

DVB-T2 Lite:

il nuovo profilo “leggero” del DVB-T2 per la TV mobile

Vittoria Mignone
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

1. INTRODUZIONE

Il sistema DVB-T2 [1], [2], lo standard di seconda generazione per la diffusione televisiva terrestre nato nel 2008, aveva come obiettivo principale la ricezione fissa di televisione ad alta definizione. Si consideravano dunque configurazioni ad elevata capacità, e, grazie all'utilizzo di sistemi di modulazione e codifica di nuova generazione, riusciva a migliorare anche del 50% la capacità del sistema di prima generazione DVB-T. Per essere flessibile e adattabile alle più diverse applicazioni, il sistema DVB-T2 conteneva già nella sua prima versione anche una serie di configurazioni che lo rendono applicabile anche alla ricezione portatile e mobile.

E' stato quindi molto semplice definire un nuovo profilo per la ricezione mobile, che ritaglia tra i parametri di configurazione del DVB-T2 quelli propri della ricezione mobile, con l'obiettivo di ridurre la complessità dei ricevitori mobili.

2. IL DVB-T2

Come già lo standard di prima generazione DVB-T, il DVB-T2 è basato sulla tecnica di modulazione multi portante OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing) con intervallo di guardia [3], che garantisce elevate prestazioni sui canali terrestri, carat-

Il T2-Lite è un nuovo profilo dello standard DVB-T2 terrestre, definito per la ricezione con terminali mobili, che nasce per offrire ai broadcaster l'opportunità di introdurre servizi di TV mobile a costi contenuti.

Il T2-Lite è basato su un limitato sottoinsieme dei modi del profilo T2-Base, che permettono di realizzare ricevitori molto più semplici ed efficienti per applicazioni a bassa capacità, come la trasmissione verso terminali mobili. In particolare, sono escluse le configurazioni FFT 1K e 32K, la costellazione 256 QAM ruotata, la codifica FEC su blocchi lunghi. Inoltre la memoria dell'interallacciatore è ridotta a circa la metà rispetto al T2-Base ed il bit rate massimo per servizio è fissato a 4 Mbit/s. In più, per migliorare la ricezione in mobilità, il T2-Lite prevede due nuovi rate del codice correttore d'errore FEC: 1/3 e 2/5.

Il sistema risultante comporta una complessità del ricevitore ridotta di circa il 50% rispetto ai normali ricevitori DVB-T2, con la possibilità di realizzare notevoli risparmi in termini di consumo di batteria.

terizzati da propagazione affetta da echi dovuti alle costruzioni ed agli ostacoli naturali dell'ambiente. Per offrire maggiore flessibilità di scelta di configurazione del sistema, in relazione alle caratteristiche della rete di trasmissione, e garantire un'efficienza trasmissiva significativamente più elevata rispetto al DVB-T, con l'obiettivo di migliorare le prestazioni in configurazioni di rete a frequenza singola (Single Frequency Network, SFN), il sistema DVB-T2 estende le possibili dimensioni di FFT rispetto al DVB-T, da 1K a 32K punti, e, congiuntamente, incrementa i possibili valori degli intervalli di guardia, da 1/128 a 1/4, a seconda della configurazione FFT.

La codifica di canale viene migliorata grazie all'adozione della tecnica di suddivisione dei dati in trame di banda base (baseband frame) e la codifica di canale (FEC, Forward Error Correction) già adottate dal sistema diffusione satellitare di seconda generazione DVB-S2 [4], [5], basate sull'utilizzo di codici LDPC (Low Density Parity Check) e BCH (Bose, Ray-Chaudhuri, Hocquenghem), consente una riduzione del rapporto segnale rumore richiesto per ricezione QEF (Quasi Error Free) di circa 2 dB. Così come per il DVB-S2, sono previsti due formati del blocco FEC (FECFrame), 64800 bit (blocco normale) e 16200 bit (blocco corto). Il guadagno offerto dal codice viene utilizzato per aggiungere alle costellazioni già adottate dal DVB-T, 4-, 16-, 64-QAM (Quadrature Amplitude Modulation), la 256-QAM, incrementando la capacità trasmissiva del sistema. Si introduce anche la tecnica di rotazione delle costellazioni, per consentire di migliorare ulteriormente le prestazioni del sistema in canali terrestri particolarmente critici.

