



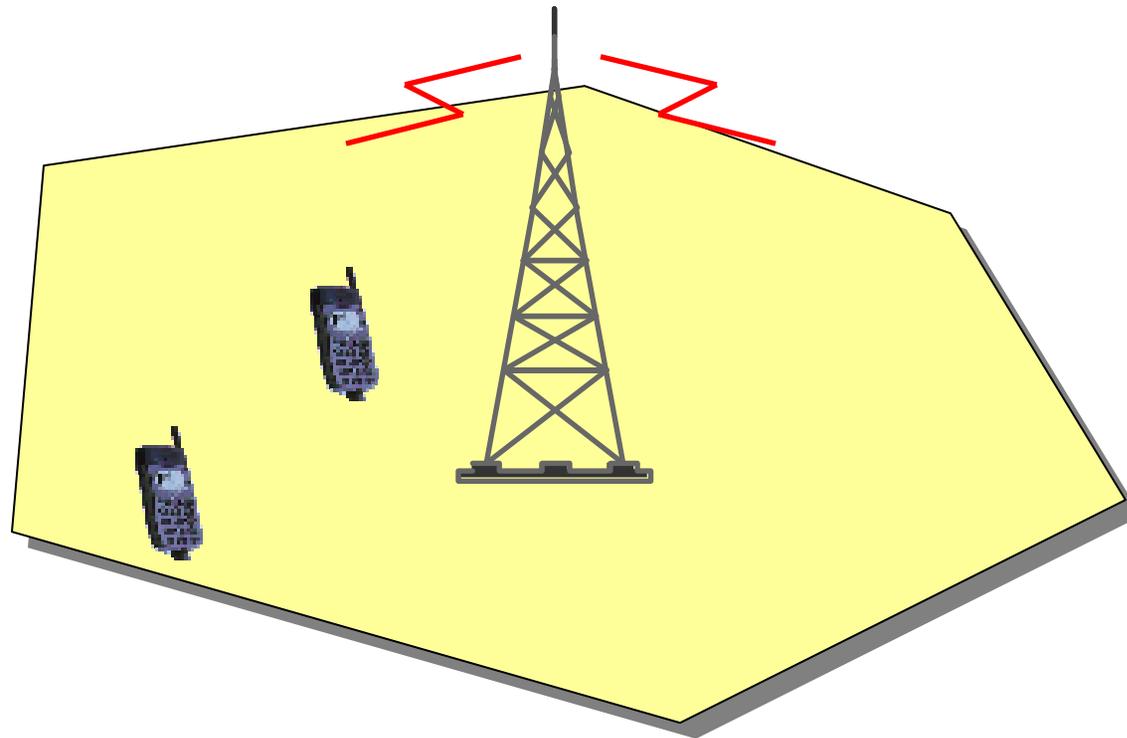
# Una panoramica su GSM, GPRS, EDGE e UMTS

*Luca D'Antonio*

Roma, 7/12/2006

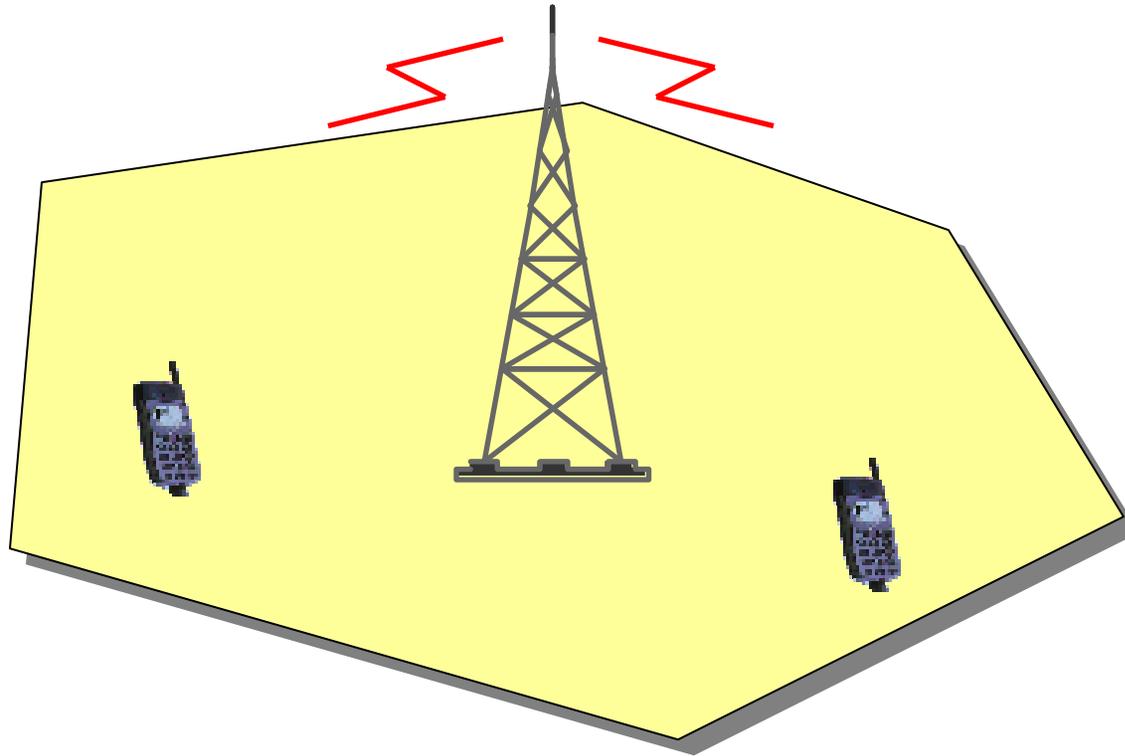
# Sistemi radiomobili

“Connettono utenti mobili ad utenti mobili e/o fissi utilizzando la risorsa radio, indipendentemente dalla posizione dell'utente”



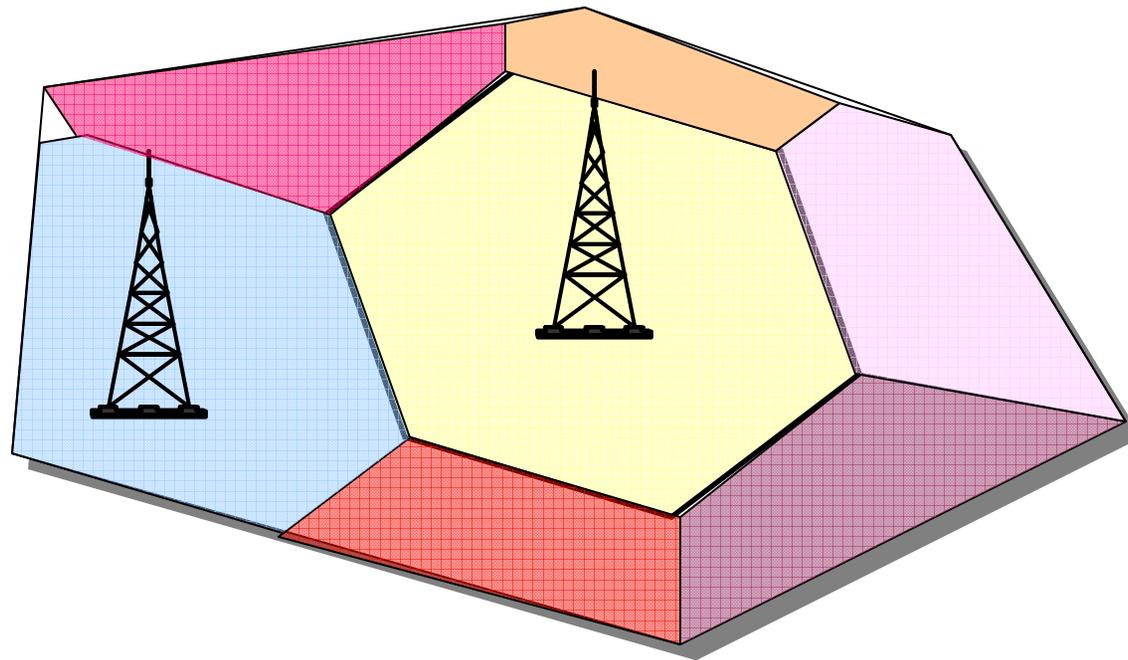
# Sistemi radiomobili

- ▶ L'impiego di un unico punto di *illuminazione* è impraticabile poiché:
  - ▶ le potenze in gioco sarebbero spaventose (Mega Watt)
  - ▶ le risorse (*linee*) fisiche contemporaneamente attivabili sarebbero dell'ordine del migliaio e quindi insufficienti

