

# *General Packet Radio Service*

## *GPRS*

*FEUP*  
*MPR*

### *Bibliografia*

---

- Christian Bettstetter, Hans-Jorg Vogel and Jorg Eber Spacher, “GSM Phase 2+ General Packet Radio Service GPRS: Architecture, Protocols and Air Interface”, IEEE Communications Surveys, Third Quarter 1999, vol. 2 n° 3.
- 3GPP TS 23.060, “3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; General Packet Radio Service (GPRS); Service Description; Release 1999. ([www.3gpp.org](http://www.3gpp.org))
- Agilent Technologies, “Understanding General Packet Service (GPRS)”, Application Note 1377
- Jochen Schiller, “Mobile Communications”, Addison-Wesley

## *GPRS - General Packet Radio Service*

---

- ◆ Serviço básico para GSM
- ◆ Melhora e simplifica o acesso a redes de dados (ex. Internet)
- ◆ Transferência de pacotes de dados
  - » estação móvel  $\leftrightarrow$  redes de dados

## *Estrutura da Apresentação*

---

- ◆ Arquitectura e funções da rede
- ◆ Serviços oferecidos
- ◆ Gestão de mobilidade e sessão
- ◆ Interface de ar
- ◆ Arquitectura de protocolos
- ◆ Exemplo de interligação entre redes GPRS e IP

## *Motivação do GPRS*

---

- ◆ Mercado emergente → Internet sem fios
  - Utilização crescente da telefonia celular e da Internet
  - Novas aplicações
- ◆ GSM inadequado para dados
  - Débitos baixos (9.6, 14.4 kbit/s)
  - Tempo de acesso elevado (segundos)
  - Custo elevado (taxação orientada à duração da chamada)
  - Utilização ineficiente dos recursos reservados (tráfego bursty)
  - HSCSD
- ◆ GPRS resolve estes problemas
  - Transferência dos dados em pacotes
  - Interligação directa com redes IP
  - Débitos maiores (dezenas de kbit/s)
  - Tempo de acesso baixo (< 1 s)
  - Taxação orientada aos dados
  - Utilização eficiente dos recursos

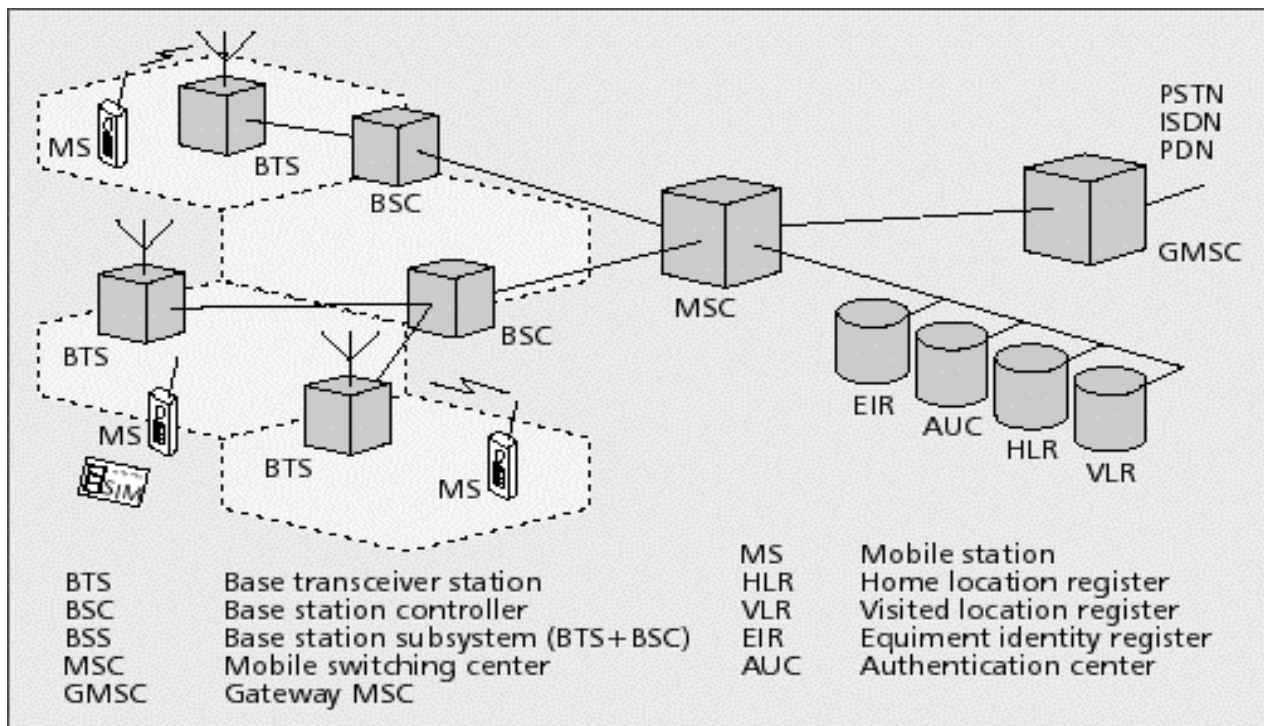
## *HSCSD (High-Speed Circuit Switched Data)*

---

- ◆ Solução normalizada
- ◆ Utilização de vários time slots
  - » (ex. 57.6 kbit/s usando 4 slots, 14.4 kbit/s cada)
  - » Vantagens
    - utilização fácil, qualidade constante, simples, assimétrico
  - » Desvantagens
    - Orientado aos circuitos, negociação individual de canais, taxaçoão orientada ao tempo
    - Problemas no handover → sinalizaçoão por canal

AIUR [kbit/s]	TCH/F4.8	TCH/F9.6	TCH/F14.4
4.8	1		
9.6	2	1	
14.4	3		1
19.2	4	2	
28.8		3	2
38.4		4	
43.2			3
57.6			4

## GSM - Arquitectura



## GSM - Arquitectura

### ◆ Topologia

- Célula → área coberta por uma BTS (*Base Station Transceiver*)
- 1 BSC (*Base Station Controller*) → controla várias BTS
- 1 região administrativa → composta por grupos de LA (*Location Areas*)
- 1 LA → conjunto de células

