

Sistemi radiomobili

RTMI	Radio Telefono Mobile Integrato (1973)
RTMS	Radio Telefono Mobile di Seconda generazione (1984)
TACS	Total Access Communication System (1990)

sistemi di seconda generazione

GSM / DCS	Global System for Mobile communication / Digital Cellular System)
GPRS	General Packed Radio Service

sistemi di terza generazione

EGPRS / GSM	Enhanced GPRS
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System

sistemi di quarta generazione

MBS	Mobile Broadband System
-----	-------------------------

RTMI

- canali nella banda VHF (30-300 MHz)
- basso numero di canali disponibili
- codifica del segnale di tipo analogico
- il servizio è su zone isolate, estese e con copertura incompleta
- densità di utenti servibili estremamente bassa
- collegamenti scadenti al limite della zona servita

sistemi cordless

- massima potenza 10 mW (≈ 100 m)
- la stessa frequenza è usata nei due sensi di trasmissione in divisione di tempo (base 1 ms)

TACS

- primo sistema cellulare analogico (modulazione FM)
- banda di frequenza:
 - 872-905 MHz da radiomobile a stazione base
 - 917-950 MHz da stazione base a radiomobile
 - le frequenze sono distanziate di 45 MHz
- 1320 canali di 25 kHz
- minimo rapporto segnale - rumore richiesto 17 dB
- gestisce automaticamente gli handovers

