



12 giugno 2015

---

## Scheda informativa UMTS

# Universal Mobile Telecommunications System

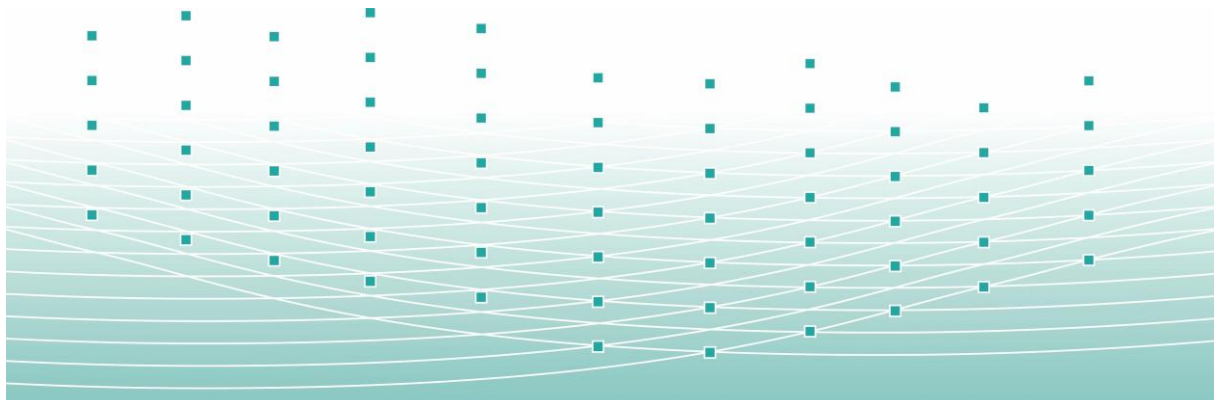
---

### Sintesi

Nel 2002 con la costruzione delle reti di telefonia mobile UMTS, è stata lanciata la radiocomunicazione dati mobile. Le velocità di trasmissione dati fino a 2 MBit/s sono divenute così realtà. L'UMTS è uno standard di radiocomunicazione mobile di terza generazione (3G), successivo al sistema di seconda generazione GSM (*Global System for Mobile Communications*), impiegato soprattutto per la trasmissione vocale. L'UMTS ricorre alla procedura di trasmissione WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) con una larghezza di banda del canale di 5 MHz.

La maggior parte del traffico dati nelle reti mobili viene oggi gestita con la tecnica UMTS/HSPA+ (*Evolved High Speed Packet Access*). Sviluppato sulla base dell'UMTS, l'HSPA è stato introdotto dal 2010. Grazie al potenziamento dei sistemi di modulazione, all'aggregazione di più canali, a una migliore gestione dei codici di canale e ai sistemi di antenne multiple (MIMO), dallo standard UMTS si è potuto trarre più di quanto inizialmente previsto. Attualmente il turbo dati UMTS/HSPA+ permette, in teoria e in condizioni di propagazione ottimali, velocità fino a 21 MBit/s per utente con un unico canale (larghezza di banda di 5 MHz). Con sistemi di antenne multiple addirittura il doppio.

A lungo termine, l'UMTS/HSPA+ sarà sostituito o completato dal più moderno sistema LTE (*Long Term Evolution*), dapprima nelle aree con un'elevata densità della popolazione. I due sistemi LTE e UMTS/HSPA+ continueranno a coesistere ancora per diverso tempo, anche perché l'UMTS/HSPA+ garantisce un'ottima copertura anche nelle regioni di montagna.



## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Tecnologia</b> .....	<b>2</b>
2.1	Interfaccia radio .....	2
2.2	MIMO .....	4
2.3	<i>Multi-Cell (Multi-Carrier – tecnica multifrequenza)</i> .....	4
2.4	Velocità di trasmissione dati .....	4
<b>3</b>	<b>Reti</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Servizi</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Concessioni UMTS in Svizzera</b> .....	<b>8</b>
	<b>Abbreviazioni</b> .....	<b>10</b>
	<b>Referenze</b>	
	Bibliografia.....	10

