

# RETE TELEFONIA MOBILE - NOZIONI

Per la comunicazione fra stazioni radio base il GSM utilizza la tecnologia **TDMA** (acronimo di *Time Division Multiple Access*) basata su una coppia di canali radio in duplex, con **frequency hopping** fra i canali (letteralmente *saltellamento di frequenza*, tecnologia che consente a più utenti di condividere lo stesso set di frequenze cambiando automaticamente la frequenza di trasmissione fino a 1600 volte al secondo).

Le dimensioni delle celle variano, in funzione dell'altezza dell'antenna, del guadagno dell'antenna stessa e delle condizioni di propagazione delle onde radio, da un minimo di circa 200 metri ad un massimo di parecchie decine di chilometri. La massima distanza fra una stazione radio-base ed un terminale è praticamente di 35 km, sebbene le specifiche del sistema GSM prevederebbero distanze anche più che doppie.

**Dal fatto che le onde elettromagnetiche percorrono un chilometro in 3,2 microsec. circa, la massima distanza risulta essere, appunto, di  $100/3,2 =$  circa 31 km.**

Il GSM, come sopra accennato, supporta anche le chiamate in ambienti chiusi. La copertura in ambienti interni può essere realizzata mediante piccoli ripetitori che inviano il segnale dalla antenna esterna ad un'antenna interna separata. Quando tutta la capacità, in termini di connessioni, deve essere concentrata in un unico ambiente al coperto, come ad esempio in centri commerciali, aeroporti, ecc., si adotta solitamente la soluzione di un'antenna ricevente installata direttamente all'interno dell'edificio. In aree urbane densamente popolate la copertura radio all'interno degli edifici è assicurata dalla penetrazione del segnale radio, senza la necessità di installare ricevitori interni.

Le frequenze usate dalla rete GSM sono **850, 900, 1800, 1900 MHz** e variano a seconda degli stati in cui la rete stessa è installata. Tipicamente nelle nazioni europee si utilizzano le frequenze 900/1800 MHz, mentre negli Stati Uniti le frequenze 850/1900 MHz.

La molteplicità delle portanti usabili e l'evoluzione dei sistemi di trasmissione hanno fatto in modo che le celle possano presentare configurazioni multifrequenza (**dual band**).

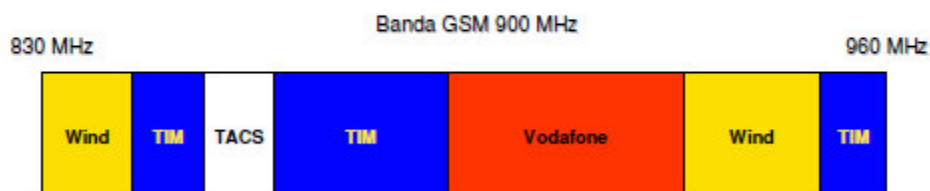
**Canali GSM 900 MHz** dal 1 al 124

**Canali GSM 1800MHz** dal 512 al 885

GSM 900	P-GSM 900	1-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con cui è nato il GSM e la più diffusa nel mondo
	E-GSM 900	975 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	GSM esteso, estensione del GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	GSM ferroviario (GSM-R), viene utilizzato dalle compagnie ferroviarie europee per le comunicazioni in movimento.
GSM1800	GSM 1800	512 - 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	

suddivisione frequenze radio tra gli operatori:

## Assegnazione dei canali



## La struttura della rete

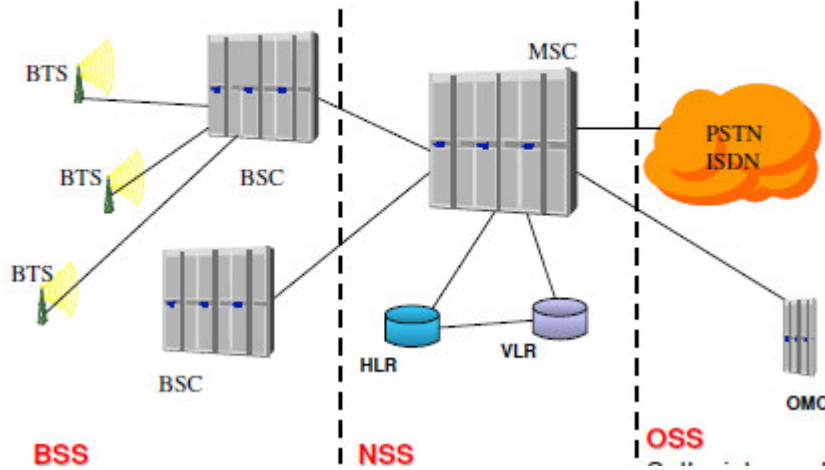
La struttura della rete che supporta il sistema GSM è vasta e complicata, perché deve essere in grado di fornire agli utenti tutta una serie di servizi e funzionalità. I componenti essenziali sono:

**MS Mobile Stations:** sono i **terminali mobili** a cui è destinato ogni servizio della rete.

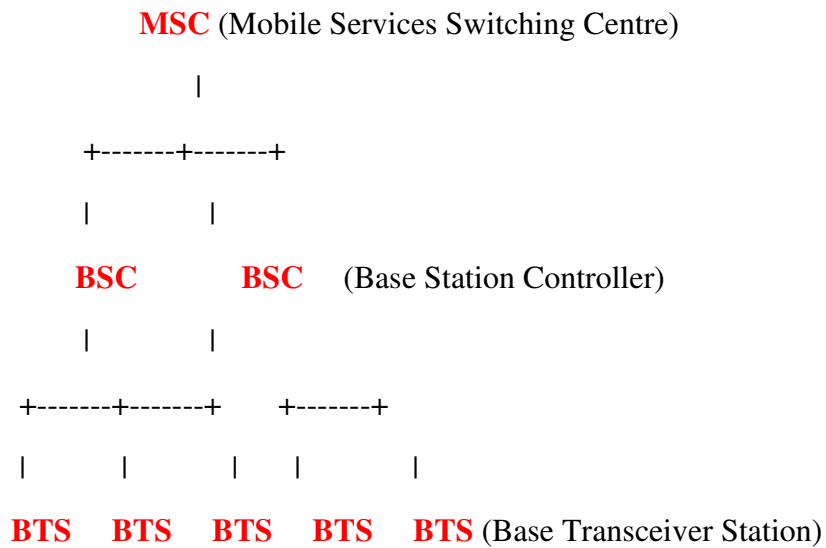
**Access Network:** la rete d'accesso è di fatto il cuore dell'infrastruttura della rete cellulare ed implementa la comunicazione tra il terminale mobile e la rete telefonica fissa. In particolare comprende la **BTS** (*Base Transceiver Station*) che è l'interfaccia radio con i terminali mobili ed il **BSC** (*Base Station Controller*) che rappresenta il "cervello" della rete GSM, governando tutti gli aspetti del protocollo GSM e gestendo la comunicazione tra interfaccia radio e rete fissa.

**Core Network:** è l'interfaccia della rete fissa verso la rete cellulare. I due elementi fondamentali sono l'**MSC** (interfaccia per gli aspetti legati alla commutazione di circuito - chiamate voce) e l'**SGSN** (l'interfaccia per gli aspetti legati alla commutazione di pacchetto - chiamate dati)

## La struttura della rete GSM



Struttura fisica del sistema molto riassunta e' la seguente:



## Funzioni di cella

Il sistema GSM prevede la possibilita' di cambiare, ad ogni trama, le frequenze utilizzate per la trasmissione e ricezione. Questa prestazione e' nota come **FREQUENCY HOP-PING**. Sono possibili due diversi tipi di frequency hopping. Il ritmo consiste nel cambiare la frequenza del trasmettitore, che deve di conseguenza essere connesso all'antenna tramite un sistema di accoppiamento a larga banda. Nel secondo i TX lavorano a frequenza fissa e l'FP (Frame Processor) invia i dati da trasmettere a TX diversi. Per consentire questi due modi di funzionamento il collegamento tra gli FP ed i TX e' realizzato tramite un bus che consente di collegare un qualunque FP con un qualunque TX. In ricezione il collegamento tra RX e FP e' fisso ed il frequency hopping e' sempre ottenuto cambiando le frequenze del ricevitore ad ogni trama.

