

ANEXO 2. PROTOCOLO GPRS

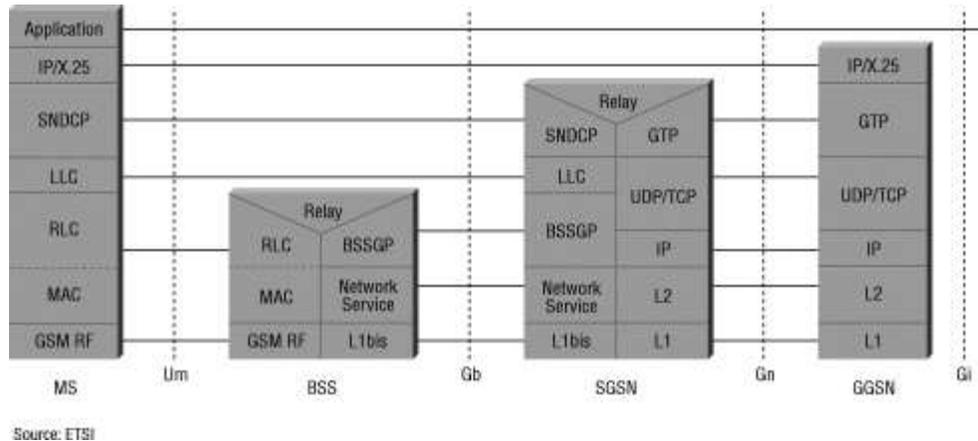


Figura 2.1. Protocolo GPRS

El protocolo GPRS es un protocolo de nivel tres, transparente para todas las entidades de red comprendidas entre el terminal móvil y el nodo GSN al que el móvil está, lógicamente, conectado; las entidades entre las que se establece una conexión a este nivel están localizadas en el terminal móvil y en el nodo GSN. 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 éste está conectado (los PDP-PDU son encapsulados en las tramas GPRS).

El formato de una trama GPRS tiene los siguientes campos:

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

El identificador del protocolo GPRS es una información numérica cuyo objetivo es el de distinguir los burst que contienen paquetes GPRS, de los burst que contienen informaciones GSM. El identificador del protocolo de los PDU, encapsulados en las tramas GPRS, es necesario para direccionarlos cuando son desencapsulados, hacia el correcto Punto de Acceso del Servicio (SAP, Service Access Point); ésta información es de tipo numérico. Se tiene 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 GPRS contenido en la trama GPRS. Las tramas GPRS son utilizadas tanto para el transporte del mensaje de control, como para el transporte de paquetes de datos, por lo tanto, se hace necesario el uso de un indicador que permita distinguir a cuál de las dos categorías posibles pertenece el mensaje GPRS. Los mensajes GPRS de

control son definidos por un valor preestablecido del identificador de PDP. Algunos de los 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 enrutamiento (ROUTING UPDATE REQUEST)
- respuesta a una petición de actualización de las informaciones de enrutamiento (ROUTING UPDATE RESPONSE)
- petición de actualización del indicador del área de enrutamiento (GPRS RA UPDATE REQUEST)
- respuesta a una petición de actualización del indicador del área de enrutamiento (GPRS RA UPDATE RESPONSE)

El nodo GSN, antes de encaminar en la red backbone los PDU de nivel tres, utiliza un desencapsulador de las tramas GPRS recibidos a través del interfaz Gb, los encapsula como Unidad de Servicios de Datos (SDU, Service Data Unit) en PDU del protocolo de red utilizado en la red backbone para el transporte de paquetes del usuario. También, realiza la operación inversa para los paquetes dirigidos al usuario móvil.

2.1. Pila de Protocolos del plano de Transmisión

El plano de transmisión, mostrado en la Figura 2.2., es el encargado de proveer la transmisión de los datos del usuario y su señalización para el control de flujo, detección de errores y la corrección de los mismos.

