

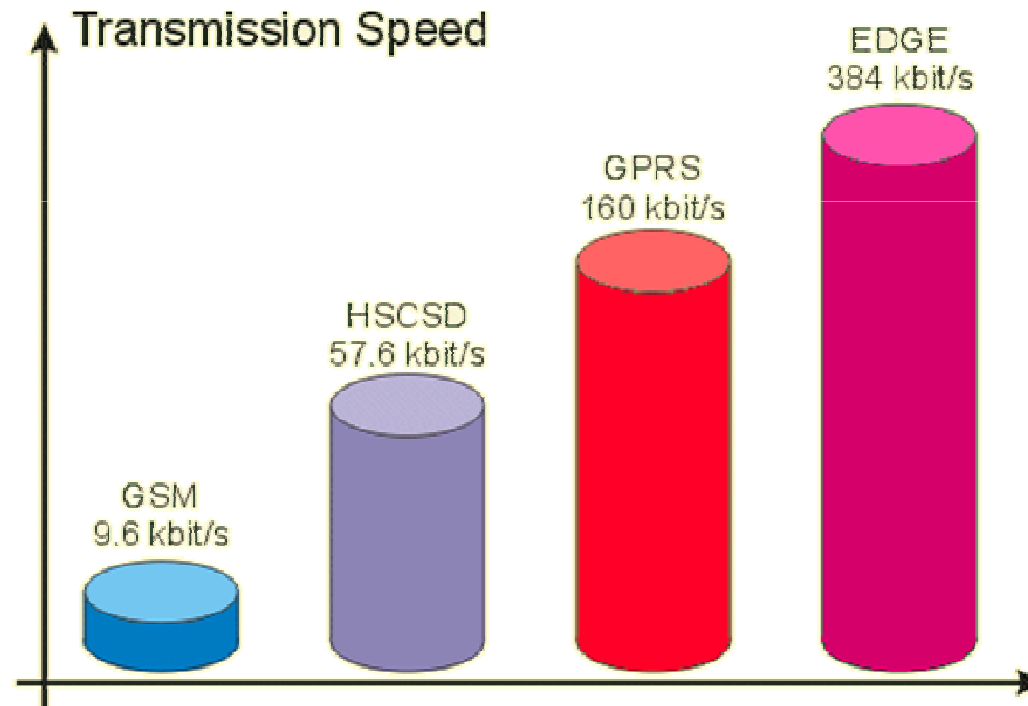




High Speed Data Options for GSM

High Speed Data Options for GSM

The figure below illustrates the evolution of data services in GSM. Please note that packet-switched services are illustrated in red while circuit-switched services are shown in blue. The following sections will provide a technical introduction to these new services.

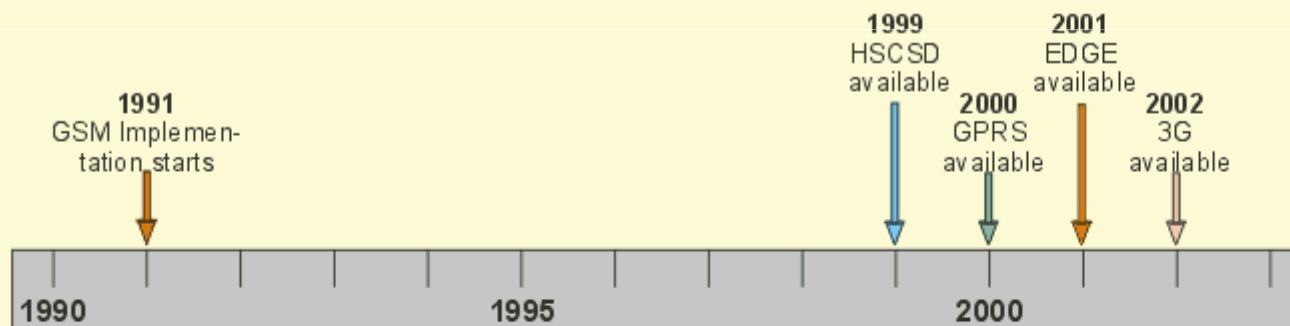




An Historical View

GPRS (General Packet Radio Service), EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) and HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) have been designed primarily as upgrades to the well known and widely used GSM standard. In the 1980s and early 1990s, when the GSM system was designed and standardized, data transmission capabilities were of minor importance compared to voice. Besides, at that time, the maximum transmission speed of 9.6 kbit/s that GSM offered, appeared to be sufficient and was comparable with analog wireline modems.

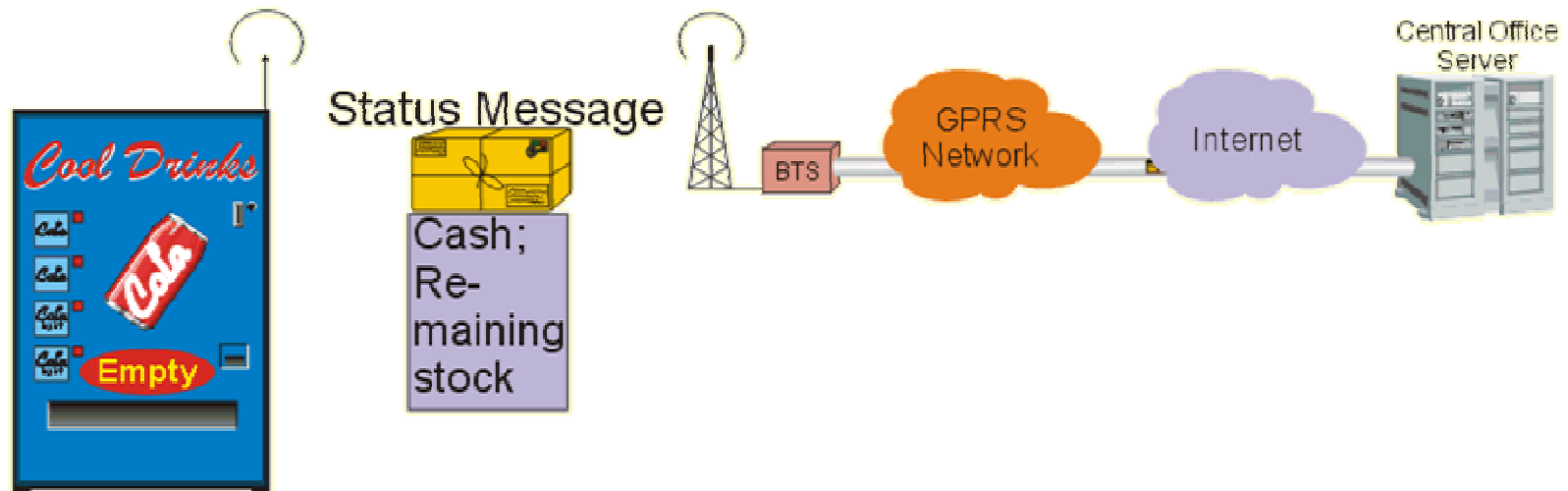
Starting with HSCSD, the first high speed mobile data upgrade to be standardized, higher rates of transmission can be provided to mobile customers. EDGE has a transmission speed of up to 384 kbit/s and GPRS is able to support up to 160 kbit/s.