## 1 Introduzione

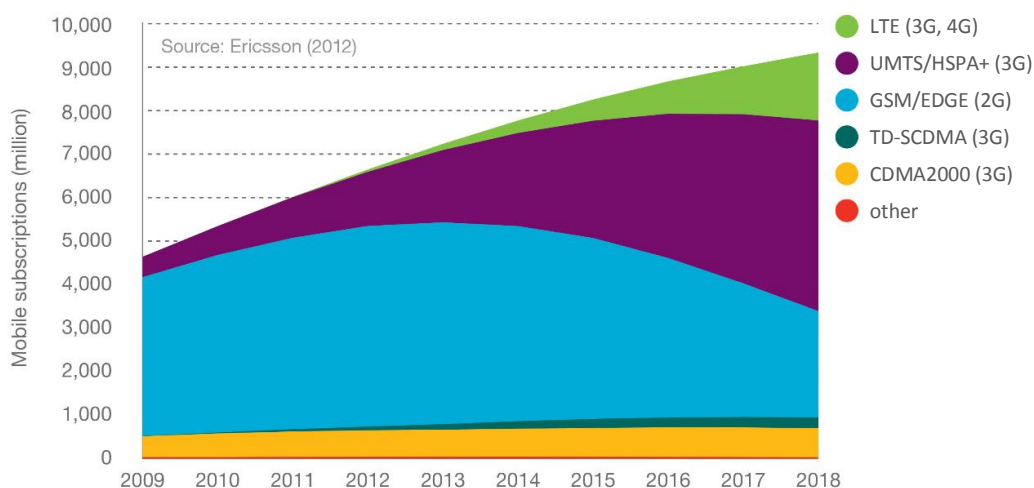
Al fine di soddisfare i bisogni in quanto a velocità di trasmissione dati e di maggiore efficienza dello spettro, già a partire dal 1992 l'Unione internazionale delle telecomunicazioni (UIT) ha elaborato le condizioni generali per un nuovo sistema di radiocomunicazione mobile successivo al GSM. Queste esigenze minime sono state pubblicate sotto la denominazione di IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications of the year 2000*). Comunemente i sistemi IMT-2000 sono conosciuti anche come sistemi 3G, ossia sistemi di terza generazione. L'UMTS fa parte di questo gruppo IMT-2000, come pure i sistemi CDMA2000 e Mobile WiMAX, entrambi sviluppati negli Stati Uniti.

Inizialmente l'UMTS è stato sviluppato in Europa, ma ben presto alcuni importanti Paesi non europei (Stati Uniti, Cina, Giappone e Corea) hanno incominciato a interessarsi a questo sistema e hanno partecipato attivamente alla sua normalizzazione. Oggi l'UMTS, come pure gli altri importanti sistemi di radiocomunicazione mobile GSM/EDGE e LTE, è sostenuto e sviluppato ulteriormente dall'ente di standardizzazione mondiale per la radiocomunicazione mobile 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*). L'istituto europeo delle norme di telecomunicazione (ETSI) è un partner del 3GPP.

Con l'introduzione sul mercato dello standard di radiocomunicazione mobile UMTS nel 2002, è stata lanciata la radiocomunicazione dati mobile che ha permesso di raggiungere velocità massime di trasmissione dati di 2 MBit/s, generalmente 384 kBit/s per utente.

Con l'UMTS/HSPA+, un ulteriore sviluppo dell'UMTS, sono possibili, in teoria e in condizioni di propagazione ottimali, velocità fino a 21 MBit/s per utente con un unico canale (larghezza di banda di 5 MHz). Attualmente l'UMTS/HSPA+ è di gran lunga la tecnologia di radiocomunicazione mobile 3G più diffusa. In tutto il mondo nel 2014, circa il 26 per cento degli utenti ha comunicato grazie a questa tecnica. Ovum stima che nei prossimi anni questa fetta di mercato aumenterà ancora per raggiungere il 42 per cento nel 2020.

La figura sottostante illustra l'evoluzione del numero di utenti in funzione delle tecnologie di radiocomunicazione mobile più importanti.



**Figura 1:** Evoluzione del numero di utenti a seconda delle diverse tecnologie di radiocomunicazione mobile

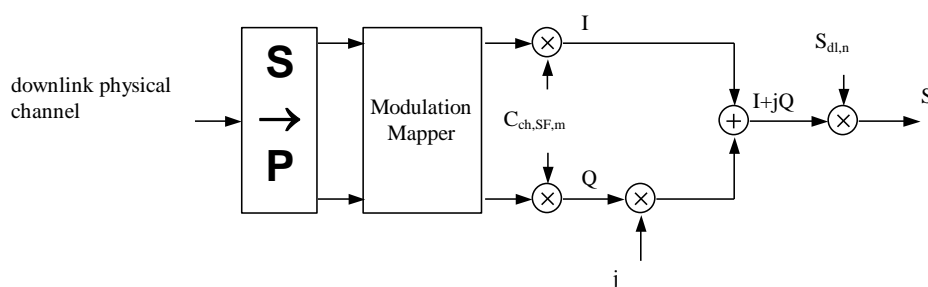
TD-SCDMA è la variante cinese dell'UMTS e il CDMA2000 è un sistema di radiocomunicazione mobile americano realizzato principalmente nell'America del Nord e in parti dell'Asia e dell'Africa.

L'UMTS/HSPA+ è stato introdotto nella maggior parte dei Paesi di tutto il mondo. Purtroppo per ragioni storiche, nelle diverse regioni del mondo vengono impiegate frequenze diverse. In Europa per l'UMTS/HSPA+ si utilizzano quasi esclusivamente le bande 2,1-GHz e 900-MHz (qui ancora assieme al GSM), nell'America del Nord invece le bande 850-MHz e 1900-MHz. Il roaming non è quindi garantito in ogni caso.

