

# *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)
- ◆ Transfere pacotes de dados entre estação móvel e 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 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

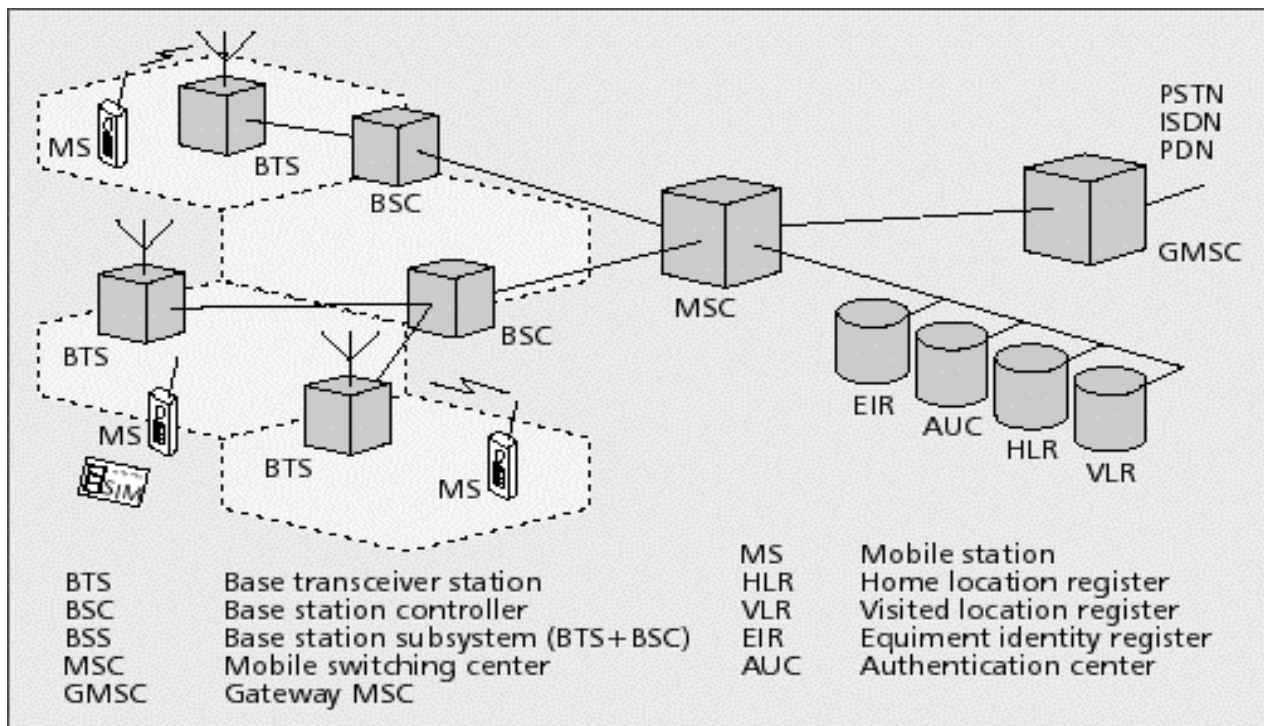
## *HSCSD (High-Speed Circuit Switched Data)*

---

- ◆ 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
    - canais bloqueados para voz, negociação individual de canais

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

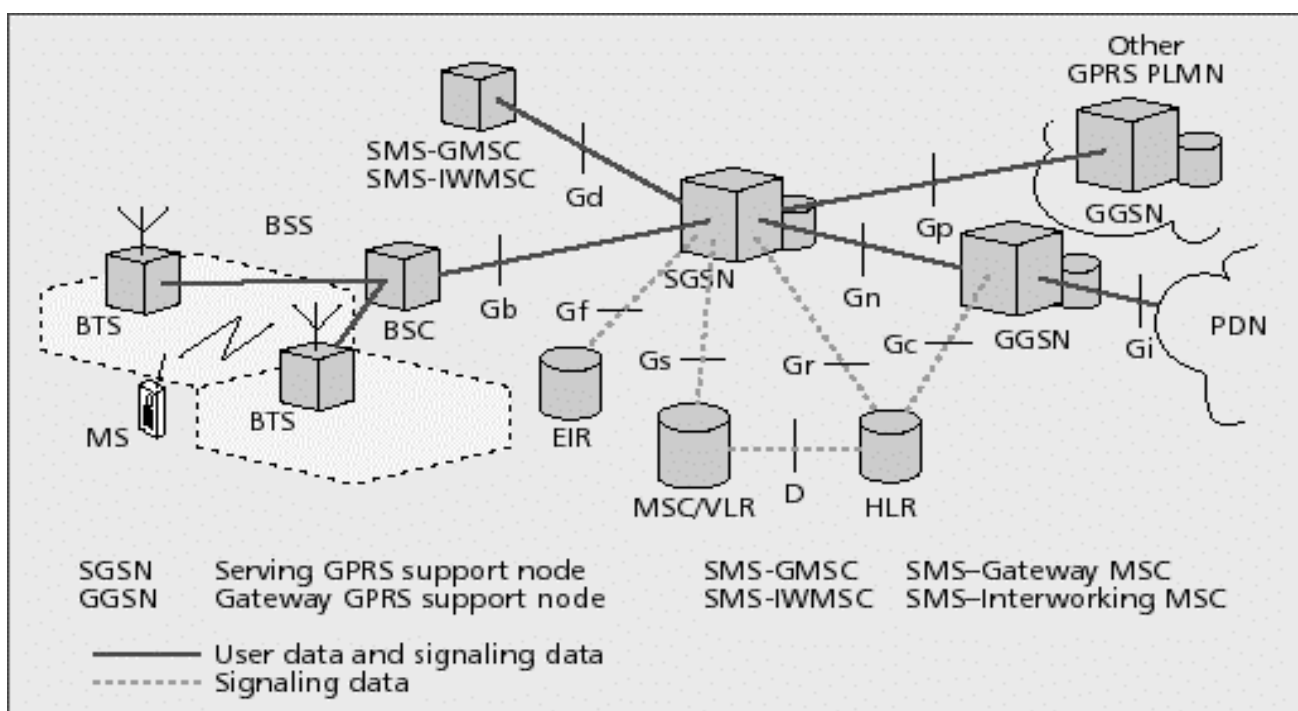
### ◆ Bases de dados → controlo de chamadas, gestão da rede

