General Packet Radio Service
GPRS

FEUP
Manuel P. Ricardo

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 nº 3.
- 3GPP TS 23.060, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; General Packet Radio Service (GPRS); Service Description; Release 1999. (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 ←→ 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

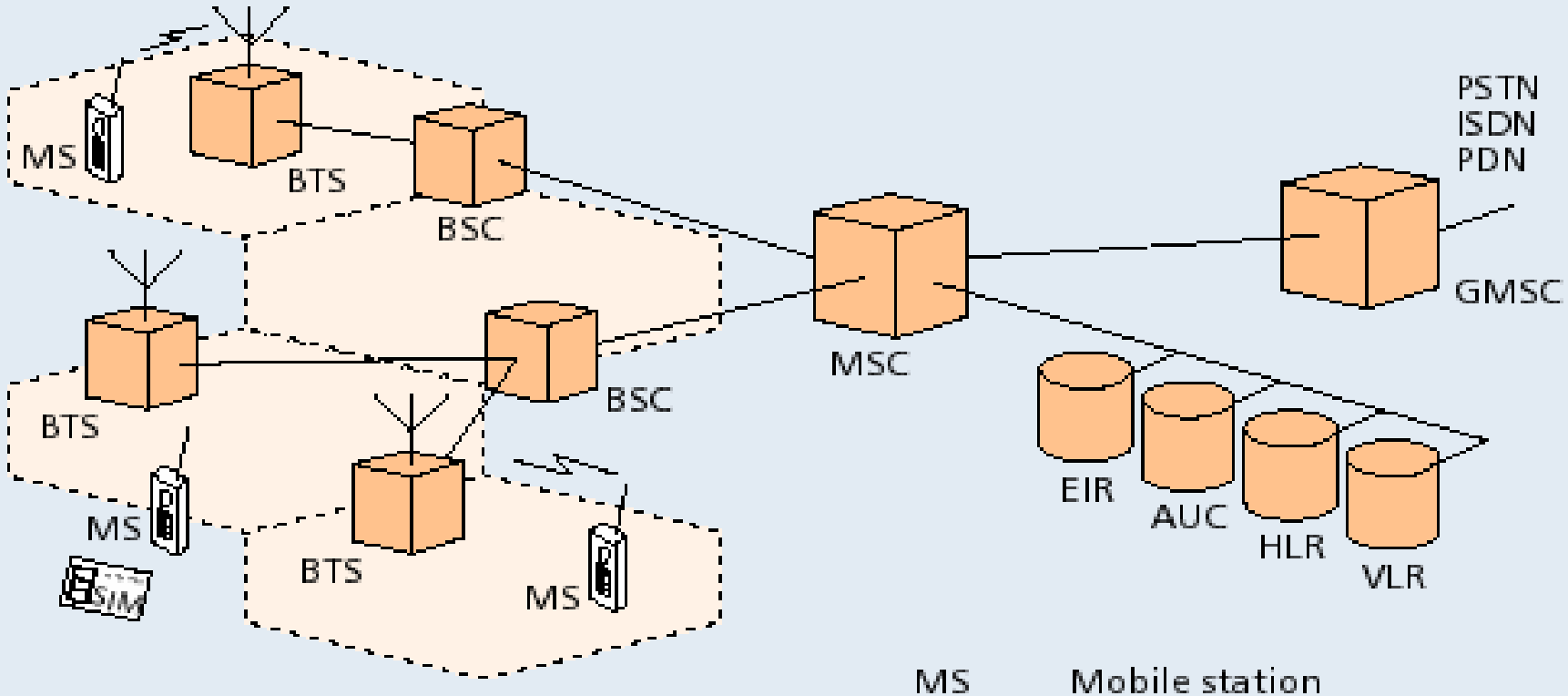
- Mercado emergente ➔ Internet sem fios
  - Utilização crescente da telefonia celular e da Internet
  - Novas aplicações
- GSM inadequado para dados
  - Débitos baixos (9.6, 14.4 kbit/s)
  - Tempo de acesso elevado (segundos)
  - Custo elevado (taxação orientada à duração da chamada)
  - Utilização ineficiente 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, taxação orientada ao tempo
    - – Problemas no handover → sinalização 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



BTS	Base transceiver station	MS	Mobile station
BSC	Base station controller	HLR	Home location register
BSS	Base station subsystem (BTS+BSC)	VLR	Visited location register
MSC	Mobile switching center	EIR	Equiment identity register
GMSC	Gateway MSC	AUC	Authentication center

