

EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA DI RETE PER IL SERVIZIO DAB-T

S. RIPAMONTI*

SOMMARIO — Viene analizzata la possibile architettura della rete per il servizio audio digitale DAB-T considerando le differenti funzioni che si possono identificare come Fornitore di programmi (Content Provider), Gestore del servizio (Service Provider) e Gestore della rete (Network Operator). Il sistema DAB presenta infatti molteplici opzioni che consentono ampi gradi di libertà nella tipologia del servizio, per il quale si intravede una configurazione e gestione diversa da quella dei tradizionali sistemi analogici. Nell'analisi delle varie funzioni si fa specifico riferimento agli apparati mediante i quali possono essere implementate.

SUMMARY — *Network technology for T-DAB service.* The network architecture of the T-DAB system introduces new functions that are Content Provider, Service Provider and Network Operator. The DAB system offer many options, allowing freedom in the typology of the service which is very flexible in terms of management and configuration possibility with respect to traditional analogue systems. The analysis of the new functions is referred to DAB equipment that implements the new features.

1. Introduzione

L'introduzione del servizio DAB-T su vasta scala si basa su nuovi concetti e nuove tecnologie nella produzione, nella distribuzione e nella diffusione del segnale. Infatti le caratteristiche del sistema consentono, a livello di produzione, di avere più fornitori di servizio, ciascuno dei quali in grado di generare programmi diversi. A livello di distribuzione si possono utilizzare mezzi differenti, quali ponti radio, satellite, rete integrata o fibre ottiche. Per quanto riguarda la diffusione si possono pensare configurazioni più o meno complesse dipendentemente dalla tipologia di rete (a singola frequenza SFN o impianti singoli), dal sistema di distribuzione utilizzato e dal tipo di servizio (nazionale o regionale).

Le molteplici opzioni del sistema offrono enormi gradi di libertà per la realizzazione del servizio, per il quale si intravede una configurazione e gestione assai diversa dallo "status quo" delle trasmissioni analogiche attuali a modulazione di frequenza.

A grandi linee, in un servizio radiofonico con il sistema DAB-T, è possibile individuare la funzione del fornitore del programma [Content Provider], quella del Gestore del servizio [Service Provider] e quella del Gestore della rete di trasmissione [Network Operator].

Sono possibili più Content Provider, situati in posti geografici differenti, che possono effettuare la sola produzione

di un programma radiofonico o anche provvedere alla codifica digitale del segnale audio secondo le specifiche di primo livello del sistema DAB-T (codifica MUSICAM); la funzione del Service Provider può considerarsi veramente la più innovativa del nuovo sistema, in quanto deriva necessariamente dalla compresenza di segnali originati da più fornitori di programmi, che vengono inseriti nel multiplex DAB su un unico blocco [Ensemble]. Ai segnali di programma vengono aggiunte informazioni addizionali per l'interfacciamento al sistema di distribuzione ed i riferimenti di sincronizzazione degli impianti di diffusione. La funzione del gestore della rete di trasmissione [Network Operator] è espressamente riferita alla distribuzione del segnale sulla rete di trasporto ed alla diffusione presso gli impianti trasmettenti.

Le varie funzioni sopra identificate sono concretizzate in apparati specificatamente sviluppati per il sistema DAB-T, con l'impiego di tecnologie innovative che presentano gradi diversi di flessibilità, complessità e costo. Si esaminano, perciò, più dettagliatamente le varie parti della catena trasmissiva DAB e gli apparati disponibili al momento, che consentono le maggiori potenzialità.

2. Architettura della rete DAB

In figura 1 è rappresentata schematicamente l'architettura più generale di una rete DAB, nelle tre funzioni principali di Content Provider, Service Provider, Network Operator, raffigurando il flusso di informazione completo dalla produzione del programma, alla gestione del servizio e alla diffusione.

* Ing. Silvio Ripamonti del Centro Ricerche RAI — Torino. Dattiloscritto pervenuto alla Redazione il 28 Giugno 1996.

