

Università di Genova
Facoltà di Ingegneria

*Architetture e Protocolli
per Reti Wireless*

3. Reti Radio-mobili Cellulari
3.4 UMTS

Prof. Raffaele Bolla



Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

La storia

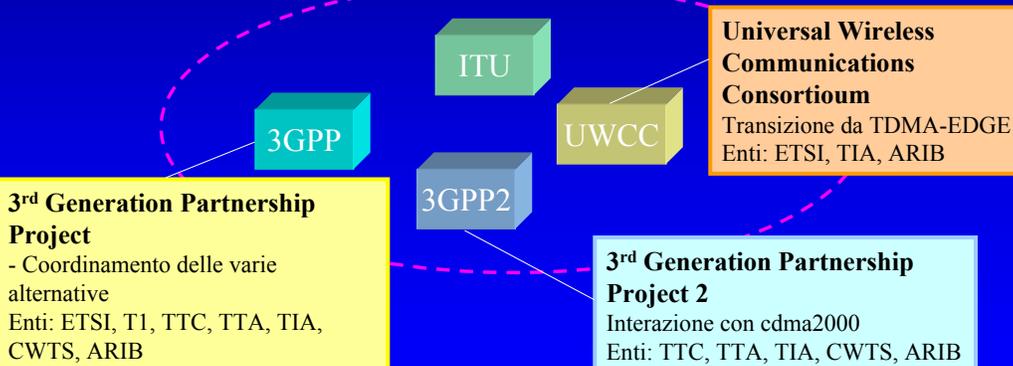
- Nel 1985 viene fondato il primo gruppo di lavoro su un futuro sistema di comunicazione mobile:
 - FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunications System);
 - la definizione del GSM non era ancora stata completata!
 - obiettivi:
 - » interoperabilità globale;
 - » compatibilità 2G;
 - » terminali piccoli e leggeri;
 - » integrazione con reti ISDN;
 - » copertura globale (componenti terrestri e satellitari);

La storia

- problematiche:
 - » interoperabilità: diverse regolamentazioni nazionali;
 - » compatibilità: presenza di standard molto diversi.
- Nel 1997 il sistema cambia nome: **IMT-2000** (*International Mobile Communications-2000*).
- Nel 1998 vengono presentate 17 proposte di standard
 - alcune rappresentavano una evoluzione di specifici sistemi 2G (EDGE, DECT);
 - tutte sono state accettate!

Gli enti di standardizzazione

- FPLMTS nasce in ambito ITU.
- Successivamente diversi enti entrano a far parte del processo di standardizzazione:



IMT-2000 – I servizi

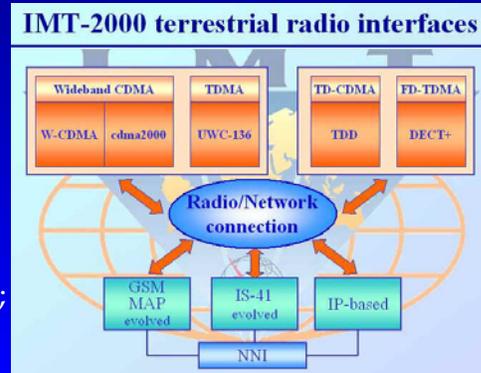
- Lo slogan di IMT-2000 era quello di volere un sistema in cui valesse la regola delle quattro “a”
 - *anywhere, anytime, anytype e anyvolume*;
 - qualsiasi tipo di servizio sempre e dovunque.
- Introduzione dei servizi “location based”
 - indicazioni di viabilità (cartine, direzioni, orari mezzi pubblici), di utilità (servizi commerciali), ricreative (turismo, video-on-demand).
- Il punto cardine è rappresentato dai servizi dati e multimediali
 - è necessario superare le limitazioni di banda dei sistemi di seconda generazione.

IMT-2000 – I servizi

- Servizi di trasporto
 - servizi a commutazione di circuito (voce e audio);
 - servizi a commutazione di pacchetto;
 - servizi a banda larga
 - » servizi interattivi (interrogazioni, messaggistica, conversazioni),
 - » servizi distributivi.
- Teleservizi
 - voce, fax, teleconferenza, servizi *broadcast*, tele-shopping, posta elettronica.
- Servizi supplementari
 - identificazione chiamante, comunicazione multipla, gruppi chiusi, inoltro chiamata.