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

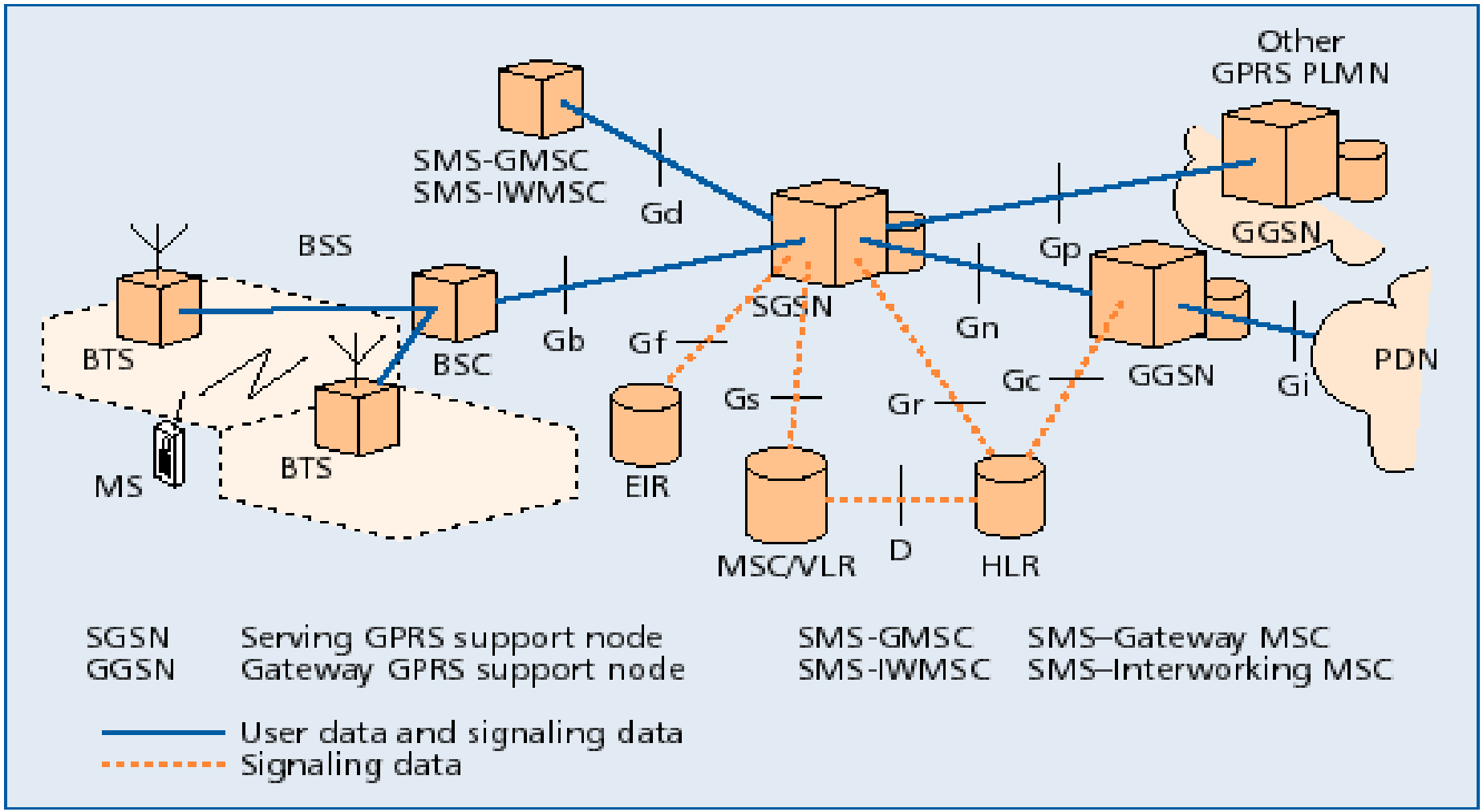
- Bases de dados → controlo de chamadas, gestão da rede
  - HLR (*Home Location Register*) → dados dos subscritores de 1 região administrativa
    - permanentes (ex. perfis de utilização), temporarios (ex. localização actual)
  - VLR (*Visited Location Register*) → associado a um grupo de LAs
    - Dados dos subscritores presentes nas suas LAs (dados HLR → VLR)
    - Dados locais (ex. identificação temporária do subscritor)
  - AUC (Authentication Center)
    - Geração, armanezamento chaves de segurança. Autenticação subscritor.
  - 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*)
  - Atribuido 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
- 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
- Rede interna é IP
  - xGSN interligados por uma rede interna IP
  - Pacotes entre GSNs transmitidos por <u>tuneis GTP</u> (*GPRS Tunneling Protocol)*

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 sequenciaçao 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

