



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Reti cellulari GSM

Reti Avanzate, a.a. 2012/2013

Un. of Rome "La Sapienza"

Chiara Petrioli[†]

[†] *Department of Computer Science – University of Rome "Sapienza" – Italy*



- Si tratta del sottosistema che si occupa della commutazione dei circuiti verso gli utenti mobili, gestendone anche la mobilità'. Include:
 - **Mobile Switching Center (MSC):**
 - ✓ è una centrale di commutazione telefonica per utenti radiomobili
 - **Visitor Location Register (VLR):**
 - ✓ è un database (normalmente implementato nella centrale MSC) che contiene le informazioni relative agli utenti presenti nell'area gestita da un MSC
 - **Home Location Register (HLR):**
 - ✓ è il database principale che si occupa della memorizzazione delle informazioni degli utenti mobili. Contiene tra le altre le informazioni necessarie ad individuare il VLR che ha in carico in un certo istante ogni utente mobile.
 - **Authentication Center (AuC):**
 - ✓ normalmente associato al HLR il quale contiene le chiavi e le procedure per l'autenticazione di un utente mobile. L'AuC calcola le chiavi.
 - **Equipment Identity Register (EIR):**
 - ✓ contiene gli IMEI di tutti gli apparati autorizzati al servizio



- Il MSC è una centrale di commutazione con funzionalità aggiuntive di gestione della mobilità
- E' normalmente associato ad un VLR per la memorizzazione dei dati degli utenti presenti nell'area controllata
- Il MSC oltre ad essere connesso con i BSC della sua area è connesso ad altri MSC
 - la connessione avviene tramite canali PCM
 - parte delle risorse di collegamento sono parte della rete di segnalazione a canale comune SS7
- Uno o più MSC (Gateway MSC) per rete PLMN sono interfacciati alla rete telefonica fissa per l'instradamento da e verso gli utenti fissi



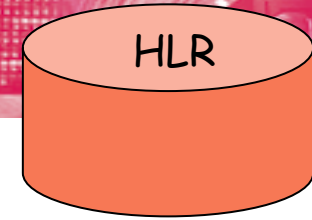
- Una MS può essere raggiunta da utenti fissi mediante il numero di telefono (MSISDN)
- La chiamata viene instradata fino al GMSC che individua l'HLR in cui sono contenute le informazioni dell'utente associato al MSISDN e lo interroga
- l'HLR restituisce, tra l'altro, il MSRN (Mobile Station Roaming Number)
 - MSRN numero temporaneo (stessa strutt. MSISDN) assegnato dal VLR visitato
 - MSRN consente al GMSC di instradare la chiamata fino all'MSC dell'area dove si trova l'utente



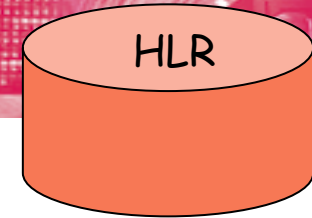
- Il MSC è dunque il nodo principale responsabile delle funzioni di segnalazione (che vedremo più in dettaglio in seguito)
- Il MSC gestisce le funzioni di
 - CM (Connection Management)
 - ✓ originating call, terminating call, gateway
 - MM (Mobility Management)
 - ✓ location updating, periodic registration, authentication, ecc.
- implementa protocolli di colloquio con altri elementi di rete:
 - DTAP (Direct Transfer Application Part) per il colloquio diretto con le MS
 - BSSMAP (BSS Management Application Part) per il colloquio con i BSC
 - MAP (Mobile Application Part) per il colloquio con gli altri elementi di rete (MSC, VLR, HLR, EIR, AuC)



Home Location Register (HLR)



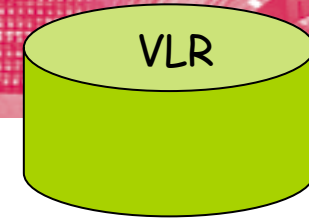
- È un data base permanente associato in modo univoco a un GMSC
- Memorizza le informazioni relative a tutti gli MS la cui localizzazione di default è presso il GMSC considerato
- HLR memorizza informazioni permanenti come l'IMSI (International Mobile Subscriber Identity), il numero di telefono della SIM associata e la sua chiave di autenticazione, i servizi supplementari a cui l'utente è abilitato, ecc.
- HLR memorizza anche informazioni temporanee come l'indirizzo del VLR presso cui può essere reperito l'utente, parametri transitori per identificazione e crittografia, un eventuale numero di telefono per l'inoltro delle chiamate, ecc.



- Compiti principali:
 - Gestione della localizzazione, ovvero memorizzare il *VLR number* di ogni utente registrato
 - invio delle informazioni di routing (MSRN) al GMSC
 - Registrazione, cancellazione e attivazione/disattivazione servizi supplementari
 - memorizzazione e fornitura ai VLR dei parametri di autenticazione e cifratura
 - gestione dei dati d'utente



Visitor Location Register (VLR)



- È un data base temporaneo che contiene i dati importanti per il servizio degli MS attualmente sotto la giurisdizione del (G)MSC cui il VLR è associato.
- In VLR vengono duplicati tutti i dati permanenti di un utente, con la differenza che l'IMSI viene “mappato” su un TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) per evitare di trasmettere l'IMSI via radio e proteggere l'utente da “intrusioni” Hi-Tech. Il TMSI viene modificato frequentemente ed è legato anche alla posizione del mobile (identificativo di cella)
- VLR gioca un ruolo fondamentale nella gestione delle chiamate che provengono dagli MS

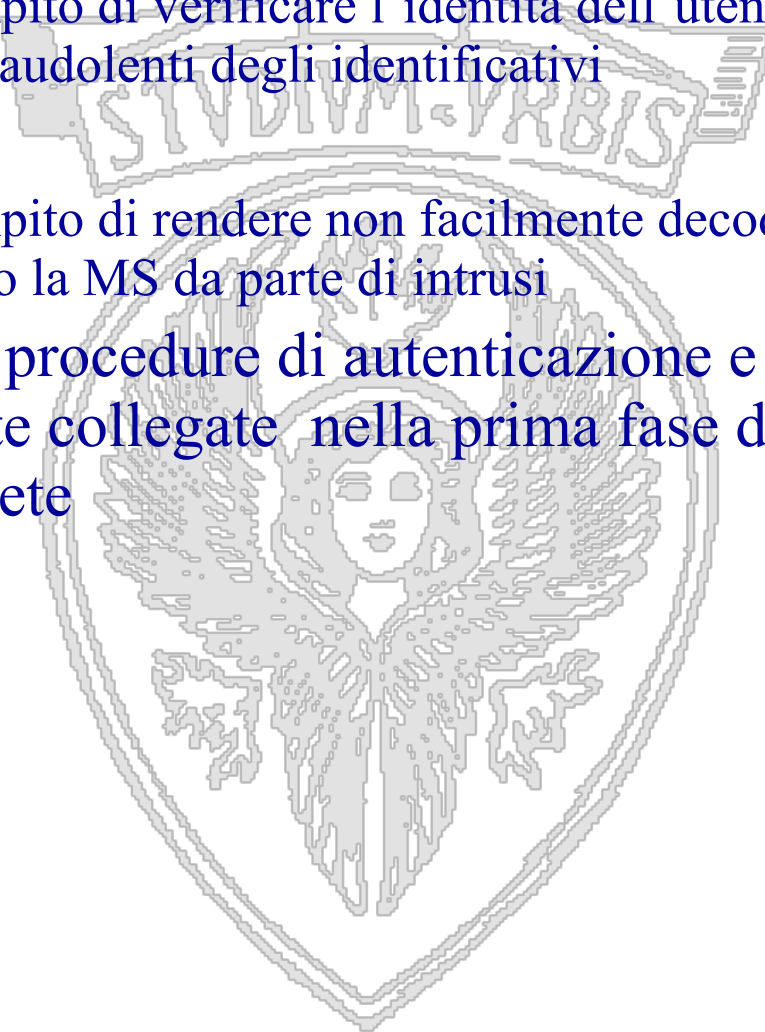


SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA





- Autenticazione:
 - ha il compito di verificare l'identità dell'utente e proteggere da utilizzi fraudolenti degli identificativi
- Cifratura:
 - ha il compito di rendere non facilmente decodificabile il flusso dati da e verso la MS da parte di intrusi
- In GSM le procedure di autenticazione e cifratura sono strettamente collegate nella prima fase di gestione delle chiavi segrete





- Elementi delle procedure:

- K_i

- ✓ chiave di autenticazione dell'utente di 128 bit memorizzata nell'AuC e nella SIM

- $RAND$

- ✓ numero casuale di 128 bit generato dall'AuC e poi inviato all'MSC

- $A3$

- ✓ algoritmo di autenticazione memorizzato nell'AuC e nella SIM

- $A8$

- ✓ algoritmo che determina la chiave di cifratura K_c , memorizzato nell'AuC e nella SIM

- Risultati delle procedure:

- K_c

- chiave di cifratura

- $SRES$

- risultato dell'algoritmo di autenticazione

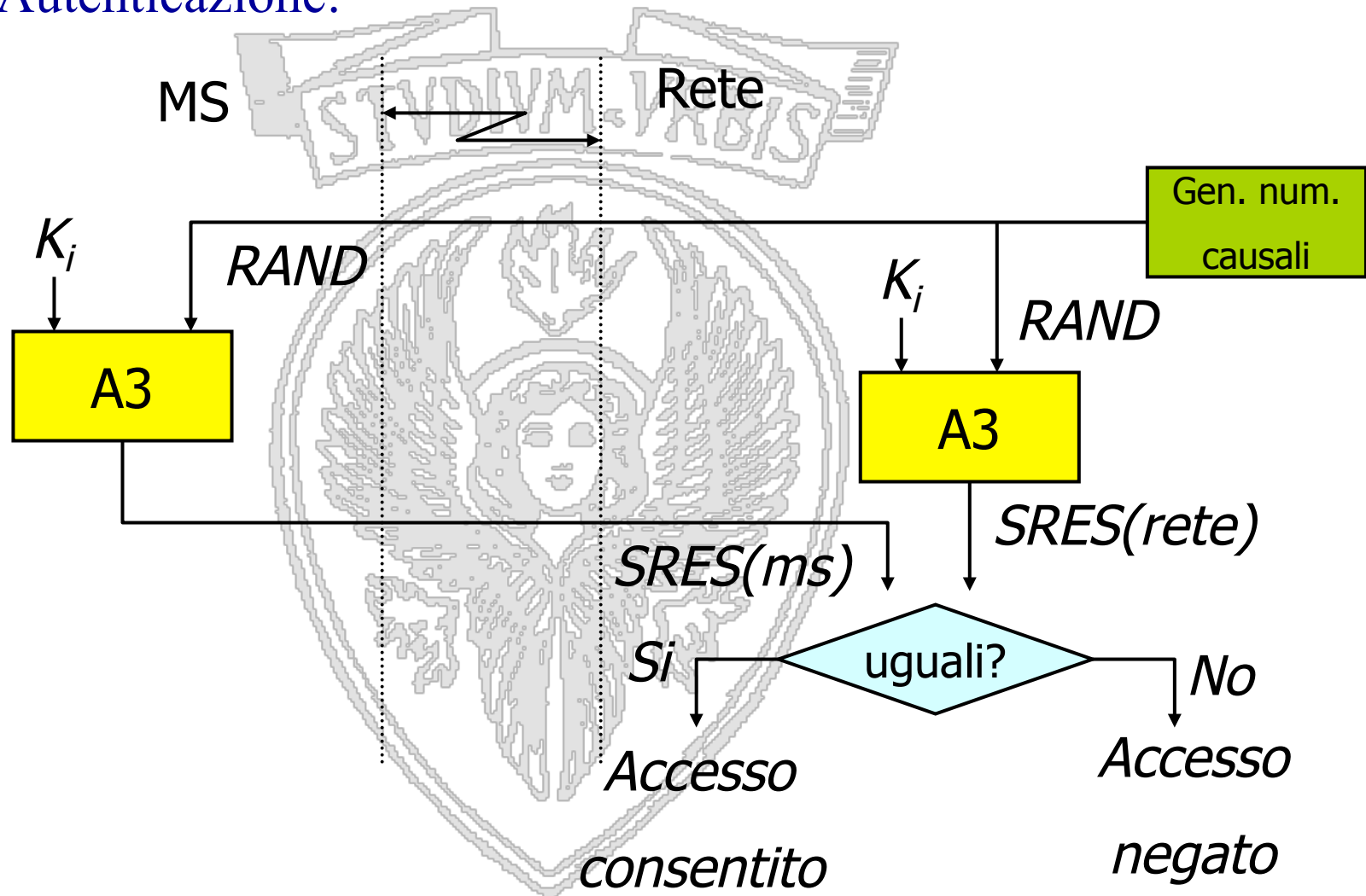
Triplette

($RAND, SRES, K_c$)