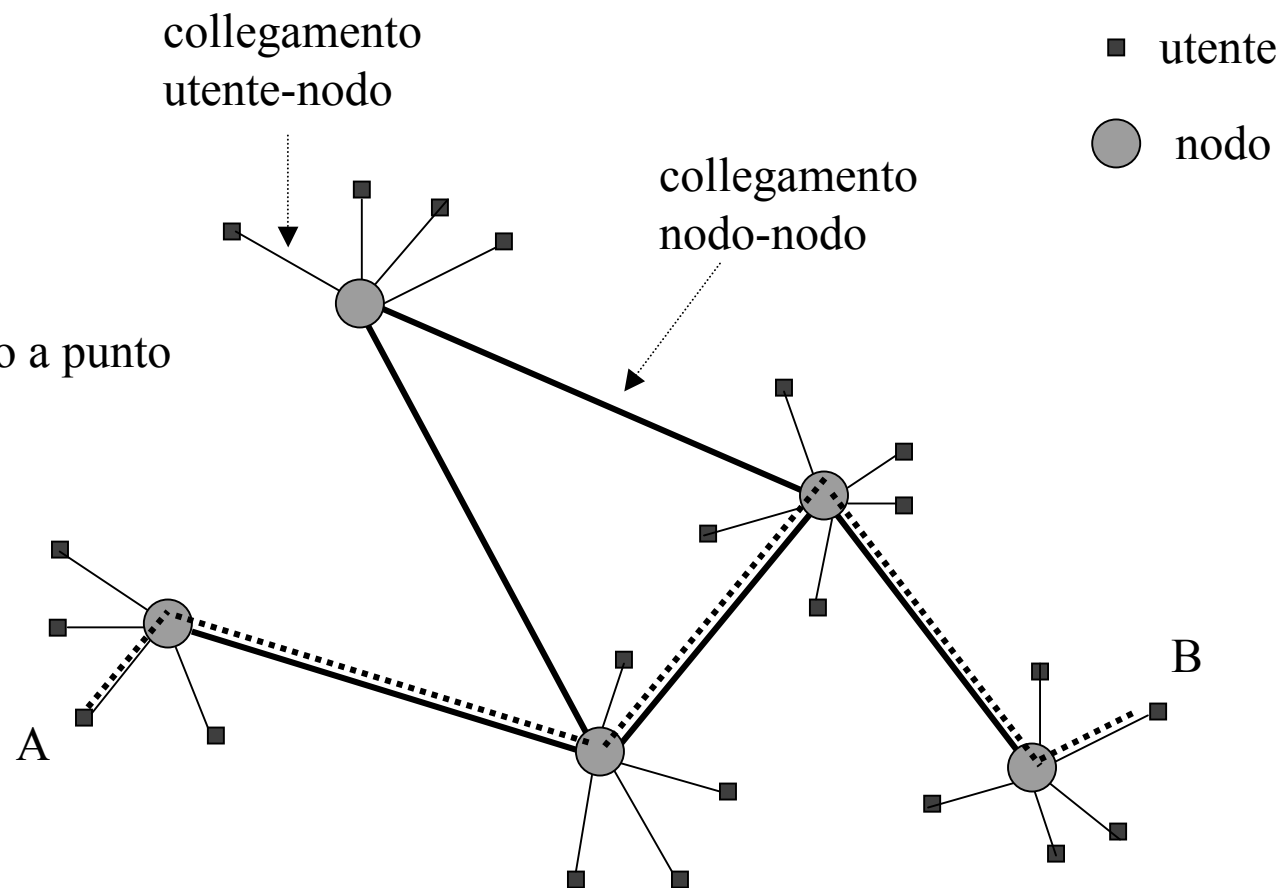
GSM / DCS

- per tutte le bande il passo di canalizzazione è 200 kHz
- accesso multiplo TDMA / FDMA con 8 timeslot per portante
- codifica della voce a 13 kbit/s
- codifica del segnale 33.8 kbit/s (\approx 270 kbit/s trasmissione)
- codifica convoluzionale ed interleaving
- equalizzazione adattativa
- frequency hopping 217 hops/s
- modulazione GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)
- controllo della potenza emessa
- trasmissione discontinua
- minimo rapporto segnale - rumore 9.5 dB