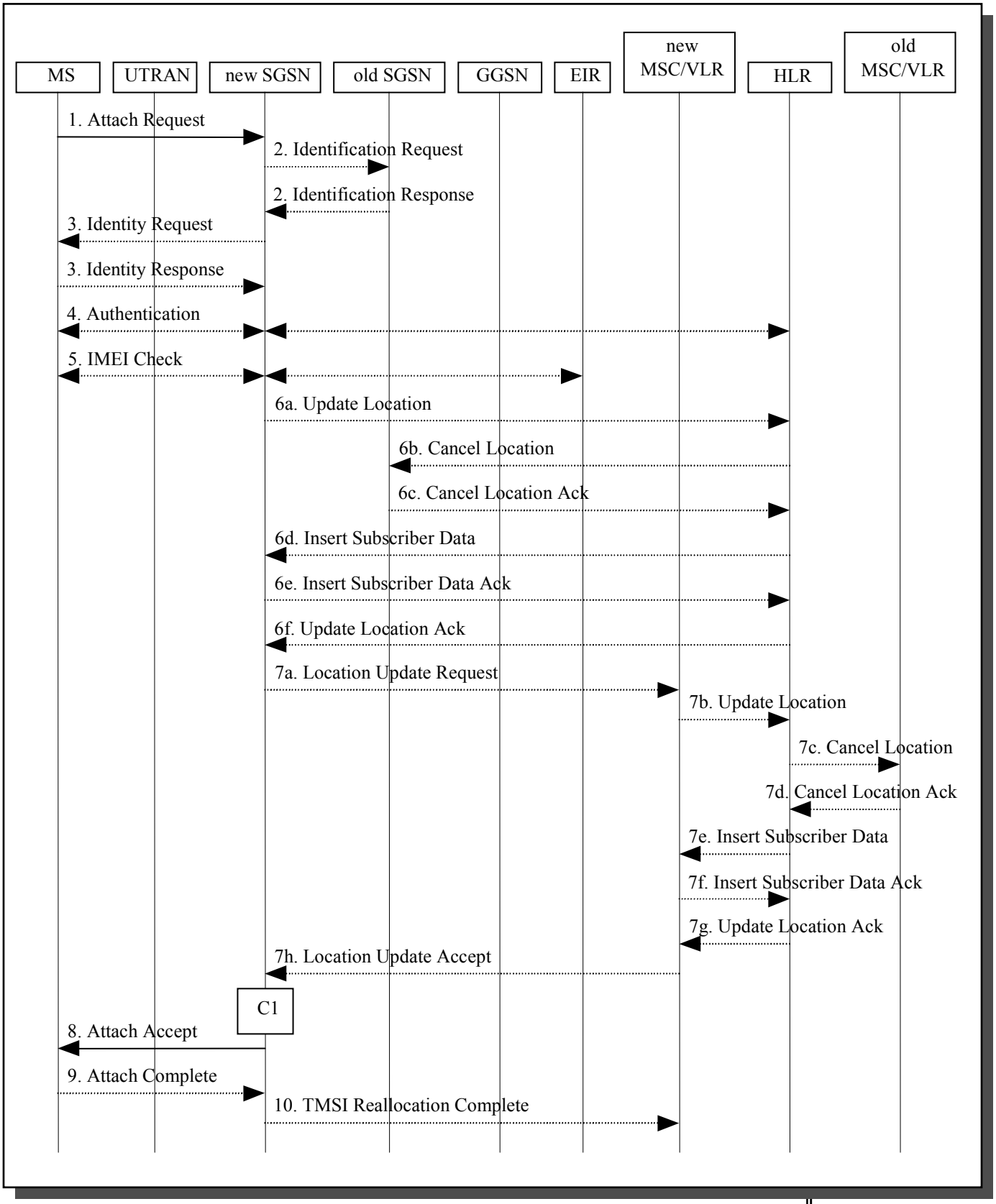
Classe	Pacotes 128 bytes		Pacotes 1024 bytes	
	Atraso Médio	Atraso 95%	Atraso Médio	Atraso 95%
1	<0.5s	<1.5s	<2s	<7s
2	<5s	<25s	<15s	<75s
3	<50s	<250s	<75s	<375s
4	Best effort	Best effort	Best effort	Best effort

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
- *De-attach* iniciado por estação móvel ou rede

