



*V Seminario*

2 aprile 2008

## **Tecnologie DVB di seconda generazione: DVB-S2, DVB-T2, DBV-SH**

### ***Sezione I : Introduzione***

*di Alberto Morello, Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica RAI*

## Sommario:

1	Introduzione.....	3			
2	DVB-S2.....	8			
2.1	Il “motore” del sistema: le tecniche di FEC.....	10			
2.2	Le “ruote” del sistema: i metodi di modulazione.....	11			
2.3	La flessibilità.....	14			
2.4	I servizi interattivi: la modalità ACM.....	16			
3	DVB-T2.....	21			
3.1	I vantaggi in sintesi.....	23			
3.2	PAPR.....	23			
3.3	Time Frequency Slicing.....	24			
3.4	Antenne multiple.....	24			
3.5	Multipipe.....	26			
3.6	Costellazioni.....	28			
3.7	Costellazioni ruotate.....	29			
3.8	Modulazione OFDM.....	31			
3.9	Banda estesa.....	32			
3.9.1	Portanti pilota.....	33			
3.10	Protezione differenziata.....	36			
3.11	Interleaving.....	40			
			3.12	Prestazioni.....	43
			3.13	Altre caratteristiche.....	45
			3.13.1	PAPR.....	45
			3.13.2	ACE.....	46
			4	DVB SH.....	48
			4.1	Le bande DVB SH.....	51
			4.2	I modi trasmissivi.....	52
			4.3	Correzione degli errori.....	55
			4.4	Sperimentazioni.....	57
			4.5	Tabella comparativa del DVB H e dell'SH.....	61

## 1 Introduzione

Buongiorno a tutti, ringraziando il prof. Sassano per la presentazione, apriamo questa mattina introducendo, dal punto di vista tecnologico, i sistemi di diffusione televisiva DVB chiamati DVB2, ovvero i sistemi di seconda generazione.

In particolare verranno sottolineati quali sono stati i requisiti per il cambiamento e quali le risposte tecnologiche a questi requisiti.

Iniziamo ricordando cos'è cambiato dal 2003, quando chi vi parla ha avuto il compito, con il dott. Comminetti (anch'egli del Centro ricerche RAI) di realizzare lo standard DVBS, per la diffusione televisiva da satellite, il primo standard DVB di grande successo, e cosa è cambiato dal '93 al 2003, quando è partito il sistema DVBS2 , il primo sistema di seconda generazione.

La prima considerazione riguarda il cambiamento di tecnologia e, in particolare, il potenziale dei cip destinati al mercato consumer.

Se si confronta la tecnologia disponibile nel '92, '93 e la tecnologia attuale, si osserva un fattore di complessità

moltiplicativo, a parità di area di silicio, grosso modo di un fattore 100. Il primo elemento di confronto, quindi, è che, all'interno dei cip, è possibile inserire 100 volte più complessità rispetto al '93.

La seconda considerazione è relativa al fatto che il DVB si è sempre e solo occupato di sistemi di livello fisico, ovvero la parte trasmissiva del broadcasting, composta essenzialmente dalla modulazione e dai codici di correzione degli errori. Ora, nei dieci anni passati dalla definizione dei sistemi di prima generazione, la tecnologia ha fatto grandi passi ed è quindi sorta la domanda sul come si possa sfruttare questo fattore 100 di complessità per ottenere dei sistemi di trasmissione (sistemi di livello fisico) più avanzati.

Veniamo ora alla storia degli standard di seconda generazione, nel 2003 nasce il DVBS2 e, quell'epoca, chi vi parla era Chairman del DVB. Nel 2005 viene definito lo standard DVB SH, coordinato da Phil Kelly dell'Alcatel. DVB SH è l'evoluzione del DVB H, il sistema per la televisione mobile. DVB H è puramente terrestre, il DVB SH invece prevede una cooperazione tra satelliti e le reti terrestri.,

Nel 2006 poi, nasce il gruppo ad-hoc sullo standard terrestre di seconda generazione, coordinato da Nick West della BBC Research.

Nel 2007/2008 viene lanciata la Study Mission per il Cable, quindi nascerà anche il DVB C2.

Dal 2007 al 2010 nascerà il DVB NGH (*"Next Generation Handheld"*), così chiamato per evitare il nome DVB H2 che avrebbe infastidito il nascente mercato del DVB H.

La filosofia generale dei sistemi di nuova generazione è importata dal DVB S2. La racconto con orgoglio perché, mi sono personalmente fatto carico della la filosofia del sistema nel DVB S2, avendo come missione nel DVB di esportare la medesima filosofia in tutti i sistemi.

La base di questa filosofia è di separare i livelli di protocollo, nei contesti Telecom è un assunto consolidato da molti anni, in DVB, invece, è una battaglia da riprendere in ogni nuovo standard.

I sistemi attuali di livello fisico, devono quindi trasportare una sorta di tubi trasparenti, i PLP (*"Physical Layer Pipe"*), che descriveremo nel seguito.

I PLP portano i bit generati ai livelli superiori di protocollo in modo del tutto trasparente, senza occuparsi se stiamo trasferendo un video, un audio, o una segnalazione.

Le parti più avanzate dei sistemi di seconda generazione, però, l'elemento tecnologicamente forte, è insito nei nuovi codici di correzione degli errori (FEC – Forward Error Correction), ottenuti tramite una gara fra molti contendenti a livello europeo con le università in prima fila.