## 2 Tecnologia

### 2.1 Interfaccia radio

L'interfaccia radio permette la comunicazione senza filo tra il terminale (cellulare) e la stazione di base. Su questa interfaccia radio, per l'UMTS viene utilizzato un metodo di trasmissione completamente nuovo rispetto al GSM, ossia il WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*). Il WCDMA è una procedura che permette a tutti gli utenti di una rete di comunicare sulla stessa frequenza. I singoli canali sono separati tramite un codice, che viene attribuito a ciascun utente quando viene stabilito il collegamento. Nella figura seguente la procedura è rappresentata schematicamente [1]:



**Figura 2: Preparazione del WCDMA in downlink**

I bit da inviare (*downlink physical channel*) per l'utente  $m$  vengono dapprima trasformati in serie e in parallelo (SP) nella stazione di base  $n$ . Dai bit, il *modulation mapper* crea simboli a seconda del tipo di modulazione selezionato (QPSK, 16QAM o 64QAM). Le componenti in fase o in quadratura dei simboli vengono poi moltiplicate (allargate) con il codice di canale per l'utente  $m$  ( $C_{ch,SF,m}$ ). I codici di canale di tutti gli utenti all'interno di una cella sono disposti in modo ortogonale l'uno rispetto all'altro e pertanto non si disturbano. I due segnali allargati I e Q vengono addizionati e successivamente moltiplicati con il complesso codice della cella  $n$  ( $S_{dl,n}$ ). Nella stazione di base, il segnale S che ne risulta viene addizionato e inviato ai segnali per gli altri utenti nella cella. La velocità di trasmissione dei chip dei due codici allargati è di 3,84 Mchips/s. Questa velocità determina la larghezza del canale.  $j$  nella figura rappresenta l'unità immaginaria.

Nel ricevitore del terminale, questo processo viene realizzato nell'ordine inverso per riprodurre i bit richiesti.

Questa procedura distingue completamente l'UMTS da altri sistemi di radiocomunicazione (GSM, LTE, DECT, TETRA, ecc.), in cui i singoli utenti attivi in una cella sono separati gli uni dagli altri tramite frequenze e intervalli di tempo diversi.

Il WCDMA permette di realizzare una rete di radiocomunicazione mobile capillare tramite un unico canale con una larghezza di banda di 5 MHz (il GSM necessita di ca. 9-12 canali, che hanno però un'ampiezza di solo 200 kHz). In ogni cella, questo canale può essere riutilizzato (*reuse 1*). Le singole celle vengono distinte le une dalle altre tramite un codice individuale per ridurre le interferenze tra le celle.

Con il sistema WCDMA, un utente, che si trova al margine di una cella nella zona di copertura di più stazioni di base, può essere servito contemporaneamente da più stazioni di base. I singoli segnali

vengono combinati in modo coerente nel terminale tramite un cosiddetto ricevitore *rake* relativamente semplice. La copertura ai margini della cella può così essere notevolmente migliorata. Questa capacità, chiamata *soft-handover*, garantisce un'ottima copertura territoriale; in questo caso tuttavia a scapito delle risorse in termini di codici e della potenza di emissione delle stazioni di base coinvolte. Questo ricevitore *rake* permette di neutralizzare in modo ottimale anche le riflessioni, createsi sul tragitto di propagazione.

Con l'UMTS la potenza di emissione si adegua costantemente e velocemente, soprattutto in uplink (dall'utente alla stazione di base) ma anche in downlink (dalla stazione di base all'utente), alle condizioni di propagazione (distanza tra l'utente e la stazione di base, ostacoli sul canale di trasmissione, ecc.). La potenza di emissione viene sempre selezionata in modo che sia tanto elevata da permettere una qualità del collegamento sufficiente. I terminali UMTS trasmettono con una potenza molto più bassa rispetto a quanto avviene nei sistemi GSM. Con l'UMTS è importante operare con la potenza di emissione minima necessaria, per evitare di ridurre drasticamente o, nel peggiore dei casi, di paralizzare la capacità della rete.

L'interfaccia radio dell'UMTS prevede due modalità d'esercizio: modalità FDD (*Frequency Division Duplex*) e modalità TDD (*Time Division Duplex*). Nella modalità FDD vengono utilizzate due frequenze distinte per un collegamento, ossia una per il collegamento dell'utente alla stazione di base (uplink) e una per il collegamento della stazione di base all'utente (downlink).

Per contro nella modalità TDD, per un collegamento occorre unicamente una frequenza. L'uplink e il downlink avvengono sulla stessa frequenza, tuttavia in intervalli di tempo diversi. Per la modalità TDD dell'UMTS, l'industria non ha sviluppato alcun apparecchio e probabilmente gli operatori non l'hanno richiesto. Ad eccezione della Cina, dove si è diffusa una variante speciale dell'UMTS TDD, la modalità TDD non viene utilizzata nell'UMTS. Le frequenze previste originariamente nella banda 2,1 GHz in Europa per la modalità TDD dell'UMTS vengono ora destinate a un altro impiego.

La potenza di emissione massima di terminali UMTS è di 250 mW. In una rete reale le attuali potenze di emissione sono di gran lunga inferiori a questo valore massimo. Le simulazioni dei produttori e degli operatori rivelano che nelle zone rurali la potenza di emissione *media* dei terminali UMTS è di circa 1,5 mW, e addirittura inferiore nelle zone urbane [3]. La potenza di emissione delle stazioni di base dipende dalla grandezza della cella, dai servizi offerti, dal traffico e dalla ripartizione degli utenti all'interno della cella. La compatibilità è calcolata in funzione di una potenza di emissione irradiata (EIRP) di circa 320 W (55 dBm) per frequenza portante presso la stazione di base di una grande cella [3].