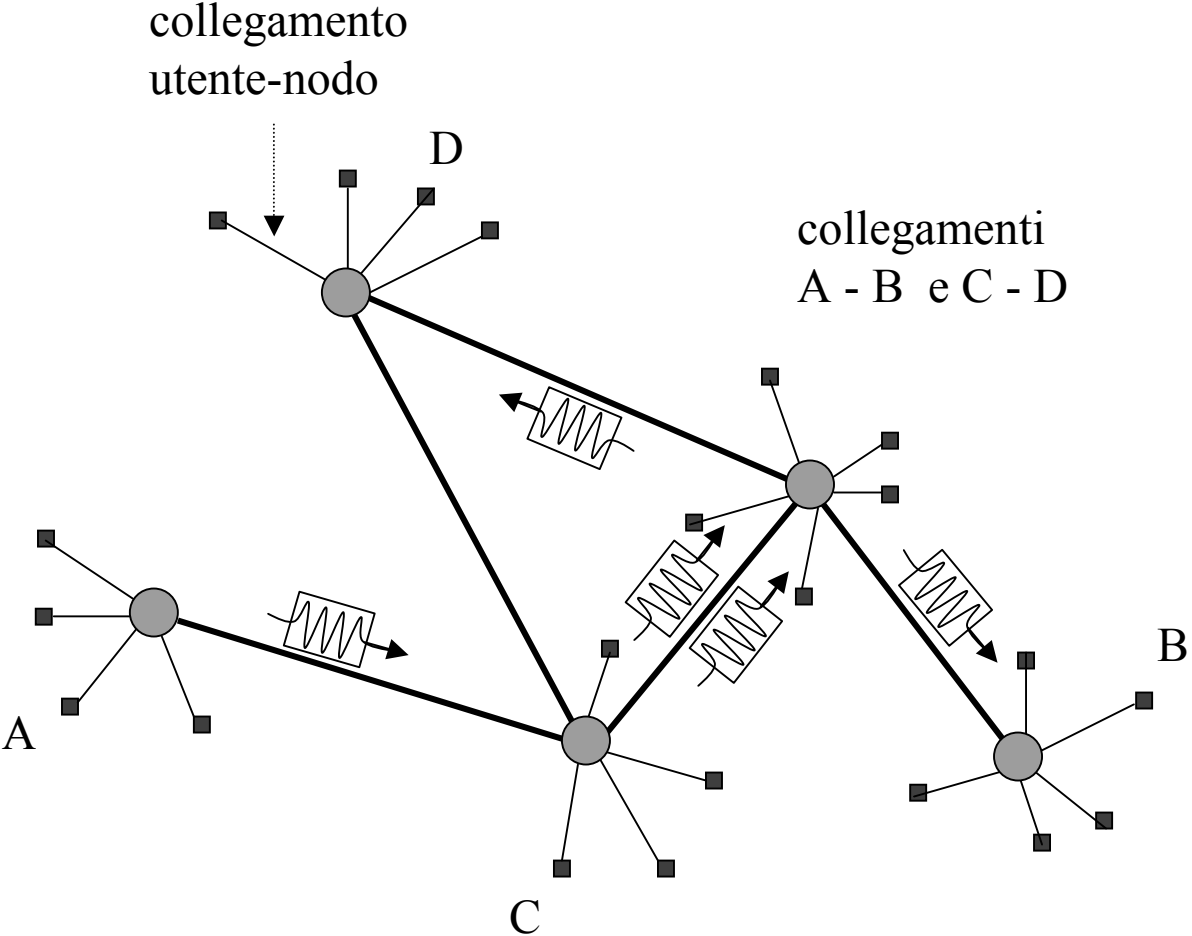
Reti a commutazione di circuito

Funzioni:

- trasmissione punto a punto
- commutazione
- segnalazione



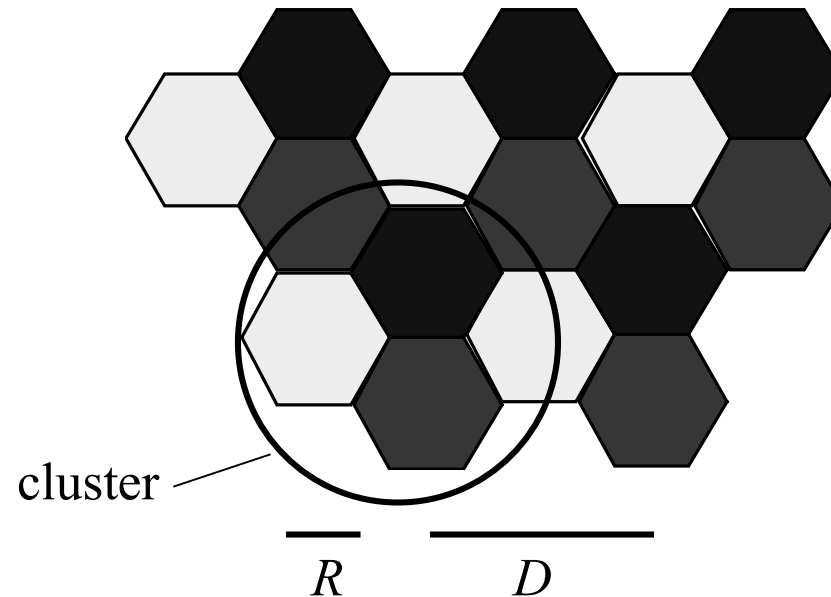
Reti a commutazione di pacchetto



reti radiomobili cellulari

B_t : banda totale assegnata al servizio
 N : numero di canali radio contenuti nella banda
 B : banda del canale = B_t / N

R raggio della cella
 D distanza tra celle che usano le stesse frequenze



in ogni cella è utilizzato un sottoinsieme di canali
si definisce **cluster** l'insieme di celle adiacenti in
cui si utilizzano tutti i canali radio assegnati

la componente di rumore principale è dovuta alle stazioni vicine che utilizzano la stessa frequenza, per cui il rapporto segnale/rumore è dato da C / I dove

C : (carrier) potenza del segnale utile

I : (interferent), potenza del segnale interferente alla stessa frequenza di quello utile

$$\frac{C}{I} \approx \frac{D^4}{6R^4} \quad \text{indipendente dalla dimensione della cella}$$

nel sistema esagonale ogni cella ha 6 celle vicine che utilizzano la stessa frequenza

il numero di celle esagonali in un cluster può essere:

$$g = 1, 3, 4, 7, 9, 12, 13, 16, 19, 21, \dots$$

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3g}$$

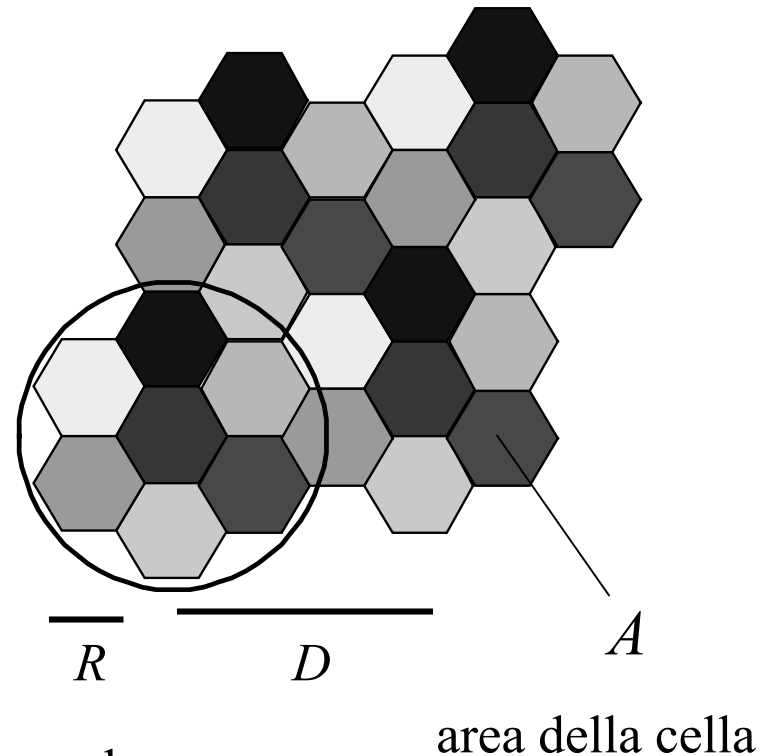
la densità massima di traffico d_{traf} è data da

$$d_{traf} = \frac{N}{g A}$$

all'aumentare di g

aumenta $D/R \Rightarrow$ migliora la qualità del segnale

diminuisce $d_{traf} \Rightarrow$ diminuisce la capacità di traffico



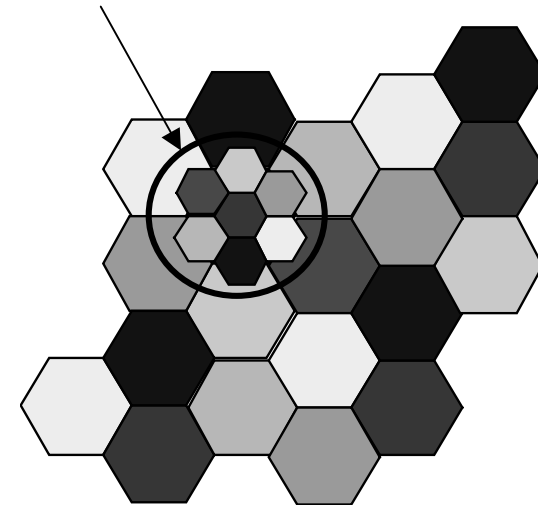
per aumentare la capacità di traffico per data banda disponibile è necessario diminuire l'area della cella

tecniche per aumentare la capacità di traffico:

splitting
sectoring

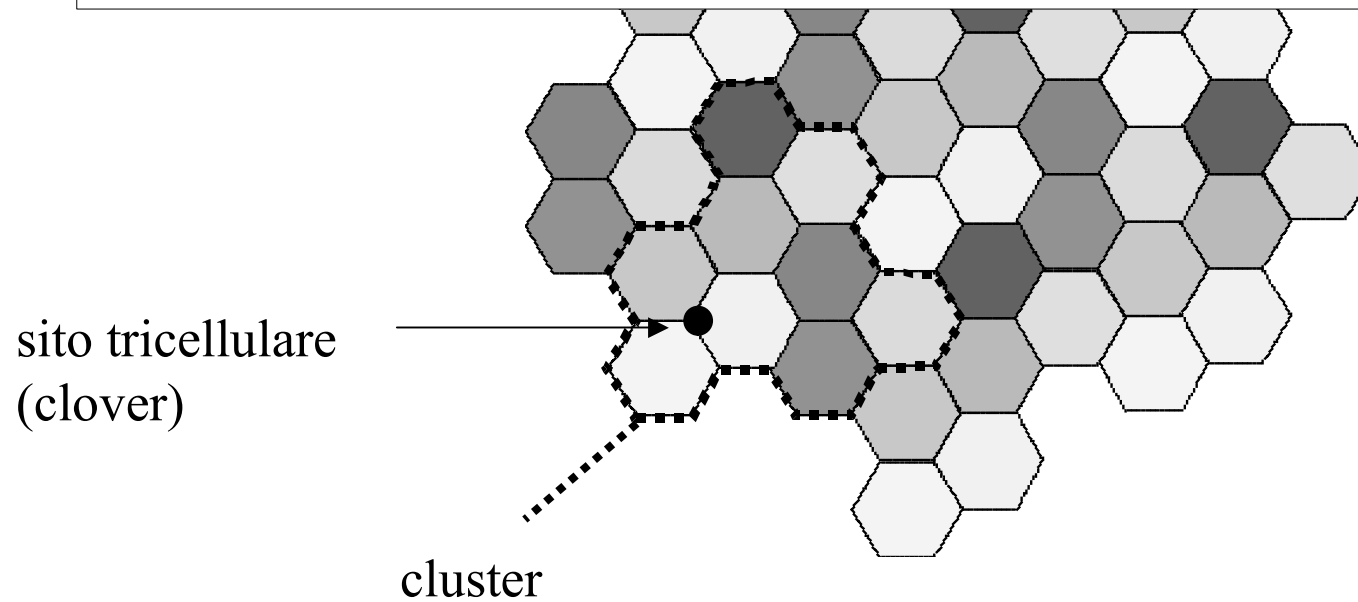
splitting: tecnica che consiste nel suddividere una o più celle in celle più piccole, facendo coesistere nello stesso sistema celle di dimensioni diverse