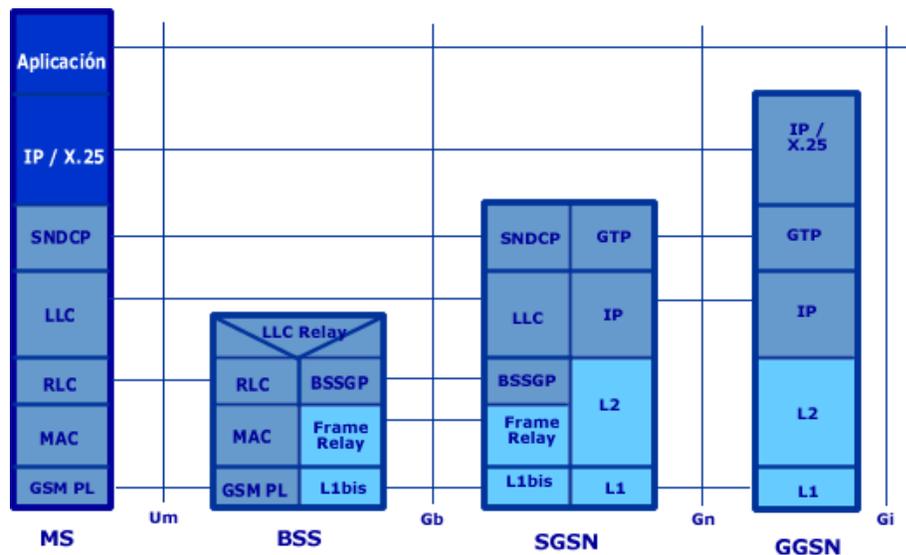


Figura 2.2. Plano de Transmisión

- **Protocolo GTP (GPRS Tunneling Protocol).** Es el encargado de transportar los paquetes del usuario y sus señales relacionadas entre los nodos de soporte de GPRS (GSN). Los paquetes GTP contiene los paquetes IP o X.25 del usuario. Por debajo de él, los protocolos estándares TCP o UDP se encargan de transportar los paquetes por la red. En el Backbone del GPRS se tiene una arquitectura de transporte IP/X.25-sobre-GTP-sobre-UDP/TCP-sobre IP.
- **Protocolo SNDCP (Subnetwork Dependent Convergence Protocol).** Es el encargado de transferir los paquetes de datos entre los SGSN (nodo responsable de la entrega de paquetes al terminal móvil) y la estación móvil. Las funciones que desempeña:
 - Multiplexación de diversas conexiones del nivel de red en una conexión lógica virtual del nivel LLC.
 - Compresión y descompresión de los datos e información redundante de cabecera.
- **Interfaz de Aire.** Concierno a las comunicaciones entre la estación móvil y la BSS en los protocolos de los niveles físico, MAC, y RLC. Los subniveles RLC/MAC permiten una eficiente multiplexación multiusuario en los canales de paquetes de datos compartidos, y utiliza un protocolo ARQ selectivo para transmisiones seguras a través de la interfaz de aire. El canal físico dedicado para tráfico en modo paquete se llama PDCH (Packet Data Channel). En adelante se considerará el nivel de enlace de datos (Data Link Layer) y el nivel físico (Physical Layer) como parte de la Interfaz Aire Um.
 - **Nivel De Enlace De Datos.** Se encuentra entre la estación móvil (el móvil GPRS en sí) y la red. Se subdivide en: el nivel LLC y el nivel RLC/MAC.

El nivel LLC (entre MS-SGSN). Provee una enlace altamente fiable y esta basado en el protocolo DIC e incluye control de secuencia, entrega en orden, control de flujo, detección de errores de transmisión y retransmisión. Es básicamente una adaptación del protocolo LAPDm utilizado en GSM.

El nivel RLC/MAC entre MS y BSS, Incluye dos funciones. El principal propósito del nivel de Control de Radio Enlace (RLC) es la de establecer un enlace fiable. Esto incluye la segmentación y reensamblado de las tramas LLC en bloques de datos RLC y ARQ (peticiones de retransmisión) de códigos incorregibles. El nivel MAC controla los intentos de acceder de un MS a un canal de radio compartido por varios MS. Emplea algoritmos de resolución de contenciones, multiplexación de multiusuarios y prioridades según la QoS contratada.
 - **Nivel Físico.** Entre MS y BSS. Se subdivide en dos subniveles: el nivel de enlace físico y el nivel de enlace de radio frecuencia.