sono generate in sequenza per ogni IMSI e memorizzate nell'HLR

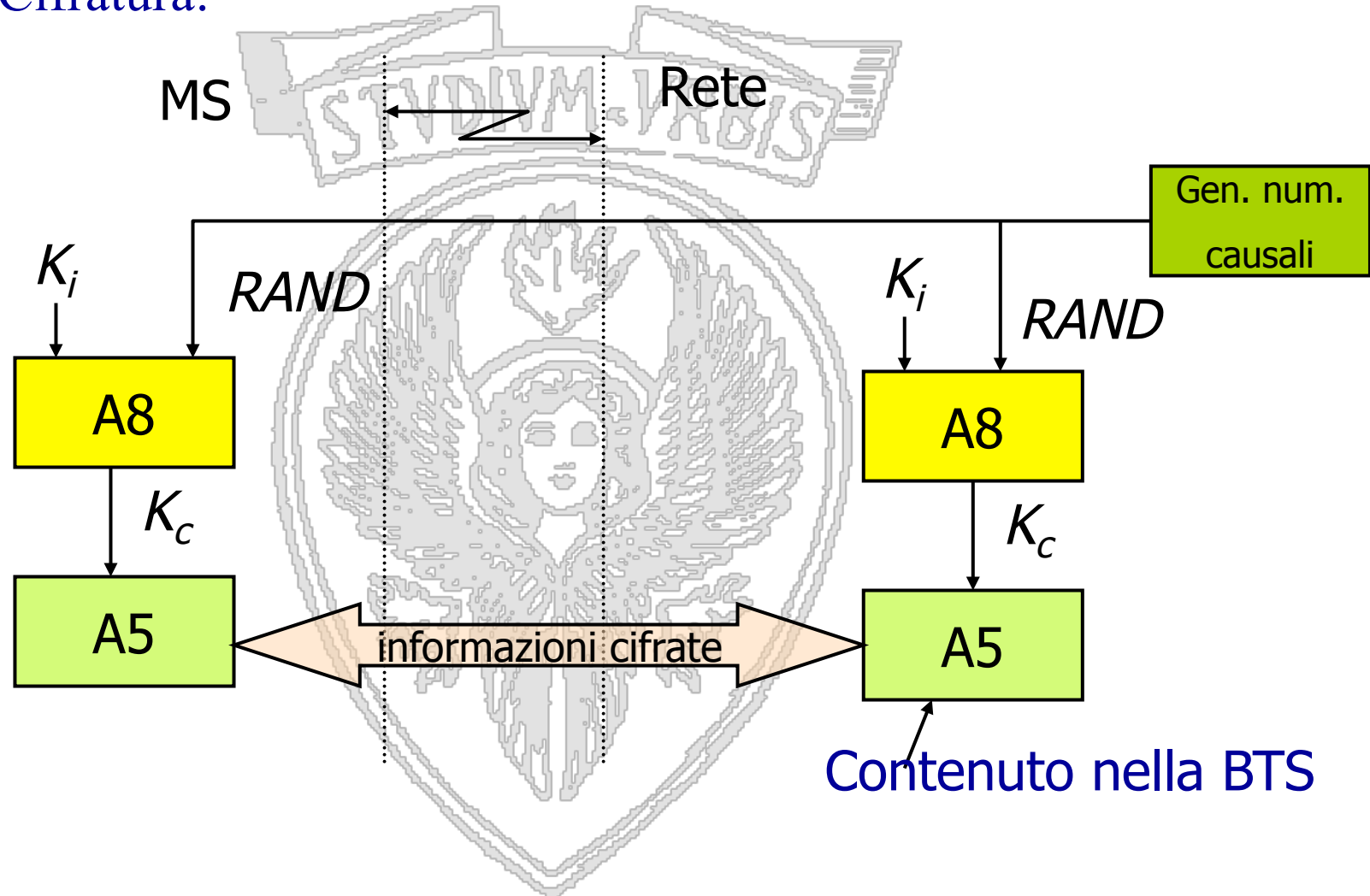


- Autenticazione:





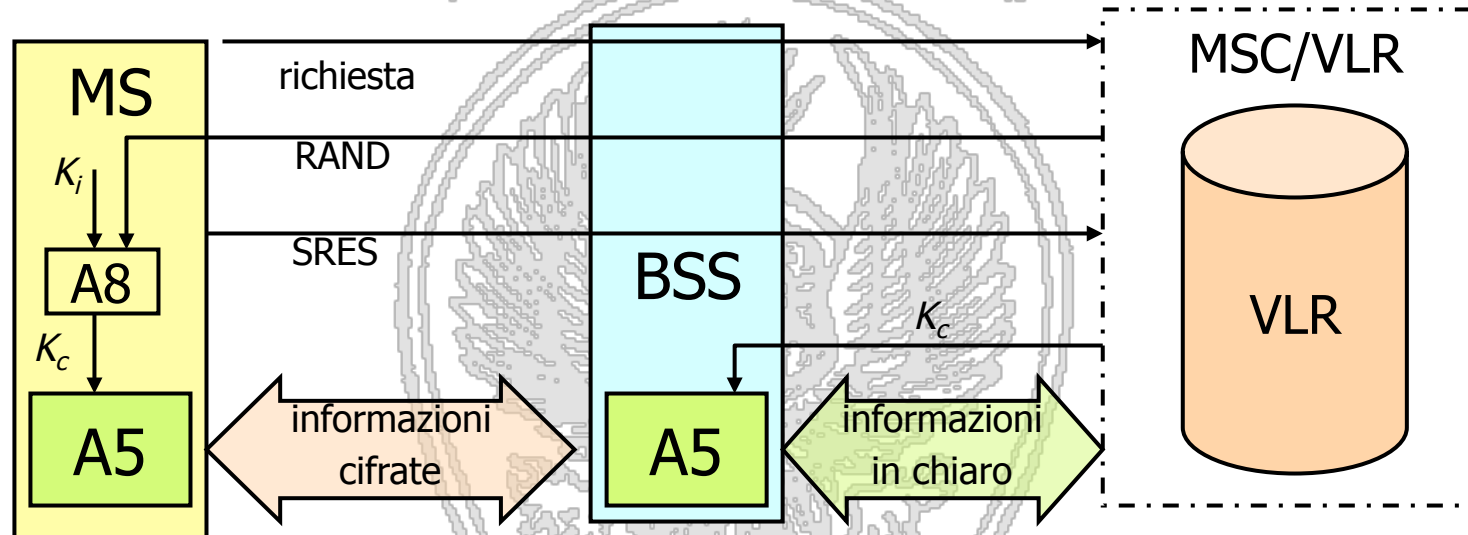
- Cifratura:





Procedure di sicurezza: ruolo degli elementi di rete

- Ruolo del BSS nella cifratura:





Procedure di sicurezza: allocazione del TMSI

- Ogni comunicazione è iniziata dalla MS che invia il proprio identificativo (IMSI) per farsi riconoscere prima che venga attivata la procedura di autenticazione
- Per evitare che il IMSI venga intercettato sull'interfaccia radio e ne possa essere fatto un uso fraudolento il VLR alloca ad ogni MS un TMSI (**Temporary Mobile Subscriber Identity**)
- L'IMSI viene usato dalla MS solo quando non ha ancora un TMSI
- Ad ogni location update il VLR può allocare un nuovo TMSI al mobile che nelle comunicazioni successive adotterà il TMSI invece del IMSI

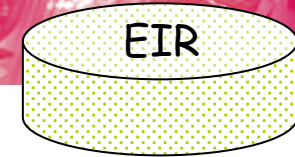


- È il numero di identificazione di uso interno alla rete
- È composto da 3 campi:
 - *MCC*: Mobile Country Code (3 cifre)
 - *MNC*: Mobile Network Code, che identifica l'operatore che fornisce il servizio (2 cifre)
 - *MSIC*: Mobile Subscriber Identification Number, che identifica la SIM (fino a 10 cifre)
- Ad esempio il numero 222 01 4572228769, identifica una SIM italiana (222) del gestore TIM (01)
- Il numero di telefono dell'apparato in questione (MSISDN) è completamente indipendente dall'IMSI; le cifre corrispondenti al prefisso (ad es. 0330 o 0347) identificano l'HLR e quindi il GMSC cui l'apparato è legato

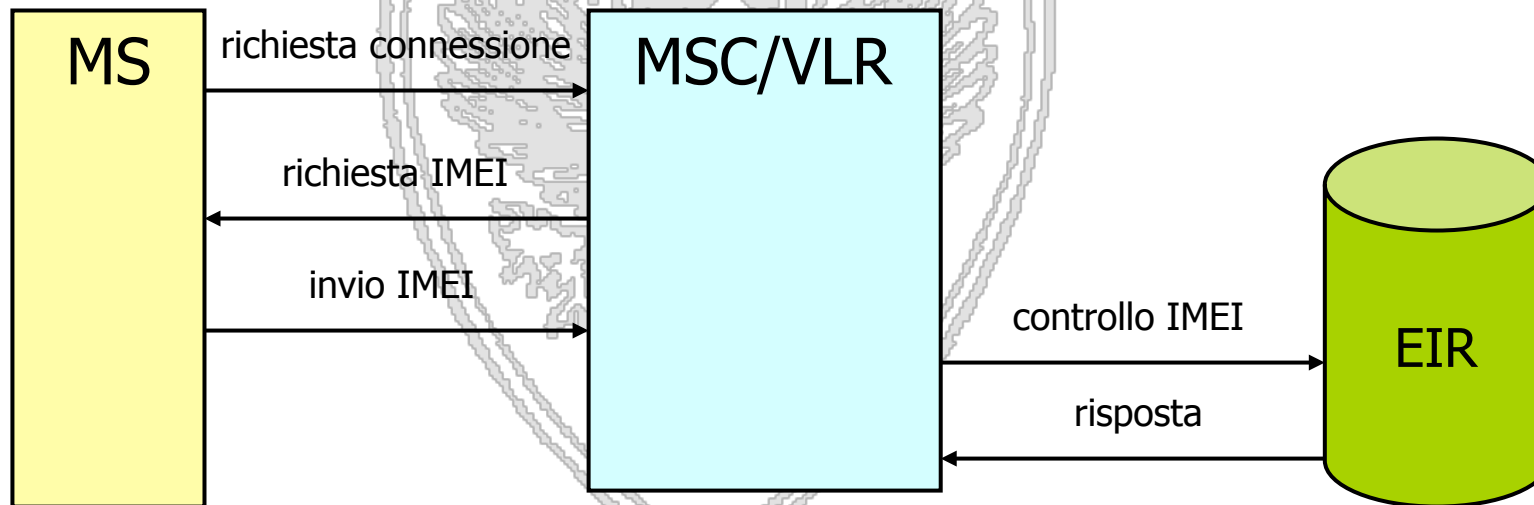


Equipment Identity Register (EIR)