Telemetric Applications:

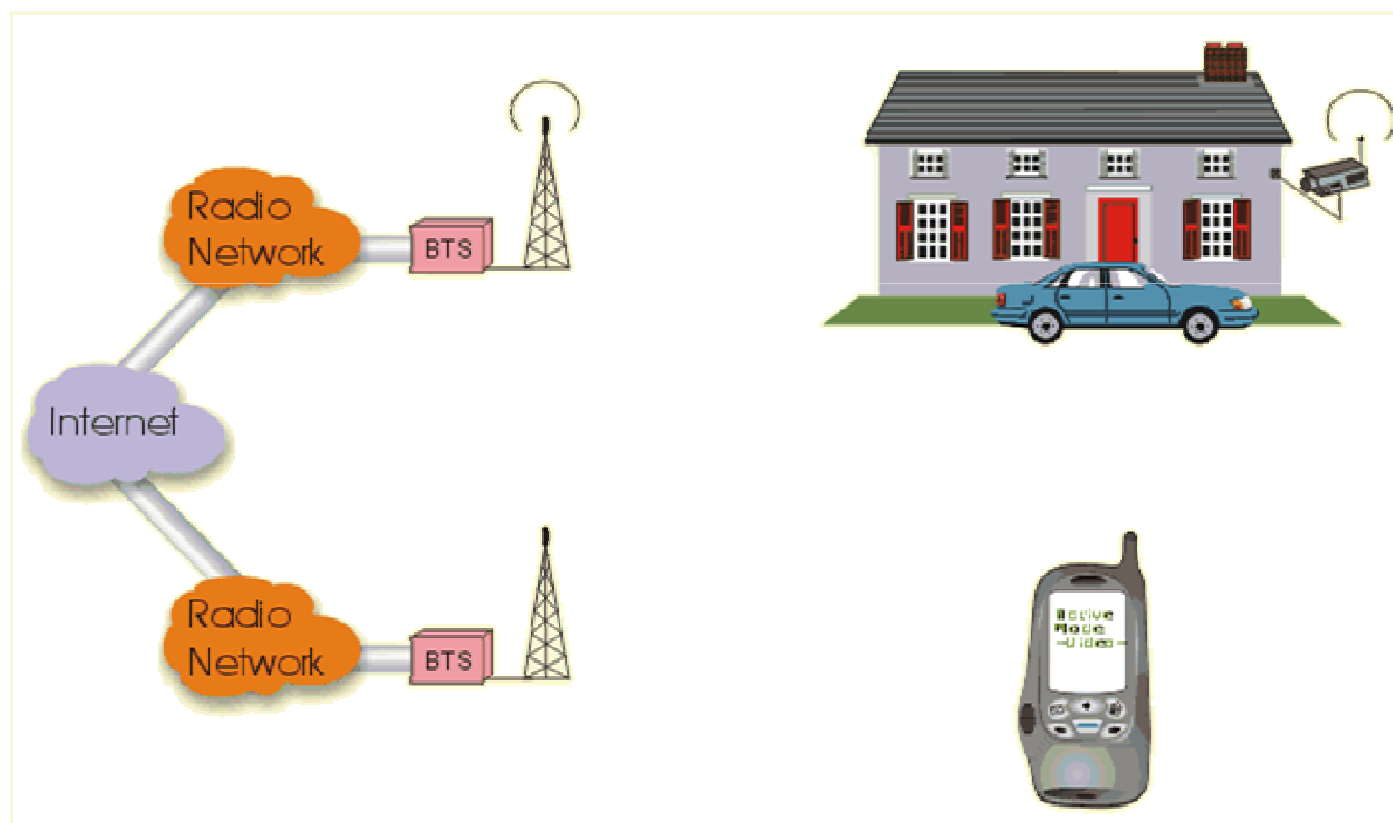
Beverage or snack machines may be equipped with high speed mobile data devices in order to transmit the remaining level of stock. Thus, time-consuming and expensive "drive-ins" will only be carried out when necessary. What is more, the customer will always find his/her preferred choice. With the advent of high-speed mobile data and an underlying IP protocol stack, the internet and packet-switched transmission can be used to transfer telemetric information. This will keep prices low and makes telemetric applications available to a wide range of new customers.





Surveillance Cameras:

Another interesting application for high speed mobile data is a *webcam-based surveillance* of homes or people. For instance, one can keep an eye on the household whilst on vacation or watch the children whilst they are at playschool. The installation of these cameras is simple because they are *wireless devices* and their operation is even simpler because the network connectivity is provided via the internet.





General Packet Radio Service: **GPRS**

- Modalita' a pacchetto per reti GSM
- Usa da 1 a 4 canali sulla stessa portante
- Tariffazione in base **alla mole di dati trasferiti**
- Si interfaccia a IP, X.25
- Supporta la QoS con diversi profili
- Applicazioni di tipo transazionale e di trasferimento di piccole quantita' di dati



GPRS

Possibili applicazioni

- Transazioni commerciali e finanziarie
- Collegamento "always on" per la remotizzazione d'ufficio (agenti di commercio, ...)
- Supporto efficiente di terminali WAP (Wireless Application Protocol)
- Gestione di flotte commerciali
- Gestione di logistica e approvvigionamento
- Allarmistica e telesorveglianza senza requisiti di estrema urgenza



GPRS

Possibili applicazioni

- Il servizio e' di tipo "portante trasparente"
- Nominalmente non ci sono limiti al tipo di uso
- Studiato specificatamente per
 - ✓ trasmissione discontinua frequente (pacchetti di meno di 500 bytes parecchie volte al minuto)
 - ✓ trasmissione sporadica di alcuni kilobytes di dati
- Per altre tipologie di traffico (es. trasferimento di grossi files o emulazione di terminale) potrebbe risultare non conveniente



GPRS

Architettura Generale

- Introduce una rete logica nuova sovrapposta a *GSM*
- Utilizza l'infrastruttura fisica di *GSM*
- Introduce due nuovi nodi di rete
- **SGSN**: Serving GPRS Support Node, che svolge le funzioni dell'*MSC* per la rete a pacchetto
- **GGSN**: Gateway GSN, che interconnette la rete *GSM* con le altre reti a pacchetto (PDN-Public Data Networks)