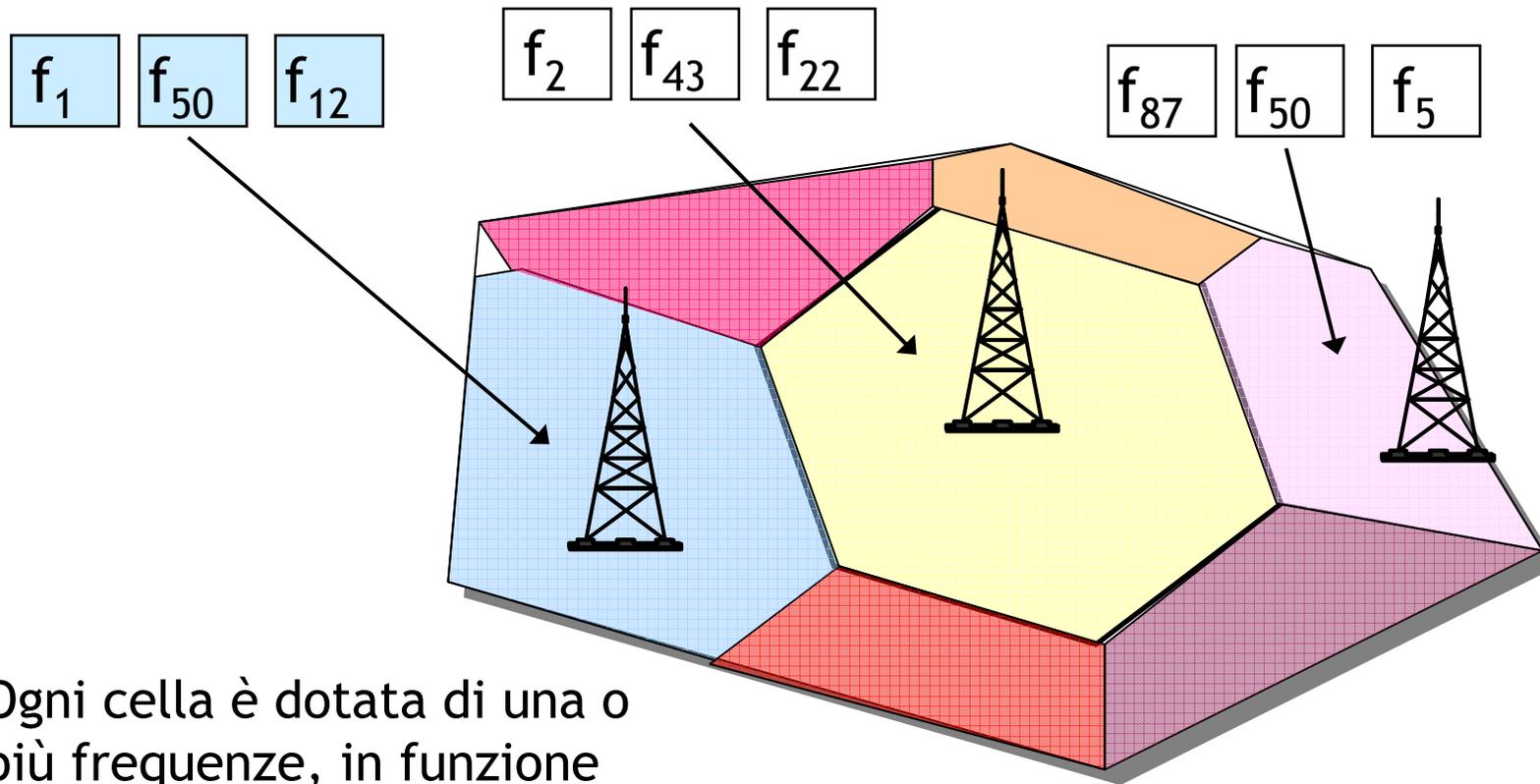


# Sistemi radiomobili cellulari

- ▶ La copertura del territorio è effettuata attraverso una molteplicità di ricetrasmittitori che illuminano zone contigue (“**celle**”) realizzando così la continuità di servizio



# Sistemi radiomobili cellulari



Ogni cella è dotata di una o più frequenze, in funzione della capacità necessaria

# Copertura Cellulare

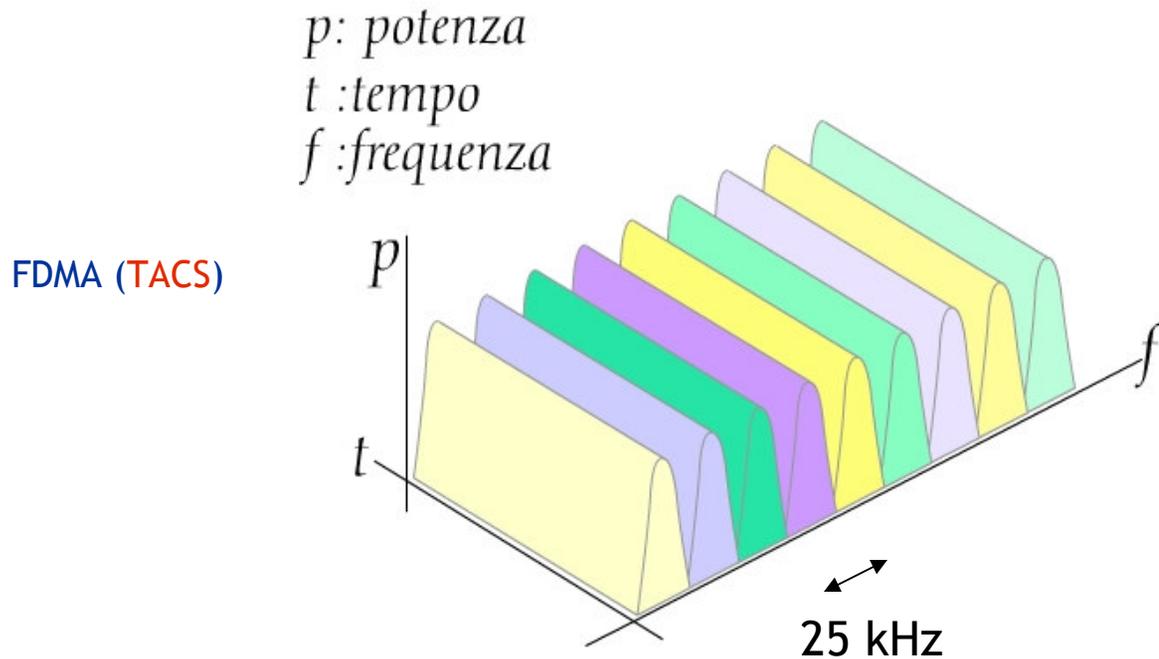
- ▶ Il problema dell'interferenza tra celle adiacenti viene risolto tramite il **riuso delle frequenze**
- ▶ Le aree di riuso devono essere però a distanza tale da poter trascurare l'interferenza isocanale

Un po' di storia



# I sistemi di prima generazione

1990 TACS (*Total Access Communications System*),  
900 MHz band, tecnologia analogica

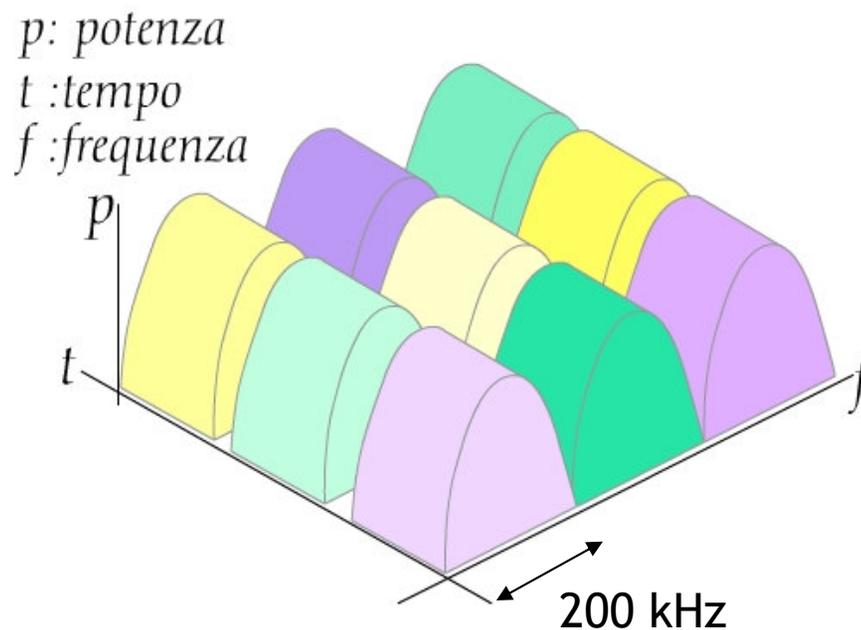


# I sistemi di seconda generazione

1992 GSM (*Global System for Mobile Communications*),  
900 MHz band, tecnologia digitale

1995 Commercial start-up

TDMA-FDMA  
(GSM/GPRS/EDGE)



# I sistemi di terza generazione/1

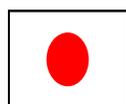
Sistema digitale standardizzato dal gruppo internazionale

*“3GPP - 3rd Generation Partnership Project ”*

1999 e 2001 Trial UMTS a Torino su tecnologia Ericsson e a Padova su tecnologia Siemens/NEC



**ETSI**



**ARIB  
TTC**



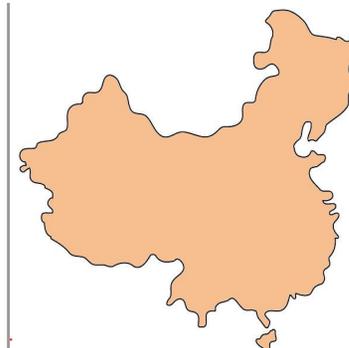
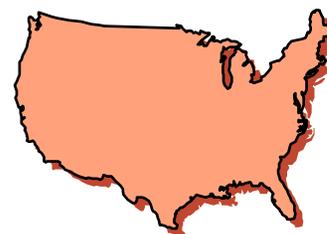
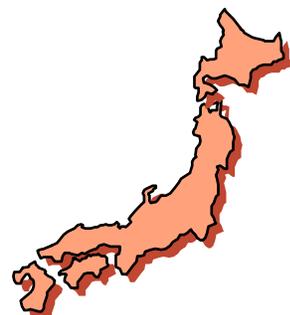
**TTA**