### ◆ Bases de dados → controlo de chamadas, gestão da rede

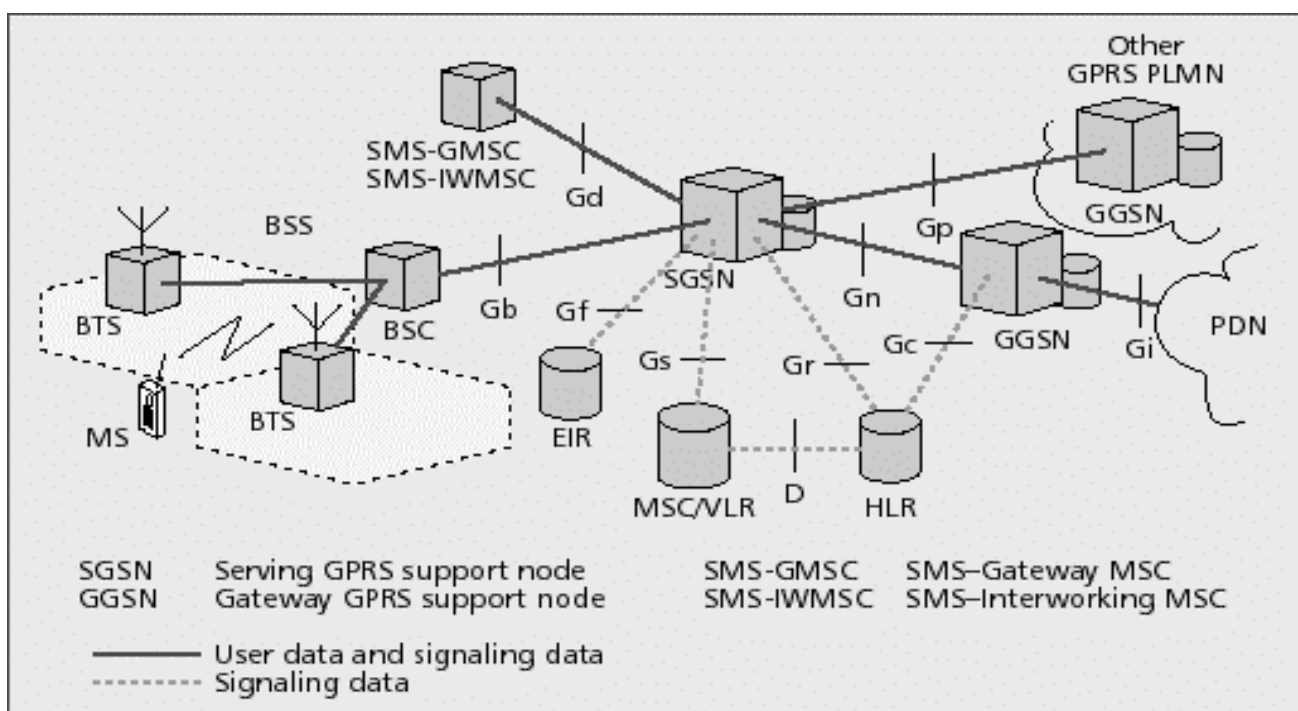
- HLR (*Home Location Register*) → dados dos assinantes de 1 região administrativa
  - ◆ permanentes (ex. perfis de utilização), temporários (ex. localização actual)
- VLR (*Visited Location Register*) → associado a um grupo de LAs
  - ◆ Dados dos assinantes presentes nas suas LAs (dados HLR → VLR)
  - ◆ Dados locais (ex. identificação temporária do assinante)
- AUC (Authentication Center)
  - ◆ Geração, armazenamento chaves de segurança. Autenticação assinante.
- EIR (Equipment Identity Register) → dados do equipamento

## GSM – Endereços e Identificadores

### GSM → Identificação de Equipamento e Subscritor

- ◆ **IMEI** (*International Mobile Station Equipment Identity*)
  - Identificador único do equipamento
  - Atribuído pelo fabricante. Armazenado pelo operador no EIR
- ◆ **IMSI** (*International Mobile Subscriber Identity*)
  - Identificador único do utilizador
  - Armazenado no SIM (Subscriber Identity Module)
- ◆ **MSISDN**
  - Número de telefone
  - Atribuído ao subscritor. Armazenado no SIM
- ◆ **TMSI** (*Temporary Mobile Subscriber Identity*)
  - Atribuído temporariamente pelo VLR. Significado local
  - Renovado regularmente

## Arquitectura GPRS



## Arquitectura GPRS

---

- ◆ Integração GPRS na arquitectura GSM
  - » Introdução de 2 equipamentos → SGSN, GGSN
- ◆ SGSN (*Serving GPRS Support Node*)
  - Encaminhamento e transferência de pacotes entre MS e GGSN
  - Gestão da mobilidade do terminal e da ligação lógica. Responsável por autenticação e taxação
  - *Equivalente ao Foreign Agent do IP Móvel*
- ◆ GGSN (*Gateway GPRS Support Node*)
  - Interface entre rede GPRS e rede de pacotes externa (ex. IP)
  - Pacotes recebidos do
    - ◆ Do SGSN: convertidos em formato PDP (*Packet Data Protocol*) da rede externa (ex. Datagramas IP)
    - ◆ Da rede externa: endereços PDP (ex. Endereços IP) → endereços GSM
  - *Equivalente a router + Home Agent do IP Móvel*
- ◆ Rede interna é IP
  - xGSN interligados por uma rede interna IP.
  - Pacotes entre GSNs transmitidos por tuneis GTP (*GPRS Tunneling Protocol*)
  - IP sobre GTP sobre IP ☺

## Interfaces Normalizadas

---

- » Gb: BSC ↔ SGSN
- » Gn: SGSN ↔ GGSN na mesma PLMN (*Public Land Mobile Network*)
- » Gp: SGSN ↔ GGSN em PLMNs diferentes
- » Gf: SGSN ↔ EIR
- » Gi: GGSN ↔ redes externas (IPv4, IPv6, X.25)
- » Gr: SGSN ↔ HLR
- » Gs: bases de dados do SSGN ← → VLR correspondente
- » Gd: SSGN ↔ Gateway SMS

## *Serviços Básicos*

---

- ◆ Serviço PTP (Point to Point)
  - Transferência de pacotes entre dois utilizadores
  - PTP-CLNS. Não orientado às ligações (ex. para IP)
  - PTP-CONS. Orientado às ligações (ex. para X.25)
  