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



- È una base dati il cui uso è a discrezione dell'operatore
- Contiene l'identificativo e le caratteristiche degli apparati GSM, insieme al produttore, al paese di fabbricazione, etc.
- Può essere usato per proteggere la rete dall'uso di apparecchiature rubate o non a norma





- Protection against stolen and malfunctioning terminals
- Equipment Identity Register (EIR): 1 DataBase for each operator; keeps:
 - WHITE LIST:
 - ✓ valid IMEIs
 - ✓ Corresponding MEs may be used in the GSM network
 - BLACK LIST:
 - ✓ IMEIs of all MEs that must be barred from using the GSM network
 - ✓ Exception: emergency calls (to a set of emergency numbers)
 - ✓ Black list periodically exchanged among different operators
 - GRAY LIST:
 - ✓ IMEIs that correspond to MEs that can be used, but that, for some reason (malfunctioning, obsolete SW, evaluation terminals, etc), need to be tracked by the operator
 - ✓ A call from a “gray” IMEI is reported to the operator personnel



utilizzati scopo istradamento

- **Mobile Station ISDN Number (MSISDN)**

E' il numero telefonico dell'utente (≤ 15 cifre)

Country Code - National Destination Code - Subscriber Number

Identifica HLR

- **Mobile Station Roaming Number (MSRN)**

Assegnato dal VLR corrente; comunicato su richiesta all'HLR; permette all'HLR di far sapere al GMSC come prolungare la connessione fino alla posizione corrente dell'MS

- **Handover Number** (comunicato dall'MSC target all'MSC initial in caso di inter-MSC handover, consente di completare il collegamento verso l'MSC target)



Numeri e ID in GSM

Identità' associate ad una mobile station

- **International Mobile Subscriber Identity (IMSI)**

Memorizzato permanentemente nella SIM e HLR, temporaneamente nel VLR; identifica l'utente che ha sottoscritto l'abbonamento

Mobile Country Code (3 cifre)--Mobile Network Code(2)—Mobile Subscriber Identification Number

- **Temporary Mobile Subscriber Identity (TMSI)**

Identità' temporanea assegnata da un VLR ad una MS per evitare di trasmettere l'IMSI sulla tratta radio; 4 ottetti, struttura non standardizzata

- **International Mobile Equipment Identity (IMEI)**

Identifica in modo univoco un apparato mobile (HW), memorizzato in HW dal costruttore. Contiene:

TAC =Type Approval Code (6 cifre); FAC (Final Assembly Code), 2 cifre (luogo di costruzione/assemblaggio), SNR(Serial Number), 6 cifre



Numeri e ID in GSM

Correlate mobilità' utenti

- **Location Area Identity (LAI)**

Identifica la location area all'interno della quale si trova correntemente l'MS. Memorizzato nel VLR. Contiene Mobile Country Code, Mobile Network Code (operatore), Location Area Code

- **Cell Global Identity (CGI)**, identifica la cella (LAI+Cell Identity che identifica una cella all'interno di una location area)

- **Regional Subscription Zone Identity (RSZI)**

Serve nel caso di abbonamenti con accesso solo su base regionale in cui serve quindi poter identificare le regioni all'interno delle quali e' permesso all'utente di fare roaming.

- **Base Station Identity Code (BSIC)**

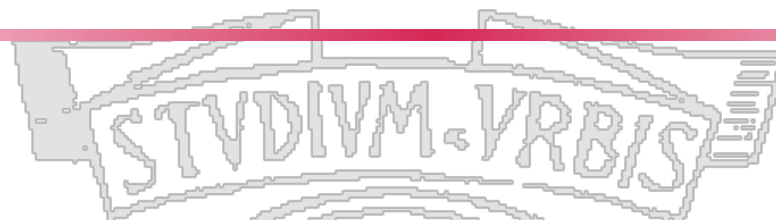
E' un 'codice colore' che permette all'MS di distinguere tra BTS adiacenti. Ogni BTS invia il proprio BSIC sul canale logico Synchronization channel su una portante predefinita.



- IMSI (\rightarrow HLR, VLR)
- MSISDN (\rightarrow HLR, VLR)
- TMSI (\rightarrow VLR)
- categoria della MS (\rightarrow HLR, VLR)
- RAND, SRES, Kc (\rightarrow HLR, su richiesta VLR)
- Cyphering Key Sequence Number (\rightarrow VLR)
- MSRN (\rightarrow VLR, su richiesta dato all'HLR)
- LAI (\rightarrow VLR)
- VLR number (\rightarrow HLR)
- HLR number (\rightarrow VLR)
- subscription restrictions (\rightarrow HLR)
- dati correlati con servizi base, supplementari (\rightarrow HLR, VLR)
- IMSI detached flag (\rightarrow VLR)
- Sbarramenti da operatore (\rightarrow HLR, alcuni VLR)



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



3.3 – Interfaccia Radio



Reti Radiomobili



Interfaccia radio

si veda



O. Bertazioli, L. Favalli, *GSM-GPRS*, Hoepli
Informatica 2002

Capitolo 6

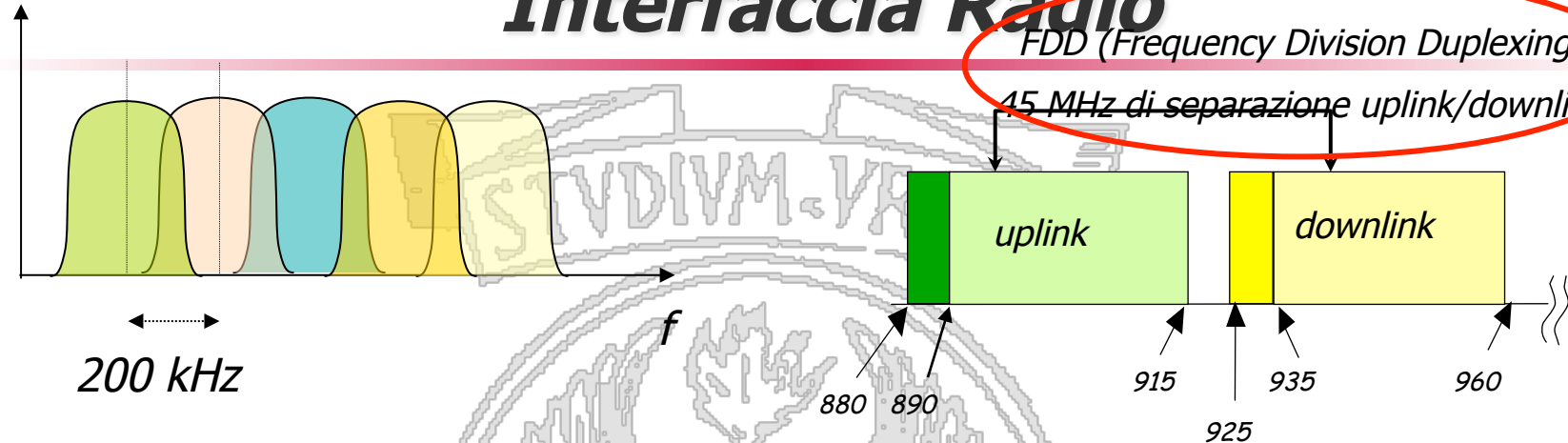




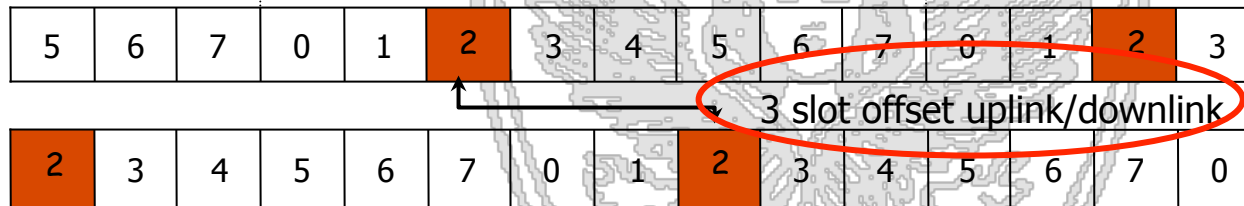
Interfaccia Radio

FDD (Frequency Division Duplexing)

45 MHz di separazione uplink/downlink



TDM Frame - 4.615 ms



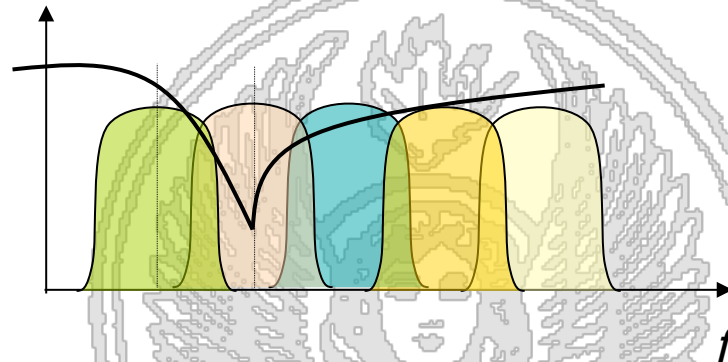
BTS Transmits f_{down}

MS Transmits f_{up}

Time slot = 577 μ s



- L'effetto del fading da multipath dipende anche dalla frequenza del segnale
- Ci possono essere portanti con bassa attenuazione e portanti con alta attenuazione



- Essendo la trasmissione protetta da codici FEC è meglio che gli errori dovuti a qualche portante fortemente attenuata siano distribuiti su più flussi informativi
- Si adotta un meccanismo di salto di frequenza che cambia la frequenza ogni slot secondo una sequenza fissa



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA





Power Control

- La potenza di emissione delle MS è controllata dalla BTS
- La BTS invia dei comandi di power control che richiedono alla MS di alzare o abbassare la potenza trasmissiva
- Lo step di incremento/decremento è di 2 dB
- L'obiettivo del controllo è di portare la potenza ricevuta dalla BTS ad un livello prefissato
- Il power control riduce l'interferenza media nel sistema riducendo la potenza delle MS con piccola attenuazione di canale (vicine alla BTS)
- Il power control riduce anche il consumo di energia delle MS

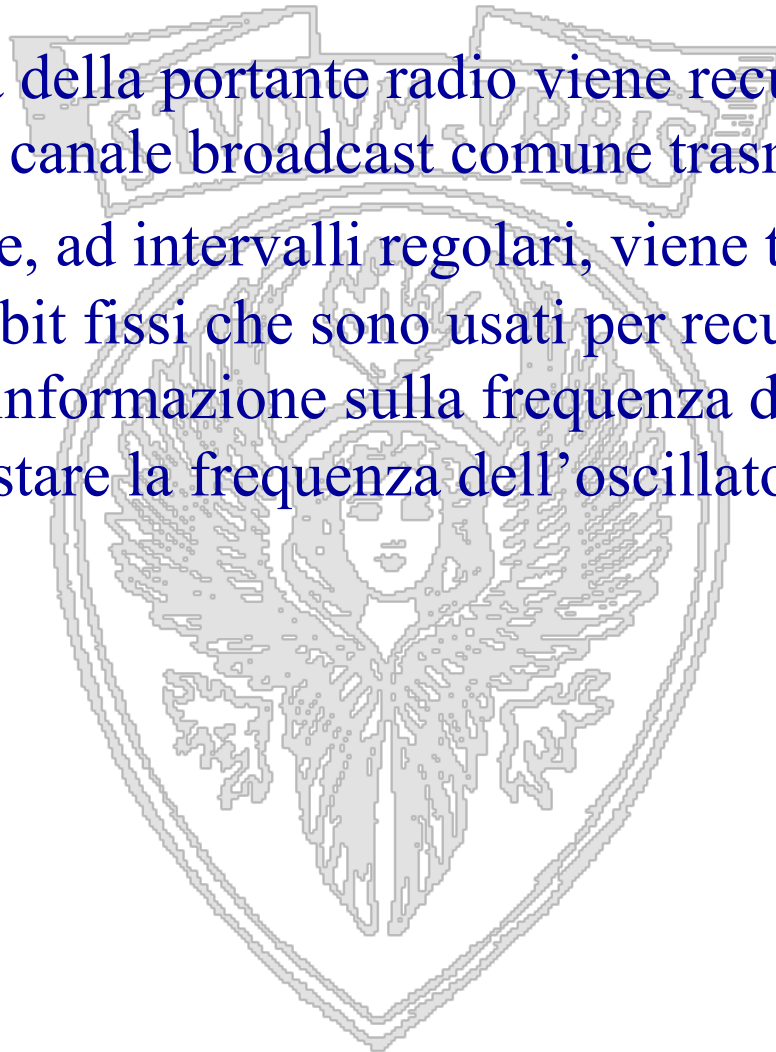


- Sincronismo di portante
 - ogni MS deve recuperare con precisione la frequenza della portante radio
- Sincronismo di slot
 - Ogni MS deve avere informazioni sullo slot corrente
- Sincronismo di trama
 - Ogni MS deve conoscere il Frame Number corrente
- Sincronismo tra stazioni base (opzionale)
 - Le stazioni base hanno orologi sincroni
 - Le stazioni base hanno lo stesso Frame Number