Per fronteggiare meglio i diversi tipi di degradamento del segnale sul canale terrestre, il DVB-T2 introduce quattro livelli di interallacciamento dell'informazione (Bit, Cella, Tempo e Frequenza). L'interleaving temporale garantisce la possibilità di interallacciare almeno 70 ms per i servizi a rate più elevati, con l'opzione di poter estendere tale valore senza necessità di incrementare la memoria del ricevitore. Ciò consente di ottenere una maggiore immunità a disturbi di tipo impulsivo e può consentire una migliore ricezione in condizioni di mobilità a velocità elevate.

Per proteggere in modo differenziato servizi differenti, trasportati da un unico canale fisico, si introduce il concetto di Physical Layer Pipes (PLPs), canali logici che adottano FEC ed Interleaving indipendenti, consentendo così di adattare le caratteristiche di robustezza della codifica ai requisiti del particolare servizio convogliato. Ciò consente inoltre il "Time slicing" ossia la suddivisione del tempo in brani da associare ai diversi servizi, consentendo un risparmio energetico nel ricevitore, che può rimanere acceso solo negli intervalli temporali in cui è presente il servizio di interesse.

La trama DVB-T2 (Frame) è estremamente flessibile, e i dati possono essere distribuiti sull'intero Frame per avere la massima diversità temporale oppure concentrati in burst per consentire il massimo risparmio energetico nel ricevitore. Inoltre è presente un'efficiente segnalazione di livello fisico per trasferire i parametri di trasmissione al ricevitore: il primo simbolo del Frame P1 serve per una rivelazione rapida della presenza del segnale DVB-T2 e la sincronizzazione della trama; i successivi simboli P2 trasportano informazioni dettagliate sulla struttura della trama (segnalazione L1) e informazioni di tipo PSI/SI.

Così come il DVB-T, anche il DVB-T2 utilizza segnali pilota nel dominio della frequenza (portanti pilota) da utilizzarsi al ricevitore per la sincronizzazione e la stima del canale radio (segnali pilota di tipo scattered e di tipo continuo); per poter ridurre la perdita di efficienza del sistema dovuta a questi segnali pilota, il numero di possibili configurazioni è aumentato rispetto al DVB-T e ogni configurazione è adattata al particolare ambiente trasmissivo. In particolare, mentre nel DVB-T vi era un'unica configurazione di portanti pilota scattered, con densità in frequenza pari a 1/12 (8%), il DVB-T2 offre 8 possibili configurazioni, PP1-PP8, con perdite di efficienza variabili dall'8% all'1%.

Il DVB-T2 introduce inoltre due distinti meccanismi, basati l'uno sulla tecnica "tone reservation" e l'altro sulla "constellation distortion", per ridurre il rapporto tra potenza di picco e potenza media del segnale trasmesso (PAPR, Peak to Average Power Ratio) e

consentire un migliore utilizzo della potenza dei trasmettitori.

Per garantire un miglior sfruttamento della potenza in trasmissione e ottimizzare la copertura dell'area di servizio, è prevista anche una modalità di funzionamento opzionale che prevede una trasmissione con antenne multiple (MIMO), basata sulla tecnica di Alamouti. Quest'ultima consiste nella trasmissione dell'informazione verso due trasmettitori, codificata in modo diverso per ognuno di essi in modo tale da permetterne la ricostruzione al ricevitore anche in caso di ricezione di un solo contributo. La configurazione MIMO è utilizzabile sia in configurazioni con antenne trasmettenti co-locate, sia in reti SFN distribuite.

Infine, per permettere in futuro l'introduzione nel sistema di ulteriori tecniche preservandone la compatibilità all'indietro, sono definiti i cosiddetti Future Extension Frame (FEF), identificati dal primo simbolo P1, di cui è definita solo la durata e che il ricevitore DVB-T2 identifica come tali e scarta. Proprio la definizione dei FEF ha permesso la realizzazione del profilo T2-Lite così come descritto nel prossimo paragrafo.

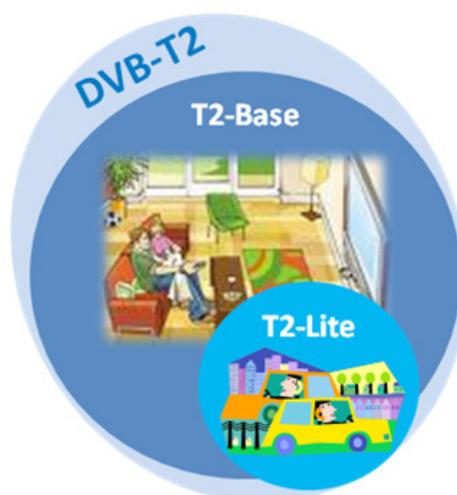
3. IL PROFILO T2 LITE

Il sistema DVB-T2, per poter coprire ambiti così disparati, dalla ricezione fissa di HDTV a quella portatile e mobile, a prestazioni elevatissime, richiede ricevitori di notevole complessità, idonei per la ricezione fissa, ma non ottimali per la ricezione mobile con dispositivi di dimensioni ridotte. Sulla base di tali considerazioni, il gruppo DVB-T2 nel luglio 2011 ha definito un profilo del DVB-T2 specificatamente per la ricezione mobile, il T2-Lite. Questo è inserito nella versione 1.3.1 dello standard DVB-T2.