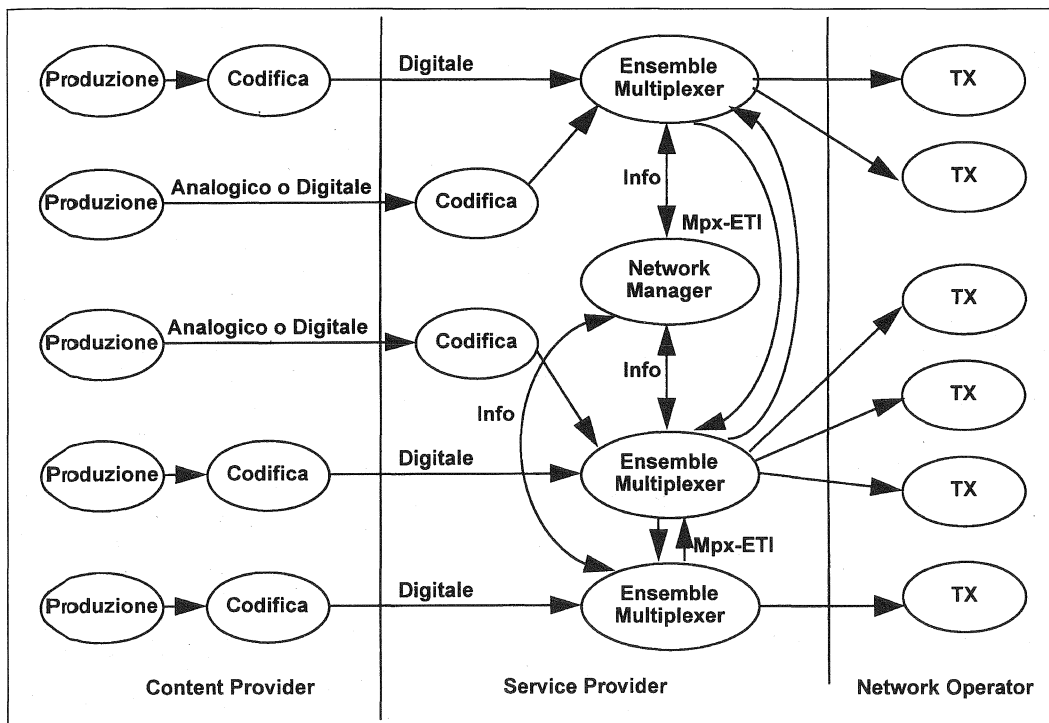


Fig. 1 — Rappresentazione schematica dell'architettura generale di una rete DAB, con la raffigurazione del flusso di informazione completo, dalla produzione del programma, alla gestione del servizio e alla diffusione.

Come si può notare dalla figura 1, la funzione del Content Provider a sua volta può essere ancora separata in due entità che si riferiscono alla produzione vera e propria del programma (in studio o in esterno), e alla preparazione del segnale per il trasporto (con codifica digitale e formattazione dei dati per il trasporto, oppure in formato analogico) verso il punto di moltiplicazione dei vari segnali. Questo punto è definito come «Ensemble Multiplexer» ed attiva le operazioni più importanti del sistema, quali la sincronizzazione di tutte le sorgenti e la generazione del multiplex DAB-T, senza applicare la codifica di canale.

L'esistenza di più Ensemble Multiplexer, derivanti da differenti Content Provider, postula l'esistenza del Service Provider. Questo effettua il coordinamento e la gestione degli scambi di informazione per pervenire alla forma definitiva del multiplex che viene inviata alla rete dei trasmettitori con l'aggiunta delle informazioni per i sincronismi di tempo e di frequenza.

Relativamente agli apparati DAB, si possono ugualmente distinguere tre livelli riguardanti il tipo di operazioni da compiere sul segnale, ossia la *codifica del segnale* in banda base audio; il *confezionamento del multiplex* comprensivo di adattamento alle forme varie di trasmissione; la *modulazione COFDM* e la *diffusione del segnale* in radiofrequenza. Oggi l'offerta tecnologica è ovviamente più varia negli apparati di radiofrequenza che richiedono solo aggiustamenti e perfezionamenti di apparati già in produzione, per adattarsi al segnale numerico, mentre per la parte tecnologicamente nuova, ovvero quella della trasmissione, generazione del multiplex e modulazione COFDM sono in sviluppo, presso alcune industrie europee, apparati conformi alla norma ETSI 300-401, che presentano diversi livelli di flessibilità operativa.

2.1 RETE DAB: CODIFICA E TRASPORTO AL PUNTO DI MOLTIPLAZIONE

La figura 2 rappresenta in maggior dettaglio la parte della rete relativa alla generazione dei programmi e al trasporto del segnale al nodo centrale per la formazione del multiplex.