- ◆ Serviço PTM (Point to Multipoint)
  - Transferência de pacotes entre um utilizador e múltiplos utilizadores
  - PTM-M.
    - ◆ Usa serviços multicast
    - ◆ Pacotes difundidos numa área geográfica. Identificador de grupo de utilizadores
  - PTM-G
    - ◆ Pacotes enviados para um grupo de utilizadores.
    - ◆ Pacotes enviados para áreas em que existam utilizadores do grupo
  
- ◆ Envio de mensagens SMS

## *Qualidade de Serviço*

---

- ◆ Perfis de QoS definidos com base em parâmetros
  - » Precedência de serviço → 3 prioridades
    - Prioridade do serviço. 3 níveis - alto, normal e baixo
  - » Fiabilidade → 3 classes
    - Probabilidades de perda e duplicação de pacotes
    - Má sequenciação de pacotes, corrupção de pacotes (erro não detectado)
  - » Atraso → 4 classes
    - Entre dois terminais GPRS ou um terminal e a interface Gi
    - Máximos definidos para atraso médio e percentil 95
    - Débito → médio, máximo, bit/s
  
- ◆ Custo=função(volume de dados, serviço, perfil QoS)

## *QoS - Fiabilidade e Atraso*

---

### Fiabilidade

	Prob			
Classe	Pacotes perdidos	Pacotes duplicados	Pacotes fora sequência	Pacotes com erro
1	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$	$10^{-9}$
2	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$
3	$10^{-2}$	$10^{-5}$	$10^{-5}$	$10^{-2}$

### Atraso

	Pacotes 128 bytes	Pacotes 1024 bytes		
Classe	Atraso Médio	Atraso 95%	Atraso Médio	Atraso 95%
1	<0.5s	<1.5s	<2s	<7s
2	<5s	<25s	<15s	<75s
3	<50s	<250s	<75s	<375s
4	Best effort	Best effort	Best effort	Best effort

## *Classes de Estações Móveis*

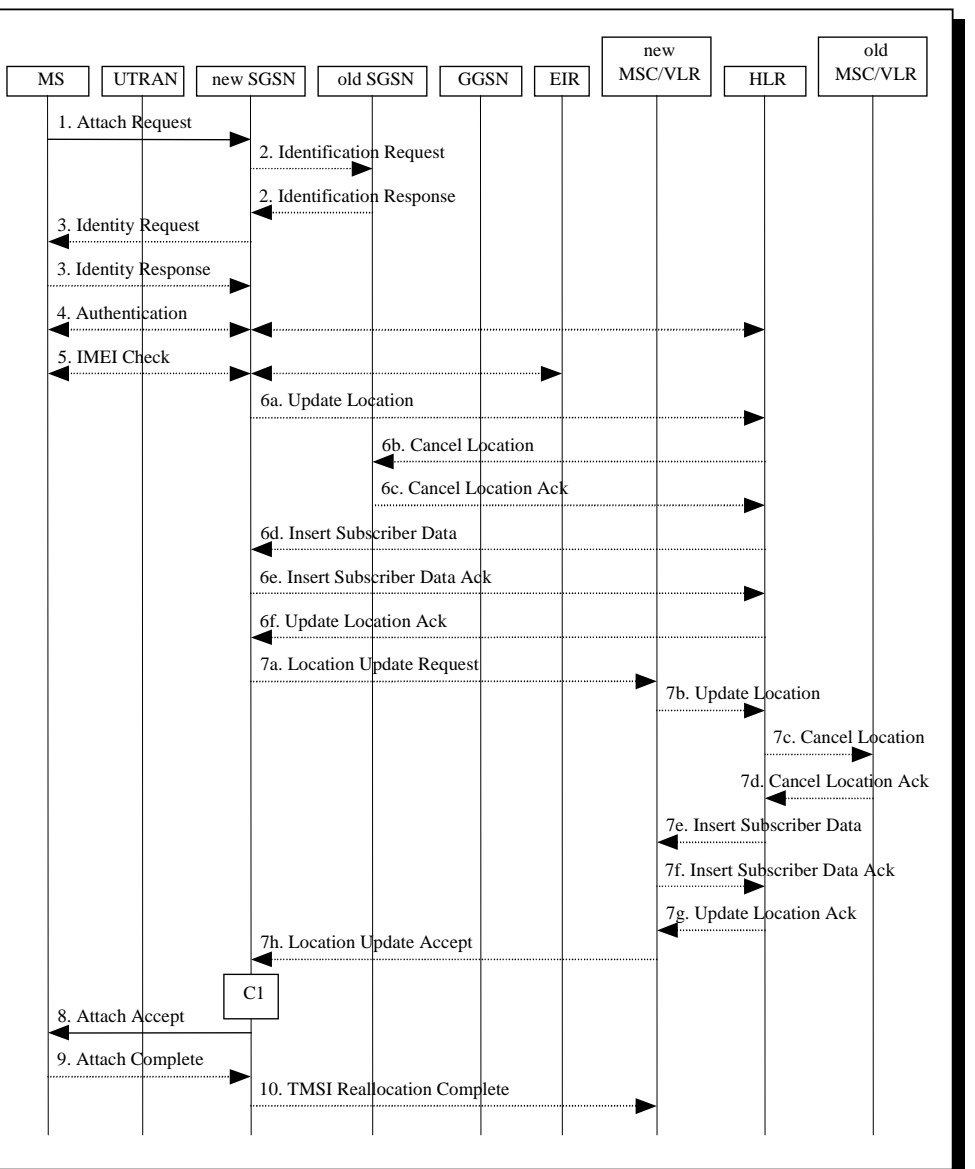
---

- ◆ 3 tipos de estações móveis
  - » Classe A
    - Utilização simultânea de redes GSM e GPRS
  - » Classe B → comum
    - Registo simultâneo em redes GSM e GPRS
    - Utilização de uma rede (GSM, GPRS) de cada vez
  - » Classe C
    - Registo (e utilização) de uma rede de cada vez (GSM, GPRS)
    - Mensagens SMS sempre recebidas



## Registo na Rede GPRS

- ◆ Para usar rede GPRS
  - terminal deve registar-se na rede GPRS (*Attach*)
- ◆ Rede, durante *Attach*
  - Verifica se utilizador é autorizado
  - Perfil subscritor: HLR → SGSN
  - Atribui identificador temporário de pacotes ao subscritor. P-TMSI
- ◆ Terminais de classe A e B
  - Attach (pode ser) combinado com GSM
- ◆ *Detach* iniciado por estação móvel ou rede