Il T2-Lite è basato su un limitato sottoinsieme di modi del profilo T2-Base, il che permette di realizzare ricevitori molto più semplici ed efficienti per applicazioni a bassa capacità come la trasmissione verso terminali mobili. In particolare, sono escluse le configurazioni FFT 1K e 32K, quest'ultima in par-

ticolare perché caratterizzata da simboli con durata di circa 4ms, troppo lunghi per una trasmissione su canale mobile. Sono inoltre escluse la costellazione 256 QAM ruotata, perché richiede rapporti segnale rumore troppo elevati per il canale mobile, e la codifica FEC su blocchi lunghi, che, benché consenta prestazioni migliori di qualche decimo di dB rispetto ai blocchi FEC corti, comporta complessità al ricevitore elevate. Inoltre la memoria dell'interallacciatore è ridotta a circa la metà rispetto al T2-Base ed il bit rate massimo per servizio è fissato a 4 Mbit/s. Ne risulta un sistema con complessità del ricevitore ridotta di circa il 50% rispetto ai normali ricevitori DVB-T2, con la possibilità, inoltre, di realizzare notevoli risparmi di consumo di batteria. In più, per migliorare la ricezione in mobilità, il T2-Lite prevede due nuovi rate del codice correttore d'errore FEC, 1/3 e 2/5, derivati dallo standard DVB-S2 e capaci di funzionare a rapporti segnale rumore molto bassi, prossimi allo zero, e quindi adatti ai casi più critici di canale mobile.

Il T2-Lite introduce anche una maggiore flessibilità di configurazione del multiplex, tale da permettere un'ottimizzazione separata delle componenti dedicate ai servizi verso terminali fissi e a quelle verso i terminali mobili. Già il DVB-T2 permetteva, mediante l'uso dei PLP, di ottimizzare i parametri di trasmissione in funzione dei requisiti del singolo servizio. Era così possibile scegliere modulazione e codifica, memoria di interleaving, in modo ottimizzato per ogni PLP, ma i parametri dell'OFDM dovevano rimanere



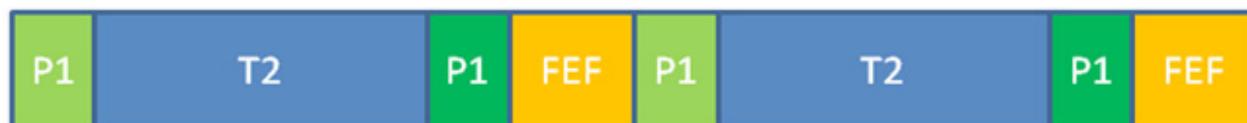


Fig. 1 - Coesistenza di trame fisiche T2 e trame fisiche FEF nel DVB-T2



Fig. 2 - Introduzione delle trame fisiche T2-Lite come FEF del T2-Base

Parametro di Configurazione	T2-Lite
<i>Dimensione del blocco FEC LDPC</i>	Solo 16k
<i>Code rate</i>	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 2/5, 1/3
<i>Costellazione</i>	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (fino al rate 3/5)
<i>Costellazioni ruotate</i>	Solo per QPSK, 16QAM e 64QAM
<i>Intervallo di guardia</i>	Limitato numero di configurazioni
<i>Dimensione FFT</i>	2K, 4K, 8K, 16K, 16K estesa
<i>Portanti pilota Scattered</i>	No PP8
<i>Massimo bit rate del servizio</i>	4 Mbit/s
<i>Segnalazione P1</i>	Nuova configurazione T2-Lite SISO/MISO
<i>L1 Scrambling</i>	Scrambling opzionale del signaling L1-post o L1