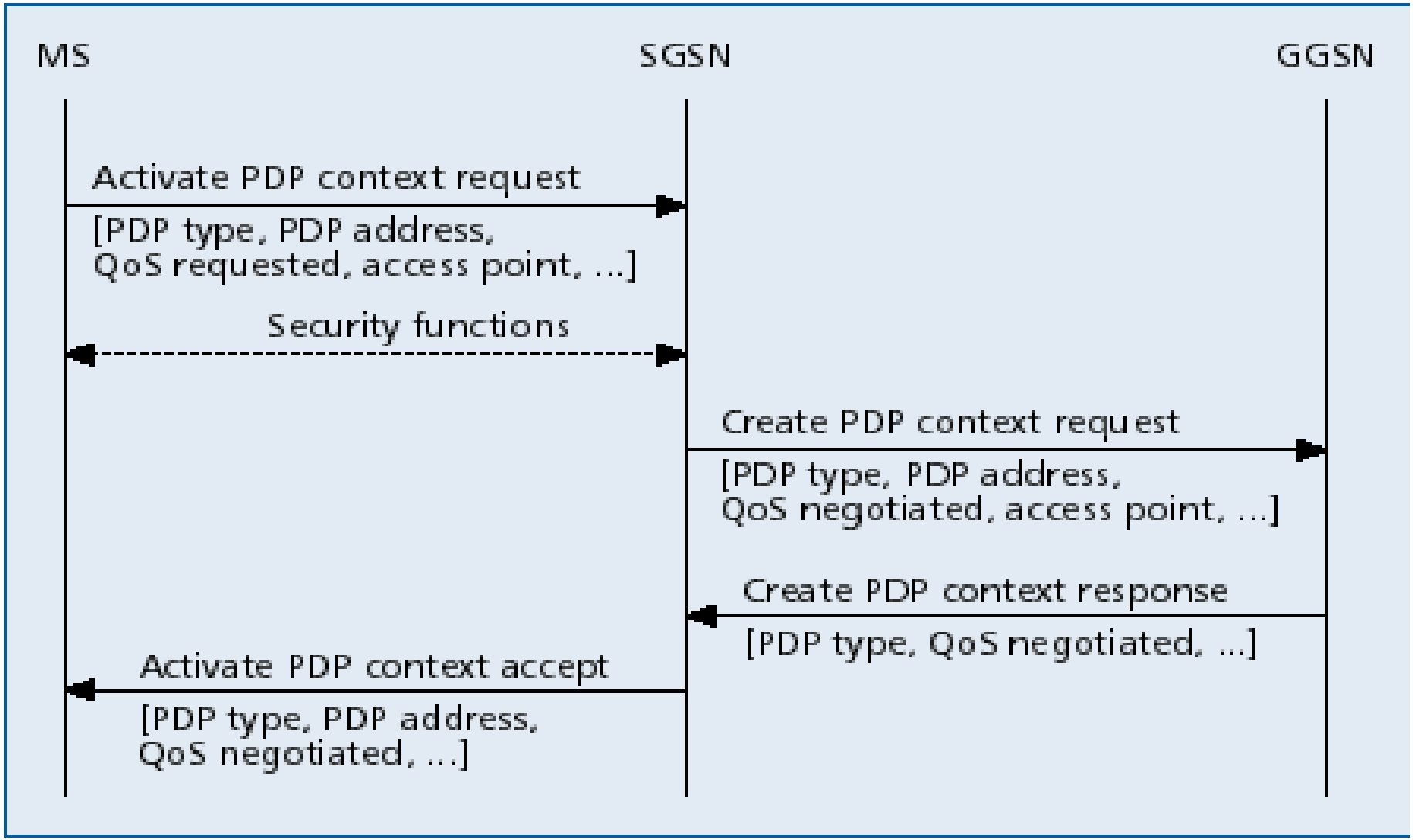


Attach Combinado GPRS/IMSI

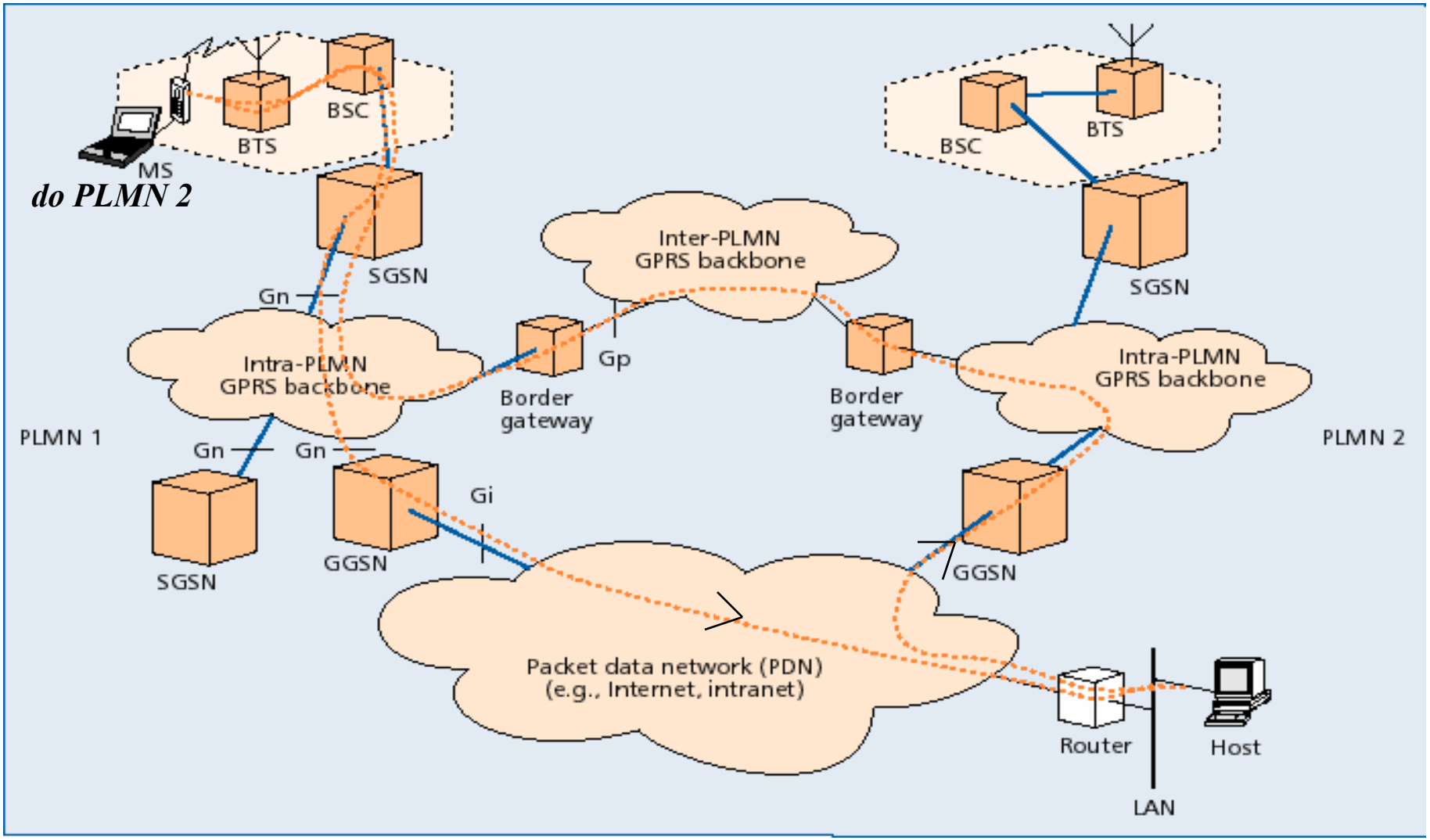
Contexto PDP

- 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 atribuido (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 visivel → transferência de dados