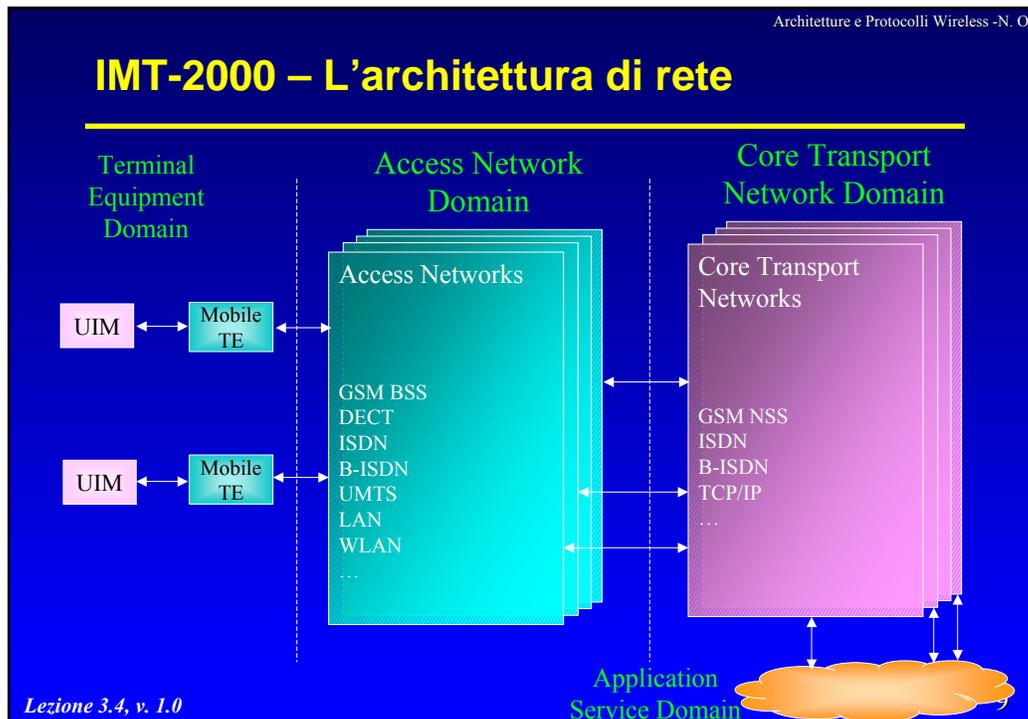
IMT-2000

- L'IMT-2000 propone un insieme di standard
 - evoluzione delle tecnologie 2G.
- **cdma-2000**
 - multicarrier CDMA: l'estensione della capacità trasmissiva avviene utilizzando più portanti per utente;
 - evoluzione di IS-95.
- **W-CDMA o UTRA**
 - UMTS Terrestrial Radio Access;
 - evoluzione delle tecniche TDMA.



IMT-2000 – L'architettura di rete

- L'architettura di riferimento IMT-2000 identifica 5 segmenti principali
 - l'utente, con un proprio modulo di accesso (USIM);
 - il terminale utente;
 - la rete di accesso, composta da architetture ed interfacce sia di rete fissa che mobile (terrestre o satellitare);
 - la rete di trasporto (*core network*), a commutazione di circuito o di pacchetto, una rete intelligente;
 - la rete di servizio, fornisce i contenuti da trasferire all'utente alla rete di trasporto.



Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

IMT-2000 – Le velocità di trasmissione

- Dalla teoria dell'informazione, la velocità massima di trasmissione è proporzionale:
 - alla banda disponibile;
 - al rapporto segnale/rumore (potenza di trasmissione).
- La banda di solito è limitata da considerazione di natura non tecniche.
- La potenza di trasmissione è limitata
 - dalla presunte interazioni con l'organismo umano;
 - dalla durata delle batterie.
- La mobilità disturba ulteriormente la trasmissione.

