



Università degli Studi di Cagliari

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Tecnologie per
Internet

UMTS

Universal Mobile Telecommunication System



Oltre la telefonia

- ✓ **UMTS:** Universal Mobile Telecommunication System, standard europeo (ETSI)
- ✓ **IMT2000:** Sigla ITU per i cellulari 3G - compatibile UMTS
- ✓ Accesso a circuito e pacchetto a larga banda
- ✓ Integrazione dei servizi
- ✓ Operativo dal 2003



UMTS: evoluzione

- ✓ Concepito in Europa e standardizzato dall'ETSI come evoluzione del GSM
- ✓ Primi studi all'inizio degli anni '90 con progetti europei (RACE, ACTS, ...)
- ✓ Nel 1998 viene scelta la tecnica CDMA per l'accesso radio
 - W-CDMA: FDD con bande simmetriche
 - TD-CDMA: TDD sulla stessa banda (adatto a servizi asimmetrici e pico-celle)



UMTS: evoluzione

- ✓ Alla fine del 1998 nasce il 3GPP (3rd Generation Partnership Project) www.3gpp.org e l'attività di standardizzazione si sposta in questo foro
 - ETSI (European Telecommunications Standards Institute)
 - ARIB e TTC (Giappone)
 - TI (Usa)
 - TTA (Corea)
 - CWTS (Cina)



UMTS: evoluzione

- ✓ **3GPP** basa l'evoluzione di UMTS sulla core-network **GSM**
- ✓ Le specifiche 3GPP vengono recepite dai partecipanti (ETSI in EU)
- ✓ Un analogo foro (3GPP2) cura lo sviluppo di CDMA2000, diretta evoluzione del CDMA USA (IS95)
- ✓ C'è stato un tentativo di far interoperare i 2 sistemi
- ✓ Sia W-CDMA che TD-CDMA hanno una canalizzazione a 5 MHz:
 - in W-CDMA le bande sono accoppiate per FDD, in TD-CDMA no
 - Chip-rate: **3.84 Mchip/s**
 - In Cina esiste una versione TD-CDMA a banda stretta (can. 1.6 MHz) Chip-rate: **~1.2 Mchip/s**

