

T-DMB (TERRESTRIAL - DIGITAL MULTIMEDIA BROADCASTING) E DAB (DIGITAL AUDIO BROADCASTING) APRONO LA VIA PER UNA RICEZIONE DIGITALE MOBILE RICCA DI CONTENUTI

(T-DMB (TERRESTRIAL - DIGITAL MULTIMEDIA BROADCASTING) AND DAB (DIGITAL AUDIO BROADCASTING) OPEN THE WAY FOR ONE MOBILE DIGITAL RECEPTION RICH OF CONTENTS)

Sommario: l'articolo vuole illustrare il sistema di trasmissione denominato **T-DMB** (Terrestrial - Digital Multimedia Broadcasting), il quale, utilizzando la tecnologia del **DAB** (Digital Audio Broadcasting) si presenta come valida alternativa al sistema **DVB-H** (Digital Video Broadcasting - Handheld) per realizzare una reale ricezione mobile multimediale.

Abstract: this article will discuss the broadcasting system known as T-DMB (Terrestrial - Digital Multimedia Broadcasting), which is based on DAB (Digital Audio Broadcasting) technology and, as such, presents a valid alternative to DVB-H (Digital Video Broadcasting - Handheld) for the delivery of multimedia services onto mobile devices.

INTRODUZIONE

Attualmente uno dei temi più caldi nel campo del broadcasting è rappresentato dal "broadcasting mobile", quale sistema idoneo a trasmettere contenuti multimediali a ricevitori mobili. Due sistemi, attualmente, si contendono tale requisito: DVB-H e T-DMB.

Il primo si basa sullo standard **DVB-T** (Digital Video Broadcasting - Terrestre), relativo alla radiodiffusione della TV digitale terrestre; il secondo si basa sullo standard DAB, relativo alla radio-

diffusione della radio digitale.

Ambedue i sistemi, le cui caratteristiche tecniche principali sono elencate in Tab. I, sono progettati specificatamente per diffondere contenuti multimediali a ricevitori mobili, quali telefoni cellulari, PDA e ricevitori TV; essi sono caratterizzati dall'avere:

- ricezione altamente robusta, per poter operare in ambiente mobile;
- ricezione con una singola piccola antenna a stilo.

	T - DMB	DVB - H
Codifica di Sorgente	MPEG-4(Video) BSAC(Audio)	MPEG-4/WM9(Video) AAC/WM9(Audio)
Codifica di Canale	Convoluzionale & Reed-Solomon	Convoluzionale & Reed-Solomon
Transport Stream	MPEG-2 TS	IP
Modulazione	DQPSK COFDM	QPSK o 16QAM COFDM
Larghezza Canale RF	1,5 MHz	5/6/7/8 MHz
Metodo riduzione potenza	Bandwith Shrinking	Time Slicing

Tab. I - Caratteristiche principali dei sistemi T-DMB e DVB-H

Significative differenze caratterizzano i due sistemi:

- T-DMB si basa su una tecnologia (DAB) che fin dall'inizio è stata progettata per la ricezione mobile, mentre DVB-H si basa su una tecnologia (DVB-T) finalizzata ad una ricezione non mobile;
- T-DMB trasmette "frame by frame" mentre DVB-H trasmette "time slice by time slice". In ricezione, ciò, si riflette in un significativo risparmio del consumo di potenza, poiché, col primo sistema il ricevitore decodifica solamente il programma scelto, col secondo il ricevitore è attivo solamente negli intervalli temporali ("time slice") in cui sono trasmessi i dati relativi al programma scelto. Al momento, al fine della riduzione di potenza in ricezione, il metodo adottato dal T-DMB risulta più efficiente di quello adottato dal DVB-H;
- sebbene i due sistemi adottino lo stesso metodo di **FEC** (**F**orward **E**rror **C**orrection), tuttavia quello adottato dal DVB-H risulta efficace solo per errori che capitano in un "time slice" e non per quei che interessano più "time slice", come nel caso dei burst di errori provocati, in un ambiente mobile, dal rumore impulsivo (es. il rumore d'accensione della macchina) ; il sistema del T-DMB, diluendo gli errori nel tempo su più frames logici, facilita la loro correzione da parte del ricevitore;
- T-DMB, utilizza la tecnica **UEP** (**U**nequal **E**rror **P**rotection), tipica del DAB, per ulteriormente proteggere i bit più significativi relativi a ciascun programma: questo procedimento discrimina l'importanza dell'informazione da codificare all'interno della trama MPEG audio, variando l'ammontare di informazione ridondante introdotta dal codice convoluzionale, che viene "punturato" secondo un opportuno schema. Ad esempio, tenendo conto della codifica a sottobande del segnale audio, è chiaro che un errore sul bit meno significativo di una parola di codifica è meno importante che un errore sul bit più significativo. Ancora, un errore sul fattore di scala introduce ovviamente una grave distor-