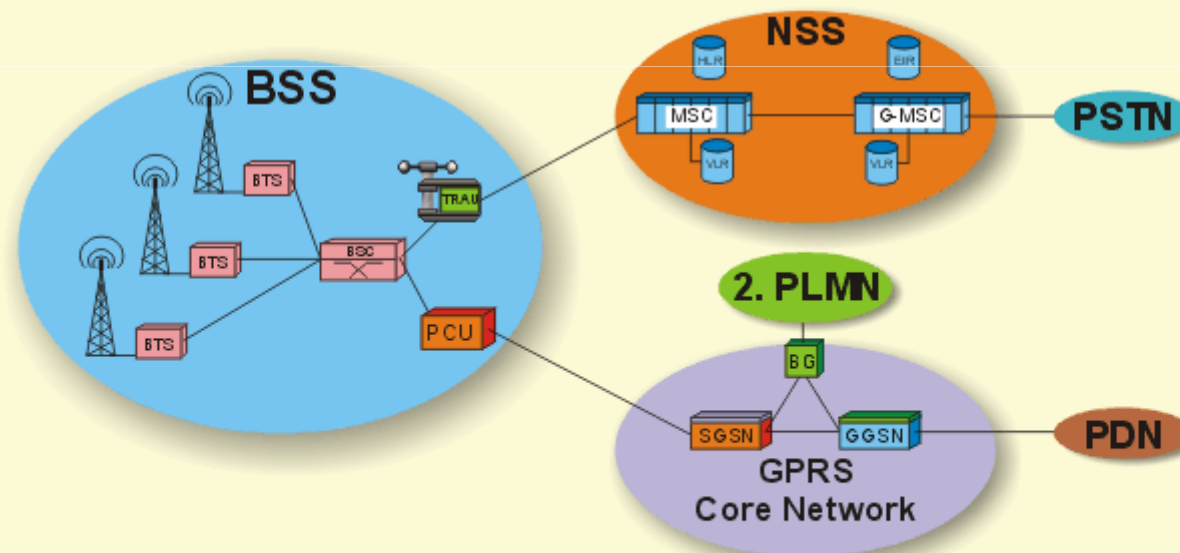


Network Infrastructure

The GPRS Network Structure

For GPRS, the existing network switching infrastructure cannot be reused, an entirely new core network is required. However, the base station subsystem or BSS can be used for both circuit-switched services and GPRS packet-switched services. Please note that the BSS needs to be upgraded with the so-called Packet Control Unit or PCU.

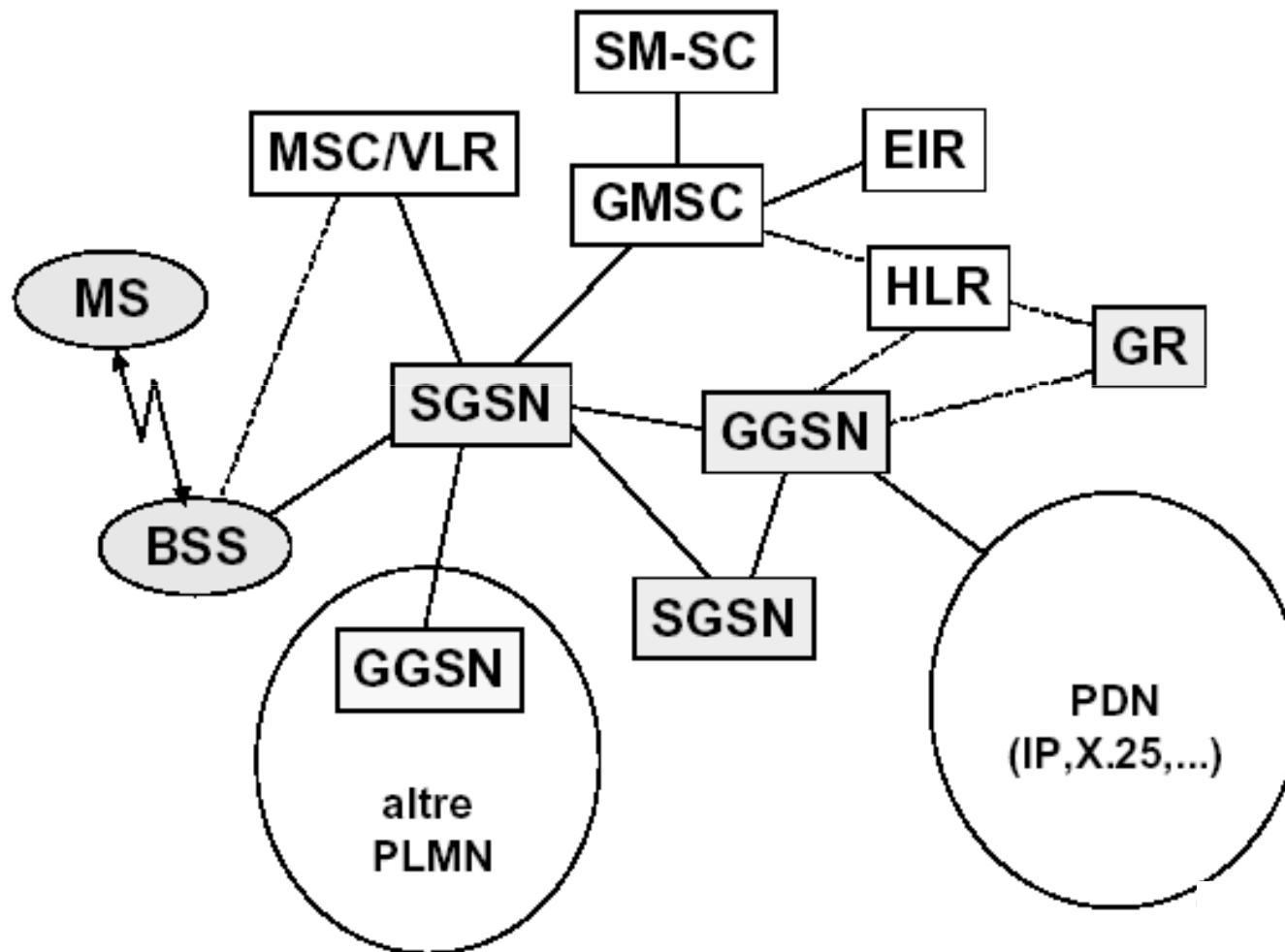
The new network elements within the GPRS core network are the Serving GPRS Support Node or **SGSN**, the Gateway GPRS Support Node or **GGSN**, the Border Gateway or **BG** and the Charging Gateway or **CG**. Please click on the network elements to obtain more information.