El nivel de enlace físico (PLL, Physical Link Level) provee un canal físico. Sus tareas incluyen la codificación del canal (detección de errores de transmisión,

corrección adelantada (FEC), indicación de códigos incorregibles), intercalamiento y la detección de congestión del enlace físico.

El nivel de enlace de radio frecuencia (RFL, Radio Frequency Link) trabaja por debajo de la PLL e incluye la modulación y la demodulación.

- **Interfaz BSS-SGSN:** El protocolo de aplicación BSS GPRS (BSSGP) se encarga del enrutado y lo relativo a la información de la QoS entre BSS y SGSN. El servicio de red (NS) esta basado en el protocolo de Frame Relay.

2.2. Pila de protocolos del plano de Señalización

Se incluye en esta pila de protocolos aquellos encargados del control y mantenimiento de las funciones del plano de transmisión, conexión desconexión, activación de contexto, control de caminos de enrutamiento y localización de los recursos de la red, como se puede ver en la Figura 2.3.

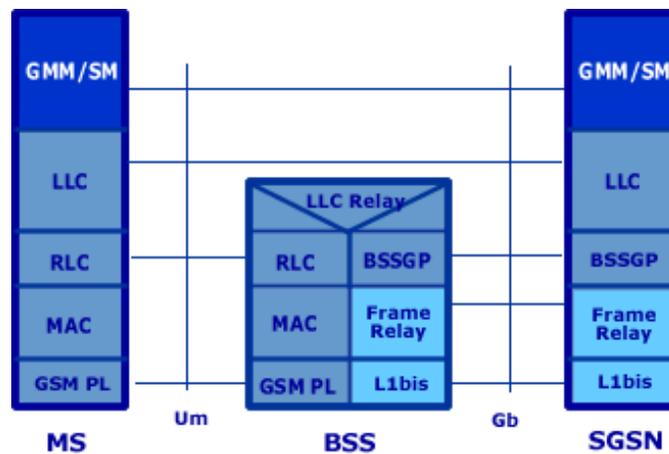


Figura 2.3. Plano de Señalización

Gmm/Sm: Gprs Mobility Management/Session Management. Es el protocolo que se encarga de la movilidad y la gestión de la sesión en momentos de la ejecución de funciones de seguridad, actualizaciones de rutas, etc.

La señalización entre SGSN y los registros HLR, VLR, y EIR utilizan los mismos protocolos que GSM con ciertas funciones ampliadas para el funcionamiento con el GPRS.

2.3. Concepto Maestro – Esclavo

Como se ha comentado en el apartado del interfaz aire, el canal físico dedicado para el tráfico en modo paquete se llama PDCH (Packet Data Channel).

Al menos 1 PDCH actúa como maestro denominado MPDCH (Master Packet Data Channel), como se puede ver en la Tabla 2.1., y puede servir como PCCCH (Packet Common Control Channel), el cual lleva toda la señalización de control de necesaria para iniciar la transmisión de paquetes. Si no sirve como tal se encargará de una señalización dedicada o datos de usuario.

El resto actúan como esclavos y sólo son utilizados para transmitir datos de usuario, en dicho caso se está hablando de un canal SPDCH (Slave Packet Data Channel), mostrado en la Tabla 2.2. Se introduce el concepto de Capacity on demand; según el cual el operador puede decidir si dedica algún PDCH para tráfico GPRS, y puede incrementar o disminuir el número según la demanda. En la Tabla 2.3., se muestra un resumen de los canales lógicos de GPRS.