**T1**



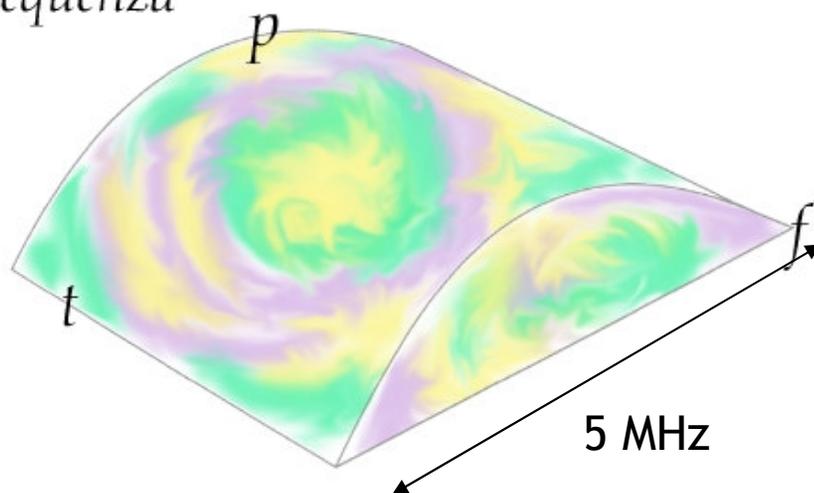
**CWTS**



# I sistemi di terza generazione/2

L'UMTS è basato su tecnica di accesso a divisione di codice (CDMA)

$p$ : potenza  
 $t$ : tempo  
 $f$ : frequenza

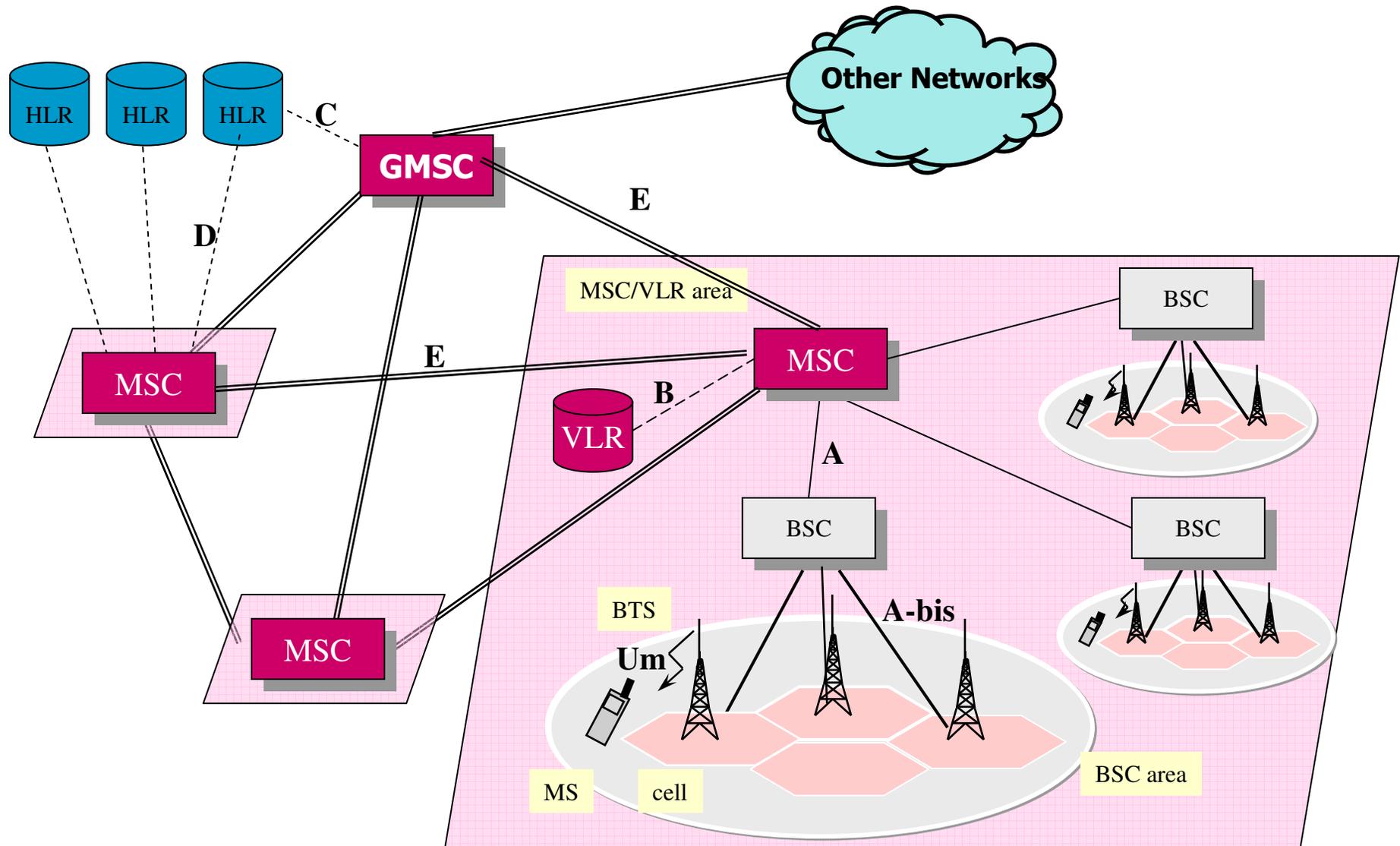


CDMA (UMTS)

# Gli elementi di rete



# Architettura di rete GSM



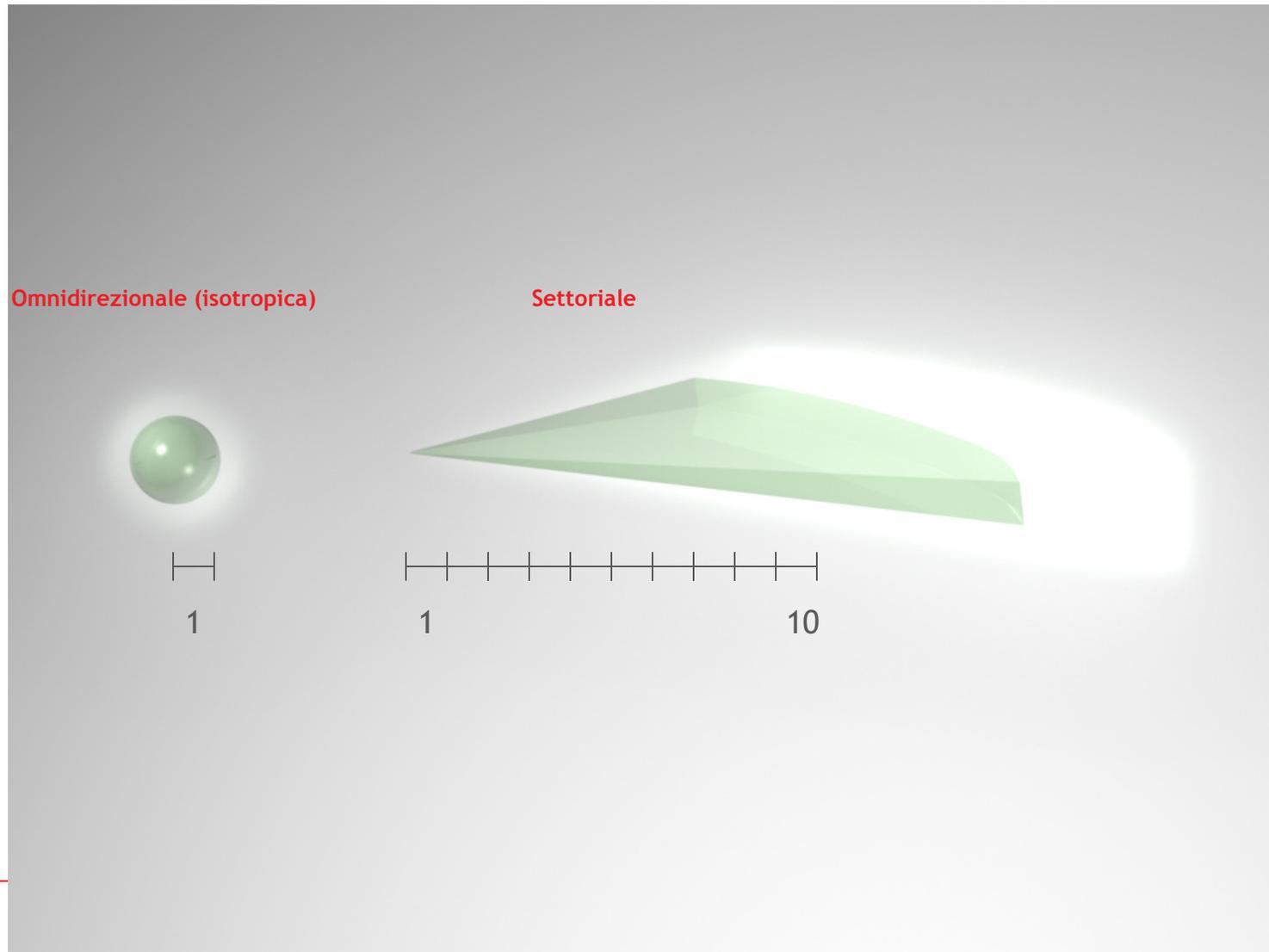
## Struttura della rete GSM: accesso radio

- ▶ **BTS (*Base Transceiver Station*)**: è la stazione radio base, che invia, tramite l'antenna, il segnale radio GSM che realizza la copertura della cella.
- ▶ **BSC (*Base Station Controller*)**: ha funzioni di supervisione e controllo delle risorse radio, sia nella fase di instaurazione della chiamata, sia in fase di mantenimento (es. handover tra celle differenti). E' inoltre l'interfaccia con la centrale di commutazione MSC.

