



 POLITECNICO DI MILANO



DVB



Digital Video Broadcasting (1993): progetto europeo, che ha l'obiettivo di armonizzare le strategie volte all'introduzione della televisione digitale e dei nuovi servizi multimediali e interattivi sui vari mezzi trasmissivi e di definirne le relative specifiche tecniche.





DVB: concetti generali

I sistemi televisivi adottati all'interno del DVB sono market-oriented e non sviluppati solamente in base alle nuove tecnologie emergenti. Questo permette di venire incontro ai requisiti di tutti i partner coinvolti nello sviluppo: broadcaster, operatori satellitari e via cavo e industrie di elettronica di consumo.

DVB: unica soluzione globale ed integrata di digital broadcasting.





Il sistema DVB ha prodotto degli standard per ciascun mezzo trasmissivo (terrestre, satellite, via cavo) utilizzato dalla TV analogica. In particolare, si possono annoverare i seguenti:

- DVB – S (la "S" sta per "Satellite") - per ricevere i segnali video è necessario collegare il televisore ad un ricevitore satellitare collegato ad un'antenna parabolica che riceve i segnali direttamente dai satelliti posti in orbita geostazionaria;
- DVB – C (la "C" per "Cable"-"Cavo") - il segnale è ricevuto grazie ad un cavo coassiale;
- DVB – T (la "T" sta per "Terrestrial"-"Terrestre") - il segnale video è ricevuto attraverso le normali antenne televisive;
- DVB – H (la "H" sta per "Handheld"-"Portatile") - è lo standard del consorzio europeo DVB per una modalità di radiodiffusione terrestre studiata per trasmettere programmi TV, radio e contenuti multimediali ai dispositivi handheld, come i più comuni smartphone e i palmari Pda. Si tratta di uno standard derivato dal DVB-T e funziona combinando gli standard del video digitale con l'Internet Protocol in modo da suddividere i contenuti in pacchetti di dati da trasferire sul cellulare e leggibili da parte dell'utente.

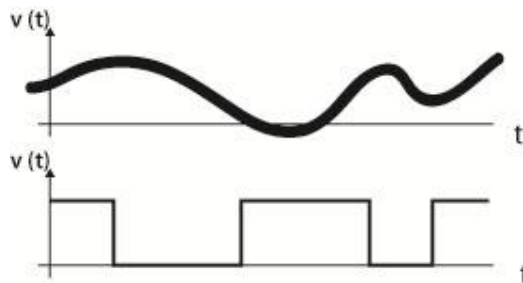


Dalla TV analogica alla TV digitale



DVB: dalla Tv analogica alla Tv digitale

Televisione → informazione elettronica → l'informazione elettronica può essere rappresentata in due forme diverse: analogica o digitale.



Inizialmente: immagini in movimento e suono rappresentate analogicamente.

In seguito: componenti secondarie, il suono e i servizi interattivi (teletext), sono state rappresentate in forma digitale.

Si parla comunque di televisione analogica in quanto la componente principale, le immagini in movimento, è rappresentata in forma analogica.

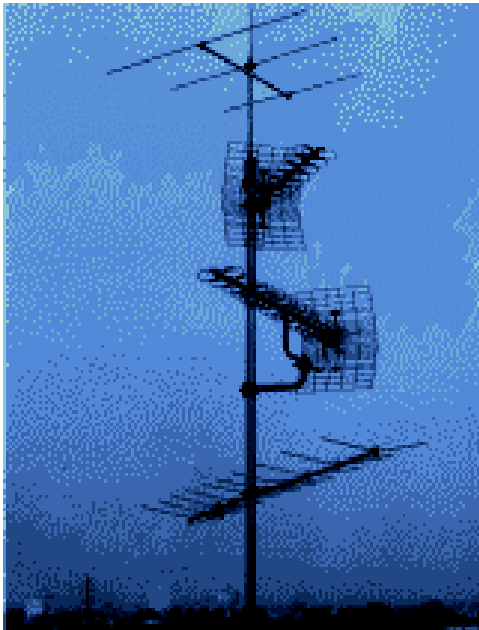


La televisione analogica si distingue nelle seguenti tipologie:

- Televisione analogica terrestre: una combinazione della televisione analogica e della televisione terrestre che giunge agli utenti per mezzo di onde radio emesse da trasmettitori posti sulla superficie terrestre.
- Televisione analogica via cavo: la televisione che giunge agli utenti per mezzo di un cavo coassiale per telecomunicazioni.
- Televisione analogica satellitare: la televisione che giunge agli utenti per mezzo di onde radio emesse da trasmettitori posti su satelliti per telecomunicazioni geostazionari.



Ciò che differenzia queste tre tipologie sono dunque le modalità e il mezzo di ricezione dell'informazione, ma qual è la vera differenza?



In alcune regioni geografiche la copertura 'via onde' può essere particolarmente difficoltosa per via delle caratteristiche del territorio



L'informazione portata dalle onde radio è particolarmente accurata (la qualità dell'informazione analogica sarebbe addirittura superiore a quella digitale in assenza di condizionamenti), tuttavia essa può 'degradarsi' in relazione alla distanza e/o ad una serie di ostacoli nei quali può imbattersi durante il tragitto verso la destinazione





Allo stesso modo, vi è talvolta la volontà/necessità di ricevere informazioni su una scala più ampia, continentale. Queste sono problematiche che la sola tv analogica terrestre, non è in grado di risolvere. L'alternativa è rappresentata dalla tv via cavo e da quella satellitare.

La tv via cavo nacque proprio come soluzione di trasmissione nelle regioni montuose statunitensi dove il segnale trasmissivo, o non veniva ricevuto bene, oppure non veniva ricevuto del tutto.

L'informazione passa attraverso i cavi, in modo da raggiungere anche le zone impervie, con un conseguente miglioramento della qualità (la coesione cavo-televisione a colori è particolarmente rilevante in termini di qualità) del segnale che, viaggiando attraverso un cavo coassiale, è meno soggetto alla dispersione.



La televisione satellitare offre una copertura continua delle aree geografiche servite. Ciò significa che è ricevibile in un qualsiasi punto delle aree geografiche servite, quindi anche in movimento all'interno di tali aree.

Necessita forzatamente però, diversamente dalla televisione terrestre, di un'antenna di ingenti dimensioni, tali per cui non è possibile ricevere la televisione satellitare con televisori palmari.

La televisione satellitare normalmente serve invece aree geografiche continentali. Con la televisione satellitare è possibile quindi ricevere televisioni di altre nazioni.

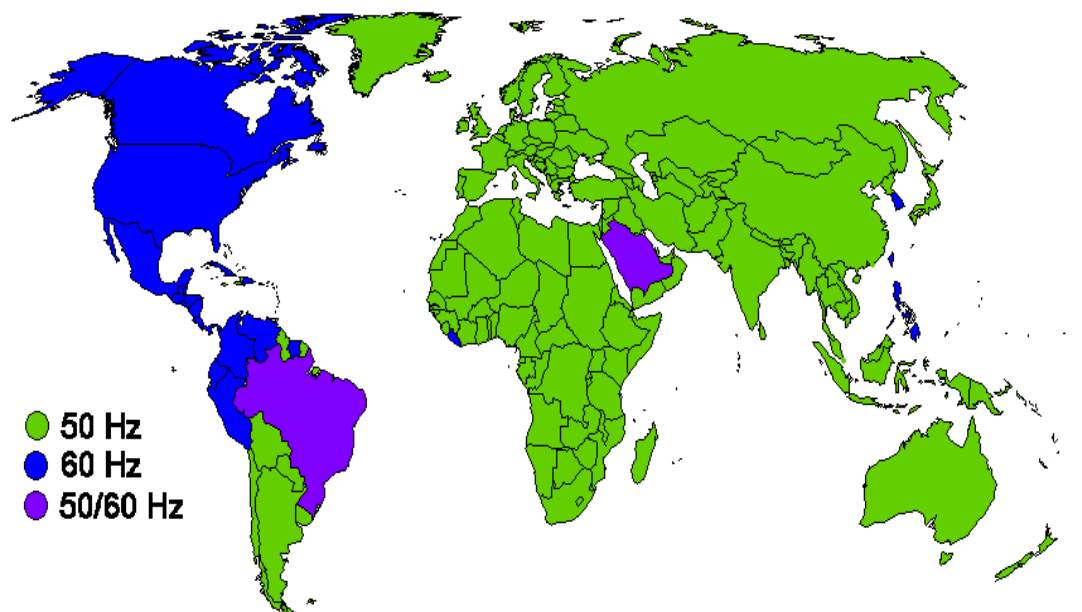
La televisione satellitare permette una ricezione perfetta anche in zone montuose. A differenza della televisione terrestre però, tra l'antenna e il trasmettitore, non ci deve essere alcun tipo di ostacolo.



La televisione analogica nelle sue tre tipologie, rappresenta dunque una valida tecnologia diffusa in tutto il mondo

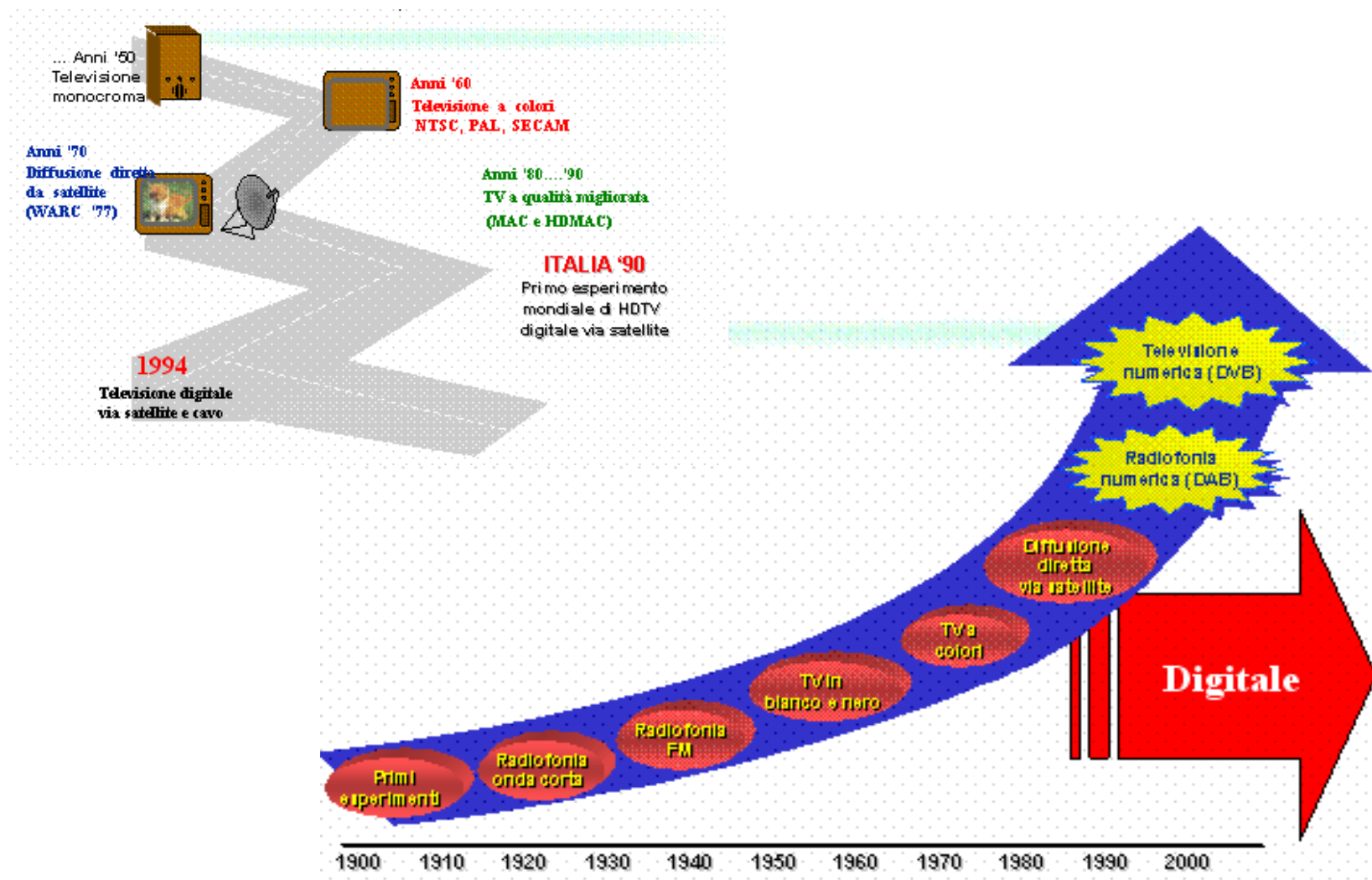
Il segnale analogico, seppur a diverse frequenze rappresenta una garanzia di trasmissione.

Perchè dunque le normative mondiali hanno spinto per una sua rapida estinzione?



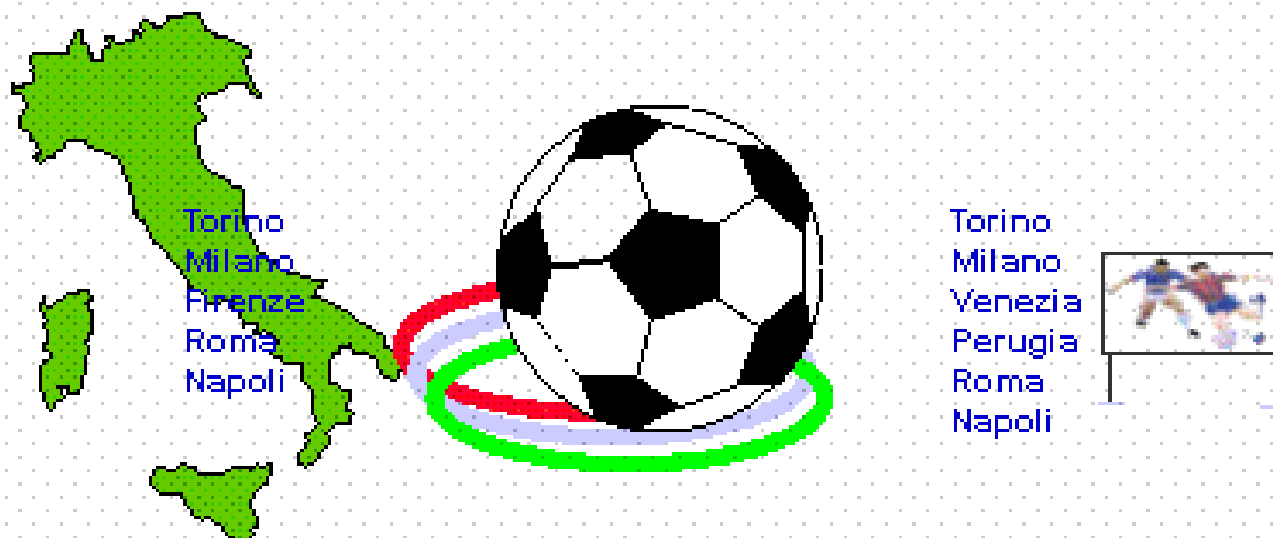


DVB: dalla Tv analogica alla Tv digitale





DVB: dalla Tv analogica alla Tv digitale



**ITALIA '90 - Primo esperimento mondiale
di trasmissione numerica HDTV via satellite**



DVB: dalla Tv analogica alla Tv digitale

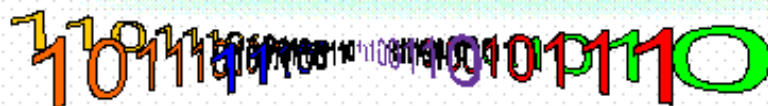
Fattori determinanti per lo sviluppo della tv digitale:

- Disponibilità in commercio di componenti commerciali a basso costo che realizzano gli algoritmi di compressione MPEG per l'immagine e il suono
- Sviluppo di avanzate tecniche di codifica e modulazione per proteggere l'informazione sul canale di trasmissione
- Introduzione sul mercato di schermi a “plasma” piatti e di grandi dimensioni (40 – 55 pollici)
- Requisiti commerciali ed aspettative dell'utenza: più programmi, ricevitori economici, controllo d'accesso



DVB: dalla Tv analogica alla Tv digitale

Vantaggi della soluzione numerica (1)



- ✓ aumento dell'offerta
 - 5 ÷ 8 programmi per canale
- ✓ flessibilità del servizio
 - video, audio, dati
- ✓ facilità di cifratura (Pay-TV, IPPV) per accesso condizionato
- ✓ multimedialità, interattività
- ✓ interoperabilità e compatibilità

Vantaggi della soluzione numerica (2)



- qualità elevata e costante
- robustezza contro rumore, interferenze, riflessioni
- efficiente equalizzazione delle distorsioni lineari (es. echi)
- riduzione della potenza trasmessa
- migliore sfruttamento dello spettro e maggiore flessibilità in pianificazione
 - reti isofrequenziali terrestri
 - riuso di frequenza sui canali da satellite



 POLITECNICO DI MILANO



La tv digitale



DVB: la Tv digitale

- Digitale significa la stessa tecnica dei computer, di Internet e dei cellulari. E' il linguaggio comune attraverso cui si realizza la convergenza dei media. Le immagini, i suoni ed i dati "parlano nello stesso modo" e possono unirsi, integrarsi e completarsi.



- La tecnica digitale e' più efficiente di quella analogica perché utilizza sistemi di compressione dei segnali. Al posto di ogni programma TV trasmesso in analogico e' oggi possibile diffondere, con il digitale terrestre, fino a 5 programmi TV, canali audio aggiuntivi e flussi di dati.
- Il Digitale terrestre e l'analogico hanno in comune lo stesso mezzo di trasmissione: ogni trasmettitore serve un'area corrispondente circa a quella di una provincia italiana. Questo significa che, a differenza del satellite, anche il digitale potrà differenziarsi attraverso contenuti locali specifici per ogni territorio (trasmissioni regionali per TV, suoni e dati).

cosa significa?

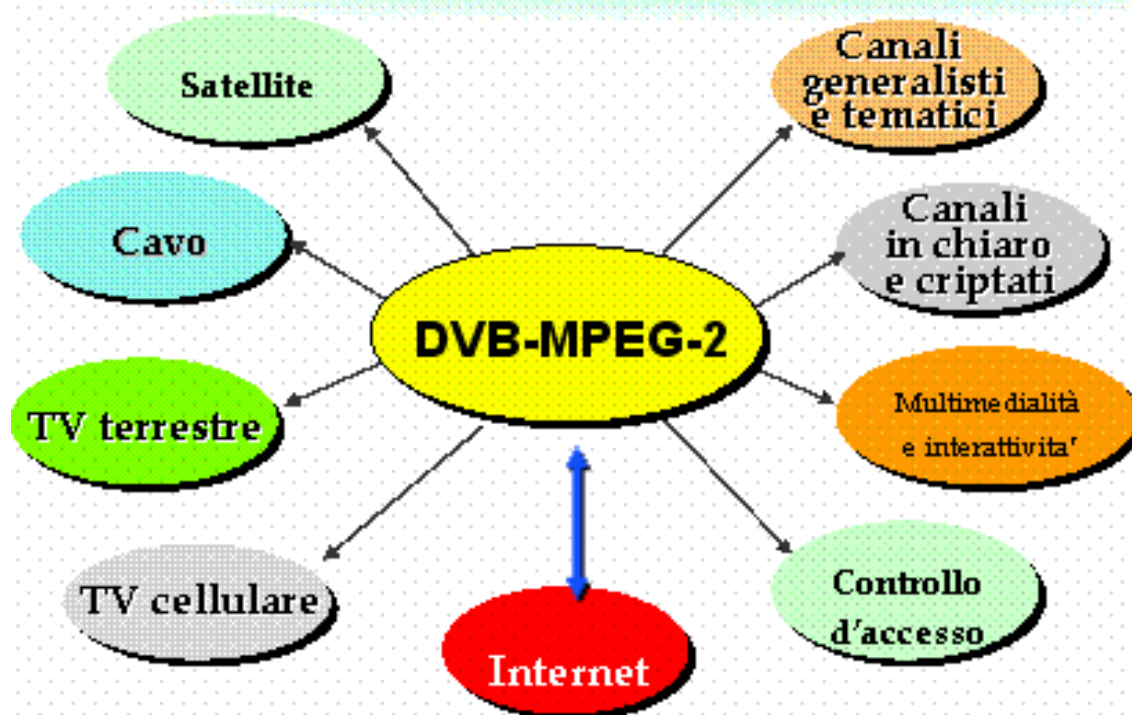
e dove ci porta?