La funzione di Content Provider può essere configurata in duplice modo:

- 1) produzione del programma direttamente in studio (o in esterna) in forma analogica (primo schema in alto nella figura 2). In questo caso la trasmissione del segnale può avvenire, in forma analogica, attraverso un ponte radio tradizionale (rete di contributo) verso il punto di Ensemble Multiplex, ove poi verrà convertito in forma numerica e codificato (MUSICAM);
- 2) produzione del programma direttamente in studio (o in esterna) in forma digitale o analogica (con successiva codifica numerica), codifica del segnale direttamente eseguita dal Content Provider (secondo e terzo schema nella figura 2) e trasporto in forma numerica attraverso collegamento digitale (ponte radio, satellite, fibra ottica, ecc.).

Nel caso di produzione digitale l'opzione più conveniente (in termini di quantità di informazione da trasportare) è ovviamente quella di trasmettere all'Ensemble Multiplex il segnale audio digitale codificato MUSICAM secondo lo standard DAB.

Per quanto riguarda gli apparati per la codifica è necessario osservare che, presso le industrie specializzate, sono reperibili codificatori MUSICAM prodotti come apparati indipendenti e quindi non «Embedded DAB»; questi possono essere utilizzati in unione a modulatori numerici pun-

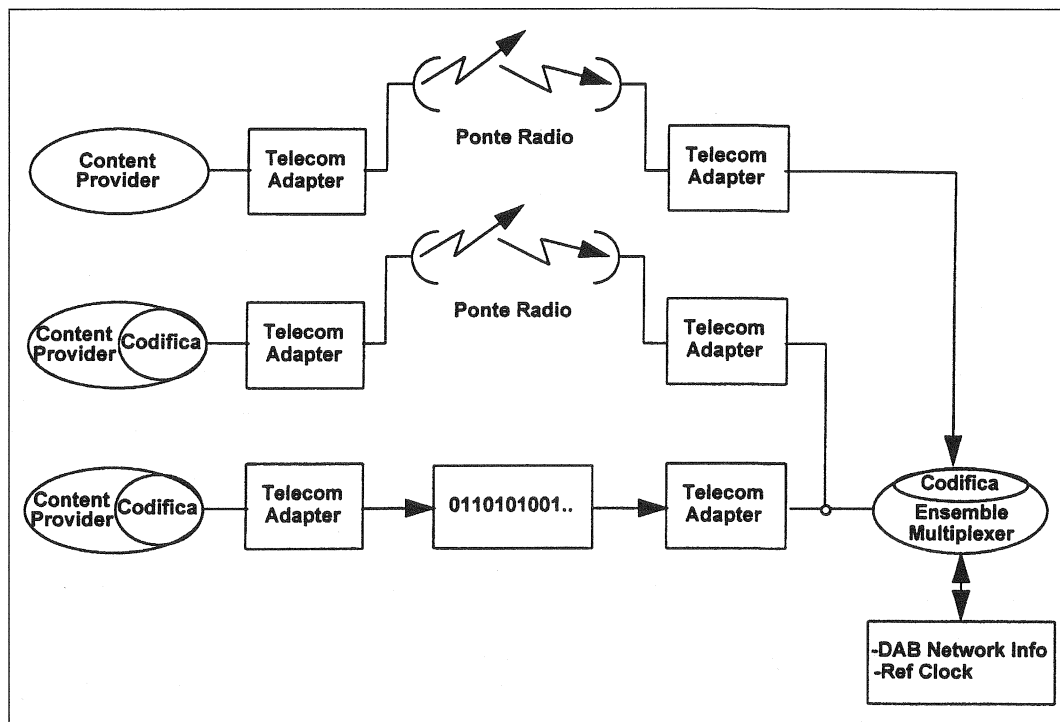


Fig. 2 — Rete DAB: dettaglio della parte relativa alla generazione dei programmi e al trasporto del segnale al nodo centrale per la formazione del multiplex.

to-punto (Telecom Adapter) per il trasporto in numerico del segnale codificato, ma al punto di unione dei diversi Content Provider, dove viene formato il multiplex DAB (a 2,048 Mbit/s) si rende necessario effettuare una conversione di formato per la compatibilità al sistema DAB.

Peraltro alcune industrie europee hanno prodotto o stanno sviluppando sistemi completi, che effettuano la codifica MUSICAM in formato già compatibile per la moltiplicazione.

Per i collegamenti tra il Content Provider ed il punto di Ensemble Multiplex, nel caso di trasporto del segnale a livello analogico si possono utilizzare le stesse infrastruttu-

re delle reti di collegamenti esistenti, mentre per il trasporto in digitale sono necessari opportuni apparati di interfaccia secondo gli standard numerici ITU-T.