GPRS

Architettura Generale

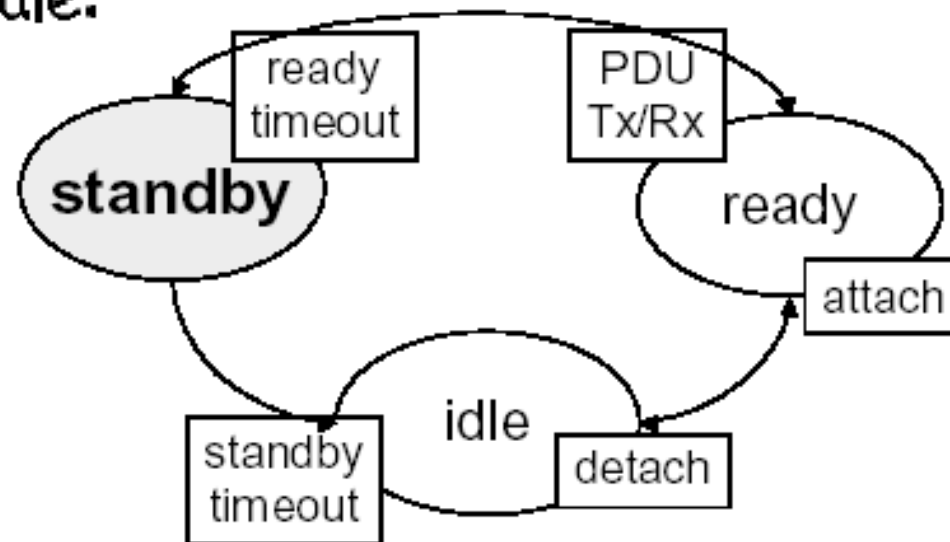




GPRS

Architettura Generale

- Il GPRS Register (**GR**) e' una parte integrante della base dati HLR
 - ✓ Gestisce tutte i dati relativi ai servizi GPRS e ai relativi utenti
- Rispetto a GSM aggiunge un possibile stato del terminale:





GPRS

Architettura Generale

- Deve coesistere con i normali servizi GSM
 - ✓ **NO** celle separate
 - ✓ Priorita` al traffico voce
- Gli MS possono essere di 3 classi:
 - ✓ Classe A: accesso simultaneo a servizi GSM e GPRS
 - ✓ Classe B: accesso simulataneo GSM/GPRS ma con qualita` e velocita` di trasmissione ridotte
 - ✓ Classe C: impossibilita` di accesso simulataneo
- Connessioni Punto-Punto, Multicast e "Group Call"
- Servizi datagram oppure orientati alla connessione



GPRS

QoS

- Espressa in base a:
 - ✓ **Classe di ritardo**: 4 livelli, nessuno adatto a servizi interattivi real-time
 - ✓ **Classe di affidabilita`** : 5 livelli, in base ai meccanismi di controllo e ACK dei vari protocolli
 - ✓ **Classe di perdita**: 3 livelli, da 10^{-2} a 10^{-9}
- Possibilita` di negoziare
 - ✓ **Velocita` di picco** (throughput massimo)
 - ✓ **Velocita` media** (throughput medio)



GPRS

Classi di ritardo

Classe di ritardo	valori di ritardo massimi ammessi [s]			
	SDU = 128 bytes		SDU = 1024 bytes	
	media	95%	media	95%
1	< 0,5	< 1,5	< 2	< 7
2	< 5	< 25	< 15	< 75
3	< 50	< 250	< 75	< 375
4	non garantito			



GPRS

Classi di affidabilita`

Classe di affidabilita`	SDU Perse	SDU duplicate	SDU fuori sequenza	SDU corrotte
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}



GPRS

Classi di throughput

medio		massimo	
classe	valore [bit/s]	classe	valore [kbit/s]
1	0.22	1	8
2	0.44	2	16
...		3	32
10	222	4	64
11	444	5	128
...		6	256
16	22.000	7	512
17	44.000	8	1024
18	111.000	9	2048
31	B.E.		



GPRS

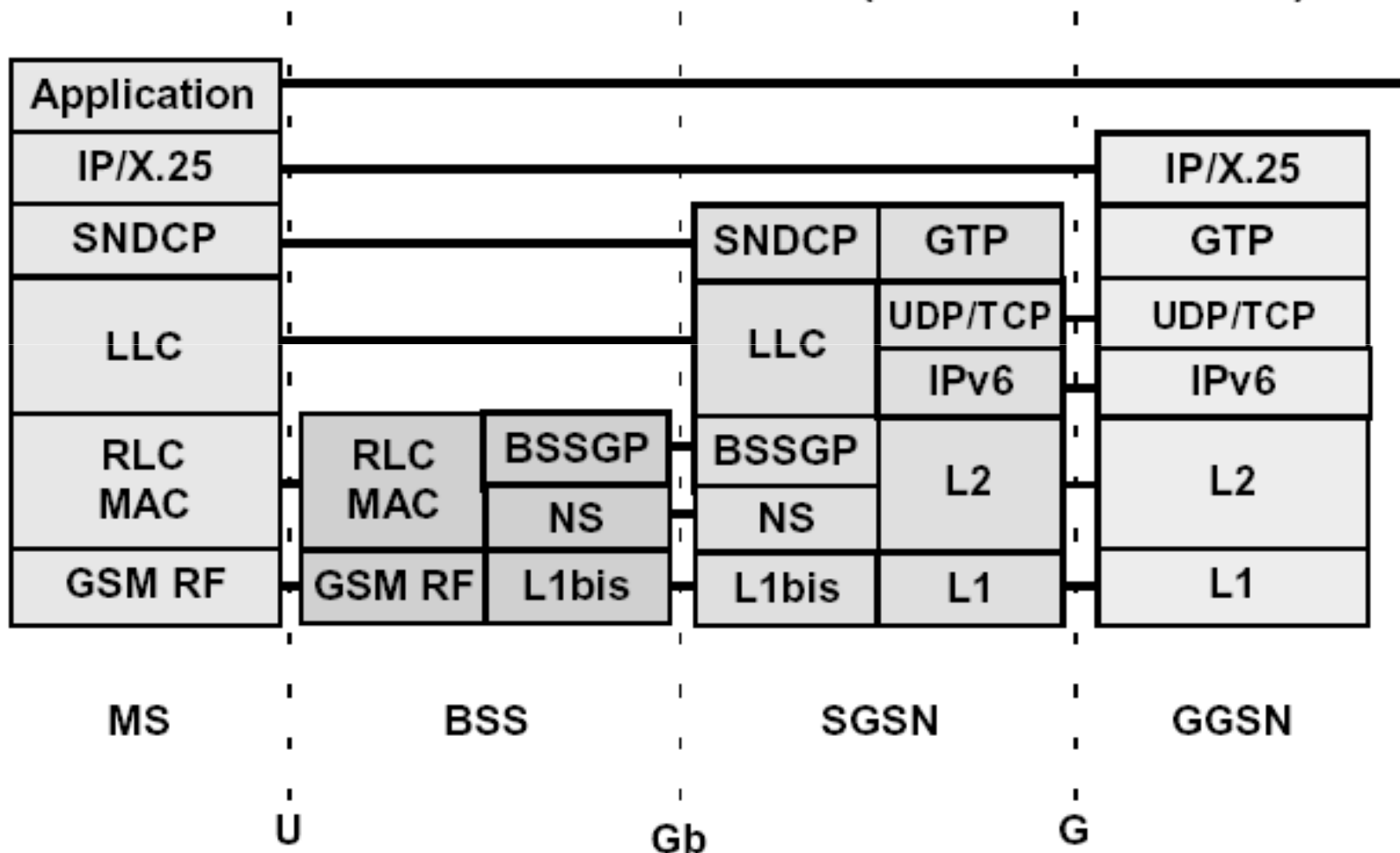
Architettura protocollare

- Necessariamente simile a quella GSM
- Essendo una rete a pacchetto ha però più similitudini con ISO/OSI
- Fortemente disomogenea tra diverse entità di rete
- Tenta di essere compatibile con il futuro UMTS