zona ad alta densità di traffico



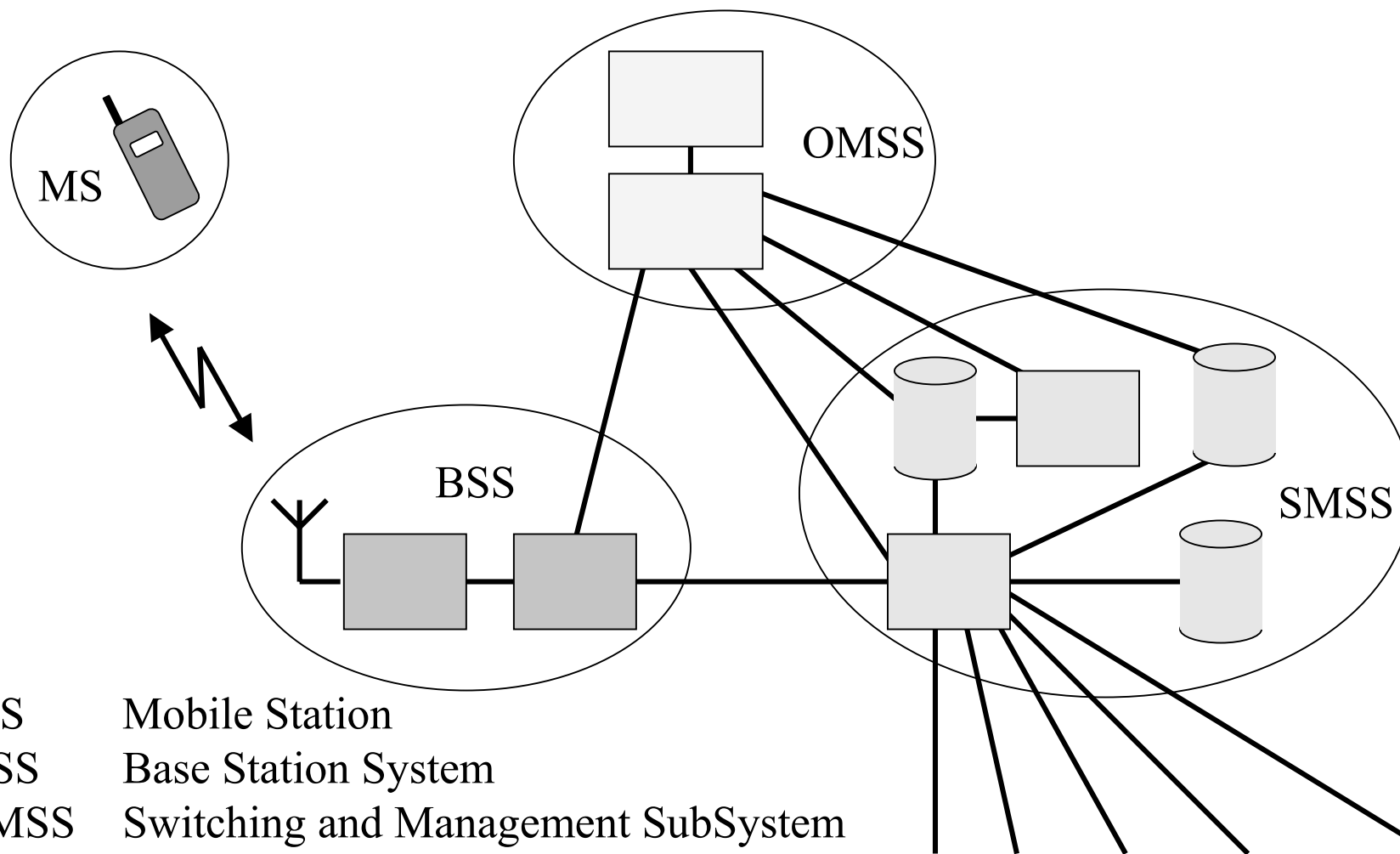
aumenta il numero degli handovers

sectoring: tecnica che consiste nel suddividere ciascuna cella in più settori (nuove celle), ognuno servito da antenne direttive, poste su un sito che serve più settori



la direttività delle antenne riduce il numero delle possibili interferenti

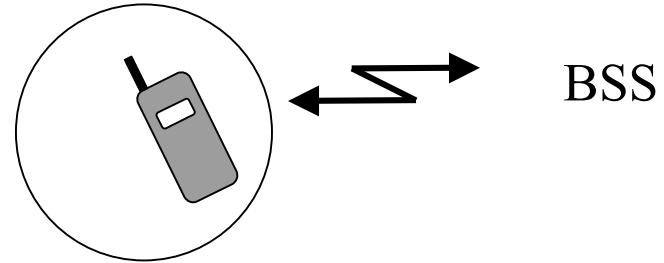
Architettura del sistema GSM



- MS Mobile Station
- BSS Base Station System
- SMSS Switching and Management SubSystem
- OMSS Operation and Maintenance SubSystem

Mobile Station

- Veicolare
- Trasportabile
- Portatile (telefonini)



MT (Mobile Termination)