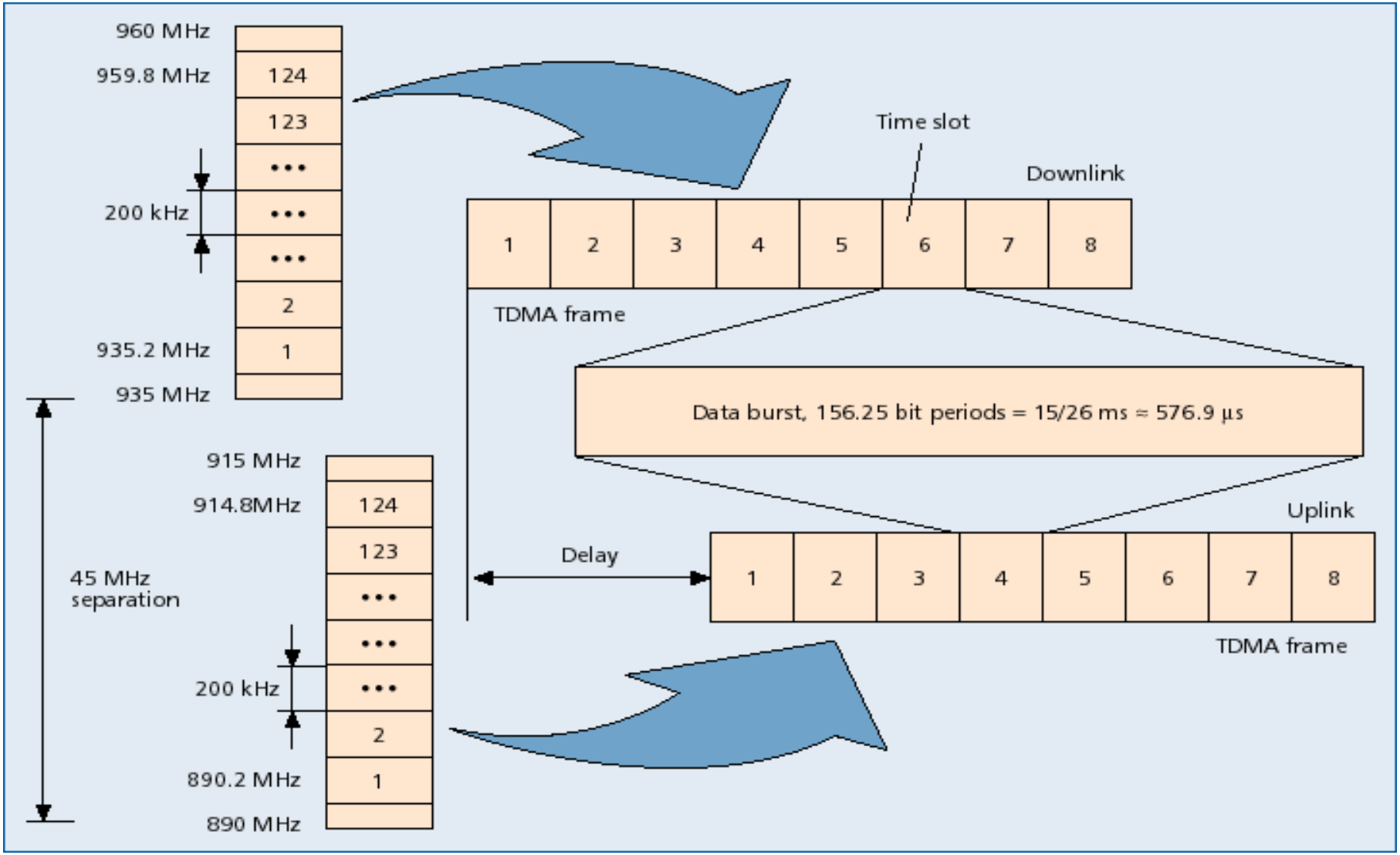
Estabelecimento de Sessão



Exemplo de Encaminhamento



Interface de Ar, Nível Físico
Portadoras, Tramas, Time Slots



Canal Físico de Pacotes

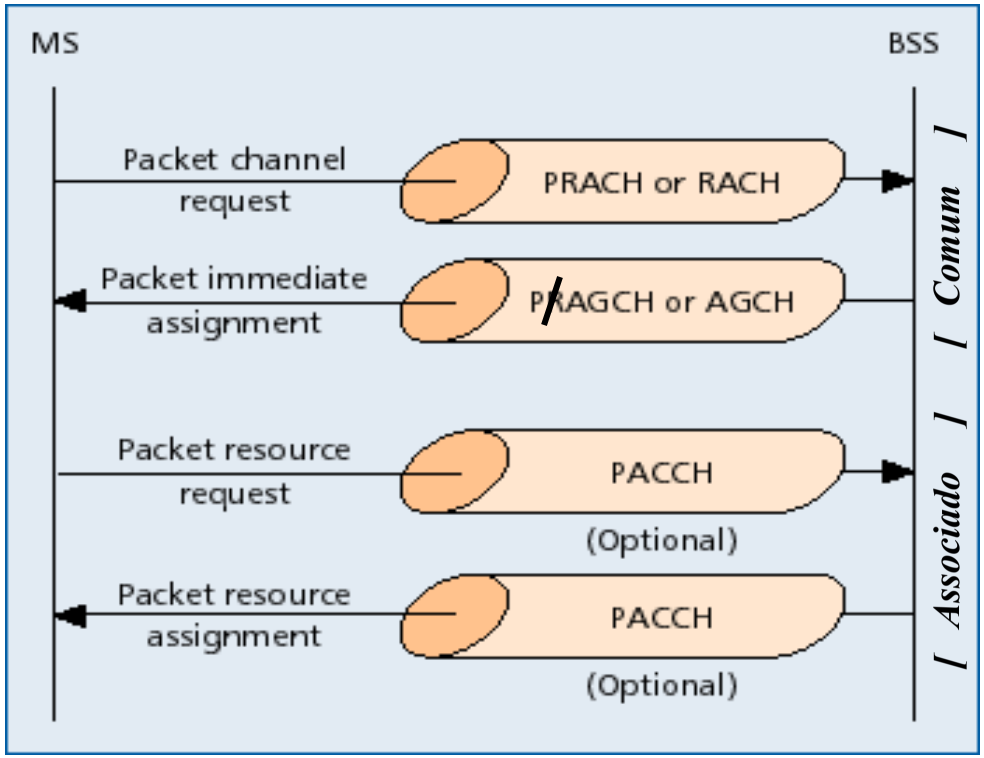
- GSM, acesso múltiplo → FDMA+TDMA
  - FDMA
    - Uplink (Terminal → BTS): 890 - 915 MHz → 124 canais x 200 KHz
    - Downlink (Terminal ← BTS): 935 - 960 MHz → 124 canais x 200 KHz
