IP: Internet, intranet. Desde el punto de vista de las redes externas, se comporta como un router conectado a una subred, ocultando la infraestructura de red GPRS al resto de redes. Sus funciones son:

- Transferencia de datos de usuario y señalización hacia el backbone GPRS.
- Interconexión con Redes Externas.
- Recogida de información para facturación (CDRs).
- Almacenar información de encaminamiento de los usuarios conectados.
- Recepción de datos de usuario desde redes externas (intranet, Internet) y envío al SGSN que controla el móvil, mediante el protocolo de túnel GTP (GPRS Tunneling Protocol)
- Recepción de paquetes de datos desde el SGSN o BG, eliminación de cabeceras GTP y encaminamiento de los datos de usuario hacia la intranet o Internet.
- Recepción de datos de señalización desde la red de transporte y configuración de la operación correspondiente.
- Recogida de datos sobre la sesión: APN (Access Point Name es el nombre de un punto de acceso para GPRS a configurar en el teléfono móvil para que pueda acceder a Internet), volumen de datos, tiempo de vida del contexto, uso de IPs estáticas/dinámicas para la generación de CDRs.
- Garantizar la privacidad y seguridad para la red de transporte y el terminal. Actúa como un gateway entre redes externas y la red de transporte GPRS.
- Asignación de IPs a los terminales, estáticas o dinámicas.
- Proporcionar los servicios básicos de acceso para el proveedor de servicios de Internet (ISP - Internet Service Provider), y en caso de que exista, al plano de servicios.
- En el traspaso inter-SGSN, dialoga con los SGSNs implicados con el fin de mantener actualizada la información concerniente al contexto activo.

Al igual que en el caso de SGSN, este dispositivo debe poseer redundancia para asegurar el correcto funcionamiento de la red.

- BG - Border Gateway

El Border Gateway representa la puerta de conexión con otras PLMNs y posibilita el intercambio de datos de forma segura a través de la red de transporte Inter-PLMN, en lugar de hacerlo a través de Internet. Un BG es un router que maneja algún protocolo de routing a través de la interfaz Gp. Normalmente se utiliza BGP (Border Gateway Protocol). Suele tener implementada la función de Firewall.

- CG - Charging Gateway

Recoge los CDRs generados en los SGSNs y GGSNs, los consolida y pre-procesa antes de pasarlos al sistema de facturación (Billing System).

- DNS - Domain Name System

Lleva a cabo la traducción de nombres lógicos de los nodos de red a direcciones físicas e interviene en la activación de contextos PDP (Protocolo de Paquetes de Datos), proporcionando al SGSN la dirección del GGSN por el que acceder al servicio. En los cambios de Routing Area (RA), proporciona la dirección del SGSN al que pertenece la RA antigua.

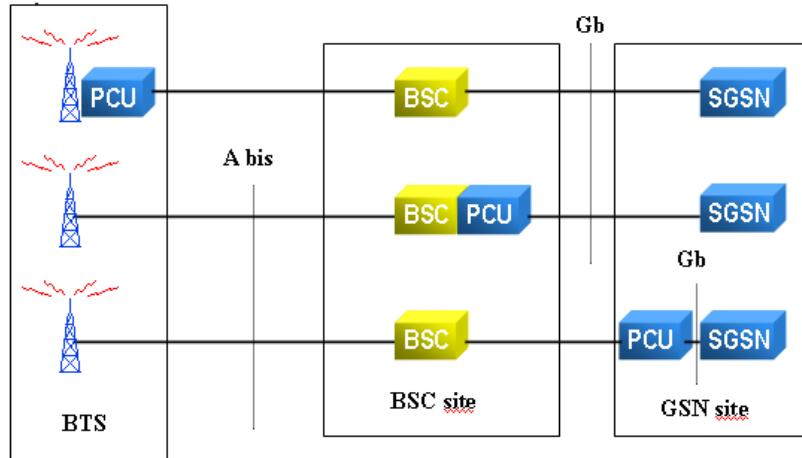
- Firewall

Realiza una barriar segura entre dos redes.

### 3.4.1.3 Subsistema radio en GPRS

Mientras que en GSM los canales se asignaban de forma permanente a un usuario mientras durara la llamada, en GPRS se puede utilizar el mismo canal para varios usuarios dado que dicho canal solo se asigna cuando se transmiten o reciben paquetes. Además, los canales GPRS pueden asignarse dinámicamente en los intervalos libres de los canales en modo circuito, consiguiéndose un uso más eficiente del espectro.