Attach Combinado GPRS/IMSI

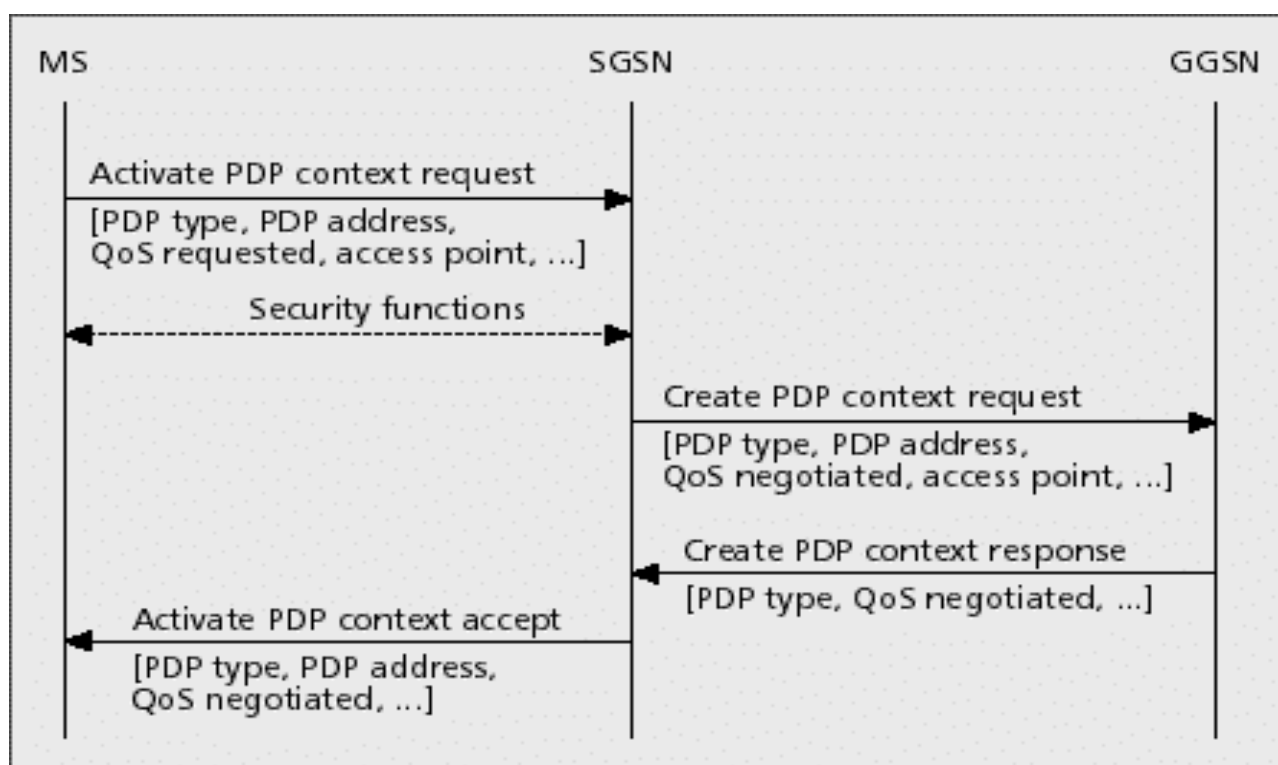
## Contexto PDP

---

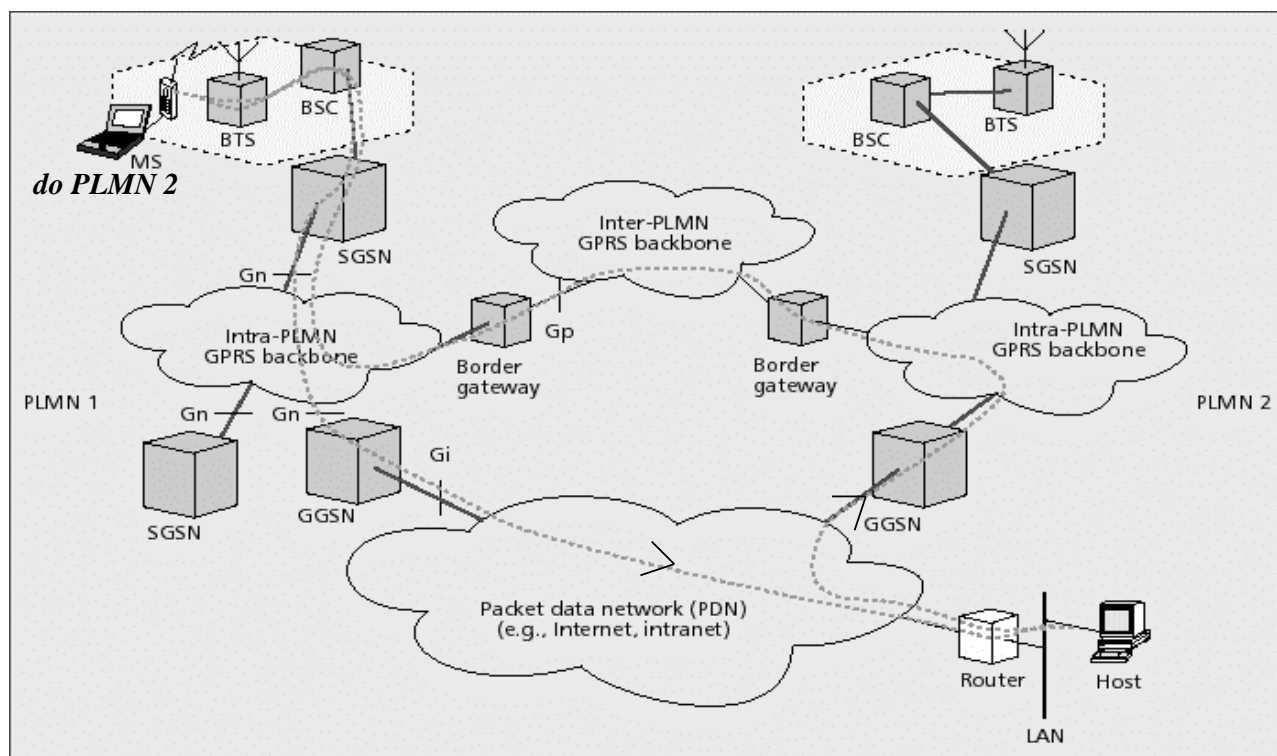
- ◆ Depois do *Attach* → Estabelecimento de sessão
  - Terminal obtém endereço PDP da rede externa (ex. endereço IP)
  - Criação do descritor da sessão (contexto PDP)
- ◆ Contexto PDP
  - Contém
    - ◆ tipo de PDP (ex. IPv4), endereço atribuído (ex. 129.187.222.10)
    - ◆ QoS negociado, endereço do GGSN
  - Armazenado no terminal, SGSN, GGSN
- ◆ Atribuição de endereços PDP (ex. IP) ao terminal
  - Estática → operador atribui endereço permanente ao subscritor
  - Dinâmica → operador atribui endereço durante estabelecimento da sessão
- ◆ GGSN relaciona endereços IMSI e PDP (ex. IP)
- ◆ Contexto criado → terminal visível → transferência de dados