- Ad un uso migliore dello spettro e quindi a minori emissioni elettromagnetiche;
- ad una offerta televisiva che si arricchisce di canali e migliora la qualità di visione;
- ad una migliore qualità ed ad una maggiore offerta audio (qualità CD ed audio multilingua);
- a poter richiedere, attraverso il telecomando, e vedere sul televisore informazioni aggiuntive, sul programma che stiamo vedendo o su altro (servizi di pubblica utilità, notizie, acquisti, gioco, formazione, ecc.);
- a poter interagire, attraverso un canale telefonico, con programmi televisivi, per indicare scelte e gusti personali, e a poter operare da casa per ricevere servizi dagli enti di pubblica amministrazione, fare acquisti, giocare, istruirsi e....molto altro ancora

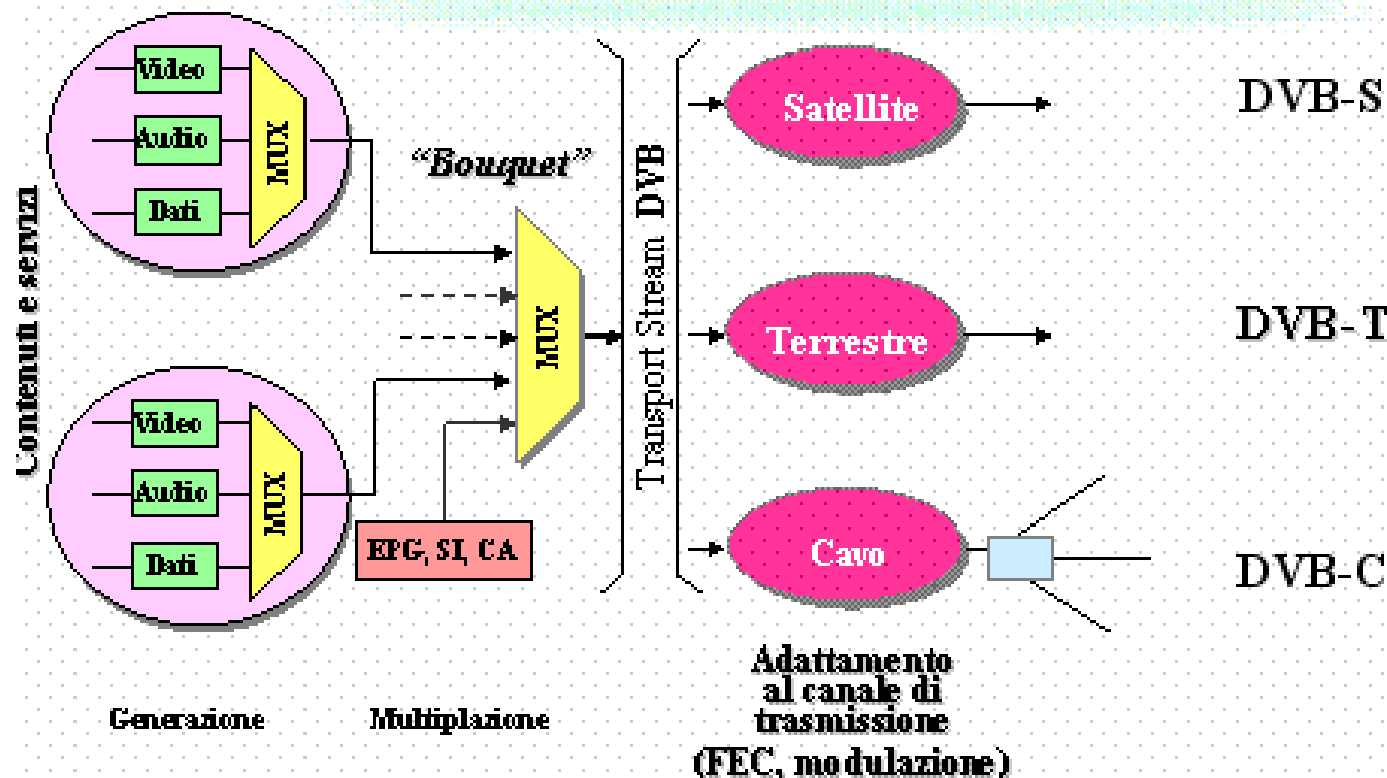


Tecnologie e servizi DVB



DVB: la Tv digitale

La catena di diffusione "DVB"





Caratteristiche principali dei sistemi DVB(1):

- Compressione e Codifica di sorgente basata su MPEG-2 → standard a livello mondiale
- Multi-programmazione → incremento significativo della capacità del canale
- Multiplazione a pacchetti (video, audio, dati) a divisione di tempo (TDM) su singola portante numerica → allocazione flessibile della capacità
- Guida elettronica ai servizi (SI e EPG)
- Cifratura per servizi di Pay-TV

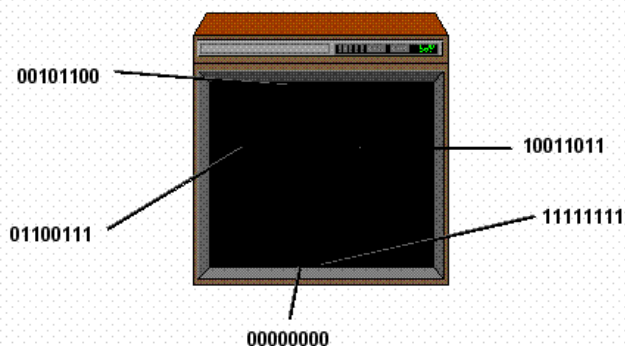


Caratteristiche principali dei sistemi DVB(2):

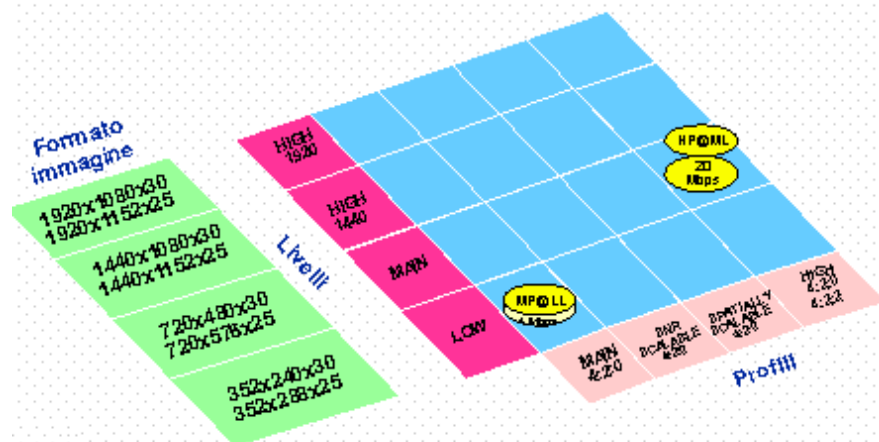
- Correzione d'errore e Modulazione digitale
- Sfruttamento ottimale della larghezza di banda
- Uso flessibile delle capacità trasmissive → qualità tecnica/quantità dei programmi
- Massima compatibilità fra i sistemi per media diversi satellite, cavo, terrestre, ecc.
- Semplicità ed economicità dei sistemi di ricezione per il mercato di consumo



Conversione di immagini nel formato numerico



Il sistema MPEG-2



Formato del segnale numerico 4:2:2 (Rec. ITU-R BT.601)

Righe per quadro	525	625
Semiquadri al secondo	60	50
Componenti	Y	Cb Cr
Campioni per riga (Y, C)	858 ; 429	864 ; 432
Campioni attivi (Y, C)	720 ; 360	
Struttura di campionamento	ortogonale	
Frequenza di campionam. (Y)	13.5 Mhz	
	(Cr, cb)	6.75 Mhz
Codifica dei campioni	PCM uniforme, 8 bit	

La parte attiva del segnale TV richiede circa
166 Mbps
per trasmissione o memorizzazione



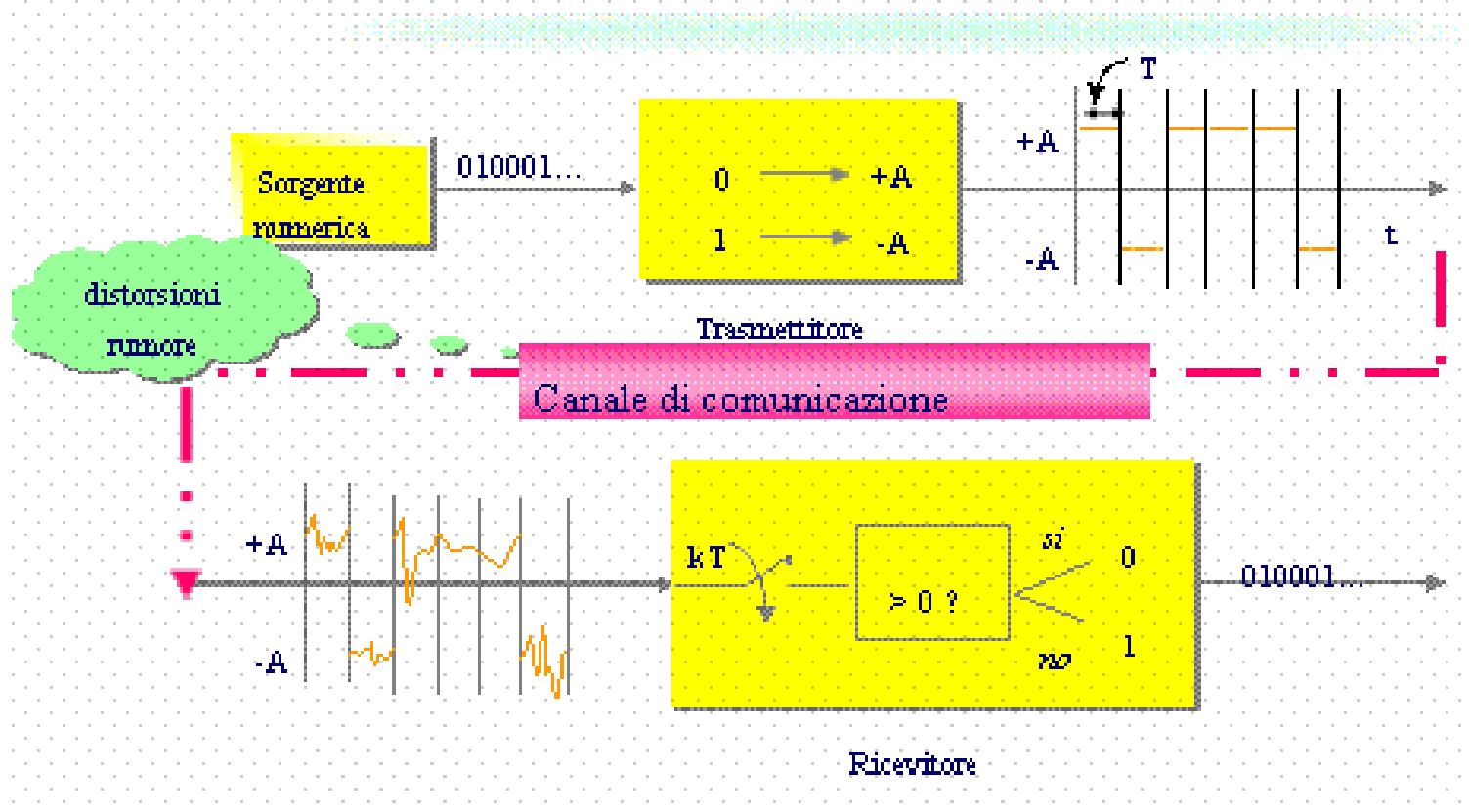
Qualità video MPEG-2

- MPEG-2 prevede vari “Profile” e “Level”
- **MP@ML (Main Profile at Main Level)** è adottato nei servizi diffusivi TV

Data rate tipici:

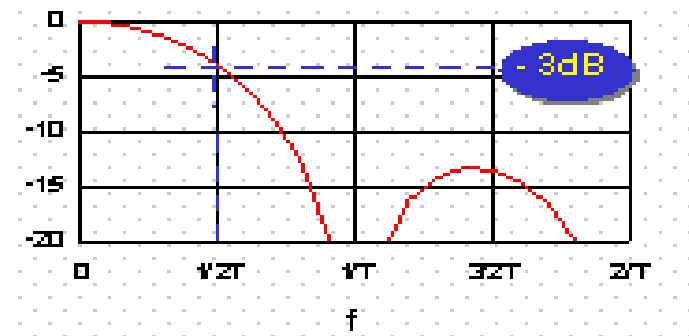
- 2 - 4 Mbit/s per qualità comparabile al VHF (LDTV)
educational, film, news
- 6 Mbit/s per qualità comparabile al PAL (SDTV)
entertainment
- 9 Mbit/s per qualità comparabile allo standard di studio (EDTV)

Le comunicazioni numeriche



Segnali numerici, parametri fondamentali:

- Forme d'onda elementari
- Periodo di segnalazione: T
- Velocità di trasmissione $R = 1/T$
- Spettro di frequenza del segnale
 - La durata dell'impulso è finita
 - L'occupazione spettrale è infinita



Il canale di comunicazione

Principali cause distorsione segnale:

- ostacoli
- amplificatori e filtri



Principali sorgenti di rumore:

- rumore termico del ricevitore
- rumore generato da attività umane (man-made noise)
- rumore di assorbimento atmosferico
- rumore galattico

Il rumore Gaussiano

Ha una statistica gaussiana con valore medio nullo e varianza

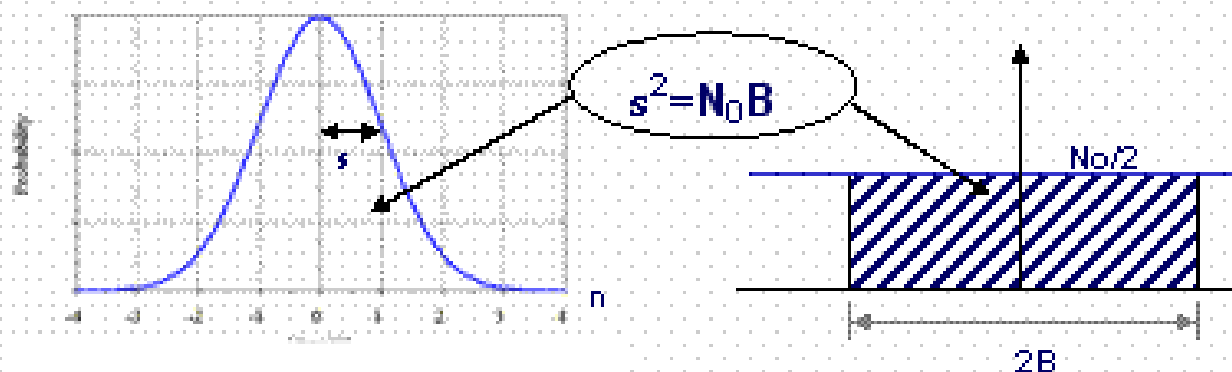
$$s^2 = N_0 B$$

È detto **bianco** se ha densità spettrale di potenza costante

$(N_0/2)$ per tutte le componenti spettrali

Distribuzione statistica

Spettro di potenza



Il Filtraggio:

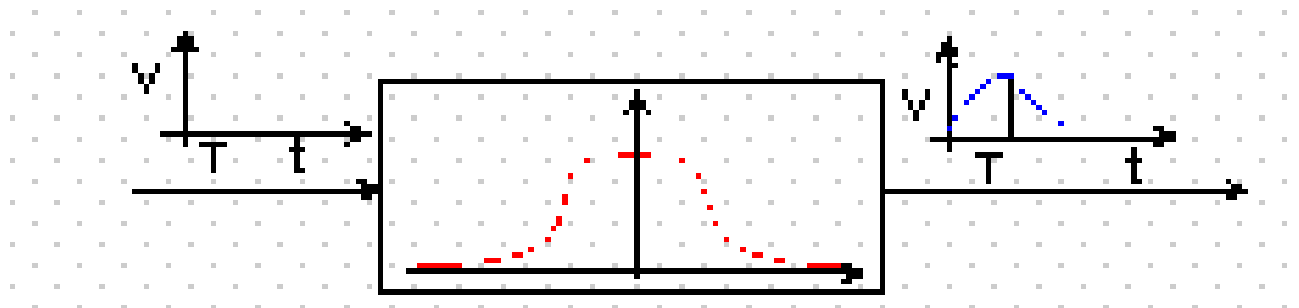
-Effetti sul rumore

--Riduce la potenza di rumore;

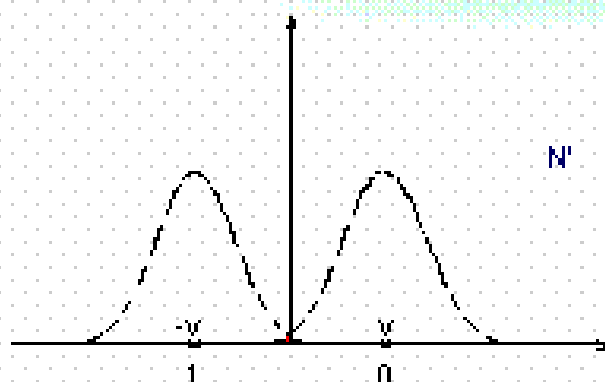
-Effetti sul segnale

--Attenua le componenti ad alta frequenza del segnale;

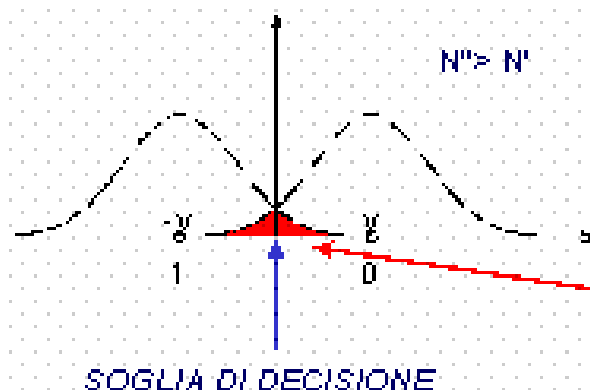
--Aumenta la durata del segnale;



Come si misurano gli effetti del rumore sulla trasmissione



Al crescere del rumore
all'ingresso del ricevitore,
cresce la varianza della
gaussiana:

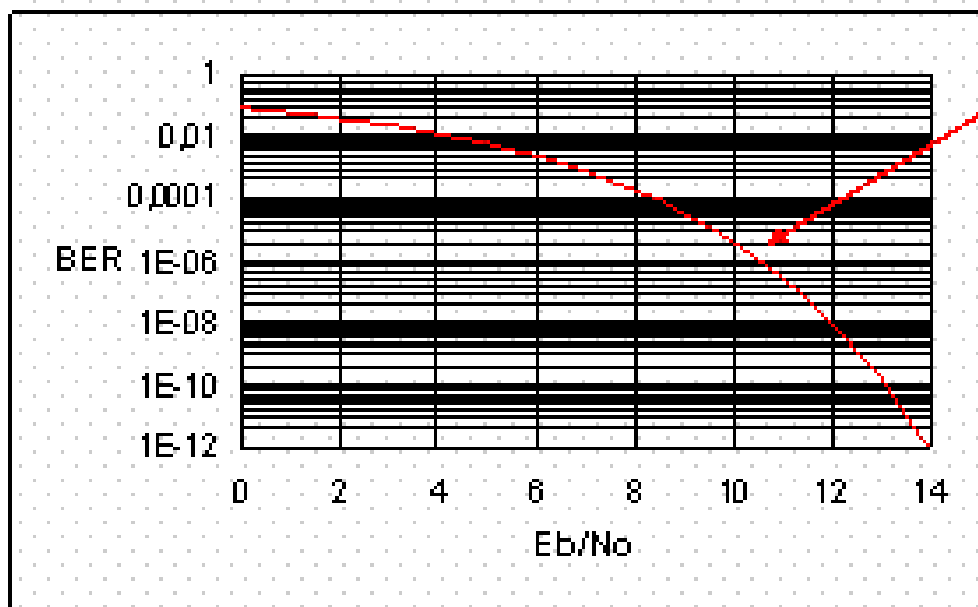


aumenta la probabilità che il
simbolo ricevuto cada al di
fuori dalla zona di corretta
decisione.

**Probabilità che il
simbolo ricevuto cada oltre
la soglia di decisione**

La probabilità d'errore

BER (Bit Error Ratio): rapporto tra i bit non ricevuti correttamente e i bit trasmessi. Ai fini pratici, data l'usuale esiguità del dato numerico, tale indice è solitamente espresso come coefficiente di una potenza di base 10.

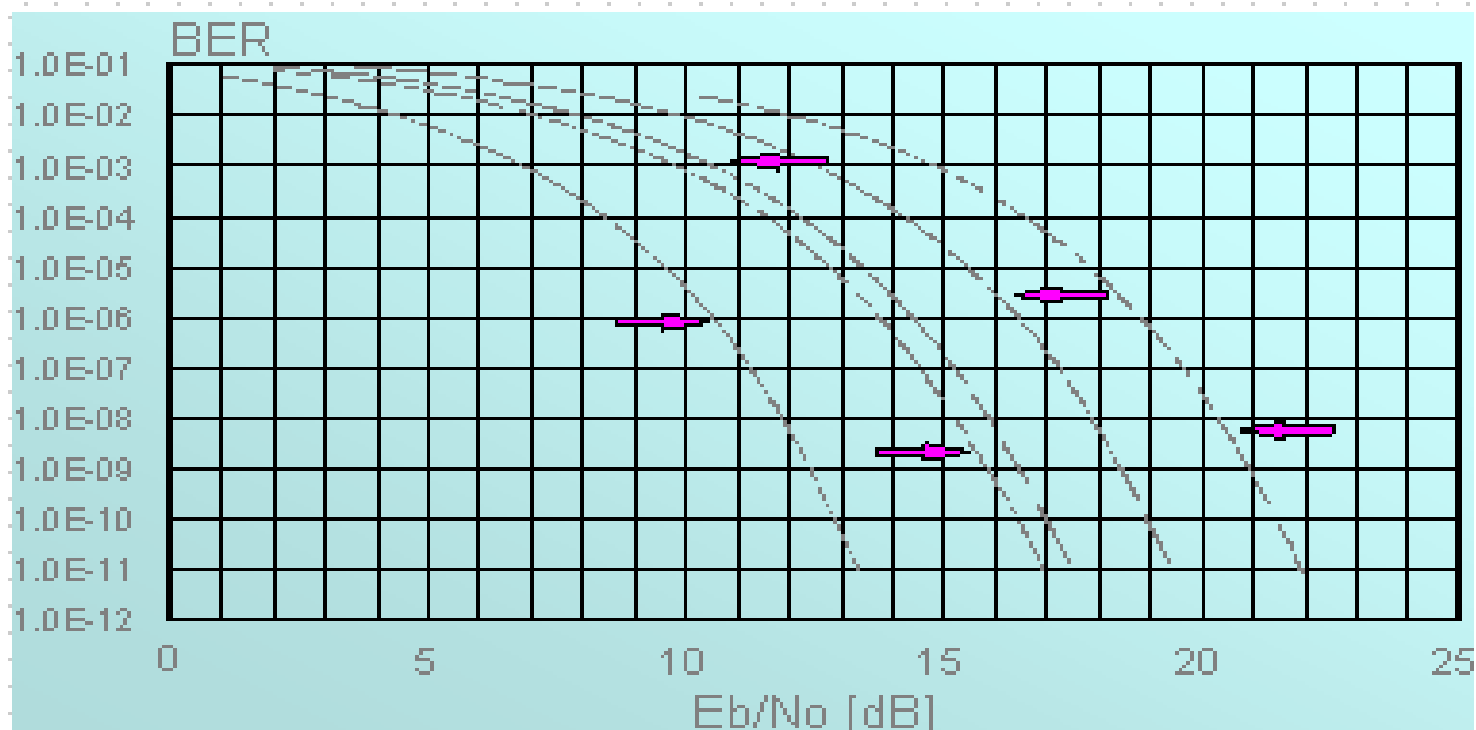


$$BER = f(E_b/N_0)$$

E_b è l'energia media utilizzata per trasmettere un bit

N_0 è la densità spettrale del rumore, potenza del rumore su una banda pari ad 1 Hz

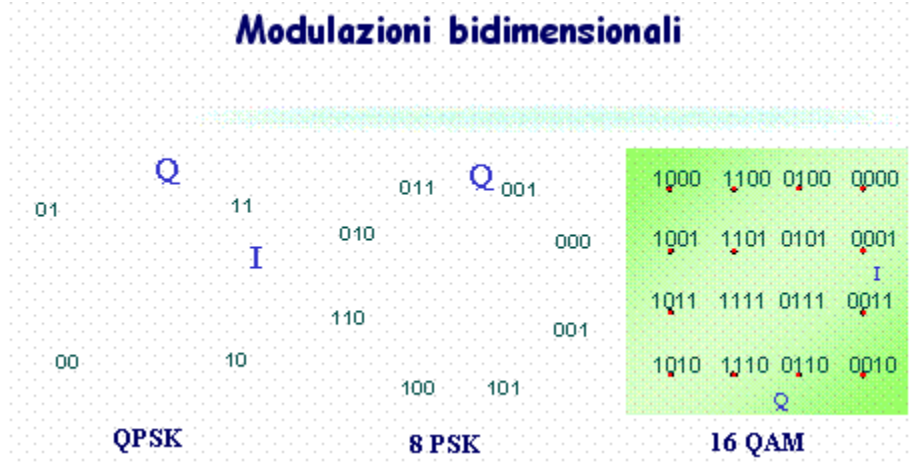
Prestazioni su canale Gaussiano





Nelle comunicazioni numeriche o *digitali* il **simbolo** è la più piccola quantità di dati trasmissibili in una sola volta, dunque è l'unità di segnalazione di un canale numerico.