Para conseguir todas estas mejoras sobre el acceso a los recursos de la red solamente será necesario la actualización software de las BSSs GSM, así como instalar un nuevo módulo hardware llamado Unidad de Control de Paquetes (PCU - Packet Control Unit). El PCU usualmente se implementa en la BSS, junto a la BSC, aunque también puede encontrarse en la BTS o en la MSC.

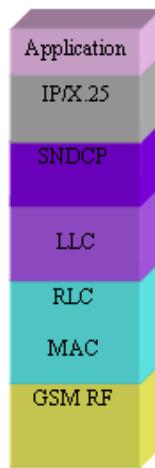


**Figura 3.12.- Modelos de adaptación GSM a GPRS**

El PCU será el responsable del manejo MAC y RLC en el interfaz aire, y del manejo BSSGP y de los servicios de red (NS - Network Services) en el interfaz Gb.

#### 3.4.1.3.1 Protocolos en el acceso radio GPRS

En la siguiente figura se muestra la torre de protocolos implementada en el MS y que actúa sobre el interfaz aire.



**Figura 3.13.- Torre de protocolos en MS.**

Al otro lado del interfaz Um, la BSS implementa los protocolos hasta el RLC, siendo LLC necesario en la comunicación con el SGSN ya en el interfaz Gb. A continuación se describen las funciones de los distintos protocolos en el MS (*Ref. W-2*).

- SNDCP - Sub Network Dependent Convergence Protocol. Se encarga de la segmentación, de la compresión de datos y cabeceras TCP/IP, así como de la encriptación de la información como sistema de seguridad para el usuario.
- LLC - Logical Link Control. Se encarga del mantenimiento del contexto entre el móvil y la red. Además implementa sistemas para la retransmisión de tramas y la detección de tramas corruptas.
- RLC - Radio Link Control. El Control del Radio-enlace se encarga de la transferencia de las unidades de datos de nivel de enlace, llamadas LLC-PDU (Unidad de Datos de Protocolo LCC), entre las capas LCC y MAC. En esta función se engloban:
  - Segmentación y reconstrucción de las unidades de datos LLC-PDUs en los bloques de datos RLC.
  - Procedimientos de control de errores, permitiendo la retransmisión selectiva de las palabras código que no puedan ser corregidas.
  - Control del orden en que son transmitidos los bloques de datos RLC.
  - Transmisión de mensajes de control teniendo en cuenta las condiciones del canal radio.
- MAC - Medium Access Control. Se encarga de la multiplexación de datos y señalización sobre el canal, así como de arbitrar la compartición de éste por los móviles, resolviendo las posibles colisiones en el acceso y asignándolo finalmente a uno de ellos.

#### 3.4.1.3.2 Canales lógicos en el interfaz Um

Se denomina Canal PDCH (Packet Data Channel) al canal físico dedicado al tráfico GPRS (*Ref.B-7*). Sobre este canal se mapean los distintos canales lógicos, cada uno con una determinada función. Estos canales se detallan en el siguiente esquema.

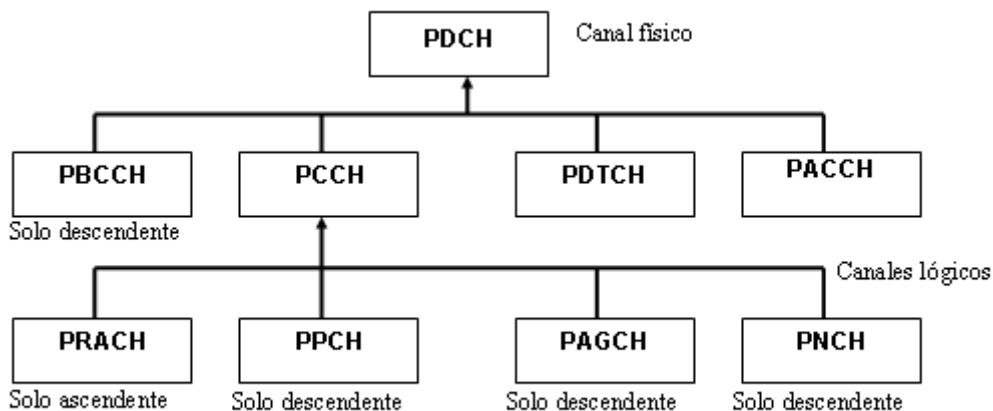


Figura 3.14.- Canales de datos GPRS.