CANALES QUE COMPONEN EL MPDCH		
Nombre	Sentido	Función
PRACH	Ascendente	para iniciar la transferencia de datos desde el móvil
PPCH	Descendente	para informar al móvil de la entrega de paquetes.
PPRCH	Ascendente	de uso exclusivo por el móvil para responder a un paging (búsqueda)
PAGCH	Descendente	para enviar al móvil información sobre reserva de canales.
PNC	Descendente	de uso para notificaciones. MULTICAST
PBCCH	Descendente	para difundir información específica sobre GPRS. BROADCAST.

Tabla 2.1. Canales del MPDCH

CANALES QUE COMPONEN EL SPDCH		
Nombre	Sentido	Función
PDTCH	Ambas	para transferir datos desde / hacia el móvil
PACCH	Ambas	para transportar información de señalización.
PDBCH	Descendente	para enviar en modo de difusión, datos de usuario.

Tabla 2.2. Canales del SPDCH

Grupo	Nombre	Dirección	Función	Maestro/Esclavo
PBCH	PBCCH	De bajada	Difusión	Maestro
	PDBCH	De bajada	Difusión	Esclavo
PCCCH	PRACH	De subida	Acceso aleatorio	Maestro
	PPCH	De bajada	Búsqueda	Maestro
	PNCH	De bajada	Multicast	Maestro
	PAGCH	De bajada	Reserva	Maestro
PTCH	PDTCH	Ambos sentidos	Datos	Esclavo
	PACCH	Ambos sentidos	Control asociado	Esclavo

Tabla 2.3. Resumen de los canales lógicos de GPRS.

2.4. Flujo de Datos

La unidad de datos del protocolo del nivel de red, denominada N-PDU o paquete, es recibida del nivel de red y es transmitida a través de la interfaz de aire entre la estación móvil y el SGSN utilizando el protocolo LLC.

Primero el SNDCP transforma los paquetes en tramas LLC, el proceso incluye opcionalmente la compresión de la cabecera de datos, segmentación y encriptado, como se muestra en la Figura 2.4.

Una trama LLC es segmentada en bloques de datos RLC, que son formados en el nivel físico, cada bloque consta de 4 ráfagas normales que son similares a las de TDMA.

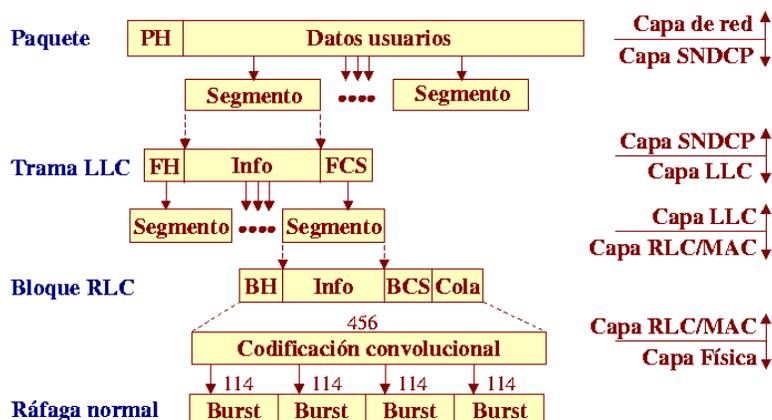


Figura 2.4. Flujo de Datos.

2.5. Multiplexado de Canales Lógicos

Hay una serie de indicadores para poder hacer el multiplexado de canales lógicos mostrado en la Figura 2.5., y poder aprovechar al máximo las capacidades de la red, estos son los siguientes:

- TBF (Temporary Block Flow): permite identificar 1 o varias tramas LLC pertenecientes a un mismo usuario.
- TFI (Temporary Flow Identity): Permite el multiplexado downlink. A cada usuario se le asigna un TFI único dentro de la celda. El indicador TFI se incluye en la cabecera de los paquetes RLC para permitir la implementación del protocolo ARQ selectivo.
- USF (Uplink State Flag) permite el multiplexado uplink. Cada bloque RLC del downlink lleva este indicador, si el USF recibido en el downlink es igual al suyo, indica que el usuario puede utilizar el siguiente bloque uplink; si es igual a FREE, el siguiente bloque es un slot destinado al proceso de acceso (PRACH). Existe un total de 8 valores para el indicador USF, ya que consta de 3 bits. Si USF es igual a 1, indica que el slot está libre (free) y puede utilizarse para acceso. Los otros siete valores se utilizan para reservar el uplink para diferentes estaciones móviles.