Tab. 1 - Sottoset di parametri DVB-T2 del profilo T2-Lite

uguali per tutti i frame T2. Con la nuova versione dello standard DVB-T2 è ora possibile usufruire di dimensione FFT e intervallo di guardia diversi per ogni servizio o gruppo di servizi. Tutto ciò è stato realizzato mediante l'utilizzo dei cosiddetti FEF (Future Extension Frames) del DVB-T2, porzioni della trama di segnale DVB-T2 specificatamente definite per consentire estensioni future dello standard. Il T2-Lite introduce la definizione di FEF di tipo T2 (figura 1), ossia permette di scindere la trama di segnale T2 in due sottotrame, l'una compatibile con lo standard T2-base, l'altra T2-Lite, ed avere lunghezza FFT ottimizzata per i due tipi di servizi, ad esempio 32K per la TV fissa e 8K per quella mobile (figura 2). In questo caso, il ricevitore fisso ignora i FEF T2-Lite e riceve i FEF T2-Base, viceversa il ricevitore mobile.

Con l'introduzione sul mercato dei nuovi ricevitori T2, che implementeranno la funzionalità T2-Lite, i broadcaster potranno così lanciare servizi verso terminali mobili, eventualmente ricevibili anche

dai convenzionali ricevitori stazionari. Tutto ciò con limitati costi di rete, in quanto il T2-Lite potrà essere combinato con il T2 sulle reti esistenti. Non sarà dunque necessario realizzare reti separate per i servizi mobili, e questo potrà incoraggiare il lancio graduale di nuovi servizi mobili in base alla domanda di mercato.

In tabella 1 vengono elencati i valori ammessi per i parametri di configurazione relativi al profilo T2-Lite mentre in tabella 2 è mostrata una tipica configurazione operativa relativa ad un multiplex T2/T2-Lite.

	T2-Base	T2-Lite
<i>FFT</i>	32K	8K
<i>Intervallo di guardia</i>	1/128	1/32
<i>Modulazione</i>	256QAM	QPSK
<i>Code Rate</i>	2/3	1/2
<i>Bit rate</i>	30,8 Mbit/s	1,5 Mbit/s

Tab. 2 - Configurazione operativa tipica per un Multiplex T2-Base/T2-Lite

La prima sperimentazione del T2-Lite è stata effettuata già nel Luglio 2011 da BBC a Londra [6] e all'IBC di Amsterdam dello stesso anno. Nel dicembre dello stesso anno anche Rai CRIT ha iniziato i test del T2-Lite, con le verifiche in laboratorio dei primi prototipi e alcuni test in campo nell'area di Torino con un bouquet costituito da sei programmi: due programmi HDTV ed uno 3DTV per l'utenza fissa e tre programmi dedicati ai terminali mobili.

Nel 2013 Rai-CRIT ha avviato una campagna di sperimentazione estensiva del T2-Lite, così come descritto più avanti in questo stesso numero [7].

4. CONCLUSIONI

Il T2-Lite nasce per offrire ai broadcaster l'opportunità di introdurre servizi di TV mobile a costi contenuti, allo stesso modo semplificando la tecnologia del sistema, riducendo la complessità ed il consumo dei dispositivi di ricezione, pur mantenendo ottime prestazioni e flessibilità di configurazione, nell'ottica di avere una rapida introduzione sul mercato dei terminali d'utente.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ETSI EN 302 755 V1.3.1 (2012-04), [*Digital Video Broadcasting \(DVB\); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system \(DVB-T2\)*](#)
- [2] V. Mignone, A. Morello, G. Russo, P. Talone, [*DVB-T2, la nuova piattaforma di diffusione della TV digitale terrestre*](#), in "Elettronica e Telecomunicazioni", Anno LVII, Numero 3, Dicembre 2008, pp 14-44
- [3] V. Mignone, [*La modulazione COFDM*](#), in "Elettronica e Telecomunicazioni", Anno LIV, Numero 3, Dicembre 2005, pp 43-48
- [4] ETSI EN 302 307 V1.2.1 (2009-08), [*Digital Video Broadcasting \(DVB\); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other*](#)
- [5] A. Morello, V. Mignone, [*Il sistema DVB-S2 di seconda generazione per la trasmissione via satellite e Unicast*](#), in "Elettronica e Telecomunicazioni", Anno LII, Numero 3, Dicembre 2003, pp 5-28
- [6] K. Greene, [*DVB-T2-Lite profile tech standard approved: Transmissions are go!*](#), BBC Research & Development Blog
- [7] A. Bertella, A. Gallo, S. Ripamonti, M. Tabone, [*DVB-T2 e DVB-T2 Lite: la sperimentazione in Valle d'Aosta*](#), in "Elettronica e Telecomunicazioni", questo stesso numero, pp 12-34