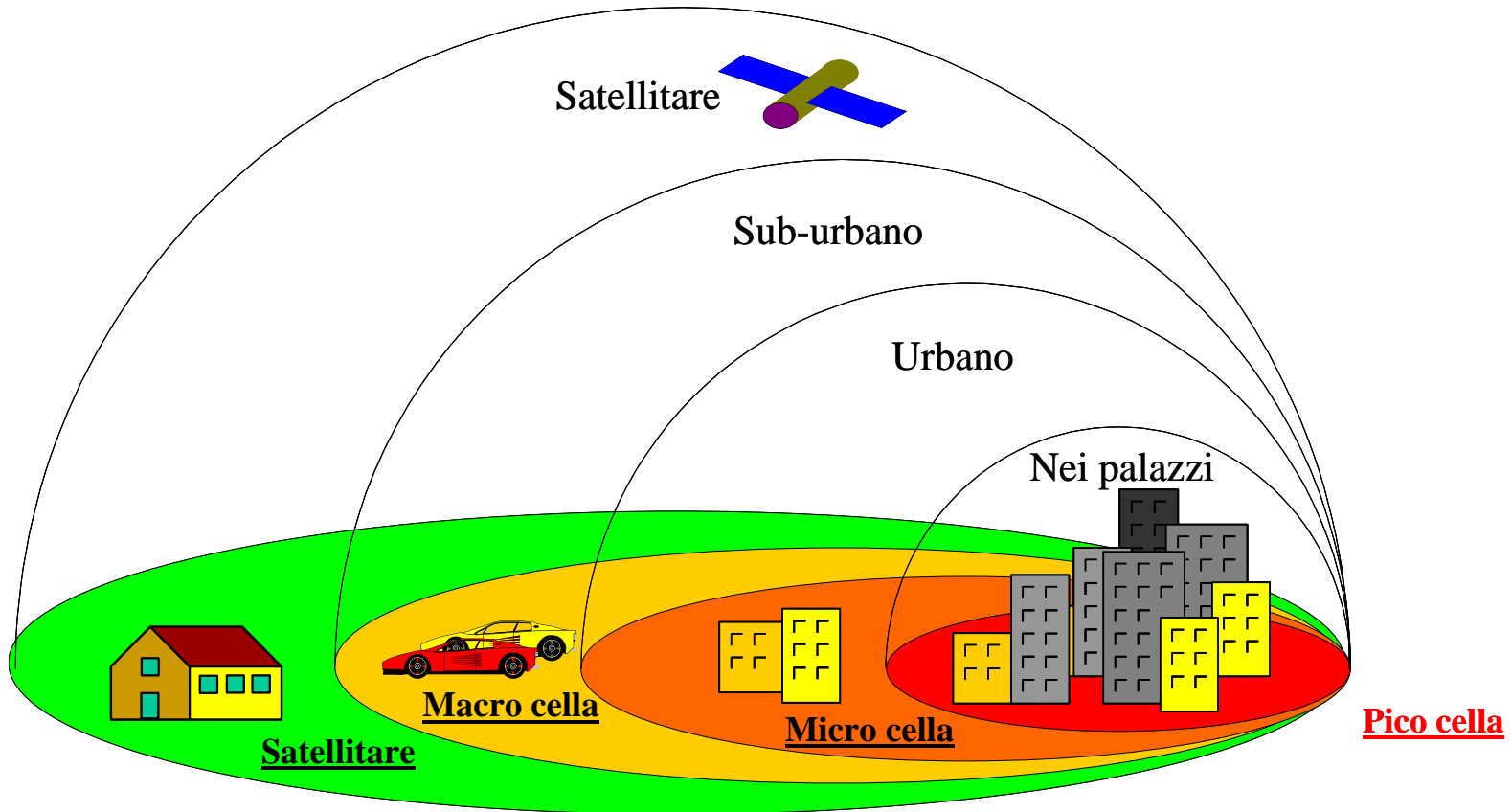


Velocità di trasmissione

- ✓ **2 Mbit/s:** per MS fermi o quasi in prossimità della stazione radio base (LOS)
- ✓ **384 kbit/s:** per MS in ambiente urbano con mobilità fino a 50/60 km/h
- ✓ **144 kbit/s:** per MS in ambiente rurale e velocità automobilistiche (<150 km/h)
- ✓ Prevista dallo standard la possibilità di supportare velocità fino a 500km/h per le linee TAV



Copertura UMTS





Caratteristiche

- ✓ Velocità di trasmissione e QoS variabili dinamicamente in funzione del servizio
- ✓ Multiplazione di più servizi verso un terminale mobile
- ✓ Commutazione di circuito o di pacchetto a seconda del servizio
- ✓ Tariffazione a volume (come GPRS) per i servizi a pacchetto



Classi di QoS

- ✓ **Conversazionale:** per servizi real-time con relazione temporale tra i gli estremi (telefonia, videoconferenza, etc.)
- ✓ **Streaming:** per servizi di recupero informazione tipo audio/video
- ✓ **Interattiva:** servizi real-time di tipo dati, con requisiti di relazione temporale più lassi del conversazionale
- ✓ **Background:** traffico best-effort (SMS, e-mail, ...)



Accesso al canale e rete fissa

- ✓ **Wideband-CDMA**
- ✓ Radicalmente diverso da GSM/GPRS (FDMA/TDMA)
- ✓ La rete fissa eredita molto da GSM/GPRS e deve integrare tutte le reti 2G esistenti!!!



