

LE RETI CELLULARI MOBILI

LA TELEFONIA CELLULARE

IMEI (International Mobile Equipment Identity)

- Permette di conoscere casa costruttrice, modello e numero di serie
- Ci permette di bloccare un cellulare smarrito

Le **Base Station (BS)** coprono una porzione di territorio detta **cella di copertura**. L'antenna riceve i segnali dai **Mobile User (MB)** e li trasmette ai **Mobile Switching Center (MSC)** che sono le centraline che connettono tra loro le celle e permettono il collegamento alla rete telefonica fissa o alla rete internet agendo da gateway.

Ogni rete è costituita da un numero variabile di celle (il numero dipende dal traffico). Sul territorio **sono presenti più reti cellulari gestite da operatori diversi** (Tim, Vodafone, Wind3). Con i sistemi cellulari si ricorre alla tecnica del **riutilizzo delle frequenze** (la stessa frequenza è utilizzata da più in celle, lontane fra loro in modo da evitare interferenze).

La gestione della mobilità è detta **handoff o handover** → si devono evitare le interruzioni. Inoltre, bisogna considerare il cambio di operatore (**roaming**)

HANDOVER SULLO STESSO MSC

Vecchia BS = BS1 | Nuova BS = BS2

1. La **BS1** informa l'**MSC** di un handover e fornisce la lista delle BS + vicine
2. **MSC** alloca le risorse verso la **BS2**
3. La **BS2** alloca i canali radio per il nuovo **MB**
4. La **BS2** segnala all'**MSC** che è pronta, l'**MSC** lo segnala alla **BS1**
5. La **BS1** attiva il **MB** per effettuare l'handover
6. Il **MB** e la **BS2** si scambiano messaggi per completare l'assegnazione
7. Il **MB** comunica alla **BS2** che l'handover è completato, la **BS2** lo comunica all'**MSC**
8. L'**MSC** ridireziona le chiamate
9. La **BS1** rilascia le risorse

CAMBIO OPERATORE

Home Network → rete del proprio operatore (Tim, Fastweb, ecc)

(HLR) Home Location Register → DB che contiene le informazioni su quella rete

Visited Network → rete presso la quale si trova attualmente il dispositivo

(VLR) Visited Location Register → DB che contiene le informazioni su quella rete

1. La chiamata viene instradata verso la **Home Network**
2. L'**MSC** della **Home Network** accede al **HLR** e imposta la connessione **PSTN**
3. Tramite la rete telefonica si raggiunge la **Visited Network**
4. L'**MSC** della **Visited Network** accede al **VLR** e dirama la chiamata radio sulle celle

MOBILITÀ CON ACESSO A INTERNET

- **FDMA** (Frequency Division Multiple Access)

- **TDMA** (Time Division Multiple Access)
- **CDMA** (Code Division Multiple Access)
- **OFDMA** (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)
- **NOMA** (Non-Orthogonal Multiple Access)

Internet Key: modem USB di dimensioni ridotte che consente la connessione a Internet collegando la Internet Key (plug and play) al PC portatile per avere il collegamento a Internet ovunque vi sia campo.

LE RETI 4G

La versione più evoluta di **LTE (Long Term Evolution)** è la 4.5G detta **LTE-Advanced Pro** con velocità superiori a 500 Mb/s arrivando anche a 1Gb/s.

La tecnologia LTE ha innovato sia la rete core di trasporto sia la rete di accesso radio:

- **EPC (Evolved Packet Core)**

Le funzioni di controllo delle comunicazioni sono del tutto separate da quelle di trasporto. Inoltre, la rete core è formata da un'unica rete di trasporto delle informazioni (voce e dati) a pacchetto IP

La rete EPC è composta da:

- **Mobility Management Entity (MME)**
 - Svolge funzioni di controllo (autenticazione del terminale LTE-UE tramite il DB HSS)
 - Si occupa della gestione della connessione con il terminale e della mobilità
- **Home Subscriber Server (HSS)**
 - È il DB della rete che contiene i profili degli utenti
 - Include l'Authentication Center → genera chiavi per cifratura e l'autenticazione
- **Serving Gateway (SGW) e Packet Data Gateway (PGW)**
 - Sono le entità coinvolte nel trasporto delle informazioni in base al servizio richiesto
 - Il PGW assegna un IP al UE che lo manterrà fino a quando il terminale sarà acceso
- **Access Point Name (APN)**
 - Identifica la rete IP a cui può accedere l'utente una volta stabilita la connessione
 - L'APN può puntare a una rete privata o pubblica. È possibile definire più APN

- **E-UTRAN (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network)**

L'accesso radio è costituito da un unico componente eNodeB, responsabile delle procedure radio verso il terminale utente per attivazione, handover e rilascio della sessione.

La rete E-UTRAN è costituita da:

- **LTE User Equipment (LTE-UE)**
 - È il terminale mobile
- **eNodeB (eNB)**
 - È la stazione base che si interfaccia alla rete core EPC
 - Svolge funzioni di sicurezza → implementate con tecniche di tunneling usando IPsec, fornendo servizi di autenticazione, integrità e cifratura dei dati.

La tecnologia **MIMO (Multiple- Input Multiple-Output)** permette miglioramenti nel throughput e nella distanza di trasmissione senza ricorrere a frequenze addizionali o ad una maggiore potenza nelle trasmissioni.

I **3GPP (3rd Generation Partnership Project)** ha lavorato all'evoluzione di LTE, introducendo importanti migliorie riguardanti la connettività dei dispositivi mobili

- **LTE-ADVANCED (LTE-A)** (Release del 2011)
- **LTE-ADVANCED PRO (LTE-A PRO)** (Release del 2016)

Ad es. LTE-A prevede l'impiego di ripetitori intelligenti, detti **Relay Node (RN)** che consentono di aumentare la capacità e la copertura

LA RETE 5G

Nasce sulla spinta di alcuni fattori emergenti come:

- crescita esponenziale del traffico dati
- connessione a Internet di dispositivi prima isolati (IoT)
- trasporto di dati non IP
- supporto di accessi non-3GPP o da rete fissa
- introduzione del protocollo IPv6

Alcune caratteristiche sono:

- Elevata quantità di banda a disposizione per lo sviluppo di servizi basati su video e servizi in cloud per il trasferimento dati e l'elaborazione distribuita
- Possibilità di costruire reti a bassa latenza, fondamentali per auto a guida autonoma e per i sistemi di controllo industriale
- Possibilità di gestire un numero molto maggiore di connessioni a costi e consumi energetici contenuti → agevola lo sviluppo dei IoT
- Flessibilità e rapidità nel riconfigurare le reti