- HLR (*Home Location Register*) → dados dos subscritores 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 subscritores presentes nas suas LAs (dados HLR → VLR)
  - ◆ Dados locais (ex. identificação temporária do subscritor)
- AUC (Authentication Center)
  - ◆ Geração, armazenamento 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*)
  - Atribuído temporariamente pelo VLR. Significado local.

## Arquitectura GPRS



## Arquitectura GPRS

---

- ◆ Integração GPRS na arquitectura GSM → 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. 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 tx. 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 garantidos para atraso médios e percentis de 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*

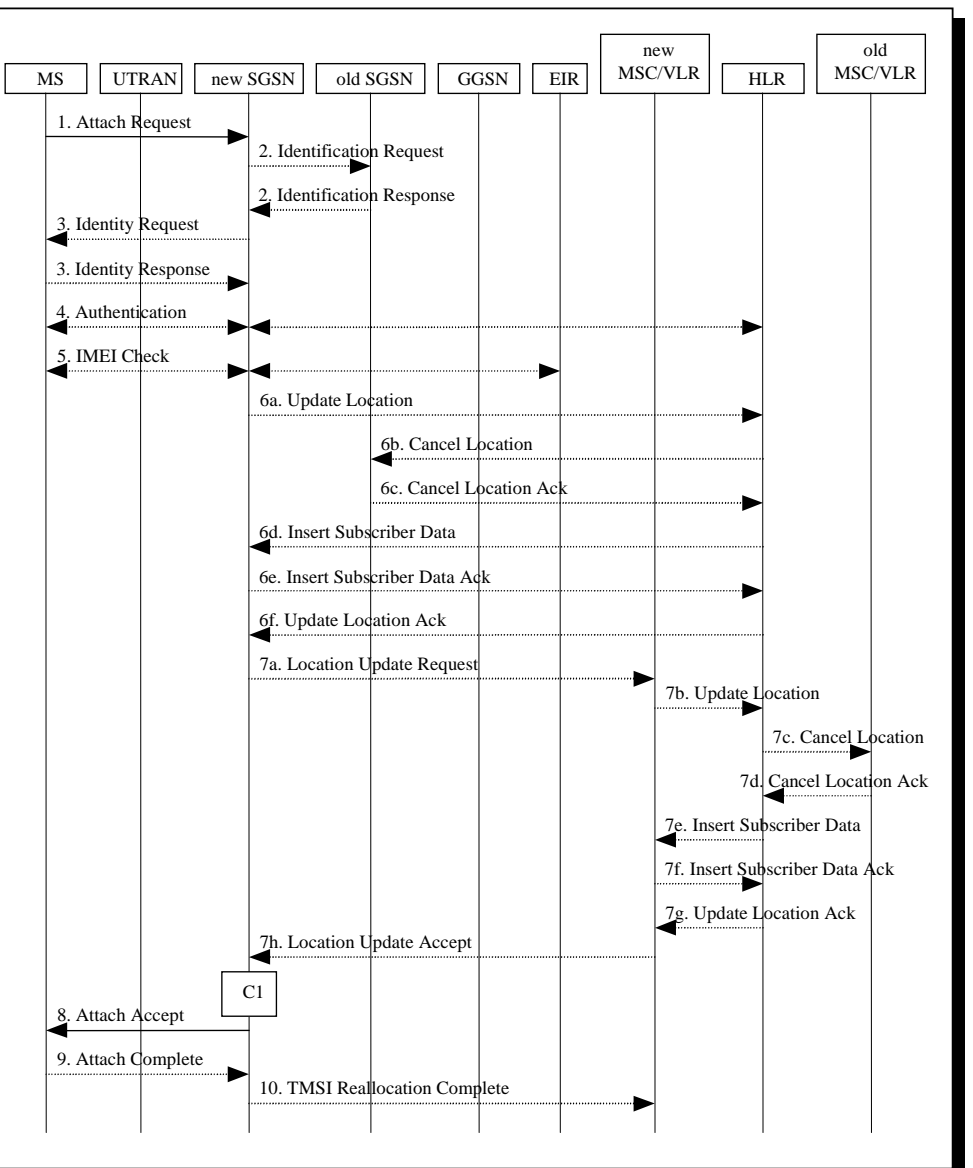
---

- ◆ 3 tipos de estações móveis
  - » Classe A
    - Utilização simultânea de redes GSM e GPRS
  - » Classe B
    - 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