unità che supporta le funzioni di gestione del canale radio per la connessione con la stazione radiobase, codifica e decodifica della voce, eventualmente di dati, cifratura . . .

MT0 non supporta terminali esterni

MT1 supporta un'interfaccia (S) ISDN

MT2 supporta un'interfaccia (R) non ISDN

TE (Terminal Equipment)

terminale utente costituito da uno o più apparati collegabile ad una Mobile Termination

nel GSM vi è distinzione tra l'apparato mobile (ME Mobile Equipment) e ciò che contiene i dati di abbonamento e le informazioni ad esso correlate.

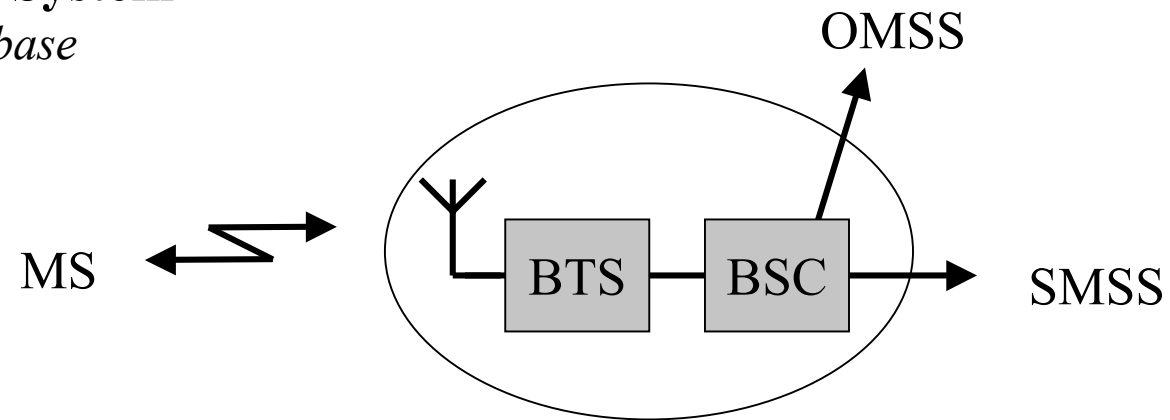
queste sono contenute nel SIM (Subscriber Identity Module) che contiene:

- numero di serie del SIM per la sua identificazione univoca
- identificativo d'utente (IMSI International Mobile Subscriber Identity)
- chiave (segreta) di autenticazione K_i
- chiave di cifratura K_c variabile nel tempo
- algoritmo di autenticazione e di acquisizione della chiave di cifratura

anche l'apparato mobile ha un codice d'identificazione univoca IMEI (International Mobile Equipment Identity)

Base Station System

stazione radiobase



BTS (Base Transceiver Station)

svolge tutte le operazioni esecutive (codifica, cifratura, modulazione, ecc.) per la comunicazione radio con le stazioni mobili

BSC (Base Station Controller)

svolge funzioni di controllo per la gestione di una o più BST, gestisce gli handovers locali; è collegato ad una stazione di commutazione (MSC) sia per il segnale che per la gestione globale

Switching and Management Sub System

sottosistema di commutazione e gestione

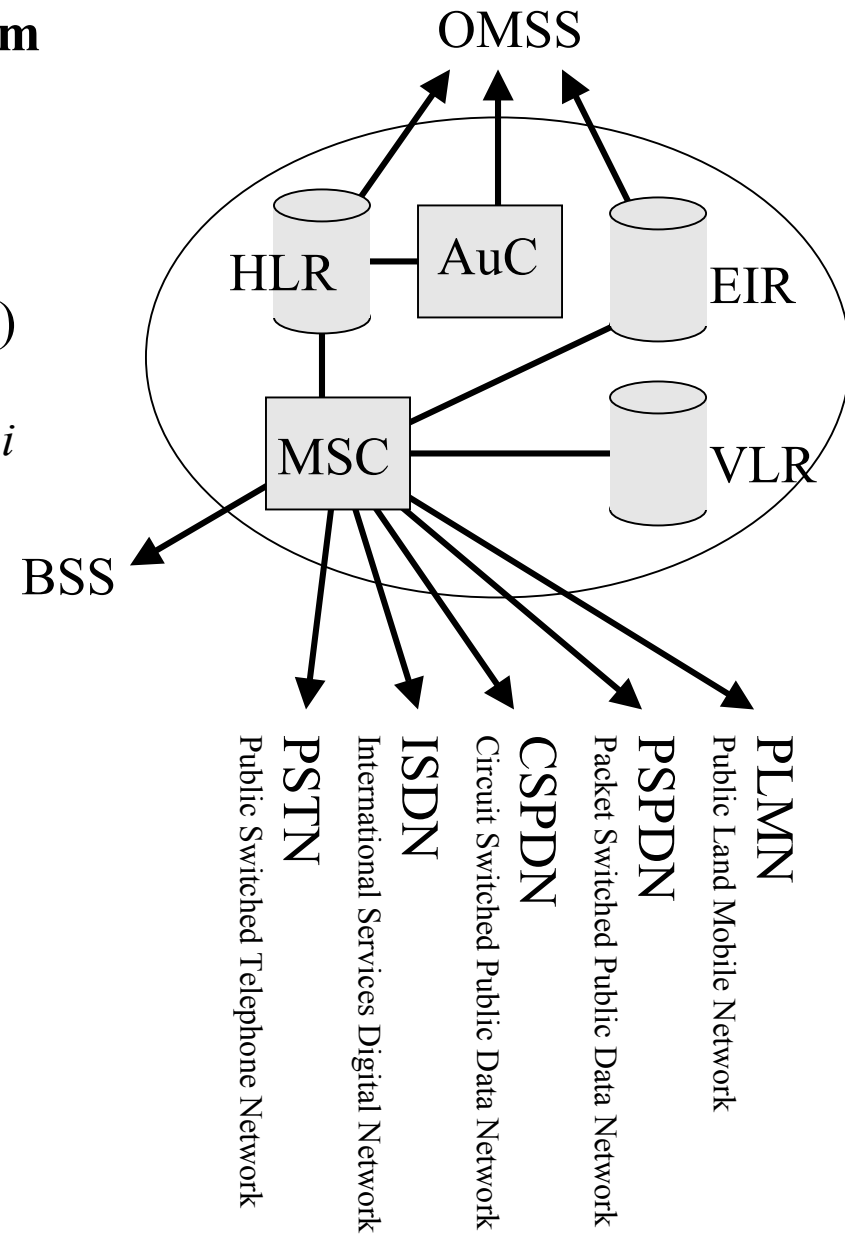
MSC (Mobile Services Switching Center)
*centrale di commutazione connessa con con
altre MSC e con altre reti di telecomunicazioni
sia mobili che fisse*