Sincronismo di portante

- La frequenza della portante radio viene recuperata dalla MS ascoltando il canale broadcast comune trasmesso dalla BTS
- Su tale canale, ad intervalli regolari, viene trasmesso uno slot speciale con bit fissi che sono usati per recuperare con precisione l'informazione sulla frequenza della portante e quindi aggiustare la frequenza dell'oscillatore locale



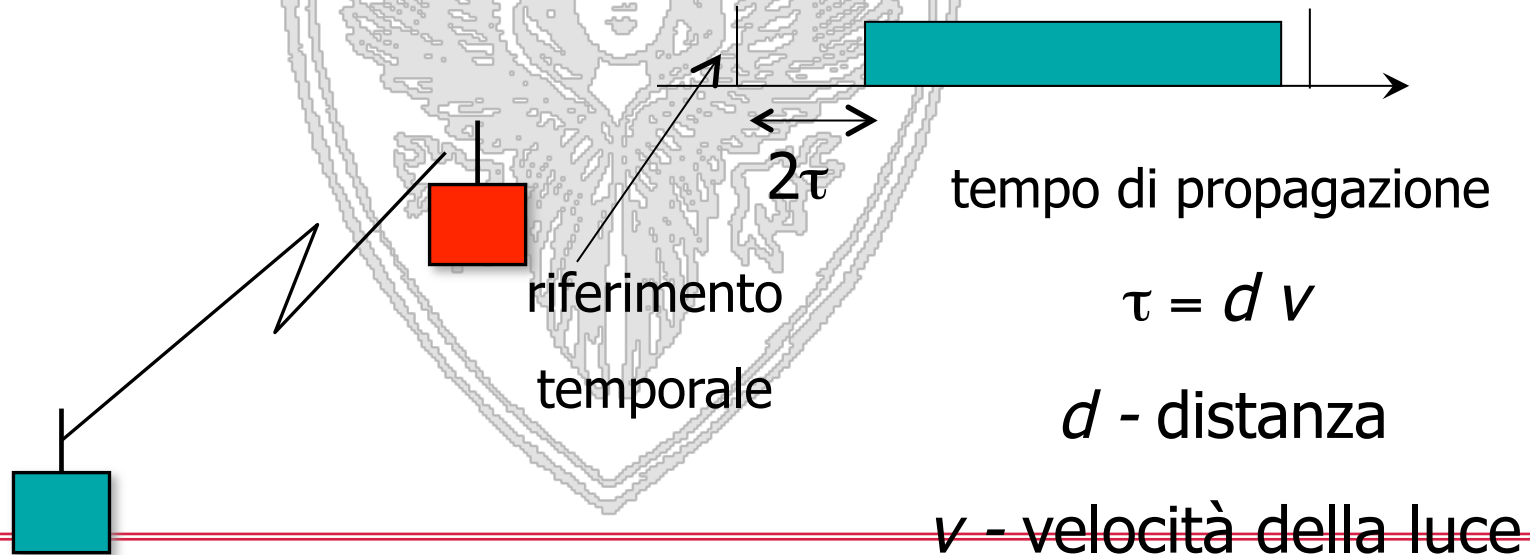


- Molti canali nel GSM seguono una struttura a multitrama (ad esempio: il canale di broadcast è trasmesso ogni x trame)
- La sequenza di Frequency Hopping dipende dalla multitrama
- Ogni MS deve quindi conoscere il numero di trama corrente per interpretare correttamente l'informazione
- La stazione base BTS trasmette sul canale di broadcast informazioni che permettono alle MS di ricostruire la scansione temporale di slot e il Frame Number



Sincronismo di slot

- Le trasmissioni up/down link subiscono ritardi di propagazione dipendenti dalla posizione delle MS
- Necessità di avere in ogni slot una parte di bit non significativi per garantirsi un certo margine sull'errore

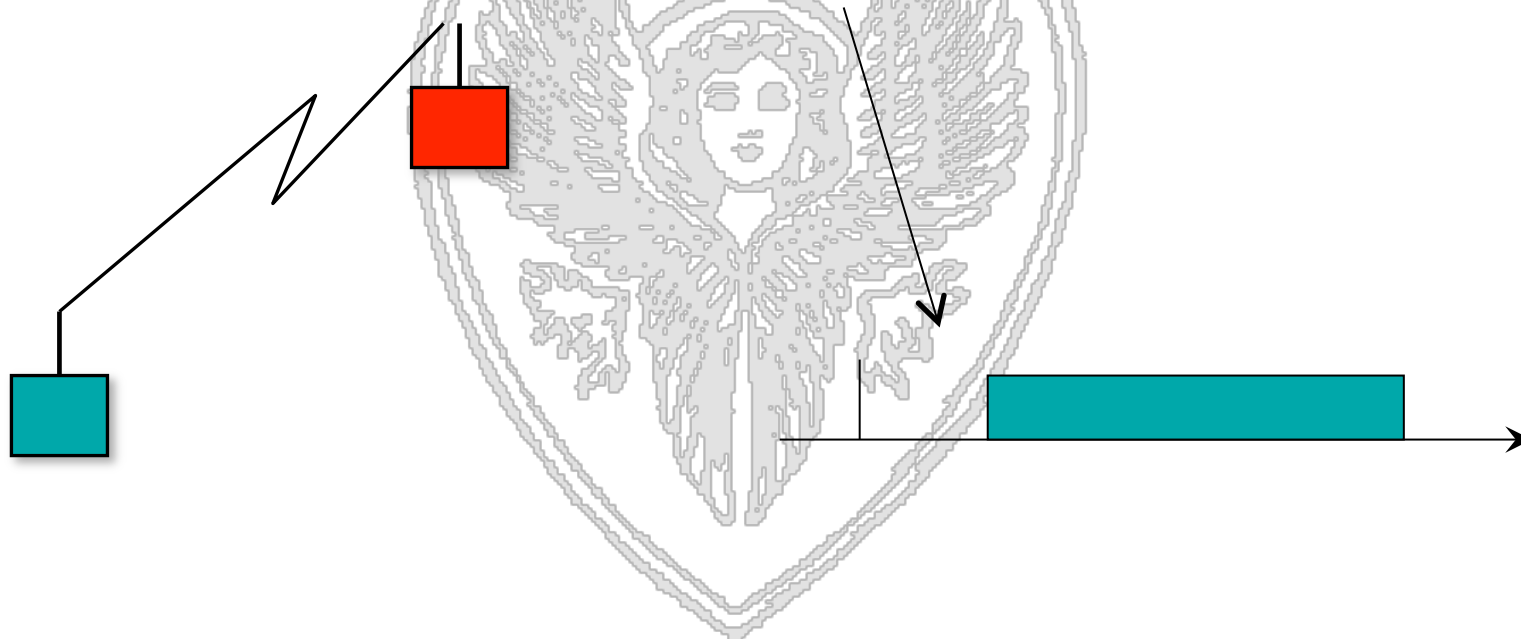




Sincronismo di slot

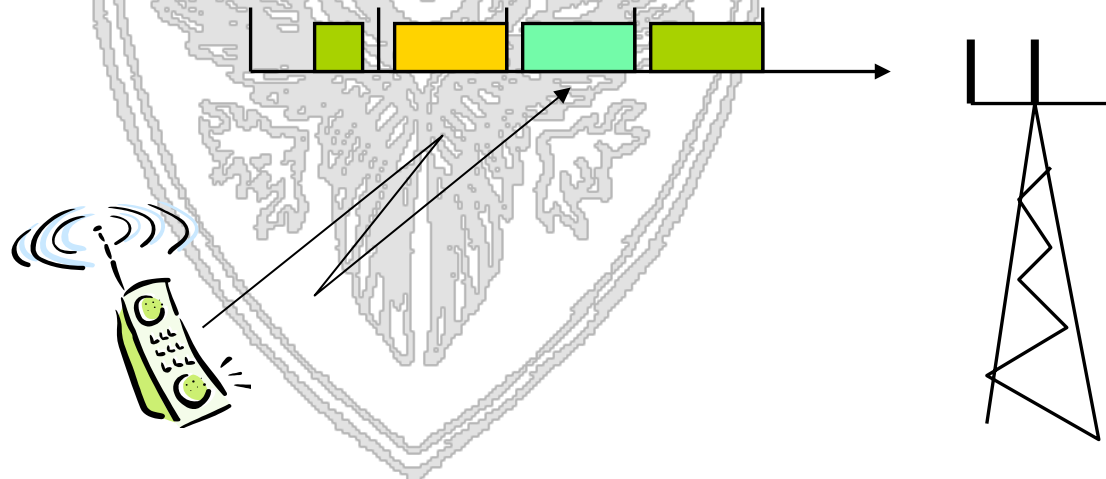
- In genere si effettua una scelta conservativa per cui il tempo di guardia è:

$$T_g = \max_i (2\tau_i)$$





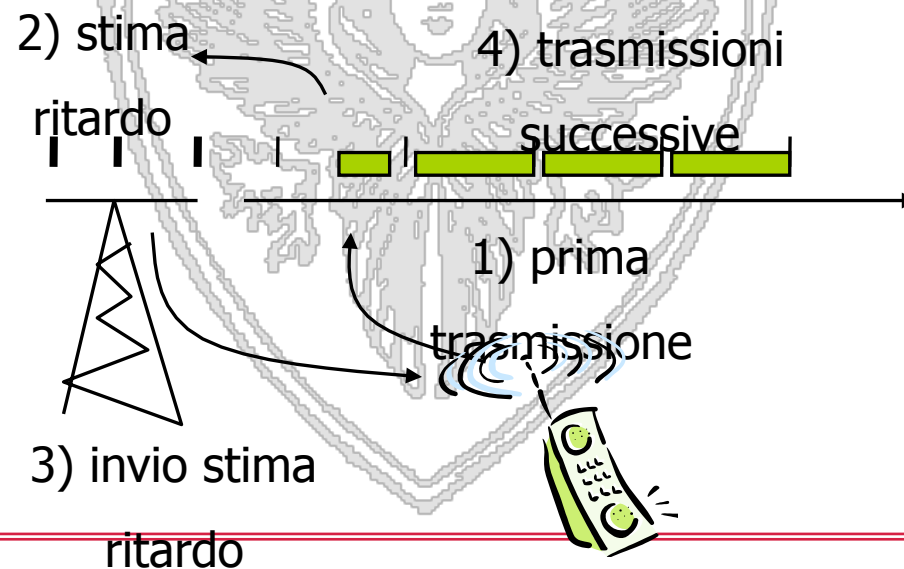
- La rete GSM è progettata per avere celle con $R_{max}=35$ Km
- Nella situazione peggiore (ai bordi) si ha un tempo di guardia di $2\tau = 2 \times 35 / 3 \times 10^8 = 233 \mu s$
- che corrisponde a 68,25 bit alla velocità di 270.8 kb/s