Analogamente al sistema GSM, in ogni cella di una rete UMTS vengono trasmessi ininterrottamente canali di controllo, indipendentemente dal traffico nella cella. Generalmente la potenza di emissione di questi canali è del 20 per cento della potenza di emissione totale della stazione di base.

Negli ultimi anni, l'interfaccia radio UMTS è stata costantemente potenziata e completata. Nel 2006 è stato introdotto l'HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*). Questa innovazione permette di raggiungere in downlink velocità di trasmissione fino a 14 MBit/s in condizioni ideali. L'anno successivo è stato implementato l'HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*), con cui sono possibili velocità di trasmissione fino a 5,76 MBit/s in uplink. Entrambe le modalità dipendono, in sostanza, da una gestione ottimale dei codici di canale nella rete (per ogni collegamento possono essere attribuiti più codici), nonché dall'introduzione di sistemi di modulazione di qualità superiore.

La maggior parte del traffico dati nelle reti mobili viene oggi gestito con la tecnica UMTS/HSPA+ (*Evolved High Speed Packet Access*) ulteriormente sviluppata, introdotta nel 2010 nelle reti. Grazie al potenziamento dei sistemi di modulazione, all'aggregazione di più canali (*dual carrier*) e all'introduzione di antenne multiple (MIMO), dallo standard UMTS si è potuto trarre più di quanto inizialmente previsto. Attualmente, l'UMTS/HSPA+ permette, in teoria e in condizioni di propagazione ottimali, velocità di trasmissione fino a 21 MBit/s per utente con un unico canale (larghezza di banda di 5 MHz). Per l'UMTS/HSPA+ anche i ricevitori inseriti nei terminali devono essere e dotati di un equalizzatore

(*equalizer*) lineare. I semplici ricevitori *rake*, utilizzati originariamente per l'UMTS, non sono più abbastanza performanti e non permettono più il *soft-handover* al margine della cella (cfr. sopra).

Le caratteristiche salienti dell'HSPA+ sono la distribuzione rapida e flessibile dei dati nonché l'adeguamento del segnale di trasmissione alla qualità del canale tramite la modulazione adattativa e la codificazione. Con l'UMTS/HSPA+ l'efficienza media in termini di spettro (utilizzo delle frequenze di radiocomunicazione in bit al secondo per Hertz e per cella) è otto volte superiore rispetto al GSM/EDGE.

## 2.2 MIMO

Già da qualche tempo nella radiocomunicazione mobile vengono impiegate antenne multiple (MIMO – *Multiple Input Multiple Output*). Come lascia presagire il nome, nella stazione di base e nel terminale vengono utilizzate più antenne. Attraverso le singole antenne possono essere trasmessi diversi tipi di dati sulla stessa frequenza e per lo stesso collegamento. Sul piano della ricezione, i segnali possono essere nuovamente decodificati grazie a complessi algoritmi. Raddoppiando il numero di antenne alle due estremità di un collegamento di radiocomunicazione, la velocità di trasmissione dati può in teoria essere raddoppiata senza ulteriori risorse di frequenze e senza una potenza di emissione maggiore. Con il potenziamento dell'UMTS tramite la tecnica MIMO, oltre alla dimensione temporale e delle frequenze si aggiunge anche quella spaziale. In tale contesto si parla quindi anche di *space multiplex*.

In alternativa, con le tecniche MIMO, invece di aumentare la velocità di trasmissione, si può migliorare il rapporto segnale/rumore e pertanto la qualità del collegamento radio. Con l'emissione tramite diverse antenne dello stesso segnale codificato, la qualità del segnale al margine della cella può essere migliorata notevolmente (guadagno di diversità), mantenendo costante la potenza di emissione totale di tutte le antenne; senza però ottenere un aumento della velocità di trasmissione dati. Così facendo, si ingrandisce il raggio della cella.

L'UMTS/HSPA+ supporta MIMO dalla versione 7 (2008) in cui è stato implementato. La simulazione di un fornitore di attrezzature di radiocomunicazione mobile rivela che in una rete mobile UMTS/HSPA+ con MIMO 2x2 (due antenne trasmettenti e due antenne riceventi), il valore medio delle velocità di trasmissione dei singoli utenti può aumentare del 20 per cento rispetto a un sistema 1x1 convenzionale. Per alcuni utenti ben posizionati nella cella dal punto di vista radiotecnico, l'aumento della capacità supera addirittura il 50 per cento [4].

## 2.3 Multi-Cell (Multi-Carrier – tecnica multifrequenza)

Un'altra caratteristica dell'UMTS/HSPA+ è la possibilità di aggregare più canali per un unico collegamento. Grazie a questo aumento della larghezza di banda, la velocità di trasmissione dati può essere incrementata in modo corrispondente. Dalla versione 10, l'HSPA+ permette di combinare, in downlink, fino a quattro canali di 5 MHz ciascuno per un collegamento unico con una larghezza di banda di 20 MHz. A seconda del numero di canali aggregati, si parla di *dual-cell*, *triple-cell* o *quad-cell*. I canali devono essere situati uno accanto all'altro.