Duplex technique

✓ FDD

➤ frequency division duplex

- ❖ Si trasmette e si riceve in bande separate

✓ TDD

➤ Time division duplex

- ❖ Si trasmette e si riceve in diversi slot di tempo



FDD

- ✓ Con questa tecnica le stazioni **trasmettono e ricevono in bande separate**
- ✓ Solitamente le **frequenze più alte** sono per la trasmissione delle stazioni base, e quelle **più basse** dei terminali mobili, per via dell'attenuazione maggiore alle alte frequenze, che necessitano perciò più potenza
- ✓ Solitamente viene utilizzata per trasmissioni simmetriche (es: video-telephony)

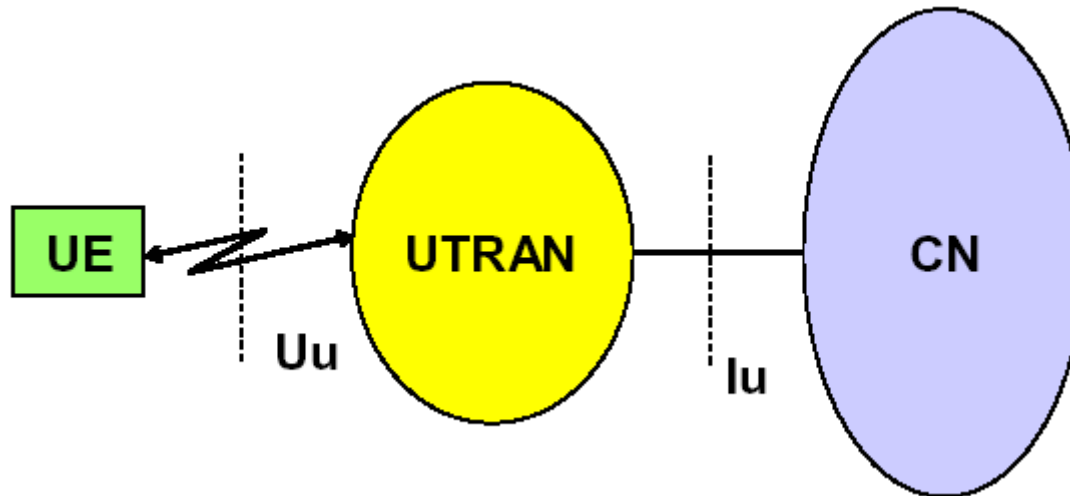


TDD

- ✓ Con questa tecnica il terminale e le stazioni base parlano “a turno”
- ✓ Il link del canale viene perciò invertito dopo un certo periodo
- ✓ L’inversione di link prende il nome di “switching point”
- ✓ È ottimizzato per trasmissioni asimmetriche