Nelle trasmissioni digitali viene utilizzata una tecnica di modulazione del segnale chiamata QPSK (Quadrature Phase Shift Keying); con questo sistema, i dati video vengono trasmessi sotto forma di simboli, e il **Symbol Rate** (letteralmente *velocità dei simboli*) indica quanti simboli al secondo vengono trasmessi per codificare il segnale video. Normalmente i canali TV vengono trasmessi a circa 27,5 megasimboli al secondo.



DVB: la Tv digitale

La codifica di canale

Obiettivo

Tasso di errore accettabile

Vincoli

Potenza del segnale: **limitata**

Densità spettrale di rumore: **costante**

Complessità degli apparati: **minima**

Soluzione

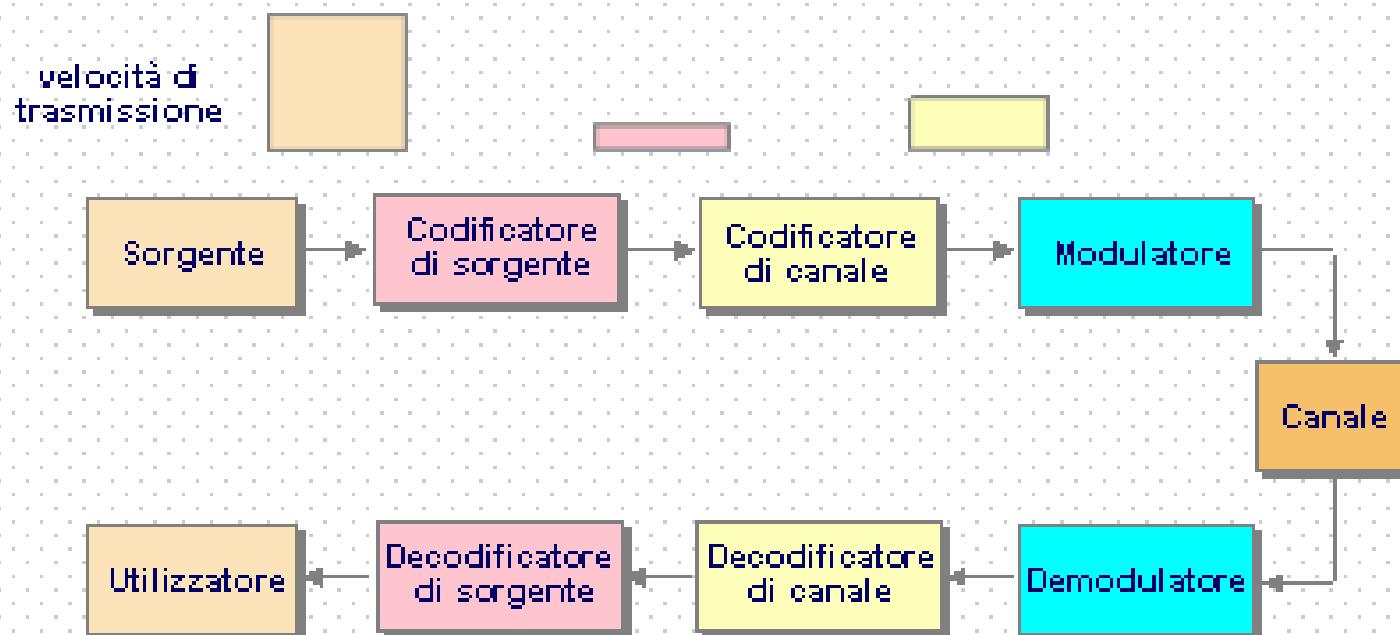
Tecniche di controllo degli errori

La codifica di canale

Permette di rivelare e correggere alcuni degli errori commessi sul canale mediante la ridondanza aggiunta al flusso di informazione proveniente dalla sorgente



Effetti della codifica di canale



Parametri fondamentali

Il **rate** del codice $R = k / n$ è il rapporto fra la lunghezza della sequenza in **ingresso** e quella in **uscita** dal codificatore

Il codice è individuato dalla coppia **(n,k)**





 POLITECNICO DI MILANO



Lo standard DVB-T



Che cos'è il DVB-T?

Il Digital Video Broadcasting - Terrestrial (DVB-T) è lo standard del consorzio europeo DVB per una modalità di trasmissione televisiva digitale terrestre.



Definisce le caratteristiche tecniche di trasmissione, codifica, modulazione e struttura di trama per permettere la diffusione di un segnale numerico (p.e. video).

La definizione della specifica DVB-T risale al novembre 1995, con approvazione come standard ETSI nel febbraio 1997.

Il segnale video è ricevuto attraverso le normali antenne televisive, andando ad affiancarsi alle trasmissioni analogiche.

Per poter usufruire del digitale terrestre è sufficiente disporre di un decoder digitale, denominato STB (Set-Top Box) o di un televisore di nuova generazione.





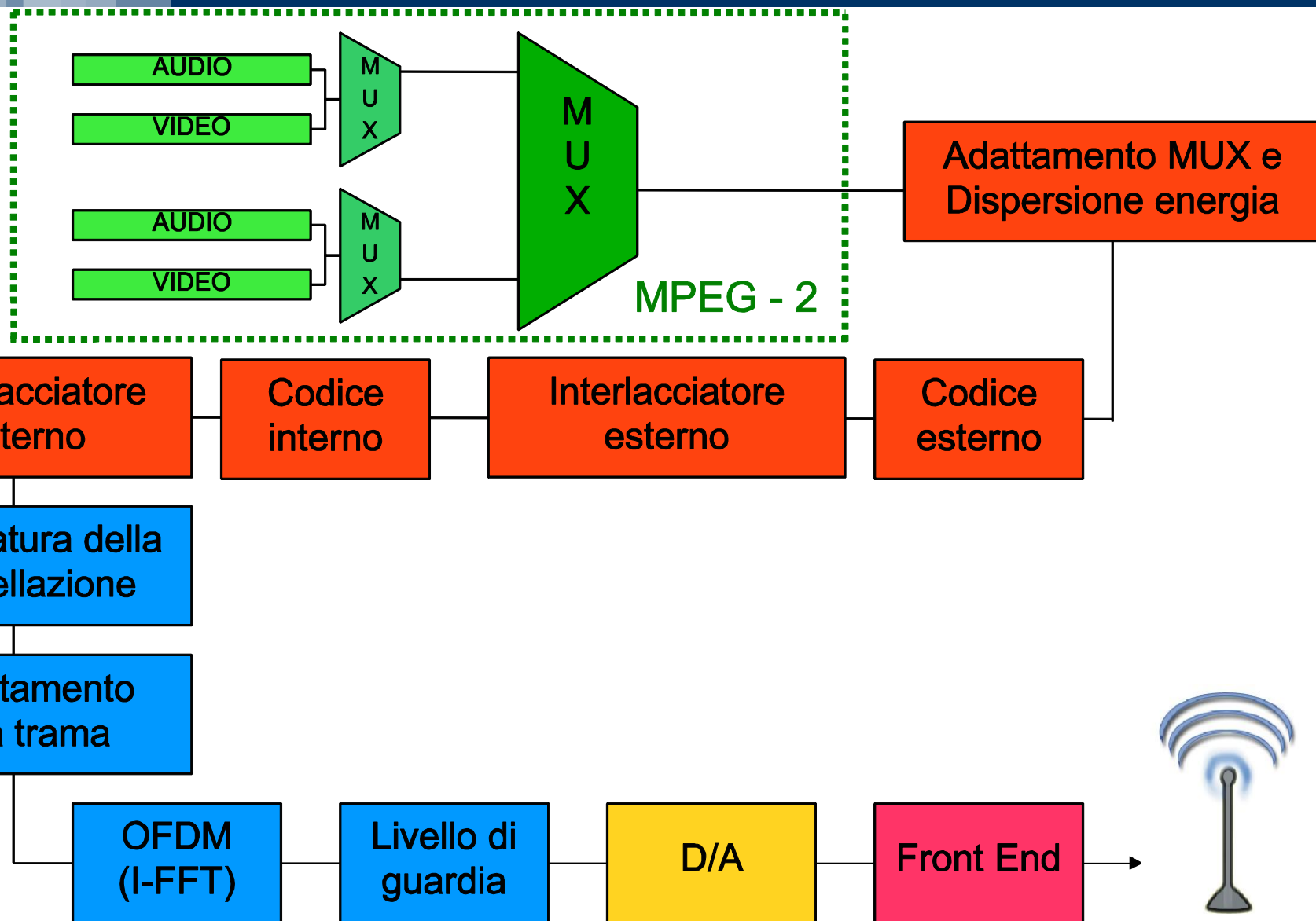
DVB-T: i vantaggi

I principali vantaggi offerti dallo standard DVB-T rispetto alla televisione analogica sono:

- Un maggior numero di programmi a parità di banda RF occupata (tipicamente il quadruplo o più).
- Una minore potenza di emissione necessaria per coprire la medesima distanza (cioè maggiore immunità al rumore ed ai disturbi)
- Una migliore qualità dell'immagine.
- La possibilità di realizzare reti di diffusione terrestre in isofrequenza (SFN).
- La possibilità di ricezione mobile senza le problematiche tipiche dei sistemi analogici.
- La possibilità di trasmettere dati e servizi ausiliari (ad esempio: Multimedia Home Platform, la piattaforma multimediale per l'utenza domestica).



DVB-T: diagramma a blocchi funzionale



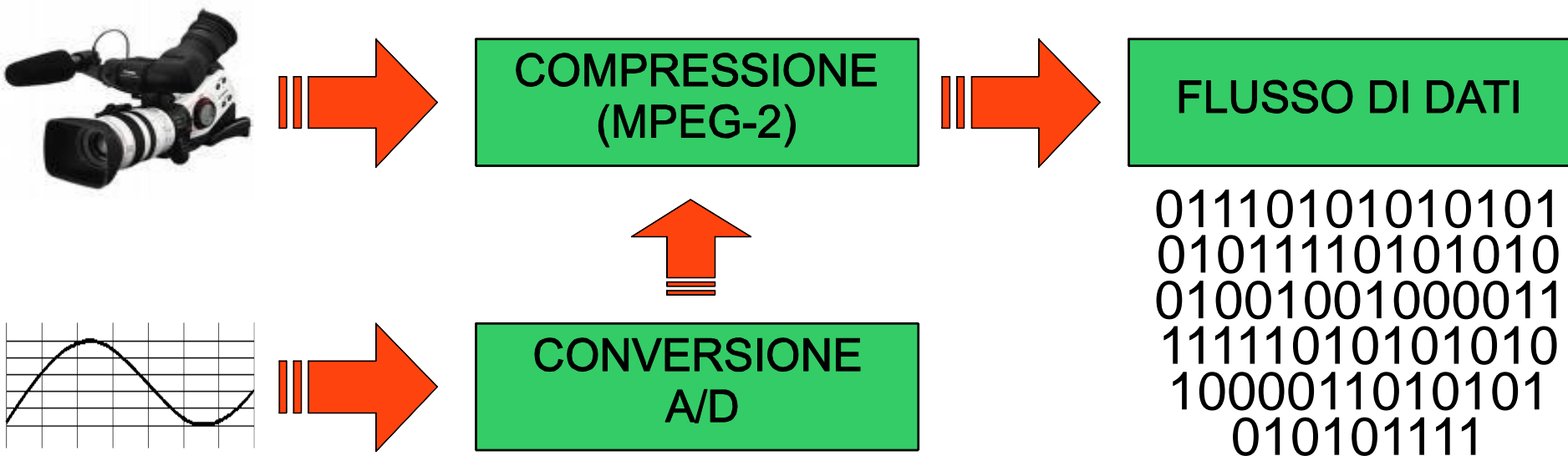
La codifica dei dati

I segnali da trasmettere possono essere generati direttamente in formato digitale o convertendo segnali analogici.

I segnali Audio/Video digitali devono essere compressi per formare un flusso di dati di dimensione ragionevole.

Le fasi di codifica e compressione dei segnali non devono alterarne in modo significativo la qualità.

Lo standard internazionale scelto è l'MPEG-2 (Motion Picture Expert Group versione 2).

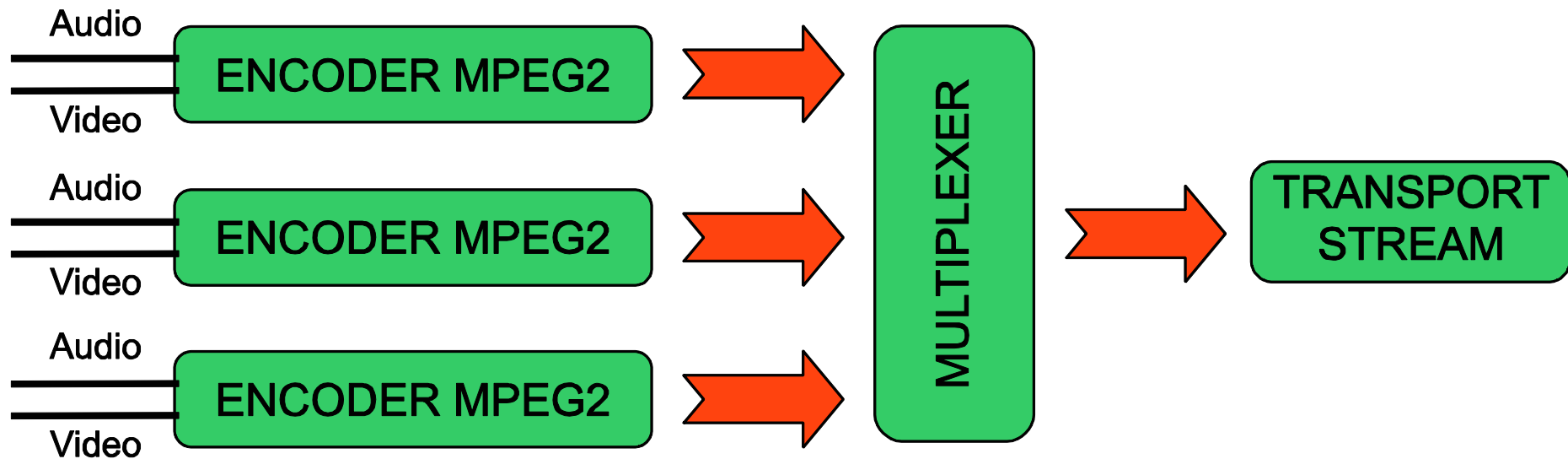




E' un dispositivo in grado di ricevere in ingresso un certo numero di Transport Stream (provenienti da uno o più codificatori) e aggregarli in modo da formare un unico flusso di dati da trasmettere.

Può anche essere utilizzato per modificare i singoli Transport Stream o per aggiungervi dati o tabelle.

Prima di accedere al multiplexer i vari Transport Stream sono analizzati da specifici strumenti in grado di segnalare errori e/o non conformità che potrebbero rendere impossibile l'invio dei dati.

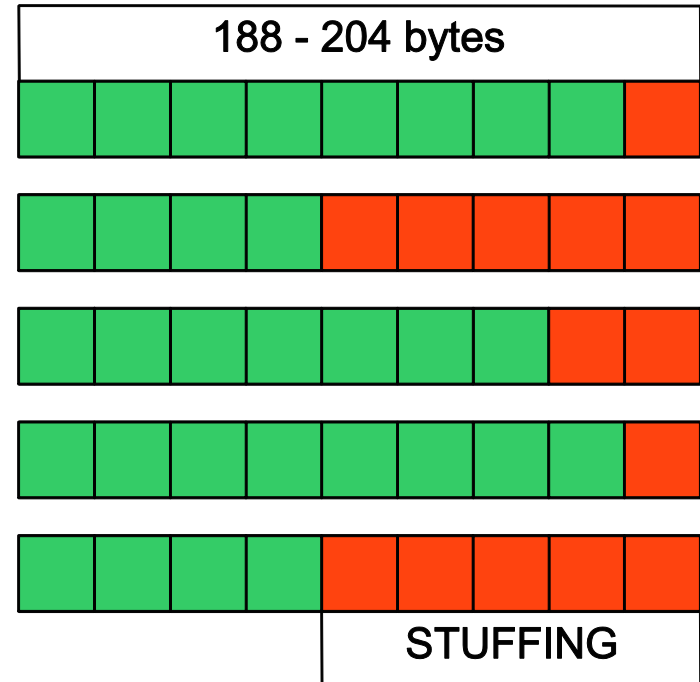




E' l'insieme dei dati digitali (audio e video) che devono essere trasmessi agli utenti.

I dati hanno bit rate costante e sono organizzati in una sequenza continua di “pacchetti” di lunghezza fissa (188 o 204 bytes).

Per mantenere il “flusso” dei pacchetti costante nel tempo, sono previsti sistemi di “Bit Stuffing” che verranno successivamente riconosciuti e scartati.



Le interfacce comunemente usate per il Transport Stream sono:

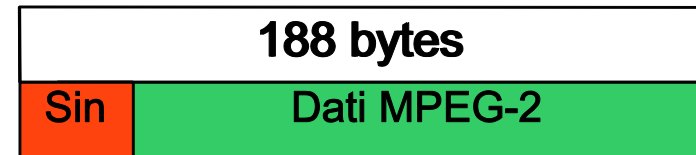
- ✓ Interfaccia Parallela Sincrona SPI (Synchronous Parallel Interface)
- ✓ interfaccia Seriale Asincrona ASI (Asynchronous Serial Interface) con Bit Rate costante di 270 Mbit/s



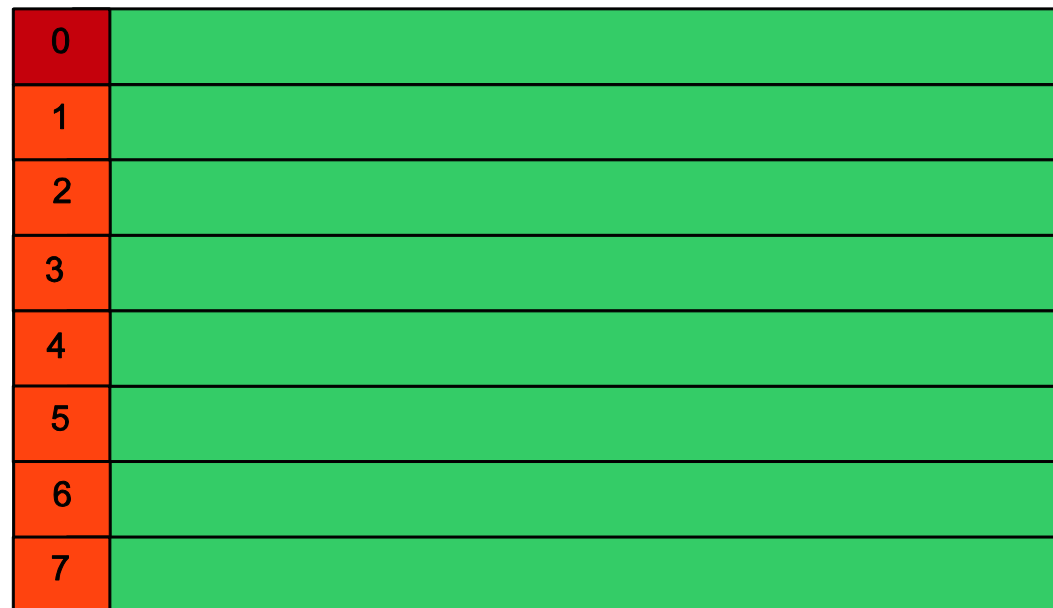
Adattamento del Mux di trasporto

Il flusso dati in ingresso al sistema è, come abbiamo già detto, organizzato in pacchetti di byte di lunghezza fissa, secondo lo standard di trasporto MPEG-2.

La lunghezza di ogni singolo pacchetto è di 188 byte, 187 dei quali trasportano dati MPEG-2 veri e propri mentre il primo è di valore costante e viene usato per la sincronia.



Per fornire un riferimento ai blocchi successivi, il primo byte di sincronia di ogni gruppo di 8 pacchetti viene invertito bit-a-bit.



I trasmettitori digitali devo inviare, insieme al flusso numerico informativi, anche un insieme di bit di controllo che il ricevitore decodifica per individuare e correggere eventuali errori di trasmissione.

Maggiore è il numero di bit di controllo, migliore sarà la qualità della trasmissione a scapito, ovviamente, della quantità di dati trasmessi nell'unità di tempo e quindi del numero di canali digitali per banda occupata.

Nella DVB-T il sistema di correzione degli errori FEC (Forward Error Correction) utilizza principalmente una versione ridotta della codifica **Reed Solomon**.