Si tratta dei famosi turbo codici, intesi in senso lato. I requisiti commerciali dei sistemi, è stato poi richiesta, l'applicazione di una protezione differenziata a livello di servizio. I sistemi di prima generazione, infatti, proteggono tutto il flusso di dati nello stesso modo, quindi Rai1 è protetto come Rai2 e l'audio di Rai1 è protetto come il video di Rai1.

Nei sistemi di seconda generazione è possibile invece applicare una protezione differenziata in base ai servizi. La situazione è illustrata in Fig. 1 e Fig. 2

La filosofia che abbiamo posto alla base dei sistemi, è quindi quella dei PLP (1, 2 e 3, uno per servizio); su ciascuno applichiamo un bit interliver, una codifica FEC, che protegge le costellazioni della modulazione. Successivamente viene creato un frame che, nel caso del satellite, che è un sistema a portante singola, è un frame nel solo dominio temporale. Nei sistemi terrestri, dove si utilizza la modulazione OFDM, il frame divide le costellazioni

sia nel dominio della frequenza, perché vengono adoperate numerose portanti, sia nel dominio del tempo.

singoli servizi. La soluzione viene dal DVB S2 e consiste in un demoltiplatore, chiamato in questo caso TS splitter, che riceve in ingresso un grosso TS. Questo è tipicamente a bitrate variabile, Ovvero al suo interno ogni servizio si muove nel tempo in termini di bitrate in modo da allocare, in base alla complessità del video, il bitrate necessario.



## Protezione Differenziata

E' possibile suddividere un MUX-statistico nei singoli programmi, e inviare ciascuno su un PLP diverso per avere protezione differenziata:

- Lo splitter (esterno) genera TS separati con una percentuale di pacchetti nulli variabili nel tempo
- Null-packet deletion: cancella i null-packet e aggiunge un contatore (DNP) che permette di re-inserirli al ricevitore esattamente nella stessa posizione (non è necessario nel ricevitore correggere i PCR)
- ISSY Time stamp: permette di recuperare al ricevitore il jitter inserito dalla catena T2

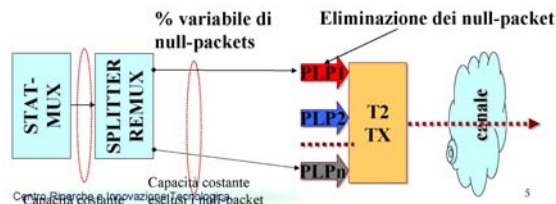


Figura 1

Un ulteriore problema di base consisteva nel fatto che, avendo come ingresso ai sistemi DVB un TS (MPEG2 Transport Stream), questo può contenere un numero elevato di servizi (10, 20, 30). Il problema è quindi come proteggere all'interno di questo unico TS in modo diverso i



## Protezione differenziata

Ogni PLP effettua in modo indipendente la codifica FEC, la generazione delle costellazioni (QPSK, 64QAM,...) e l'interleaving (di bit, di tempo e di frequenza)

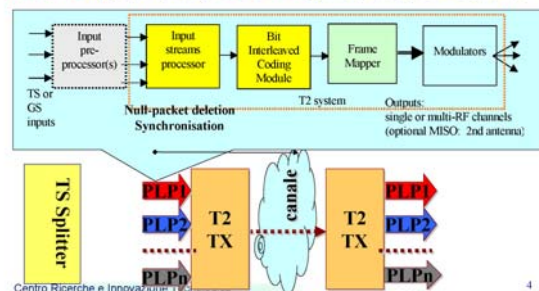


Figura 2

Dopo lo splitter vengono generati di nuovo dei TS relativi al singolo servizio. Visto che ciascun TS all'interno varia di bitrate e il TS complessivo (risultante) è a bitrate costante, è necessario aggiungere dei null-packet. Questa è un'operazione standard. Nel TS MPEG è infatti totalmente fattibile e semplice. Nel DVB però c'è stato un passo avanti. È stato quello di cancellare il null-packet in aggiunta, perché non vogliamo trasmettere dati che andrebbero a riempire il canale di qualcosa che non serve a nulla. Successivamente i null-packet andranno reinseriti al ricevitore in modo da non dovere cambiare i timestemp.

Quindi un null-packet viene cancellato in trasmissione ma il ricevitore sa qual è la posizione esatta nel TS, in modo da ricrearlo senza dover rigenerare i timestamp nel ricevitore. Questo permette anche di ottenere una rete a singola frequenza dove lo stesso stream di bit viene trasmesso da diversi trasmettitori evitando le interferenze.

L'ultimo problema che era insito in questa filosofia di sistema era quello che cambiando su ciascun PLP il bitrate, in particolare annullando i null-packet, abbiamo una specie di tubo a dimensione variabile, che varia nel tempo, cioè in un secondo la dimensione varia decine di volte.

Se noi carichiamo dei buffer a bitrate variabile, il delay end

to end è variabile, ma invece un TS per definizione ha bisogno di un delay fisso. E quindi abbiamo introdotto un ulteriore livello di timestemp che permette al ricevitore di assorbirsi con un buffer tutti questi delay.

Questa filosofia di sistema è nata nel centro ricerche Rai.