Architettura Generale

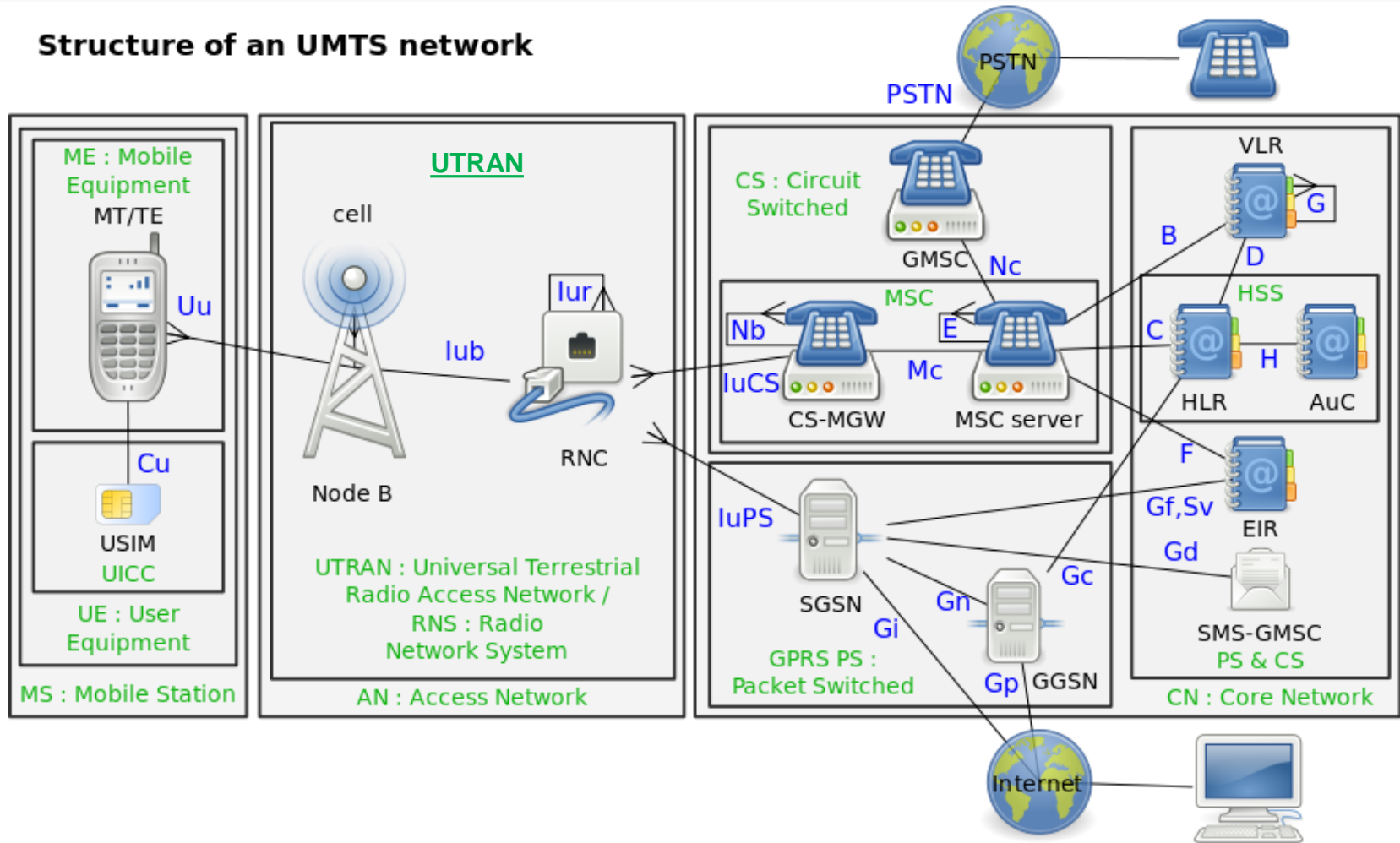


- ✓ UE: User Equipment
- ✓ UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network
- ✓ CN: Core Network



