

Reti mobile GPRS

1 GPRS

Il sistema **GPRS**, **General Packet Radio Service**, è un sistema “2.5G”, di passaggio tra 2G (GSM) e 3G (UMTS): esso si affianca all’infrastruttura GSM per fornire servizi dati a commutazione di pacchetto. Esso supporta connessioni di tipo punto-punto e punto-multipunto.

Il GPRS utilizza la stessa tecnica di accesso al canale del GSM, che è una tecnica “ibrida” FDMA/TDMA:

- **FDMA (Frequency Division Multiple Access)**: la banda di frequenze assegnata alla rete viene suddivisa in un certo numero di canali.
- **TDMA (Time Division Multiple Access)**: ciascuno di questi canali viene a sua volta suddiviso in 8 *time slot* di durata temporale fissata.

Nel GPRS, però, possono essere assegnati a uno stesso utente più *time slot* (di una stessa frequenza), consentendo così velocità maggiori (in teoria fino a 170 kbps, ma in realtà 40–50 kbps) rispetto al GSM.

Un’importante innovazione del GPRS è l’introduzione, per la prima volta nelle reti cellulari, di dei parametri di **Quality of Service (QoS)**, qualità del servizio).

2 Classi di dispositivi GPRS

Il sistema GPRS fornisce solo servizi dati a commutazione di pacchetto, mentre fa affidamento alla rete GSM a commutazione di circuito per il servizio di telefonia (voce). I terminali mobile possono supportare o meno l’uso contemporaneo di entrambi questi tipi di servizio; in base a ciò, si suddividono in tre classi:

- **Classe A**: supporta l’utilizzo simultaneo di servizi voce e dati, connettendosi contemporaneamente sia alla rete GSM che a quella GPRS.
- **Classe B**: può essere connesso simultaneamente alle reti GSM e GPRS, ma non permette l’uso contemporaneo di servizi voce e dati. Se ad esempio un utente di classe B vuole effettuare una telefonata mentre è in corso una trasmissione dati GPRS, quest’ultima viene posta in attesa fino alla fine della chiamata (ma non cancellata).

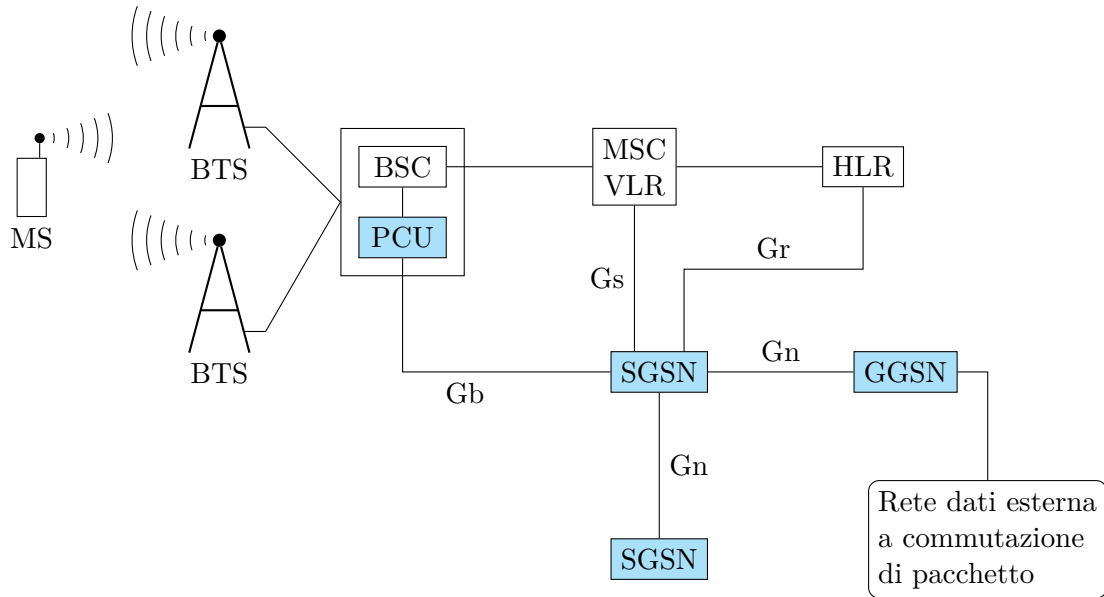
- **Classe C:** supporta connessioni alla rete GSM e alla rete GPRS, ma non contemporaneamente. Un utente di classe C impegnato in una conversazione telefonica risulta disconnesso dalla rete GPRS (dunque irraggiungibile dai servizi dati), e viceversa.