VLR (Visitor Location Register)
*database temporaneo per il controllo delle
stazioni mobili presenti nell'area*

HLR (Home Location Register)
database permanente degli utenti residenti

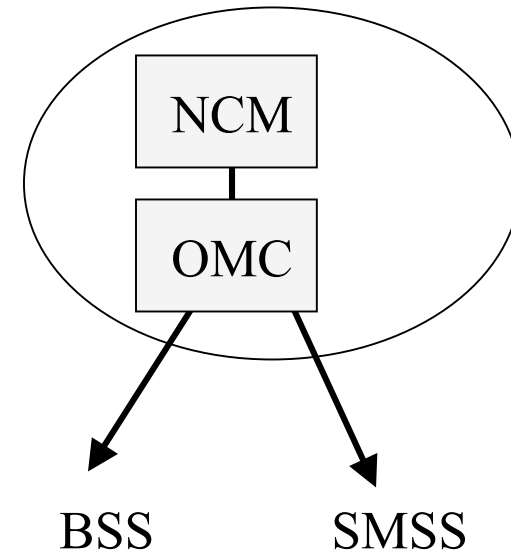
AuC (Authentication Center)
unità dedicata all'autenticazione degli utenti

EIR (Equipment Identity Register)
database dell'hardware delle stazioni mobili



Operation and Maintenance SubSystem

insieme di unità funzionali per la gestione, l'esercizio e la manutenzione della rete GSM di uno specifico gestore



OMC (Operation and Maintenance Center)
centro di esercizio e manutenzione

NCM (Network Management Center)
centro di gestione di rete che fornisce una visione complessiva delle attività

GSM Global System for Mobile communication

BANDE GSM	up-link [MHz]	down-link [MHz]
GSM 900 MHz primaria (P-GSM) 124 canali, passo di duplice 45 MHz	890 ÷ 915	935 ÷ 960
DCS 1800 MHz 374 canali, passo di duplice 95 MHz	1710 ÷ 1785	925 ÷ 960
GSM estesa (E-GSM)	880 ÷ 915	925 ÷ 960
GSM 900 MHz ferroviaria (R-GSM)	876 ÷ 915	921 ÷ 960
GSM 450 MHz	450.4 ÷ 457.6	460.4 ÷ 467.4
GSM 480 MHz	478.8 ÷ 486	488.8 ÷ 496
GSM 850 MHz	824 ÷ 849	869 ÷ 894
PCS 1900 MHz	1850 ÷ 1910	1930 ÷ 1990

Le portanti sono identificate da un numero ARFNC
(Absolute Radio Frequency Channel Number)

$$\text{P - GSM} \quad f_n^{up} = 890 + 0.2 n \quad f_n^{down} = f_n^{up} + 45 \quad n = 1, 124$$


$$\text{E - GSM} \quad f_n^{up} = 890 + 0.2 n \quad f_n^{down} = f_n^{up} + 45 \quad n = 1, 124$$

$$f_n^{up} = 890 + 0.2 (n - 1024) \quad f_n^{down} = f_n^{up} + 45 \quad n = 975, 1023$$

$$\text{DCS} \quad f_n^{up} = 1710 + 0.2 (n - 511) \quad f_n^{down} = f_n^{up} + 95 \quad n = 512, 885$$

tipi e classi della stazioni radiomobili

classe	Potenza massima [W]		Potenza media [mW]	
	GSM 900 MHz	DCS 1800 MHz	GSM 900 MHz	DCS 1800 MHz
1		1		120
2	8	0.25	960	30
3	5	4	600	480
4	2		240	
5	0.8		96	

 classi disponibili per una stazione mobile portatile

tutte le stazioni mobili devono essere in grado di variare la potenza di emissione a passi di 2 dB, su comando della rete