Architettura Generale

Structure of an UMTS network





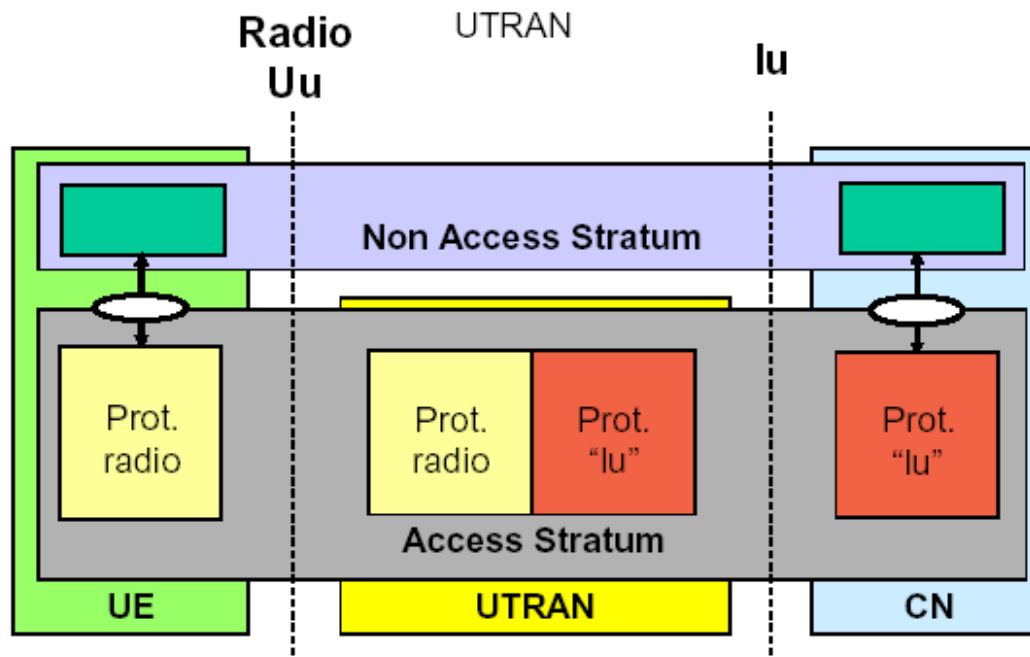
Domini

- ✓ Le “aree” di competenza del protocollo UMTS vengono suddivise in “domini”
 - User Domain
 - ❖ Comprende la USIM (derivata dalla SIM) e il terminale mobile
 - Infrastructure Domain
 - ❖ Access network domain (AN)
 - ❖ Core network domain (CN)
 - Home domain
 - Serving network
 - ...



Strati

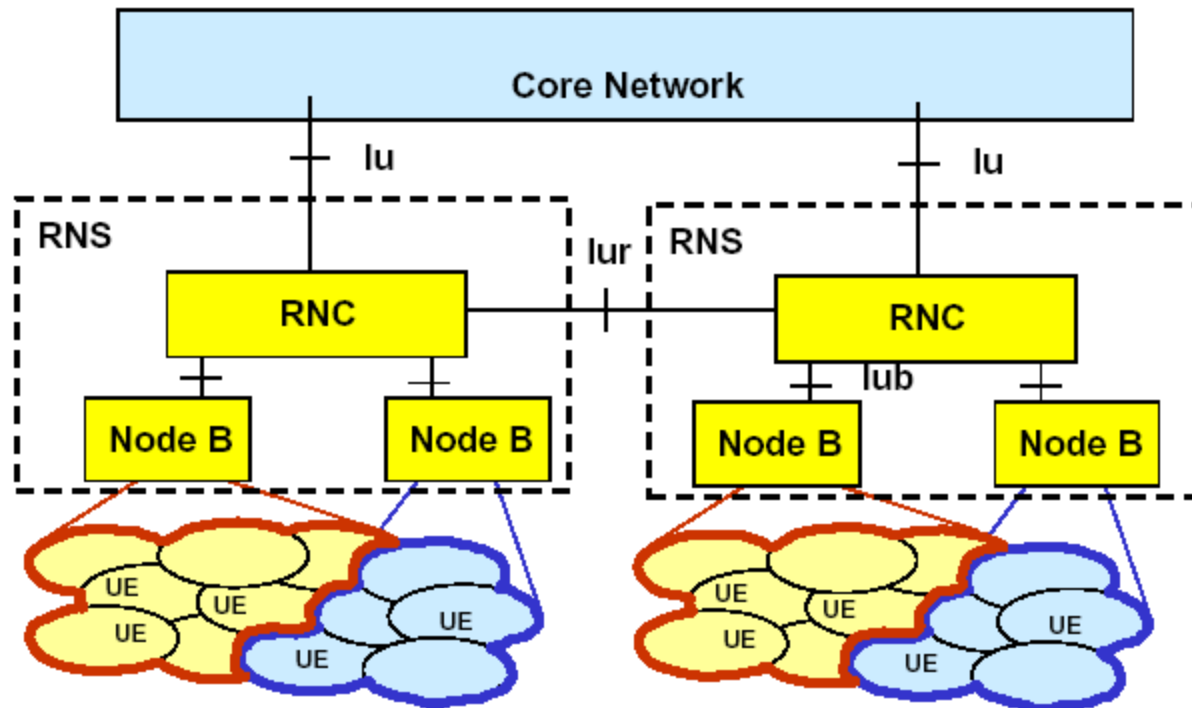
- ✓ Se si considera separatamente la comunicazione tra elementi separati della rete è possibile considerare i *connection stratum*
 - L'*access stratum* racchiude le comunicazioni tra terminale e RAN
 - Il *non access stratum* racchiude ad es. le comunicazioni di signaling tra USIM e CORE network





