

# GSM: trame, canali e burst

## Multiplazione

Dato un canale di comunicazione, con il termine multiplazione si indica l'operazione che consente di trasferire più flussi informativi prodotti da sorgenti diverse (dette tributarie), per mezzo dello stesso sistema trasmissivo, garantendone la separabilità in ricezione.

Tecniche di multiplazione:

- A divisione di spazio – A ciascun flusso di comunicazione viene associata una separata risorsa fisica (es. doppino telefonico).
- A divisione di frequenza – A ciascun flusso di comunicazione viene associata una sottobanda di frequenza rispetto alla banda totale disponibile, non sovrapposta con le altre.
- A divisione di tempo – L'occupazione del canale da parte di una sorgente avviene per intervalli di tempo determinati, che non si sovrappongono con quelli destinati alle altre sorgenti.

In GSM si utilizza una tecnica mista a divisione di frequenza e di tempo.

GSM adotta due bande di frequenza: una del GSM standard, che ha una banda in uplink da 890 Mhz a 915 Mhz e una in downlink da 935 Mhz a 960 Mhz, e una del DCS 1800, con banda in uplink da 1710 Mhz a 1785 Mhz e downlink da 1805 Mhz a 1880 Mhz.

## Trame

La banda assegnata a ciascun operatore è divisa in sottobande da 200 KHz. Ad ogni sottobanda è associato un numero che la identifica univocamente, detto ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number). Inoltre, l'asse dei tempi è suddiviso in trame della durata di 4,615 millisecondi, ogni trama a sua volta è suddivisa in 8 timeslot, della durata di 0,577 millisecondi l'uno.

Se consideriamo il fatto che la banda disponibile è di 25 Mhz – 200 KHz di guardia, e che al k-esimo timeslot di ciascuna trama è associato uno stesso canale di comunicazione, si evince che si hanno a disposizione 124 portanti e che il numero totale di canale risulta essere pari a 992.

Un canale fisico è quindi definito da una sequenza di trame TDMA, da un numero di timeslot e da una sequenza di frequenze secondo l'algoritmo del Frequency Hopping (noto sia alla BS che alla MS, che permette cambi di frequenza per una determinata comunicazione se si ha un effetto di fading, dato dalle rifrazioni del segnale, particolarmente sfavorevole per la MS).

La struttura di organizzazione delle trame è gerarchica: in cima troviamo l'ipertrama, la cui durata è di 3 ore, 28 minuti, 53 secondi e 760 millisecondi.

Una ipertrama è composta da 2048 supertrame della durata di 6,12 secondi. La supertrama

è a sua volta divisa in multitrame, che possono distinguersi in:

- 26-multiframe, di 120 ms, usata per trasportare i canali TCH e FACCH
- 51-multiframe, di 235,4 ms, usata per i canali BCCH, CCCH, SDCCH e P-BCCH, P-CCCH
- 52-multiframe, di 240 ms, usata per i canali a commutazione di pacchetto
- 52-multiframe per CTS, usata per i canali CTSCCH

E' importante notare come le trame in uplink siano ritardate rispetto alle corrispondenti in downlink di 3 timeslot. Questo consente maggior tempo per l'elaborazione delle informazioni da parte della MS che devono essere inviate alla BS (voce, monitoraggio del segnale, monitoraggio di altre BS, etc...).

## Canali

Come è possibile intuire, lo stesso canale fisico è diviso in più canali logici. I dati di un canale logico sono trasmessi nel corrispondente timeslot del canale fisico. GSM definisce diversi canali logici, dividendoli in due grandi gruppi: canali di traffico e canali di controllo.