Per limitare il tempo di guardia:

- la BTS stima il ritardo e invia l'informazione alla MS che può quindi compensare anticipando la trasmissione
- usato nel GSM: si anticipa la trasmissione all'allontanarsi dalla base (timing advance, riduce il tempo di guardia a circa **9 bit**, pari a **33,3 μ sec**)



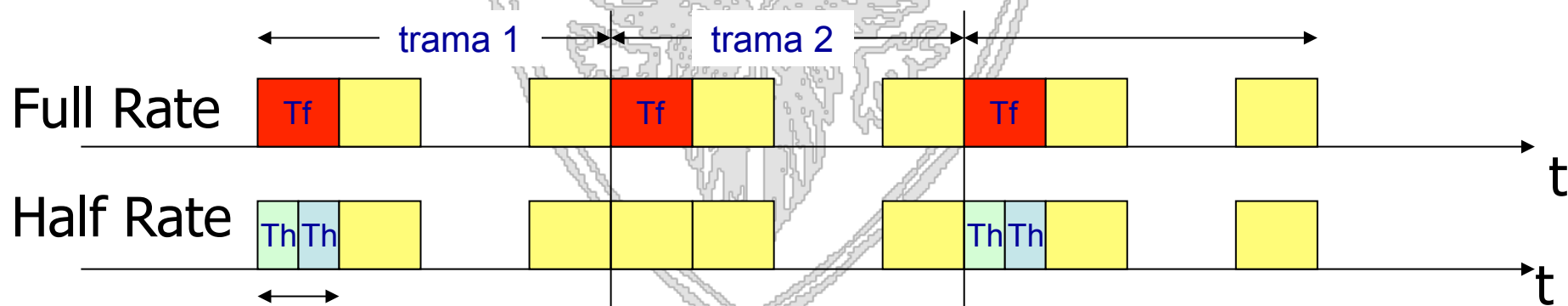


- Identificano univocamente il tipo di informazione che trasportano:
 - Segnalazione (info di sincronizzazione ..)
 - Traffico dati
- Sono divisi in
 - canali di traffico e canali di controllo
 - canali comuni e canali dedicati



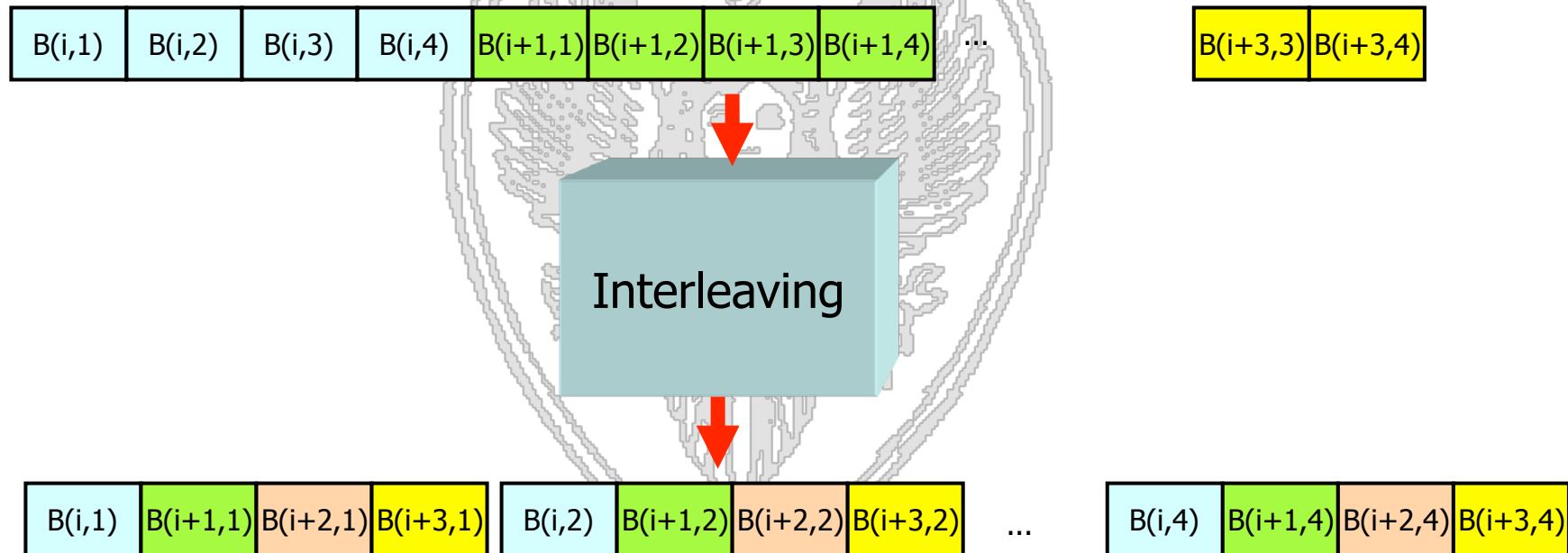
I canali di traffico (Traffic Channels-TCH)

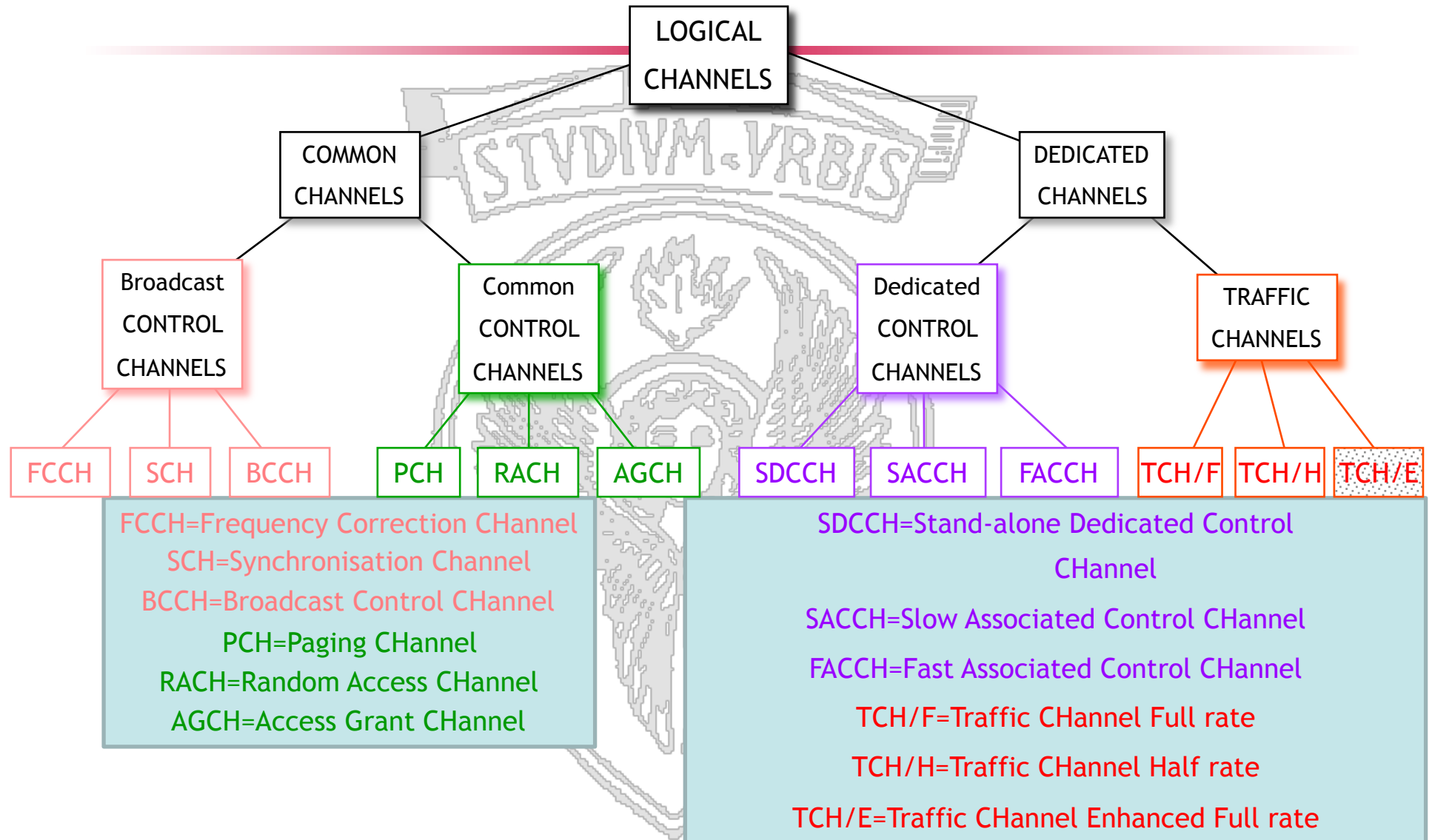
- Canali che trasportano la voce ed eventuali dati
- Si distinguono in:
 - Full Rate channels: velocità lorda di 22,8 Kb/sec (dopo aggiunta di ridondanza per correzione degli errori)
 - Half Rate channels: velocità lorda di 11,4 Kb/s





- In realtà i bit dei 4 blocchi fisici da 114 bit non sono sequenze contigue di bit in uscita dal processo di codifica
- I bit sono mescolati:

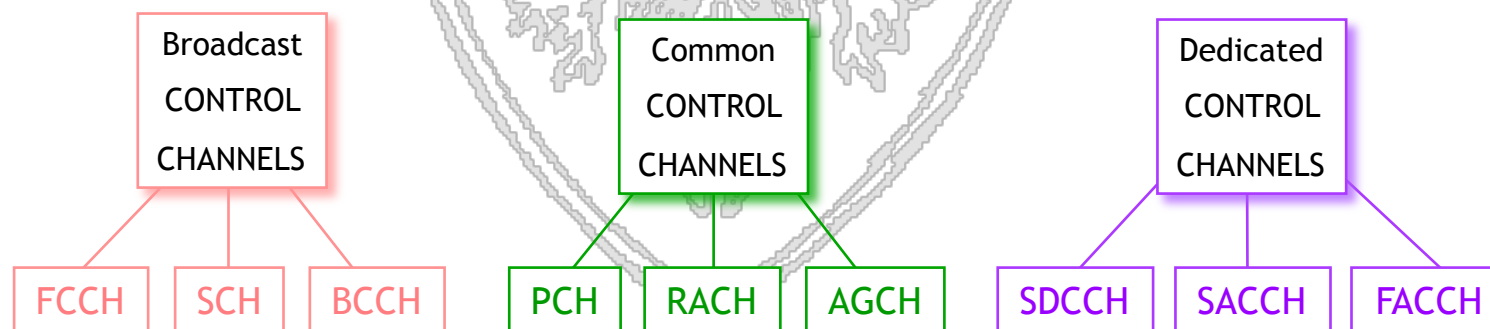






I canali di controllo (Control Channels-CCH)

- Usati per trasportare segnalazione di vario tipo (esistono 14 tipi di canali di controllo!!)
- Tre grandi categorie di CCH
 - **Broadcast Channels (BCH)**: informazioni di interesse generale sulla tratta downlink
 - **Common Control Channels (CCCH)**: informazioni relative ad una connessione in fase preliminare (condivisi tra + connessioni)
 - **Dedicated Control Channels (DCCH)**: informazioni di segnalazione specifiche di una connessione





- **FCCH (Frequency Correction Channel)**: canale downlink usato per correggere la frequenza alla MS, 148 bit senza codice.
- **SCH (Synchronization Channel)**: trasporta l'identificativo della BTS (Base Station Identity Code, BSIC) e un'indicazione del numero di trama (FN), 25 bit + ridondanza per codifica di canale.
- **BCCH (Broadcast Control Channel)**: trasporta informazioni generali a tutti gli utenti serviti da una base station, 184 byte codificati (quali parametri dell'algoritmo di frequency hopping, numero di canali di controllo comune allocati, numero di blocchi per canale AGCH, etc.).