Lezione 3.4, v. 1.0

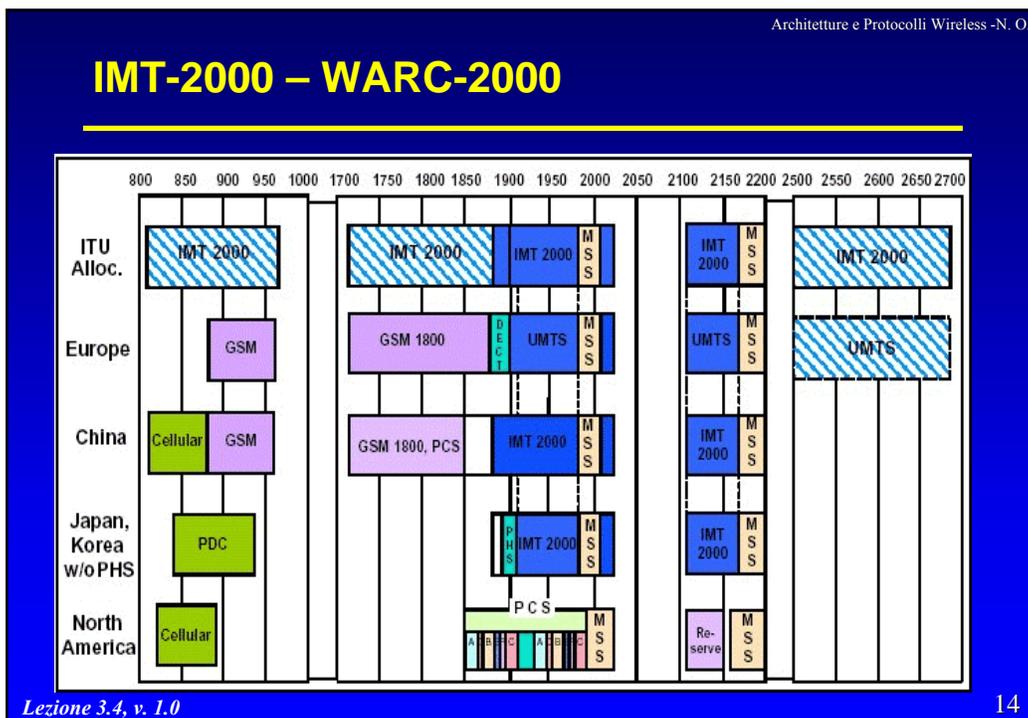
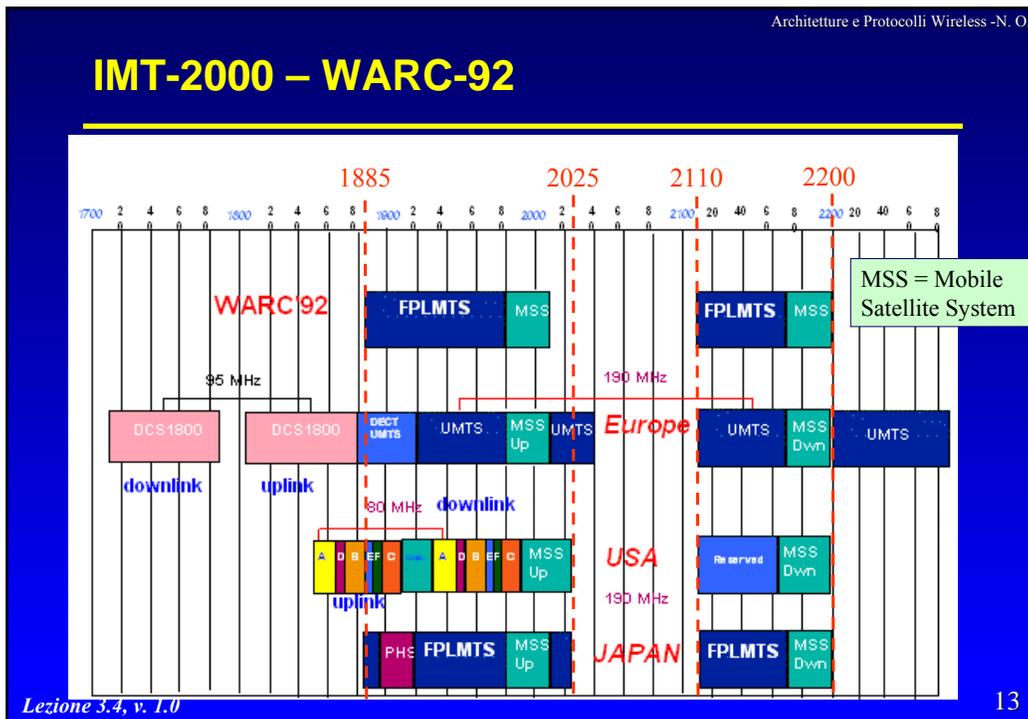
10

IMT-2000 – Le velocità di trasmissione

- Vengono individuati tre scenari tipici:
 - macro celle (aree rurali);
 - » velocità di spostamento elevatissime (fino a 500 Km/h);
 - » massimo tasso di trasmissione: 144 kbps;
 - micro celle (aree urbane)
 - » velocità pedestri o veicolari “lente”;
 - » massimo tasso di trasmissione: 384 kbps;
 - pico celle (ambienti interni)
 - » mobilità sostanzialmente nulla;
 - » massimo tasso di trasmissione: 2 Mbps.