## 2.4 Velocità di trasmissione dati

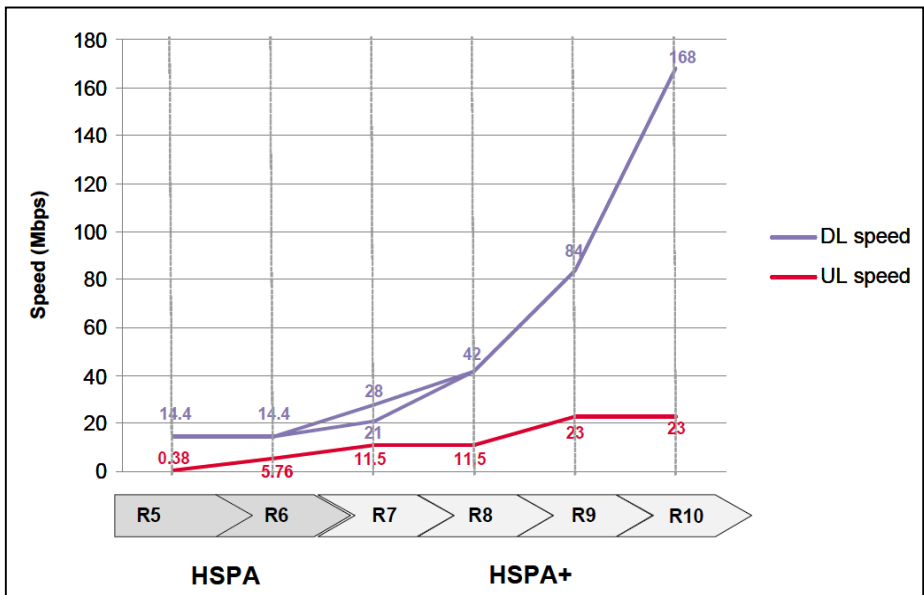
La velocità di trasmissione dati massima dell'UMTS/HSPA+ viene potenziata regolarmente con ogni versione nuova dello standard, e questo processo non si è ancora concluso.

Grazie a questi fattori:

- nuove procedure di modulazione;
- l'attribuzione di più codici di canali per un determinato collegamento utente;
- l'aggregazione di più canali per un collegamento (cfr. cap. 2.3);
- l'utilizzo di MIMO per le stazioni di base e il terminale (cfr. cap. 2.2),

con l' UMTS/HSPA+ le velocità di trasmissione dati possono raggiungere, in condizioni di propagazione ideali, 168 MBit/s per ogni utente. Come illustrato successivamente, le velocità massime di trasmissione dati possono essere raggiunte solo in teoria. In una rete reale, tutti gli utenti attivi devono condividere questa capacità. Nelle reti reali le condizioni di propagazione non sono mai ideali e pertanto le velocità di trasmissione vengono drasticamente ridotte.

Nella figura seguente, l'evoluzione relativa alla velocità massima di trasmissione dati, raggiungibile a livello teorico, è rappresentata mediante un grafico in funzione della versione (release – R) dello standard:



**Figura 3: Evoluzione delle velocità massime di trasmissione dati in uplink e downlink**

Il numero delle versioni indica grossomodo l'anno di pubblicazione dello standard corrispondente. Le attrezzature di rete secondo la versione 7 (R7) sono state ad esempio introdotte nel mercato nel 2008.

La categoria di apparecchi (*equipment category*) determina la velocità massima di trasmissione dati che un terminale può captare. Nella versione 10 (R10) dello standard sono definite 32 categorie di apparecchi con ordine di complessità crescente. Nella tabella seguente [2] è riportata una lista delle funzionalità (MIMO, *Multi-Carrier*, modulazione, numero di codici di canali paralleli), compatibili con il relativo apparecchio, e delle velocità massime di trasmissione dati raggiungibili in teoria.

**Tabella 1: Velocità massime di trasmissione dati in downlink per diverse categorie di apparecchi (R10)**

equipment category	nbr. of codes	modulation scheme	# carriers (bandwidth)	MIMO	max. bit rate [Mbit/s]					
1	5	QPSK, 16QAM	1 (5 MHz)	no MIMO	1.2					
2	5				1.2					
3	5				1.8					
4	5				1.8					
5	5				3.6					
6	5				3.6					
7	10				7.2					
8	10				7.2					
9	15				10.1					
10	15				14.0					
11	5	QPSK	2 (10 MHz)	MIMO	0.9					
12	5				1.8					
13	15	QPSK, 16QAM, 64QAM		no MIMO		17.6				
14	15					21.1				
15	15	QPSK, 16QAM			MIMO		23.4			
16	15						28.0			
17	15	Cat. 13 & Cat. 15								
18	15	Cat. 14 & Cat. 16								
19	15	QPSK, 16QAM, 64QAM						no MIMO		35.3
20	15									42.2
21	15	QPSK, 16QAM	3 (15 MHz)							23.4
22	15									28.0
23	15	QPSK, 16QAM, 64QAM		4 (20 MHz)					no MIMO	35.3
24	15									42.2
25	15	QPSK, 16QAM			MIMO					46.7
26	15									55.9
27	15	QPSK, 16QAM, 64QAM							70.6	
28	15								84.4	
29	15							3	no MIMO	63.3
30	15							4 (15 MHz)	MIMO	126.6
31	15		4					no MIMO	84.4	
32	15		4 (20 MHz)					MIMO	168.8	