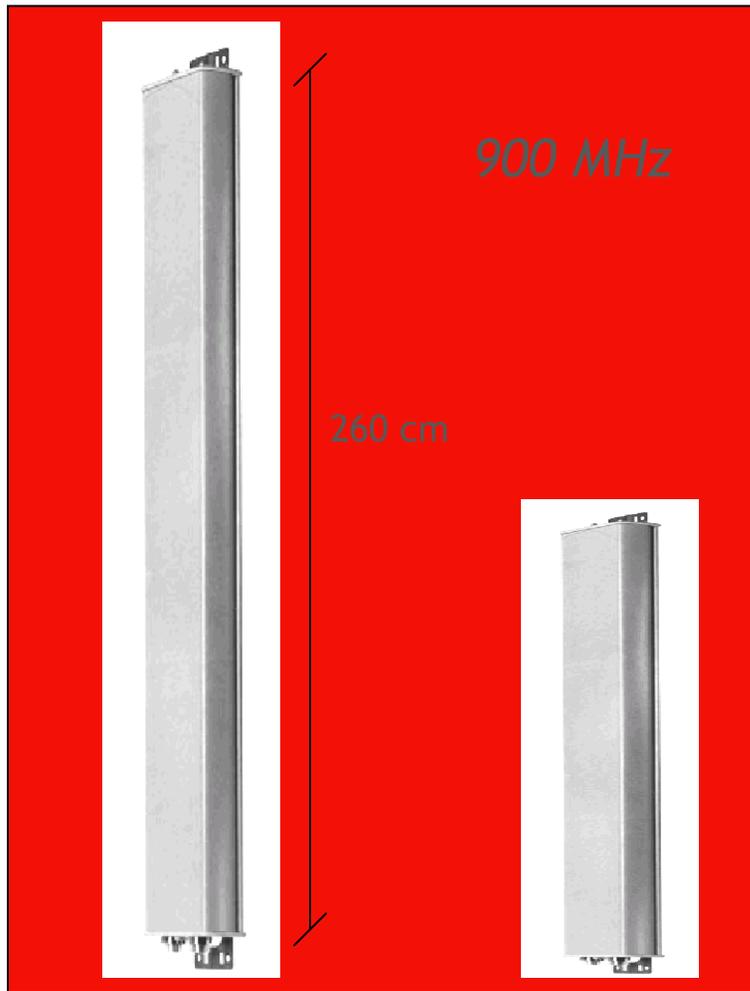
# Struttura della rete GSM: Core Network

- ▶ **MSC (Mobile Switching Center):** fornisce le funzionalità necessarie per la commutazione telefonica, per il controllo e la gestione delle chiamate, per l'attuazione dei servizi supplementari e per la tassazione.
- ▶ **HLR (Home Location Register):** contiene tutte le informazioni relative ai clienti di cui ha competenza. Le informazioni possono essere sia di tipo permanente (es. numero telefonico, profilo di servizio...) sia di tipo temporaneo (es. l'indirizzo del VLR che ospita temporaneamente il cliente). L'HLR è interrogato quando è necessario individuare la posizione di un cliente.
- ▶ **VLR (Visitor Location Register):** permette all'MSC di gestire i clienti temporaneamente registrati nella sua zona di competenza.

# Tipologie di antenna



# Antenne settoriali: la direttività

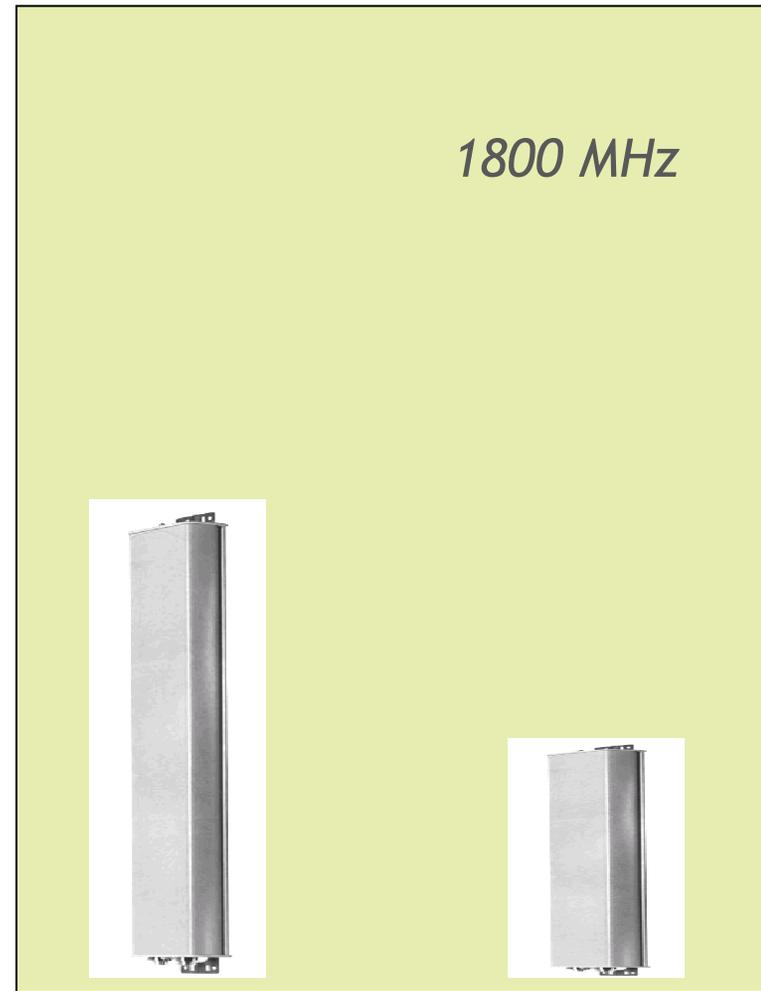


900 MHz

260 cm

Guadagno  $\approx$  60

Guadagno  $\approx$  30



1800 MHz

Guadagno  $\approx$  60

Guadagno  $\approx$  30

# Antenne: evoluzione tecnologica



# Antenne: evoluzione tecnologica



# La trasmissione dati sulle reti 2G: GPRS, EDGE

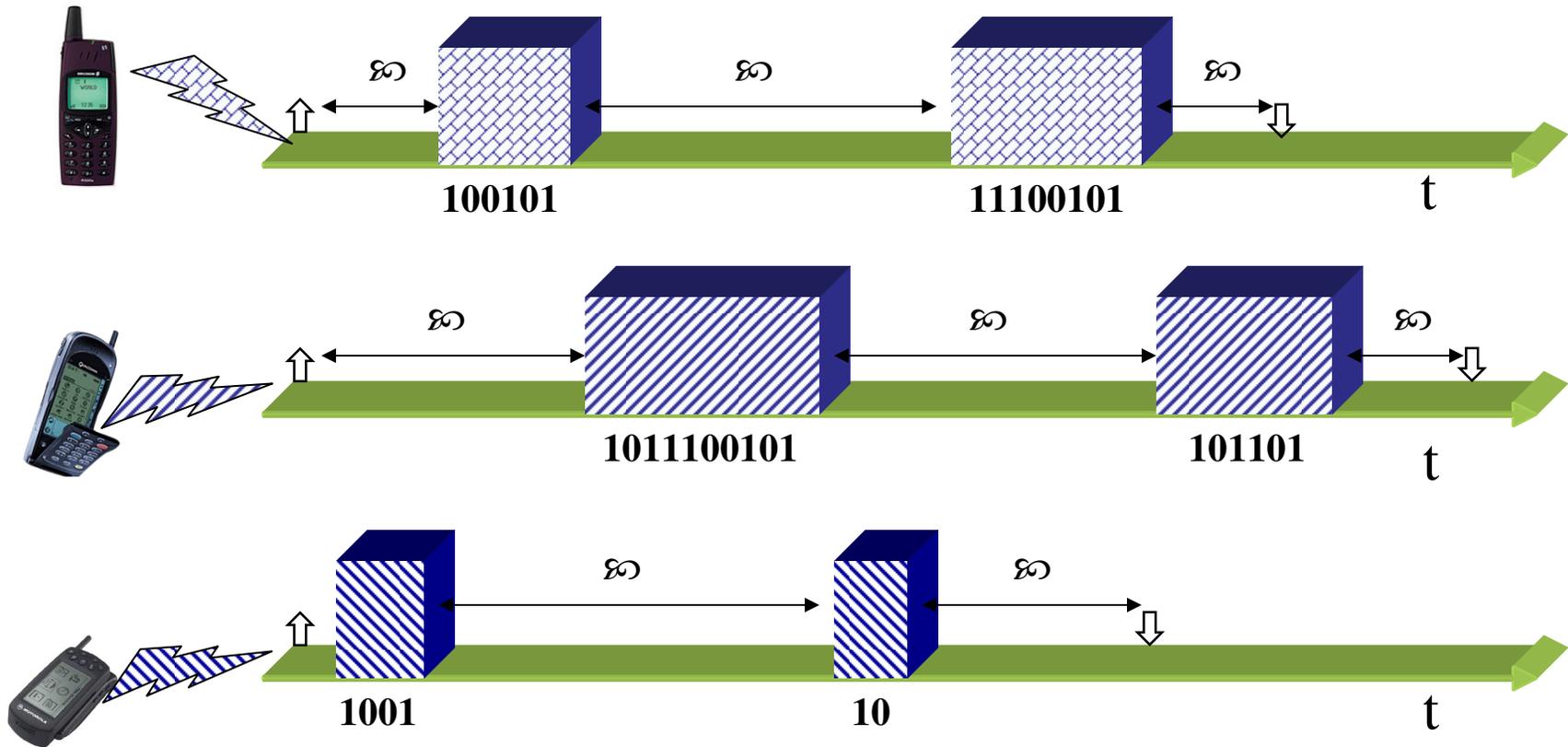


# Come fornire i servizi dati?

## GSM

- Velocità massima limitata: 9,6 kbit/s o 14,4 kbit/s
- Modalità di trasmissione “a circuito”
- Tariffazione a tempo
- Necessità per il gestore di riservare uno o più canali dati per tutta la durata della chiamata