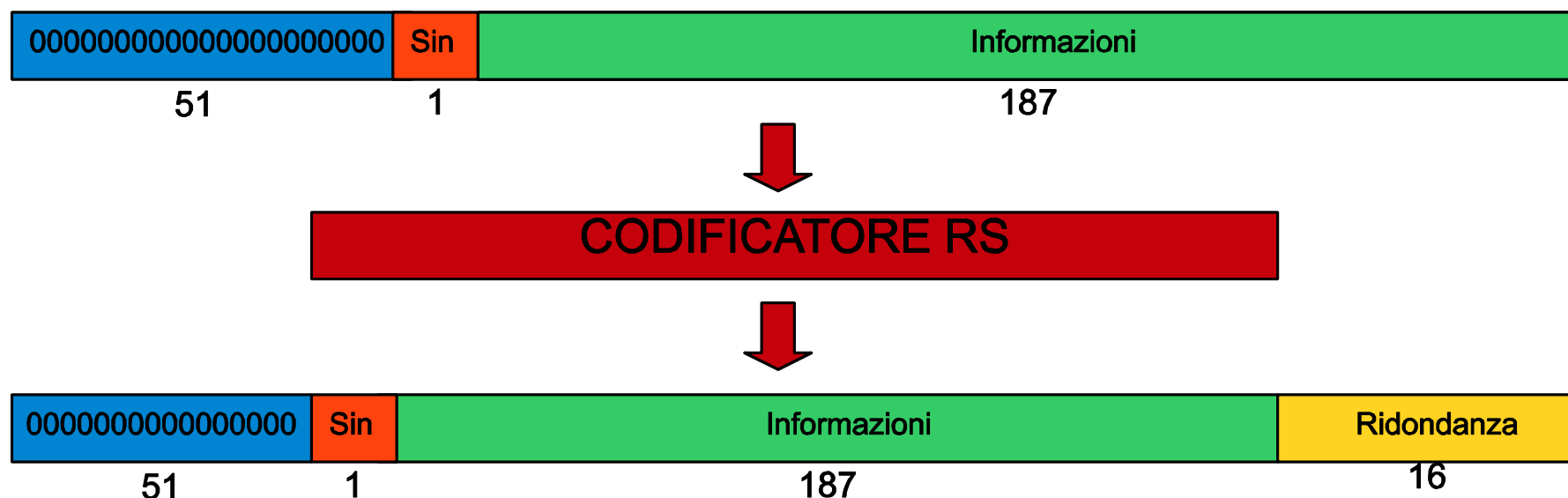


Il segnale digitale del Trasport Stream è infatti organizzato in trame di 204 byte di cui 188 informativi e 16 per la codifica Reed Solomon in grado di correggere fino a 8 errori per trama.



Codice esterno - 2

I codificatori Reed Salomon utilizzano in input stringhe di 239 bytes.
Al Transport Stream (che ha lunghezza pari a 188 bytes) devono quindi essere aggiunti 51 bytes tutti settati al valore 0.



All'uscita dal codificatore RS i bytes nulli vengono scartati dando origine a una stringa di 204 bytes.





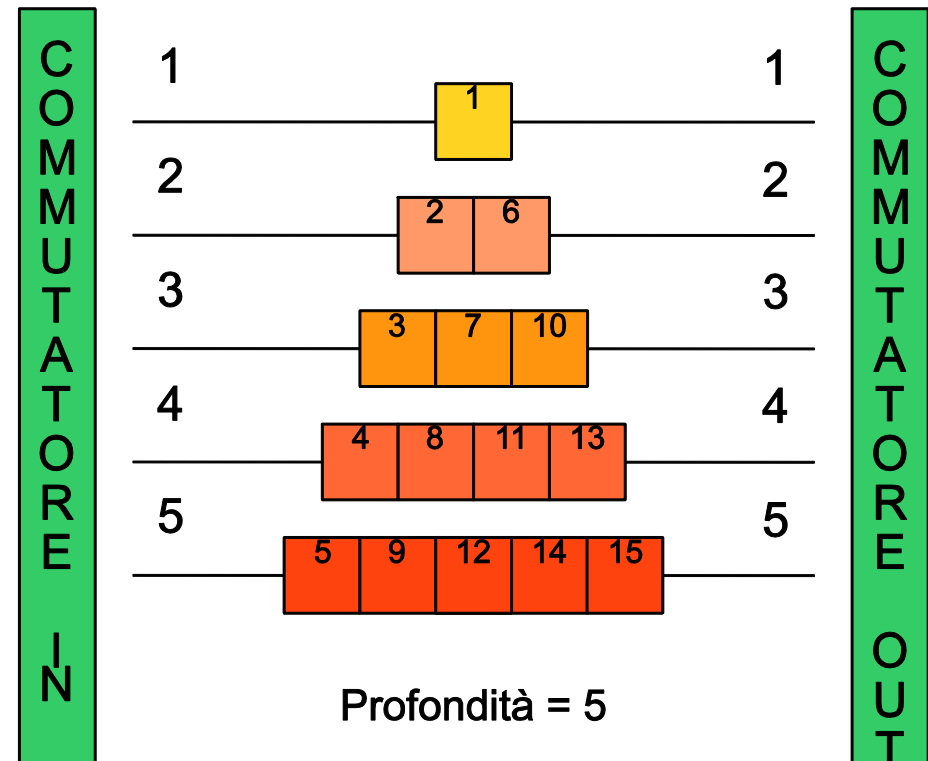
Interlacciamento esterno

E' una tecnica che prevede la trasmissione di sequenze di dati non consecutive ma mescolate con precisi algoritmi, con l'obiettivo di proteggere i dati dalle interferenze e dal rumore presenti sul canale.

Il flusso di N simboli in ingresso viene scisso tramite un commutatore in I (detta *profondità di interleaving*) flussi paralleli, ciascuno dei quali viene inviato ad un ramo dell'interleaver.

Ogni ramo è costituito da un registro a scorrimento di lunghezza variabile: così facendo il generico simbolo che entra nel ramo j viene ritardato di $(j \cdot N)$ unità di tempo, poiché i registri a scorrimento vengono sincronizzati al clock dell'interleaver.

Le uscite dei singoli rami vengono raccolte tramite un altro commutatore e serializzate in un unico flusso di dati.



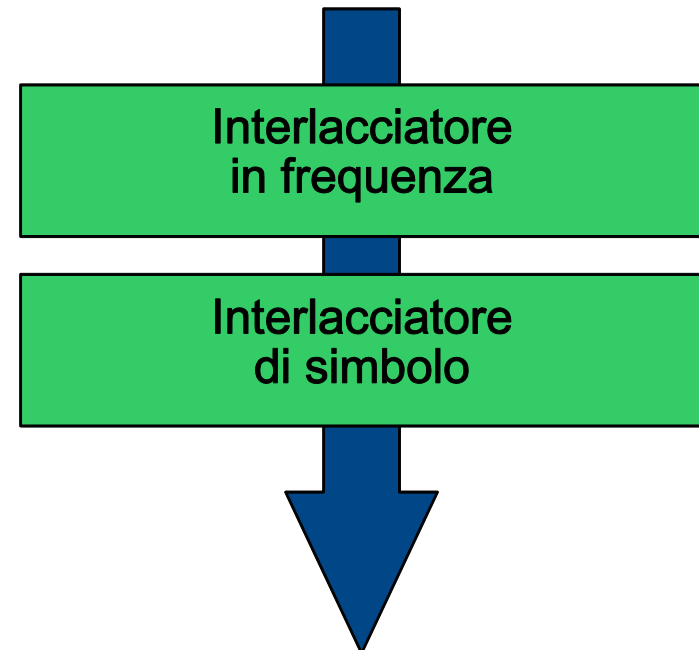
Codici e Interlacciamento interni

Per aumentare la capacità di correzione oltre al RS si utilizza il sistema **Inner Coder** che consiste nell'inserire nel flusso dei dati ulteriori bit per la gestione degli errori.

Il numero di bit inseriti varia a seconda del livello di protezione richiesto; tipici valori sono Inner Coder 7/8 che inserisce 1 bit di controllo ogni 7 bit di dati utili e il potente Inner Coder 1/2 che inserisce 1 bit di controllo per ogni bit di dati.

Oltre alla codifica interna è presente anche un interlacciatore in frequenza che consente di ottenere la massima dispersione delle portanti corrotte nel flusso dati.

L'interlacciatore interno consiste nella concatenazione di un interlacciatore di bit, per separare i bit mappati sui punti della costellazione, e di uno di simbolo, per disperdere le portanti che trasportano i dati utili.





Le tecnologie DVB-S (satellitari) e DVB-C (via cavo) utilizzano tecniche di modulazione a **portante singola** (**QPSK** e **M-QAM**).

Tali tecniche non possono essere utilizzate per la modulazione dei segnali nei sistemi DVB-T.

Il canale terrestre, infatti, è caratterizzato da:

- propagazione multi-cammino, dovuta alle riflessioni, che può degradare pesantemente il segnale trasmesso.
- Presenza di echi naturali, dell'ordine di alcuni microsecondi, dovuti all'orografia del terreno.
- Presenza di echi artificiali, dell'ordine di centinaia di microsecondi, dovuti a segnali provenienti da trasmettitori isofrequenziali.

Per questi motivi è stata scelta la **modulazione multiportante COFDM** (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing).



(Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

E' una tecnica di modulazione che consente di trasmettere **alti data rate** su canali fortemente ostili, con una **complessità** di implementazione relativamente **bassa**.

La modulazione OFDM si basa su un approccio a **portante multipla**.

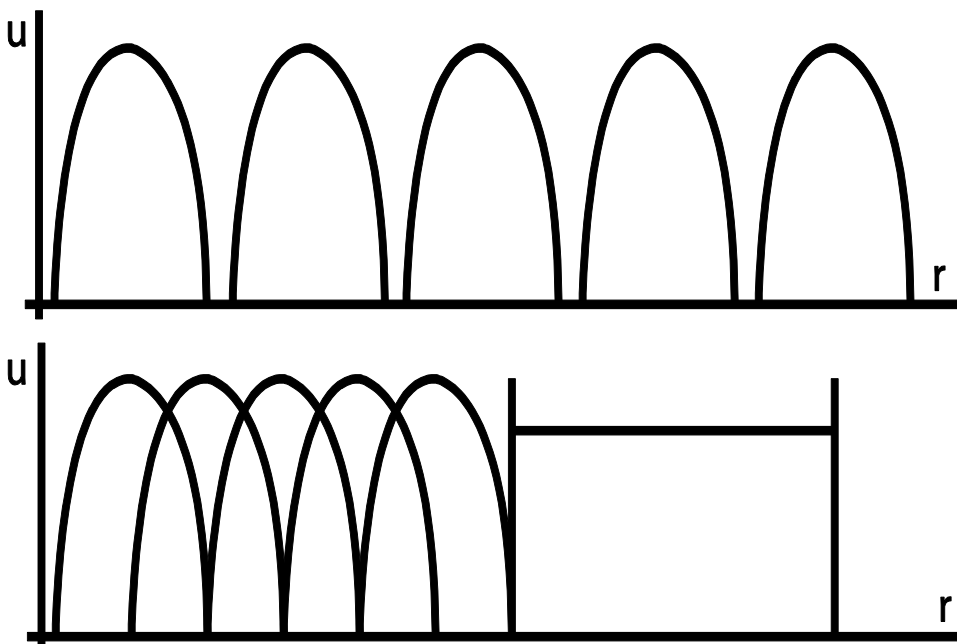
Il flusso binario originale viene diviso in N flussi paralleli; ciascun flusso modula una diversa portante, e il segnale risultante, somma dei singoli segnali, viene trasmesso sulla stessa banda.

Il termine ortogonale deriva dal fatto che le portanti sono sfasate di 90°.



COFDM: la suddivisione dello spettro.

Lo spettro disponibile viene ripartito tra numerose (sotto)portanti, tra loro ortogonali, ognuna delle quali viene modulata con uno *stream* a basso *rate*.



La sovrapposizione parziale tra le varie sottobande garantisce una efficienza spettrale molto migliore di quella tipica di un sistema FDM (*Frequency Division Multiplexing*).

Le varie sottobande hanno un'estensione molto inferiore alla banda del mezzo trasmissivo, per cui la risposta in frequenza di quest'ultimo può essere, in molti casi, ritenuta piatta per ognuna di esse. Ciò rende il sistema COFDM robusto contro il fading selettivo in frequenza presente sul canale terrestre.



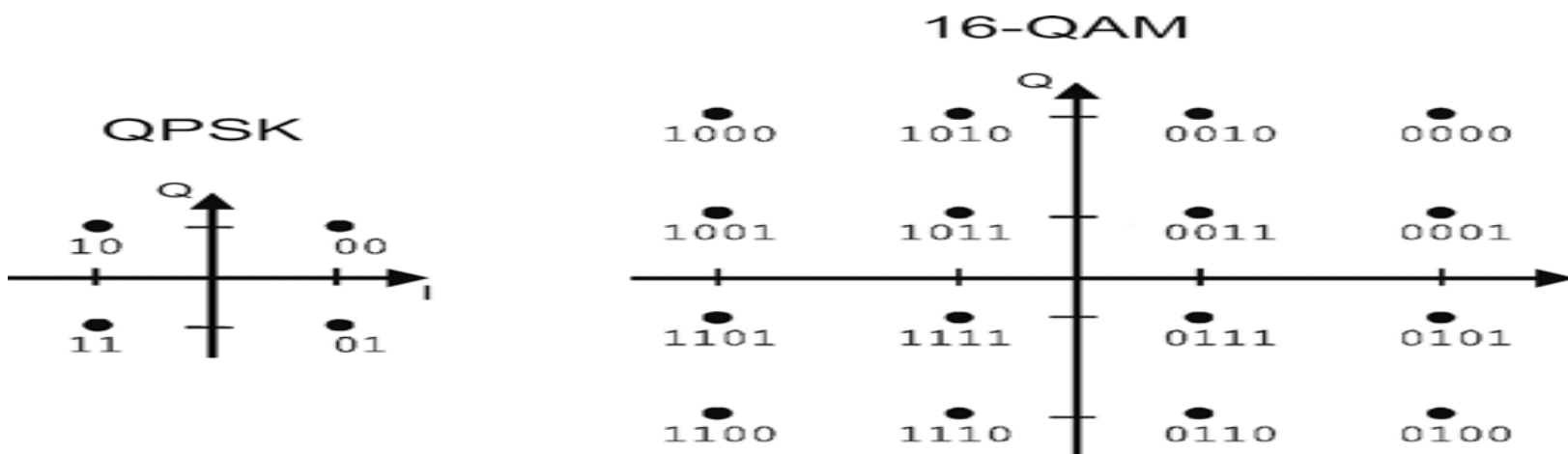
COFDM: le Costellazioni

Ogni sottoportante dati è modulata secondo una delle costellazioni previste dallo standard DVB.

In tutte le modulazioni digitali la portante si sposta continuamente in diverse posizioni predefinite di fase e/o ampiezza, ciascuna delle quali rappresenta una sequenza di bit del Transport Stream che viene trasmesso.

Ad ogni posizione di fase (ed eventualmente di ampiezza) corrispondono 2 bit (modulazione QPSK), 4 bit (modulazione 16 QAM) o 6 bit (modulazione 64 QAM);

I bit del Transport Stream vengono pertanto trasmessi a sequenze di 2, 4 o 6 a seconda del tipo di modulazione impiegata.





COFDM: algoritmo di modulazione/demodulazione

Il sistema può apparentemente presentare una difficoltà: la trasmissione di un elevatissimo numero di portanti: se si ragionasse in modo classico, infatti, occorrerebbero, sia nel trasmettitore sia nel ricevitore, molti oscillatori tra di loro sincronizzati.

In realtà, il segnale COFDM viene costruito tramite un noto algoritmo di elaborazione numerica: la IFFT (Inverse Fast Fourier Transformation). La demultiplazione in ricezione avviene, di conseguenza, mediante FFT.

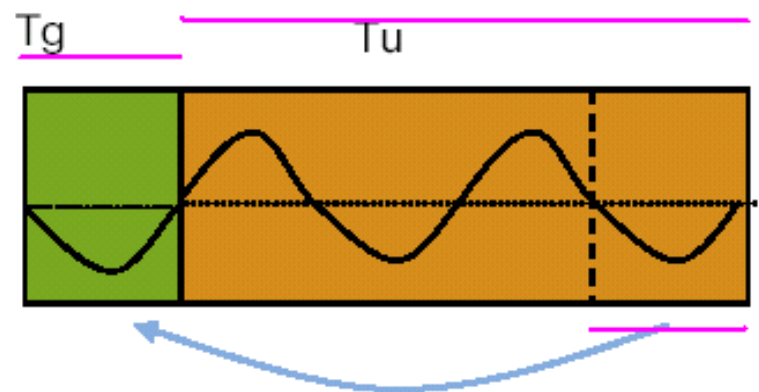
Il sistema DVB-T è caratterizzato da due modalità operative, la prima con FFT su 2k portanti per reti convenzionali multi-frequenza (MFN), la seconda con FFT su 8k portanti per coprire anche reti a frequenza singola (SFN).

Modalità	2 k	8 k
Portanti attive	6817	1705
Portanti dati	6048	1512
Durata tempo utile	896 μ s	224 μ s
Spaziatura tra portanti	1116Hz	4464Hz
Larghezza di banda	7,61 MHz	

COFDM: il Tempo di Guardia

Gli effetti dovuti alla risposta impulsiva del canale sono mitigati mediante l'introduzione di un opportuno tempo di guardia.

L'intervallo di simbolo T viene diviso in due parti: la prima, di lunghezza T_g , rappresenta il tempo di guardia, la seconda, di durata T_u , rappresenta il tempo per la trasmissione utile. Ovviamente, risulta $T = T_g + T_u$.



La spaziatura tra le portanti diventa $1/T_u$:

- ✓ la banda del segnale aumenta perchè aumenta la spaziatura tra le portanti;
- ✓ l'energia a disposizione per la rivelazione si riduce, perché una parte viene spesa per la trasmissione durante l'intervallo di guardia.

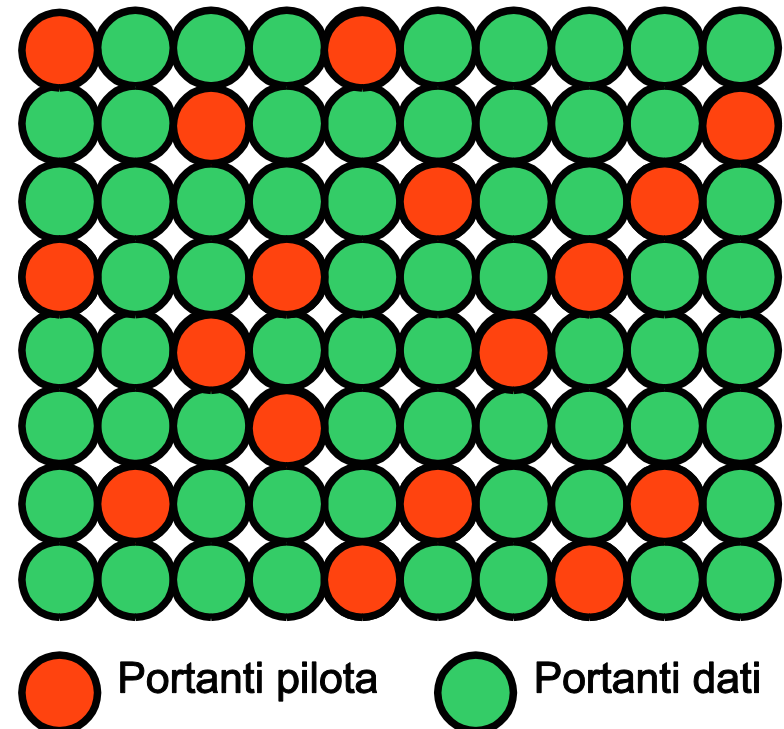
Informazioni ausiliarie

Per aumentare l'efficacia degli algoritmi di sincronizzazione e demodulazione nel ricevitore, si adotta una trama OFDM specifica che, oltre alle portanti dati, che trasportano l'informazione, contiene altre portanti destinate a funzioni ausiliarie.

Il numero di portanti che trasportano dati utili è costante in ogni simbolo COFDM: 1512 nella modalità 2k e 6048 nella modalità 8k.

Le altre sono:

- portanti pilota possono essere usate per la sincronizzazione di trama, di frequenza, di tempo, per la stima del canale, l'identificazione della modalità di trasmissione e per inseguire il rumore di fase.
- portanti TPS in posizione fissa nello spettro OFDM, su cui sono trasportate informazioni sulla modulazione, gerarchia, durata dell'intervallo di guardia, tasso di codifica interno, modalità di trasmissione.





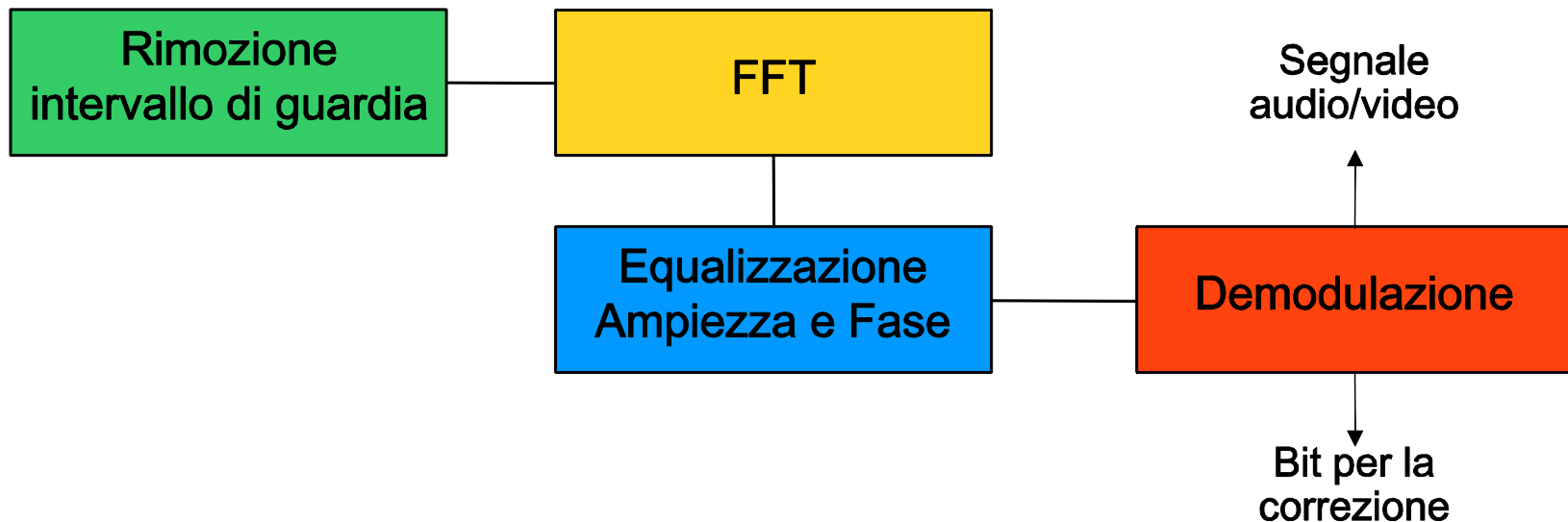
La demodulazione

Il ricevitore digitale estrae i dati di controllo dal flusso numerico in ricezione e applica gli algoritmi relativi per effettuare le correzioni.