sione sul segnale in fase di ricostruzione, così come un errore sulle informazioni di sincronizzazione può pregiudicare significativamente la ricostruzione del segnale. Inoltre è stato verificato che esiste una differenza sostanziale nel grado di protezione richiesto nelle sottobande a bassa frequenza, che è maggiore rispetto a quello richiesto nelle sottobande a frequenza più elevata. Infine si è rilevato che nel caso di trasmissione in condizioni di canale pessime oppure di ricezione ai bordi dell'area di copertura, l'impiego della tecnica UEP rende più progressivo il degrado del segnale ricevuto.

Per tali ragioni, la tecnica di protezione UEP è molto importante per una ricezione mobile, in cui le condizioni di ricezione sono continuamente variabili.

PANORAMICA SUL SISTEMA DAB

La tecnologia DAB utilizzando lo standard Eureka 147 fu il primo sistema terrestre di broadcasting sviluppato per la radio digitale, con lo scopo principale, di contrastare i problemi che insorgono nella ricezione mobile (quelli legati ai cammini multipli in ambito terrestre) e di elevare la qualità audio al livello della riproduzione da CD (Compact Disc). Il sistema DAB, inoltre, mette a disposizione un canale dati mediante il quale è possibile veicolare tutta una serie di servizi distinti dall'audio, quali, ad esempio, testi, immagini e pagine web.

Sebbene il sistema DAB possa servire per il broadcasting via satellite ed in ambito terrestre, di seguito ci si riferirà esclusivamente a quest'ultimo (T-DAB).

Per permettere l'introduzione del servizio broadcasting audio digitale terrestre (T-DAB), nel luglio del 1995 fu tenuta a Wiesbaden una conferenza fra 35 delegati della CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations). L'accordo che ne scaturì, allocò il T-DAB nelle seguenti bande:

- I (47-68 MHz)
- II (87.5-108 MHz)
- III (174-230 MHz)

Durante la stessa conferenza un canale extra,

13 (230-240 MHz), al di fuori della banda III e' stato allocato al DAB. Tale canale è attualmente utilizzato per alcuni servizi DAB in certi paesi Scandinavi, ma in altre parti d'Europa è occupato dai servizi militari e civili. La prossima conferenza per la ri-pianificazione delle frequenze Europee (RRC) è prevista per il 2006 a Ginevra. La conferenza avrà il compito di riallocare spettro per i prossimi 30 anni. Verrà anche affrontata la questione relativa al canale 13.

La conferenza di Wiesbaden del 95 aveva deciso inoltre di allocare la banda L per le trasmissioni satellitari. Sette anni dopo, durante il convegno di Maastricht del 2002, la banda L è stata destinata alle trasmissioni terrestri del DAB:

- L (1452-1492 MHz)

Oggi giorno le trasmissioni DAB terrestri sono effettuate in banda III o in banda L. In ciascun dei 9 canali da 7 MHz della banda III sono allocati 4 blocchi di frequenze, eccettuato uno che ne ha 6; mentre in banda L sono allocati 9 blocchi di frequenze. Tutti i blocchi sono larghi 1,536 MHz. In Fig.1 è riportato un esempio di tale allocazione.

Il segnale DAB viene trasmesso frame by frame; lo standard europeo (ETS 300 401) definisce 4 modalità di trasmissione (ad es. nel modo 1, i

frame durano 96 ms e contengono in totale 77 simboli). La struttura generale del segnale DAB è riportata in Fig. 2 ed è indipendente dal modo DAB scelto.

- **Main Service Channel:** è formato da una sequenza di Common Interleaved Frames (CIF); un numero intero di questi può essere raggruppato insieme per portare l'informazione relativa a ciascun servizio audio. Questo canale contiene 72 simboli del totale 77 contenuti nel frame.