GPRS

Piano utente (trasmissione)





GPRS

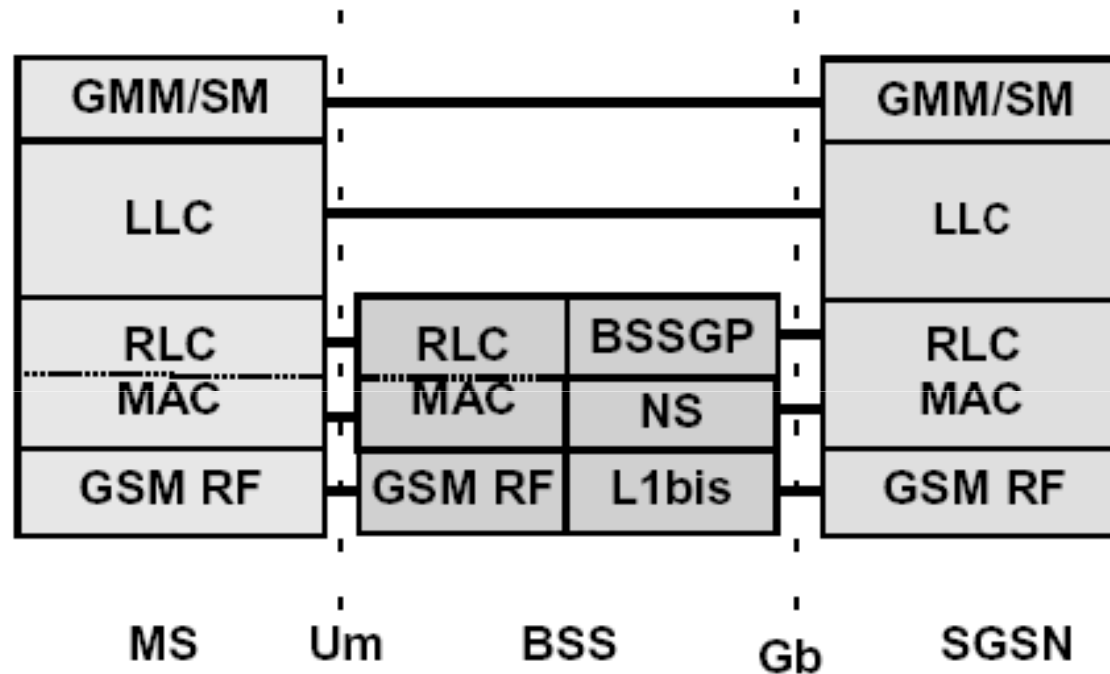
Protocolli piano utente

- **GTP**: GPRS Tunneling Protocol
- **SNDCP**: Sub-Network Dependent Convergence Protocol
- **LLC**: Logical Link Control, cifrato e affidabile (LAPDm, quello del GSM)
- **BSSGP**: Base Station System GPRS Protocol
- **NS**: Network Service, una derivazione di Frame Relay



GPRS

Piano di controllo (segnalazione)



- **GMM/SM:** GPRS Mobility Management and Session Management



GPRS

Canali logici

- PBCCH: Packet-BCCH $MS \leftrightarrow BSS$
- PRACH: Packet-RACH $MS \Rightarrow BSS$
- PPCH: Packet-PCH $MS \leftrightarrow BSS$
- PAGCH: Packet-AGCH $MS \leftrightarrow BSS$
- PDCH: Packet Data-CH $MS \leftrightarrow BSS$

(detto anche PTCH o PDTCH)

I canali dati sono **MONODIREZIONALI** e non c'è relazione tra uplink e downlink

- PACCH: Packet-ACCH $MS \leftrightarrow BSS$

Associato a un canale dati, ma instaurato in modo "asincrono", tipo il FACCH



GPRS

Canali logici

- In celle con traffico GPRS trascurabile i canali di segnalazione comune (PB/PR/PA-CH) possono essere condivisi con GSM
- L'allocazione delle risorse ad un MS e' dinamica e sostanzialmente non specificata dallo standard: ogni operatore puo' scegliere le procedure e gli algoritmi che preferisce
- Gli MS devono comunque essere in grado di ricevere regolarmente i normali canali broadcast del GSM (FCCH, SCH, BCCH)



GPRS

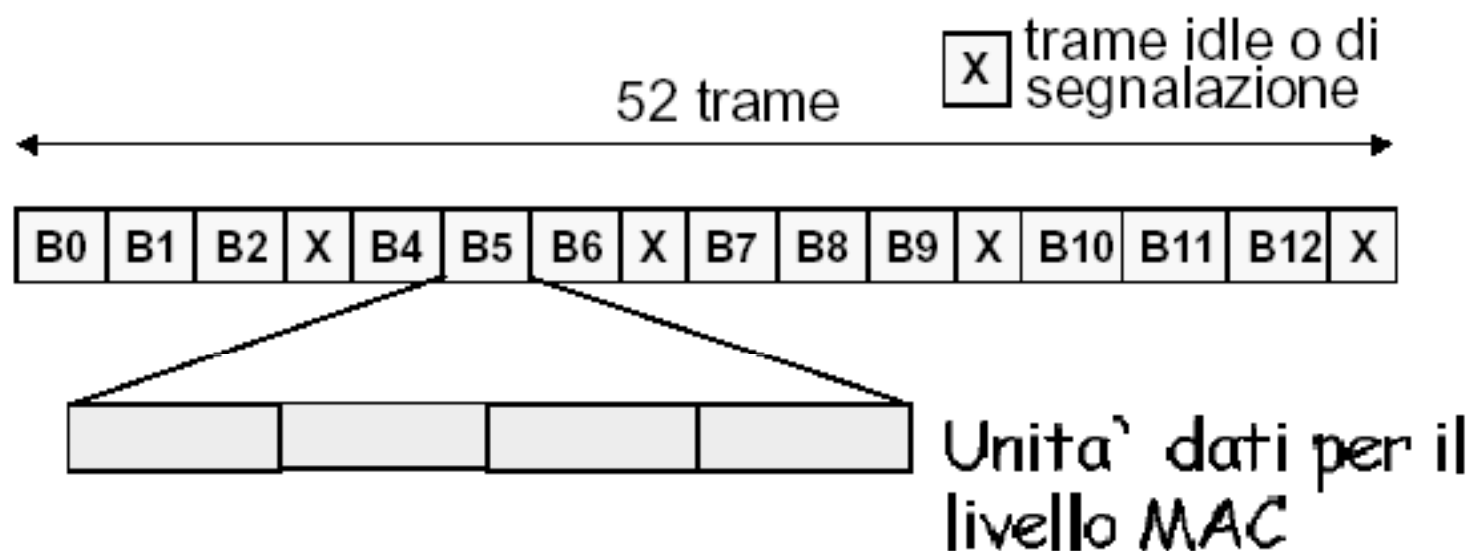
Organizzazione dei canali fisici

- Stessa tramatura ed accesso a burst di GSM (ovvio!)
- Organizzazione della multitrama su 52 (26x2) trame di 8 slot
- 12 blocchi da 4 burst "normali" (48 trame)
- Le altre 4 trame sono dedicate alla segnalazione in particolare per trasmettere i parametri di timing advance
- Il "blocco radio" (4 burst) e' l'unita' base di accesso: non si puo' avere una assegnazione piu piccola