3 Architettura di rete

L'architettura di rete (entità coinvolte e interazioni tra di esse) GPRS è un'estensione della rete GSM preesistente. Le principali entità di una rete GPRS hanno in gran parte ruoli analoghi a quelle di una rete GSM (con le quali tra l'altro comunicano), ma implementano la commutazione di pacchetto invece che di circuito. Queste entità sono:

- **Packet Control Unit (PCU):** si affianca al BSC (Base Station Controller) GSM, gestendo più base station (BTS, Base Transceiver Station) e occupandosi dell'assegnazione delle risorse radio agli utenti GPRS.
- **Serving GPRS Support Node (SGSN):** è l'analogo dell'MSC. Esso controlla una o più PCU, tramite un'interfaccia chiamata **Gb**, e gestisce la mobilità GPRS (location update e handover). A differenza degli MSC, per la gestione della mobilità un SGSN comunica non solo con l'HLR (tramite l'interfaccia **Gr**), ma anche con altri SGSN (tramite l'interfaccia **Gn**): ciò facilita le operazioni di localizzazione degli utenti e di handover. Inoltre, per il coordinamento relativo agli utenti che supportano contemporaneamente i servizi a commutazione di circuito e di pacchetto, l'SGSN comunica con l'MSC tramite un'interfaccia **Gs**.
- **Gateway GPRS Support Node (GGSN):** è l'interfaccia tra la rete GPRS e le reti a commutazione di pacchetto esterne. In quanto *gateway*, esso esegue la traduzione tra i protocolli interni della rete GPRS e quelli della rete esterna (ad esempio IP). La comunicazione tra GGSN e SGSN avviene mediante l'interfaccia **Gn** (la stessa usata tra un SGSN e un altro).

Il seguente schema semplificato riassume le principali entità GSM e GPRS (qui le nuove entità introdotte dal GPRS sono evidenziate in azzurro) e le principali interfacce tra tali entità:

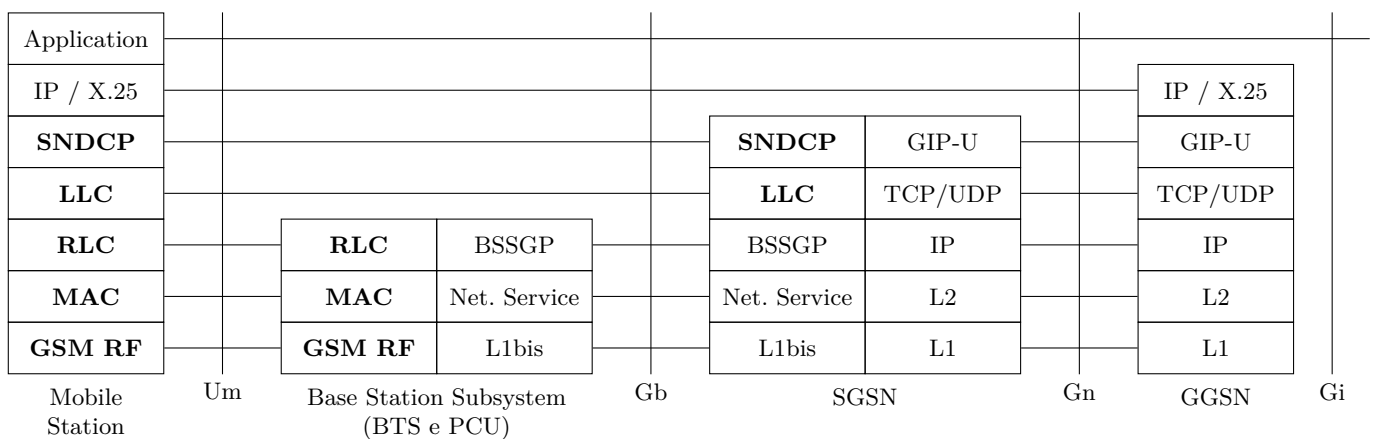


4 Architettura protocollare

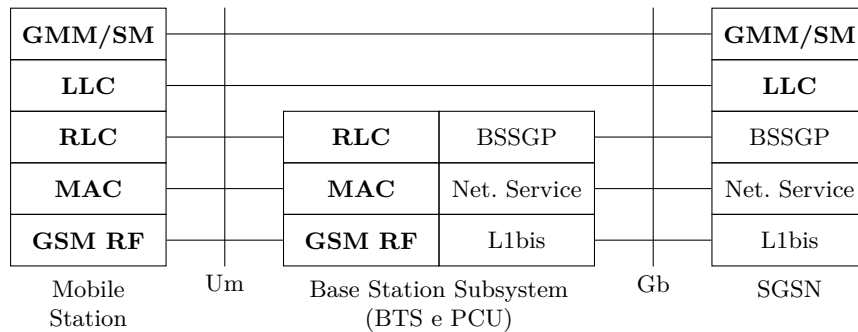
L'architettura protocollare GPRS è caratterizzata, oltre che dalla tipica suddivisione in livelli, anche da una separazione dei livelli in un **piano di controllo** e un **piano d'utente**.