IMT-2000 – Frequenze allocate

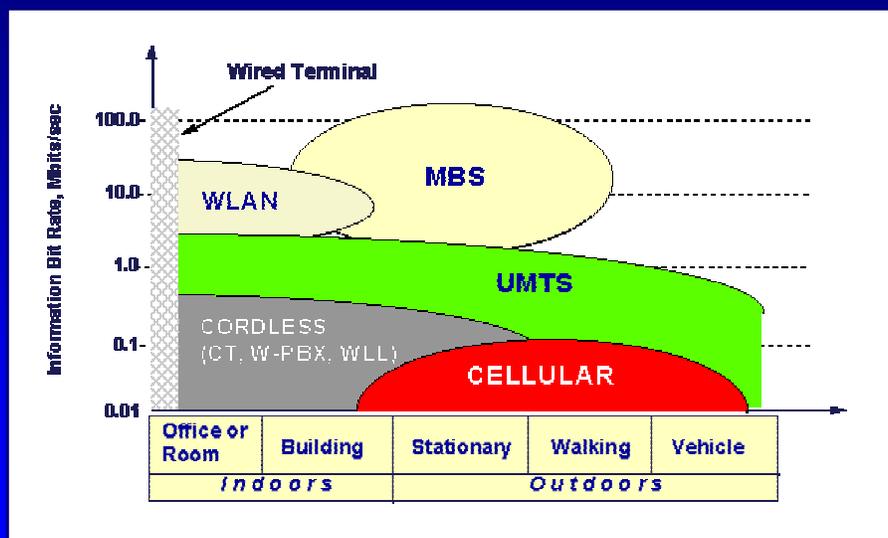
- La *World Administrative Radio Conference (WARC-92)* ha individuato 230 MHz per le comunicazioni IMT-2000
 - 155 MHz per comunicazioni terrestri e 75 per comunicazioni satellitari.
- Le bande assegnate non sono immediatamente disponibili in tutto il mondo
 - i sistemi 3G devono coesistere con eventuali altri sistemi già presenti.
- Nella conferenza WARC-2000 sono state riservate ulteriori frequenze, da rendere disponibili nel medio-lungo periodo (2005-2008)
 - la banda totale risulta di circa 500 MHz.



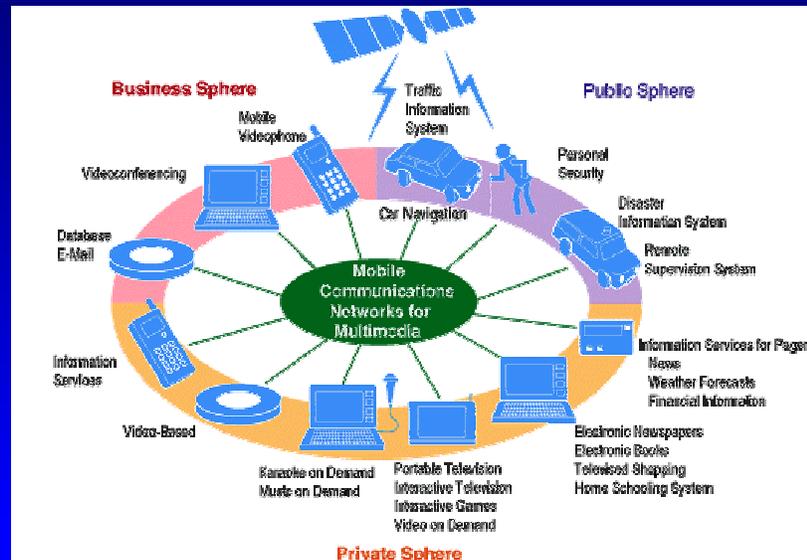
Universal Mobile Telecommunications System

- L'UMTS è stato sviluppato da 3GPP
 - rappresenta una delle soluzioni in ambito IMT-2000;
 - nasce come evoluzione del GSM verso le rete 3G.
- Fino alla sua completa realizzazione, l'UMTS coesisterà con le reti GSM (EDGE e GPRS).

L'UMTS e le altre tecnologie wireless



Le potenzialità multimediali dell'UMTS



Lezione 3.4, v. 1.0

17

Le classi di servizio

- Classe conversazionale
 - conversazioni in tempo reale tra utenti;
 - ritardi bassi e costanti.
- Classe streaming
 - servizio unidirezionale;
 - ritardo costante per visione fluida senza interruzioni.
- Classe interattiva
 - accesso a dati ed elaboratori remoti (telnet);
 - latenza di attraversamento della rete bassa.
- Classe background
 - accesso a dati remoti da scaricare;
 - vincoli relativi al servizio percepito dall'utente.