### Canali di traffico

I canali di traffico (TCH) sono canali logici su cui l'informazione-utente è scambiata tra utenti mobili durante una connessione. La fonia e i dati sono trasmessi su questi canali usando due diverse modalità di codifica. Inoltre, dal momento che sono richieste differenti capacità di trasmissione sulla base del tipo di servizio usato (fonia, sms, dati), viene operata una ulteriore distinzione:

- canali che lavorano in modalità *full-rate*, con un massimo di data-rate pari a 22.8 Kbit/sec. La voce digitalizzata e codificata richiede 13 kbit/sec per la trasmissione. Il resto viene utilizzato per i controlli d'errore. E' possibile trasferire dati alla velocità di 12, 6 o 3,6 Kbit/sec.
- canali che lavorano in modalità *half-rate*, ad un data-rate massimo di 11.4 Kbit/sec. Il numero di canali in GSM per una data frequenza possono essere raddoppiati grazie all'uso di codec di compressione più performanti. Per i dati la velocità è limitata a 6 o 3,6 Kbit/sec.

Nel sistema EDGE, che usa una modulazione 8PSK invece che GMSK, per ogni simbolo vengono trasportati 3 bit invece che uno soltanto. Questo porta ad una triplicazione del data-rate massimo disponibile.

Accanto ai canali di traffico sopra analizzati, che lavorano in modalità a commutazione di circuito, esistono le varianti che lavorano in modalità a commutazione di pacchetto PDTCH (Packet-Data Traffic Channels) per il trasporto di dati. Tutti i canali di traffico a pacchetto sono unidirezionali, con un data-rate che può variare: da 0 a 22,8 Kbit/sec per PDTCH in modalità full-rate che impieghi la modulazione GMSK; da 0 a 69,6 Kbit/sec per PDTCH in modalità full-rate che impieghi la modulazione 8PSK.

## Canali di controllo

Le informazioni di controllo sono usate per la segnalazione e per i sistemi di controllo, e non sono quindi inoltrate all'utente. Tipici compiti di segnalazione includono le segnalazioni per lo stabilimento, il mantenimento e il rilascio di canali di traffico, per la gestione della mobilità e per il controllo di accesso al mezzo trasmissivo.

In GSM sono stati definiti tre gruppi di canali di controllo:

### Broadcast channel

Questo canale è usato per trasmettere l'informazione riguardo la PLMN dalla BS alla MS in una cella radio tramite una connessione punto-multipunto. I tipi di informazione veicolati tramite un BCH includono l'identificativo della rete, la disponibilità di certe opzioni come Frequency Hopping e Voice Activity Detection e l'identificazione delle frequenze usate dalla stazione base e dalle stazioni base vicine. I sottocanali più importanti sono:

- *Broadcast Control Channel* (BCCH)
- *Frequency Correction Channel* (FCCH), usato per trasmettere un burst di correzione di frequenza alla MS per possibili correzioni della frequenza utilizzata.
- *Synchronization Channel* (SCH), usato per trasmettere un burst di sincronizzazione alla MS per consentirle una sincronizzazione temporale.

Il BCCH è unidirezionale, sempre trasmesso a potenza piena dalla BS. Questo permette alla MS una stima di quale sia la BS più vicina e/o efficiente con cui connettersi, e per suggerire eventuali BTS-Handover.

### Common control channel

Questa designazione è un termine generico per i canali di controllo che gestiscono la comunicazione tra la rete e il sistema mobile. Tra i sottocanali più importanti troviamo:

- *Paging Channel* (PCH), che esiste solo in downlink, ed è utilizzato per l'indirizzamento selettivo di un terminale mobile durante una richiesta di connessione dalla rete (in caso di ricezione di una chiamata)
- *Random Access Channel* (RACH), presente solo in uplink, e consente alla MS, usando il protocollo di accesso S-ALOHA, di richiedere alla BS l'allocazione di una risorsa radio per effettuare un collegamento.
- *Access Grant Channel* (AGCH), presente solo in downlink, tramite cui la BS risponde al messaggio ricevuto tramite il RACH da parte di una MS. In accordo ai meccanismi di setup della chiamata selezionati dall'operatore di rete, alla MS viene allocato un canale TCH o SDCCH.
- *Notification Channel* (NCH), per i messaggi di notifica di chiamate di gruppo. Presente solo in downlink.