Si definisce *piano* una combinazione di più pile protocollari, una per ogni entità coinvolta nella rete. Il piano di controllo è allora l'insieme delle pile protocollari usate dalle entità della rete per inviare segnali di controllo, mentre il piano d'utente è quello per l'invio dei contenuti informativi. Questi due piani hanno in comune i livelli inferiori, mentre comprendono protocolli diversi nei livelli superiori.

Le pile protocollari e interfacce del piano utente sono



mentre quelle del piano di controllo sono



4.1 Livello fisico e livello data link

I piani di controllo e d'utente hanno in comune il livello fisico, chiamato **GSM RF** (perché si usano gli stessi canali del GSM), e il livello data link, che viene suddiviso in *tre* sottolivelli: **MAC**, **RLC (Radio Link Control)** e **LLC**.

I sottolivelli MAC e RLC sono anche parte del cosiddetto **RR (Radio Resource) sublayer**, che comunica con il sottolivello superiore LLC tramite un'interfaccia (Service Access Point) chiamata GRR/SAP. L'altro principale elemento dell'RR-sublayer è il "blocco" **RR management**, in cui si ha la coesistenza tra le funzionalità di gestione GSM e GPRS. In particolare, esso è responsabile della gestione dei canali di segnalazione GSM, e tale gestione viene estesa anche ai corrispondenti canali GPRS.

4.1.1 Gestione delle risorse radio

Come già detto, il GPRS condivide le stesse risorse radio del GSM. L'assegnazione di tali risorse al sistema GPRS può essere:

- **statica**: un determinato numero di time slot per cella viene riservato in maniera esclusiva ai servizi GPRS;
- **dinamica**: i time slot vengono assegnati al GPRS se non sono utilizzati per chiamate vocali (cioè si dà al servizio voce GSM la precedenza rispetto ai servizi dati a commutazione di pacchetto).

Trattandosi di una rete a commutazione di pacchetto, le risorse assegnate al sistema GPRS vengono condivise da più utenti (e non riservate per instaurare canali di comunicazione verso specifici utenti, come invece avviene nelle reti a commutazione di circuito). Inoltre, la trasmissione GPRS è asimmetrica: un utente ha a disposizione un numero diverso di time slot nelle direzioni downlink e uplink, in funzione del servizio di cui sta usufruendo.

4.1.2 Livello MAC

In generale, in un qualunque architettura protocollare, il livello MAC (Medium Access Control) si occupa di gestire l'accesso al mezzo/canale di comunicazione (come suggerisce il nome). In particolare, nell'architettura protocollare GPRS, esso risolve principalmente le problematiche relative all'**allocazione delle risorse trasmissive**, rendendo trasparenti ai livelli superiori le procedure di instaurazione dei canali di trasporto a livello data link. Da questo punto di vista, una mobile station si può trovare in due diversi stati/modalità:

- **Packet idle mode**: la mobile station non ha un collegamento attivo (di livello RLC/MAC) con l'entità paritetica presente nella BTS. In questa modalità, la mobile station non è raggiungibile dalla rete, ma resta solo in ascolto per eventuali segnali di paging.
- Quando ci sono dati da inviare alla mobile station, si manda a essa un segnale di paging, in seguito alla quale la mobile station passa alla **packet transfer mode**: in tale stato, si ha una connessione di livello RLC/MAC tra la mobile station e la BTS, che permette il trasferimento di una o più PDU di livello LLC.

La gestione di queste due modalità, con le relative procedure, è appunto compito del livello MAC.

Altre funzionalità di questo livello sono:

- *multiplexing di dati e segnali di controllo* (dei livelli superiori);
- *risoluzione delle contese* per l'accesso al canale;
- *gestione delle priorità* nell'allocazione delle risorse, al fine di soddisfare i requisiti di QoS stabiliti per ciascuna comunicazione (come già detto, questo aspetto è una novità del GPRS).

4.1.3 Livello RLC

Il livello RLC (Radio Link Control) ha la responsabilità di instaurare una **connessione logica¹ tra la mobile station e la BTS**, mediante la creazione di un flusso di informazione chiamato *Temporary Block Flow* (TBF); questo flusso viene mantenuto attivo solo per l'effettiva durata del trasferimento dati.