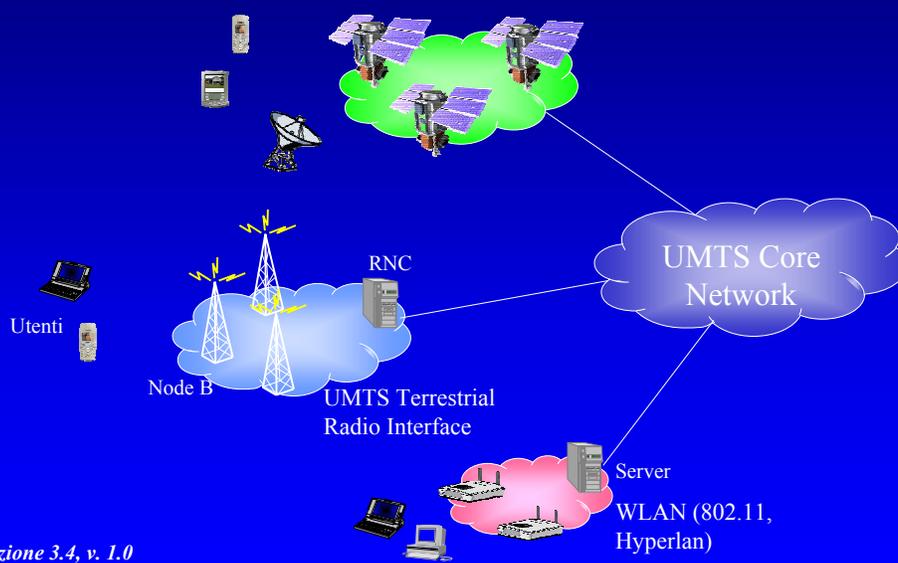
Lezione 3.4, v. 1.0

18

Le release UMTS

- Per raggiungere un consenso globale 3GPP sta introducendo l'UMTS in fasi e release annuali
 - UMTS Rel. '99 (R3) definisce gli aggiornamenti e gli sviluppi per la rete GSM esistente;
 - UMTS Rel. '00 (R4) introduce ulteriori aggiornamenti (TD-CDMA e EDGE);
 - UMTS R5 (2002), servizi tradizionali su IP (SIP, VoIP);
 - UMTS R6 (2004), ottimizzazione della trasmissione di voce su infrastruttura a pacchetto.
- L'evoluzione è partita da una tecnica di trasporto ATM per poi orientarsi verso IP (versioni 4 e 6).

L'architettura UMTS



I terminali utenti

- Le USIM sono molto simili alle SIM GSM
 - supportano i profili utente;
 - consentono l'aggiornamento di informazioni direttamente via radio;
 - autenticazione dell'utente;
 - funzionalità di sicurezza;
 - *download* sicuro di nuove applicazioni.
- UMTS non pone vincoli alle funzionalità dei terminali utenti.
 - sono la controparte aerea del Node B.
- Vengono utilizzate molte informazioni GSM:
 - IMSI, TMSI, P-TMSI, MSISDN, IMEI.

Le interfacce radio – UTRA

- Node B:
 - trasmissione/ricezione sull'interfaccia radio;
 - modulazione/demodulazione;
 - codifica di canale CDMA;
 - gestione degli errori;
 - controllo di potenza ad anello chiuso.
- Radio Network Controller (RNC):
 - controllo delle risorse radio e allocazione dei canali;
 - controllo d'accesso;
 - controllo degli handover;
 - segmentazione/riassemblaggio;
 - segnalazione broadcast;
 - controllo di potenza ad anello aperto.

Le interfacce radio – UTRA

- La tecnologia CDMA Wideband è stata scelta per l'interfaccia radio UMTS.
- WCDMA è una tecnica DSSS nella cui i codici derivano da sequenze quasi-random.
- Il fattore di *spreading* è variabile
 - permette di essere adattato alle condizioni del canale e alla bitrate dell'utente.
- Protezione degli errori
 - codifica convoluzionale;
 - codifica di Reed-Solomon + interleaving;
 - turbo codici.

Le interfacce radio – UTRA

- Due modalità operative:
 - UTRA-FDD (o W-CDMA, in senso stretto): canali simmetrici per uplink e downlink appaiati con modalità FDD
 - » ottimizzato per celle di grandi dimensioni;
 - UTRA-TDD (o TD-CDMA): canali multiplati nella stessa trama
 - » ottimizzato per la copertura di micro e pico celle.

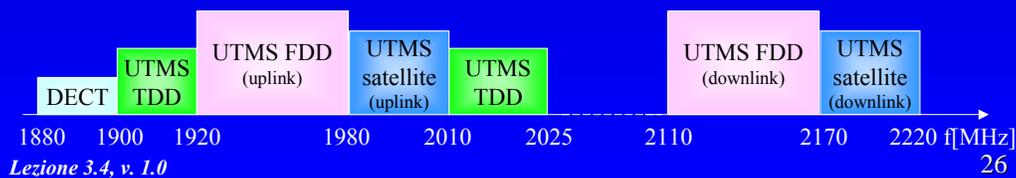


L'interfaccia radio

- Lo spettro a disposizione viene diviso in canali di 5 MHz (possono essere ridotti fino a 4.4).
- La velocità di trasmissione è di 3.84 Mchip/s.
- L'informazione su ciascun canale è organizzata in trame
 - durata 10 ms;
 - divise in 15 slot.