Broadcast
CONTROL
CHANNELS



- PCH (Paging Channel): downlink usato dalla BTS per notificare ad una MS una chiamata entrante, trasmesso in broadcast su una LA
- RACH (Random Access Channel): uplink utilizzato dalla MS per richiedere l'accesso alla rete (Location Update, richiesta di chiamata). E' soggetto a collisioni.
- AGCH (Access Grant Channel): downlink per risposte a richieste su RACH.

Common
CONTROL
CHANNELS



- SACCH (Slow Associated Control Channel): scambio di misure relative ad una connessione tra MS/BS e BS/MS (Potenza segnale ricevuto, qualità....). Multiplato con il traffico d'utente (184 bit in 20 msec di misurazioni)
- FACCH (Fast Associated Control Channel): usato per segnalazione “veloce” (richiesta di handover rapido). Sostituisce il traffico d'utente
- SDCCH (Stand-alone Dedicated Channel): canale di segnalazione assegnato in seguito a richiesta su RACH (identificazione, autenticazione, call set-up...)

Dedicated
CONTROL
CHANNELS

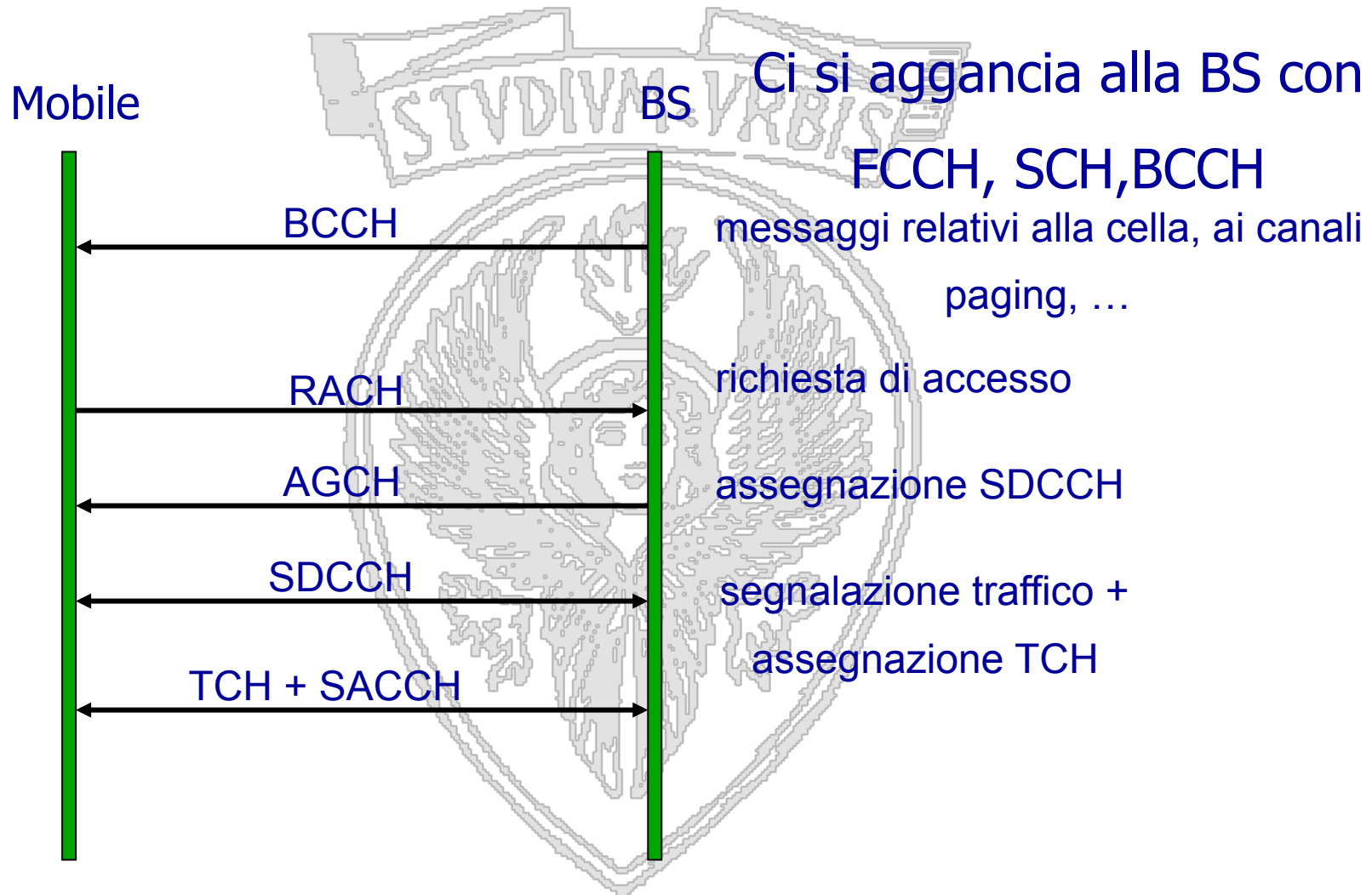


- In downlink:
 - comandi per il controllo di potenza
 - le informazioni del BCCH (che non possono più essere decodificate dalla MS assestata sul canale di traffico)
- In uplink: misurazioni della MS:
 - RXLEV-SERVING-CELL (livello di potenza ricevuta dalla propria BTS)
 - RXQUAL-SERVING-CELL (BER misurata sul flusso downlink)
 - RXLEV-NCELL “N” (livello di potenza ricevuta dalle celle adiacenti)
 - BCCH-FREQ-NCELL “N” (# portante BCCH delle adiacenti)
 - BSIC-NCELL “N” (BSIC delle celle adiacenti)

Dedicated
CONTROL
CHANNELS



Uso dei canali per set up di un canale di traffico



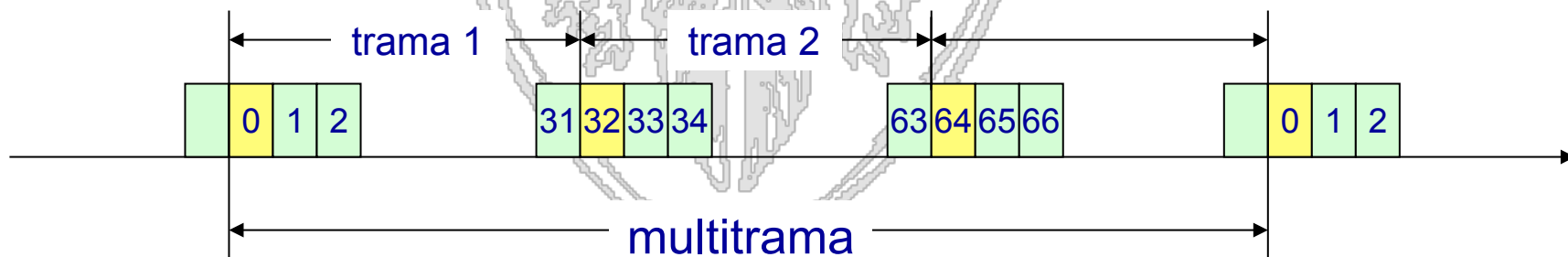


- L'accesso multiplo al canale RACH è casuale (non coordinato con le altre stazioni mobili)
- Quindi si possono verificare collisioni in trasmissione
- La corretta ricezione del messaggio di accesso viene riconosciuta dalla risposta della BS sul canale AGCH
- Nel messaggio sul RACH viene inserito un identificativo temporaneo (sequenza pseudo-casuale) che poi viene riportata nel messaggio sul canale AGCH
- Il meccanismo di gestione del RACH è di fatto di tipo *Slotted-ALOHA*



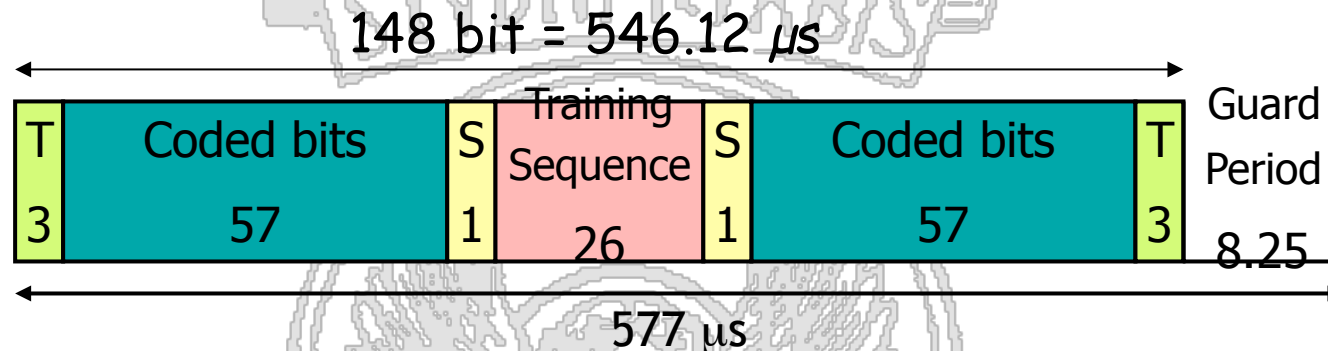
Mappaggio dei canali logici in quelli fisici

- La segnalazione necessita di un bit rate di trasmissione più basso rispetto all'informazione d'utente (Sarebbe uno spreco di risorse assegnare a segnalazione 1 SLOT per trama)
- La velocità effettiva di trasmissione può venir ridotta col meccanismo della *multitrama*
- IDEA: gli slot assumono un'identità, e possono venire assegnati su un periodo di più trame, appunto la multitrama

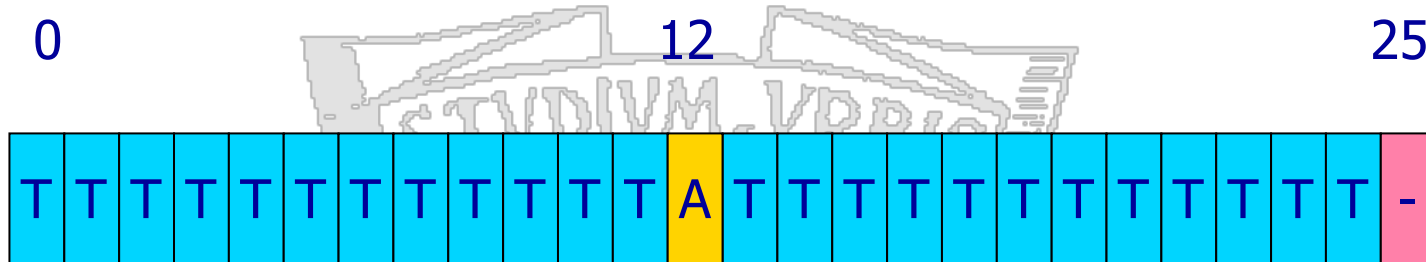




- Un burst dati normale trasporta 114 bit di dati



- un canale che utilizzi uno slot per trama ha dunque una velocità di 114 [bit]/4.6 [ms]=24.7 Kb/s
- la velocità della voce codificata è invece di 22,8 Kb/s
- avanzano 1,9 Kb/s equivalenti 1 SLOT ogni 13 trame.
- SACCH: 1 SLOT ogni 26 trame per una velocità di 950 bit/sec.