La categoria di apparecchi 10 ad esempio permette una velocità di 14 MBit/s in un'ampiezza di banda di 5 MHz (canale 1), con la modulazione 16QAM e 15 codici di canali paralleli. Ciò indica che i dati trasmessi sul canale radio non sono codificati (protetti) e il rischio di interferenze è pertanto elevato<sup>1</sup>. I classici terminali senza MIMO e senza la capacità multifrequenza (*multi-carrier*) rientrano nella categoria di apparecchi 6 (3,6 MBit/s) o 8 (7,2 MBit/s). Soprattutto per gli utenti al margine della cella, le velocità massime di trasmissione dati illustrate nella tabella soprastante sono ben lontane dall'essere raggiunte a causa dell'attenuazione di propagazione e delle interferenze provenienti dalle celle adiacenti.

Dalla tabella si evince che per determinate categorie di apparecchi vi è l'opzione MIMO o quella multifrequenza ma non entrambe contemporaneamente. Ad esempio, la velocità di trasmissione dati di 42,2 MBit/s può essere raggiunta tramite *dual-cell* (10 MHz di larghezza di banda, categoria dell'apparecchio 24) o con MIMO e soltanto un canale (5 MHz di larghezza di banda, categoria dell'apparecchio

<sup>1</sup> 16QAM nella larghezza di banda di 3,84 MHz (velocità di trasmissione dei chip) con 15 di 16 codici di canale senza codificazione dà in teoria una velocità di:  $3,84 \text{ MHz} \times 4/\text{bit/s/Hz} \times 15/16 = 14,4 \text{ MBit/s}$ .



20). L'operatore può decidere con quale tecnica (MIMO o tecnica multifrequenza) desidera potenziare la propria rete. Con il *dual-cell* necessita tuttavia di due frequenze portanti. In ogni caso, occorrono i terminali giusti per aumentare la velocità di trasmissione dati.

Nella prassi in condizioni di propagazione reali, le velocità massime teoriche di trasmissione dati riportate nella tabella 2 non vengono quasi mai raggiunte. Nella tabella sottostante vengono confrontate le velocità di trasmissione dati medie, tipiche delle moderne tecnologie di radiocomunicazione mobile, con quelle massime.

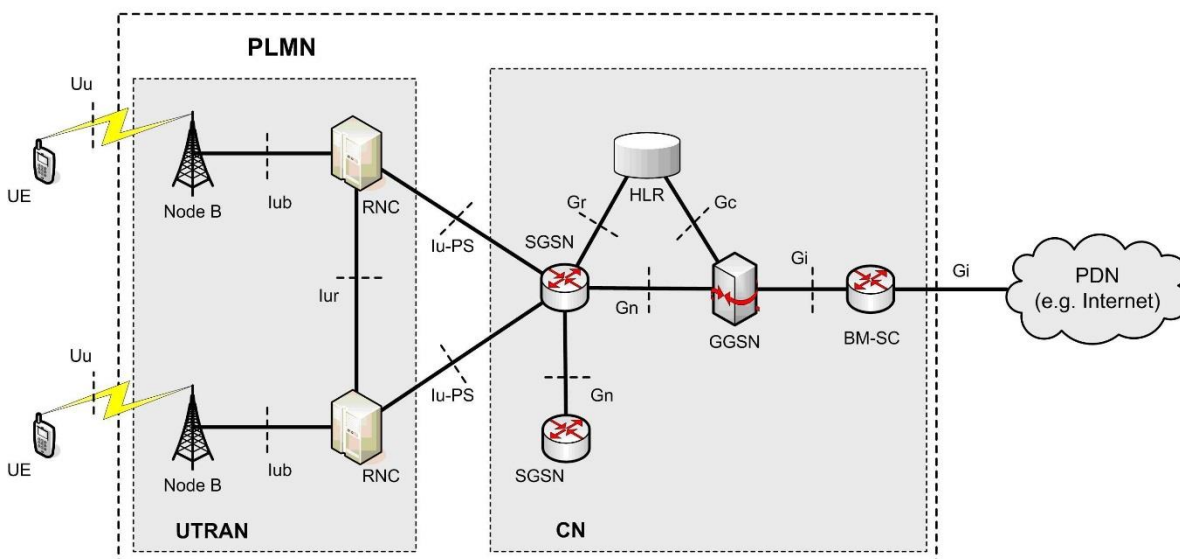
**Tabella 2: Velocità massime di trasmissione dati e velocità medie per diverse tecnologie di radiocomunicazione mobile**

technology	bandwidth [MHz]	max. bitrate [Mbit/s]		typical bitrate [Mbit/s]		MIMO
		Downlink	Uplink	Downlink	Uplink	
HSPA+ (3.75G)	5	42.2	11.5	7	2	DL: 2x2, UL: 1x2
LTE (3.9G)	10	86	43	18	7	DL: 2x2, UL: 1x2
LTE-A (4G)	10	150	68	24	12	DL: 4x4, UL: 2x2

La velocità media di trasmissione tipica di un utente in un contesto reale è 5-6 volte inferiore rispetto al valore massimo teorico. Si sottolinea che per l'HSPA+ nella tabella soprastante è stata presa come base una larghezza di banda per la trasmissione di 5 MHz mentre per la LTE una di 10 MHz.