## Estabelecimento de Sessão

---

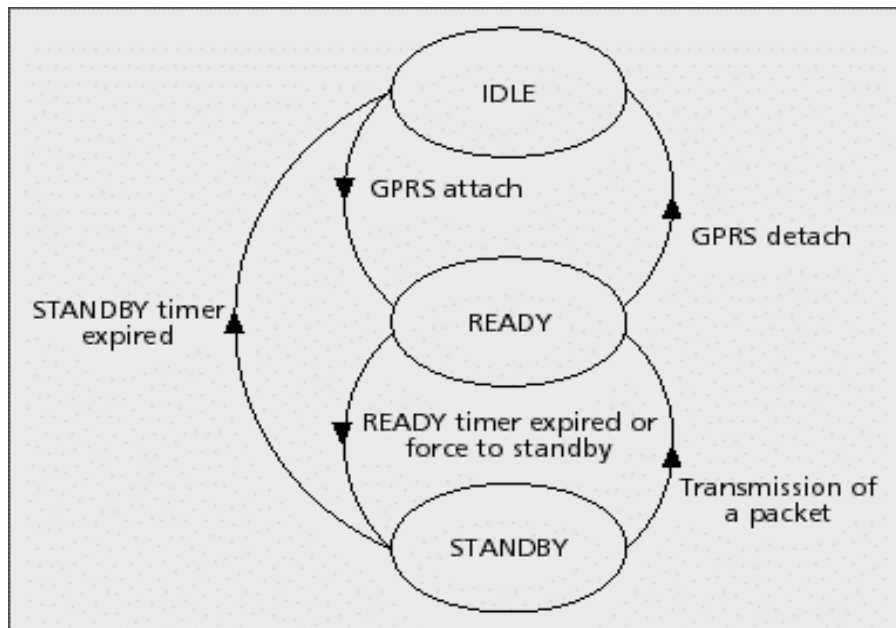


## Exemplo de Encaminhamento



## Gestão da Mobilidade do Terminal

- ◆ Encaminhamento de pacotes (downlink) → localização terminal
  - Se terminal informa frequentemente a rede da sua localização
    - ◆ rede conhece célula do terminal →
      - encaminhamento rápido pacotes; consumo recursos rádio e bateria terminal
  - Se terminal não informa frequentemente a rede da sua posição
    - ◆ rede faz *paging* para cada pacote downlink → encaminhamento lento
  
- ◆ Frequência de actualização → modelo do terminal c/ 3 estados
  - IDLE → Terminal não informa SGSN da sua posição
  - READY → Terminal informa SGSN sempre que entra em célula nova
    - ◆ Localização precisa. Não é necessário paging
  - STANDBY → Terminal informa SGSN sempre que entra em RA nova
    - ◆ LA (Location Area) do GSM → n RA (Routing Areas). 1 RA → n células
    - ◆ Mudanças de célula não comunicadas
    - ◆ Envio de pacote (downlink) → paging das células da RA



## Gestão da Mobilidade – Terminologia GPRS !

---

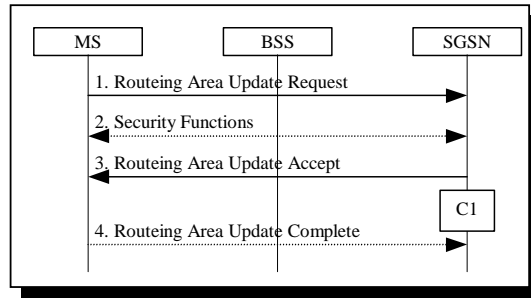
### ◆ Micro mobilidade

- Terminal move-se em células atribuídas ao mesmo SGSN (1 SGSN → n RAs; 1 RA → n células)
- Mobilidade gerida pelo SGSN
- Nova posição terminal não é comunicada aos outros elementos da rede (GGSN, HLR)

### ◆ Macro Mobilidade

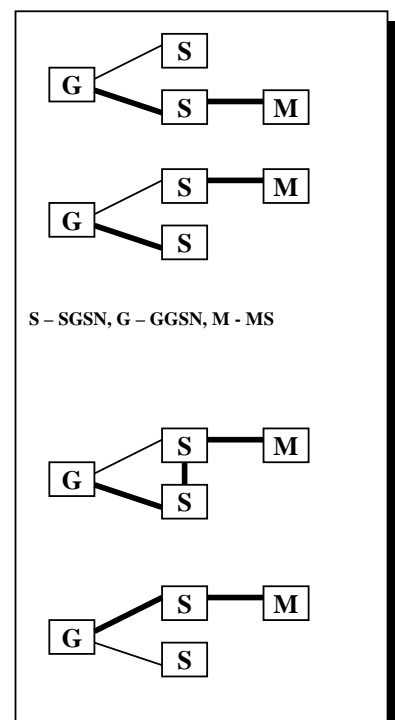
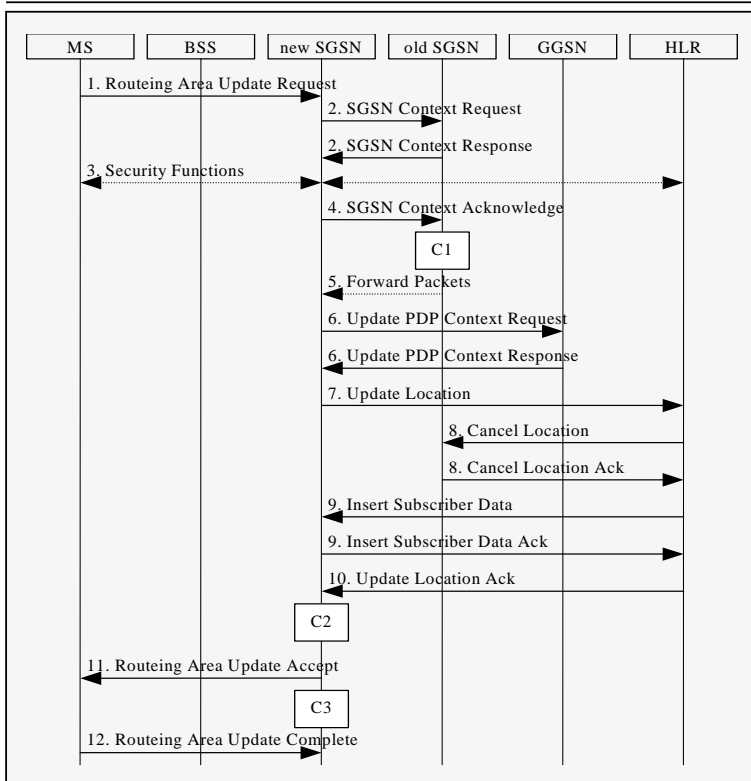
- Terminal move-se entre células servidas por SGSN diferentes
- Novo SGSN pede Contextos PDP (descritores das sessões) ao SGSN antigo
- SGSN novo pede GGSN para actualizar tabelas encaminhamento (de nível 2!)
- SGSN actualiza HLR