I compiti del livello RLC sono:

- *interfacciarsi con il livello LLC*, per gestire il trasferimento delle PDU di quest'ultimo;

¹Come in ogni rete, l'unica connessione fisica (corrispondente a un segnale concretamente trasmesso sul mezzo fisico) è appunto quella al livello fisico.

- *segmentare* le PDU di livello LLC in blocchi di dimensioni compatibili con la trasmissione a livello fisico, e *riassemblarle* in fase di ricezione;
- *proteggere dagli errori*, mediante un meccanismo di ritrasmissione di tipo Automatic Repeat reQuest (ARQ);
- effettuare una *countdown procedure* per liberare le risorse allo scadere di opportuni timeout.

4.1.4 Livello LLC

Il livello LLC (Logical Link Control) stabilisce una **connessione logica tra la mobile station e l'SGSN**. I livelli superiori usufruiscono dei suoi servizi tramite diversi *Service Access Point* (SAP), ciascuno dei quali è identificato da un *SAP Identifier* (SAPI). Inoltre, ogni mobile station è identificata a livello LLC da un *Temporary Logical Link Identity* (TLLI). Così, l'insieme di un TLLI e un SAPI identifica uno specifico flusso dati di un determinato utente.

Oltre alla gestione (instaurazione e mantenimento) della connessione logica tra la mobile station e l'SGSN, le principali funzioni di questo livello sono:

- il supporto per il trasferimento dei dati in frame di lunghezza variabile, con o senza acknowledgement;
- la *multiplazione* dell'informazione diretta dall'SGSN a diverse mobile station, che deve essere trasmessa sfruttando in modo condiviso la stessa interfaccia radio;
- il trasferimento dei dati *secondo criteri di QoS*.

I principali protocolli dei livelli superiori che sfruttano le funzionalità del livello LLC sono:

- *GMM/SM* (GPRS Mobility Management and Session Management), un protocollo del piano di controllo che gestisce l'instaurazione e l'abbattimento dei servizi nell'area servita da un SGSN, e le operazioni di routing legate alla mobilità degli utenti;
- *SND CP*, che verrà spiegato in seguito;
- *SMS*, che gestisce l'omonimo servizio di messaggistica (Short Message Service);
- *TOM* (Tunnelling Of Messages), per il *tunneling* di messaggi verso altre reti a commutazione di pacchetto.

4.2 Livello SNDCP

Al livello 3 del piano utente si ha il **SubNetwork Dependent Convergence Protocol, SNDCP**, che ha principalmente il compito di mappare le caratteristiche di diversi possibili livelli di rete superiori (ad esempio IP o X.25) sul livello LLC della rete GPRS. Più nel dettaglio, esso gestisce:

- il *multiplexing* dei dati provenienti dal livello di rete sul *SAP appropriato* del livello LLC, con eventualmente la possibilità di condividere lo stesso SAP per più flussi dati provenienti dal livello superiore;
- la *segmentazione* (e il *riassemblaggio*) delle PDU di livello rete in unità di dimensioni non superiori alla massima consentita per i blocchi dati di livello LLC;
- l'instaurazione e il rilascio della connessione a livello LLC;
- il trasferimento dei dati verso il livello LLC.

5 Quality of Service

Come anticipato all'inizio, il GPRS introduce per la prima volta nell'ambito della comunicazione cellulare dei parametri/criteri di **Quality of Service**, che garantiscono l'espletamento dei nuovi servizi dati a commutazione di pacchetto supportati dal GPRS (web browsing, email, download di file, ecc.).

Questi parametri sono raggruppati in classi, ciascuna delle quali offre diversi livelli di garanzia per un determinato aspetto della comunicazione:

- **Precedence Class**: sono previsti tre diversi livelli (high, medium e low) di priorità nell'espletamento del servizio, in caso di congestione della rete o scarsità di risorse;
- **Reliability Class**: si hanno tre livelli di affidabilità della rete (cioè di probabilità di perdita dei pacchetti, probabilità di errore nelle informazioni trasmesse, e probabilità di avere pacchetti fuori sequenza);
- **Delay Class**: sono fissati quattro livelli di ritardo che la rete può garantire;
- **Throughput Class**: stabilisce la banda richiesta per il trasferimento dei dati (contando sia i contenuti informativi "veri e propri" che le informazioni di controllo/segnalazione).

In base al tipo di servizio di cui un utente vuole usufruire, bisogna selezionare la più opportuna combinazione di livelli di ciascuna di queste classi. *Non esistono* però garanzie adeguate a servizi *real-time* (in particolare per quanto riguarda i livelli di ritardo), che saranno invece supportati nella successiva evoluzione delle reti cellulari, l'UMTS.