    - 1 BTS → n canais de frequência
  - TDMA
    - 1 canal de banda 200 KHz → 8 time slots TDMA
    - Canal físico → time 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 <u>só quando há pacotes a tx/rx</u>

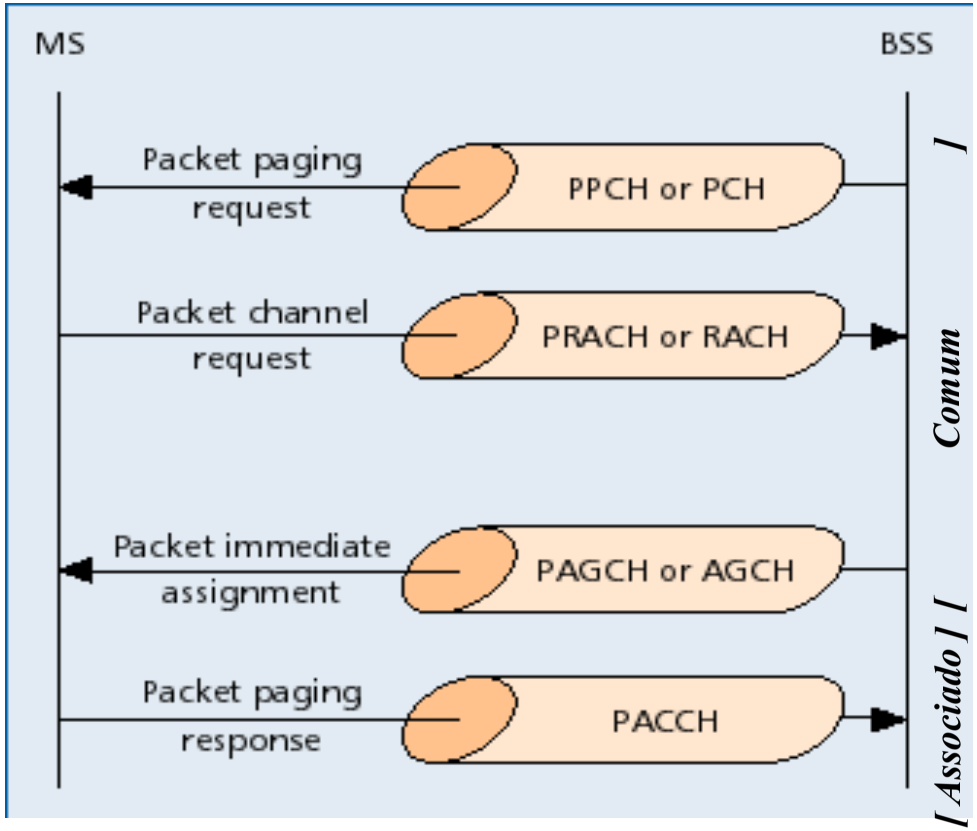
    → 1 canal físico partilhado por n terminais (em tempos diferentes)
  - Uplink e downlink reservados separadamente (eficiente para tráfego assimétrico)