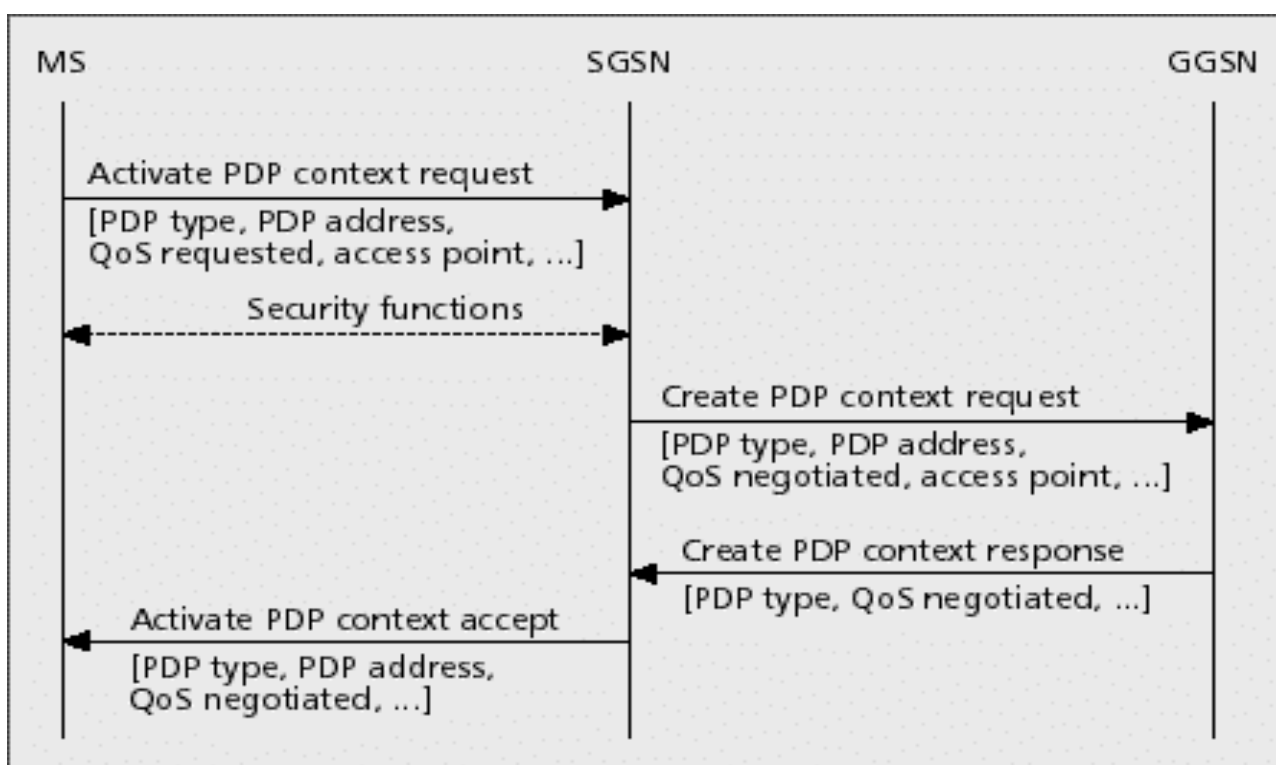
## Contexto PDP

---

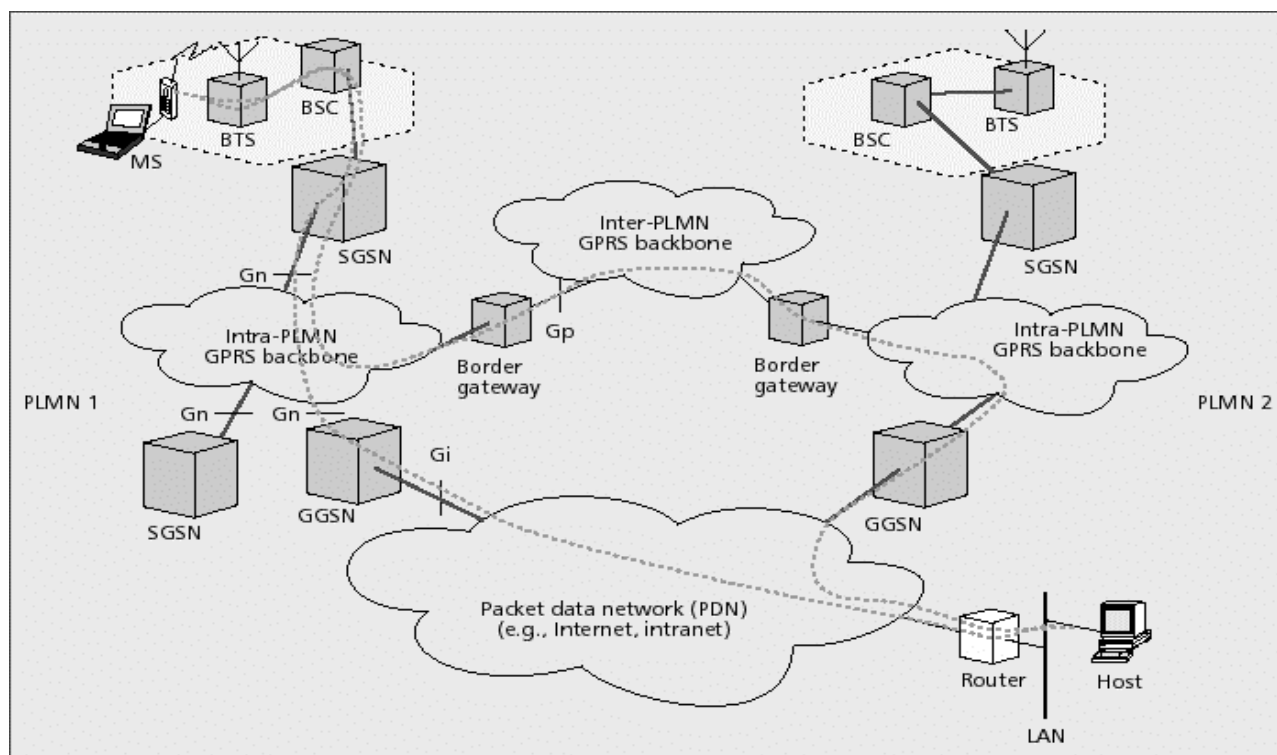
- ◆ Estabelecimento de sessão ← Attach
  - Terminal obtém endereço PDP da rede externa (ex. endereço IP)
  - Criação do descritor da sessão (contexto PDP)
- ◆ Contexto
  - Contém
    - ◆ tipo de PDP (ex. IPv4), endereço atribuído (ex. 129.187.222.10)
    - ◆ QoS negociado, endereço do GGSN
  - Armazenado 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
- ◆ Contexto criado → terminal visível → transferência de dados