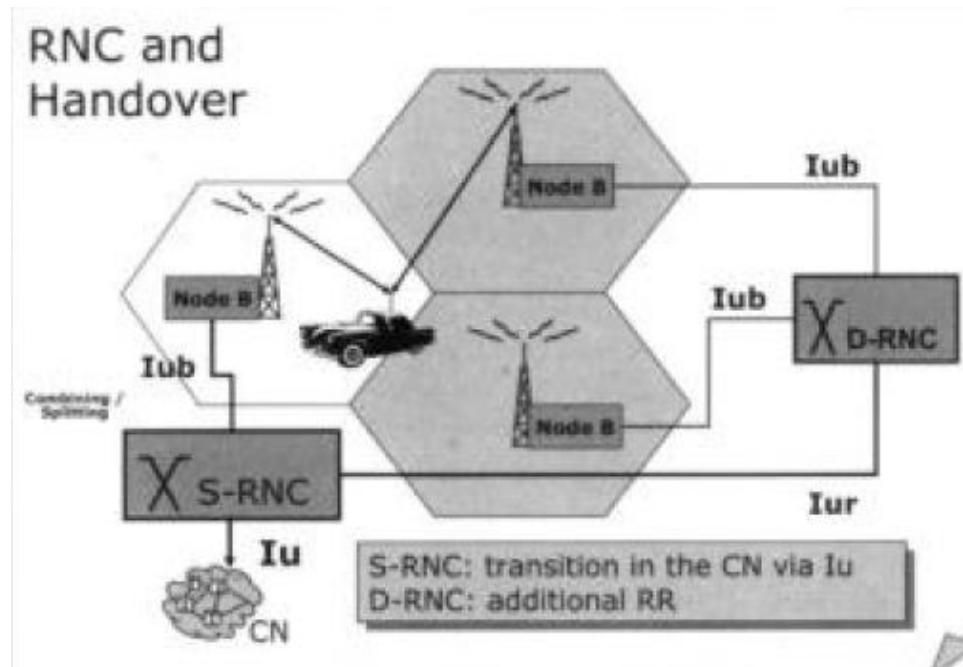
Architettura dell'UTRAN

- ✓ RNS: Radio Network Subsystem
 - RNC: Radio Network Controller (assimilabile al BSC per il GSM)
 - Node B: Entità che sovrintende al funzionamento di un insieme di celle, eventualmente con interfaccia radio diversa (assimilabile alla BTS per il GSM)



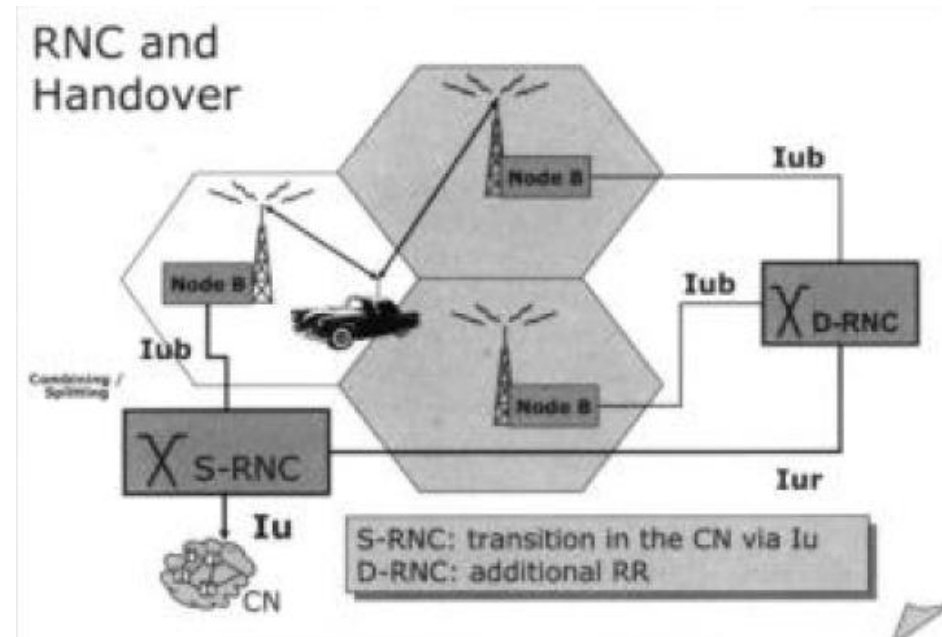
Handover

- ✓ La RNC sulla **sinistra** controlla la connessione dell'utente e viene chiamata perciò "**Controlling RNC**"
- ✓ Se l'UE si avvicina al bordo della cella gestita dall'altro RNC, avviene un "soft" handover.
- ✓ l'UE viene gestito da entrambi i Node B