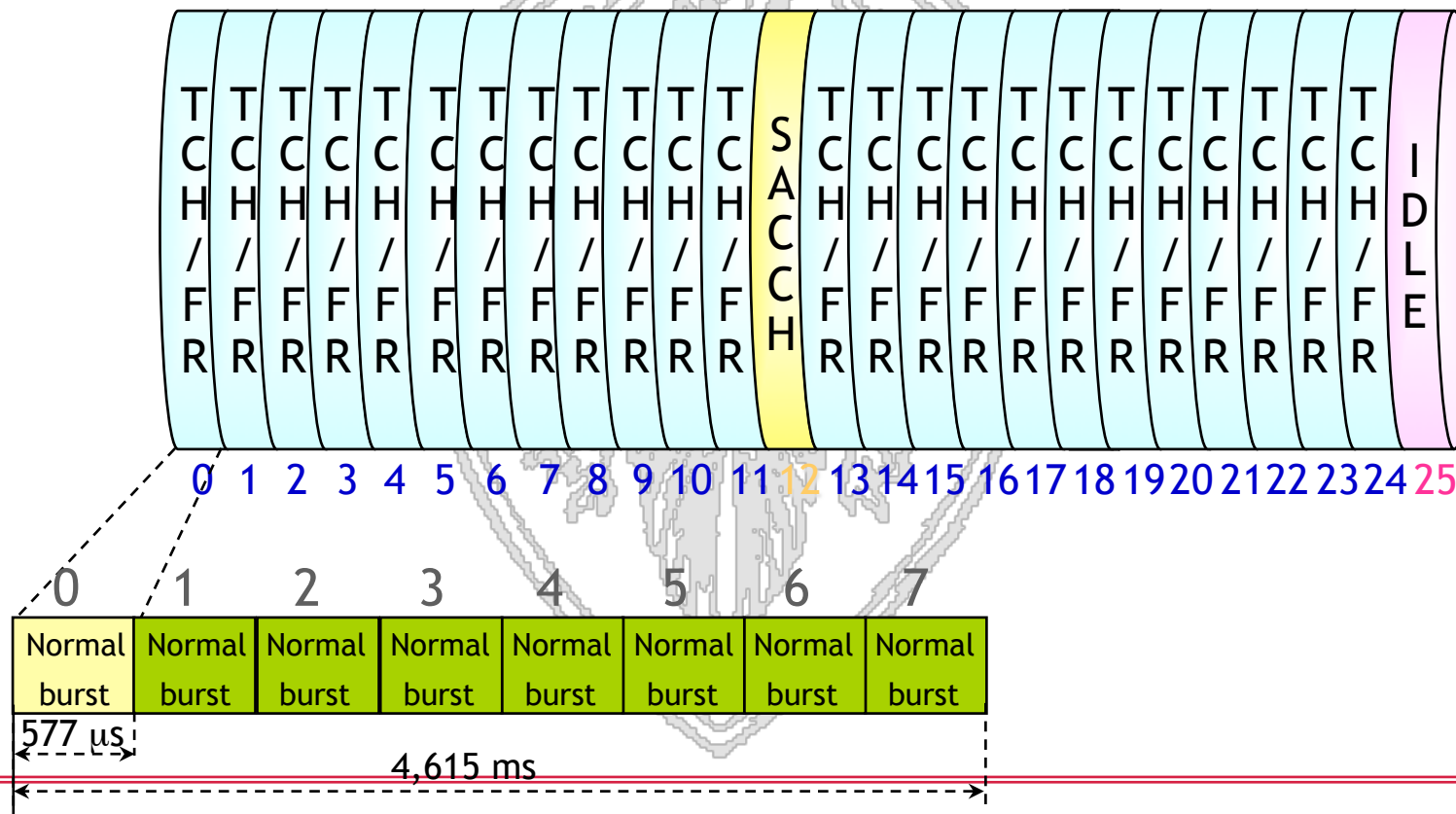


- Negli slot assegnati ai canali di traffico (T) si ricava lo Slow Associated Control Channel (SACCH) (A)
- usato per convogliare misure e comandi
- si utilizza una supertrama di 26 trame (120 ms)



- *Nota su come si legge il diagramma temporale:*
 - è la sequenza di slot di uno stesso canale di traffico, ovvero di uno slot di una trama

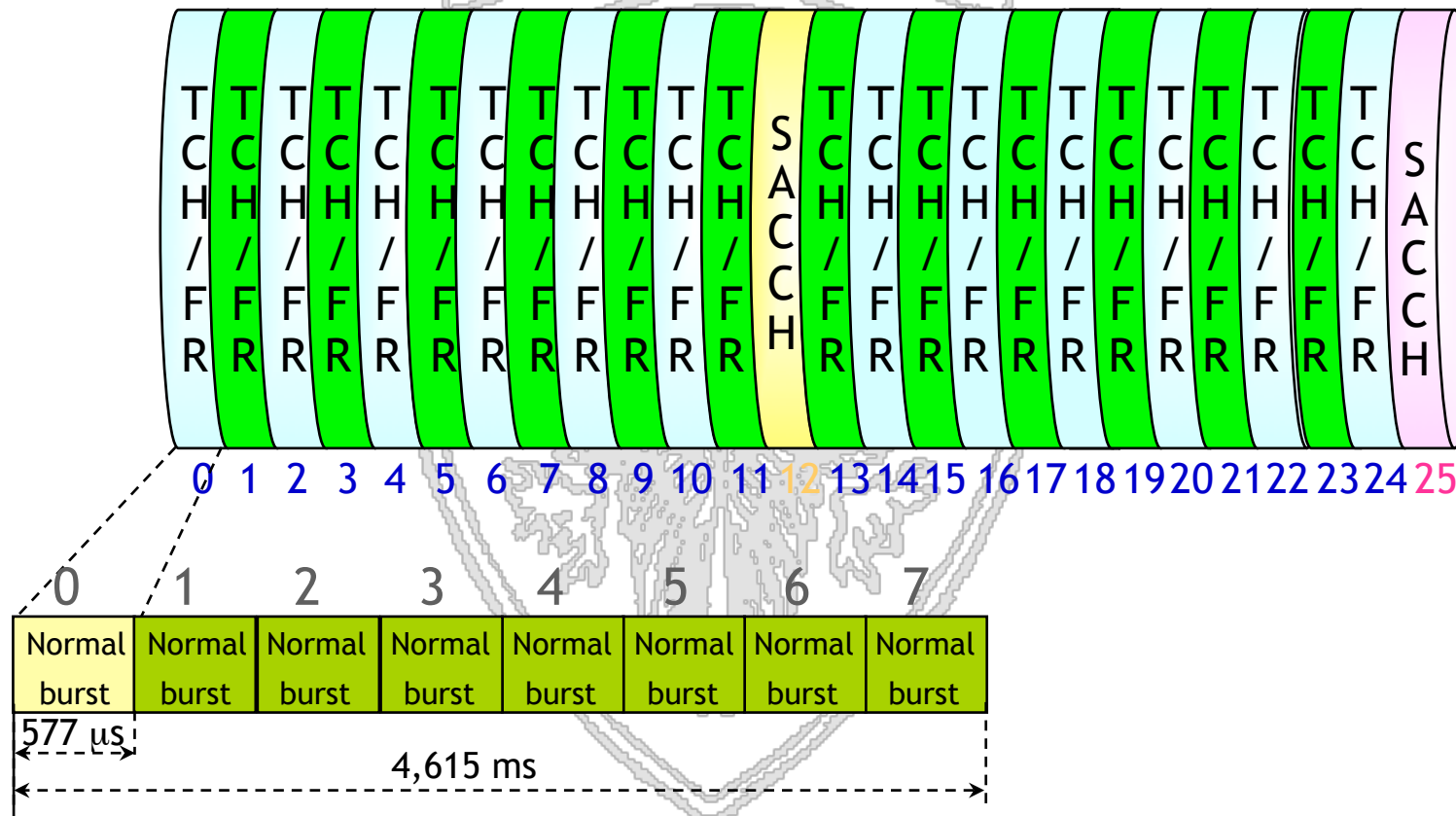
Downlink, Uplink





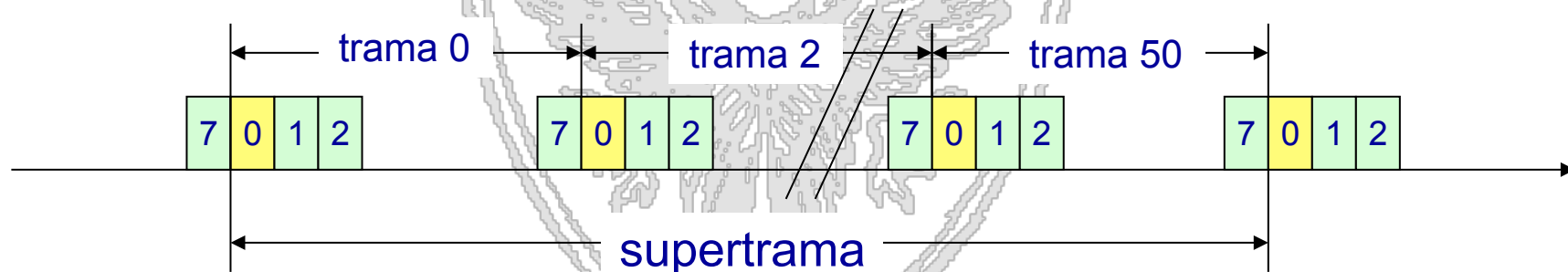
- Nota su come si legge il diagramma temporale:

Downlink, Uplink





- Un particolare slot (slot 0) su una particolare portante (C 0 o portante fondamentale) tra quelle associate alla cella viene usato per ricavare uno o più canali in modalità supertrama da 51 trame (235.38 ms).
- Nella direzione downlink la portante fondamentale e' sempre trasmessa ad una potenza maggiore delle altre, cosa che consente alle stazioni mobili non ancora 'agganciate' di riconoscerla, sincronizzarsi sulla portante e ascoltare le info necessarie per agganciarsi alla cella.





Canale di segnalazione SDCCH

- Un altro slot viene utilizzato per ricavare 8 canali Stand-Alone Dedicated Control Channel (SDCCH) (S)
- usati per il setup e altri messaggi (SMS)
- gli 8 canali sono ricavati con 3 slot ciascuno all'interno della supertrama di 26 slot





