

# CRESCITA RETI MOBILI E NUOVA TECNOLOGIA LTE

NEI PROSSIMI ANNI IL NUMERO DI DISPOSITIVI E DI NODI WIRELESS CHE ACCEDERANNO ALLE RETI MOBILI POTREBBE RAGGIUNGERE LA SOGLIA DI 8 MILIARDI E COSTITUIRANNO IL 90% DEL TRAFFICO DI DATI SU RETE MOBILE. IL NUOVO STANDARD LTE (LONG TERM EVOLUTION) RISPONDE AI NUOVI BISOGNI DI VELOCITÀ E DI BASSI TEMPI DI LATENZA DELLE INFORMAZIONI.

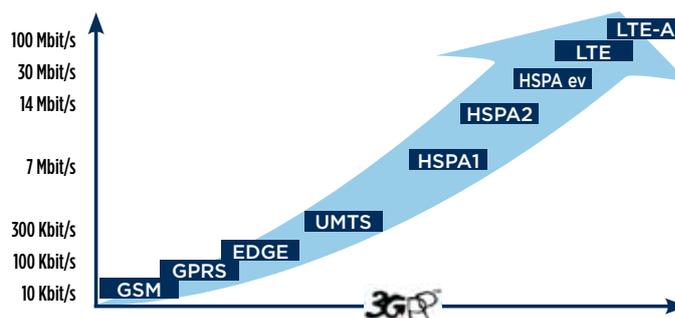
Lo scenario del traffico su terminali mobili si è rapidamente modificato ed evoluto: dai telefoni in grado di fornire il solo servizio voce si è passati agli odierni dispositivi capaci di svolgere attività complesse grazie all'abilità nello sfruttare il traffico dati. La diffusione di nuovi terminali, telefoni e tablet, in questi anni è raddoppiata e il traffico dati sulla rete cellulare è cresciuto del 70% (dati Cisco), con un'ulteriore previsione di crescita per il prossimo futuro. Si stima che nei prossimi anni il numero di dispositivi e di nodi wireless che accederanno alle reti mobili raggiungerà la soglia di 8 miliardi e costituiranno il 90% del traffico di dati su rete mobile.

Quest'evoluzione e quest'offerta di applicazioni è stata, e sarà possibile, grazie all'introduzione di protocolli e di standard che consentono la trasmissione di informazioni a pacchetto ad altissima velocità e a bassi tempi di latenza. Il processo evolutivo e di standardizzazione dei sistemi cellulari è stato definito a livello internazionale nell'ambito del gruppo 3GPP (Third Generation Partnership Project) attraverso la stesura di specifiche tecniche relative alle diverse release dei sistemi 2G (Gsm), 3G (Umts) e 4G (Lte e Lte-advanced), (figura 1).

Il nuovo standard Lte (Long Term Evolution) e le sue evoluzioni permettono di svolgere tutte quelle attività che un tempo richiedevano la connessione cablata, come il download di filmati, l'invio di posta elettronica e l'utilizzo di applicazioni anche di notevole efficacia, è quindi in grado di sostenere le esigenze e le richieste

FIG. 1  
CEM, RETI LTE

Trend evolutivo dei sistemi radiomobili.



degli utenti dei terminali mobili di nuova generazione. I requisiti tecnici necessari per rispondere a questa crescente richiesta di bande e servizi sono mostrati in tabella 1 sia per il sistema Lte che per la sua versione più evoluta Lte-advanced.

Il raggiungimento di questi requisiti è stato possibile grazie a diversi abilitatori tecnologici quali l'utilizzo di diverse bande di frequenza (800 MHz, 1800 MHz, 2600 MHz), l'uso della modulazione Ofdm (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), l'implementazione di tecniche di tipo Mimo (Multiple Input Multiple Output), l'uso dinamico delle portanti (banda scalabile: 1.4, 3, 5, 10, 15 e 20 MHz), lo sviluppo di un'architettura di rete flat per ridurre la latenza di trasmissione e la scelta di diverse possibili modulazioni in funzione delle caratteristiche del canale radio.