# Micromobilidade - Atualização de RA (Intra SGSN)



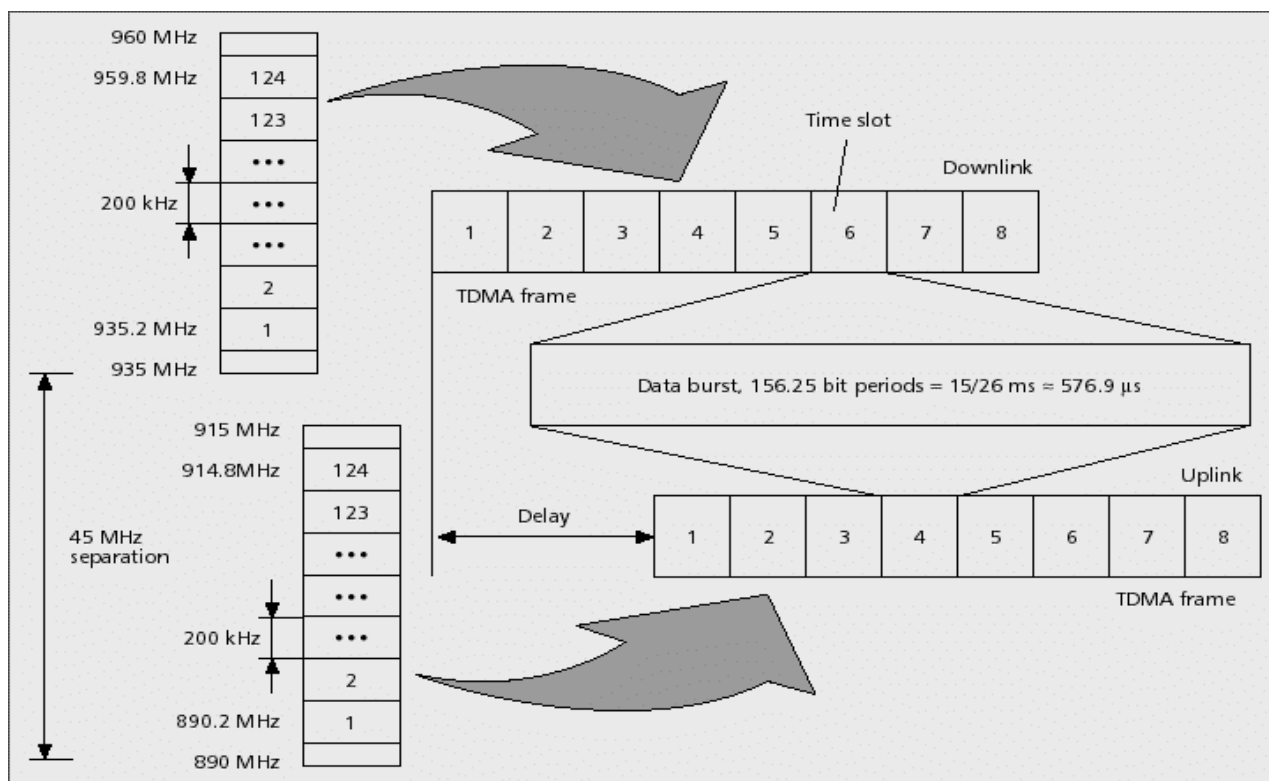
1. Routing Area Update Request (P-TMSI, old RAI, P-TMSI Signature, Update Type)  
Update Type indicates RA update or periodic RA update.
2. Security functions may be executed
3. The SGSN validates the MS's presence in the new RA.  
If all checks are successful, the SGSN can reallocate a new P-TMSI.  
A Routing Area Update Accept (P-TMSI, P-TMSI Signature) is returned to the MS
4. If P-TMSI was reallocated, the MS acknowledges the new P-TMSI by returning a Routing Area Update Complete message to the SGSN.

# Atualização de RA (Inter SGSN)



## Interface de Ar, Nível Físico

### Portadoras, Tramas, Time Slots



## Canal Físico de Pacotes

### ◆ GSM, acesso múltiplo → FDMA+TDMA

#### – FDMA

- ◆ Uplink (Terminal → BTS): 890 - 915 MHz → 124 canais x 200 KHz
- ◆ Downlink (Terminal ← BTS): 935 - 960 MHz → 124 canais x 200 KHz
- ◆ 1 BTS → n canais de frequência

#### – TDMA

- ◆ 1 canal de banda 200 KHz → 8 time slots TDMA
- ◆ Canal físico → time slot periódico
- ◆ GSM (circuitos) usa mesmo time slot no uplink e downlink