### 3 Reti

L'architettura della rete UMTS è composta dalla rete di accesso UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*) e dalla rete centrale CN (*Core Network*). Nella figura seguente, è rappresentata, in modo estremamente semplificato, l'architettura della rete UMTS con le interfacce radio corrispondenti:



**Figura 4: Architettura della rete UMTS**

La rete d'accesso è composta dalle stazioni di base, che nell'UMTS vengono indicate come *node B*, e dalle RNC (*Radio Network Controller* – stazioni di controllo radio). Le funzioni principali delle RNC sono l'istadamento dei collegamenti (*routing*) tra i *node B*, la supervisione dei *node B* e l'attribuzione di risorse per l'interfaccia radio. Nell'UTRAN, **le RNC** sono interconnesse (interfaccia radio Iur). In questo modo è possibile tra l'altro il cosiddetto *soft-handover*. Quest'ultimo fa sì che più stazioni di base possano servire un unico terminale (UE) migliorando notevolmente la copertura al margine della cella.

Nella rete centrale il traffico dati orientato alla commutazione di pacchetto è gestito dal SGSN (*Serving GPRS Support Node*). Il SGSN inoltra i pacchetti IP destinati al terminale nella zona di copertura SGSN o da questo inviati. Tra i compiti del SGSN rientra l'istadamento e la consegna di pacchetti della zona di copertura SGSN o provenienti da questa. Il nodo serve tutti i terminali che si trovano nella zona di copertura SGSN. Inoltre il SGSN assicura la codifica e l'autenticazione, la gestione della sessione e della mobilità nonché il collegamento all'HLR (*home location register*) e al GGSN (*gateway GPRS support node*).

L'HLR è la banca dati centrale relativa agli utenti della rete mobile. Qui vengono registrate le informazioni sugli utenti e gli abbonati che servono alla gestione della mobilità e all'identificazione degli utenti e pertanto all'accesso sicuro alla rete mobile. Inoltre sono riportati i servizi a cui l'utente ha accesso e i dati relativi alla sua ubicazione.

Infine, il GGSN assicura l'istadamento verso Internet, mette a disposizione tutte le funzioni *gateway* necessarie per la gestione del traffico dati e inoltre prepara l'interfaccia radio verso reti IP esterne o Internet. Per le reti IP esterne, il GGSN funge da router per gli indirizzi IP di tutti gli utenti serviti dalla rete UMTS.

## 4 Servizi

Le capacità dell'UMTS hanno permesso di offrire una gamma di nuovi servizi. Oltre a un servizio di telefonia vocale di qualità, sono proposti in particolare servizi dati multimediali basati sul protocollo Internet.

Nelle prime reti, la rete centrale UMTS supportava servizi di trasmissione a commutazione di circuito (CS) per la telefonia vocale e servizi di trasmissione a commutazione di pacchetto (PS) per il traffico dati. Il servizio di telefonia vocale è stato successivamente diretto nella rete centrale del sistema GSM, allora ancora dominante, ottimizzata per i servizi vocali e allacciata alla rete telefonica fissa tradizionale (ISDN). Oggi la trasmissione nella rete centrale si basa quasi completamente sul protocollo Internet (IP) a commutazione di pacchetto. Anche i servizi vocali vengono trasmessi via IP (VoIP). In questo modo vi è una rete centrale a commutazione di pacchetto unitaria per tutti i servizi (*Full-IP*).

Le varie applicazioni nella rete hanno diverse esigenze in termini di prestazioni e qualità. Tra i requisiti di qualità figurano ad esempio i tempi di latenza ammessi (un fattore critico soprattutto per la trasmissione vocale), le oscillazioni di questi tempi di latenza, i tassi di errore e le velocità di trasmissione dati garantite. Per l'UMTS sono state definite le seguenti quattro classi QoS per applicazioni con esigenze simili sul piano qualitativo:

- *Conversational:* VoIP, videoconferenza, audioconferenza, ecc.;
- *Streaming:* diffusione audiovisiva, clip audio e video, ecc.;
- *Interactive:* navigazione su Internet, chat, giochi, ecc.;
- *Background:* e-mail, caricamento e scaricamento dati, telemetria, ecc.

## 5 Concessioni UMTS in Svizzera

In seguito a una pubblica gara indetta alla fine del 2000, la Commissione federale delle comunicazioni (ComCom) ha attribuito quattro concessioni UMTS. La concessione numero 1 è stata rilasciata a Swisscom SA per una somma di 50 milioni di franchi, la concessione numero 2 a Sunrise per 50 milioni di franchi, la concessione numero 3 a Orange Communications SA (oggi Salt) per un importo di 55 milioni di franchi e la concessione numero 4 a 3G Mobile SA per 50 milioni di franchi.

Ogni operatore ha ottenuto nella banda 2,1-GHz (banda centrale UMTS) 2x15 MHz di frequenze FDD e 5 MHz di frequenze TDD; nel complesso sono stati attribuiti a ciascun operatore 35 MHz della banda 2,1 GHz.