Il ricevitore digitale deve compiere delle operazioni inverse a quelle effettuate nella trasmissione.

In primo luogo viene rimosso l'intervallo di guardia e applicata la FFT per ricostruire il segnale.

Successivamente le diverse portanti vengono equalizzate in ampiezza e fase e demodulate al fine di estrarre sia i bit relativi al segnale audio/video che quelli per la correzione degli errori.

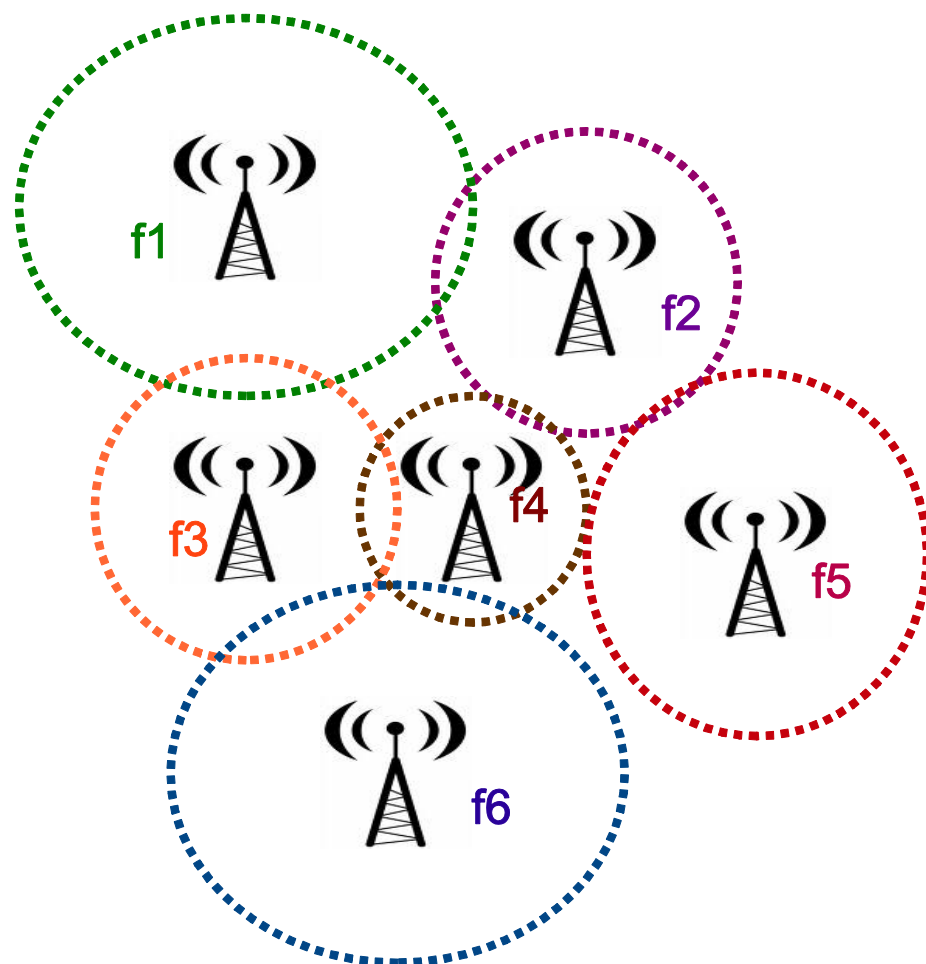


Reti DVB-T: MFN (Multi Frequency Network)

La rete "Multi Frequency Network" (MFN) è una rete multifrequenza del tutto simile a quella utilizzata attualmente per la tv analogica. Uno stesso canale televisivo viene irradiato su una vasta area di servizio utilizzando ripetitori televisivi che trasmettono su frequenze diverse.

La rete MFN non necessita di sincronizzazione tra i trasmettitori, in quanto il segnale ricevuto dal ricevitore di utente è quello irradiato da un solo trasmettitore. L'uso di diverse frequenze elimina la possibilità di interferenze.

Una rete MFN utilizza tipicamente trasmettitori più potenti di quelli utilizzati in una rete SFN ma può, in casi particolari, utilizzare trasmettitori aggiuntivi SFN collocati intorno all'area di servizio del trasmettitore MFN.



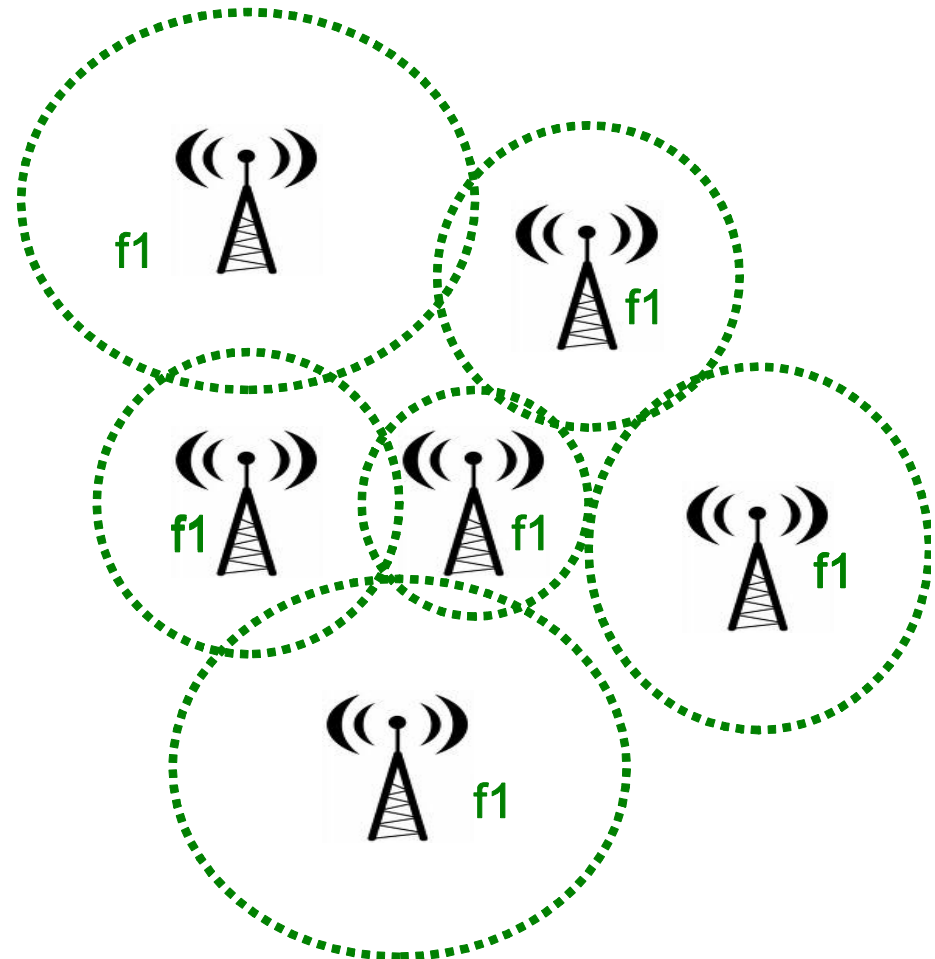
Reti DVB-T: SFN (Single Frequency Network)1

Un considerevole vantaggio che offre lo standard DVB-T è la possibilità di realizzare reti di diffusione terrestre in isofrequenza, cioè di avere più trasmettitori in funzione che servono zone adiacenti, sulla medesima frequenza, con gli stessi programmi.

Nella trasmissione analogica, ciò è praticamente impossibile.

Nei sistemi analogici si possono ridurre le zone di interferenza ai limiti delle aree di servizio di ciascun trasmettitore ma, anche con una pianificazione della rete

estremamente oculata non è possibile realizzare una rete analogica isofrequenziale senza consistenti zone di interferenza, nelle quali la qualità del segnale degrada consistentemente.





Reti DVB-T: SFN (Single Frequency Network)2

Ciascun trasmettitore della rete SFN dovrà trasmettere esattamente lo stesso Transport Stream e lo dovrà emettere in modo da essere sincronizzato con gli altri trasmettitori.

Per la sincronizzazione si utilizza il segnale con frequenza di 1Hz proveniente dai ricevitori GPS.

Il motivo per il quale con l'SFN si evitano le interferenze nelle zone limitrofe di copertura dove sono presenti i segnali di più trasmettitori, è l'intervallo di guardia.

Più lungo è l'intervallo di guardia, più alti sono i tempi di spegnimento degli echi tollerati, ma più bassa è la quantità di dati che possono essere trasmessi.

Nei trasmettitori è inoltre possibile regolare il ritardo di emissione del Transport Stream, di modo da far coincidere i tempi di arrivo dei segnali dei trasmettitori nella zona di interferenza e ridurre così la lunghezza dell'intervallo di guardia necessario ad evitare i disturbi in ricezione.



L'occupazione di banda (canale) è esattamente la medesima dei trasmettitori terrestri analogici, cioè, 6, 7 o 8 Mhz.

Il Bit Rate del Transport Stream di entrata al modulatore dipende dalle impostazioni di larghezza di banda, dallo schema di modulazione, dal codice di correzione degli errori impostato e dall'intervallo di guardia in funzione di questi parametri può variare da circa 4 sino a quasi 32Mb/s.

La scelta della configurazione è il risultato di un compromesso tra capacità trasmissiva e robustezza del segnale.

L'impiego di una configurazione ad elevata capacità trasmissiva, come il 64-QAM, comporta però prestazioni meno robuste in termini di rapporto portante/rumore.

Per contro, un sistema a bassa capacità trasmissiva come il QPSK è molto robusto e richiede un basso valore di C/N.



Il DVB-T2: il nuovo standard per la TV digitale

Sviluppato a partire dal 2006 nell'ambito del progetto DVB.
La specifica viene completata nei primi mesi del 2007.

La diminuzione dei costi dei microcircuiti utilizzati nei ricevitori domestici ha consentito l'uso di tecniche di modulazione COFDM più efficienti.

Requisiti per il nuovo standard:

- Uso di antenne e trasmettitori esistenti.
- Incremento di almeno il 30% della capacità trasmissiva rispetto al DVB-T, a parità di occupazione spettrale.
- Prestazioni superiori per le reti SFN.
- Maggiore robustezza e flessibilità nella trasmissione



II DVB-T2: caratteristiche.

Introduzione dei valori 16K e 32K per il numero delle portanti che determina una riduzione della spaziatura tra le portanti e un aumento della capacità trasmissiva grazie alla riduzione della lunghezza relativa dell'intervallo di guardia.

Introduzione di valori più piccoli per l'intervallo di guardia che porta riduzione dell'overhead.

Introduzione della costellazione 256QAM che permette il trasferimento di 8 bit per simbolo e un uso più efficiente dei metodi di controllo dell'errore.

Uso di configurazioni flessibili per le portanti pilota e di portanti pilota continue che consentono una riduzione dell'overhead.

Uso di costellazioni “ruotate” che offrono maggiore resistenza alle interferenze.



 POLITECNICO DI MILANO



DVB-S



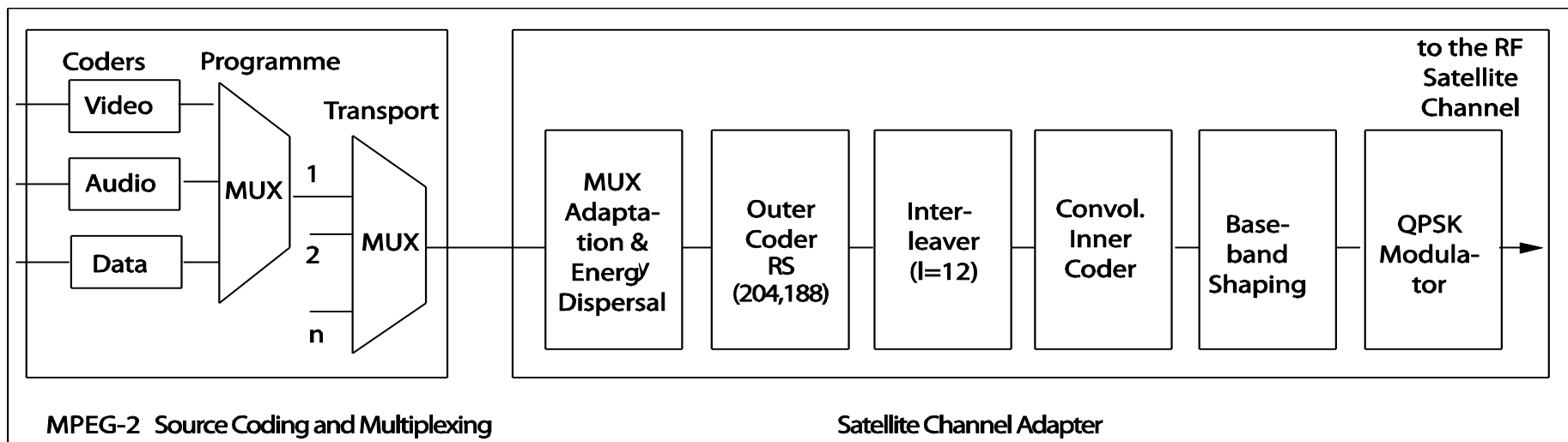
La televisione digitale satellitare Direct-to-home (DTH) si sta sviluppando rapidamente in Europa, in risposta all'emergenza di nuove tecnologie e alla creazione di un ambiente commerciale profittevole dovuto alla deregolamentazione del settore delle comunicazioni.

Il successo della trasmissione via satellite dipende da numerosi fattori: offerte pay-TV, download di contenuti multimediali, servizi interattivi e commercio elettronico.

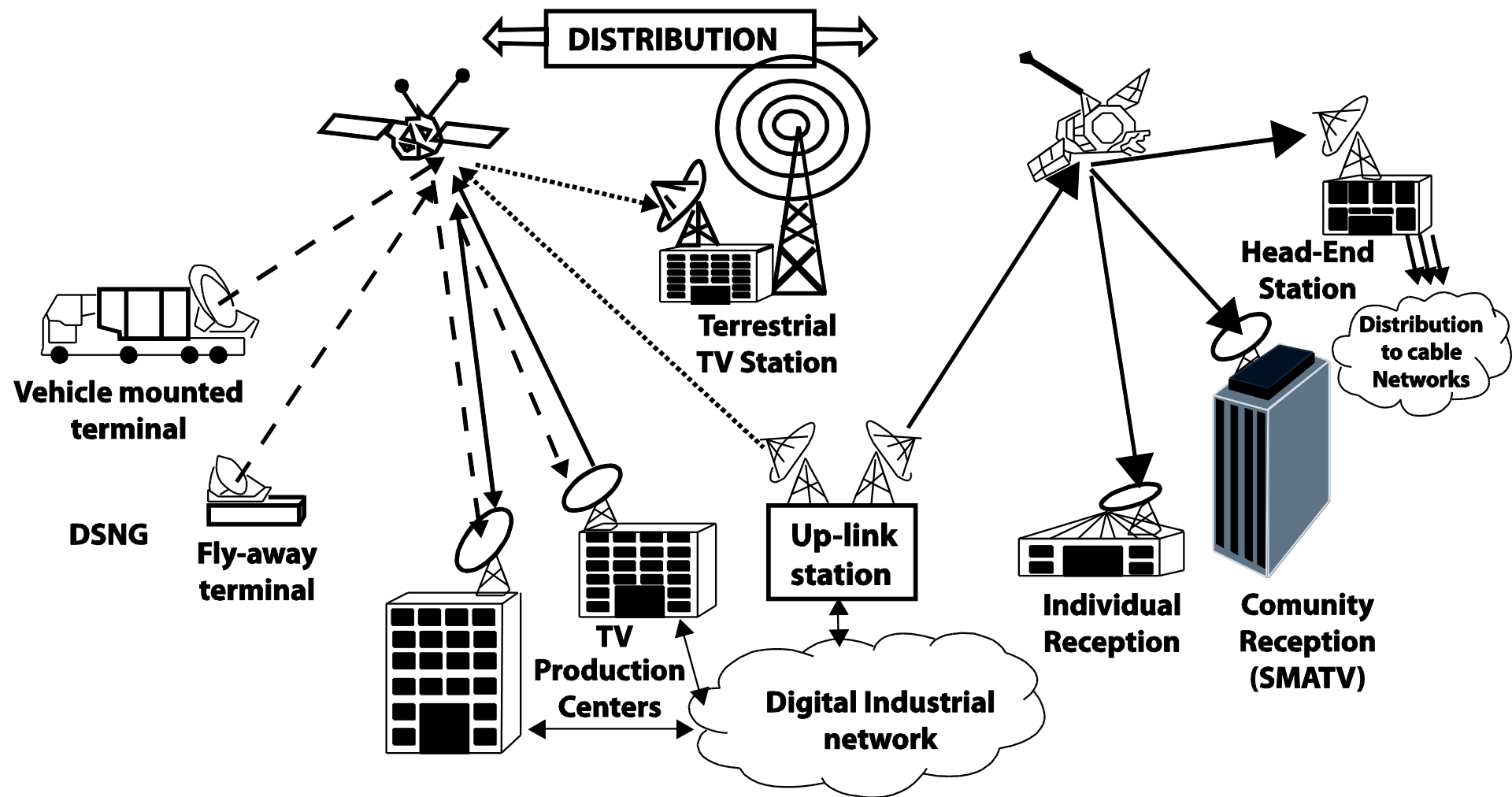
I parametri stessi che identificano un satellite sono spesso di importanza strategica per raggiungere un mercato dedicato, essi sono: posizione orbitale, larghezza di banda per trasmissione, potenza, copertura e disponibilità del servizio.

Ugualmente importanti sono la qualità tecnica e la quantità di programmi resi disponibili all'utenza.

Il sistema DVB-S è stato progettato con una struttura modulare, basata su sotto-sistemi indipendenti, in modo tale che gli altri sistemi DVB, che sono stati definiti più tardi (DVB-C, DVB-T), abbiano potuto mantenere un elevato livello di omogeneità con esso grazie al riutilizzo dei moduli.



Il modulo MPEG-2-SCM è comune a tutti i sistemi trasmissivi, solamente il Channel Adapter, che si occupa della codifica di canale e della modulazione, deve essere progettato ad-hoc, per ottimizzare le performance di ogni media (satellite, cavo, terrestre).





I requisiti di servizio definiti per il DVB-DSNG (digital satellite news gathering) sono diversi da quelli definiti per i sistemi di trasmissione DVB-CM (commercial module).

DSNG: terminali up-link light-weight, antenne di dimensioni ridotte (90-150 cm) , connessioni rapide, trasmissione di un solo programma TV in modalità SCPC (Single Channel Per Carrier), satellite spesso acceduto in frequency-division multiplexing (FDMA).

CM: trasmettitori di medie-grosse dimensioni, limitazioni di potenza meno critiche rispetto al DSNG, miglior efficienza spettrale è richiesta per ottenere un buon uso della larghezza di banda.



Concetti base: operare in maniera efficiente in presenza di canali affetti da rumore, interferenze e distorsione.

Il canale satellitare, a differenza della trasmissione terrestre e via cavo, è non-lineare, su larga banda e limitata in potenza.

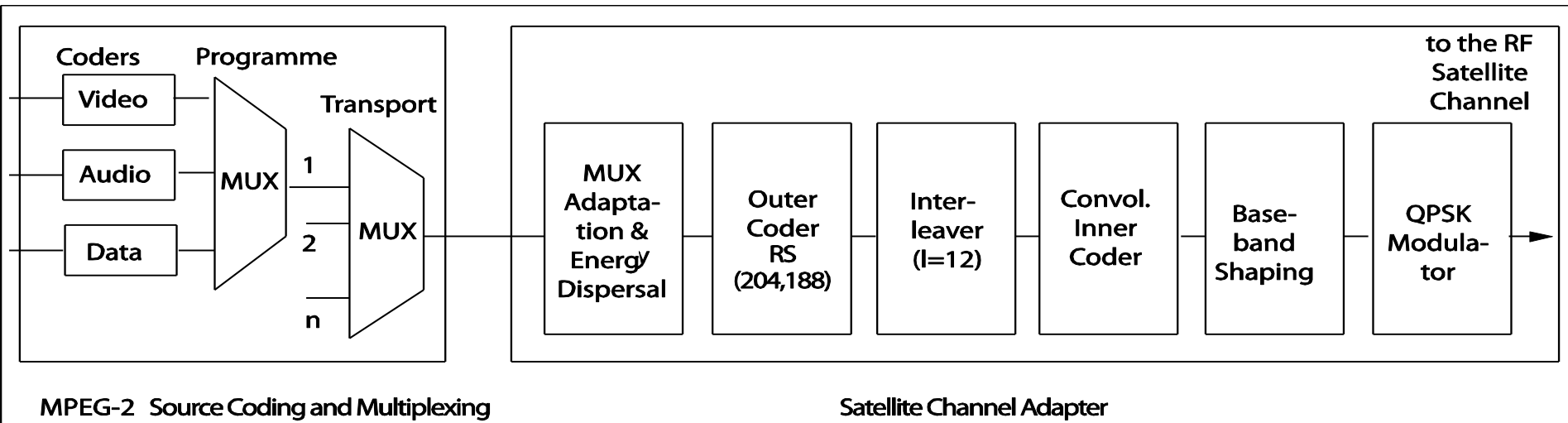
La non linearità è dovuta alle caratteristiche di ampiezza e fase dell'amplificatore on board al satellite. Di contro, la distorsione lineare è meno critica rispetto al terrestre e via-cavo grazie all'assenza di propagazione multipath e errori di rete.