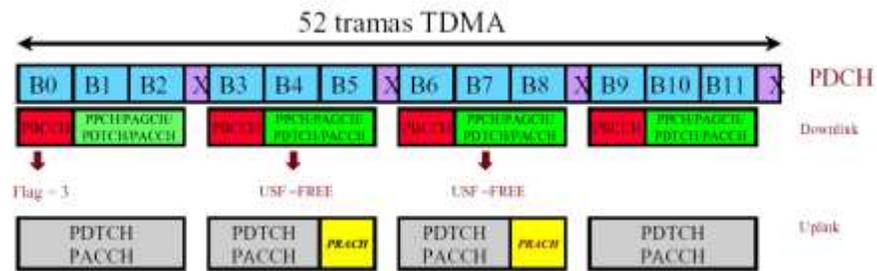


Figura 2.5. Multiplexación de canales lógicos.

2.6. Codificación

Existen 4 tipos de codificación en GPRS cada una con sus características, tanto de carga útil que se codifica como el número de bits codificados. Todos los tipos siguen prácticamente los mismos pasos, mostrados en la Figura 2.6.



Figura 2.6. Codificación en GPRS.

Las dos etapas iniciales añaden información a la carga útil:

- BCS: secuencia de chequeo de bloque.
- USF: Uplink state flag, ya comentada en el punto anterior.

Una vez obtenida la codificación se puede hacer el diezmado que son bits que se quitan de forma no arbitraria.

Las formas de codificación de GPRS, mostradas en las Figuras siguientes son:

- El CS-1 coincide con el SDCCH de GSM.
- El 2 y 3 son versiones perforadas del 1º.
- El 4 no utiliza código convolucional.

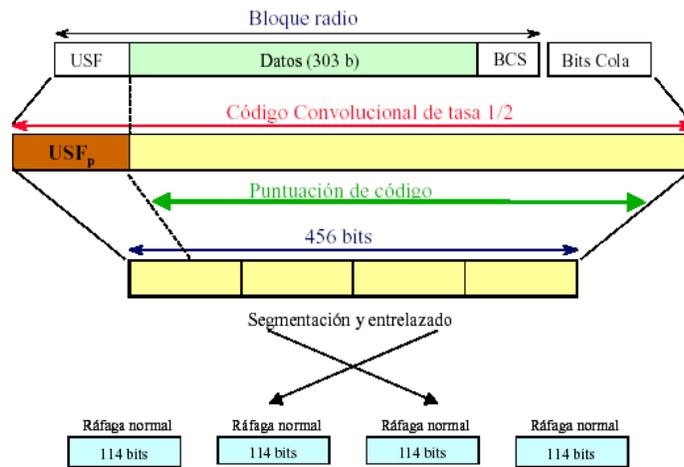


Figura 2.7. Codificación CS1-CS3.

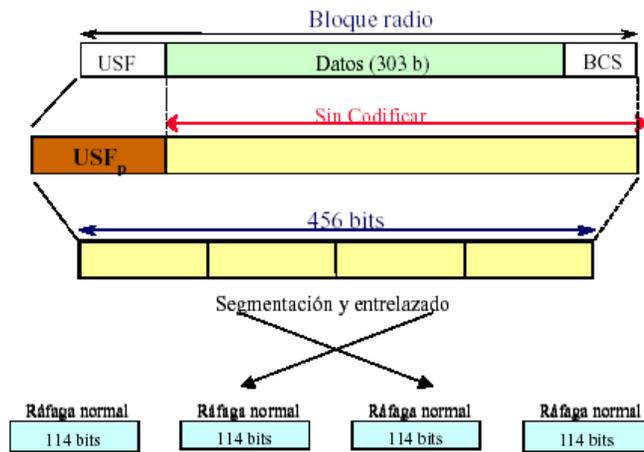


Figura 2.8. Codificación CS4.