L'utilizzo delle frequenze

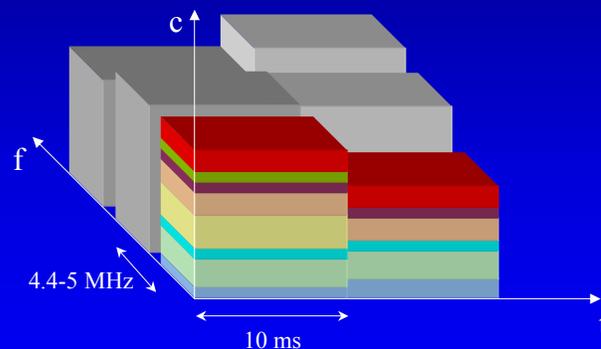
- La banda riservata è asimmetrica
 - l'utilizzo di bande appaiate porterebbe ad un utilizzo non ottimale delle risorse;
 - un *Frequency Division Duplex* (FDD) è la soluzione migliore per i servizi simmetrici;
 - un *Time Division Duplex* (TDD) è più efficiente per i servizi asimmetrici.
- La banda è divisa in porzioni di 5 MHz.



L'interfaccia radio

- Ogni slot trasporta 2560 chip
 - $\text{bit trasmessi} \times \text{fattore di allargamento (spreading factor)}$;
 - il fattore di allargamento è quindi da scegliersi inversamente proporzionale alla bit rate desiderata.
- Diversi flussi possono essere trasportati su canali diversi, a velocità differenti.
- La velocità massima è 2 Mbps.
- La modulazione è una QPSK (*Dual Code BPSK* per il canale *uplink* nel caso FDD).

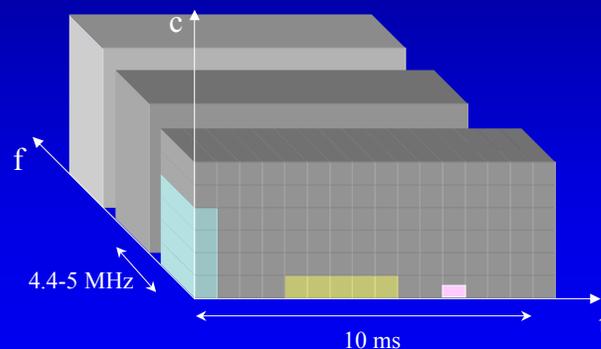
UTRA – FDD



Frequency Division Duplex

- Per ogni diversa frequenza possono essere utilizzati fino a 256 diversi codici
 - è ragionevole che il numero di utenti attivi contemporaneamente sia minore.
 - lo stesso utente può utilizzare più codici con lo stesso *spreading factor*.
- *Spreading factor* utilizzabili: 4,...,256.
- Le diverse slot all'interno della trama vengono utilizzate per trasportare diversi canali logici.

UTRA – TDD



Time Division Duplex

- Le slot possono venire allocate per *downlink* o *uplink*
 - soluzione ottima per traffico asimmetrico.
- Fino a 16 diversi codici possono essere utilizzati per ogni singola slot
 - *spreading factor*: 1,...,16.
- Diverse velocità di trasmissione
 - multislot;
 - multicode;
 - *spreading factor*.

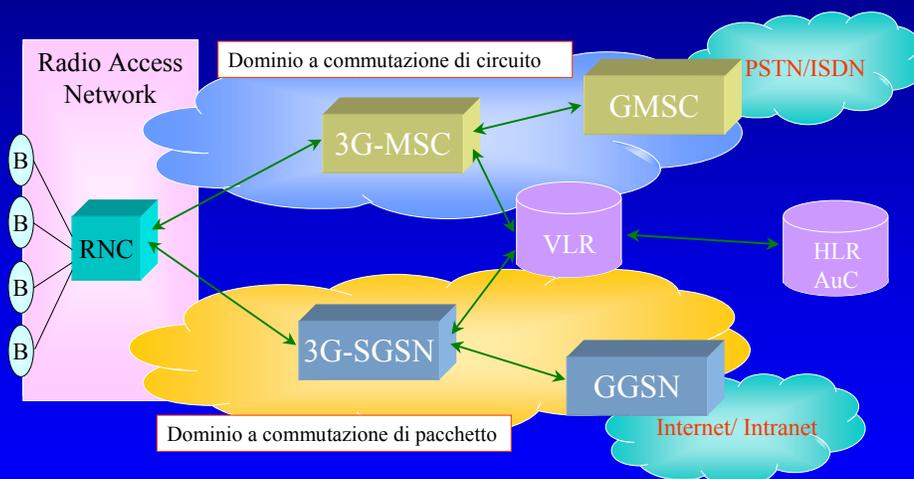
Canali UMTS

- L'UMTS identifica tre tipologie di canali:
 - *canali logici*
 - » specificano il tipo di informazione da trasmettere;
 - » sono gestiti dal MAC per offrire servizi al RLC;
 - *canali di trasporto*
 - » specificano le modalità di trasporto;
 - » rappresentano i servizi offerti a livello superiore;
 - » definiti a livello 1;
 - *canali fisici*
 - » definiscono i parametri del trasporto (codice, frequenza, intervallo temporale).