# Perché il GPRS ? /1



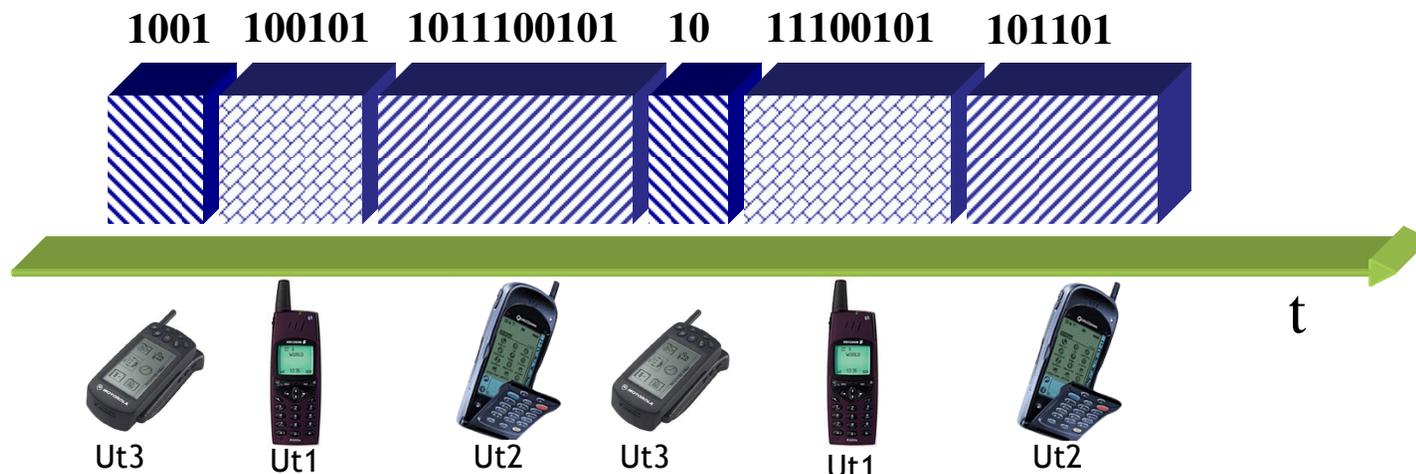
↑ Inizio della connessione

↔ Canale attivo ma non impiegato

↓ Fine della connessione

# Perché il GPRS ? /2

- ▶ I 3 canali radio (time slot) devono essere sempre tenuti attivi anche se in realtà la trasmissione, per la sua natura discontinua, impegna il canale per brevi periodi di tempo
- ▶ Sullo stesso time slot possono essere multiplati (a divisione di tempo) diversi utenti  $\Rightarrow$  si massimizza l'efficienza del canale, riempiendo "i tempi di silenzio" con i dati di altri utenti



# Principi base del GPRS /1

## ▶ Always-on

- ▶ L'utente può essere "GPRS attached" (conosciuto dalla rete GPRS) anche se non ha nulla da trasmettere (analogo a quanto accade sul PC dell'ufficio)

## ▶ Capacity on demand

- ▶ I terminali GPRS usano le risorse solo quando necessario: gli stessi canali possono essere utilizzati da utenti GSM

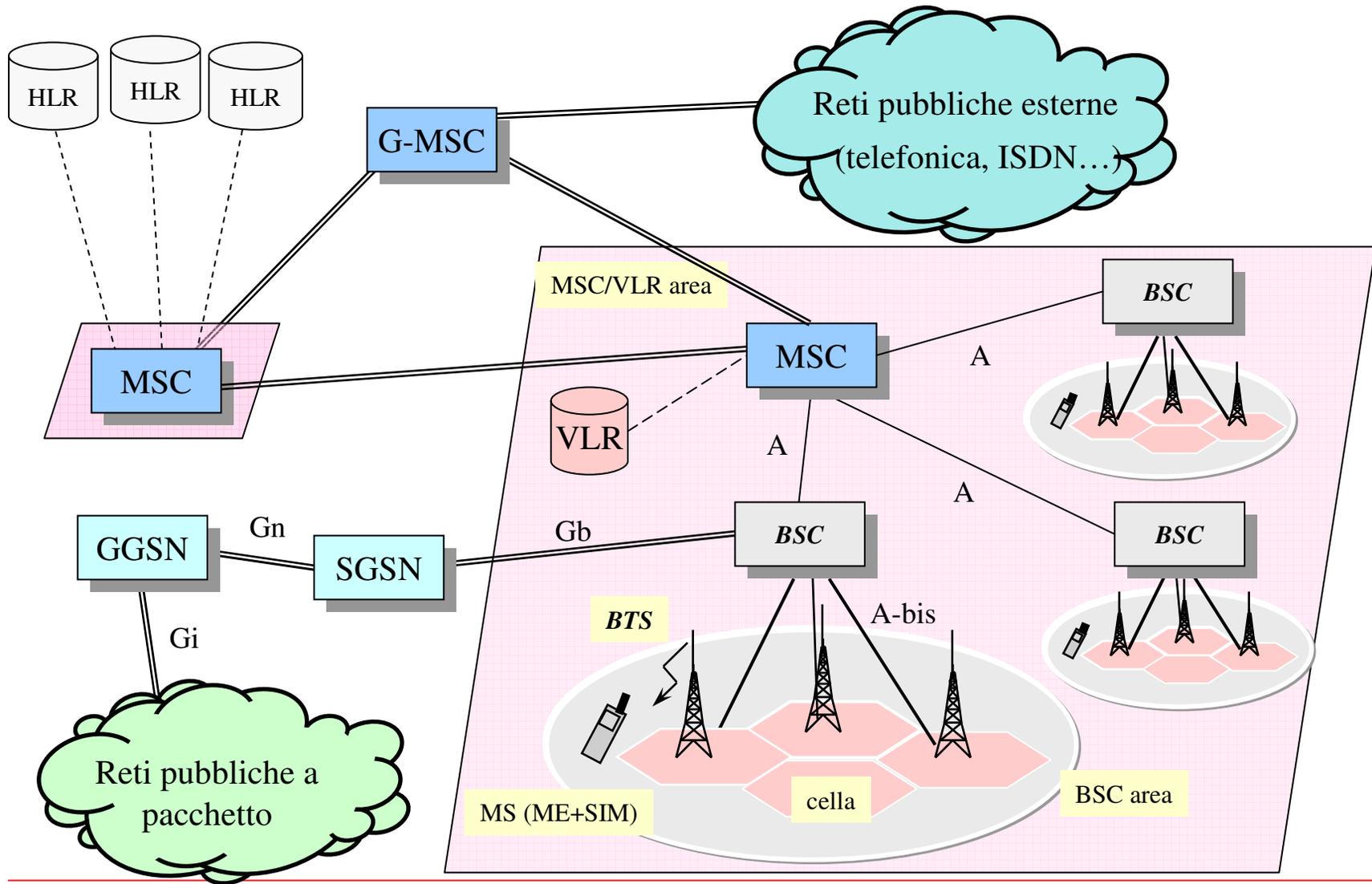
## ▶ Channel multiplexing

- ▶ Più di un utente può accedere alla stessa risorsa fisica in tempi diversi e per brevi periodi (nel GSM ad un utente è assegnato un canale in modo esclusivo per tutta la durata della trasmissione)

## ▶ Tariffazione a volume

- ▶ La tassazione avviene sulla base dei dati scambiati e non sulla durata del collegamento

# Architettura della rete GSM+GPRS



## Nuovi nodi di rete per il GPRS

- ▶ **SGSN** (*Serving GPRS Support Node*): è nel GPRS l'equivalente dell'MSC GSM; effettua quindi il controllo della connessione dati e della mobilità dell'utenza.
- ▶ **GGSN** (*Gateway GPRS Support Node*): è il nodo di interfaccia tra la rete GPRS e le reti esterne a commutazione di pacchetto.