La qualità globale di un servizio televisivo satellitare dipende strettamente dalle performance in termini di algoritmi di codifica di immagini e suoni e dalla disponibilità del servizio. L'ottimizzazione del sistema richiede un trade-off nell'allocazione del bit-rate tra la codifica di sorgente e la codifica di canale, in modo da ottenere la più possibilmente elevata qualità di immagini e suono con la miglior continuità di servizio possibile.



Fattori tecnici da considerare:

- bit-rate per programma tv, richiesto per fornire vari livelli di qualità dell'immagine da quella della tv convenzionale fino alla HDTV (High Definition)
- richieste di performance in termini di carrier-to-noise (C/N) e bit-error ratio (BER)
- opportuna tecniche di modulazione e di codifica del canale e buona capacità trasmissiva.





DVB-S: source coding&multiplexing

Progetto DVB: adozione dello MPEG-2(main profile at main level (MP@ML)) come algoritmo di codifica delle immagini con 50 Hz di field rate, in modalità 4:3 o 16:9. L'adozione di altri profili e livelli MPEG-2, permette potenzialmente, future evoluzioni verso la HDTV, con bit-rate di 15-30 Mbit/s quando quello attuale è 4-6 Mbit/s.

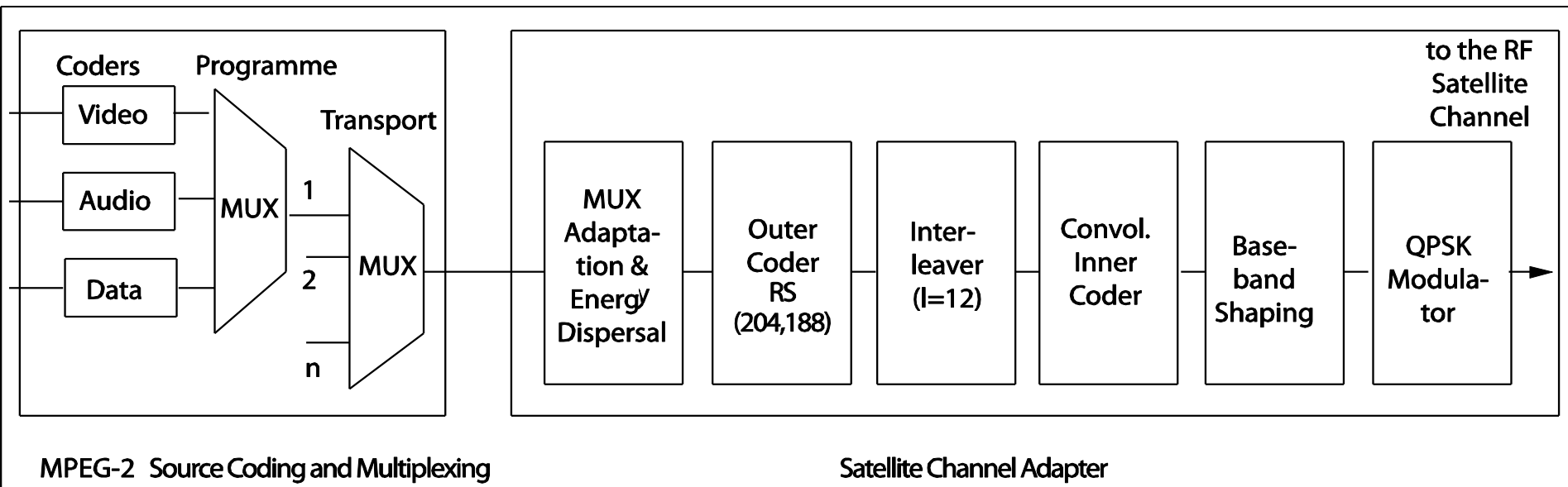
MPEG-2 permette la fusione, in un singolo flusso di trasporto, di numerosi video, audio e servizi dati. I pacchetti di trasporto hanno una lunghezza fissa di 188 byte che includono un byte di sincronizzazione, 3 byte header e 184 byte utili. Non è inclusa alcuna protezione dagli errori negli header, di conseguenza è necessario un layer dedicato a fornire flussi error-free al demultiplexer.



DVB-S: source coding&multiplexing

La multiplazione è altamente flessibile e include un canale di informazioni di servizio, per assistere l'utente nella selezione dei programmi.

“although DSNG transmission usually transport a single TV programme and associated sound signals single channel per carrier (SCPC), advantage should be taken of the flexibility of the MPEG-DVB multiplex to convey multiple programmes' multiple channels per carrier (MCPC)”





DVB-S: channel coding&modulation

Lo schema di codifica del canale e di modulazione realizza l'adattamento del canale satellitare all'output del multiplexer di trasporto MPEG-2.

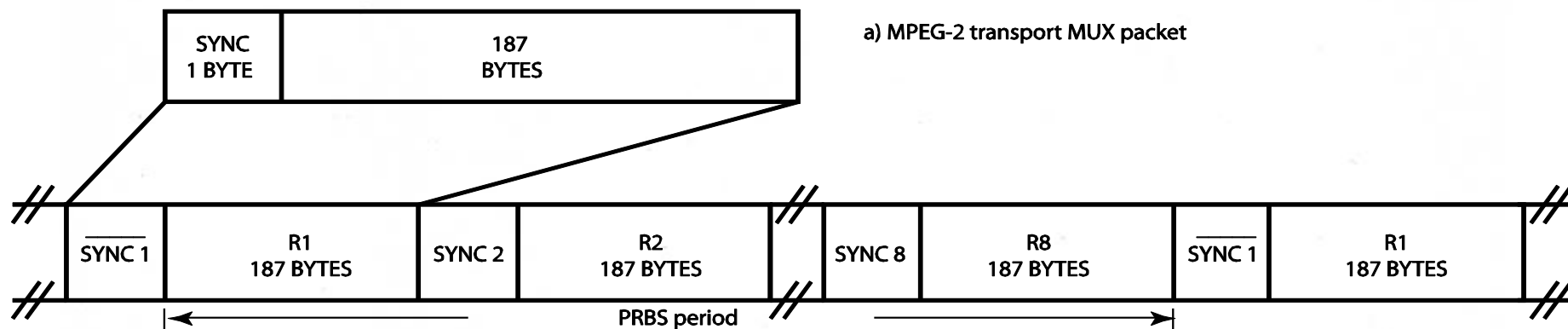
Le performance trasmissive di un sistema digitale basato su satellite dipendono da vari componenti inclusi nella catena:

- stazione di trasmissione terrestre
- segmento spaziale (up-link U/L e down-link D/L)
- satellite
- stazione di ricezione terrestre

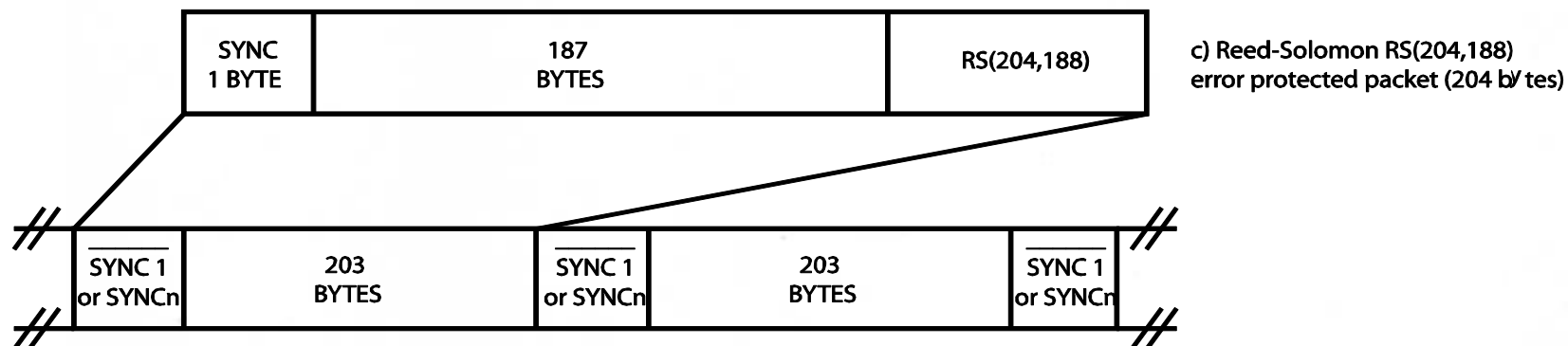
Il canale satellitare è non lineare, a larga banda e limitato in potenza. I problemi principali sono introdotti dal rumore, dall'attenuazione dovuta alla precipitazioni atmosferiche e dalle interferenze dei segmenti spaziali, non che dall'allineamento errato tra stazione di trasmissione, satellite e stazione di ricezione.



DVB-S: channel coding&modulation



b) Randomized sequence (R1...R8)

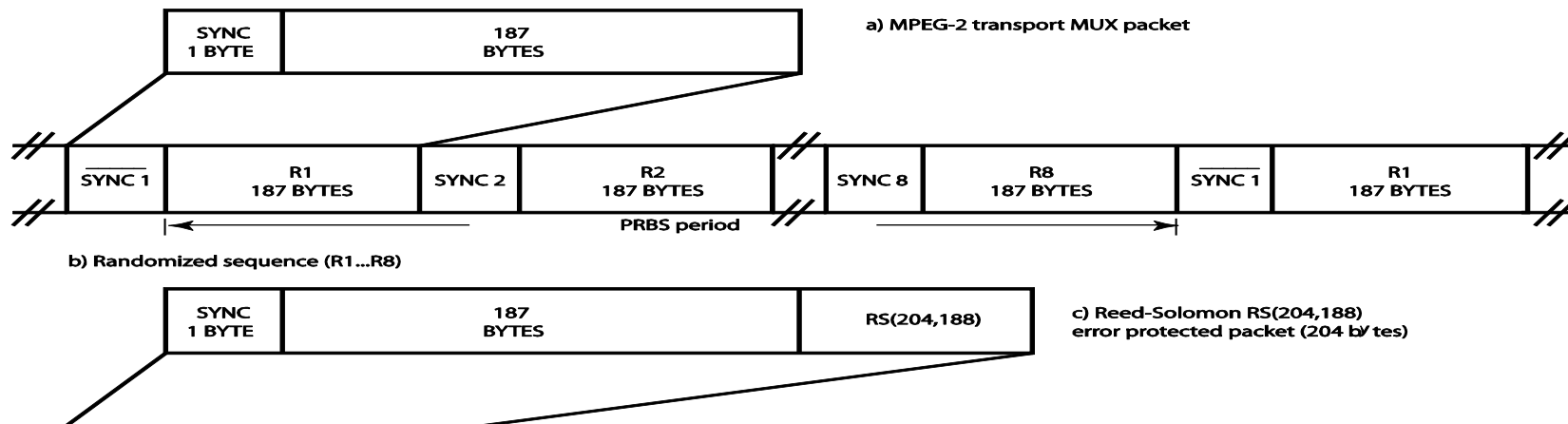


d) Interleaved frames ($l=12$ bytes)



DVB-S: channel coding&modulation

Il frame trasmesso è sincrono con la modulazione MPEG-2. Per permettere la regolazione radio per l'occupazione dello spettro e per facilitare il clock-recovery da parte del ricevente, i dati in output dal multiplexer MPEG-2 sono randomizzati bit a bit. La sequenza randomizzata è sincronizzata con un frame di 8 pacchetti MPEG-2 (b), delimitata da due sync bytes MPEG-2 invertiti, che non sono stati mischiati. Tale sequenza è poi codificata mediante il codice Reed-Solomon RS(204,188). Il codice aggiunge 16 byte di ridondanza ai 188 byte della sequenza in ingresso (c) e fornisce una capacità correttiva di $T=8$ byte-errors.

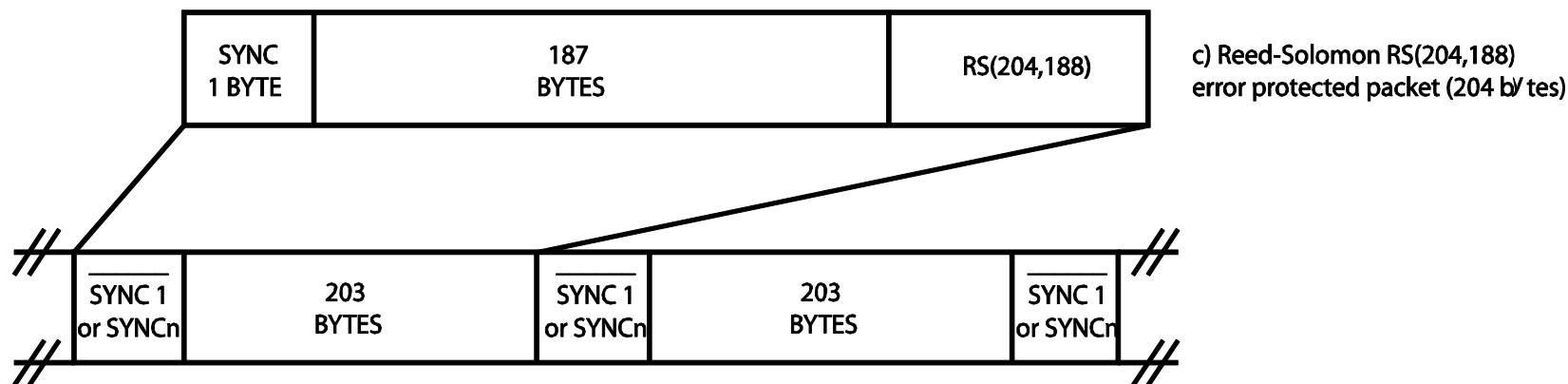




DVB-S: channel coding&modulation

Nello schema di concatenazione adottato dal sistema gli errori in output non sono statisticamente indipendenti, ma sono raggruppati in burst che possono creare overloading nel codice RS. Per permettere al codice RS di effettuare una correzione del burst-error, viene applicata una convoluzione intervallata, con profondità $l=12$ a livello di byte, ai pacchetti con protezione da errori c) trasformandoli in d).

b) Randomized sequence (R1...R8)

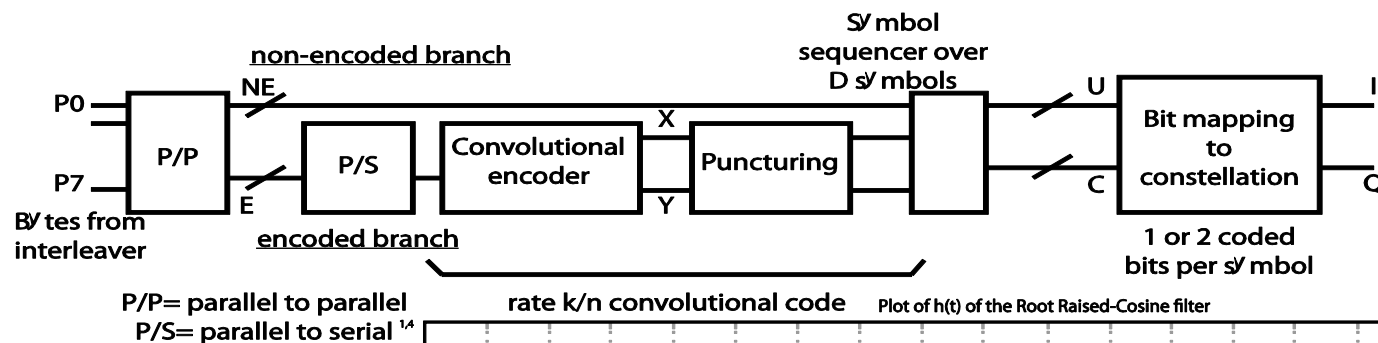


d) Interleaved frames ($l=12$ bytes)

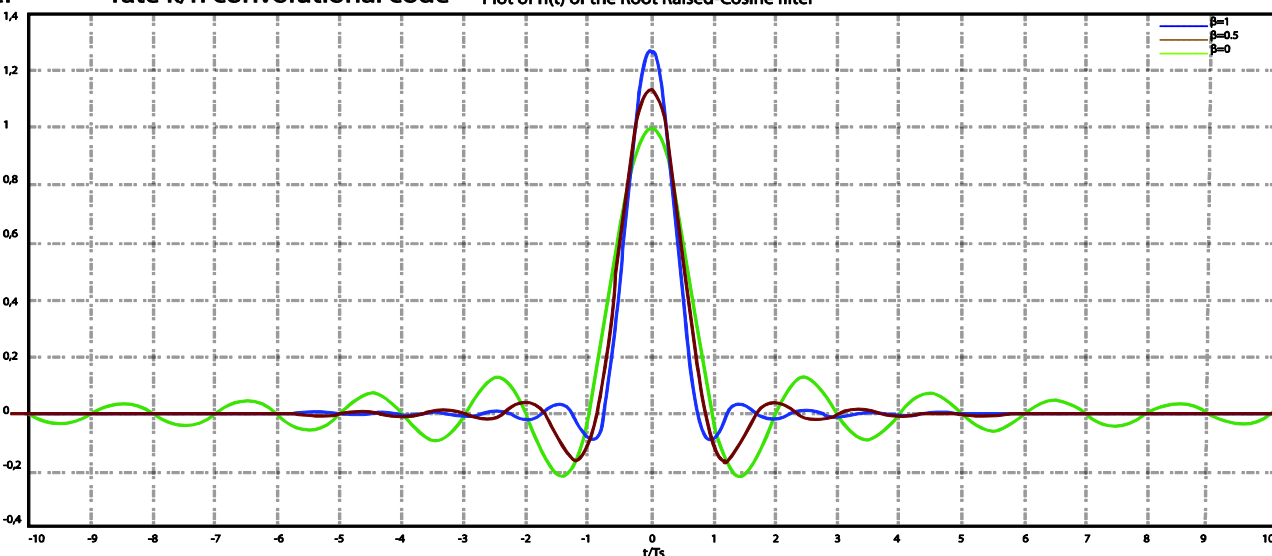


DVB-S: channel coding&modulation

Alla fine del processo i bit codificati mediante RS vengono mappati nelle costellazioni QPSK (oppure 8PSK o 16QAM) e filtrati per generare uno spettro SRRC (square-root raised cosine) con un roll-off di 0,35.



The RRC filter is characterised by two values; β , the roll-off factor, and T_s , the reciprocal of the symbol-rate.

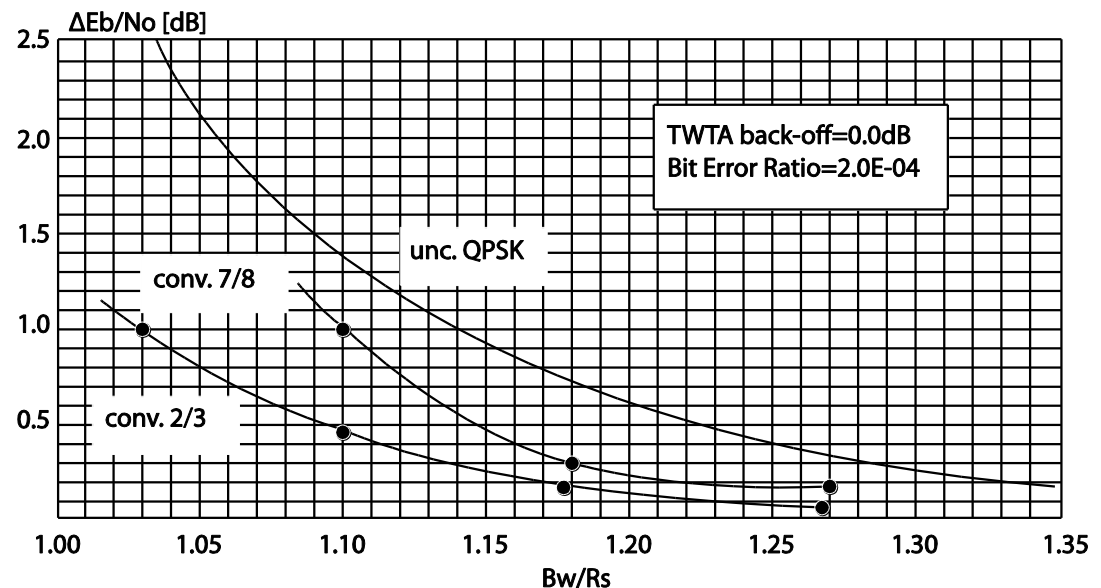




DVB-S: bit-rate capacity vs bandwidth

Una delle principali caratteristiche del DVB-S è la flessibilità nel permettere di selezionare la modulazione, il symbol rate e il coding rate in modo da ottimizzare le performance caso per caso.

Il rapporto BW/R_s determina il symbol rate trasmesso dal satellite per ogni particolare larghezza di banda. Facendo decrescere il rapporto BW/R_s si incrementa il symbol rate e, di conseguenza, aumenta la capacità disponibile per trasmettere programmi. C'è però un limite inferiore dettato dalla distorsione introdotta.





A dieci anni dalla definizione del notissimo DVBS, sistema di diffusione televisiva via satellite attualmente operativo in tutto il mondo, nel corso del 2003 il consorzio Europeo DVB (Digital Video Broadcasting) ha sviluppato il sistema di seconda generazione per la trasmissione satellitare, denominato DVB-S2.

Il sistema DVB-S2 è stato progettato per varie applicazioni satellitari a larga banda: servizi diffusivi di TV a definizione standard (SDTV, *Standard Definition TeleVision*) e ad alta definizione (HDTV, *High Definition TeleVision*), applicazioni interattive per l'utenza domestica e professionale, compreso l'accesso ad Internet, servizi professionali di contribuzione TV ed SNG (*Satellite News Gathering*), distribuzione di segnali TV a trasmettitori digitali terrestri VHF/UHF, distribuzione dati e di siti Internet (*Internet trunking*).



Sono tre i concetti chiave in base a cui lo standard DVB-S2 è stato definito:

- maggiore capacità trasmissiva rispetto ai sistemi di prima generazione ed in particolare al DVB-S,
- totale flessibilità,
- ragionevole complessità del ricevitore.