## Estabelecimento de Sessão

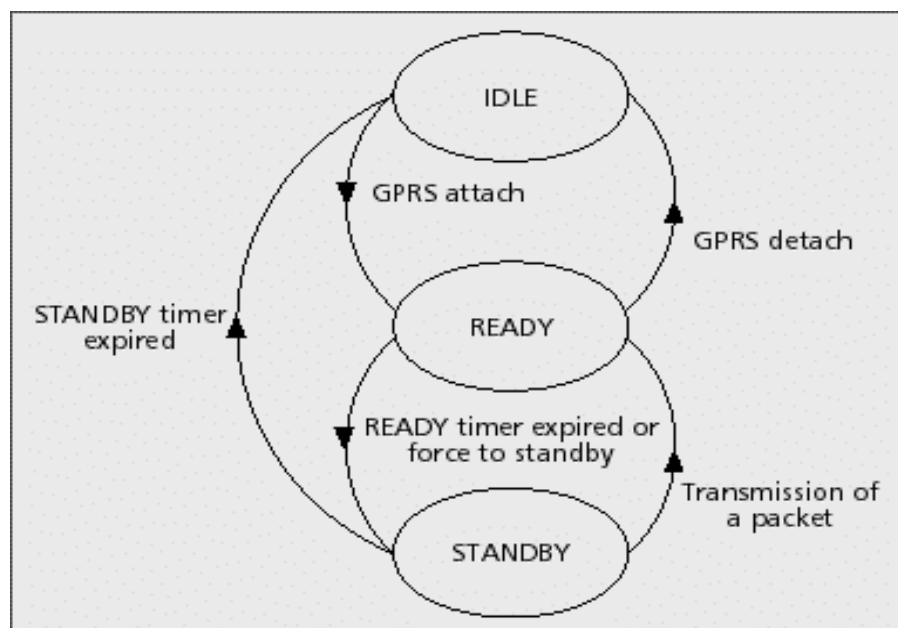
---



## Exemplo de Encaminhamento



## Gestão de Mobilidade do Terminal - Modelo de Funcionamento



## *Gestão da Mobilidade do Terminal*

---

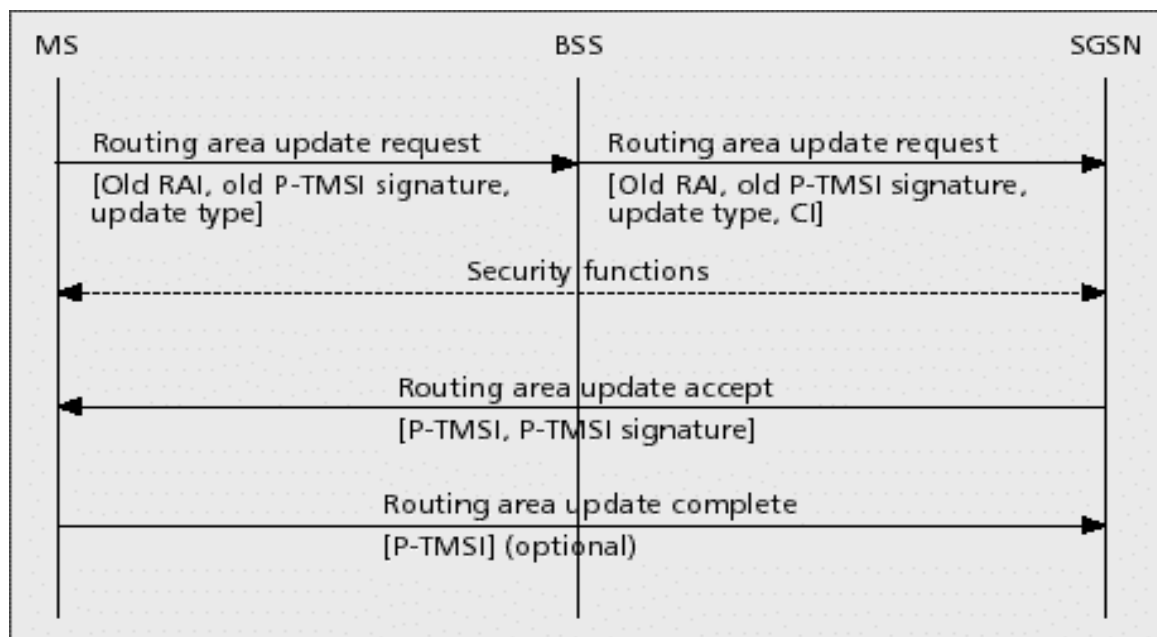
- ◆ Encaminhamento de pacotes (downlink) → localização terminal
  - Se terminal informa frequentemente a rede da sua localização
    - ◆ rede conhece célula do terminal →
      - encaminhamento rápido pacotes; consumo recursos radio e bateria terminal