GPRS

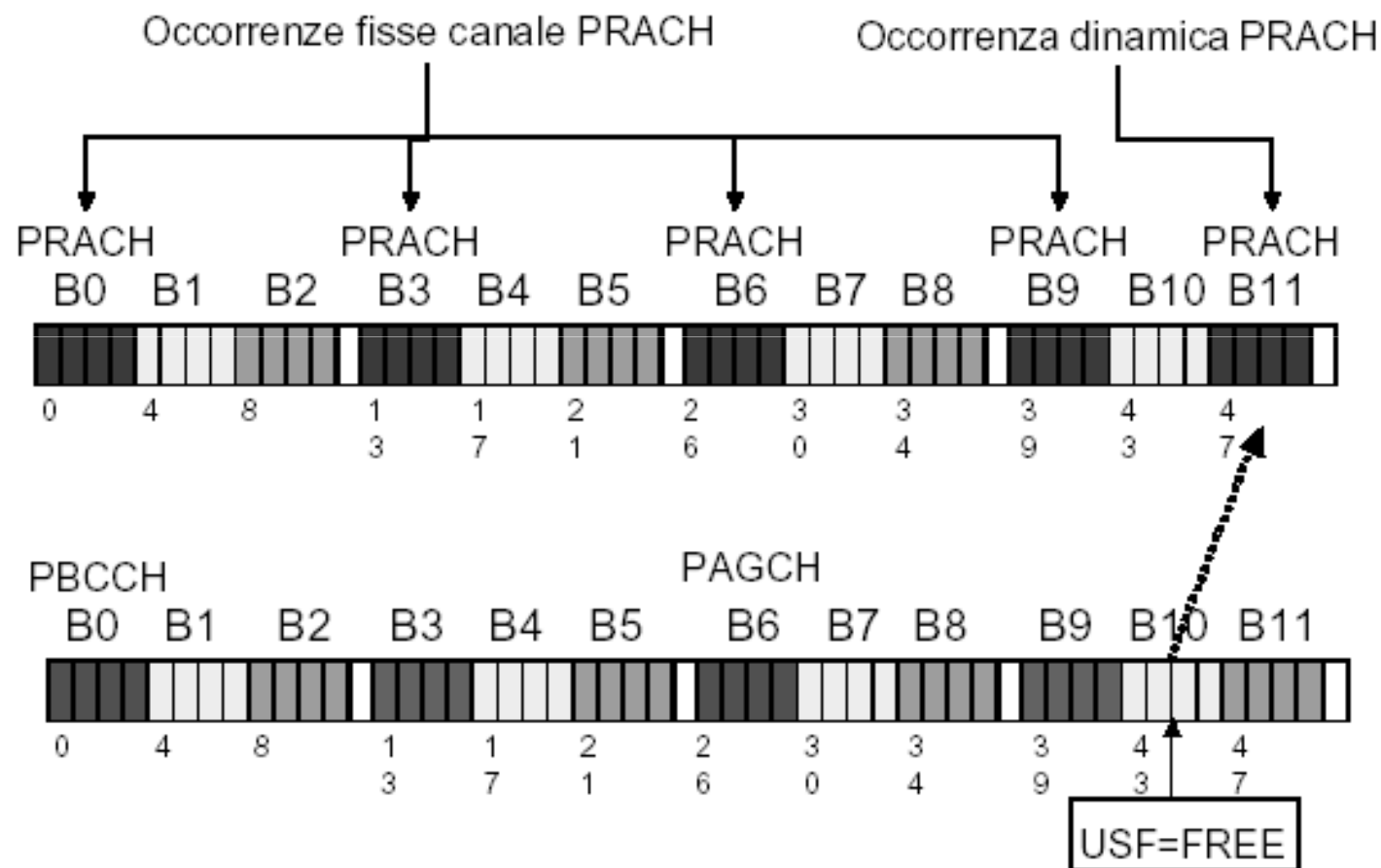
Organizzazione dei canali fisici



- 676 bit dopo la codifica, il livello di ridondanza viene adattato dinamicamente alla qualità del canale

GPRS

Organizzazione dei canali fisici





GPRS

Sottolivello MAC

- Protocollo a contesa (slotted Aloha) per le richieste su un canale logico dedicato PRACH
- Risorse di trasmissione sui canali dati PDCH assegnate dalla BSS a gruppi di 4 "blocchi"
 - ✓ 456 bit a livello MAC
 - ✓ diventano 181, 266, 314 o 428 a seconda della codifica a livello LLC
 - ✓ meno ancora a livello X.25/IP
- Efficienza molto dipendente dall'implementazione



GPRS

Codifica, "Steal bits" e USF

- I 4 possibili livelli di codifica sono mappati su 3 bit, codificati con un Hamming (3,8,5) e trasmessi al posto dei bit 5 dei 4 burst usati per il blocco radio (BR)
- BR in downlink inizia con 6 bit detti USF (Uplink Status Flag) che definiscono lo stato e l'assegnazione del corrispondente blocco in uplink
- In particolare USF è usato per assegnare il PRACH in modo dinamico: USF=FREE