Canais Lógicos

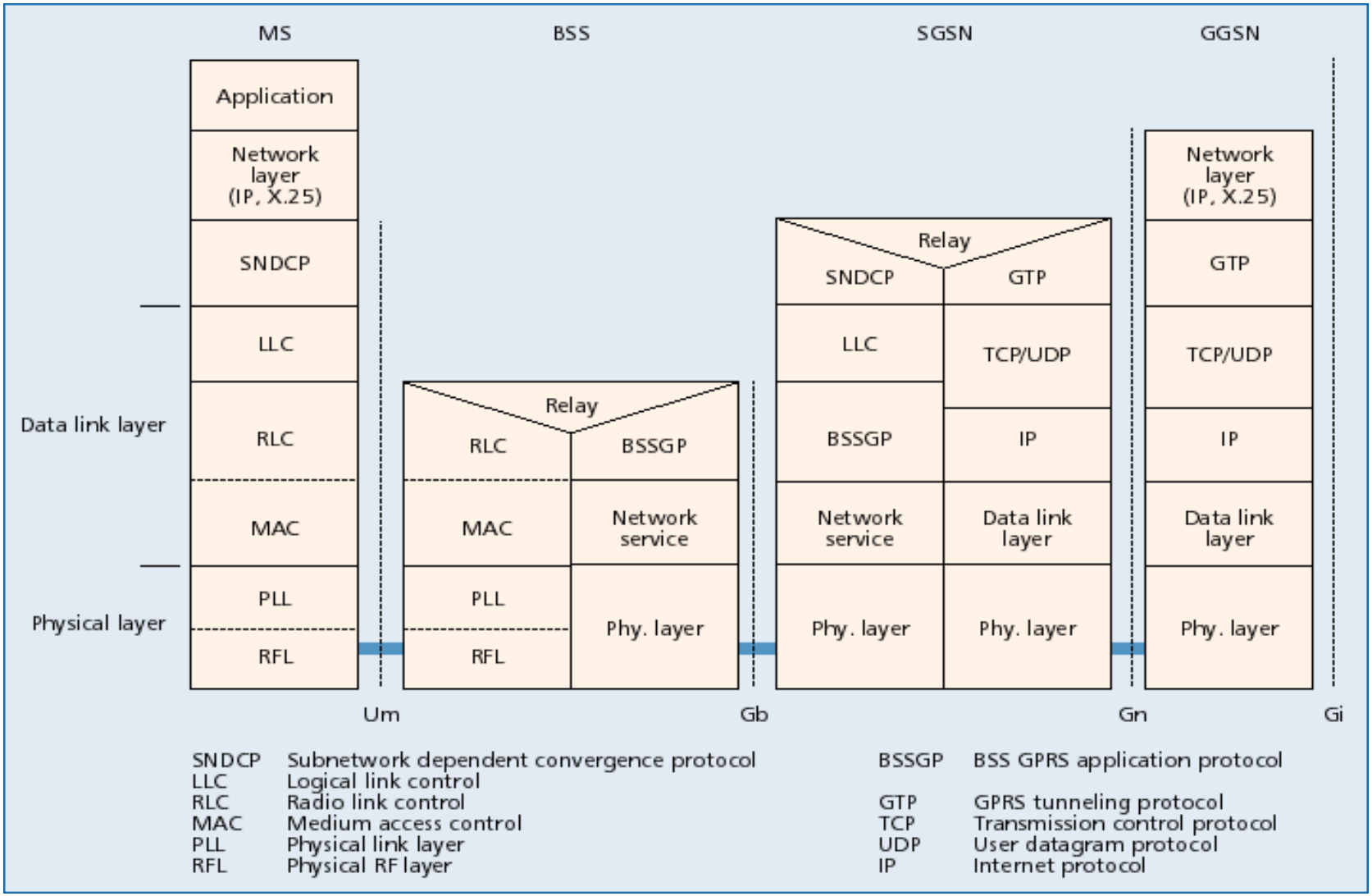
- Canais lógicos sobre canais físicos → separação funcional
- Canais de dados
  - » PDTCH - packet data traffic channel → dados de utilizador. Bidireccional
- Canais de controlo
  - » PBCCH - packet broadcast control channel → ponto-multiponto, BSS → terminal
    - – Informação sobre organização da rede 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