Canali UMTS

- L'insieme dei canali serve per trasportare
 - informazione necessaria alla stima del canale
 - » deve essere trasmessa con continuità all'interno dei dati;
 - informazione di sistema
 - » da diffondere periodicamente per l'aggancio alla rete;
 - dati utente
 - » brevi trasmissioni sporadiche (SMS);
 - » trasmissioni sporadiche con quantità di dati non trascurabili;
 - » trasmissioni di quantità considerevoli di informazioni o servizi continuativi (voce);
 - informazioni di controllo
 - » legate allo specifico servizio.
- I canali logici sono sostanzialmente gli stessi del GSM.

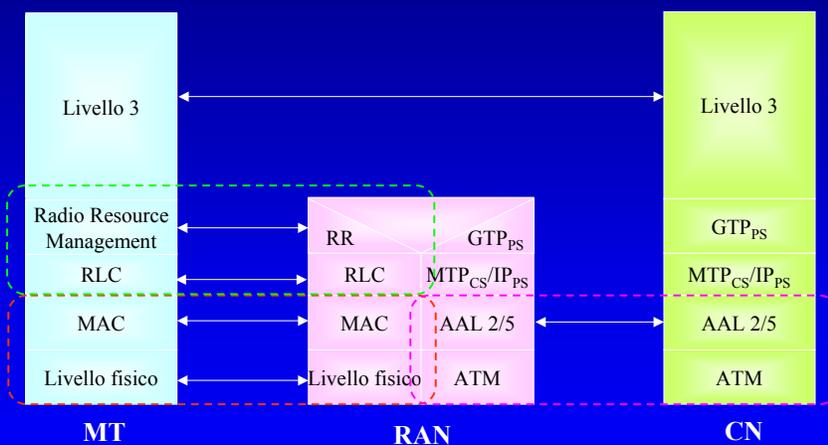
La Core Network – R99/R4



La Core Network – R99/R4

- Nella Release '99 la Core Network si appoggiava alle infrastrutture esistenti
 - gli MSC devono essere aggiornati per effettuare le nuove operazioni richieste (3G-MSC).
- A livello di trasporto si utilizza ATM
 - permette alla rete di fornire garanzie di QoS;
 - AAL2 nel dominio a commutazione di circuito
 - » permette di aggregare più flussi;
 - AAL5 nel dominio a commutazione di pacchetto
 - » trasporta una versione modificata del GTP,
 - » consente la frammentazione dei pacchetti.

Achitettura protocollare R99/R4



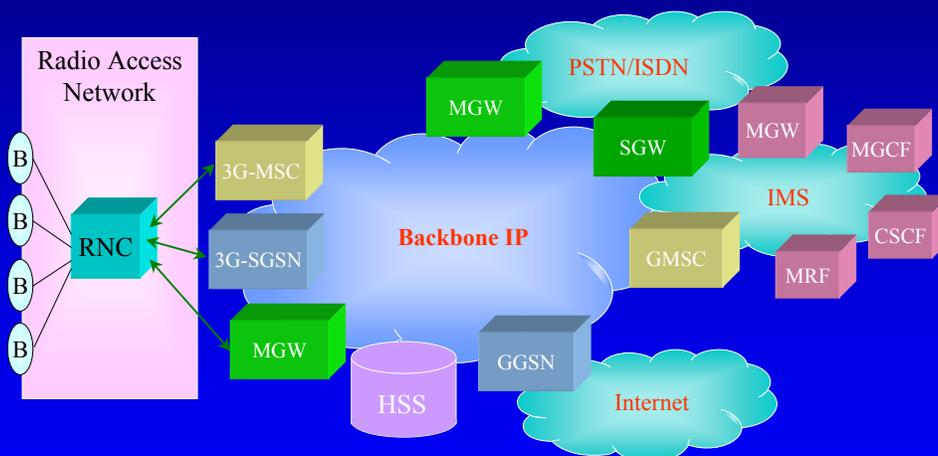
La Core Network – R5

- Le release successive sono orientate verso la commutazione di pacchetto (IMS, *IP Multimedia Service*)
 - possibilità di sfruttare le applicazioni basate su IP;
 - modello di Internet:
 - » struttura di trasporto distribuita legata da un insieme di protocolli di interconnessione comuni,
 - » applicazioni lasciate alla abilità ed alla fantasia dei singoli.
- Le funzionalità dei nodi sono riviste
 - l'MSC gestisce esclusivamente la segnalazione, il traffico viene smaltito dai *Media Gateway* (MGW);
 - vengono introdotti nuovi nodi con il compito di gestire le chiamate nella rete a pacchetto (*Call State Control Functions*, CSCF)

Lezione 3.4, v. 1.0» dialogano tra loro mediante SIP e con l'esterno con H.248.