# La tecnologia EDGE

EDGE (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*) si propone di migliorare l'efficienza spettrale e la velocità di trasmissione attraverso:

- ✧ L'introduzione della modulazione 8-PSK (3 bit/simbolo)
- ✧ Definizione di 9 schemi di codifica/modulazione (MCS)
- ✧ La funzionalità di *Link Adaptation*, che consente di variare l'MCS a seconda delle condizioni radio (C/I), sia per la prima trasmissione sia per le ritrasmissioni
- ✧ L'*Incremental Redundancy*, cioè la combinazione software delle ritrasmissioni successive per decodificare un blocco radio affetto da errori

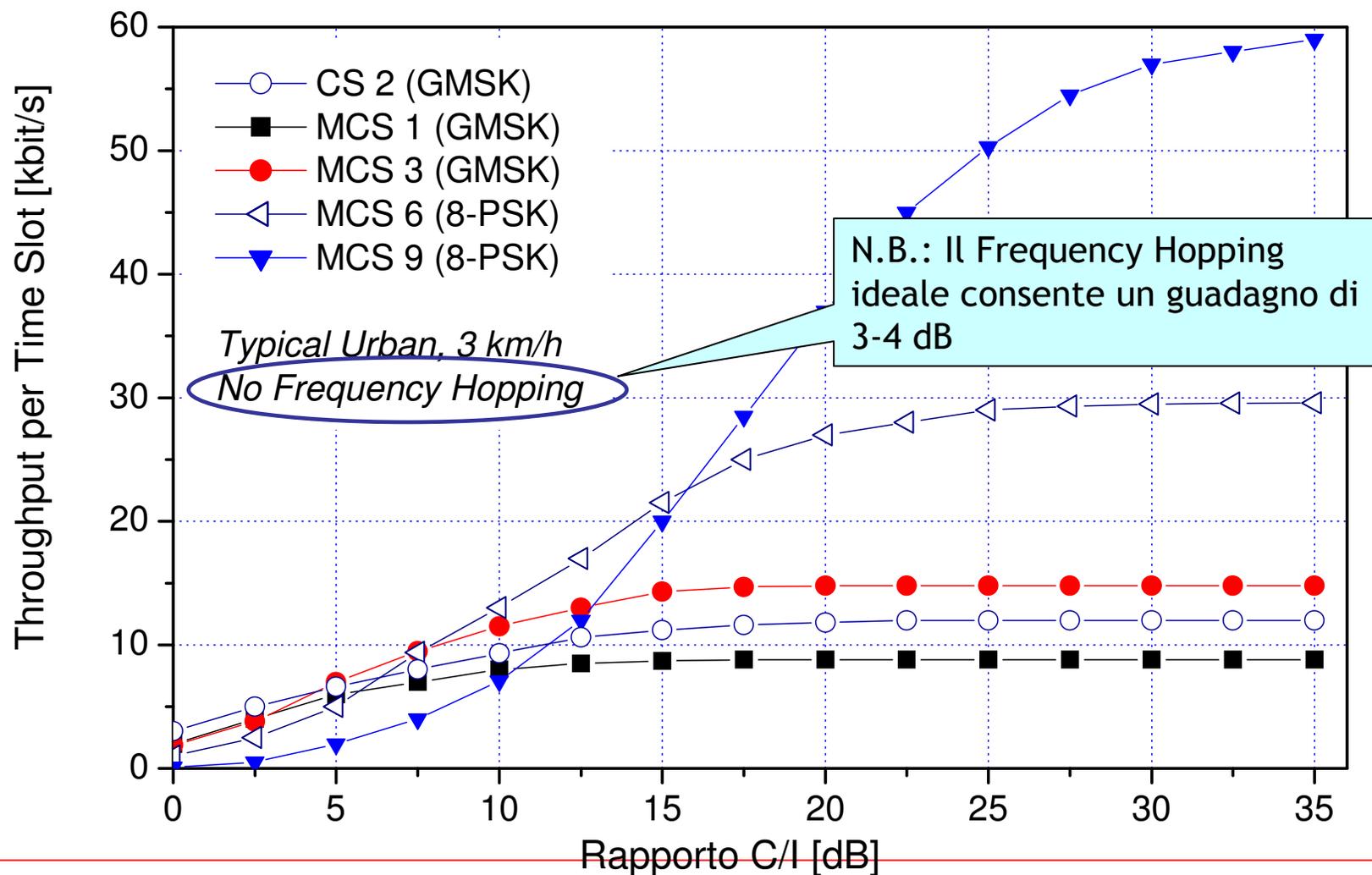
# Schemi di codifica EDGE

La trasmissione con gli schemi di codifica EDGE è applicabile ai dati a pacchetto (**EGPRS**), a circuito (**ECSD**)

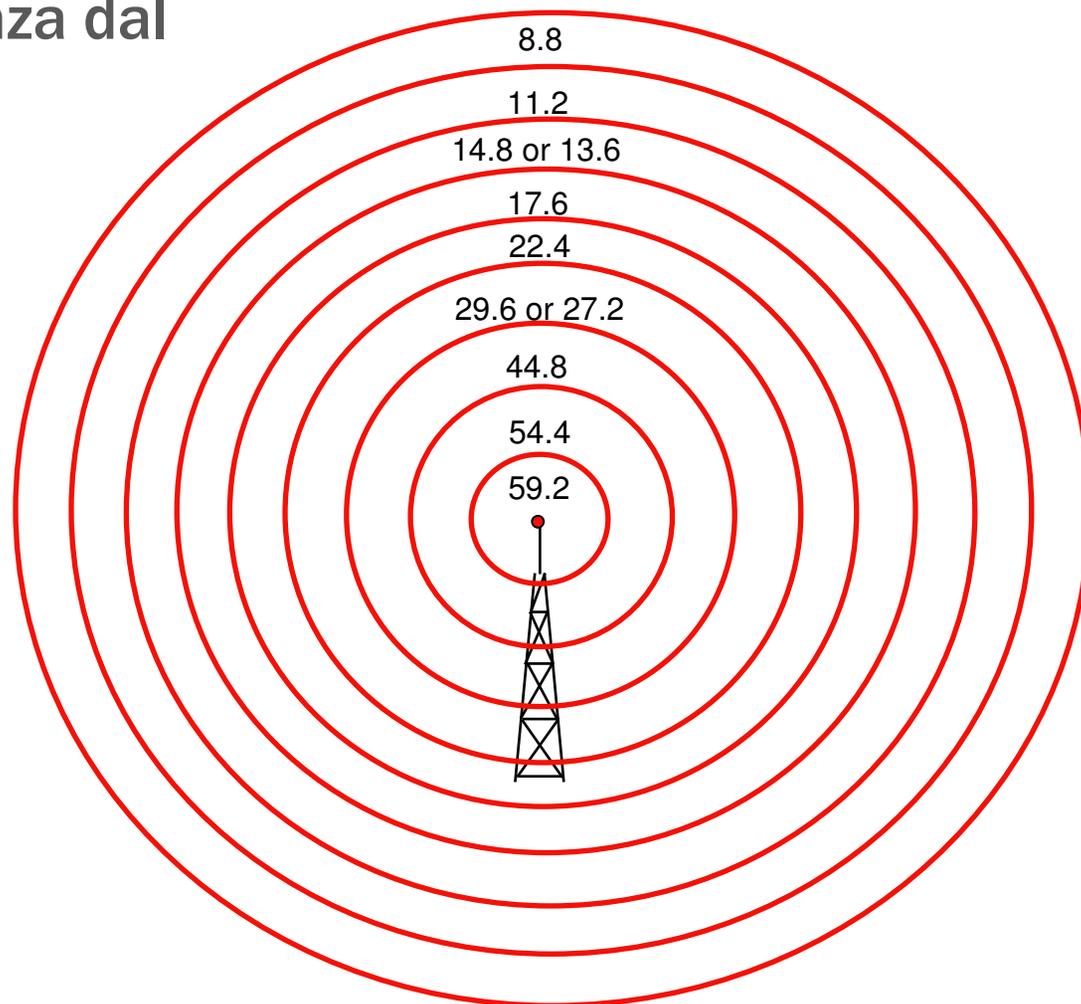
<i>Schema di Codifica</i>	<i>Modulazione</i>	<i>Max Throughput per Time Slot (kbit/s)</i>
MCS 1	GMSK	8,8
MCS 2		11,2
MCS 3		14,8
MCS 4		17,6
MCS 5	8PSK	22,4
MCS 6		29,6
MCS 7		44,8
MCS 8		54,4
MCS 9		59,2

**Esempio:** 4 Time Slot DL, C/I 16 dB, ambiente urbano a bassa mobilità, MCS 6 → 102,2 kbit/s

# Prestazioni radio di EDGE



## Velocità di trasmissione in funzione della distanza dal sito



## II 3G: UMTS



# Cos'è l'UMTS

- ▶ E' il sistema radiomobile di terza generazione, pensato nel 1995 come evoluzione del GSM, in grado di fornire servizi in mobilità fino a 384 kbit/s (e fino a 2 Mbit/s in interni) e studiato per permettere la convergenza tra il mondo del radiomobile e il mondo Internet

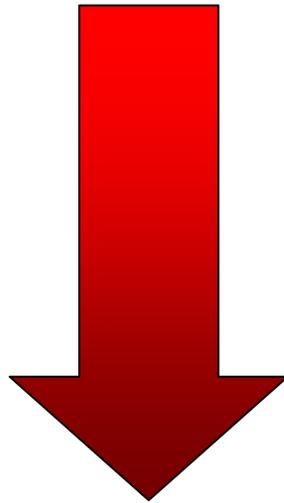
**UMTS: Universal Mobile Telecommunications System**

Costo di una licenza UMTS:

UK: ~ 6.000 M.ni di Euro

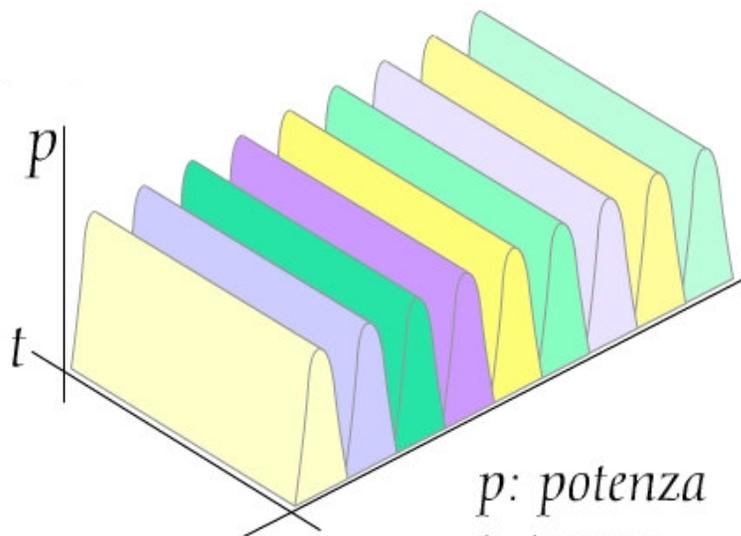
D: ~ 9.000 M.ni di Euro

I: ~ 2.000 M.ni di Euro

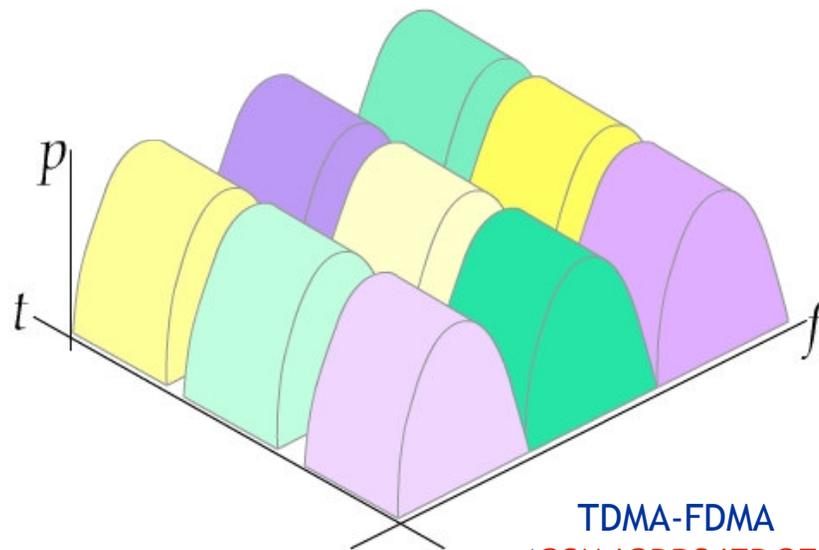


***UMTS: Unlimited Money To Spend !***

# Accesso a divisione di codice

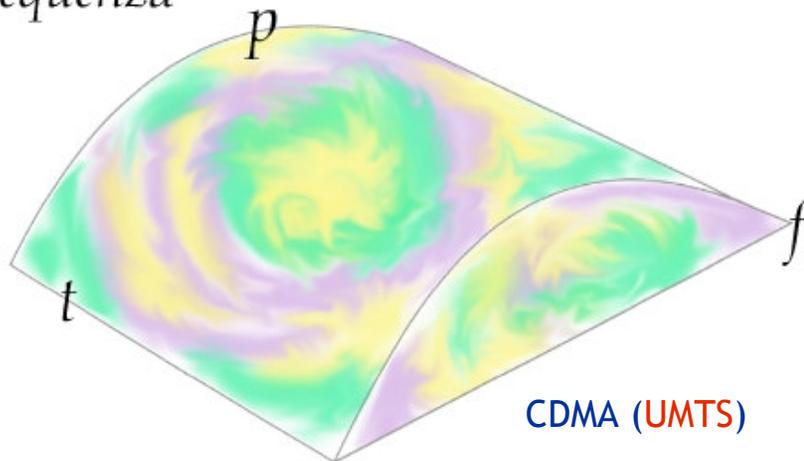


FDMA (TACS)



TDMA-FDMA  
(GSM/GPRS/EDGE)

$p$ : potenza  
 $t$ : tempo  
 $f$ : frequenza



CDMA (UMTS)

## Analogia: il party dell'ONU



I partecipanti condividono le stesse risorse (parlano contemporaneamente), ma solo se il volume della conversazione di ciascuno di essi è controllato...

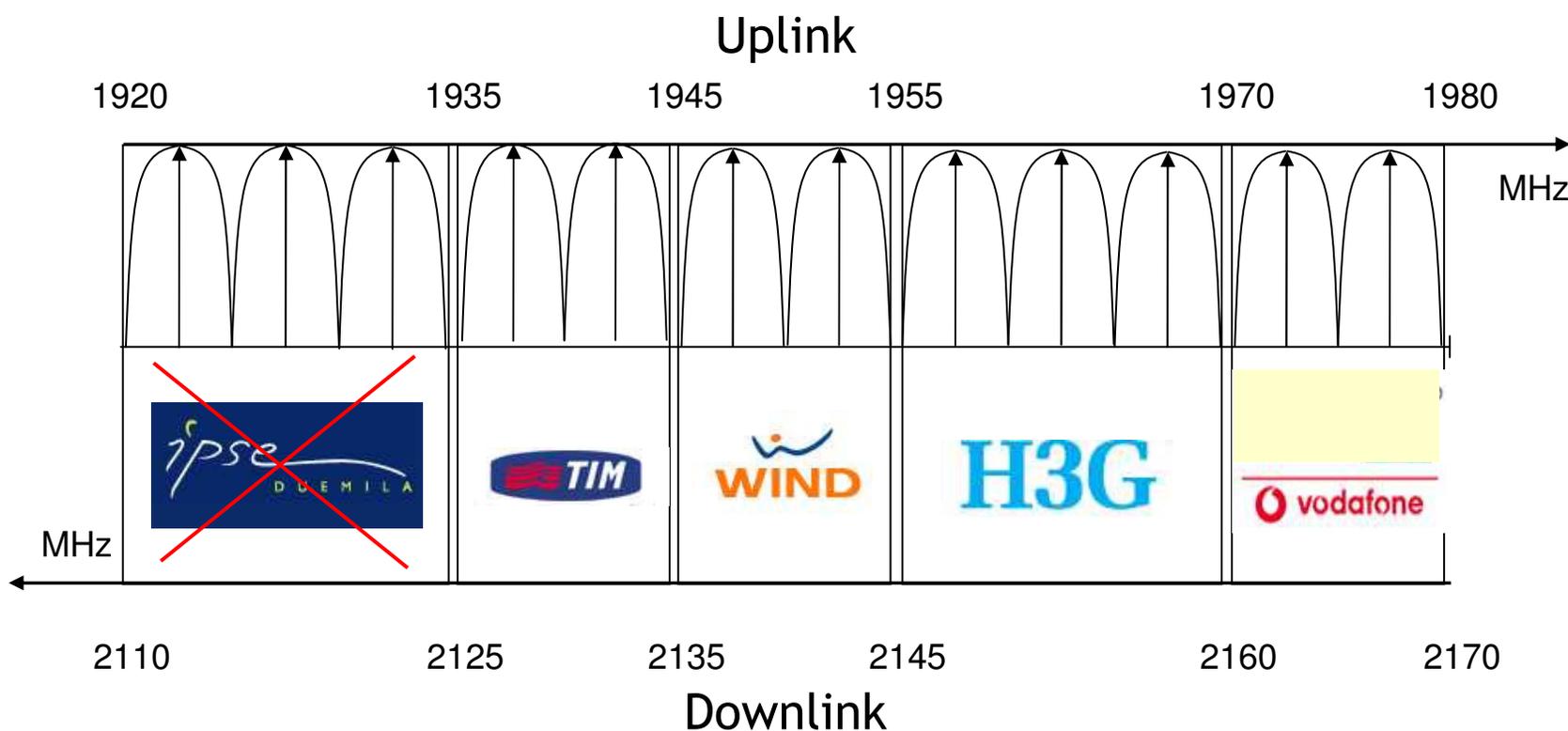
# Analogia: il party dell'ONU



...è possibile comunicare con uno di loro a patto di conoscerne la lingua (il “**codice**”...), che è diversa per tutti i delegati!