### **Il sistema di coupling per i TX e' percio' di due tipi:**

- coupling a larga banda con ibridi a 3 dB, limitato a 4 portanti max.
- coupling con filtri a cavita', fino a 16 TX.

## **IL RICEVITORE**

I compiti del ricevitore sono:

- **ricevere il segnale modulato GMSK** dai terminali mobili da 890-915 MHz effettuando eventualmente il "frequency hopping".
- **Campionare il segnale ricevuto.**
- Selezionare i campioni da mandare **all'unita' chiamata FP** per la demodulazione digitale.

Per effettuare cio' il ricevitore e' funzionalmente diviso in due parti:  
**una parte radio (RF) e una parte logica (DIGITALE).**

La parte radio e' essenzialmente **un'eterodina a tre conversioni.**

Il ricevitore risponde linearmente alla notevole dinamica del segnale di ingresso, fissata dal GSM **tra -104 e -10 dBm.**

La parte logica provvede all'aggancio dei sintetizzatori, controllare i multiplexer, ecc. Inoltre invia l'informazione relativa all'intensita' di campo ricevuto.

## **IL TRASMETTITORE.**

Riceve dal Frame Processor i dati da trasmettere time slot per time slot assieme ovviamente alle istruzioni sulla frequenza da emettere e a quale potenza:

- **effettua la modulazione GSMK** a frequenza intermedia.
- converte il segnale nella **banda 935-960 MHz.**
- svolge le funzioni di **frequency hopping** controllo dinamico della potenza trasmessa.

Il trasmettitore e' diviso funzionalmente in due parti: **una parte logica,** che fa da interfaccia tra la parte radio e il Frame Processor, e una parte **radio.**

I comandi arrivano dalla logica tramite un certo numero di bit, i primi bit servono per un **controllo statico della potenza;** al momento dell'ins-

tallazione, tramite istruzioni che arrivano alla logica sull' O&M bus, viene adattata la potenza in trasmessa (da 2,5 a 30 W) al raggio di copertura prescelto per quella cella. La regolazione avviene a passi di 2dB.

L'amplificatore di potenza e' lineare ed e' costituito da vari stadi di amplificazione, per arrivare ad una **potenza di uscita di +45 dBm (30W)**

Esso quindi pone la stazione nella **classe 5** tra quelle previste nelle norme GSM. La necessita' di avere un amplificatore lineare non e' dovuta al tipo di modulazione che e' a fase continua ed in sviluppo costante, ma alla variazione di ampiezza associata alla diversa potenza a cui vanno trasmessi i vari time slot. E' stato percio' necessario utilizzare amplificatore in **classe AB** che consente il controllo della potenza trasmessa su una **dinamica di 42 dB** (12 dB di controllo statico, piu' 30 dB di controllo dinamico).

- Numero di canali telefonici per portante: **8 full-rate o 16 half-rate**
- **8 time slot** per portante.

Ogni frequenza GSM ha una larghezza di banda di 200 KHz suddivisa logicamente in 8 parti, cioe' e' in grado di gestire 8 conversazioni contemporaneamente.

## **1 Portante radio = 8 conversazioni**

La larghezza di banda viene sfruttata per trasmettere delle informazioni in pacchetti (frame), ogni frame contiene informazioni relative alle 8 call. La frame di base cioe' quella piu' piccola si chiama **burst, e' composta da 142 bit** + 14.25 bit di inizio/fine per un totale di 156.25 bits. La durata di ogni singola frame e' di 0.577 ms.

Esistono vari tipi di burst, di correzione, di sincronizzazione, di accesso ecc; 51 burst formano frame di 235 msec che e' la configurazione standard; frame dello stesso tipo vengono raggruppate per creare le informazioni che circolano in ogni singolo canale logico del GSM.

### **51 burst formano una multiframe**

26 multiframe formano una superframe

2048 superframe formano una hyperframe

**890-915 MHz** range usato da MS per Tx

**935-960 MHz** range usato da MS per Rx

Ogni singolo burst o frame viene chiamato **TDMA burst o frame**, questo perche' contiene informazioni relative alle 8 call suddivise per divisione di tempo (TDMA Time Division Multiple Access)

In ogni stato del telefono (idle, dedicated ecc), il MS sa che tipo di informazioni andare a prendere dalle frames generali; queste informazioni relative ad un singolo stato del MS vengono raggruppate sottoforma di canali GSM.

--Esistono **canali di controllo comune (CCCH)**

PCH = paging channel

RACH = random access channel, usato per richiedere accesso

AGCH = Access Grant..., usato per accedere all'SDDCH

--Esistono canali di **controllo dedicati (DCCH)**

SDCCH = Stand Alone Ded. Control Channel, usato durante una call setup

SACCH = Slow Associated ... (misure inviate dal telefono)



FACCH = Fast Associated ... usato per alte velocita'

--Esistono **canali di traffico (TCH)**

--Esistono **canali di controllo BCCH** (Broadcast Control Channel)

**SCH** = Sync channel

**BCCH** = broadcast, informazioni generali sulla BTS

## La divisione del mezzo radio tra gli utenti di una cella

	FRQ	T D	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7
BCCH	85	BCCH	SDCCH	F	F	G	G	G	G
TCH2	70	SDCCH	F	F	F	F	F	F	F
TCH3	92	D	D	D	D	D	D	D	D
TCH4	103	D	D	D	D	D	D	D	D

9 Canali Full Data Rate + 16 canali Double data rate: 41 chiamate contemporanee possibili

**canali di traffico (TCH)**

La BTS puo' gestire **22 conversazioni contemporaneamente**

**larghezza di banda** = 8 divisioni di tempo pari a **8 conversazioni**

Chiameremo le 8 divisioni di tempo TIMESLOT abbr. **TS**

- Numero di canali telefonici per portante: **8 full-rate o 16 half-rate**

- **8 time slot** per portante.

Con il range di frequenze 900 MHz disponibili otteniamo  
124 frequenze utilizzate dal sistema; ogni frequenza ha 8 TS per cui  $124 \cdot 8$   
chiamate effettuabili contemporaneamente (in realta' sono meno)

**numero di frequenze : 124**

numero di call =  $124 \cdot 8$  ( 992 chiamate effettuabili in teoria! )

Ogni radio base, che chiamiamo BTS e' una cella, un sito e' invece composto  
da 2 o 3 BTS; per essere chiari: quando si vedono in giro tralicci con  
3 gruppi di 3 o 4 antenne direttive, quello e' un sito composto da 3 radio  
basi o BTS e **la copertura e' pari a 3 celle**. A volte si identifica col nome  
cella l'insieme delle 3 celle formate da un sito.

Ogni BTS ha la possibilita' di gestire piu' di una frequenza chiamate  
portanti, **TI ne ha almeno 2 per radio base**.

Se poi si riscontrano interferenze e, quindi, la variazione di alcune  
frequenze in uno o piu' siti, si devono ripianificare tutte le frequenze  
dei cluster adiacenti.

**ESEMPIO: ipotizziamo una BTS con 2 portanti**

portante 1 : 8 timeslot (da 0 a 7) 0 1 2 3 4 5 6 7 detta portante BCCH

portante 2 : 8 timeslot (da 0 a 7) 0 1 2 3 4 5 6 7 detta 1 portante TCH

portante 3 : 8 timeslot (da 0 a 7) 0 1 2 3 4 5 6 7 detta 2 portante TCH

In teoria la BTS in questione puo' gestire **24 conversazioni contemporaneamente**  
in realta' gestisce 22 conversazioni perche' il TS 0 della portante BCCH  
e' dedicato al canale di controllo BCCH, il TS 1 della portante BCCH e'

dedicato al canale SDCCH.