  - Se terminal não informa frequentemente a rede 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*

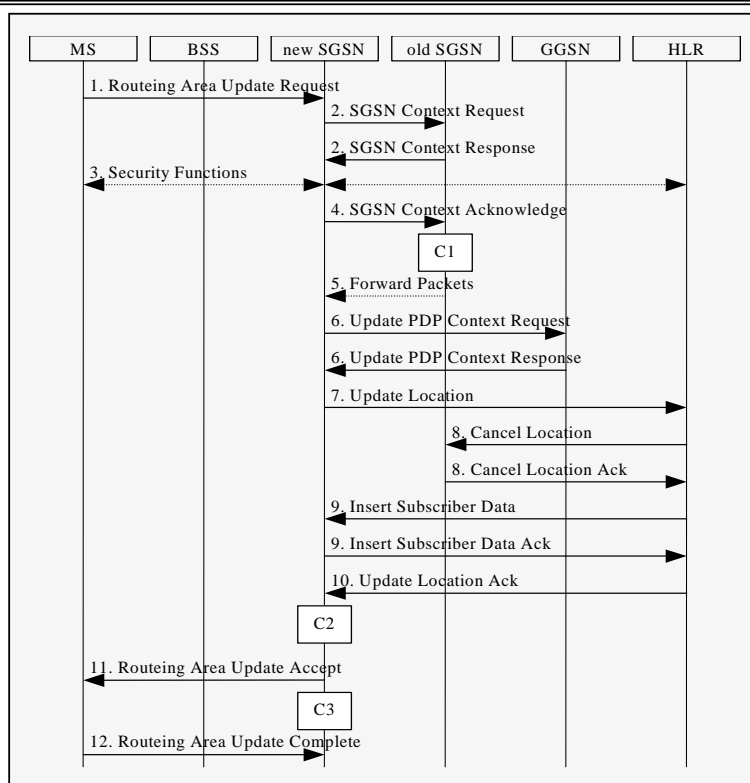
---

- ◆ Micro mobilidade
  - Terminal move-se em células atribuídas ao mesmo SGSN (1 SGSN → n RAs)
  - 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 (descritores das sessões) aos SGSN antigo
  - SGSN novo pede GGSN para actualizar tabelas encaminhamento
  - SGSN actualiza HLR