# Assegnazione dello spettro in Italia

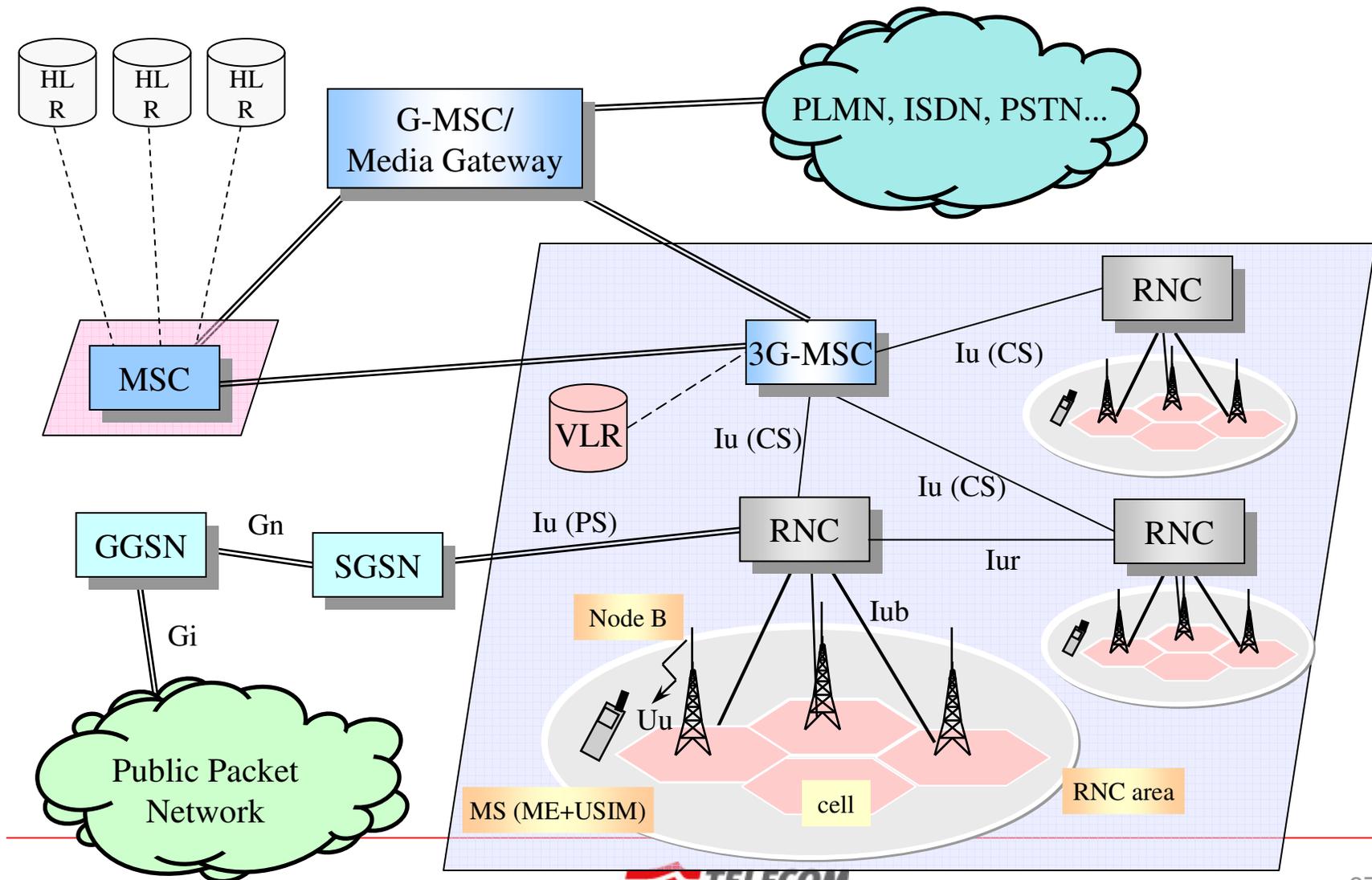
- ▶ In Italia sono state assegnate cinque licenze UMTS, secondo il seguente schema (banda FDD)



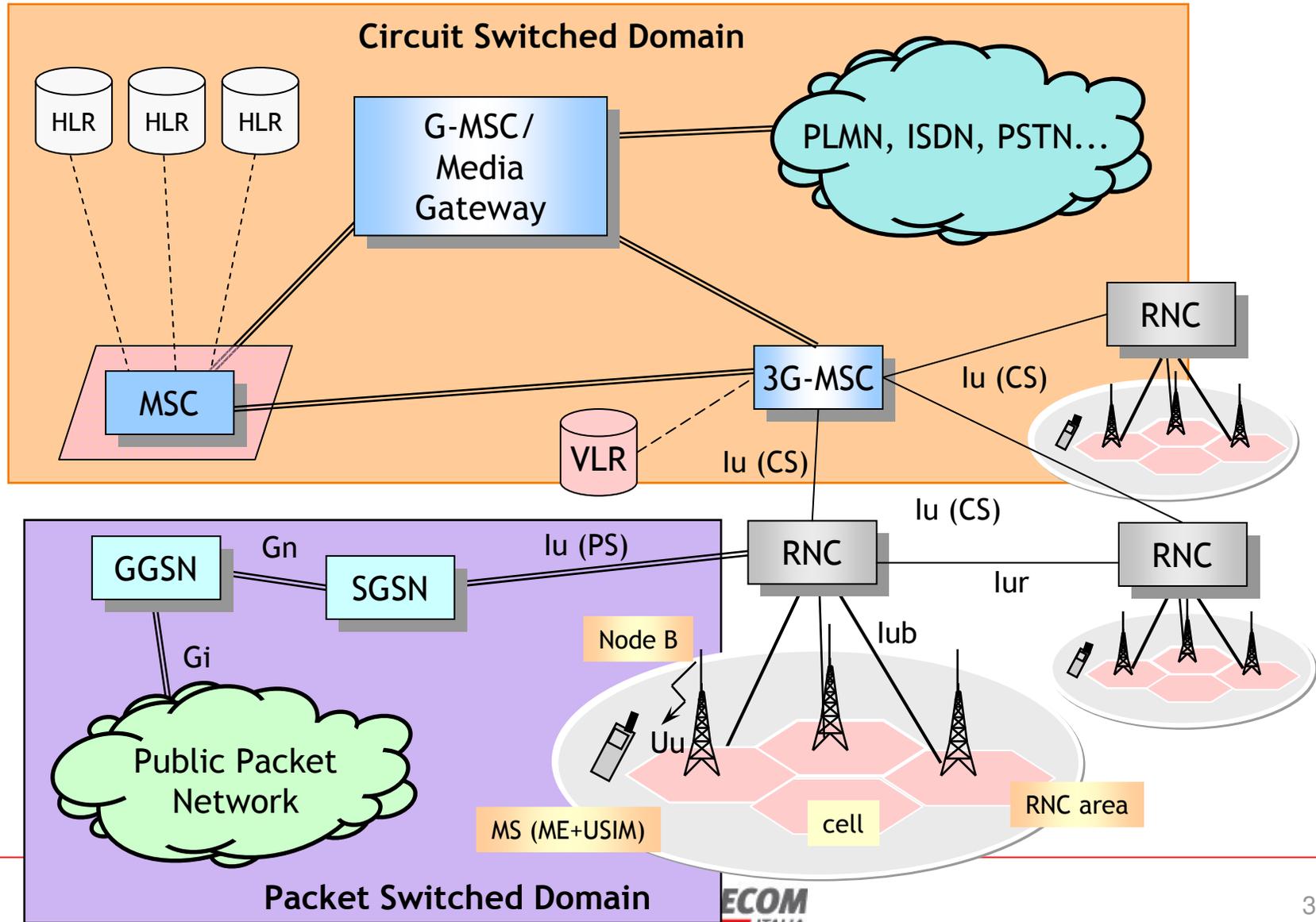
# Tipologie di servizio

CS Voce 12,2 kbit/s		
CS 57,6 (dati a circuito)		
CS 64 kbit/s (videotelefonia)		
PS 64/64 kbit/s		
PS 64/128 kbit/s		
PS 64/384 kbit/s		
MultiRAB: Voce + PS64/64		
MultiRAB: Voce + PS64/128 e Voce + PS64/384		

# Architettura di rete UMTS



# Architettura di rete UMTS



# Elementi UTRAN: Nodo B e RNC

Il Nodo B (Stazione Radio Base) svolge le seguenti funzioni:

- Elaborazione radio (Codifica di canale, interleaving, spreading, mododomodulazione, sincronizzazione, trasmissione e ricezione)
- Funzioni di Radio Resource Management di base (ad esempio, il controllo di potenza a ciclo chiuso) e misura di parametri sull'interfaccia Uu
- Nel Nodo B, il Site Controller gestisce la macrodiversità (gestione di più collegamenti radio per un UE) tra celle appartenenti allo stesso Nodo B

Il Radio Network Controller (RNC) realizza

- Il controllo delle risorse radio nel suo dominio (Nodi B connessi):
  - Allocazione dei codici, setup e configurazione dei collegamenti radio
  - Scheduling e ritrasmissione dei pacchetti dati
  - Admission control e controllo della congestione
- Trattamento dei dati d'utente e della segnalazione per la trasmissione radio, gestione dell'handover tra le celle di competenza, elaborazione delle misure riportate dalle MS e dai Nodi B

# Elementi UTRAN: UMSC ed SGSN

## 3G-MSC o UMSC:

- 3G-MSC (Mobile Switching Center di terza generazione): fornisce le funzionalità necessarie per la commutazione telefonica, per il controllo e la gestione delle chiamate, per l'attuazione dei servizi supplementari e per la tassazione.

## SGSN

- SGSN (Serving GPRS Support Node): così come per il sistema GPRS, opera il controllo delle connessioni dati a pacchetto, gestisce la mobilità degli utenti ed emette i cartellini di tassazione.

# Elementi UTRAN: User Equipment

Gli elementi di rete sono raggruppati come segue:

- **UTRAN**, che gestisce le funzionalità di trasmissione radio
- **Core Network (CN)**, responsabile per la commutazione e l'instradamento di chiamate e pacchetti dati da/verso le reti esterne a circuito e a pacchetto
- Mandato originale del 3GPP: evoluzione della CN dal GSM/GPRS

User Equipment (UE), fisicamente e logicamente diviso in:

- Mobile Equipment (**ME**), il terminale che consente di comunicare attraverso l'interfaccia radio Uu attraverso le funzioni di ricetrasmissione
- UMTS Subscriber Identity Module (**USIM**), una smartcard che
  - Contiene l'identità dell'utente e la copia del profilo di servizio
  - Effettua l'autenticazione tramite appositi algoritmi
  - Memorizza le chiavi di autenticazione e di cifratura