## **Vediamo i 5 canali piu' significativi del sistema GSM:**

### **-BCCH**

Canale di controllo sempre presente in idle mode; porta informazioni relative alla cella servente ed alle celle adiacenti: **CGI** (identificativo cella), **TXPWR** potenza che deve avere il telefono per accedere alla cella, **DTX** se trasmissione discontinua attiva ed altre info minori

### **-PCH**

Canale di paging, riporta tutti i telefoni che stanno ricevendo chiamate, se il telefono si accorge di essere presente nella lista si attiva la procedura di paging

### **-SDCCH**

Autenticazioni e registrazioni dei vari telefoni

### **-TCH**

Canale di traffico che trasporta tra le altre le informazioni della conversazione cioe' le parole crittografate

### **-SACCH**

Canale per scambio messaggi, misure di campo, Time Advance ecc

La BTS invia al telefono il ritardo o l'anticipo con cui puo' accedere alle informazioni che circolano nelle frame (**TA Time Advance**).

Il **TA** va da 1 a 63 che corrisponde a circa 35 Km di distanza dalla BTS; ogni valore indica i bit di ritardo con cui il MS deve accedere alla frame. In centrale esiste un parametro collegato

al TA che se modificato limita la dimensione della cella; e' il valore massimo a cui TA puo' arrivare (TALIM) raggiunto il limite viene richiesto un handover incondizionato al telefono.

La **BTS** e' la struttura "fisica" che trasmette (ricetrasmittitore, traliccio, antenne), che puo' essere asservita a una o piu' **celle**; considera che le celle, idealmente, possono essere considerate **esagonali**;

se la BTS e' posta in centro alla cella, quella BTS gestisce una sola cella; altrimenti puo' essere situata su una linea di confine tra due celle (e ne gestisce due, con due serie antenne una a 180 gradi rispetto all'altra); infine puo' essere situata su un vertice su cui insistono **tre celle**, allora la BTS avra' tre serie di antenne ciascuna a **120 gradi rispetto all'altra** (pensa alla struttura di un alveare).

La **LA (location area)** e' un raggruppamento di celle adiacenti che condividono, appunto, lo stesso **LAC** (location area code).

Quando il terminale mobile e' cercato dalla rete (paging), ad esempio per inoltrare una chiamata o un sms, il paging viene inoltrato su tutte le celle facenti capo ad una stessa LAC, l'ultima sul quale il terminale mobile si era registrato, e che viene memorizzato in un apposito database aggiornato praticamente in tempo reale, che ora non ricordo come si chiama... (**HLR, home location register**, ). Se all'interno della LA il terminale non risponde al paging, dopo un po' viene marcato come irraggiungibile.

Utilizzare il raggruppamento per LA consente di non inoltrare il paging su tutte (!! ) le celle dell'operatore, che sarebbe impensabile in termini di utilizzo di frequenze, e anche inutile (se dieci minuti fa un terminale era a trento, non puo' essere ora a catania :-)); d'altra parte inoltrare il paging solo sull'ultima cella in cui si era registrato il terminale e' troppo oneroso: date le dimensioni assai ridotte delle celle nelle aree "dense", il terminale sarebbe continuamente a registrarsi ad ogni cambio cella, e il database sarebbe sovraccaricato dalle richieste di aggiornamento; la LA invece e' sufficientemente ampia da essere un buon compromesso, e in ogni caso si puo' sempre riorganizzarla ampliandola/restringendola, modificando i LAC delle varie celle.

**PLMN** (Public Land Mobile Network) è la rete che un operatore instaura e rende operativa allo scopo di fornire al pubblico il servizio di telefonia mobile.

Ogni PLMN è identificata in maniera univoca da un **codice di nazione MCC** (Mobile Country Code) e da un **codice di operatore mobile MNC** (Mobile Network Code).

In Italia esistono diversi reti PLMN, sono; esempio Tim, Vodafone , Wind.

**MMC Country Code** = Mobile County Code **222** **ITALIA**

**MNC Network ID** = Mobile Network Code **10** **VODAFONE**

**LAC** = Codice numerico dell' area geografica .

Un area puo' essere coperta da piu' celle (**BTS- Base Transceiver Station**) ma e' indentificata inivocamente dal LAC.

**Cell ID** = Serve per rintracciare il ripetitore che usi, quando fai le chiamate di emergenza e ha una errore di 550 m

## **IMEI**

E' il codice numerico che identifica un terminale MS o un modem.

Il codice IMEI e' salvato sulla scheda madre e viene trasmesso alla rete dell'operatore

All'avvio di ogni chiamata!

**Composto da 15 numeri:**

<b>1 2 3 4 5 6</b>	<b>1 2</b>	<b>1 2 3 4 5 6</b>	<b>1</b>
TAC	FAC	n.seriale	SP
Casa costruttrice e modello	luogo di costruzione		Checksum

## **SIM CARD**

Identificata da due codici diversi:

**ICC-ID** Numero seriale che identifica la SIM (stampato sulla scheda sim)

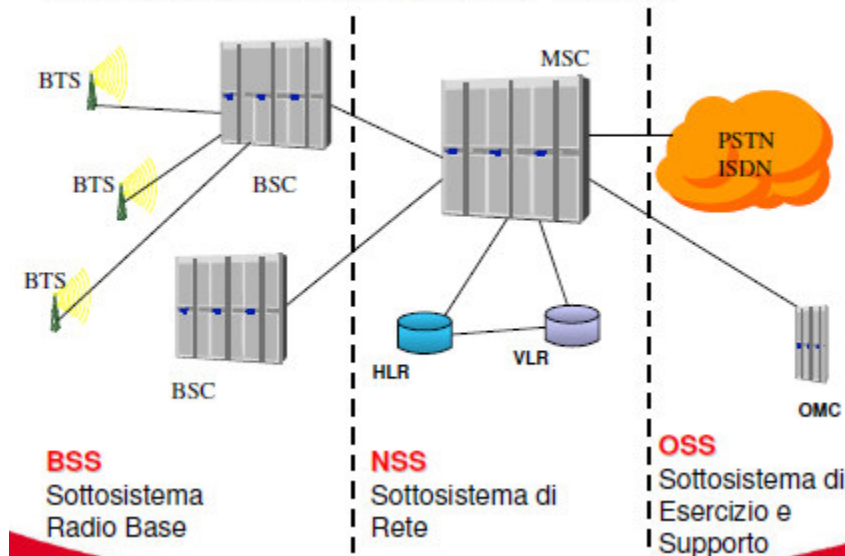
**IMSI** Che identifica la coppia SIM – Operatore telefonico



Una **trasmissione radiomobile** e' un collegamento fra **terminali (MS)** dei quali almeno uno e' in movimento o momentaneamente fermo in posizione non specificata. Uno dei due terminali puo' essere fisso, nel qual caso viene detto **stazione radio base (BTS)**.