Il DVB-S2 è così flessibile da adattarsi a tutti i tipi di transponder satellitari esistenti, grazie ad un'ampia varietà di efficienze spettrali e rapporti segnale/rumore C/N richiesti. Inoltre, è progettato per trattare una grande varietà di formati audio-video e di dati, dall'MPEG-2 attualmente utilizzato negli standard DVB, a quelli che il progetto DVB sta attualmente definendo per le applicazioni future.



DVB-S2: l'evoluzione

Il sistema DVB-S2 si adatta a qualunque formato di flusso di dati in ingresso, compresi flussi digitali MPEG *Transport Stream (TS)*, *singoli* o multipli, IP e ATM. Questo fa sì che anche se in futuro verranno definiti altri formati, essi potranno essere impiegati senza bisogno di modificare il sistema.

Il consorzio DVB non prevede una sostituzione a breve termine del DVB-S con il DVB-S2: nel mondo operano milioni di decodificatori DVB-S, contribuendo al successo del business digitale. Bisogna però tenere conto che stanno per essere lanciate nel mercato consumer della TV satellitare nuove applicazioni come la TV ad alta definizione ed i nuovi servizi basati su protocollo IP.

Questo può riaprire la competizione con le infrastrutture terrestri, come le linee ADSL e i modem via cavo, almeno per quanto riguarda le aree rurali. In questi settori di applicazione il DVB-S2 realizzerà ciò che il DVB-S non avrebbe mai potuto fare.

 POLITECNICO DI MILANO

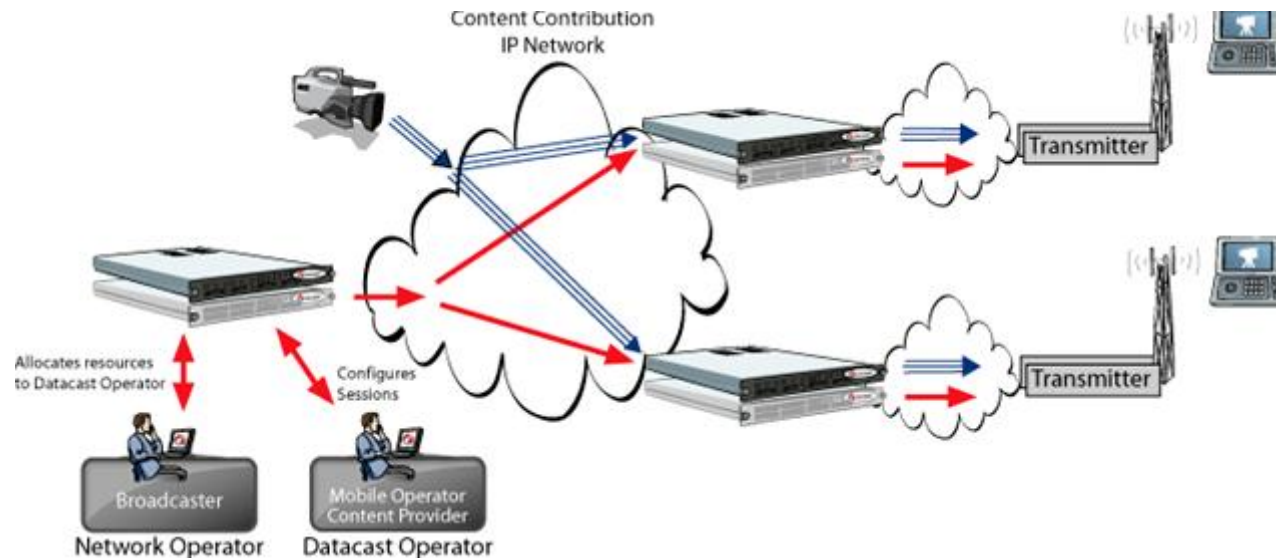
DVB - H



- DVB-H, acronimo di Digital Video Broadcasting – Handheld, è lo standard per la mobile TV che consente di fruire di servizi televisivi radiofonici e multimediali – liberi o a pagamento – attraverso l’uso di terminali mobili di nuova generazione, non solo telefoni cellulari o PDA ma anche, ad esempio, pc portatili ed ipod .
- DVB-H rappresenta un potente attore in grado di innovare significativamente il mercato televisivo. Attraverso questa tecnologia la televisione “esce” dalle case per essere finalmente disponibile in mobilità. Vengono introdotte nuove modalità di fruizione e servizi di nuova concezione, il che significa mettere in campo un forte impegno sia per creare ed organizzare un nuovo modo di fare televisione, sia per estendere, da un lato, la tradizionale catena del valore con nuovi attori/ruoli/partnership e dall’altro il mercato potenziale.

DVB-H: concetti generali

- DVB-H è una tecnologia diffusiva ("broadcast"), simile a quella utilizzata dalla comune televisione terrestre, caratterizzata dal fatto che lo stesso contenuto (*ad es. una partita di calcio*) può essere ricevuto contemporaneamente da un numero elevatissimo di utenti ad un costo nettamente inferiore rispetto ai sistemi basati su reti cellulari come, ad esempio, l'UMTS.





DVB-H: concetti generali

- DVB-H garantisce altissimi livelli qualitativi per una trasmissione a terminale mobile, buona robustezza, elevata affidabilità e ampia capacità di offrire servizio anche in movimento e ad alte velocità (*ad es. mentre si viaggia in autostrada*). Il tutto senza divorare le batterie del telefonino o del palmare.
- Cooperando con le reti GSM o UMTS, il DVB-H può dar vita ad una vera e propria televisione interattiva portatile in cui l'utente, oltre a vedere i programmi, può al tempo stesso scaricare contenuti multimediali aggiuntivi legati al programma televisivo stesso (ad esempio suonerie o giochi) o interagire con esso (ad esempio televoto).



DVB-H: caratteristiche (in breve) 1/2

- Deriva da ed è retro-compatibile con il DVB-T
- Comprende funzionalità aggiuntive per far fronte ai requisiti della ricezione portatile e mobile da parte di terminali “palmari”
- Fa riferimento a servizi IP tramite MPE (Multi Protocol Encapsulation)...
- ... ma può condividere un multiplex DVB-T con servizi MPEG2



DVB-H: caratteristiche (in breve) 2/2

- Distribuzione cost-efficient di contenuti broadcast a un'utenza molto ampia
- Complessità molto contenuta
- Non è particolarmente sensibile ai picchi di utenti (eventi speciali)
- Flessibilità di condivisione transport-stream con DVB-T senza effetti negativi sul DVB-T
- Modifiche minime rispetto al DVB-T
- Soddisfa i principali requisiti commerciali
- Permette l'hand-over (procedura per cui un terminale mobile cambia il canale che sta utilizzando durante una comunicazione, mantenendo attiva la comunicazione stessa)
- Il protocollo IP permette la criptazione



Datarates for audio and video (DVB-H)

Type of DVB receiver	H.264/AVC-level	Video resolution	Maximum bitrate	Typical application
A	1	QCIF (180*144)	128 Kbit/s	UMTS telephone
B	1.2	CIF (360*288)	384 Kbit/s	UMTS telephone, PDA
C	2	CIF (360*288)	2 Mbit/s	Pocket receiver
D	3	SDTV (720*576)	10 Mbit/s	Tv set
E	4	HDTV (1920*1080)	20 Mbit/s	Tv set



DVB-H: rapporto con l'utenza

Cosa porta di sostanzialmente innovativo il DVB-H e quali esigenze degli utenti va a soddisfare?

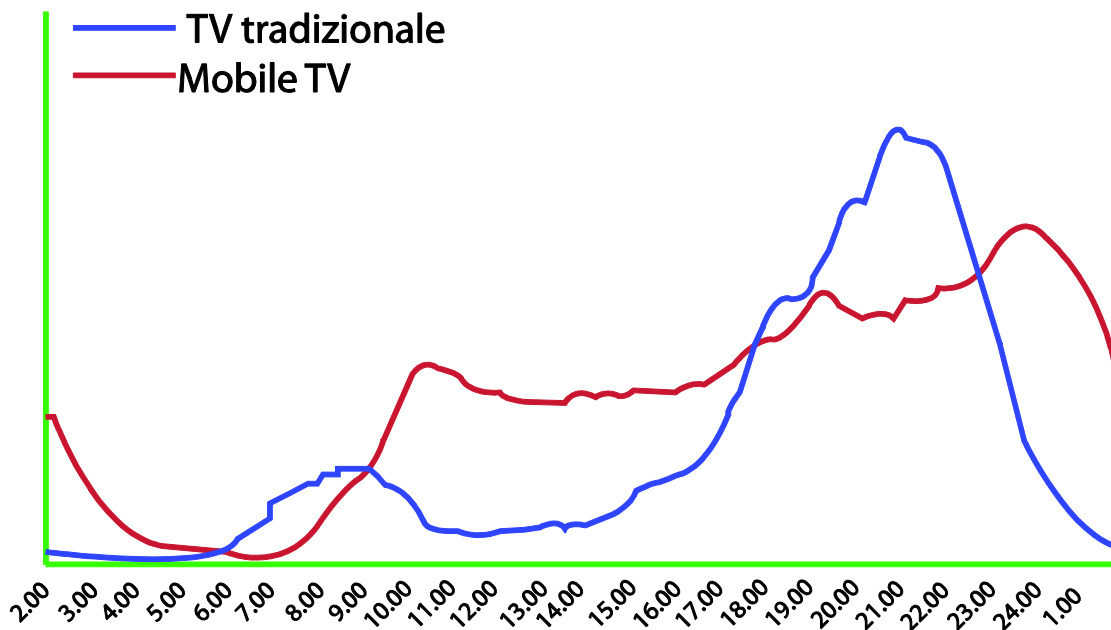
Quattro fattori chiave:

- Mantenersi informato
- Riempire i cosiddetti “tempi morti” e le attese
- Rilassarsi, concedersi un momento di break o anche divertirsi
- Crearsi un proprio spazio privato o non sentirsi soli



DVB-H: rapporto con l'utenza

I luoghi maggiormente interessati dall'uso della Mobile TV sono solitamente quelli pubblici, i mezzi in movimento, l'ufficio nei momenti di pausa, ma anche la propria casa, dove la Mobile TV si trasforma in "Personal TV". Rispetto alla televisione tradizionale, la Mobile TV presenta sensibili differenze anche nel modo con cui viene utilizzata durante il corso della giornata, rendendo necessario un ripensamento del palinsesto oltre che dei contenuti.





DVB-H: fattori di successo

Oltre al soddisfacimento delle esigenze degli utenti esistono però altri fattori responsabili del successo della Mobile TV:

- **Contenuti soddisfacenti**, adatti ad una visione breve ed irregolare
- **Usabilità dei servizi**: l'accesso semplice ed intuitivo è fondamentale per il loro successo
- **Performance ed affidabilità tecnica**: buone funzionalità tecniche ed affidabilità sono ritenute necessarie a garantire il soddisfacimento dell'utente
- **Usabilità del terminale e gradimento**: la buona qualità del terminale non deve essere realizzata a spese dei servizi di Mobile TV



DVB-H: le prospettive di mercato

La TV mobile ha per i broadcaster un valore strategico in quanto apre un mercato addizionale rispetto alla TV convenzionale e sembra promettere bene in termini di business

- 25 milioni di terminali DVB-H entro il 2010 in Europa e 5 milioni in Italia
- Secondo una serie di studi, 125 milioni di utenti nel mondo guarderanno la televisione in mobilità entro il 2010
- IDC prevede 3 miliardi di dollari di profitti nel mondo per la Mobile TV entro il 2009
- Sono ancora in corso sperimentazioni tecnico commerciali del DVB-H nei principali Paesi europei e negli Stati Uniti, dalle quali emergono risultati incoraggianti

Una simulazione di business sul mercato Italia sembra confermare il potenziale del mercato nazionale (7 milioni di utenti previsti entro il 2010)



DVB-H: caratteristiche (dettaglio)

Le principali differenze rispetto al DTT riguardano prevalentemente la risoluzione di alcune questioni tipiche della mobilità, come:

- Ridotto consumo delle batterie
- Uso di una antenna compatta e possibilmente integrata nel cellulare
- Ricezione in movimento
- Codifica video ottimale per schermi di piccola dimensione
- Integrazione dei servizi di tipo televisivo e di quelli interattivi via GPRS / UMTS



DVB-H: caratteristiche (dettaglio)

- Il DVB-H è essenzialmente basato su tecnologie IP e dallo standard DVB prende in prestito prevalentemente la capacità di trasporto; ciò permette il trasferimento di qualsiasi tipo di contenuto in un flusso di pacchetti dati (IP Datacast).
- La piena compatibilità con il DVB-T consente di posizionare le infrastrutture richieste nei medesimi siti utilizzati per il digitale terrestre e di condividere parte delle apparecchiature disponibili: la parte di modulazione del segnale può però differire significativamente.
- La diffusione dei servizi (TV, Radio e multimediali) via DVB-H è di tipo broadcast, un trasferimento unidirezionale di informazioni contemporaneamente verso tutti gli utenti e supera definitivamente le limitazioni dell'UMTS nel numero di utenti che, nel richiedere servizi televisivi, insistono contemporaneamente sulla medesima cella.



DVB-H: caratteristiche (dettaglio)

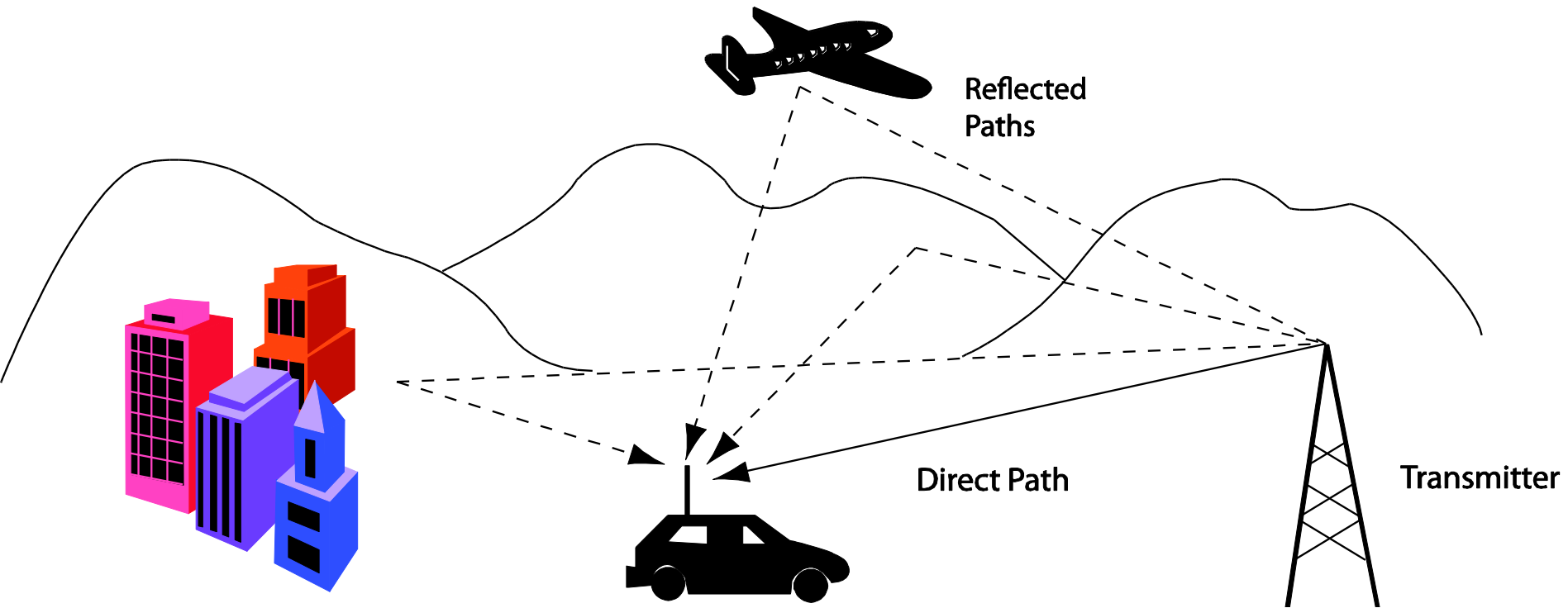
- Attraverso il DVB-H possono essere veicolati non solo servizi di TV libera ma anche a pagamento, in modo analogo a quanto si fa per altri tipi di media (satellite, cavo e terrestre). Si distinguono diversi modelli di televisione a pagamento, tra i quali:
 - **Pay TV** che prevede il pagamento di un canone tipicamente mensile o bimestrale per accedere ad un insieme di servizi
 - **Pay Per View** che consente di pagare solo per ciò che si vede
 - **Pay Per Time** che consente di pagare solo per il tempo di uso di un servizio
- La convergenza tra telefonia mobile e DVB-H abilita una TV portatile realmente interattiva attraverso l'uso della rete mobile GPRS o UMTS per il canale di interazione: ciò apre significative opportunità di realizzazione di servizi totalmente innovativi.



DVB-H: aspetti tecnici

Il DVB-H ha introdotto diverse soluzioni tecnologiche al fine di garantire un servizio di qualità anche spostandosi a velocità che possono superare i 150 Km/h, come nel caso di spostamenti via treno.

- **IPDC (IP Data Casting)**: tutti i possibili contenuti (audio, video, applicazioni...) vengono trasmessi sotto forma di flussi IP per facilitare l'uso di tecnologie ampiamente sperimentate e consolidate così da minimizzare il "*time to market*".
- **MPE (Multi Protocol Encapsulation)**: i flussi IP vengono incapsulati in un trasporto MPEG opportunamente strutturato per gestire i servizi tramite le tecnologie codificate nello standard DVB, con le caratteristiche proprie della mobilità.
- **MPE-FEC (MPE-Forward Error Correction)**: i pacchetti dati IP sono integrati con un sistema di autocorrezione degli errori che riduce significativamente quelli di ricezione dovuti, ad esempio, a fenomeni di riflessione e rifrazione o ad effetti Doppler.



MPE-FEC si dimostra particolarmente efficace in scenari di questo tipo

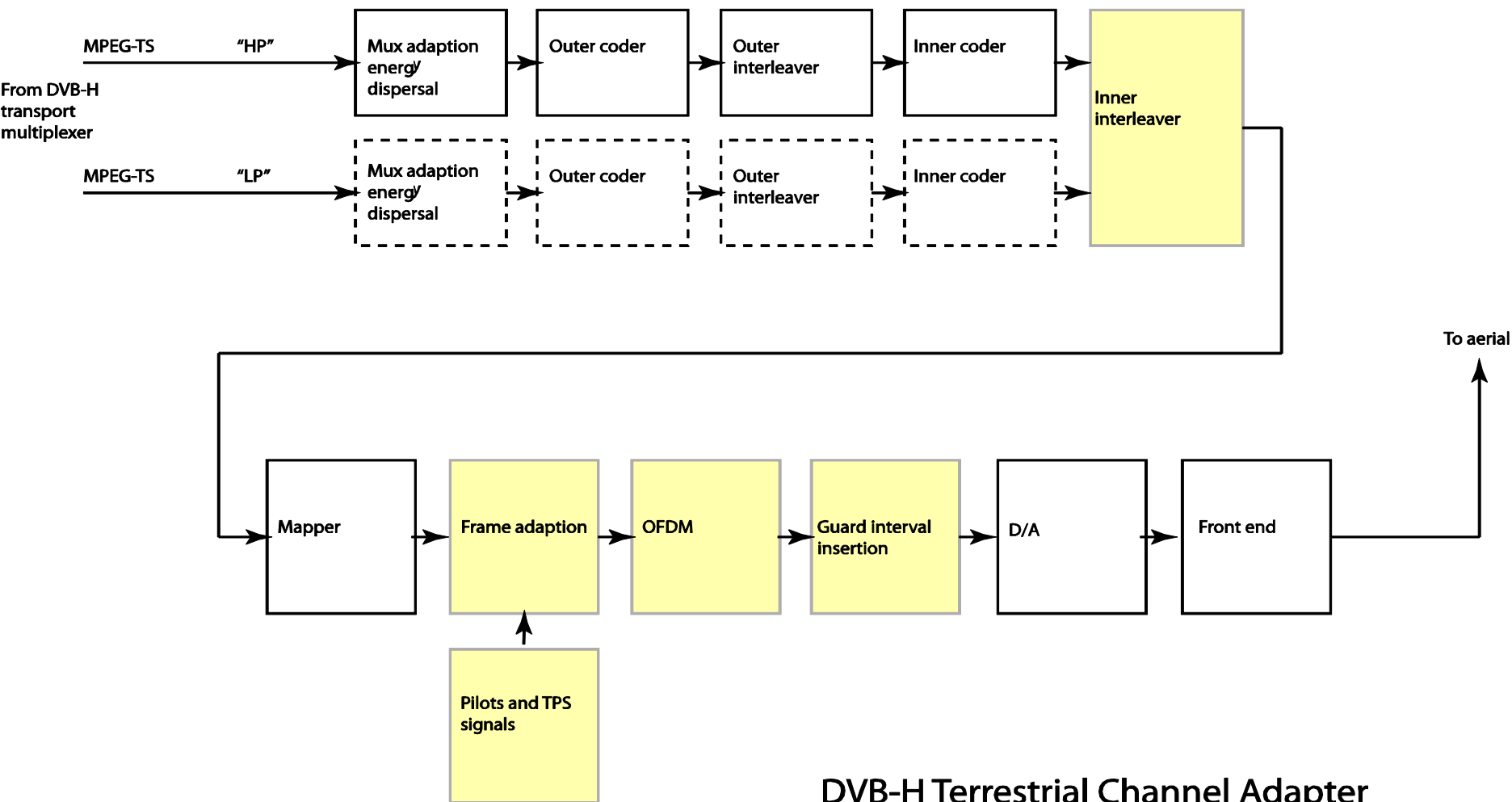


DVB-H: aspetti tecnici

- **Time Slicing:** le informazioni vengono inviate in forma impulsiva invece che continua così da spegnere il sintonizzatore tra un impulso (burst) e l'altro. Ciò riduce il consumo delle batterie fino al 90% e consente di gestire un fluido cambio cella (handover) durante l'intervallo. Nel corso di un burst vengono trasmessi dati ad alta velocità e la sua durata può avere un rapporto di 1:50 rispetto alla durata dell'intervallo; i dati ricevuti verranno poi riprodotti ad una velocità più bassa utilizzando dei meccanismi di caching.
- **Modulazione 4k:** viene aggiunta al sistema DTT una modulazione COFDM a quattromila portanti che offra un buon compromesso tra raggio di copertura nelle reti a singola frequenza (caratteristica del sistema DTT a 8000 portanti) e robustezza del segnale in movimento (caratteristica del sistema DTT a 2000 portanti). Tale modulazione non è però compatibile con il DVB-T che usa la 8k.
- **TPS** (Transmission Parameter Signalling): è una modalità di segnalazione dei parametri trasmissivi del modulatore che consente un'identificazione molto più efficiente e rapida dei servizi rispetto ad altre tecnologie.
- **MPEG4:** viene in particolare adottato il nuovo algoritmo **h.264** per la codifica delle componenti video che garantisce una migliore compressione rispetto all'h.263 e all'MPEG-2 e quindi un migliore livello qualitativo delle immagini anche a basso bitrate (200-300 kbit/s).