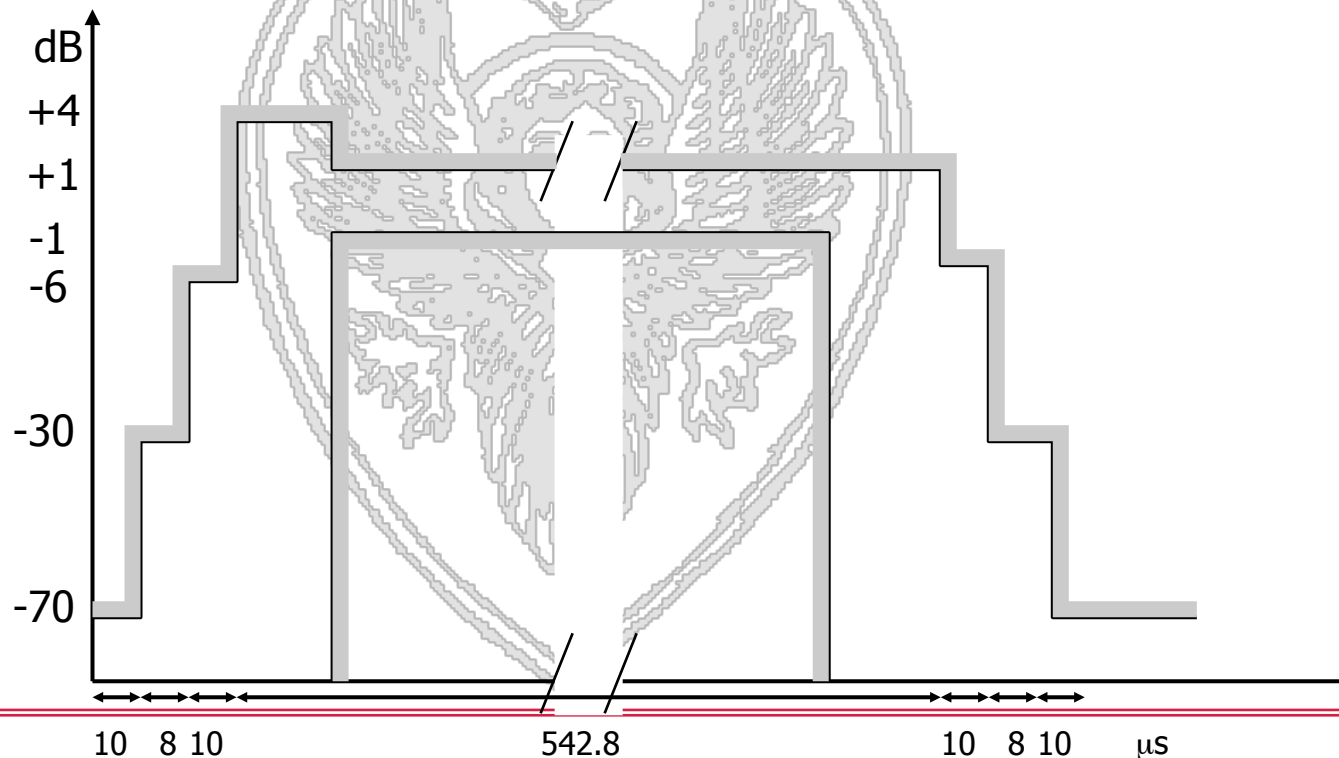
Last frame (idle) in TCH multiframe (Frame #25) used as “search frame”!



- An active call transmits/receive in 25 frames, except the last one.
- in this last frame, it can monitor the BCCH of this (and neighbor) cell
- this particular numbering allows to scan all BCCH slots during a superframe



- Il blocco fisico è l'informazione trasmessa in uno slot
- a causa del meccanismo TDMA ciascun blocco è una unità trasmissiva autonoma che deve seguire un appropriato profilo di potenza per evitare di interferire con gli slot vicini

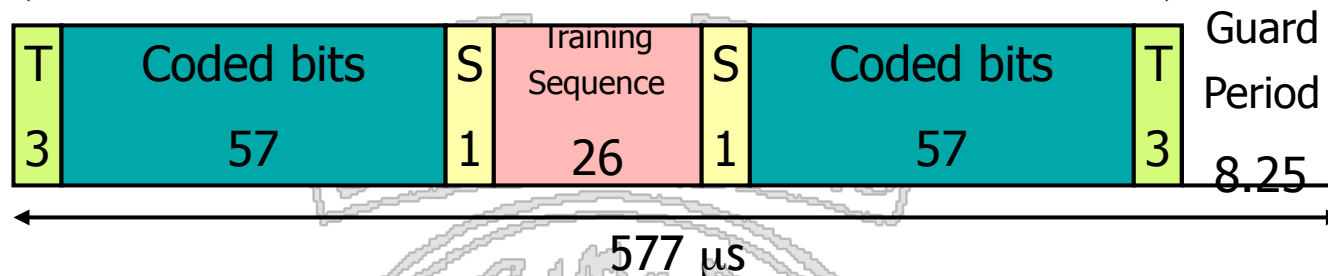




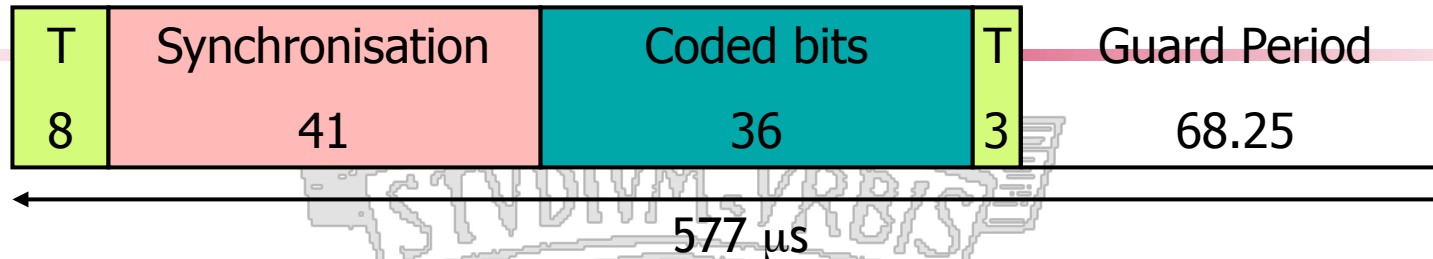
- **Normal Burst**
 - è usato per la trasmissione di informazione d'utente (voce o dati) nei canali di traffico
- **Access Burst**
 - usato per trasmettere le informazioni sul canale di accesso casuale (Random Access Channel - RACH)
 - è usato nel primo accesso alla rete
 - lunghi periodi di guardia dato che non e' stato ancora calcolato il timing advance, in modo da evitare sovrapposizioni temporali con il time slot successivo (calcolo basato su: max dim. Cella 35Km)



148 bit = 546.12 μ s



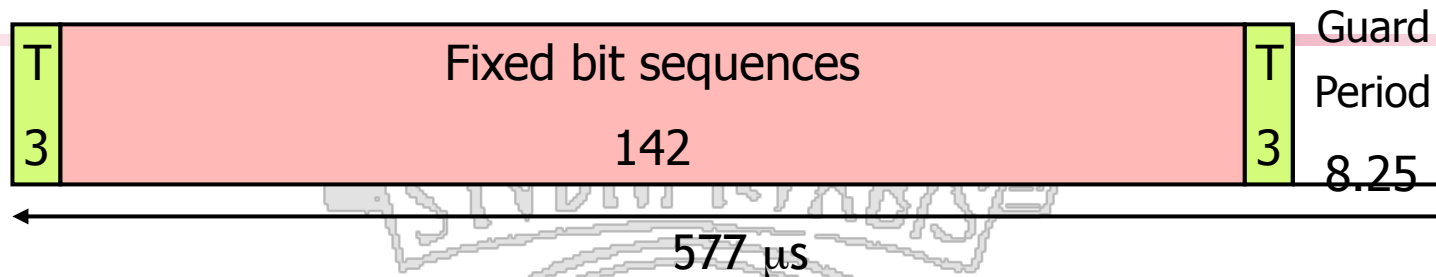
- T-bits: bit di coda posti sempre a 0
- S-bits: (stealing bits) segnalano se il burst contiene dati utente o di segnalazione (canali SACCH o FACCH, anche solo uno dei due blocchi puo' contenere segnalazione nel caso del FACCH)
- Coded Data: bit di utente (voce, dati etc.), 114 bit dopo la codifica di canale, che corrispondono a 13 kbit/s netti per la voce, a 9.6 kbit/s o meno per i dati (codifica di canale più ridondante)
- Training Sequence: bit di controllo usati per la equalizzazione e per l'aggancio dei trasmettitori
- GP: periodo di guardia per consentire l'accensione e lo spegnimento dei trasmettitori



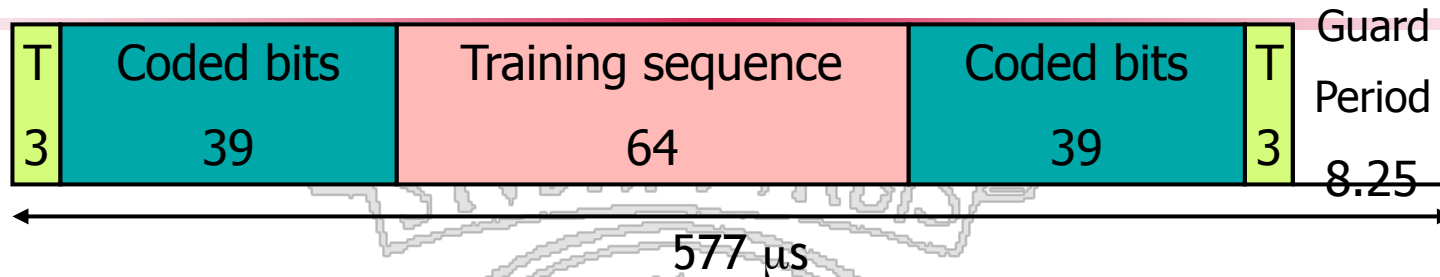
- E' usato dalla MS sul canale di accesso casuale nella prima trasmissione verso la BTS prima di essere registrato
 - E' dunque usato in modo asincrono senza il controllo del timing advance
 - Contiene 156.25 bits
 - 8 tailing bits
 - 41 synchronisation sequence
 - 36 coded bits
 - 3 tailing bits
 - 68.25 bits come periodo di guardia
- per stimare timing advance



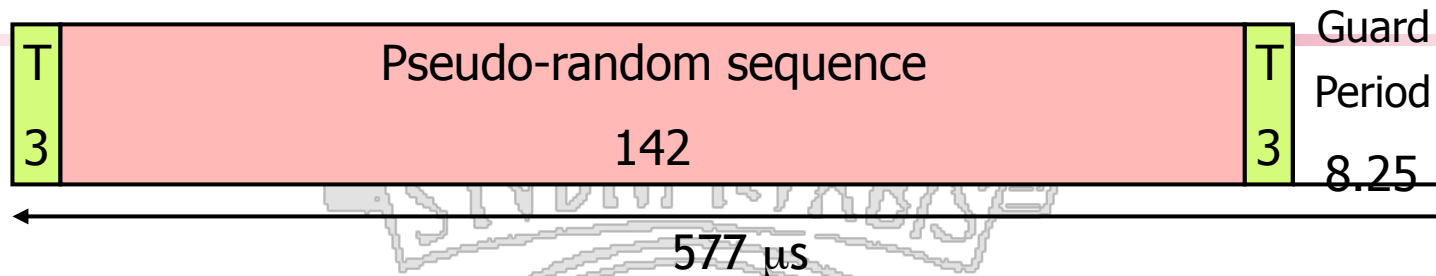
- **Frequency Correction Burst**
 - usato sul canale di sincronizzazione (Frequency Correction Channel - FCCH)
 - 142 bits sono posti a “1”
- **Synchronisation Burst**
 - usato per trasmettere informazioni di sincronizzazione di slot e trama
- **Dummy Burst**
 - non contiene informazione ma solo bit di riempimento
 - usato negli altri slot della frequenza principale di sistema quando non ci sono canali di traffico attivi per mantenere alto il livello di potenza



- Comprende $148 + 8.25$ bits
 - 2×3 tail control bits
 - 142 fixed bit sequences
 - ✓ sono tutti 0
 - ✓ rappresentano un riferimento costante in frequenza in rapporto fisso con quello della portante
 - 8,25 bits di guardia



- Comprende 148 + 8.25 bits
 - 2 x 3 tail control bits
 - 2 x 39 coded bits
 - ✓ 25 bit di informazione
 - ✓ codificati diventano 78 bit
 - ✓ divisi in due pezzi da 39 bit
 - 64 bit di training sequence
 - 8.25 bit di periodo di guardia
- E' informazione
Fondamentale, deve
essere ben protetta e
ben decodificata



- E' usato sulla portante del canale di controllo comune quando non ci sono altre informazioni o canali di traffico da trasmettere per assicurare che il livello medio di potenza misurato sia sufficiente per consentire un aggancio veloce delle MS
- Contiene 148 + 8.25 bits
 - 2 x 3 tail control bits
 - 142 pseudo-random sequence
 - 8.25 bits di periodo di guardia