**gestione della mobilità:** la rete deve conoscere la posizione del terminale mobile (MS)

## La struttura della rete GSM



**BTS** riceve e tramette i segnali radio .

**BCS** assegna i canali radio

**MSC** gestione delle chiamate

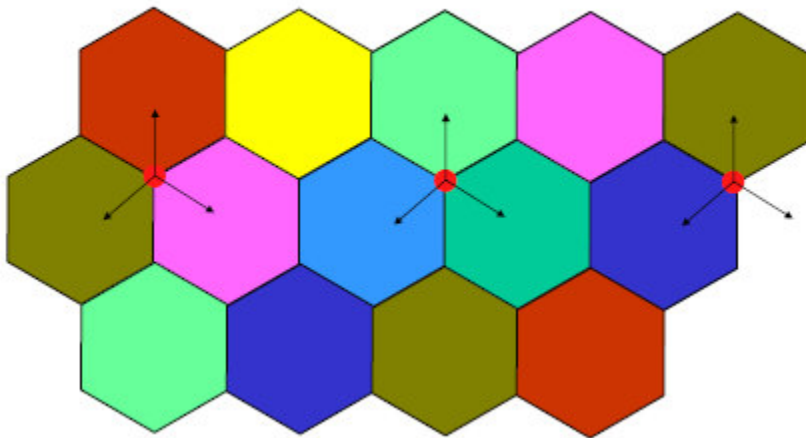
gestione istradamento, commutazione e tassazione

**HLR** data-base con i dati degli utenti (IMSI)

**VLR** gestisce i dati degli utenti presenti nella sua area

**OMC** modifica i parametri di rete e raccolta dati di trasmissione

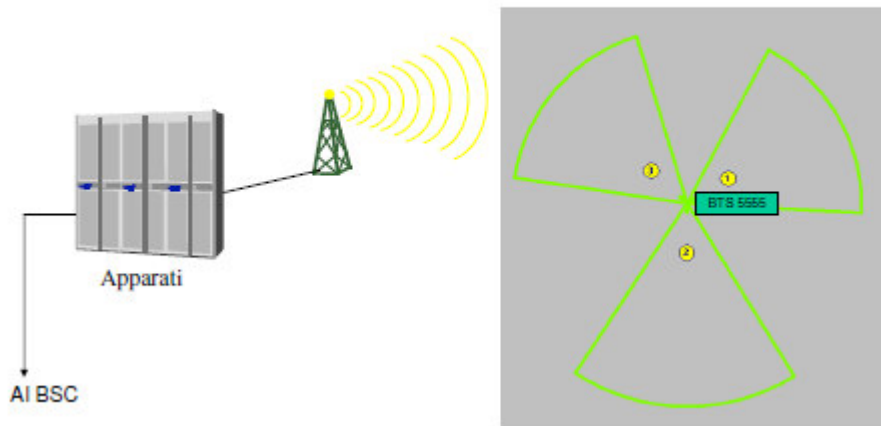
## La disposizione delle BTS



in genere una BTS e' posta nel centro di **3 celle attigue** e le antenne radio sono a 120 gradi.

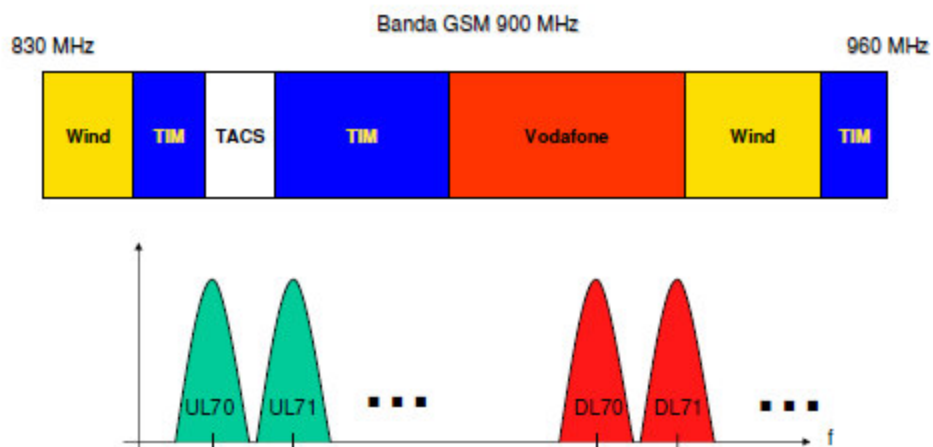


## La BTS e le celle



3 celle gestite da una BTS . Condivisione in FDMA.

## Assegnazione dei canali



## L'FDMA tra Celle

Necessita` : evitare l'interferenza tra le celle.

Soluzione: Utilizzare diverse bande di frequenze per ciascuna cella

Problema: La banda assegnata a ciascun gestore e` limitata  $\Rightarrow$  necessita` di RIUTILIZZARE le frequenze

un Gestore dispone ad esempio di 44 canali radio per coprire tutto il territorio, pero' una cella puo' usare piu' frequenze.

## La divisione del mezzo radio tra gli utenti di una cella

MCC: 222 MNC: 10F  
LAC: 20036  
BCC: 1  
CELLID: 6112 3

	FRQ	TID	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	TS6	TS7
BCCH	85	BCCH	SDCCH	F	F	G	G	G	G
TCH2	70	SDCCH	F	F	F	F	F	F	F
TCH3	92	D	D	D	D	D	D	D	D
TCH4	103	D	D	D	D	D	D	D	D

9 Canali Full Data Rate + 16 canali Double data rate: 41 chiamate contemporanee possibili

Traffico offerto dalla cella: 31 Erlano

## Erlang - Esempio

TCH	0 00' 00"	0 10' 00"	0 20' 00"	0 30' 00"	0 40' 00"	0 50' 00"	1 00' 00"
1	Utente 2 – 60 minuti						
2	Utente 2 – 30 minuti						
3			Utente 3 – 30 minuti				
4							

Erlang di traffico =  $120 / 60 = 2$

Numero massimo di risorse occupate = 3

e' unita del traffico telefonico.

## Block e UTRNG

Quando un utente richiede una risorsa ad una cella e questa non e` in grado di offrirla, la richiesta viene inoltrata ad una cella adiacente. (Block)

Se nessuna delle celle adiacenti e` in grado di offrire la risorsa, l'utente percepisce il disagio ("Servizio non disponibile"). Si parla di **User TCH Request Not Granted**.

## Il dimensionamento della cella

Dimensione massima dovuta a:

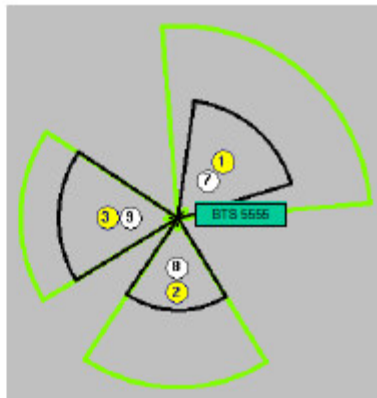
- limiti fisici di propagazione del segnale radio (normative sanitarie)
- limiti di capacita': non possono essere presenti troppi potenziali utenti all'interno di essa

Ovviamente in citta' sono tante e ravvinate nelle zone rurali poche e molto distanti una dall'altra.

## L'aumento della capacita`

- Utilizzo del sistema DCS con portanti intorno ai 1800 MHz

- Utilizzo di microcelle



## Il comportamento di un MT in idle

- Misura costantemente il livello di segnale del BCCH della cella “principale” e delle celle adiacenti. (la frequenza del BCCH delle celle adiacenti e’ comunicata al terminale dalla cella cui e’ agganciato.)

## Il Location Area Code

E` un codice che esprime la zona dove si trova ciascuna cella (e di conseguenza il mobile “agganciato” alla cella stessa)

Nei registri di rete (VLR, HLR) viene conservata l’informazione del LAC relativo a ciascun mobile in rete.

## Riselezione di cella

Nel momento in cui una cella adiacente ha un livello di segnale decisamente maggiore di quello della “principale”, il mobile “si sposta” su quella.

Solo se questa appartiene ad un diverso LAC, il MT “dialoga” con la rete e la avverte di aggiornare il registro.

## I livelli di copertura

Una “buona” copertura e` data da livelli di segnale (ossia di BCCH) tra i -30 dBm e i -90 dBm (!) (Nota: -75dBm  $\leftrightarrow$  0,7 mV/m)

Il livello di “accesso” alla rete e` di circa -103 dBm

Una chiamata puo` non cadere anche con livelli pari a -115 dBm (-145 dBW!!)