- PBCCH - Packet Broadcast Control Channel

Transmite específicos paquetes de datos PSI (Packet System Information). Si el canal PBCCH no está asignado, estos PSIs serán transmitidos sobre el canal BCCH (Broadcast Control Channel). Estos PSIs tienen como función informar a los terminales sobre los parámetros GPRS dentro de la celda, por lo que solo se transmitirán en el DL.

- **PCCCH - Paging Control Channel**

El Canal de Control de Localización es utilizado cuando la red no conoce la celda que da servicio al usuario. También se utiliza cuando el usuario está conectado a una celda pero está utilizando procedimientos de bajo consumo (sleep mode). Lo componen cuatro tipos de canales:

- PRACH - Packet Random Access Channel. Utilizado por el móvil para iniciar la transferencia de datos o de señalización en el UL.
- PPCH - Packet Paging Channel. Para localizar el móvil previo al inicio de transferencia de datos en el DL.
- PAGCH - Packet Access Grant Channel. Utilizado en el establecimiento de transferencia de paquetes para enviar al MS información sobre asignación de recursos previa a la transferencia. Lógicamente sólo tiene sentido en el DL.
- PNCH - Packet Notification Channel. Usado para enviar notificaciones de multicast a un grupo de usuarios en comunicaciones punto-multipunto previo a la transferencia de datos. Siempre en el DL.

- **PDTCH - Packet Data Traffic Channel**

Es un canal asignado a la transmisión de datos. Estará temporalmente dedicado a una MS o a un grupo de móviles en el caso de una comunicación punto-multipunto. Es posible utilizar el canal en modo “multislot”, por lo que es posible encontrar varios canales PDTCH asignados a un mismo MS para una única transferencia de paquetes en paralelo.

- **PACCH - Packet Associated Control Channel.**

Transporta información de señalización relativa a una determinada MS. Contiene información como acuses de recibo o información de control de potencia. También contiene información sobre asignación de recursos y mensajes de reasignación.

A parte de estos canales de control, existen dos canales lógicos dedicados a la sincronización de terminales, esto es, la gestión del Timing Advance del sistema TDMA. A saber:

- PTCCH/U - Packet Timing Advance Control Channel. Usado por parte de un MS para transmitir ráfagas aleatorias de ajuste del “Timing Advance”. Se da en el UL.
- PTCCH/D - Packet Timing Advance Control Channel. Transmite información del “Timing Advance” para actualizar varios móviles. De da en el DL.

Por norma general un PTCCH/D se corresponde con varias PTCCH/U.

### 3.4.1.4 Interfaces y protocolos del sistema GPRS

Aparecerán nuevos interfaces con respecto a GSM dado que se añaden nuevos elementos a la arquitectura, tanto para la comunicación de dichos elementos entre sí como para que estos se comuniquen con los ya existentes (*Ref.B-7*). En la siguiente figura se muestran estos nuevos interfaces. Las interfaces que aparecen entre elementos GPRS serán Gb, Gn y Gp, mientras que entre éstas y los nodos GSM aparecen las interfaces Gr, Gs, Gd, Gc y Gf. El operador no tiene porqué implementar todos los interfaces, siendo opcionales Gs, Gd, Gc y Gf. Aparecen también los interfaces Gi y Gp con las redes externas.