- **Fast Information Channel:** esso contiene informazioni sulla configurazione del multiplexer; è formato da una sequenza di Fast Information blocks, ciascuno dei quali è altamente protetto contro gli errori, visto che servirà a riconfigurare il multiplex se necessario. Questo canale è trasmesso su 3 simboli del totale 77 contenuti nel frame.

- **Synchronization Channel:** esso è utilizzato per fornire al Fast Information Channel l'informazione temporale di trasmissione dei "simboli nulli", ciascuno dei quali costituisce una interruzione della trasmissione che consente al ricevitore di rimanere agganciato, in ciascun frame, sul segnale DAB. Inoltre esso è utilizzato per fornire lo stato del canale, per essere usato nel controllo automatico di guadagno e per fornire l'identificazione del trasmettitore. Questo canale è trasmesso su 2 simboli del totale 77 contenuti nel frame.

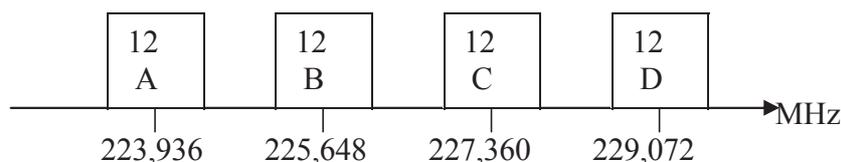


Fig.1 Blocchi di frequenze del canale 12 T-DAB

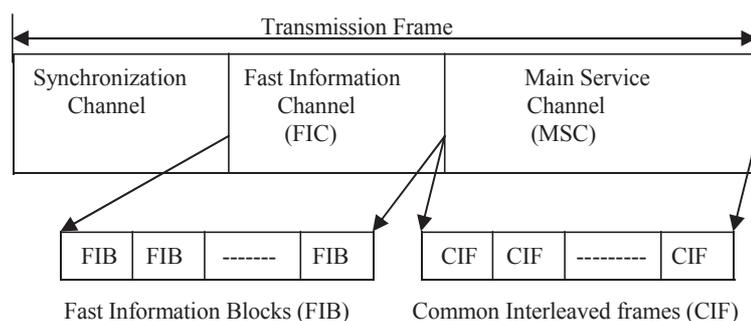


Fig.2 Struttura del segnale DAB

Un sistema di trasmissione DAB è indicato in Fig. 3; esso prevede l'allocazione di un multiplex di programmi per ognuno dei canali radio disponibili. Ogni multiplex contiene un numero variabile di programmi, in relazione alla qualità audio che si vuole garantire o alla quantità d'informazione che si vuole trasmettere. L'occupazione di banda di uno di questi multiplex è di circa 1,5 MHz.

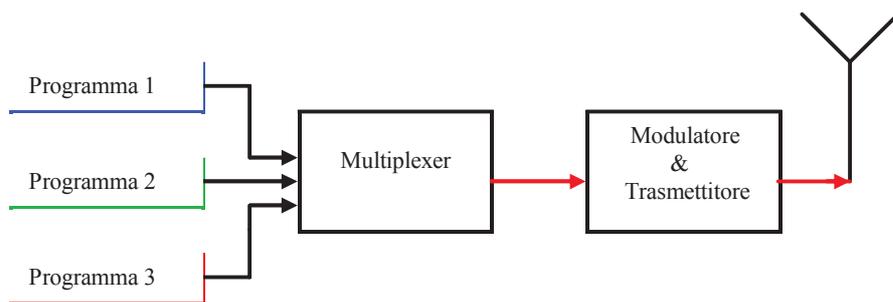


Fig 3 Sistema di trasmissione DAB

I punti cardini del sistema sono:

- La codifica **MUSICAM (Masking Pattern Universal Sub-band Integrated Coding and Multiplexing)**: è un metodo di codifica di sorgente che utilizza le conoscenze di psicoacustica per comprimere il volume di dati necessari a trasmettere un segnale audio con una data qualità percettiva. In genere il fattore di compressione riduce di un fattore tra 6:1 e 12:1 il segnale originale. Ciononostante è in grado di fornire all'ascoltatore un segnale audio ad alta qualità che è soggettivamente ritenuto di "qualità CD". Confrontato con il flusso dati di 1,5 Mbit/s necessari per un segnale digitale a 16-bit campionato a 48kHz, così come similmente si ha all'uscita di un lettore CD, MUSICAM è in grado di comprimere il flusso dati a valori compresi tra i 64 Kbit/s e i 384 Kbit/s, a seconda della qualità e fedeltà richiesta in uscita.