La modalità di trasmissione dell'interfaccia radio del sistema Lte è basata sulla tecnica Ofdm che prevede la suddivisione del canale radio in tante sottoportanti da 15 KHz (fino a un massimo di 2048)

affiancate in frequenza ma tra di loro ortogonali. L'Ofdm consente una maggiore robustezza ai cammini multipli in quanto le distorsioni di ampiezza e di fase sono molto minori a livello della singola sottoportante. Gli accessi multipli sono realizzati mediante assegnazione di un "set" di sottoportanti in un determinato intervallo temporale per la generica comunicazione. Nel tratto di down-link (da stazione base a mobile) la tecnica di accesso multiplo adottata è l'Ofdma Orthogonal Frequency Domain Multiple Access mentre nel tratto di up-link (da mobile a stazione base) si usa il SC-Fdma (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) più adatta per i terminali mobili in quanto il basso valore di peak to average ratio (PAR) consente un risparmio energetico (figura 2). Altri aspetti di innovazione previsti dal sistema Lte riguardano l'utilizzo di apparati d'antenna che adottano tecnologie come Mimo e antenne adattative (beamforming). Il beamforming consente di realizzare una copertura dinamica "puntando" verso il terminale voluto, massimizzando il segnale utile e riducendo l'interferenza captata e generata con conseguente aumento della capacità.

La tecnologia Mimo richiede l'uso di più antenne sia in trasmissione che in ricezione al fine di migliorare l'efficienza spettrale del sistema Lte, aumentando la capacità trasmissiva per singolo utente. Le configurazioni Mimo previste per il downlink Lte sono le configurazioni 2x2 o 4x4, cioè 2 o 4 antenne trasmettenti e 2

Requisiti	LTE	LTE-Advanced
bit rate	100 Mbps	1 Gbps
Latenza	100 ms	5 ms
Larghezza di Banda	fino a 20 MHz	Fino a 100 MHz
Efficienza spettrale	16 bit/s/Hz	30 bit/s/Hz
Commutazione	Circuito a pacchetto	Pacchetto
Frequenze	800-900-1800-2600 MHz	800-900-1800-2600 MHz più GSM e UMTS

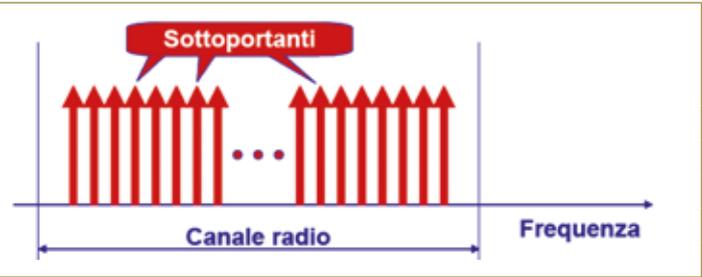
TAB. 1  
SISTEMA LTE

Requisiti del sistema Lte e Lte-advanced.

FIG. 2  
CEM, RETI LTE

Suddivisione del canale radio in sottoportanti.

Larghezza di banda [MHz]	Numero di sottoportanti
1,25	76
2,5	151
5	301
10	601
15	901
20	1201



o 4 antenne riceventi realizzate attraverso antenne a doppia polarizzazione. A seconda delle condizioni di interferenza del canale radio si possono distinguere due modalità di MIMO:

- *Spatial Multiplexing*: per bassi livelli di interferenza si possono trasmettere due o più flussi in parallelo appartenenti allo stesso utente (SU-MIMO) o a utenti differenti (MU-MIMO); nel primo caso si incrementa la velocità di trasmissione dati (*data rate*), mentre nel secondo la capacità di comunicazione.

- *Transmit diversity*: in condizioni di alta interferenza ciascuna antenna della Bts può trasmettere copie opportune dello stesso flusso di dati in modo tale che il ricevitore ottiene una replica dello stesso segnale migliorando la copertura.

### Reti Lte e bande di frequenze

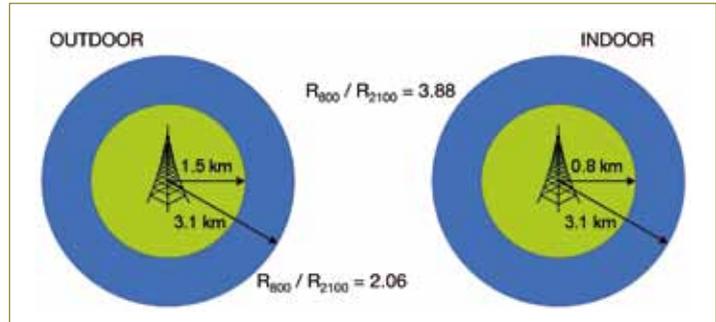
Un altro aspetto fondamentale dello standard Lte è l'uso di diverse bande di frequenza; in particolare in Europa sono state armonizzate, e in Italia assegnate nel 2011, la banda degli 800 MHz (*digital dividend* dopo lo *switch off* analogico), la banda dei 1800 MHz e la banda dei 2600 MHz. La rete Lte è quindi costituita da impianti che operano in maniera integrata a diverse frequenze e che proprio per questo motivo hanno funzioni complementari.