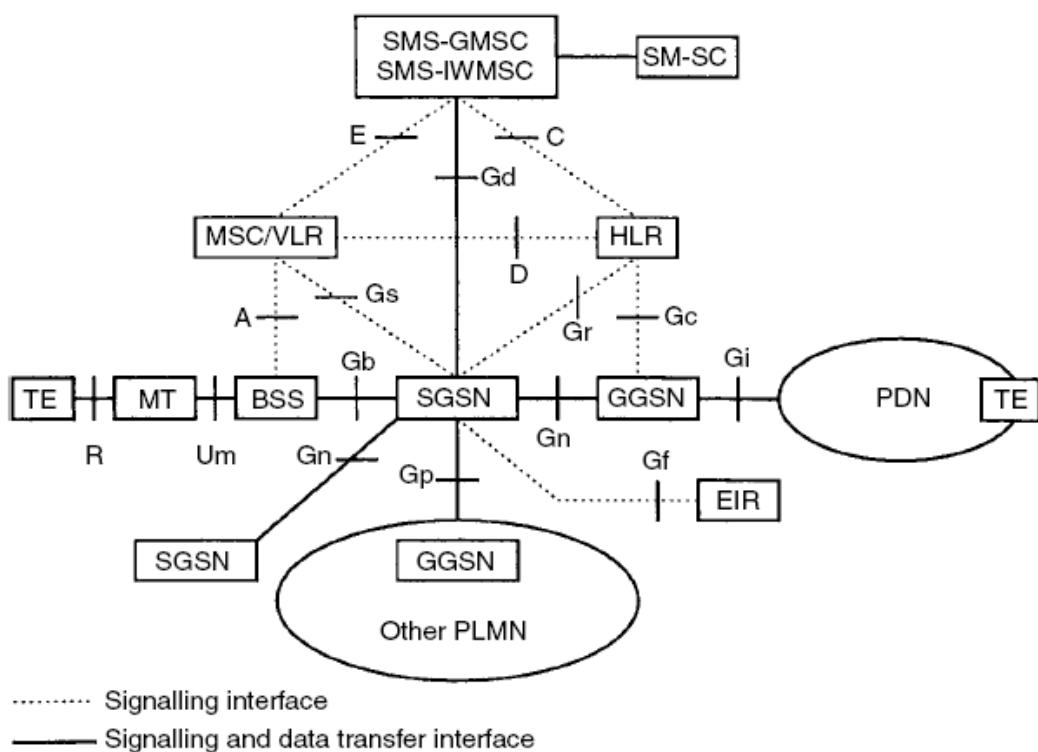


Figura 3.15.- Interfaces entre entidades GPRS.

Se comentan a continuación los interfaces del esquema:

- Gb entre SGSN y BSS. Transporta el tráfico GPRS y la señalización entre la red GSM (BSS) y la parte GPRS. Servicios de red basados en Frame Relay proveerán el control de flujo para este interfaz.
- Gc entre GGSN y HLR (opcional). El GGSN sólo podrá demandar información de localización de un MS a través de éste interfaz.
- Gd entre SMS-GMSC y SGSN, y entre SMS-IWMSC y SGSN (opcional). Destinado a proporcionar un uso más eficiente del servicio de SMS.

- Gf entre SGSN y EIR (opcional). Le dará al SGSN acceso a la información de los equipos, principalmente a las listas blanca, negra y gris.
- Gn entre dos GSNs pertenecientes a la misma PLMN. Interfaz de datos y señalización en el núcleo de la intra-PLMN usando GTP (GPRS Tunneling Protocol) sobre IP.
- Gp entre dos GSNs en distintas PLMN. Tiene la misma funcionalidad que el interfaz Gn pero provee además, junto con el BG y el Firewall, todas las funciones necesarias en la relación inter-PLMN, como por ejemplo seguridad y enrutado.
- Gr entre SGSN y HLR. Sirve para dar acceso al SGSN a la información del abonado que se encuentra en el HLR, el cual puede estar localizado en una PLMN diferente a la del SGSN.
- Gs entre SGSN y MSC (opcional). La SGSN puede enviar información de localización a la MSC o recibir una petición de localización desde la MSC a través de este interfaz. La implementación de este interfaz aumenta en gran medida la eficiencia del uso de los recursos radio y de red en la red GSM/GPRS. Este interfaz usa BSSAP.
- Um entre MS y BTS. Es el acceso del MS a la red GPRS. Será en esencia, salvo algunos detalles, el mismo interfaz definido para GSM.
- Gi entre GGSN y una red externa. La red GPRS está conectada a una red de datos externa a través de este interfaz. El sistema GPRS puede estar conectado a una variedad de redes de datos, por este motivo el interfaz Gi no es un estándar, sino simplemente un punto de referencia.

En la siguiente figura se muestra las torres de protocolos por capas de las entidades GPRS en el plano de transmisión. A través de ellos se lleva a cabo la transferencia de información de usuario, así como la de control de transferencia, como control de flujo, detección y corrección de errores...