## Atualização de RA (Intra SGSN)

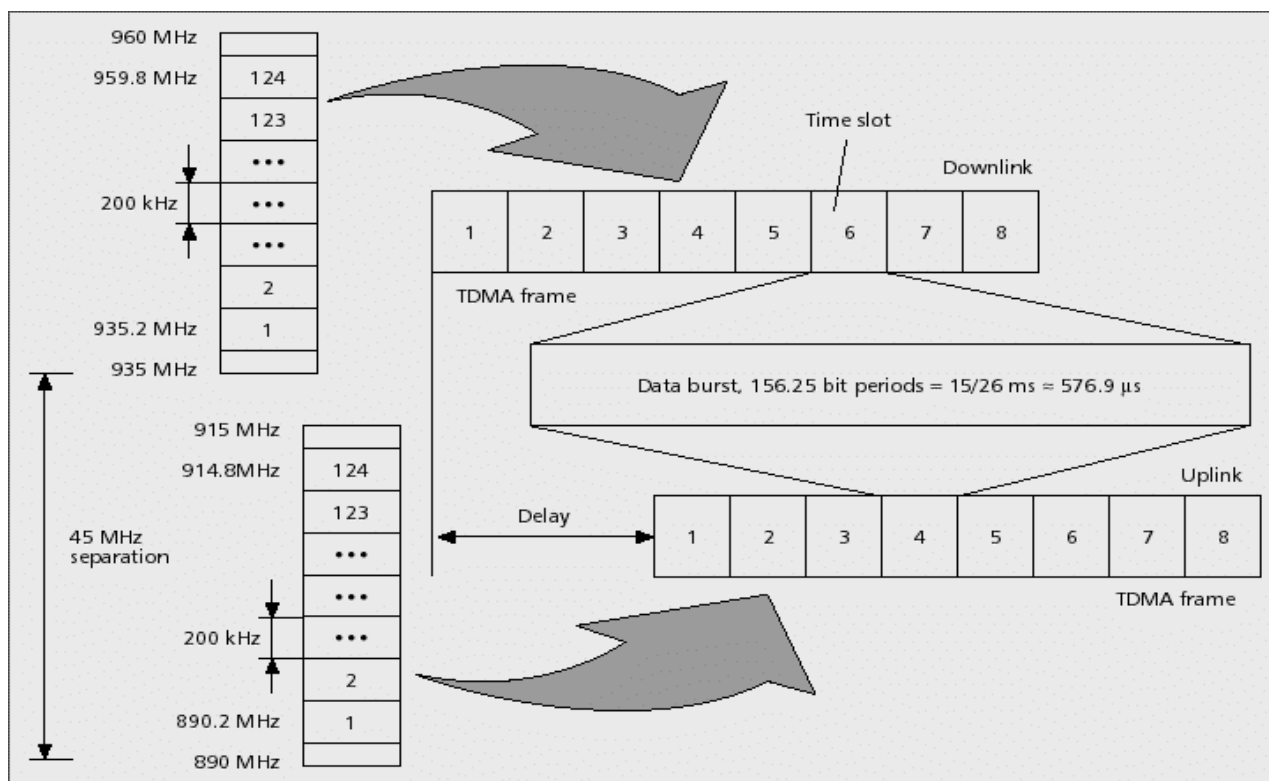


## Atualização de RA (Inter SGSN)



## 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

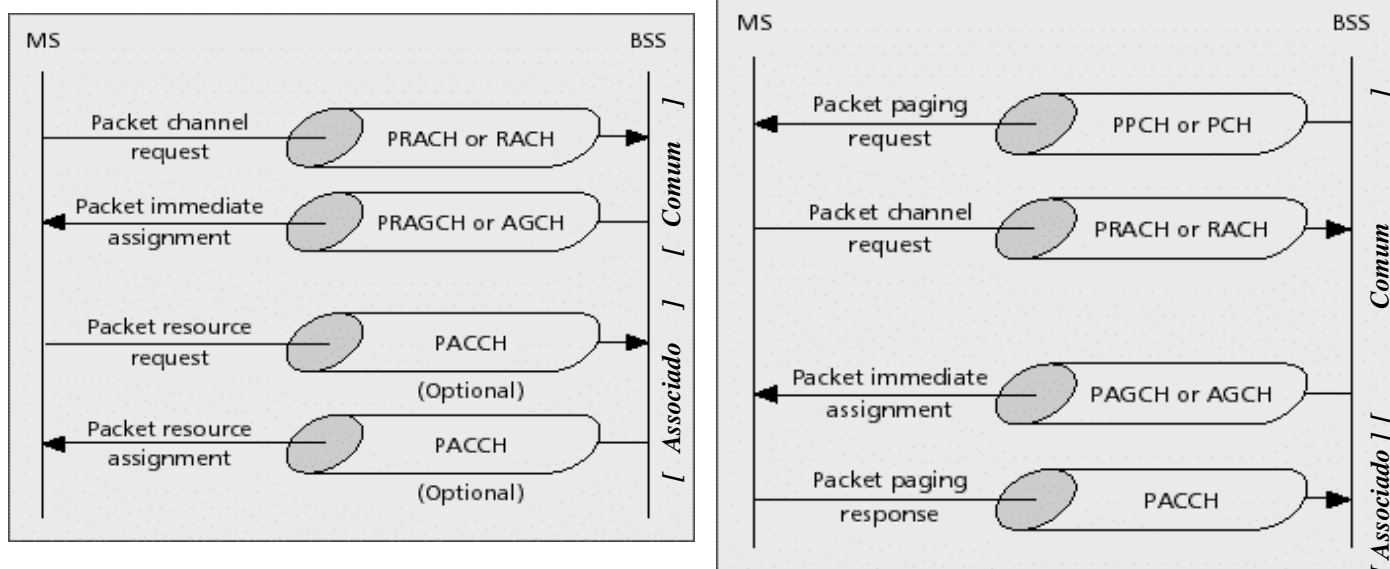
### ◆ GPRS

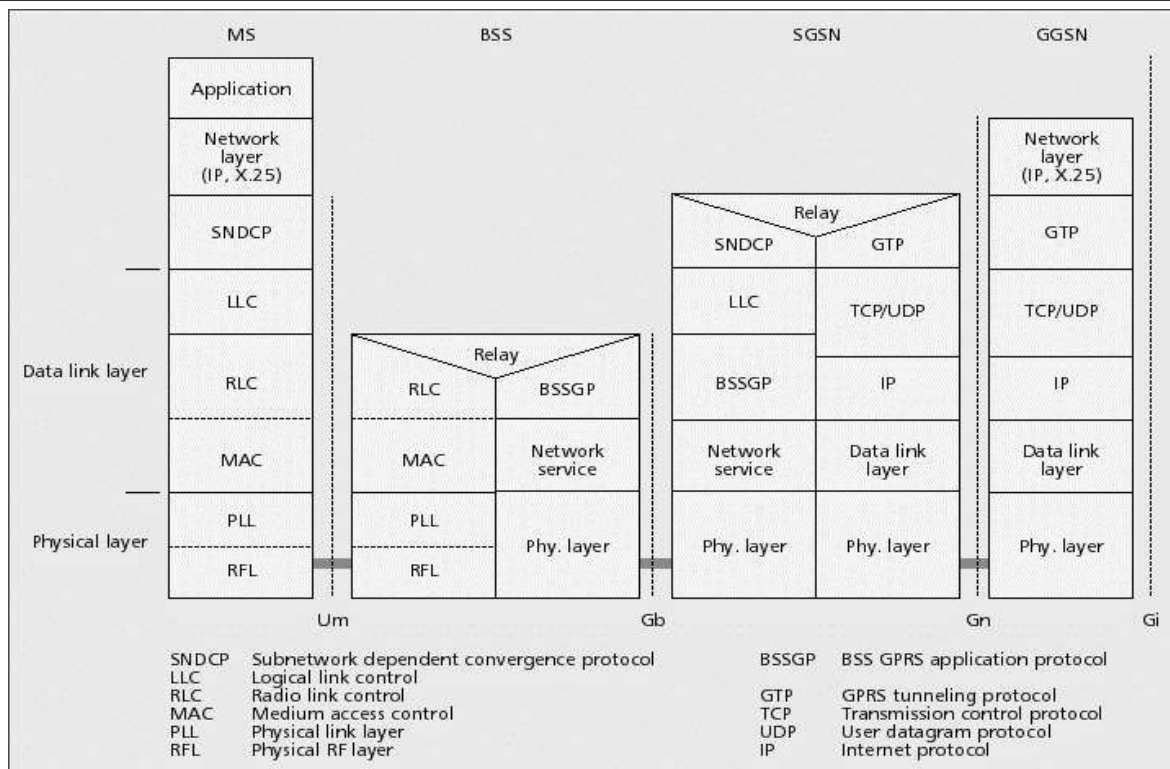
- Canal físico: circuitos (GSM) ou pacotes (GPRS) → gestão dinâmica
- Canal físico de pacotes (GPRS) → PDCH (Packet Data Channel)
  - ◆ Novos esquemas de codificação (9.05, 13.4, 15.6, 21.4 kbit/s)
- Canal PDCH associado a terminal só quando há pacotes a tx/rx
  - ➔ 1 canal físico partilhado por n terminais (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
  - PCCCH - packet common control channel → 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 dedicado de controlo – ponto-a-ponto, bidireccional
    - ◆ PACCH - packet associated control channel – associado a PDTCH
    - ◆ PTCCH - packet timing advance control channel – sincronização adaptativa de tramas
- ◆ Se PBCCH, PCCCH indisponíveis → usados CCCH, BCCH (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