## Il call-setup

Quando un mobile deve iniziare una chiamata:

- richiede una risorsa su un canale ad accesso casuale (RACH)
- Attende l'assegnazione di un TCH (time slot di traffico su una determinata frequenza) comunicata su un canale apposito (AGCH)

## La ricezione di una chiamata

- Viene interrogato l'HLR per conoscere la posizione del MT nella rete
- La rete esegue il paging su tutte le celle caratterizzate dal LAC associato al MT (PCH).
- Il MT "si riconosce" e richiede una risorsa di traffico sul RACH
- Viene assegnata la risorsa al mobile e di conseguenza si crea il path verso BSC-MSC...
- Viene iniziata la segnalazione all'utente chiamato (il cellulare suona).
- In caso di assenza di risorse, il chiamante riceve il segnale di utente non raggiungibile.

## Il power control

Per risparmiare la carica della batteria del MT, il sistema GSM prevede di trasmettere sempre con la minima potenza sufficiente.

In fase di call setup, sia il mobile che la BTS "escono" con potenza massima, che viene via via diminuita fino a raggiungere un livello adeguatamente basso.

BCCH e SDCCH sono sempre *in aria* alla massima potenza.

## Il comportamento in chiamata

- Viene valutata la distanza dell'utente dalla BTS (Time advance) per eseguire correttamente le procedure di sincronizzazione.
- Viene monitorata costantemente la qualità della chiamata (ciascun TS viene valutato da 0 a 7)
- Viene misurato costantemente il livello di segnale dalla cella attiva e da tutti gli adiacenti.

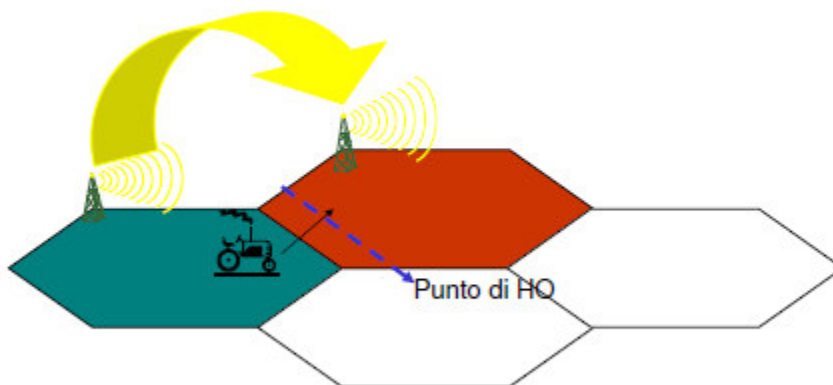


## L'Handover

Quando il livello di segnale di una delle celle adiacenti è decisamente migliore di quello della cella attiva, la rete ordina al MT di spostarsi verso quella cella.

Di conseguenza, sarà necessario assegnare una risorsa radio sulla cella destinazione.

## L'Handover



## Altre cause di Handover

L'handover viene comandato dalla rete anche quando ci si trova in situazioni di:

- Cattiva qualità sul canale attivo
- Cella attiva troppo carica
- Cella destinazione molto scarica

## La procedura di HO

- Il MT in conversazione comunica parametri di intensità di segnale e qualità del radiolink alla rete.
- La rete comunica costantemente al MT la lista di adj della cella attiva
- Il MT misura l'intensità del BCCH (decodificando il BCC) e la comunica alla rete
- Se necessario, e' la rete a comandare l'handover verso la nuova cella



BCCH	BCC
79	0
86	0
82	1
86	2
90	7

un HANDOVER fallito comporta un nuovo tentativo di HO verso un'altra cella adiacente.

## Criticita' dell'HO

Un handover puo' fallire per diversi motivi, tra cui

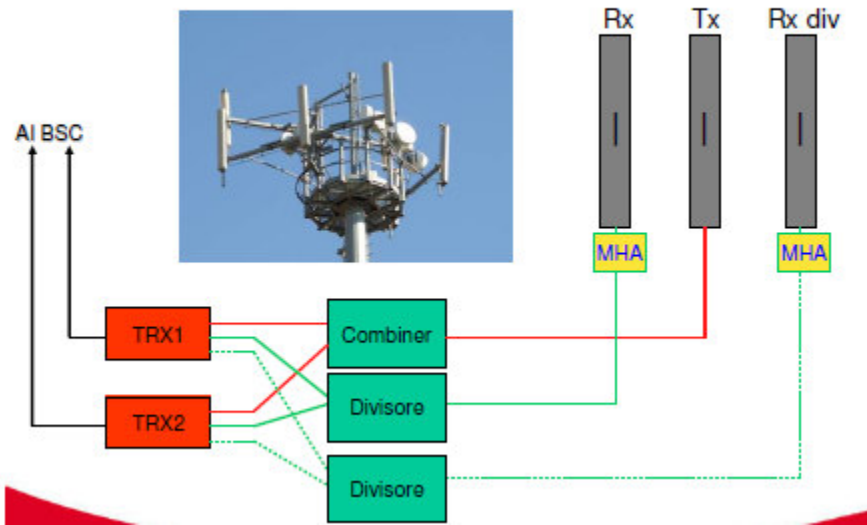
- Network failure
- Radio Link failure (errata stima dell'adiacente)
- Mancanza di capacita' nella zona di destinazione

NB: una chiamata caduta e' peggio di un UTRNG!

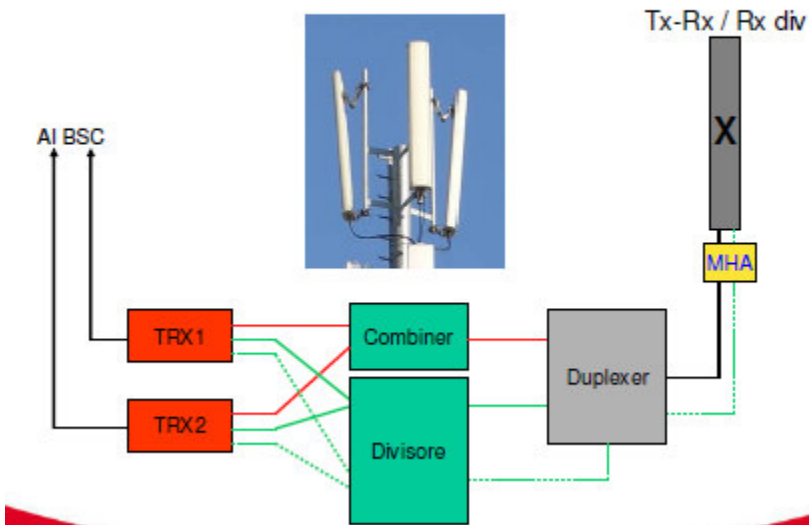
## La Parametrizzazione di una cella

- Frequenze da utilizzare
- Il BSIC (BCCH + BCC)
- LAC (Location Area Code)
- Le Adiacenze