Le frequenze dell'ordine di grandezza delle centinaia di MHz (800 MHz) sono preziose quando si ha l'obiettivo di realizzare aree di copertura di buone dimensioni, le bande nell'intorno dei 1800 MHz e quelle dei 2600 MHz hanno caratteristiche di propagazione più adatte a celle di minori dimensioni e consentono al sistema la necessaria capacità.

Per offrire un'indicazione di quanto possa giovare in termini di copertura la banda dei 800 MHz rispetto a frequenze più elevate, a parità di condizioni, considerando quindi lo stesso ambiente propagativo, lo stesso tipo di antenne e la stessa potenza trasmessa si riportano in *figura 3* i risultati ottenuti considerando una copertura a 800 MHz rispetto alla copertura ottenuta a 2100 MHz (frequenza assegnata all'Umts).

FIG. 3  
CEM, RETI LTE

Confronto delle coperture alle frequenze di 800 MHz e 2100 MHz.



Dai risultati si nota come un vantaggio di propagazione dell'ordine di una decina di decibel (valore ricavato sia teoricamente che sperimentalmente) si traduce in un'area di copertura più che raddoppiata sia per il caso *outdoor* che per quello *indoor*.

Infine la banda degli 800 MHz risulta più robusta sia alle riflessioni e diffrazioni da pareti, fenomeni propagativi frequenti in area urbana sia all'attenuazione causata dalla propagazione indoor, infatti oggi la maggior parte delle chiamate da terminale mobile sono originate all'interno di edifici. Questi, ma non solo, sono alcuni dei motivi per cui la rete Lte si sta sviluppando con tempi diversi a frequenze diverse, la banda dei 1800 MHz e dei 2600 MHz adatta per coprire zone urbane e per fornire elevate velocità di picco, mentre la banda degli 800 MHz più adatta a coprire zone rurali o zone in *digital divide* o per estensori di copertura ove non si riesca a garantire la copertura con altre frequenze.

Ci si aspetta quindi che, nelle zone urbane in cui la densità di utenti e di traffico è elevata, sia necessario installare nuovi impianti Lte in affiancamento alle tecnologie esistenti, Gsm e Umts. In alcuni casi particolari, i siti delle aree densamente

urbanizzate possono presentare problemi di saturazione dello spazio elettromagnetico e quindi non consentire l'installazione di nuove Bts Lte a meno di riconfigurazioni dei siti esistenti.

Dal punto di vista dell'impatto ambientale l'installazione di una stazione radiobase in tecnologia Lte equivale a quelle già presenti Gsm e Umts in quanto le potenze in gioco sono analoghe.

La combinazione delle specifiche tecniche evidenziate sopra rendono il sistema Lte capace di adattarsi ai diversi ambienti di propagazione e a diverse condizioni di traffico, consentendo di raggiungere gli obiettivi previsti per l'accesso *wireless* a larga banda a una percentuale sempre crescente di utenti. Quando la tecnologia sarà matura sarà possibile, attraverso l'uso di terminali di utente avanzati, accedere in mobilità a servizi e applicazioni analoghi a quelli forniti dalle reti cablate.

Marina Barbiroli<sup>1</sup>, Claudia Carciofi<sup>2</sup>, Maxia Cazzola<sup>3</sup>

1. Università di Bologna
2. Fondazione Ugo Bordoni
3. Consorzio Elettra 2000

### BIBLIOGRAFIA

- 3GPP TS 36 serie 101 e 201 Release 8-11
- 3GPP TS 36.101: User Equipment(UE) Radio Transmission and Reception (Release 8)
- 3GPP TS 36.201: LTE Physical Layer-General Description (Release 8)
- Università Bicocca, "L'evoluzione dei sistemi per le comunicazioni mobili: la Long Term Evolution" di Paolo Gianola TILab
- Università Bicocca "L'evoluzione dei sistemi per le comunicazioni mobili: reti eterogenee" di Paolo Gianola TILab