- La modulazione **COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)**: si tratta in realtà di un particolare schema di trasmissione studiato appositamente per contrastare i problemi relativi alla ricezione per cammini multipli in ambito terrestre. Tale sistema utilizza un elevato numero di portanti modulate in DQPSK, ortogonali fra loro, ciascuna delle quali trasporta una porzione del flusso di dati. Inoltre sono adot-

tate tecniche d'interlacciamento dei dati in tempo ed in frequenza, oltre che un'opportuna codifica di canale. In combinazione con il MUSICAM permette un'efficienza spettrale uguale o maggiore di un segnale analogico. Un singolo segnale DAB (multiplex), che occupa approssimativamente 1,5 MHz di spettro EM, può, secondo le qualità audio dei servizi trasmessi, contenere sei o più programmi ad alta qualità.

- La modalità di trasmissione **SFN (Single Frequency Network)**: si tratta di una tecnica di copertura del territorio attraverso una rete di trasmettitori ciascuno operante alla stessa frequenza ed in perfetto sincro-

nismo. I vari ripetitori preposti alla copertura di una vasta area trasmettono tutti lo stesso multiplex DAB utilizzando la stessa frequenza portante. Ciò è possibile grazie all'adozione del sistema COFDM, studiato appositamente per consentire la corretta ricezione dei segnali anche in presenza di riflessioni, purché queste cadano con un ritardo non superiore ad una certa soglia. Conseguentemente, due ripetitori posti ad una certa distanza possono irradiare nel medesimo istante e sulla stessa frequenza lo stesso programma, a condizione che la distanza fra i due introduca un ritardo sufficiente fra i segnali ricevuti. In altre parole il segnale del ripetitore più distante, se ricevuto, diviene a tutti gli effetti considerato come un segnale riflesso. L'impiego delle reti SFN consente di superare il problema del riuso delle frequenze e garantisce la possibilità di estendere l'area di copertura di una determinata emittente, con il beneficio per l'utente di una maggiore continuità nella sintonizzazione dei programmi.

La tecnologia DAB va sempre più affermandosi nel mondo (es. UK, Germania, Danimarca, Italia, Canada, Korea). In UK la copertura del territorio ha raggiunto l'85%; in Germania ed in Danimarca è servita, rispettivamente, il 78% ed il 99% della popolazione.

In Italia, in cui le prime trasmissioni DAB risalgono al 1997 ad opera della RAI, ci sono attual-

mente tre consorzi principali che operano nel campo del broadcasting del servizio della radio digitale utilizzando la tecnologia DAB:

- **Club DAB Italia**, con 9 impianti trasmettenti che coprono il 10% della popolazione;
- **Club EuroDAB**, con 23 impianti trasmettenti che coprono il 65% della popolazione;
- **CRDAB** (parte del consorzio FRT), il quale entro il 2004 intende estendere la copertura alle città di Roma, Milano e ad altre tre principali città, per un totale del 18% della popolazione.

IL SISTEMA T-DMB

E' un sistema radio digitale sviluppato sulla tecnologia DAB. Rispetto a quest'ultima, tuttavia, si differenzia per l'utilizzo:

- di una codifica audio più efficiente;
- di due livelli di protezione contro gli errori, invece di uno.

Come mostrato in Fig. 4, il sistema T-DMB trasmette il segnale multimediale, che è generato dal multiplexer multimediale, mediante lo stream di un sistema DAB convenzionale.

I principali componenti del multiplexer multimediale sono:

- l'encoder video, che utilizza l'algoritmo di codifica MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding) la quale presenta a circa 384 kbps la stessa qualità di un Video-CD;

- l'encoder audio, che utilizza la codifica MPEG-4 BSAC (Bit Sliced Arithmetic Coding) la quale presenta a 128 kbps la stessa qualità di un segnale FM-stereo ed a 192 kbps la stessa qualità di un Audio-CD.

Successivamente i contenuti audio-video sono combinati utilizzando la specifica ISO/IEC 13818-1 MPEG-2 TS e protetti dagli errori mediante la "codifica Reed-Solomon" seguita dalla "codifica convoluzionale interleaver", che migliora le prestazioni del sistema nei confronti del BER.

Inoltre il sistema consente d'implementare un EPG (Electronic Programme Guide) sviluppato su di uno standard aperto, come quello messo a punto dal World DAB EPG Task Force, mediante il quale è possibile la registrazione di programmi audio, il loro trasferimento attraverso una porta USB ad un PC, con il quale operare anche il controllo del ricevitore stesso.