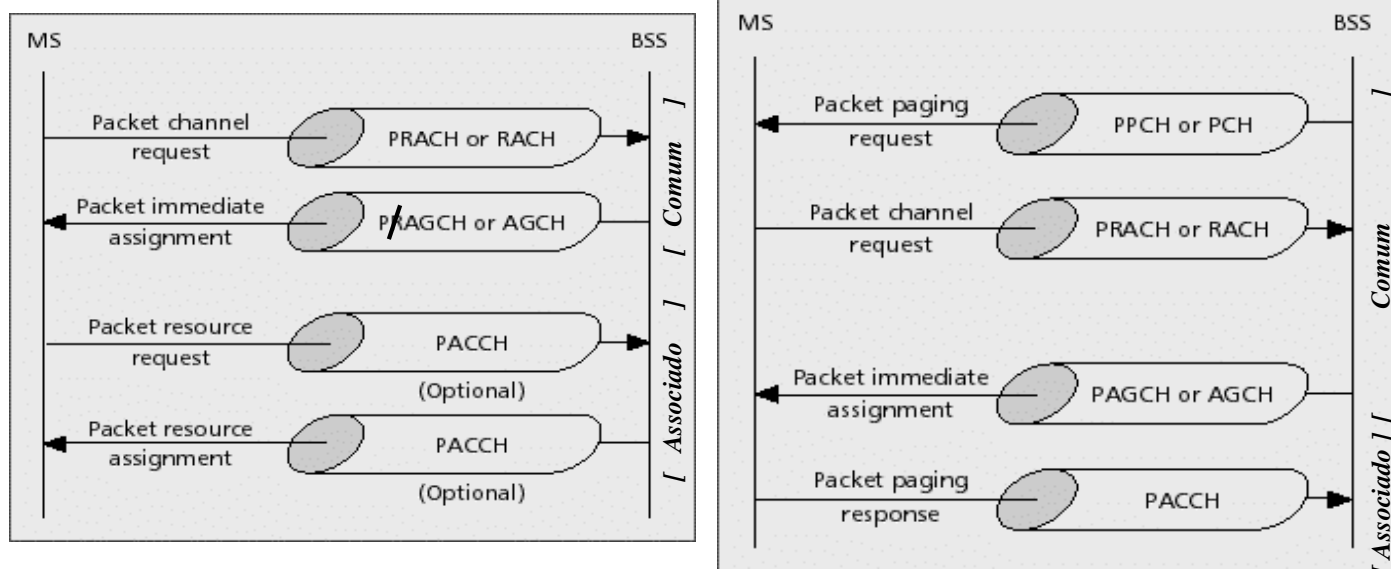
### ◆ GPRS

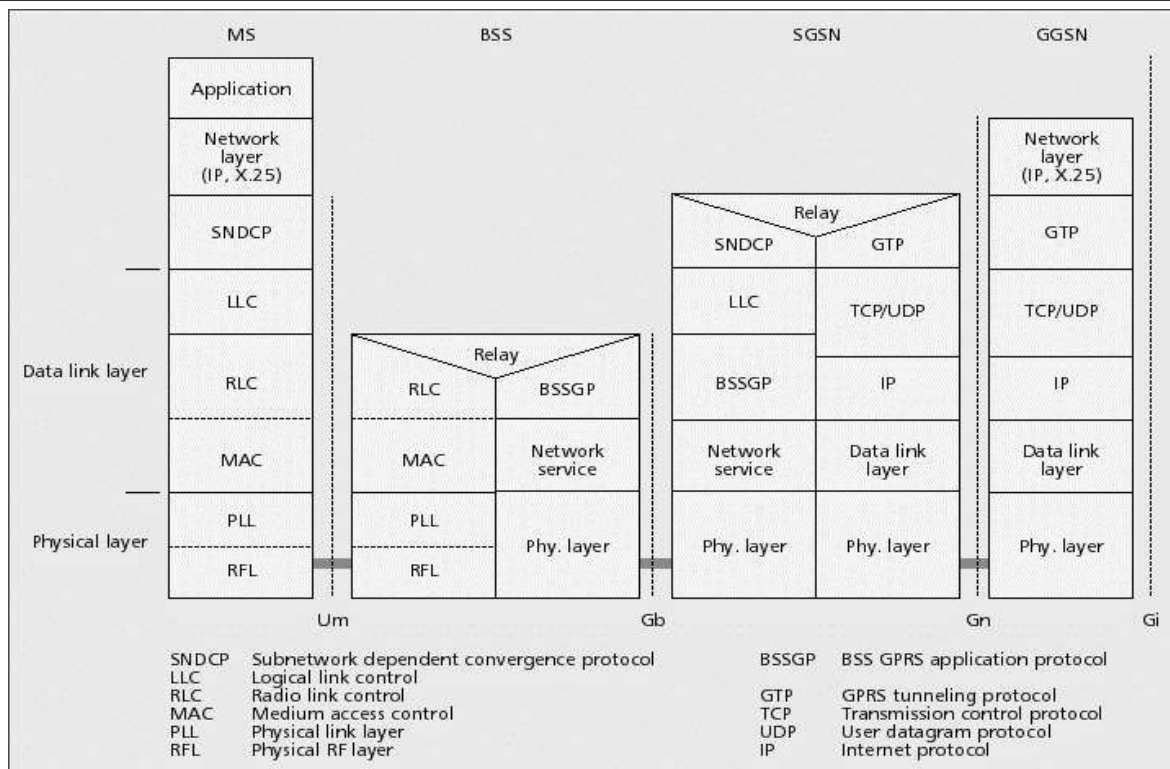
- Canal físico: circuitos (GSM) ou pacotes (GPRS) → gestão dinâmica
- Canal físico de pacotes (GPRS) → PDCH (Packet Data Channel)
  - ◆ Novos esquemas de codificação → 9.05, 13.4, 15.6, 21.4 kbit/s
- Canal PDCH associado a terminal só quando há pacotes a tx/rx
  - ➔ 1 canal físico partilhado por n terminais (em tempos diferentes)
- Uplink e downlink reservados separadamente (eficiente para tráfego assimétrico)

## Canais Lógicos

- ◆ Canais lógicos sobre canais físicos → separação funcional
- ◆ Canais de dados
  - » PDTCH - packet data traffic channel → dados de utilizador. Bidireccional
- ◆ Canais de controlo
  - » PBCCH - packet broadcast control channel → ponto-multiponto, BSS → terminal
    - Informação sobre organização da rede e relação canais lógicos - canais físicos
  - » Canais de controlo comum → ponto-multiponto, bidireccional
    - PRACH - packet random access channel – usado por terminal para pedir um PDTCH
    - PAGCH - packet access grant channel – usado por BSS para atribuir PDTCH a terminal
    - PPCH - packet paging channel - usado por BSS para localizar (paging) terminal
    - PNCH - packet notification channel – aviso de chegada de chamadas PTM (multicast)
  - » Canal de controlo dedicado → ponto-a-ponto, bidireccional
    - PACCH - packet associated control channel – associado a PDTCH
- ◆ Se canais controlo comum de pacote, P, indisponíveis
  - são usados os canais de controlo comum do GSM