2.2 RETE DAB: MULTIPLAZIONE, TRASPORTO E DIFFUSIONE

La figura 3, rappresenta in modo più dettagliato la sezione della rete relativa alla formazione del multiplex (Ensemble Multiplexer) e al trasporto del segnale moltiplicato a 2,048 Mbit/s agli impianti trasmettenti.

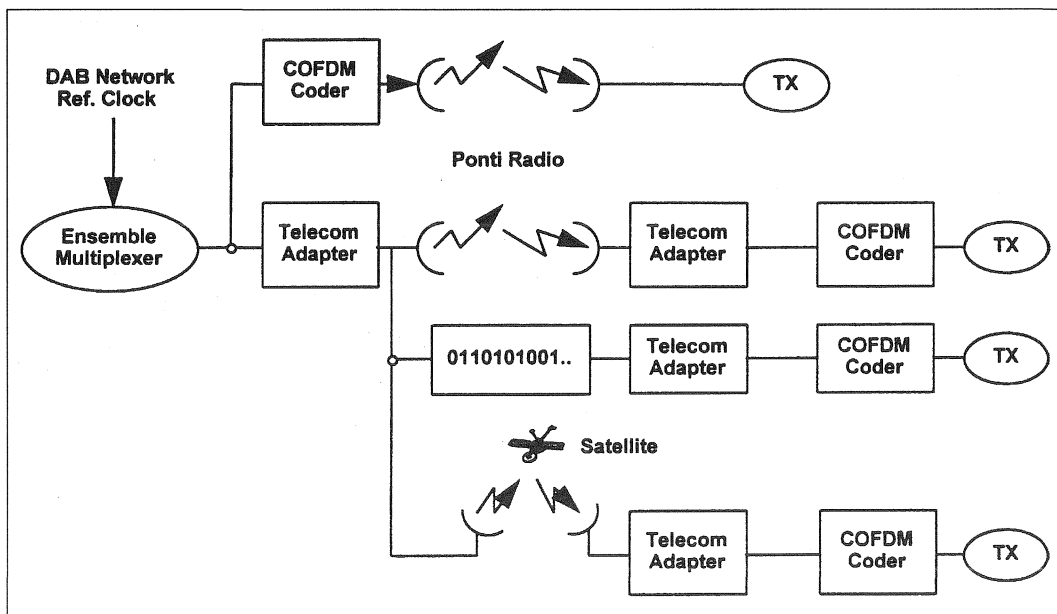


Fig. 3 — Rete DAB: dettaglio della parte relativa alla formazione del multiplex [Ensemble Multiplexer] e al trasporto del segnale moltiplicato a 2,048 Mbit/s agli impianti trasmettenti.

L'Ensemble Multiplexer è uno dei principali componenti del sistema DAB-T: esso riceve in ingresso i segnali provenienti dai vari Content Provider, ai quali vengono aggiunte le informazioni di servizio: FIC (Fast Information Channel), informazioni necessarie per configurare il ricevitore secondo la struttura logica del multiplex trasmesso; Servizi dati del tipo RDS-TMC).

L'insieme dei vari segnali è multiplato nel formato di trama ETI (Ensemble Transport Interface), sviluppato appositamente per il trasporto del multiplex numerico, con l'inserimento inoltre dei segnali di riferimento (tempo e frequenza) per la sincronizzazione dei trasmettitori.

L'ingresso all'"Ensemble Multiplexer" è previsto nel formato WG1/WG2; in alcuni apparati più evoluti è già previsto anche un ingresso in formato ETI, attraverso il quale si possono implementare le caratteristiche più generali del sistema DAB-T, per cui diviene possibile, sotto il controllo e la gestione del Service Provider, effettuare lo scambio di informazioni e programmi (Data Insertion) tra diversi Ensemble Multiplexer (figura 1). A livello operativo, questa opzione permette la riconfigurazione diversificata a livello regionale di un blocco DAB multiplato a livello nazionale, anche solo in fasce orarie prestabilite.