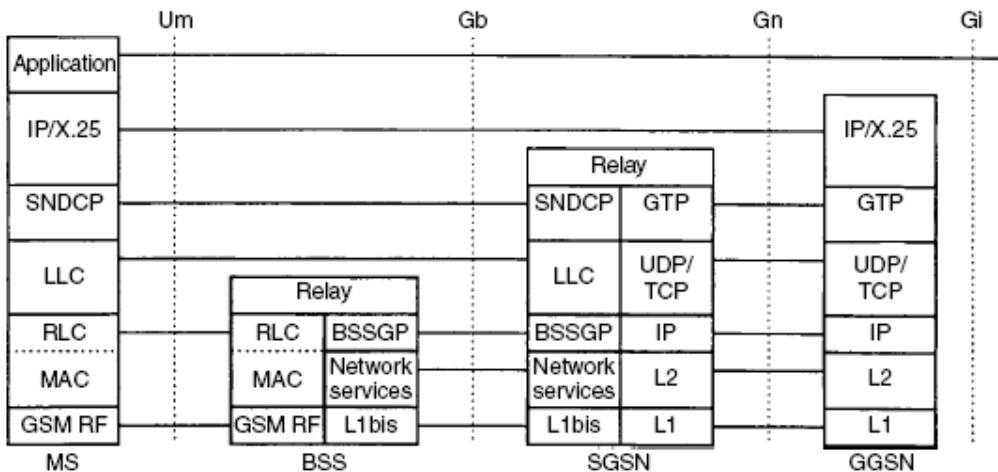


Figura 3.16.- Torre de protocolos GPRS.

Algunos comentarios en cuanto a los protocolos empleados en el sistema GPRS.

- Relay
  - En la BSS lleva a cabo la retransmisión de las PDUs LLC entre Um y Gb.
  - En la SGSN lleva a cabo la retransmisión de las PDUs PDP entre Gb y Gn.
- SGSN
  - GTP - GPRS Tunnelling PRotocol. Encapsula los datos de usuario y los de señalización entre los GSNs.
  - TCP - Transmission Control Protocol. Proporciona control de flujo y control de pérdida o error en las PDUs GTP. Será usado para proporcionar a las PDUs GTP un enlace de datos fiable.
  - UDP - User Datagram Protocol. A diferencia de TCP, sólo proporciona control para errores en las PDUs GTP. Será usado cuando no se precise un enlace de datos fiable para las PDUs GTP.
  - IP - Internet Protocol. Protocolo del núcleo de la red GPRS capaz de enrutar datos de usuario y control de señalización.
  - SNDCP - Subnetwork Dependent Convergence Protocol. Realiza funciones de mapeo y compresión entre el nivel de red y las capas inferiores. Se ocupa de la segmentación, reensamblado y multiplexación.
  - LLC - Logical Link Control. Proporciona un enlace lógico fiable e independiente de la capa inferior.

- BSSGP - Base Station System GPRS Protocol. Será el protocolo usado para transportar información de encaminamiento y calidad de servicio entre una BSS y un SGSN. No realiza corrección de errores.
- Network Service. Protocolo basado en Frame Relay entre la BSS y el SGSN.
- BSS
- Radio Link Control/Medium Access Control - RLC/MAC. RLC proporciona un enlace fiable y dependerá de la solución radio adoptada para el acceso a la red. MAC proporciona el control de acceso a los procedimientos de señalización para el canal radio.
- GSM RF. Será igual que el definido para el sistema GSM.

### 3.4.2 Gestión de la movilidad

Es uno de los procedimientos principales en una red GPRS. El MS tiene tres estados posibles conocidos en todo momento, como vimos, por la VLR que le da servicio (*Ref.B-7*):

- Idle: No conectado.
- Standby: El MS está conectado a la red y se ha creado el contexto adecuado para su uso.
- Ready: El MS se encuentra en una comunicación en curso.

Los procedimientos que dan al sistema capacidad de gestionar la movilidad de los MS se detallan a continuación.

- Attach. Procedimiento por el cual que el MS queda registrado en la red. Es iniciado desde el móvil
- Detach. Consiste en la desconexión del MS de la red GPRS.
- Purge. Permite al SGSN informar al HLR de que ha borrado contextos MM y PDP de un terminal que se ha desconectado de la red tras un “detach”.
- Seguridad. Tiene como fin proteger frente al uso no autorizado (autentificación y validación) así como proporcionar confidencialidad tanto a la identidad y como a los datos de usuario.
- Gestión de la localización. Actualización de celda, actualización del Routing Area (RA), etc...
- Gestión de abonado. Añadir, modificar o borrar datos de abonado GPRS en el SGSN.