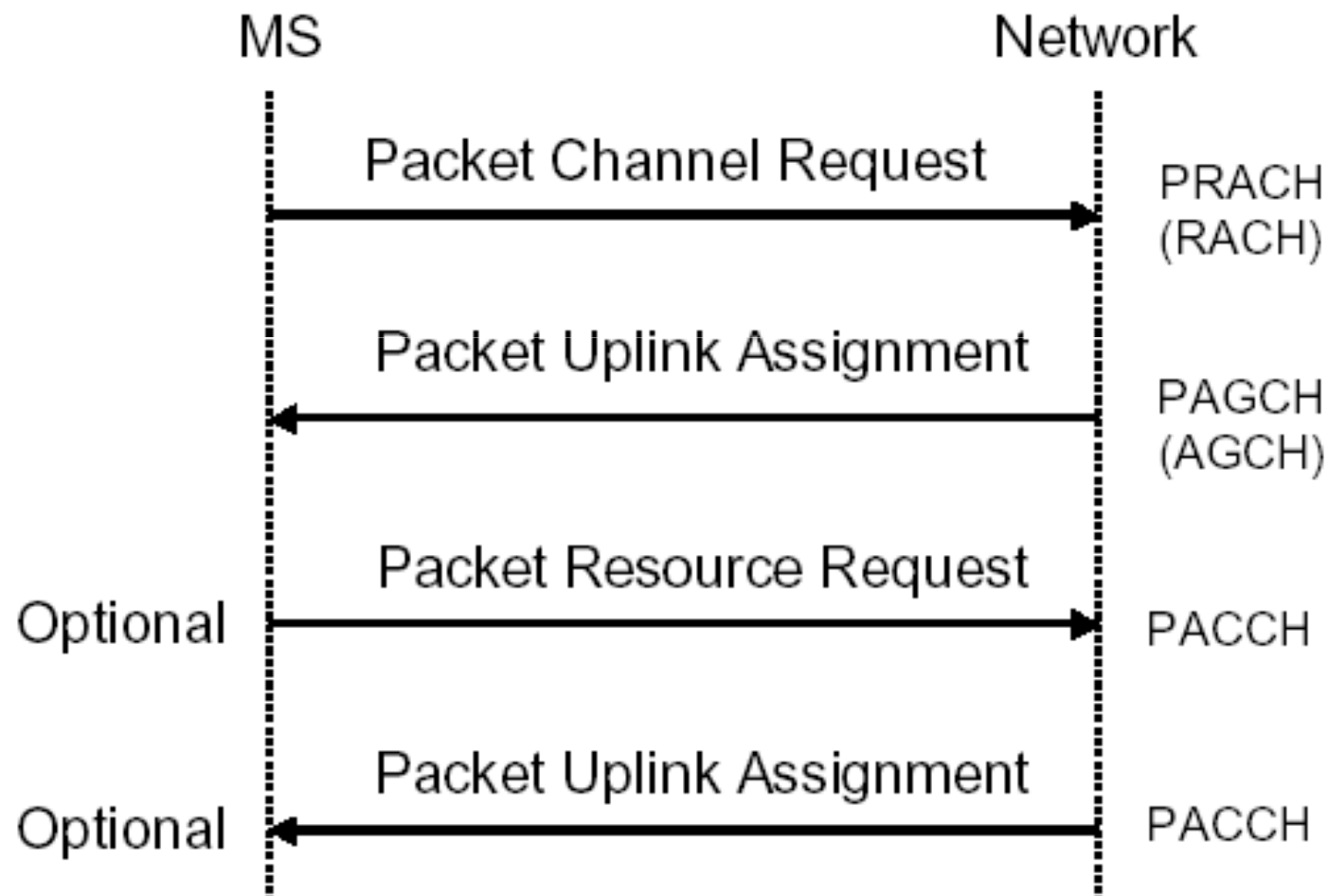
GPRS

Accesso al canale

- Inizia sempre con un burst sul PRACH (eventualmente come risposta ad un page)
- BSS assegna un minimo di 8 blocchi radio e un USF temporaneo, che serve come ulteriore controllo a MS prima di trasmettere (USF deve essere trasmesso nel blocco Downlink corrispondente)
- L'accesso può avvenire in una o due fasi, a scelta di MS, in base alla quantità di dati da trasmettere

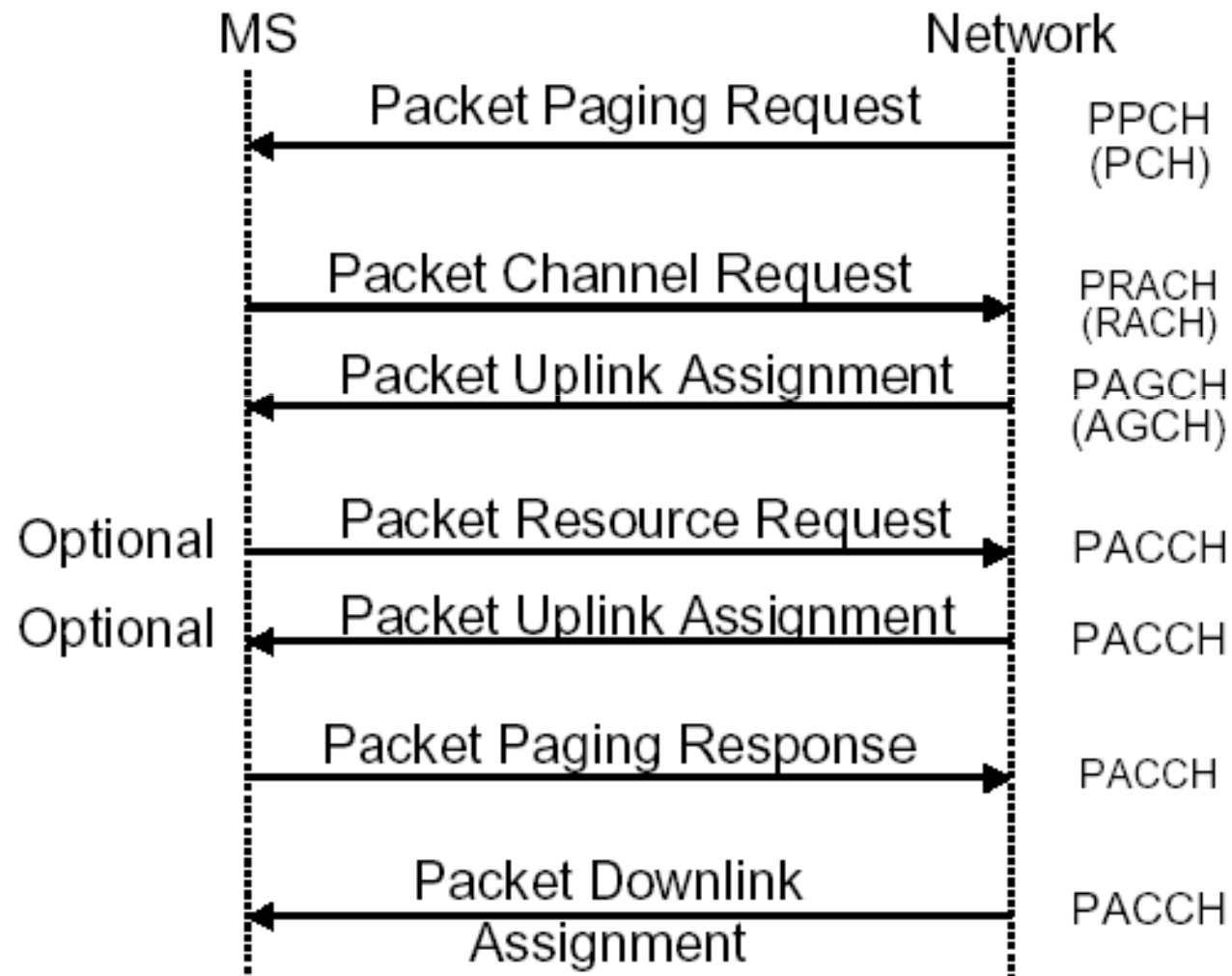
GPRS

Procedura Tx UP



GPRS

Procedura Tx DOWN





GPRS

Sottolivello LLC

- Usa il normale LAPDm di GSM con alcune modifiche
- Consente la trasmissione di PDU di dimensione variabile
- Consente l'uso di diversi spazi di indirizzamento
- Predispone SAP differenziati per priorit 
 - ✓ Segnalazione
 - ✓ Diversi protocolli concorrenti
 - ✓ Diverse applicazioni concorrenti