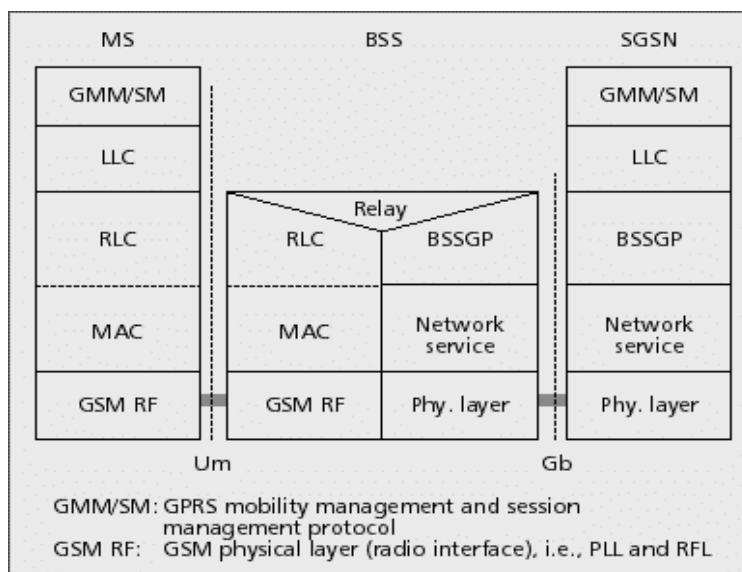


## Arquitectura dos Protocolos – Plano de Transmissão

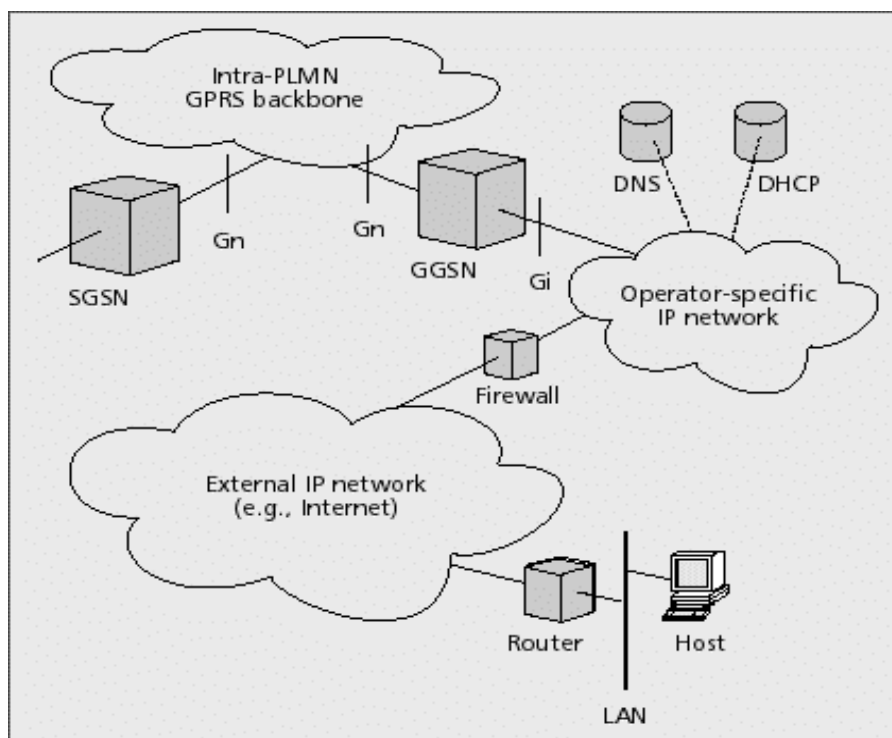
- ◆ LLC (MS-SSGN)
  - Ligação lógica fiável ← LAPDm (GSM) ← HDLC
  - Controlo de sequência, entrega ordenada, controlo de fluxo, retransmissão, cifragem dos dados
  - Modo confirmado e não confirmado
- ◆ RLC
  - Ligação fiável entre terminal e BSS
  - Segmentação e reassemblagem de tramas LLC em blocos 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

### ◆ Configuração da figura

- Rede GPRS → rede de extensão da rede IP
- Terminal → ligação directa à Internet.