Handover

- ✓ Il primo RNC (SRNC) comunica col secondo (DRNC) mediante un'apposita interfaccia (Iur)
- ✓ È compito del SRNC combinare i dati trasmessi dal UE in **uplink**
- ✓ Per il **downlink** l'SRNC spedisce una copia dei dati in arrivo dal CN alla DRNC (splitting) che li inoltra al suo node-B e quindi al UE
- ✓ Il ruolo del primo Node B diminuisce gradatamente via via che il terminale arriva all'interno dell'area di competenza del nuovo RNC, fino a che la comunicazione con il primo può essere terminata.





Architettura dell'interfaccia radio

- ✓ L'interfaccia radio può essere suddivisa in tre livelli:
 - il livello Fisico (o livello 1);
 - il livello Data Link (o livello 2);
 - il livello Network (o livello 3).
- ✓ I livelli sono concepiti con una divisione in due piani: il piano di controllo (informazione di segnalazione) e il piano d'utente (informazione derivante dal servizio d'utente).
- ✓ Poichè i livelli 1 e 2 offrono una base di trasporto sia alla segnalazione sia all'informazione d'utente, sono disposti trasversalmente rispetto ai piani di Controllo e d'Utente.



Power control

- ✓ Un aspetto fondamentale dell'UMTS è che utilizzando CDMA è necessario tener conto costante delle potenze in gioco
- ✓ Node B e UE monitorano costantemente le potenze e mediante cicli sincronizzati, sia in FDD mode e TDD mode, cercano di ottimizzarsi
- ✓ Lo standard UMTS definisce delle procedure per le quali la potenza viene controllata 1.500 volte al secondo



Interferenze

- ✓ Intracell
 - È dovuta a terminali all'interno della cella (Multiple access interference)
- ✓ Intercell
 - È dovuta alle celle adiacenti
- ✓ Si considera il C/I (Carrier to Interference Ratio)
 - Solitamente $\text{lintra} \gg \text{linter}$



Cell breathing

- ✓ Uno specifico C/I ratio deve essere mantenuto per assicurare una qualità di servizio soddisfacente
- ✓ L'aumento istantaneo di traffico induce un aumento delle interferenze
- ✓ La copertura della cella si restringe e si espande a seconda del traffico: “respira”



Livello Fisico: dati salienti

	FDD	TDD
Tecnica di accesso	W - CDMA	TD - CDMA
Chip Rate	3.84 Mchip/s	
Canalizzazione	4.4 – 5 MHz	
Durata di trama	10 ms	
N. di slot per trama	15	
Modulazione	downlink: QPSK	downlink: QPSK
	uplink: dual code BPSK	uplink: QPSK
Velocità di trasmissione dell'informazione	Variabile (ogni trama). Velocità diverse possono essere ottenute variando lo spreading factor, oppure assegnando più codici al segnale oppure (nel solo caso TDD) affasciando più time slot.	



Livello Fisico: dati salienti

✓ FDD

- ✓ Bande Up (1920-1980) e Down (2110-2170) accoppiate (30 canali a 5MHz)
- ✓ Spreading Factors
 - ✓ 4-256 uplink (960-15 ksymb/s)
 - ✓ 4-512 downlink (960-7.5 ksymb/s)

✓ TDD

- ✓ bande disaccoppiate (1900-1920 e 2020-2025)
- ✓ Spreading factor: 1-16 (3840-240 ksymb/s)