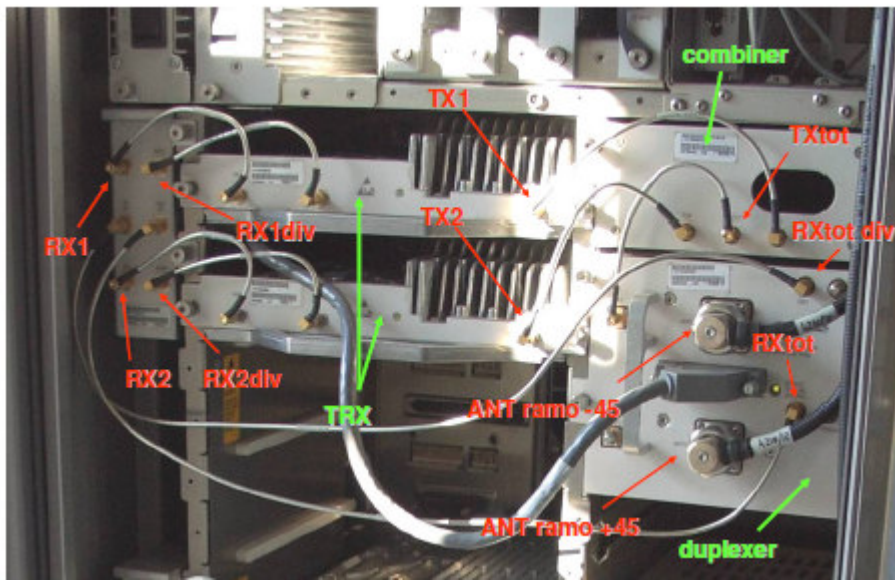
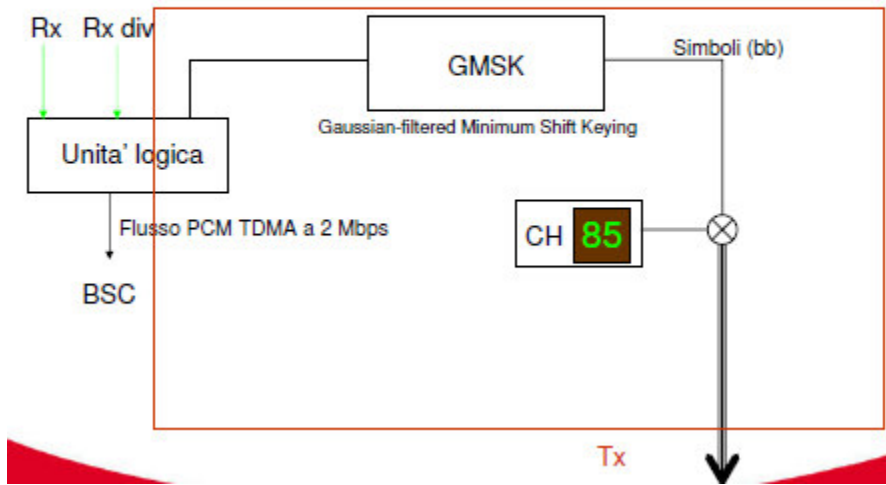
# Contenuto di una BTS



# Contenuto di una BTS

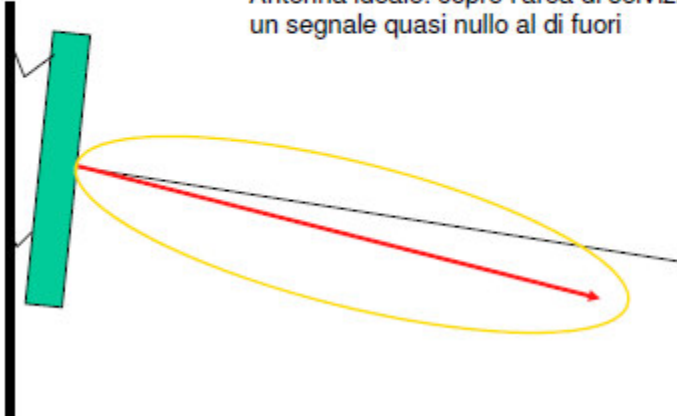


## II TRX

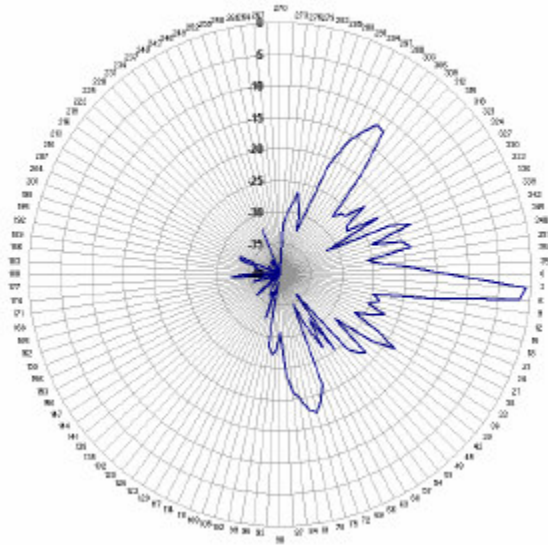


# Le antenne

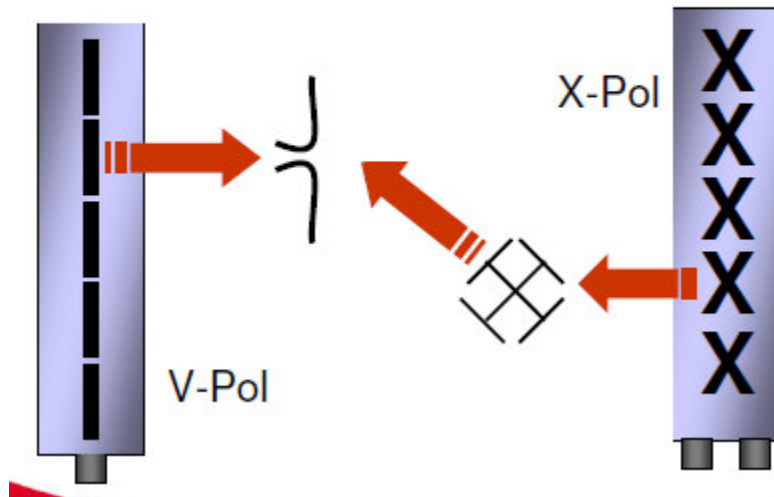
Antenna ideale: copre l'area di servizio e fornisce un segnale quasi nullo al di fuori



# Le antenne



## Le Antenne (2)



## ERP (Effective Radiated Power)

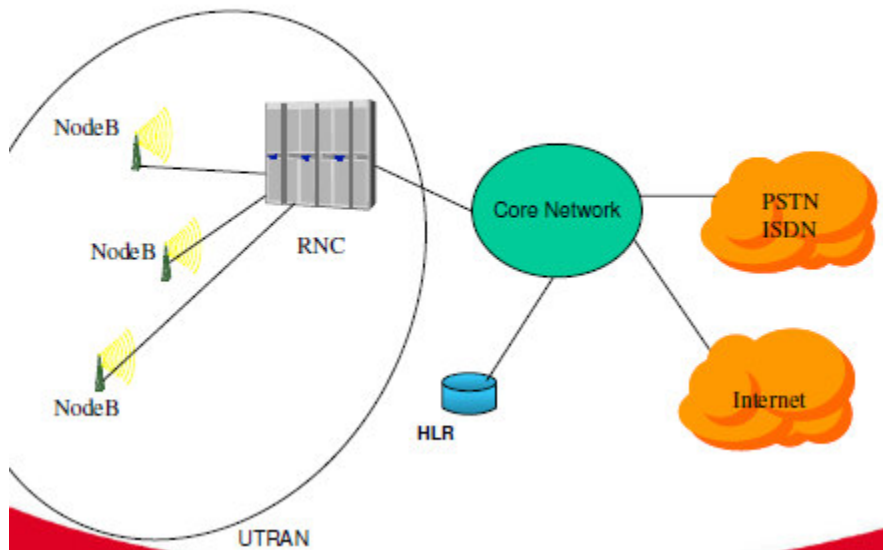


$$EiRP [dBW] = P_{\text{connettore}} [dBW] + G_{\text{antenna}} [dBi]$$

## Caratteristiche dell'UMTS

- Trasmissione radio a pacchetto e/o circuito
- Integrazione completa con le reti dati
- Inter-operabilità con sistema GSM
- Nuove piattaforme per servizi avanzati
- Negoziazione dei parametri di qualità del servizio