### 3.4.3 El contexto PDP

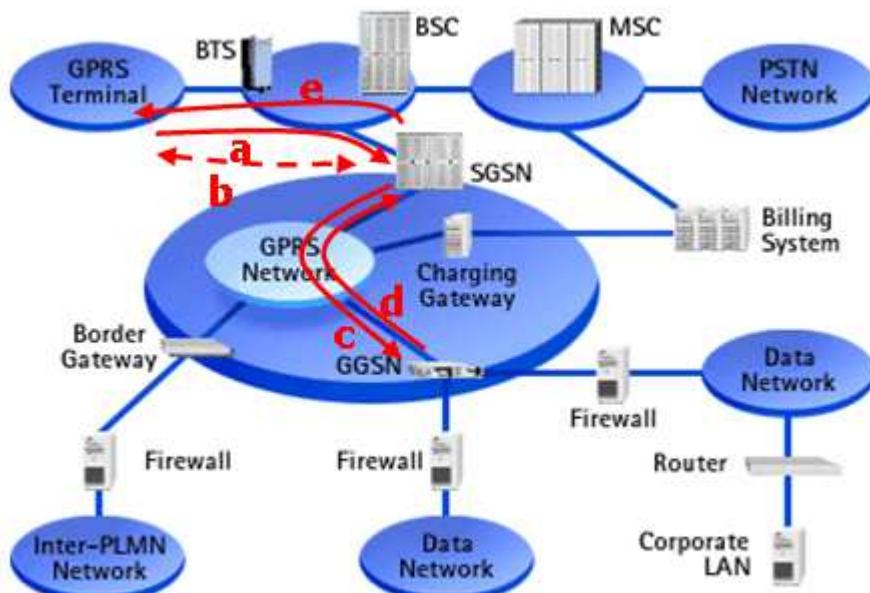
Para realizar una comunicación de datos es necesario que previamente se hayan establecido una serie de condiciones. A la suma de dichas condiciones se le denomina “Contexto PDP” (Contexto de Protocolo de Paquetes de Datos) (*Ref.B-7*).

El contexto PDP se refiere a la relación del MS que desea establecer la comunicación con el GGSN que le proporcionará el enrutamiento de los datos, y contendrá la siguiente información principalmente referida a encaminamiento y a la calidad del servicio solicitado:

- Dirección PDP (IPv4, IPv6, X.121 (X.25))
- APN - Acces Point Name: Referencia al GGSN que dará el servicio.
- QoS (Quality of Service) solicitada.
- Opciones de configuración

Un contexto tendrá dos estados posibles, activo e inactivo. El paso de un contexto activo a inactivo puede darse por dos motivos, bien sea por la desactivación del contexto por el motivo que sea, o porque el estado del MS pasa a Idle.

Por último, en el esquema se muestra el proceso de activación de un contexto PDP por parte del MS.



- a) Petición de la activación del contexto PDP.
- b) Funciones de seguridad.
- c) Petición de creación del contexto PDP.
- d) Respuesta a la petición de creación del contexto PDP.
- e) Asentimiento a la activación del contexto PDP.

#### 3.4.4 Servicios proporcionados por el sistema GPRS

Los más destacados son:

- SMS
- MMS
- WAP
- Internet
- Acceso a correo
- Acceso intranets corporativas

Algunos de los motivos por los que estos servicios han tenido una amplia difusión son los siguientes:

- 1) Movilidad. El acceso desde cualquier punto de la red de cobertura a estos servicios fomentan su uso.
- 2) Tiempo bajo de establecimiento: “always-on”. Que los MS en estado de “standby” estén preparados en cualquier momento para realizar una comunicación fiable de datos los convierte en una herramienta de comunicación muy útil.
- 3) Facturación en base al tráfico cursado. Con esto se asegura que la facturación no será excesiva, abaratando el servicio.
- 4) Velocidad según demanda. La posibilidad de asignar canales en paralelo para determinados servicios que requieran de mayor capacidad resta limitaciones a este sistema.