Worldwide: 3G – UMTS 850 / 900 / 1700 / 1900 / 2100 MHz

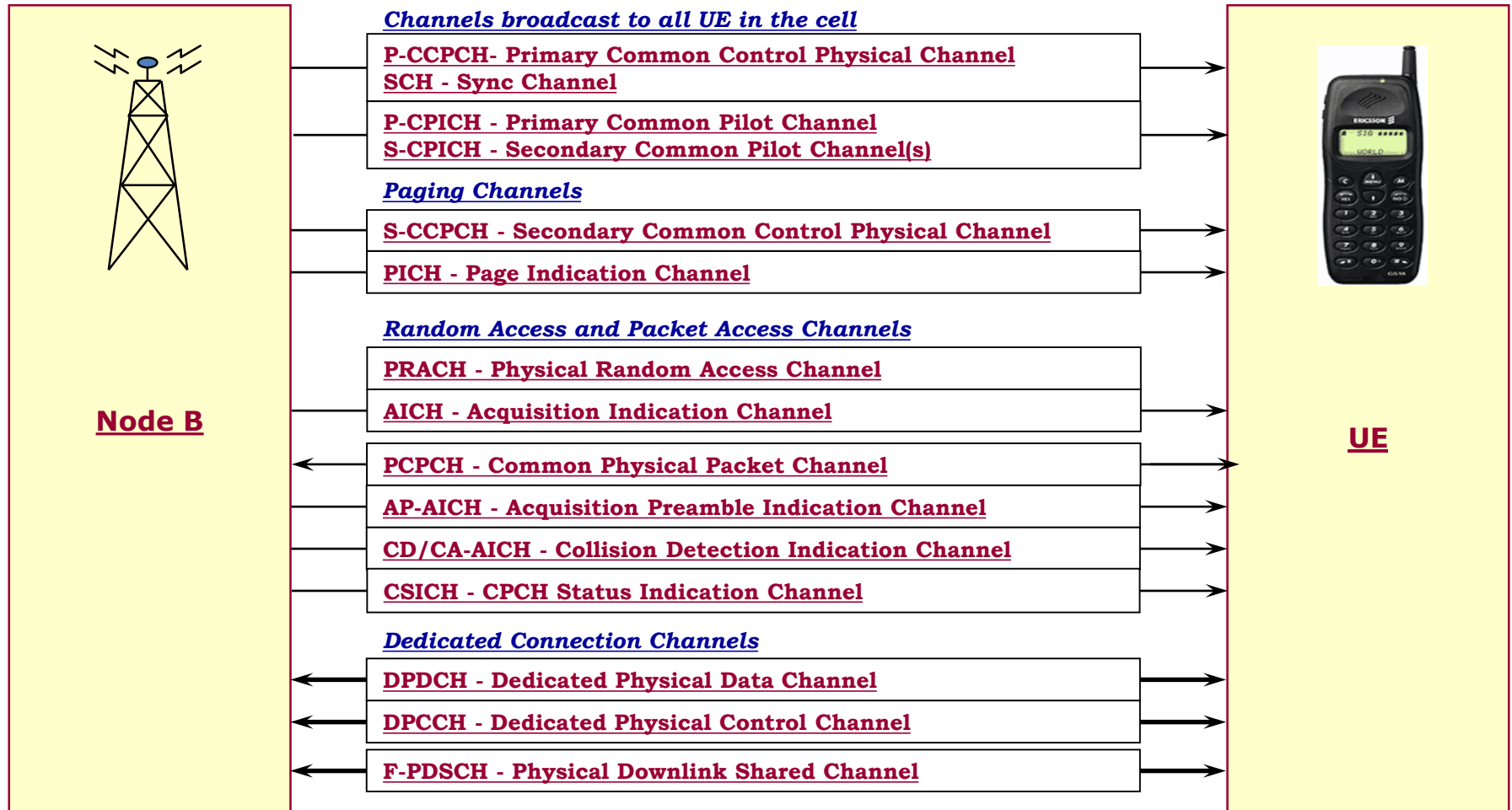


Livello Fisico: dati salienti

- ✓ Lo “spreading” del segnale è ottenuto con i codici di canalizzazione (Orthogonal Variable Spreading Code – OVSC), studiati in modo da mantenere l’ortogonalità anche con spreading differenti
- ✓ La distinzione degli utenti e dei Node B avviene attraverso codici di “scrambling” tratti da sequenze di Gold di lunghezza 2^{12}



Canali Fisici





Mapping tra canali di livello differente