L'uscita è un flusso seriale a 2,048 Mbit/s in formato ETI, che può essere trasportato agli impianti di diffusione secondo due configurazioni:

- *La prima*, impiegata nelle prime reti sperimentali DAB prevede la modulazione COFDM allo stesso punto di formazione del multiplex ed il trasporto del segnale nel così detto modo «pseudo-video» attraverso collegamenti in ponte radio analogico o via satellite.
- *La seconda*, studiata e sviluppata per l'implementazione del servizio su più vasta scala è tecnologicamente più avanzata e si inserisce nel contesto dell'evoluzione generale verso le reti interamente digitali: infatti prevede la distribuzione del flusso dati a 2,048 Mbit/s su ponte radio, satellite, fibre ottiche, in gerarchia SDH e PDH. Le equalizzazioni dei ritardi dovuti alla propagazione viene effettuata automaticamente mediante adattatori di rete. Il flusso numerico a 2,048 Mbit/s è talvolta identificato come ETI-NI (Network Independent), quando il collegamento impiegato è assegnato su base permanente ed i parametri sono prefissati, oppure ETI-NA (Network Adapter) quando viene inserito un riferimento temporale per sincronizzare tutti gli impianti di diffusione (attraverso un riferimento GPS presso l'impianto stesso) onde permettere la massima flessibilità operativa (percorsi diversi e commutazioni sulla rete di trasporto). All'impianto trasmittente il segnale a 2 Mbit/s con i riferimenti ETI-NA alimenta il modulatore COFDM, il quale restituisce il blocco DAB nelle componenti I & Q a livello digitale oppure il segnale modulato COFDM già a livello analogico, in banda base oppure a radiofrequenza (IF o VHF), per consentire la massima generalità di impiego.

Gli elementi finali della catena inclusi nell'icona (TX) (figura 3) sono l'amplificatore finale di potenza ed il filtro a radiofrequenza.

Per quanto riguarda l'amplificatore si deve considerare che, dipendentemente dall'entità di potenza necessaria, possono essere impiegati amplificatori a stato solido o a valvola.

La scelta è determinata dalla valutazione delle problematiche di esercizio quali: manutenzione e sicurezza del personale addetto (alta tensione, fulmini), consumi ed efficienza (funzionamento in classe A per potenze fino a 200 W o classe AB per potenze superiori), dal circuito di riserva, attiva nel caso dello stato solido o tramite doppia catena di amplificazione, nel caso di amplificatore a valvola.

Il filtro a radiofrequenza è previsto per permettere l'irradiazione del blocco DAB senza effetti di interferenza sui blocchi adiacenti. Si tratta di filtri a cavità piuttosto onerosi in termini di ingombro e di costi, in quanto devono avere selettività molto elevata.

3. Conclusioni

Il sistema audio numerico DAB-T nella implementazione tecnologicamente più avanzata, che prevede il trasporto del multiplex a 2,048 Mbit/s agli impianti di diffusione, presenta un alto livello di flessibilità in quanto consente una riconfigurazione dinamica del blocco DAB per un diverso numero di programmi audio e di dati, con bit-rate di codifica diversi e variabili dinamicamente anche nel contesto dell'evoluzione del palinsesto di trasmissione.

A titolo di esempio è possibile utilizzare la capacità del blocco DAB pari a circa 1,5 Mbit/s, per trasmettere:

— otto programmi stereofonici codificati a 192 Kbit/s, oppure

— quattro programmi stereofonici codificati a 192 Kbit/s, tre programmi monofonici codificati a 96 kbit/s, un canale a 64 kbit/s dedicato al parlato (es. news) oltre ad un canale dati per il servizio di comunicati sul traffico (TMC).

Sono possibili altre configurazioni dipendentemente da esigenze particolari: un minor numero di programmi ad alta qualità, oppure un maggior numero di programmi di qualità inferiore.

Nella evoluzione tecnologica sopra considerata, l'architettura della rete risulta diversa da quella impiegata nei servizi sperimentali, nei quali si utilizza la distribuzione del segnale modulato COFDM in modo «pseudo video» su collegamenti analogici a modulazione di frequenza. Più precisamente nel servizio DAB-T su base nazionale o regionale in rete SFN si prevede di codificare e multiplare i programmi, eventualmente provenienti da vari Content Provider, in unico punto, e distribuire successivamente ai trasmettitori il blocco DAB su collegamenti numerici a 2,048 Mbit/s (ponte radio, satellite, fibra ottica). Presso i trasmettitori viene effettuata la modulazione COFDM e la successiva diffusione sul canale H2.

Sulle linee della tecnologia di rete sopra descritta si sta evolvendo la sperimentazione sul sistema DAB-T in Valle d'Aosta, con l'estensione ad un quarto impianto situato al Col de Courtil e successivamente ad alcuni impianti in Piemonte.