### Dedicated control channel

Con questo termine si indicano tre canali bidirezionali punto-punto che sono usati per trasmettere messaggi di segnalazione per il controllo di chiamata a differenti bit-rate. Essi sono:

- *Stand-alone Dedicated Control Channel (SDCCH)*, il quale è sempre usato quando un canale di traffico non viene assegnato, ed è allocato ad una stazione mobile solo per un tempo pari alla trasmissione dell'informazione di controllo. Ha un bit-rate molto basso, pari a 782 bit/sec. Le informazioni di controllo veicolate da SDCCH includono la registrazione, l'autenticazione, l'aggiornamento dell'area locale e dati per il setup di una chiamata.
- *Slow Associated Dedicated Control Channel (SACCH)*, allocato sempre parallelamente a un TCH o SDCCH, usato per trasmettere informazioni di sistema dal network alla MS e dati di misurazione dell'intensità del segnale e della qualità di ricezione dalla MS alla rete. Lavora a 383 bit/sec.
- *Fast Associated Dedicated Control Channel (FACCH)*, impostato solo per breve periodo sopra i timeslot utilizzati da un esistente TCH. Viene impostato per esempio quando si ha un handover imminente ed utilizzato per trasmettere le necessarie informazioni. La velocità supportata è di 4,6 oppure 9,2 Kbit/sec.

Accanto ai canali sopra descritti sono presenti canali avente simili funzionalità per la trasmissione dei dati a commutazione di pacchetto, riconoscibili perché preceduti dalla lettera P (ad es. PRACH, PNCH, etc...).

### **Burst**

Il contenuto fisico di un timeslot è chiamato burst. Un timeslot ha una durata pari a 156,25 simboli (576,9 microsecondi). In GSM esistono 4 tipi diversi di burst.

#### Normal Burst

Questo burst è utilizzato per trasportare sui canali di traffico e di controllo, eccetto i Random Access Channel (RACH, PRACH, CPRACH). Si compone di 3 simboli di tail, 58 simboli di dati, 26 simboli che compongono una sequenza di addestramento, utilizzata dalla BS per effettuare la stima della risposta impulsiva del canale (adattando in tal modo dinamicamente i filtri in ricezione), altri 58 simboli di dati, 3 simboli di tail, e 8,25 simboli che compongono il tempo di guardia (Guard Period).

#### Frequency Correction Burst

Questo burst è usato per la sincronizzazione in frequenza del dispositivo radiomobile. Viene inviato in broadcast insieme al BCCH e la ripetizione di FB è anche considerata un canale logico a se (FCCH). Si compone di 3 simboli di tail iniziali, 142 simboli predefiniti, 3 simboli di tail finali, e 8,25 simboli di GP.

#### Synchronization Burst

Questo burst è utilizzato per la sincronizzazione del tempo della MS. Contiene una

lunga sequenza di training e porta le informazioni riguardo il TDMA frame number e il codice identificativo della BS. E' inviato in broadcast insieme al BCCH e la ripetizione di SB viene considerata un canale logico a se stante (SCH). E' composto da 3 simboli di tail, 39 simboli codificati, 64 simboli che costituiscono la training sequence, 39 simboli codificati, 3 simboli di tail e 8,25 simboli di GP.

#### Access Burst

Questo burst viene utilizzato per l'accesso casuale ed e' caratterizzato da un periodo di guardia più lungo. Questo sistema è adottato dal momento che, non appena la MS ad esempio viene accesa, non conosce la distanza della BS. Affinchè un frame non venga scartato dalla BS, esso deve rientrare esattamente in un timeslot. Fino a 35 km di distanza, un GP di 68,25 simboli è sufficiente. Dopodichè la BS informerà la MS di quanto dovrà anticipare la trasmissione per rientrare nel timeslot ad essa assegnato. Si compone di 3 simboli di tail, 41 simboli di sincronizzazione, 36 simboli codificati, 3 simboli di tail, e la sequenza di guardia.