## La rete UMTS

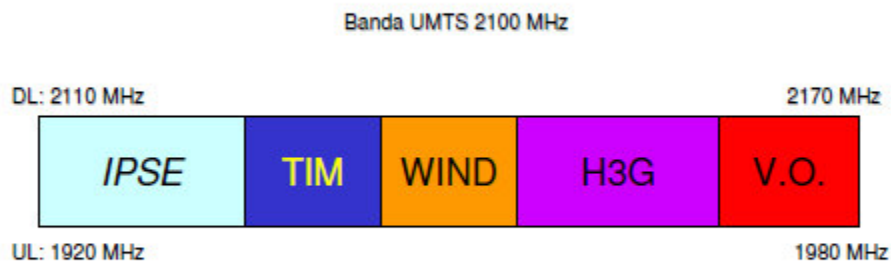




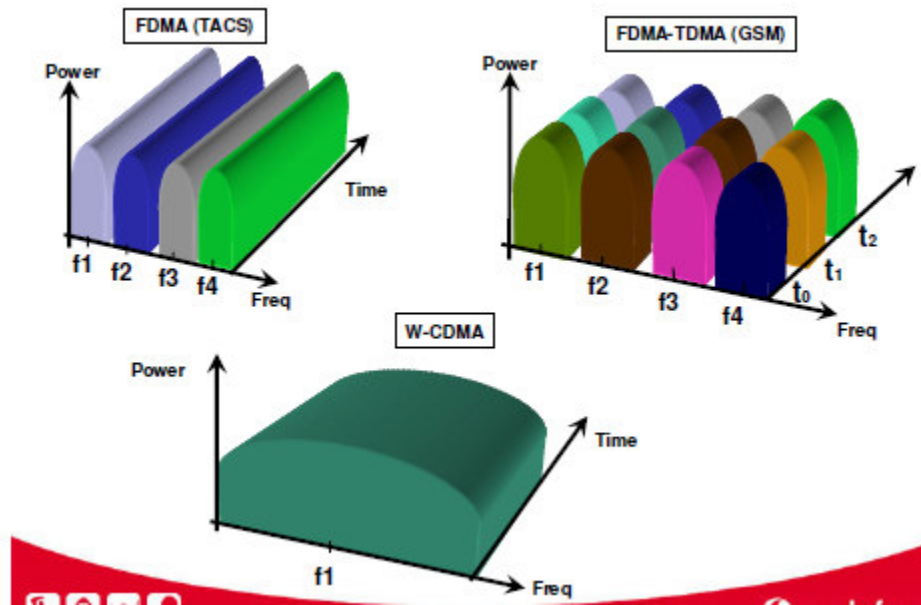
## La Condivisione del Mezzo Radio

- Condivisione tra Gestori: FDMA
- Condivisione tra Celle: CDMA (FDMA)
- Condivisione tra utenti : CDMA
- Condivisione tra flusso UL e DL: FDMA

## L'FDMA tra gestori



Larghezza di banda canale GSM: 200 kHz  
Larghezza di banda canale UMTS: 5000 kHz



## CDMA tra le celle .

Tutte le celle hanno la stessa **portante**. la banda attribuita a ciascuna cella UMTS e' molto maggiore a ciascuna cella GSM !

Un gestore utilizza 512 differenti PSC. (contro i 77 canali FDMA!)

I 512 codici sono suddivisi in 64 gruppi da 8 codici ciascuno.

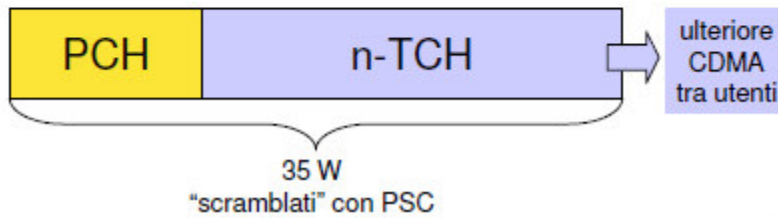
All'accensione del MT, esso cerca di capire:

- A quale gruppo appartenga il PSC della cella
- Quale sia il PSC di quel determinato gruppo.

Per questo e` bene non utilizzare PSC dello stesso gruppo in una determinata zona.

## Il PCH (Canale Pilota)

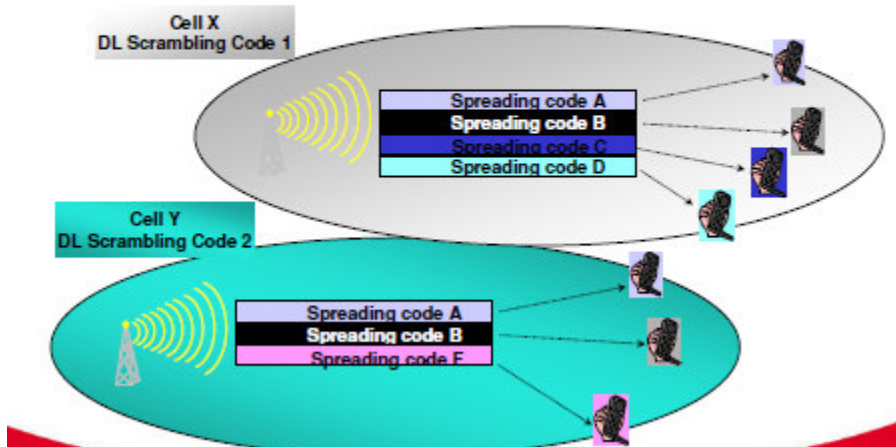
Analogamente al BCCH per il GSM, una cella UMTS mantiene in aria un canale detto *Pilota*.



ciascuna cella ha un codice di **scrambling** primario che la caratterizza.

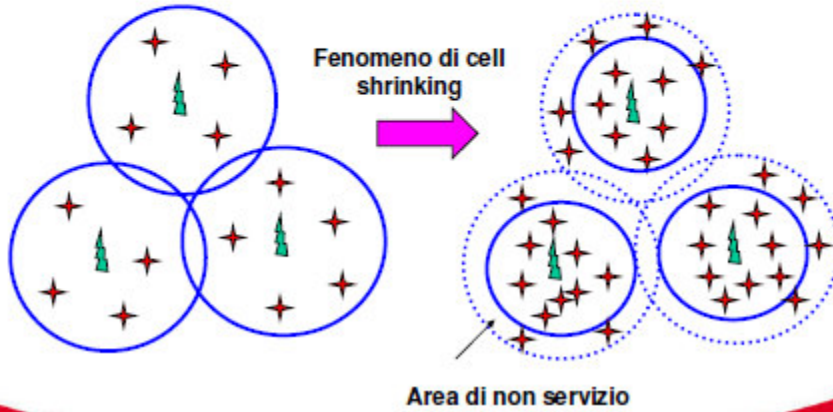
## Scrambling & Spreading (1)

Spreading and scrambling: **Downlink**



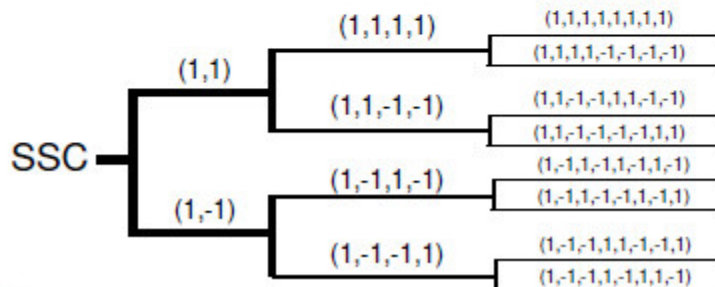
## Copertura tempo-variante

All'aumentare del numero di utenti aumenta l'interferenza intersistema, e si riduce l'area di copertura della cella. Gli utenti a bordo Cella non saranno piu' serviti a meno di non passare su altre celle.