Arquitectura dos Protocolos – Plano de Dados



Arquitectura dos Protocolos – Plano de Dados

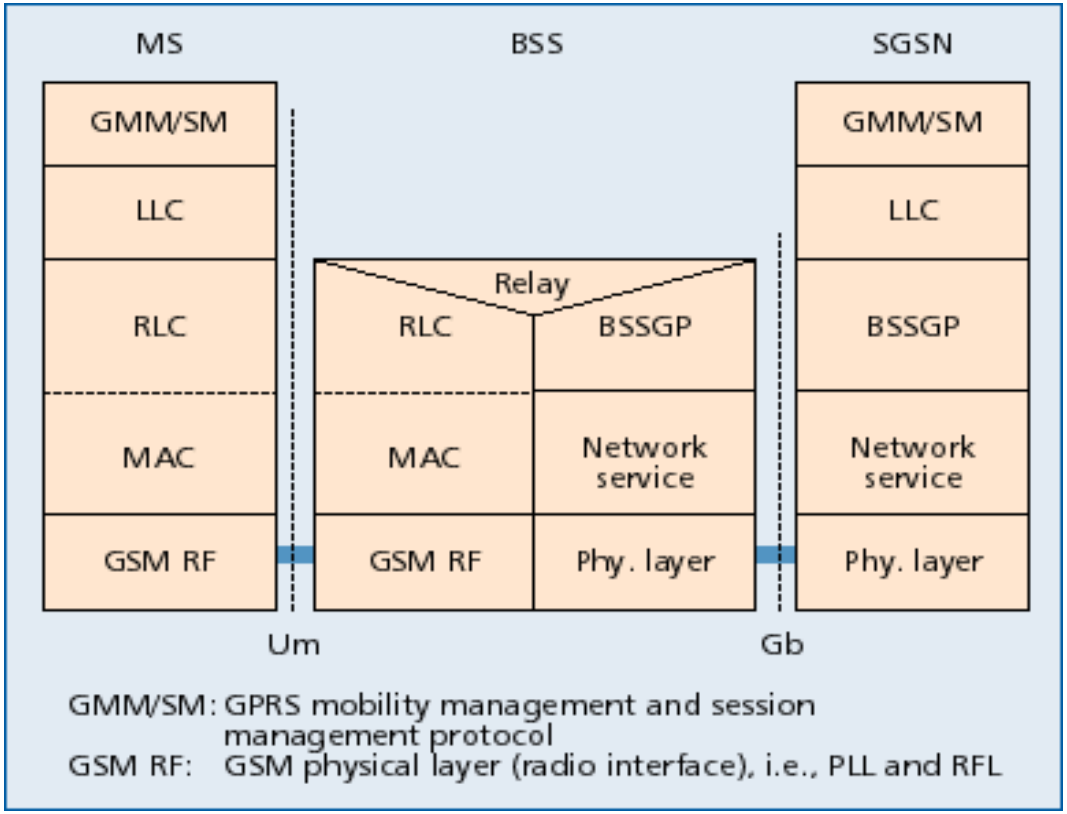
- GTP - GPRS Tunneling Protocol
  - Tunel. Encapsula dados (ex. datagramas IP)
  - Usado no backbone da rede
  - Pacotes GTP transportados sobre UDP/IP. IP usado no backbone da rede GPRS
  - Camadas inferiores baseadas em Ethernet, ISDN ou ATM
- SNDCP - Subnetwork Dependent Convergence Protocol
  - Transferência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

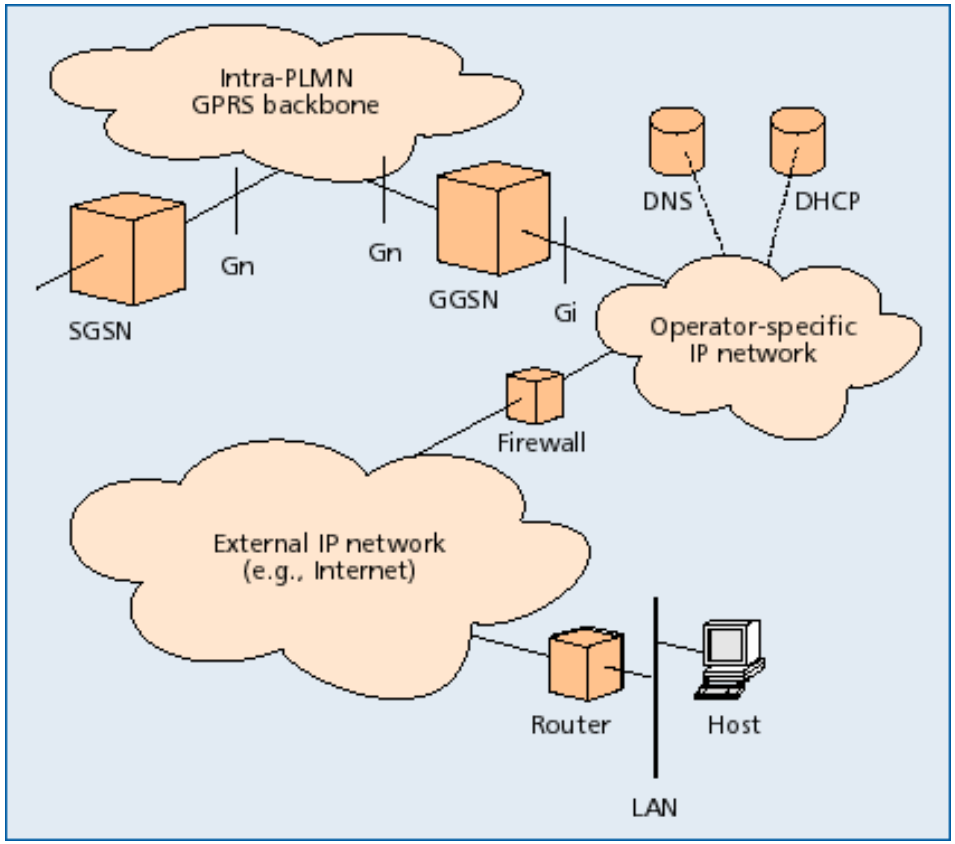
Arquitectura dos Protocolos – Plano de Dados

- 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 Controlo

- 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



Exemplo de Interligação com a Rede IP

- Arquitectura
  - » Interface Gi → interligação rede IP
  - » GPRS – nível 2
- Endereço IP do teminal
  - » Endereço IP do operador GPRS
  - » Pode ser dinâmico
  - » Convertido para ender. GSM no GGSN
- Elementos IP necessários
  - » Servidor DNS (endereços IP ←→nomes IP)
  - » Servidor de DHCP
  - » Firewall