CONCLUSIONI

Nel campo del broadcasting mobile, attualmente in Europa, e non solo, si vanno consolidando due sistemi:

- T-DMB (che sfrutta la tecnologia DAB della radiodiffusione sonora numerica);
- DVB-H (che sfrutta la tecnologia DVB della radiodiffusione televisiva numerica).

Tuttavia, rispetto a quest'ultimo, il sistema T-DMB presenta dei vantaggi che giova evidenziare:

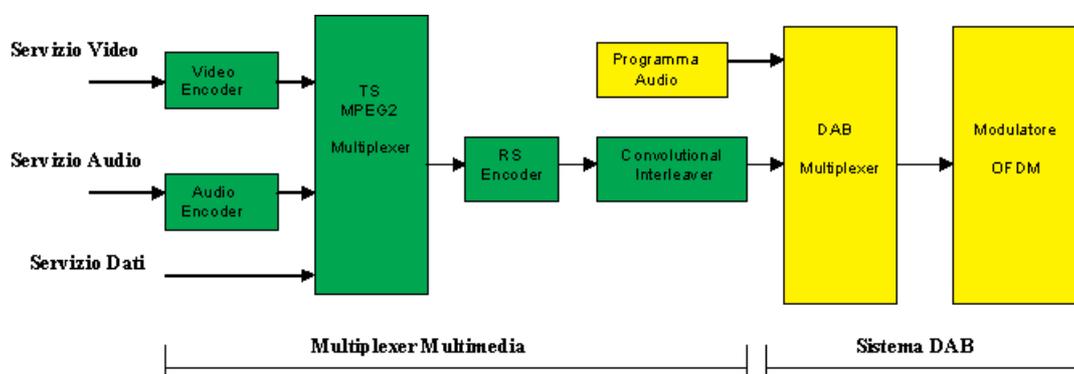


Fig.4 Sistema T-DMB

- T-DMB si basa sulla tecnologia DAB, sviluppata sin da principio, specificatamente per la ricezione mobile;
- in trasmissione, **richiede meno investimenti per la copertura del territorio**, perché è possibile avvalersi delle infrastrutture DAB già installate, le quali attualmente raggiungono l'80% dell'Europa. La stessa cosa non si può dire per il DVB-H, il quale necessita di una rete ad hoc, distinta dall'attuale rete DVB-T: infatti quest'ultima, progettata per una ricezione fissa, richiederebbe un aumento della potenza dei trasmettitori (es. 5 - 10 kW rms) per garantire anche la ricezione mobile, che comporterebbe problemi interferenziali con l'analogico;
- **nella pianificazione delle frequenze per un servizio locale, s'incontrano meno problemi** con il T-DMB che non con il DVB-H, e ciò sia a causa della larghezza del canale trasmissivo, che è molto più stretto nel sistema T-DMB, e sia per il fatto che attualmente molte delle frequenze necessarie al DVB-H sono ancora in uso alla televisione analogica che sarà in esercizio ancora per diversi anni prima che lasci definitivamente il campo a quella digitale;
- per la maggiore sensibilità dei ricevitori, il

sistema T-DMB **richiede, a parità di area di copertura, una minore intensità di campo e.m.**, e quindi trasmettitori di minore potenza;

- in ricezione, molte compagnie che fabbricano chip hanno già sviluppato componenti per il T-DMB, mentre la stessa cosa non si può dire per il DVB-H.

Si può concludere affermando che il sistema T-DMB, per le sue caratteristiche intrinseche e per i vantaggi sopra indicati, è veramente efficiente per trasferire **già da subito** un ventaglio di contenuti multimediali a dispositivi mobili, oltre che ai portatili e fissi.

Recenti dimostrazioni hanno, inoltre, messo in risalto il fatto che l'unione tra il mondo del broadcasting e quello delle telecomunicazioni mobili possa creare nuovi interessanti servizi che il consumatore vuole.

Generalmente i servizi mobili sono i migliori per applicazioni uno-a-uno, mentre quelli in uso nel broadcasting sono più indicati per applicazioni uno-a-molti: si va affermando la convinzione che il sistema T-DMB possa realmente operare una sinergia tra le due tipologie di servizi per rimuovere quelle che sono le loro limitazioni.