La decisione di concessione obbligava gli operatori a fornire, entro la fine del 2004 al più tardi, servizi UMTS al 50 per cento della popolazione svizzera. Gli operatori UMTS che possiedono già una rete GSM sono inoltre tenuti a offrire il roaming nazionale ai nuovi operatori UMTS che non sono titolari di una tale rete. In questo modo, i nuovi esercenti hanno la possibilità, mediante un accordo di roaming con l'operatore di una rete GSM già affermato sul mercato, di garantire fin dall'inizio una buona copertura a livello nazionale.

Le concessioni sono state rilasciate per una durata di 15 anni.

Il 31 dicembre 2004, Orange (Salt), Sunrise e Swisscom soddisfacevano gli obblighi di copertura, fornendo servizi UMTS al 50 per cento della popolazione. Unicamente 3GMobile, in quanto quarto concessionario, non ha costruito un'infrastruttura corrispondente entro il termine stabilito. Di conseguenza, con la decisione del 12 aprile 2006, la ComCom ha revocato la concessione a 3G Mobile. Con la decisione del Tribunale federale del 26 ottobre 2006, è stata confermata la revoca della concessione.

Nel quadro di un'altra vendita all'asta, tenutasi all'inizio del 2012, alle imprese Orange (Salt), Sunrise e Swisscom sono state attribuite frequenze di radiocomunicazione mobile. L'attribuzione riguardava frequenze allora libere e quelle che si sarebbero liberate in un prossimo futuro come pure tutte le frequenze che in passato erano state attribuite ai fornitori. La larghezza di banda attribuita nel suo complesso, in seguito alla vendita all'asta, si presentava come segue:

**Tabella 3: Larghezze di banda attribuite per la radiocomunicazione mobile in Svizzera**

Banda di frequenza	Salt (Orange)	Sunrise	Swisscom
800 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz
900 MHz	10 MHz	30 MHz	30 MHz
1800 MHz	50 MHz	40 MHz	60 MHz
2.1 GHz FDD	40 MHz	20 MHz	60 MHz
2.1 GHz TDD	0	0	0
2.6 GHz FDD	40 MHz	50 MHz	40 MHz
2.6 GHz TDD	0	0	45 MHz

La nuova attribuzione della banda centrale UMTS 2,1 GHz entrerà in vigore a partire dall'inizio del 2017.

Le nuove concessioni rilasciate sono valide fino alla fine del 2028 e sono neutrali sul piano tecnologico, il che significa che l'operatore può utilizzare l'UMTS in tutte le bande di frequenza attribuitegli purché glielo consentano le condizioni tecniche.

Stando alle indicazioni fornite da un operatore, al momento (2014) grazie all'UMTS/HSPA+, già più del 99 per cento della popolazione svizzera può navigare in mobilità con una velocità di trasmissione dati di 7,2 MBit/s (in determinati luoghi addirittura con una velocità pari a 42 MBit/s).

## Abbreviazioni

CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CS	<i>Circuit Switched</i> (a commutazione di circuito)
DL	<i>Downlink</i>
EDGE	<i>Enhanced Data rates for GSM Evolution</i>
EIRP	<i>Equivalent isotropically Radiated Power</i> (potenza irradiata equivalente)
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i> (Istituto europeo delle norme di telecomunicazione)
FDD	<i>Frequency Division Duplex</i>
GGSN	<i>Gateway GPRS Support Node</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
HLR	<i>Home Location Register</i>
HSDPA	<i>High Speed Downlink Packed Access</i>
HSPA	<i>Evolved High Speed Packet Access</i>
HSUPA	<i>High Speed Uplink Packed Access</i>
IMT-2000	<i>International Mobile Telecommunications of the year 2000</i> (Telecomunicazioni mobili internazionali del 2000)
IP	<i>Internet Protocol</i> (protocollo Internet)
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
MIMO	<i>Multiple Input Multiple Output</i> (sistemi di antenne multiple)
PDN	<i>Paket Data Network</i>
PLMN	<i>Public Land Mobile Network</i> (rete mobile)
PS	<i>Paket Switched</i> (a commutazione di pacchetto)
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
QPSK	<i>Quadrature Phase-Shift Keying</i>
RNC	<i>Radio Network Controller</i> (stazioni di controllo radio)
SGSN	<i>Serving GPRS Support Node</i>
TDD	<i>Time Division Duplex</i>
TD-SCDMA	<i>Time Division Synchronous Code Division Multiple Access</i>
UE	<i>User Equipment</i> (terminale)
UIT	Unione internazionale delle telecomunicazioni
UL	<i>Uplink</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
UTRAN	<i>UMTS Terrestrial Access Network</i>
VoIP	<i>Voice over IP</i> (trasmissione vocale tramite protocollo Internet)
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>

## Bibliografia

- [1] 3GPP TS 25.213: *Spreading and modulation* (FDD) (Release 10).
- [2] 3GPP TS 25.306: *UE Radio Access capabilities* (Release 10).

- [3] Report ITU-R M.2039-2: *Characteristics of terrestrial IMT-2000 systems for frequency sharing/interference analyses* (11/2010).
- [4] GSMA: *MIMO in HSPA: the Real-World Impact*, 2010.