GPRS

Gestione dell'instradamento

- L'instradamento avviene in base alla Routing Area (RA), che è un sottoinsieme di una LA
- Le BTS GPRS devono quindi diffondere anche RA
- Nella rete fissa l'istradamento è gestito mediante protocolli di tunnelling
- L'istradamento di rete fissa cambia solamente se viene modificato l'SGSN
- RA differenti collegate allo stesso SGSN hanno impatto sul paging ma non sull'istradamento di rete fissa



GPRS

Gestione della mobilita'

- La mobilita' e' gestita in modo simile a GSM
- Un MS Ready effettua handover ad ogni cambio di cella anche se non sta trasmettendo
- Durante un handover il flusso dati viene interrotto e si possono perdere dati
- Un MS in standby effettua un'aggiornamento tutte le volte che cambia RA
- Se e' idle invece effettua le normali procedure in base ad LA



EDGE

Enhanced Data-Rates for GSM Evolution

- Modulation & Coding modifications for higher speed radio interface with GSM backward compatibility



What is EDGE

- A new standard trying to better exploit resources assigned to GSM in order to improve data services
- Increase the data rate through the use of multi-signal constellations
- Suitable for any application with non-transparent data-link layer
- Useless for speech (why?)



GSM resource waste

- Streaming (e.g. voice) services require a stable and constant channel quality
- Elastic data application are resilient to changes in channel quality & speed
- The mobile channel is time-varying
- Channel changes range over large SIR variations
- The higher the SIR value the larger the transmission rate can be



EDGE proposal

- 1) Use lower protection codes when SIR is high
- 2) Use an 8PSK modulation scheme with different codes when SIR is even higher
- 3) Provide algorithms & protocols to automatically change the modulation/coding scheme when SIR change



EDGE & GSM

- Completely backward compatible, can be autonomously used on each GSM physical channel (frequency + time slot)
- Using the same Gaussian pulse shaping fits into the same frequency mask
- Provides both circuit switched (E-CSD) & packet switched (E-GPRS) service model



Channel management

- EDGE must be introduced gradually (if ever!)
- The BSC must be able to dynamically assign physical channels to CSD/GPRS or E-CSD/E-GPRS
- The Abis interface must be adapted (in GSM provides a maximum of 16 kbit/s per channel)



High-Speed Circuit-Switched Data Service: **HSCSD**

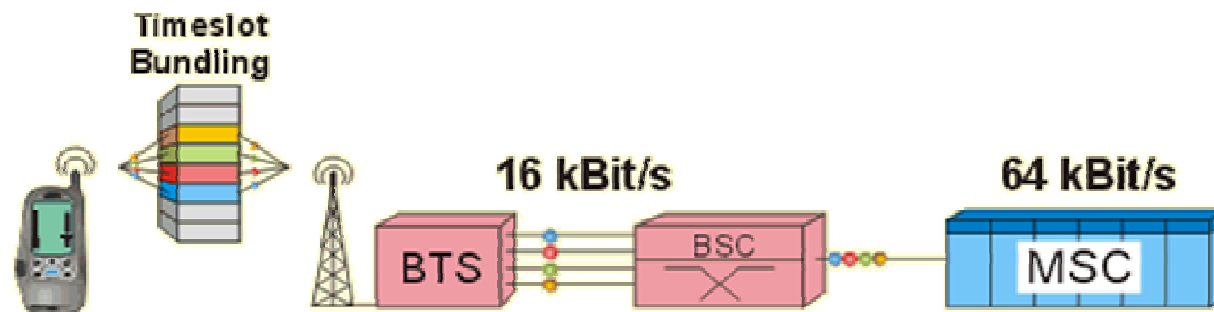
- Modalita' di affasciamento di canali dati sulla stessa portante in frequenza
- Per usare piu' di 4 slot e' necessario duplicare gli apparati a radiofrequenza
- Per il momento lo standard prevede di affasciare fino a 4 canali con una velocita' massima di 57,6 kbit/s
- Servizio simmetrico

Principles

The Principles of HSCSD:

HSCSD or High Speed Circuit Switched Data was the first upgrade to be standardized by **ETSI** to bring high speed data to GSM. The standardization process started as early as 1994 and therefore, HSCSD was the first high speed data extension to be ready for implementation in 1999.

The basic idea behind HSCSD is to bundle more than one timeslot on the air-interface for a single connection. Applying this simple idea, HSCSD is able to reach throughput rates of up to 57.6 kbit/s. However, the real-life implementations of HSCSD barely exceed 38.4 kbit/s.

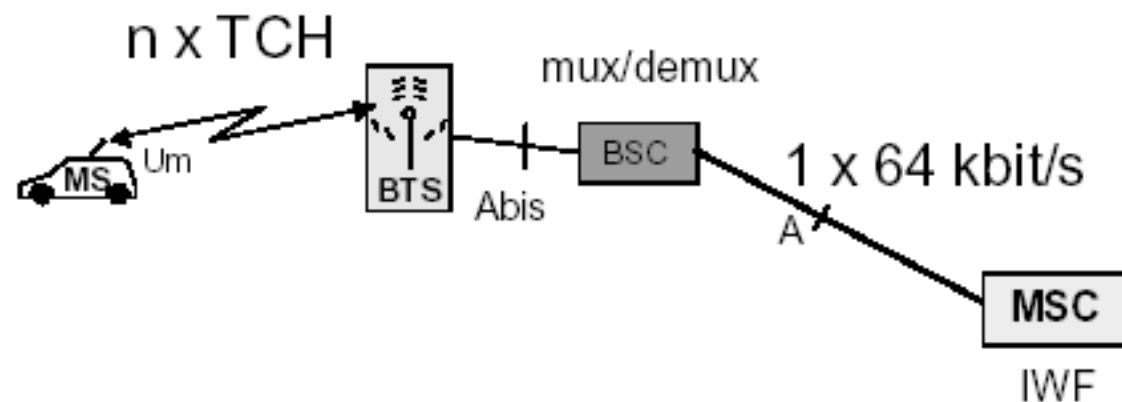




HSCSD

Tipologia di servizio

- Servizio solamente "bearer"
- Multiplicazione al BSC
- Unità di interlavoro (IWF - Interworking Function) nell'MSC





HSCSD

Blocco del servizio

- L'uso di numerosi canali in parallelo, tutti sulla stessa portante, crea problemi di blocco, soprattutto in handover
- Gestione piu' sofisticata della banda
 - ✓ handover intra-cella per liberare intere portanti
- Assegnare dinamicamente il numero di canali alle chiamate HSCSD in modo dinamico tra un minimo (RNC) e un massimo (DNC)
 - ✓ Required Number of Channels
 - ✓ Desired Number of Channels