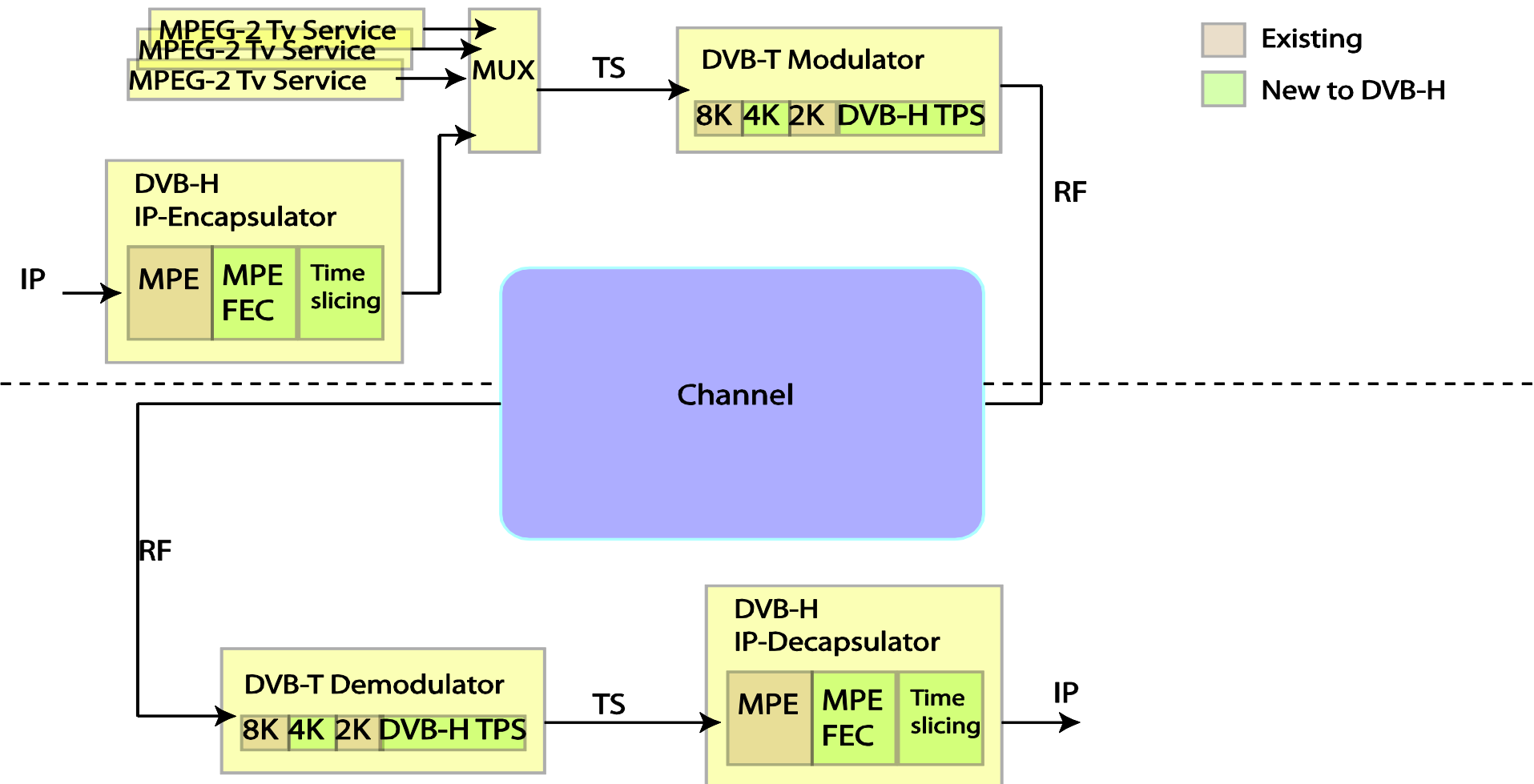


DVB-T/H transmitter

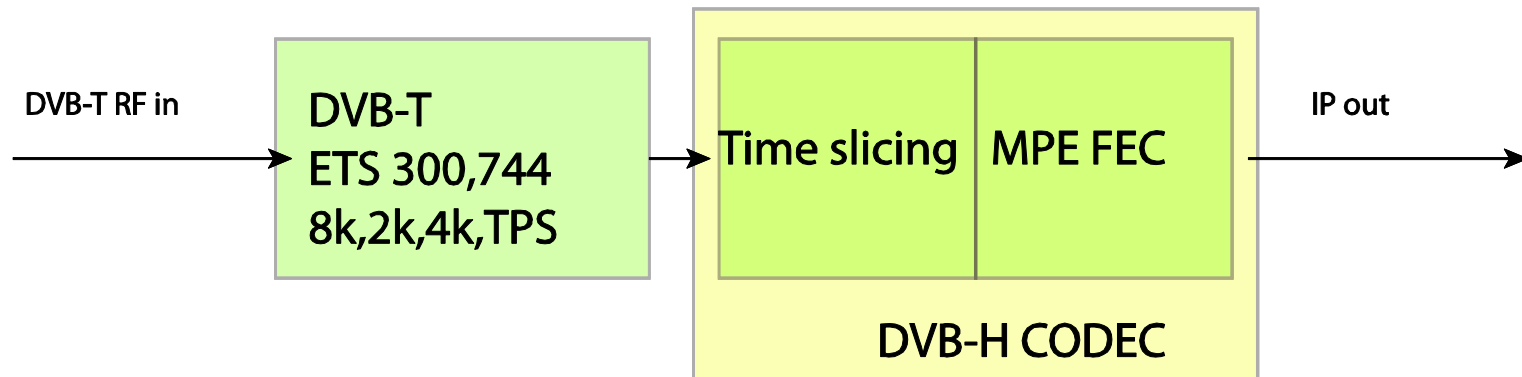




Draft DVB-H block diagram



DVB-T and DVB-H coexistence



- Come già detto, il DVB-H non ‘disturba’ o interferisce con il DVB-T, grazie al fatto che elementi aggiuntivi vengono introdotti nel *link layer* e non vanno a toccare quindi il *physical layer*



4k Mode e in-depth interleaver

Vantaggi:

- Mobilità doppia rispetto a 8k
- Dimensione SFN (single-frequency network) doppia rispetto a 2k
- Tolleranza a fading e rumore impulsivo

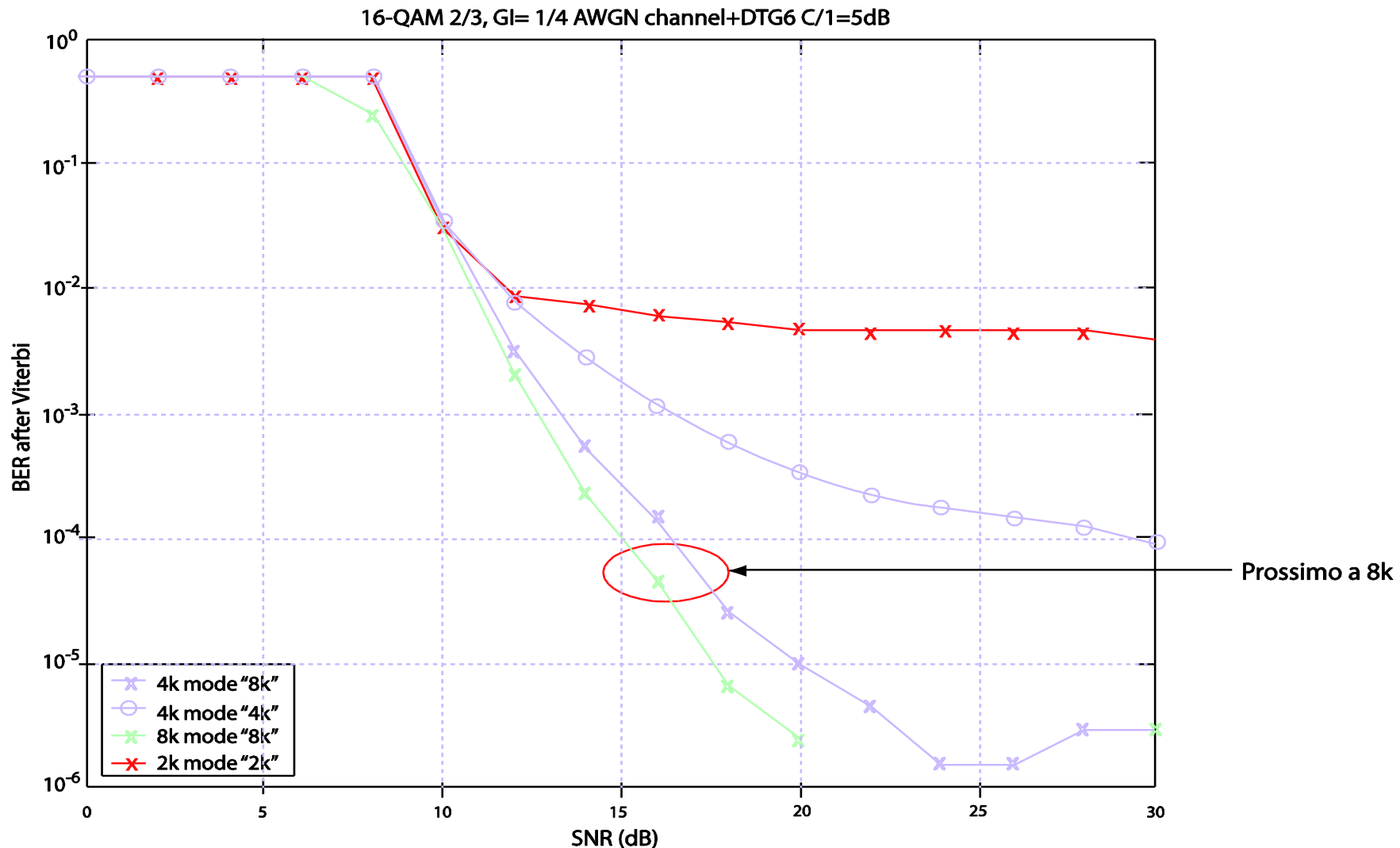
Compatibilità:

- Previsto come opzione dallo standard DVB-T
- DVB-H su reti DVB-T esistenti: non può usare queste funzionalità



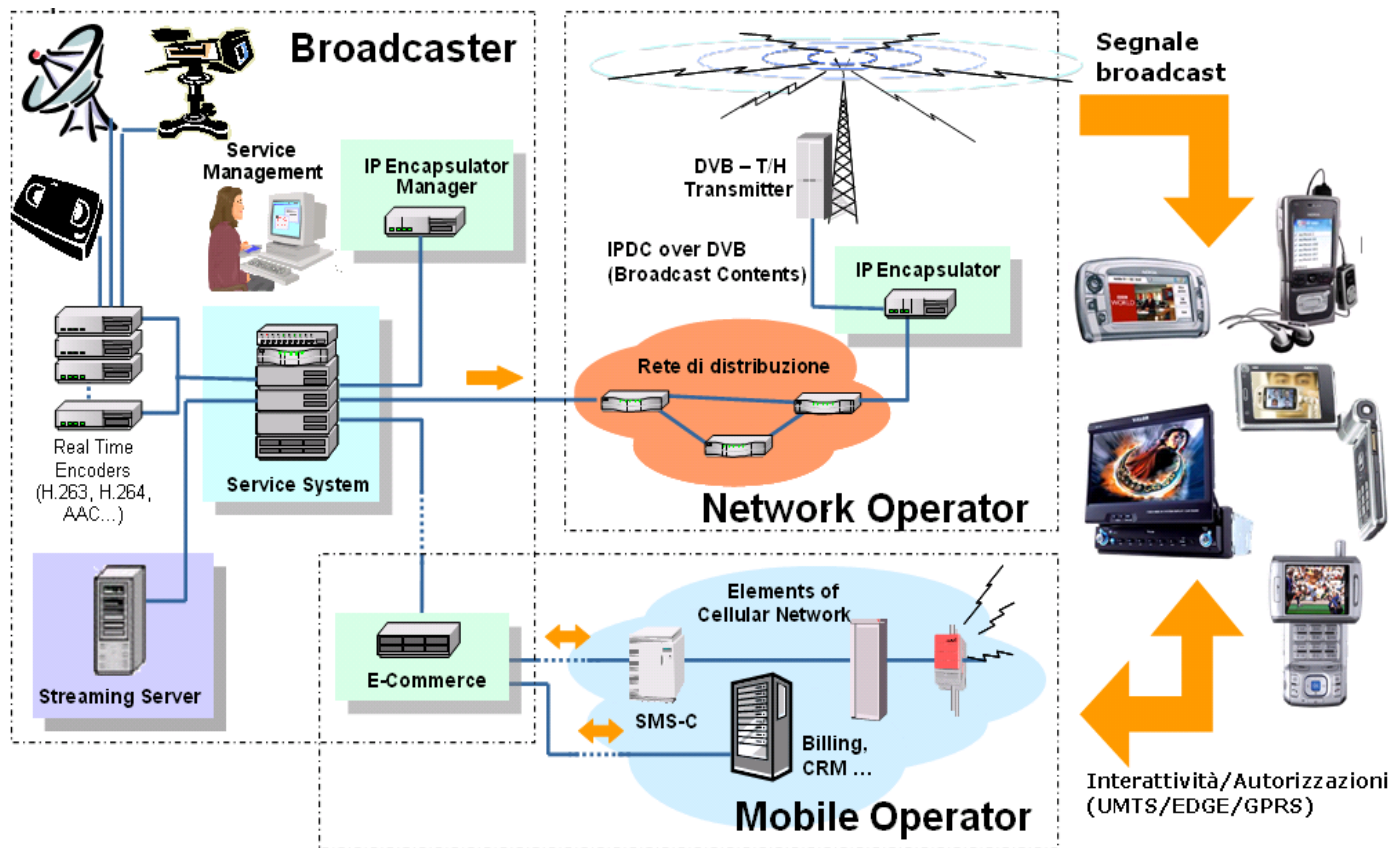
DVB-H: aspetti tecnici

- In-depth interleaver, resistenza a rumore impulsivo



DVB-H: erogazione di servizi

Un'infrastruttura per la distribuzione di servizi di Mobile TV si presenta generalmente nella seguente forma:





DVB-H: erogazione di servizi

Tipicamente i segnali televisivi e radio vengono acquisiti da diverse fonti e quindi opportunamente codificati in base alle caratteristiche del segnale e dell'ambiente di destinazione.

- Il Service System controlla l'acquisizione e l'organizzazione dei vari contributi che vengono poi veicolati sotto forma di canali nonché le regole per la protezione di quelli a pagamento, in accordo con il sistema di E-Commerce. Produce inoltre l'Electronic Service Guide o ESG che contiene tutte le informazioni necessarie ad accedere ai servizi trasmessi.
- L'IP Encapsulator Manager controlla le componenti dell'infrastruttura (IP Encapsulator) che fisicamente incapsulano e strutturano i flussi IP in un trasporto DVB e crittografano i servizi a pagamento prima di essere mandati ai sottosistemi per la trasmissione del segnale. Quando gli utenti si sintonizzano su canali a pagamento che non hanno ancora sottoscritto, il terminale – utilizzando il canale di ritorno - richiede l'autorizzazione al sistema di E-commerce attraverso il centro servizi dell'operatore: se l'acquisto va a buon fine, l'importo viene addebitato al richiedente (ad esempio sul credito prepagato presso l'operatore DVB-H o di telefonia cellulare) e vengono infine fornite le necessarie abilitazioni al terminale.



Configurazioni di rete DVB-H

Rete condivisa

- Multiplex condiviso con DVB-T
- Transport stream unico

Rete gerarchica

- Multiplex condiviso con DVB-T
- Modulazione gerarchica: DVB-H nello stream HP

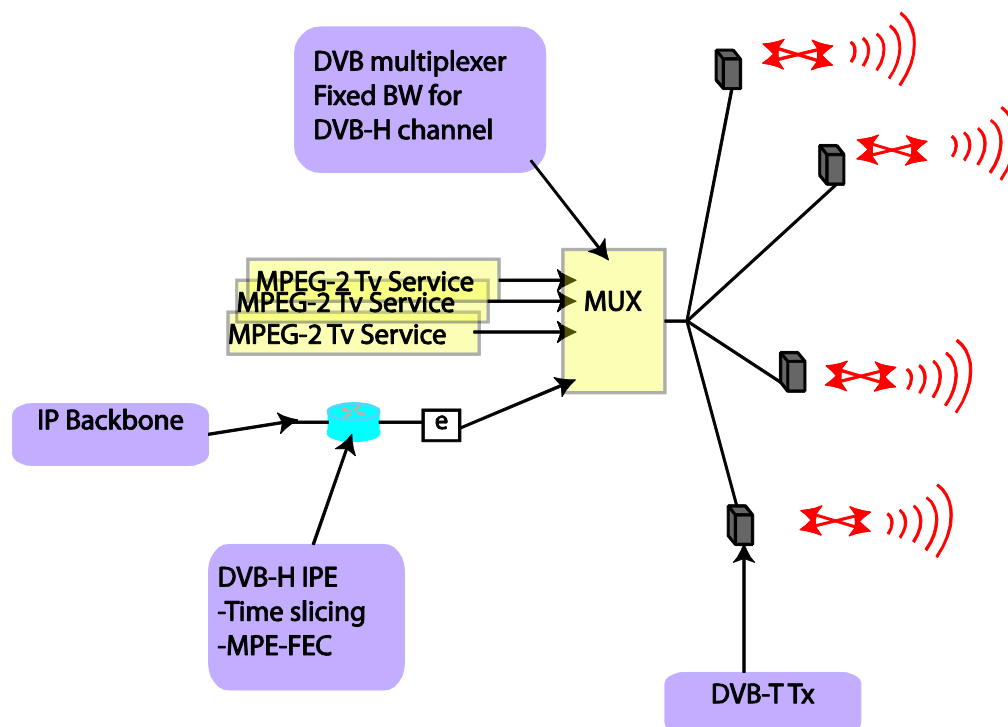
Rete dedicata

- Uso esclusivo di DVB-H
- Scelta della migliore modalità trasmissiva

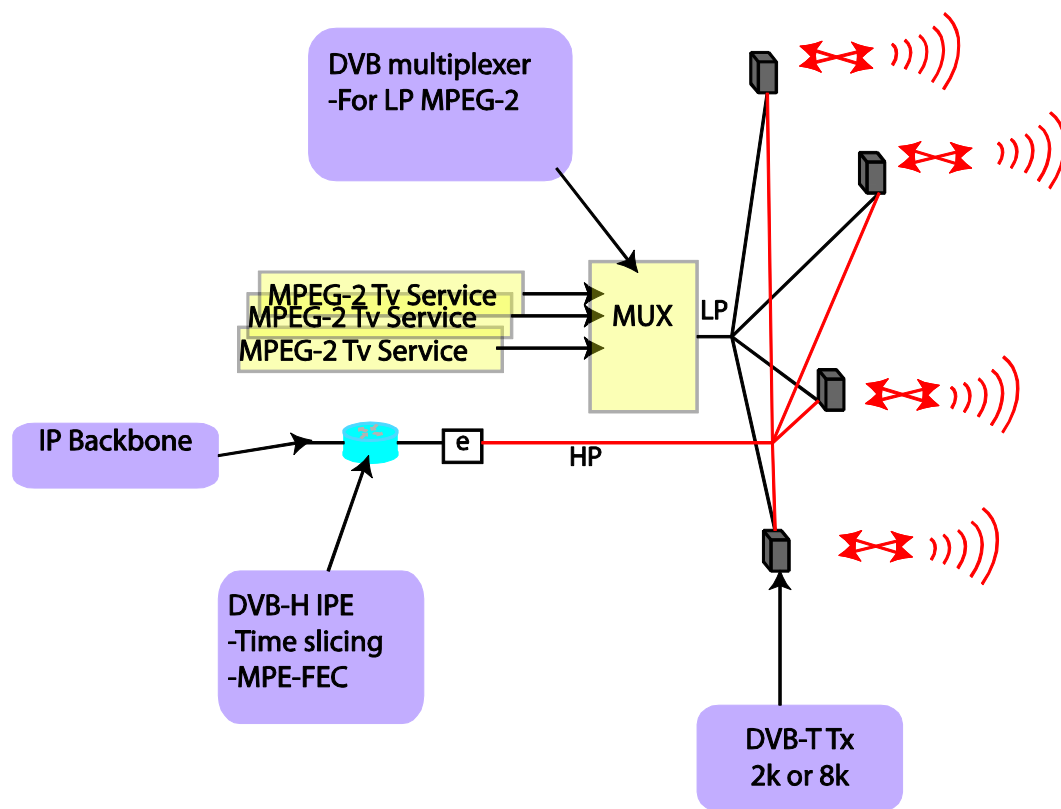


- I trasmettitori broadcast potrebbero non poter trasmettere al livello di potenza necessario, in modo particolare per la copertura indoor (sono dimensionati per antenne sui tetti degli edifici) a causa di problemi di costi e di esposizione elettromagnetica
- L'introduzione di trasmettitori addizionali specialmente in ambiente urbano si rivela necessaria
- Per risparmiare si possono riutilizzare le strutture cellulari esistenti (compromessi tra numero di siti e potenza trasmessa sono necessari)
- La configurazione di rete dedicata è la soluzione migliore per ottimizzare capacità e copertura DVB-H

DVB-T and DVB-H sharing MUX



DVB-T and DVB-H using hierarchical transmission



DVB-H dedicated network