37

La Core Network – R5



Lezione 3.4, v. 1.0

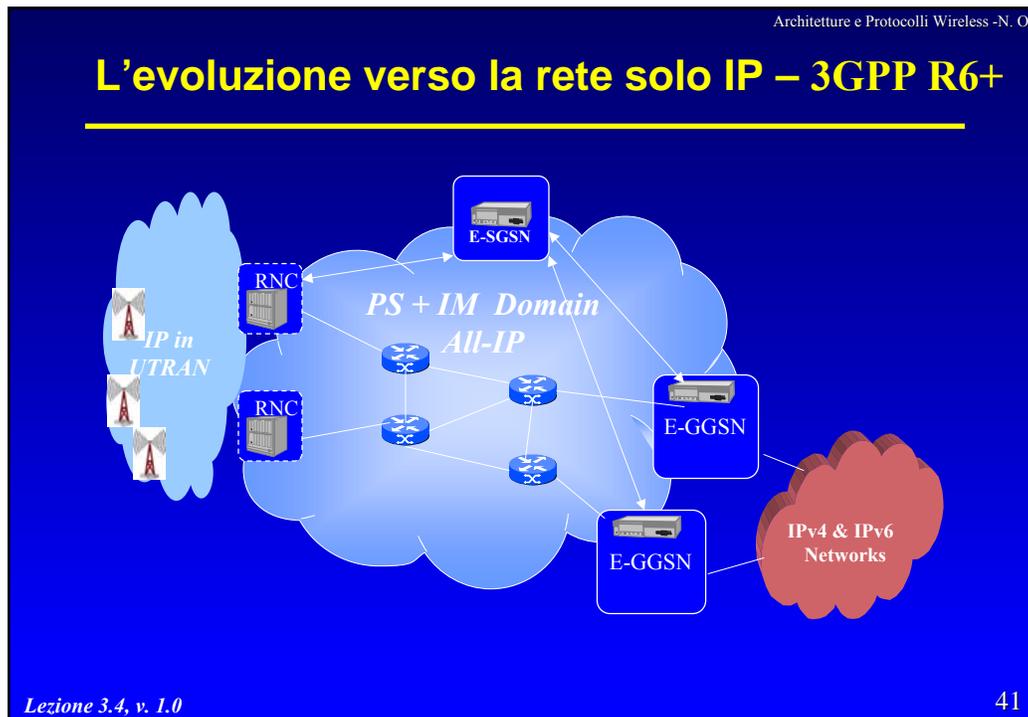
38

La Core Network – R5

- HSS (*Home Subscriber Server*): base di dati di riferimento per l'utente; sostituisce ed integra le funzioni dell'HLR.
- CSCF: gestisce la fase di controllo della sessione.
- SGW (*Signalling Gateway*); conversione tra la segnalazione SS7 e quella su IP.
- MGW (*Media Gateway*): conversione del formato dei media.
- MGCF (*Media Gateway Control Function*): controlla le chiamate di uno specifico MGW, converte la segnalazione (ISUP/SIP) ed interagisce con il CSCF.
- MRF (*Media Resource Function*): gestisce le chiamate multi-utente e conferenze multimediali.

La Core Network – R6

- IMS fase 2: integrazione con IP anche nella parte di accesso a larga banda
 - xDSL, WLAN.
- Convergenza dei servizi di rete fissa e mobile
 - conversione di tutto il traffico a commutazione di circuito in traffico IP.
- QoS su IP.



Architetture e Protocolli Wireless -N. O.

Coesistenza con il GSM

- La struttura di rete fissa iniziale dell'UMTS sfrutta l'infrastruttura GSM esistente.
- La possibilità di handover verso il GSM consente di avere da subito una copertura globale.
 - sono necessari terminali "dual standard";
 - lo standard UMTS consente al terminale di reperire informazioni dalla rete GSM mentre funziona come UMTS
 - » la compatibilità è stata creata a livello di multitrama;
 - ogni sistema deve diffondere informazioni riguardanti le frequenze/codici dell'altro.

Lezione 3.4, v. 1.0 42