## Utilização dos Canais Lógicos





## ◆ GTP - GPRS Tunneling Protocol

- Tunel. Encapsula dados (ex. datagramas IP)
- Usado no backbone da rede
- Pacotes GTP transportados sobre UDP/IP. IP usado no backbone da rede GPRS
- Camadas inferiores baseadas em Ethernet, ISDN ou ATM

## ◆ SNDCP - Subnetwork Dependent Convergence Protocol

- Transferência de pacotes de dados entre MS e SSGN
- Compressão, descompressão, protecção de dados

## ◆ BSSGP (BSS GPRS Application Protocol)

- Encaminhamento entre BSS e SSGN
- Usa serviços de Frame Relay

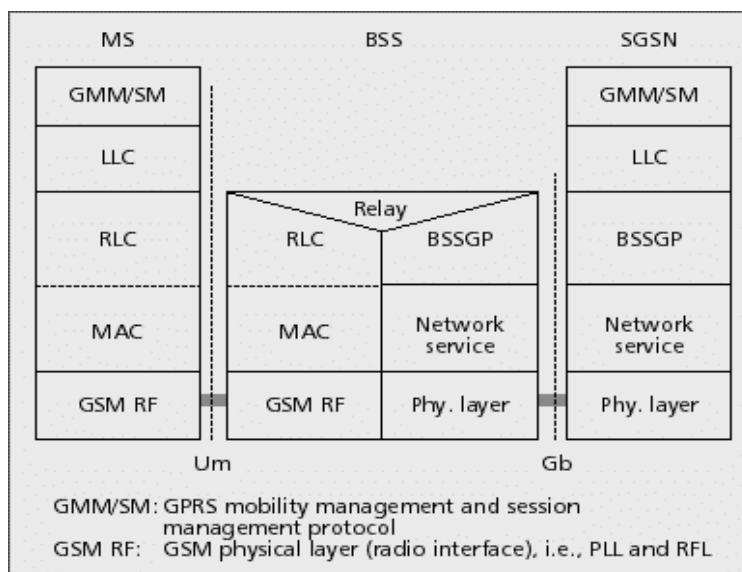


## Arquitectura dos Protocolos – Plano de Transmissão

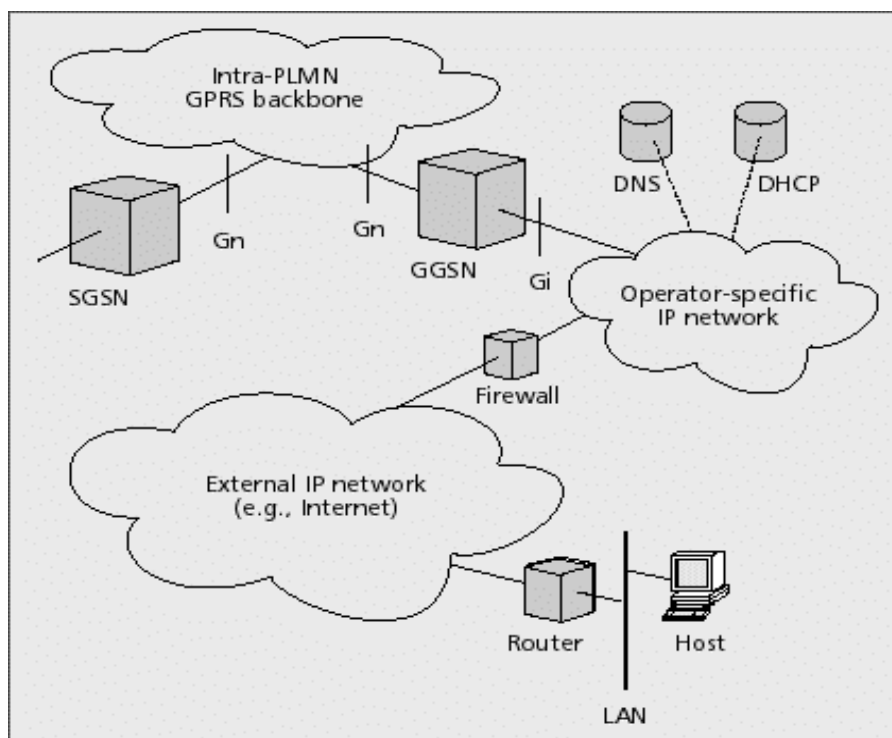
- ◆ LLC (MS-SSGN)
  - Ligação lógica fiável ← LAPDm (GSM) ← HDLC
  - Controlo de sequência, entrega ordenada, controlo de fluxo, retransmissão, cifragem dos dados
  - Modo confirmado e não confirmado
- ◆ RLC
  - Ligação fiável entre terminal e BSS
  - Segmentação e reassemblagem de tramas LLC em blocos RLC. ARQ de blocos
- ◆ MAC
  - Controla o acesso do terminal ao ar (partilhado por vários terminais)
  - Baseado em slotted Aloha
  - Algoritmos de contenção, escalonamento e prioridades. Baseado em QoS negociado
- ◆ PLL (physical link layer)
  - Fornece o canal físico
  - Codificação do canal, detecção de erros, FEC, detecção de congestão
- ◆ RFL (RF Layer )
  - Modulação e desmodulação. A mesma do GSM.

## Arquitectura de Protocolos – Plano de Sinalização

- ◆ Controlo e suporte das funções do planos de transmissão
- ◆ GMM/SM  
(GPRS Mobility Management / Session Management)
  - » Gestão de mobilidade e sessão
  - » Attach/detach, segurança, contextos, localização



## Interligação com redes IP



## Exemplo de Interligação com a Rede IP

### ◆ Arquitectura

- Interface Gi → ponto de interligação com rede IP
- GPRS – rede de nível 2, do ponto de vista do IP

### ◆ Endereço IP do terminal

- Endereço IP do operador GPRS
- Pode ser dinâmico
- Convertido para endereço GSM no GGSN

### ◆ Elementos IP necessários

- Servidor DNS (endereços IP ↔ nomes IP)
- Servidor de DHCP
- Firewall