Tipo	Tasa código	Carga útil	BCS	USF _p	Cola	Bits codif.	Bits diezm.	Tasa datos (Kbps)
CS-1	1/2	181	40	3	4	456	0	9,05
CS-2	≈2/3	268	16	6	4	588	132	13,4
CS-3	≈3/4	312	16	6	4	676	220	15,6
CS-4	1	428	16	12	0	456	0	21,4

Tabla 2.4. Tipos de codificación de GPRS.

2.7. Transferencia de datos (UP-LINK).

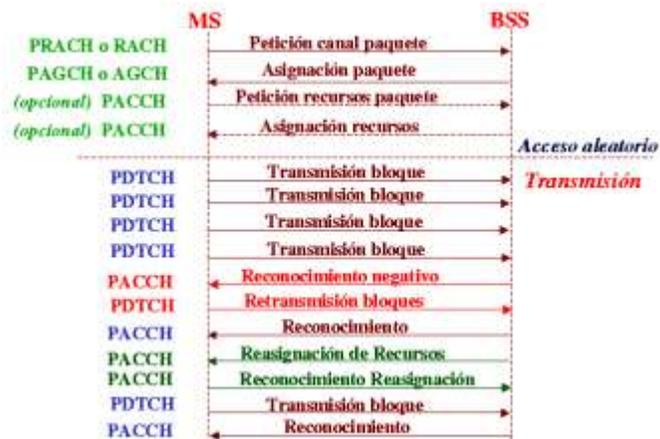


Figura 2.9. Transferencia de datos Up Link

Una estación móvil inicia una transferencia de paquetes haciendo una petición de canal de paquete en el PRACH.

La red responde en PAGCH con una o dos fases de accesos:

- 1 acceso: la red responde con la asignación de paquete, que reserva los recursos en PDCH para transferir ascendentemente un número de bloques de radio.
- 2 accesos: la red responde con la asignación de paquete, que reserva los recursos ascendentes para transmitir la petición de recursos de paquete; a lo que la red responde con la asignación de recursos. En la transmisión se realizan reconocimientos, si se recibe un reconocimiento negativo o erróneo se repite la transmisión del paquete.

2.8. TRANSFERENCIA DE DATOS (DOWN-LINK).

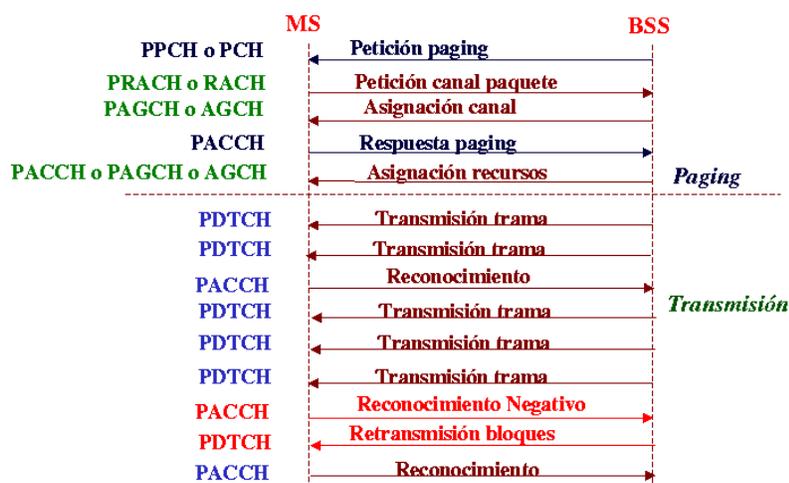


Figura 2.10. Transferencia de datos Down Link.

Una BSS inicia una transferencia de paquetes enviando una petición de paging (búsqueda) en el PPCH.

La estación móvil responde de forma muy parecida a la del acceso al paquete descrita en el punto anterior. En la asignación de recursos se envía una trama con la lista de PDCH que son utilizados. Si se recibe un reconocimiento negativo solo se retransmite los bloques erróneos.