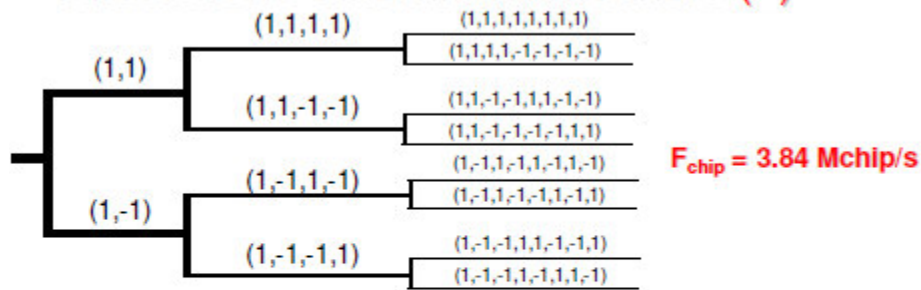


## Allocazione dinamica del canale

Al contrario di quanto avveniva per il GSM, dove ciascun utente aveva diritto ad un timeslot, l'UMTS prevede che si possa assegnare una risorsa differente a ciascun utente.

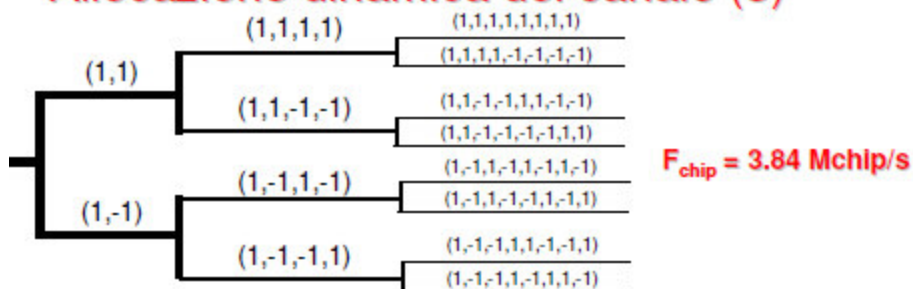


## Allocazione dinamica del canale (2)



- I bit di informazione di ciascun utente vengono moltiplicati per I bit del codice di spreading
- I bit dei codici di spreading vengono detti chip ed hanno tutti la stessa velocità (3.84 Mchip/sec)

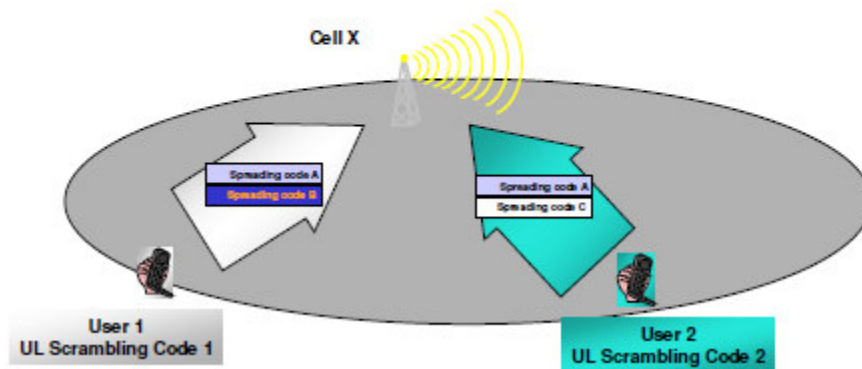
## Allocazione dinamica del canale (3)



- Di conseguenza, più corto è il codice di scrambling
- ⇒ meno chip devo trasmettere per ogni bit
  - ⇒ più informazione è portata da ciascun chip
  - ⇒ maggiore banda attribuisco all'utente

## Scrambling & Spreading (2)

Spreading and scrambling: Uplink



## La potenza del segnale UMTS

- RSSI: e' la potenza totale ricevuta sul canale di frequenza in uso da un determinato gestore.
- $E_c/I_0$ : e' la misura del rapporto segnale utile ricevuto/potenza totale. E' una sorta di misura segnale/interferente.

Misura di qualita' del segnale UMTS: pilot pollution

## Allocazione dinamica del canale

In questo modo si possono attribuire risorse che vanno dagli 8 kbps (voice call) ai 384 kbps (data call, video call)

Si consideri però che per avere una risorsa elevata è necessario comunque avere un buon canale radio a disposizione, ossia avere una potenza di segnale utile abbastanza elevata.

## Limiti di accesso alla rete UMTS

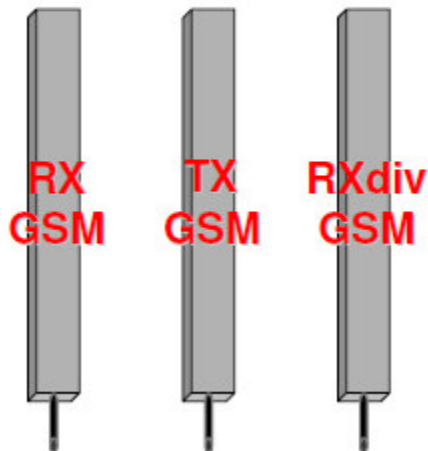
- Numero limitato dei codici di scrambling per ciascuna cella
- Potenza totale disponibile al connettore d'antenna limitata (motivi sanitari)

## Il Soft Handover

Un mobile in conversazione non e' "agganciato" ad un singola cella, ma ad un set di celle attive che comprende fino a 3 celle. Possono essere anche celle di nodeB differenti

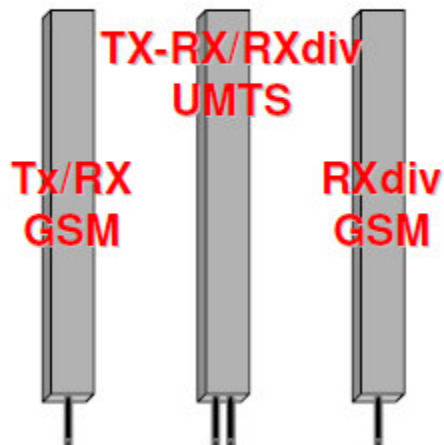


## Colocazione di nodeB UMTS con BTS GSM-DCS: le possibili configurazioni d'antenna

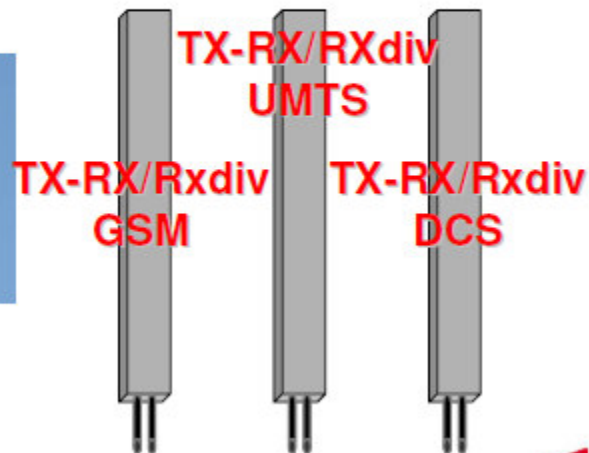




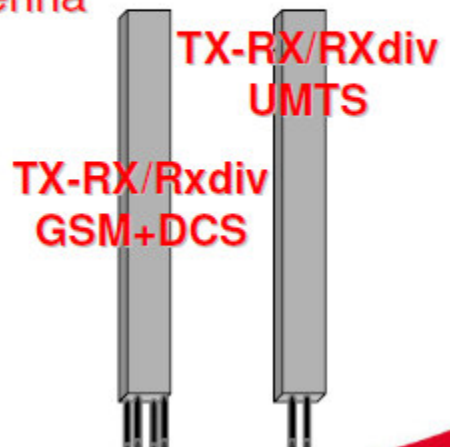
Colocazione di nodeB UMTS con BTS  
GSM-DCS: le possibili configurazioni  
d'antenna



Colocazione di nodeB UMTS con BTS  
GSM-DCS: le possibili configurazioni  
d'antenna



## Colocazione di nodeB UMTS con BTS GSM-DCS: le possibili configurazioni d'antenna



### **Bibliografia:**

- TIM / Vodafone
- Markab - Milano
- Rivista Telettra n.47
- Ing. Tommaso Vio
- Billion, Castagna, Chiesa, Dinaro, Mignocchi e Rizzi



