La Radio Digitale:

evoluzione, servizi, regolamentazione e prospettive

Paolo **Casagranda**[1], Silvio **Ripamonti**[1], Francesco **Russo**[1], Gianluca **Sigillo**[2]
[1]**Rai -** Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
[2]**Rai Way**

1. La radio digitale: dal DAB al DAB+

La rapida evoluzione dei media degli ultimi anni ha visto nel passaggio al digitale il suo punto chiave. La radio è, per la sua immediatezza e pervasività, un mezzo di comunicazione di massa ancora oggi tra i più diffusi e amati (in Italia più dell'80% della popolazione ascolta la radio nelle sue diverse forme) e raccoglie la sfida e risponde alle mutate esigenze del pubblico puntando alla tecnologia digitale con il DAB.

Il DAB (*Digital Audio Broadcasting* [1] [3] [4]) è una tecnologia per la trasmissione di segnali radiofonici in formato digitale. Nato negli anni 90, ebbe l'obiettivo di migliorare le prestazioni dell'ancora attuale sistema radiofonico analogico. Recentemente il miglioramento della tecnologia, in particolare l'efficienza della nuova codifica audio (HE-AAC v2), ha portato alla definizione dello standard DAB+ che, sebbene condivida con il DAB la base tecnologica (ovvero il layer fisico di trasmissione), risulta esserne un'evoluzione più efficiente. Ad oggi, DAB+ è lo standard per la radio digitale più diffuso in Europa.

Possiamo evidenziare alcuni vantaggi della tecnologia radiofonica digitale DAB+ con i seguenti punti:

- **qualità**: un'adeguata scelta dei valori di compressione del segnale audio permette di raggiungere un'elevata qualità audio consegnata all'utenza, anche in considerazione della riduzione dei rumori di fondo e dell'immunità

La radio in Italia è un mezzo di comunicazione tra i più seguiti, grazie alla sua immediatezza e pervasività. Grazie alla tecnologia DAB+ anche la radio può entrare nel gruppo dei media digitali, con vantaggi su qualità, affidabilità, multimedialità, efficienza e, non ultimo, risparmio su gestione e consumi energetici. La transizione è già stata avviata in Italia, e in molti paesi Europei è ad uno stadio avanzato.

Il presente articolo delinea la situazione attuale in Italia e nel resto del mondo, con cenni su normativa e caratteristiche tecnologiche. Si discute poi l'esempio dello sviluppo del sistema utilizzato da Rai per la gestione degli aspetti multimediali, come immagini e testi informativi.

alle interferenze che il sistema DAB+ permette di ottenere;

- **semplicità**: i ricevitori risultano essere più facili da usare permettendo di scegliere la stazione di interesse attraverso il nome della stessa e non il numero della frequenza;

- **efficienza**: la rete digitale consente la trasmissione isofrequenziale. Tutti i trasmettitori parte della stessa rete possono operare sulla stessa frequenza e questo si traduce nella possibilità, per l'ascoltatore in movimento, di poter seguire il suo canale radiofonico da Napoli a Trento senza dover mai cambiare frequenza. Inoltre, l'utilizzo più efficiente dello spettro elettromagnetico permette di aumentare il numero dei canali radiofonici a parità di banda occupata senza, per questo, intaccarne la qualità;

- **multimedialità**: la tecnologia DAB+ consente alle emittenti radiofoniche di trasmettere anche uno streaming di dati (dati di traffico, informazioni testuali, immagini) che, opportunamente utilizzato, arricchisce il contesto della trasmissione radiofonica.

Nel seguito si propone una panoramica sul sistema DAB, dalla situazione e regolamentazione in Italia, all'espansione a livello mondiale, dai servizi attualmente più utilizzati alle caratteristiche tecniche.

La flessibilità del sistema DAB è tale da permettere, in modo simile a quanto avviene per TCP/IP, la creazione di nuovi e più efficienti protocolli di trasporto e codifica compatibili.

2. La radio digitale in Italia

Il mondo della radio digitale in Italia sta vivendo un periodo di particolare fermento sin dal dicembre 2009, quando l'AgCom ha emanato il regolamento per l'avvio delle trasmissioni in tecnica digitale in Italia. La pubblicazione di regole chiare ha permesso, anche in Italia, di far uscire la radiofonia digitale dal limbo normativo in cui si trovava.

In un mondo sempre più digitale, anche la radio analogica può fare adesso il grande salto. Infatti, con l'entrata in vigore del regolamento, può considerarsi conclusa la fase di sperimentazione delle trasmissioni digitali radiofoniche. La copertura aggregata di tutte le stazioni radio digitali, nazionali e locali, raggiunge il 65% della popolazione (Rai, Club DAB Italia, EuroDAB Italia, CR DAB, RAS in primis).

Rai, dopo una articolata sperimentazione della Radio Digitale negli anni passati, ha una rete di diffusione radiofonica in tecnica DAB+ che raggiunge una copertura di circa il 40% della popolazione, soprattutto nelle aree urbane. La mappa della figura 1 evidenzia le zone raggiunte dal servizio, che comprendono numerose aree urbane tra cui Torino, Milano, Roma, Bologna, Venezia, Napoli e Palermo, parti della Val d'Aosta, della Sardegna e del Friuli. In Trentino Alto Adige, regione in cui è stato lanciato ufficialmente il servizio di radio digitale nel 2012, sono attivi anche impianti gestiti da RAS che permettono la trasmissione di programmi in lingua tedesca.

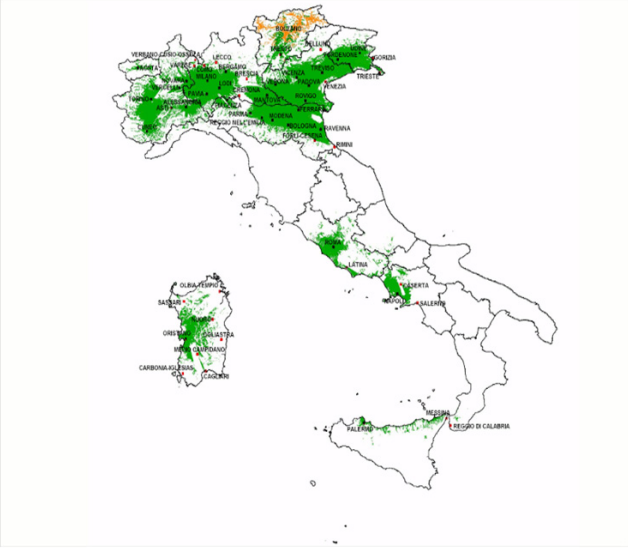

Fig. 1 – Mappa di copertura servizio DAB+ RAI (e RAS in Trentino Alto Adige)

Rai ha già approvato un piano di espansione del servizio, e il primo passo consisterà nel migliorare la copertura nel Nord Italia ed in alcune zone del Centro.

Iniziative importanti sono la nascita dell'associazione ARD [9], che promuove lo sviluppo e la diffusione della Radio Digitale in Italia e ha creato una guida per l'autocertificazione delle radio digitali (si veda la sezione "Nota informativa su ARD"), e la campagna promossa da digitalradio.it [12], che attraverso campagne informative su molti media sta diffondendo la conoscenza della Radio Digitale in Italia.

2.1 Delibera *AgCom 664/09/CONS*

In Italia è importante capire cosa la regolamentazione abbia disposto. Il regolamento vigente è la delibera *AgCom 664/09/CONS* del 26 novembre 2009 che definisce i termini generali della fase di avvio delle trasmissioni radiofoniche in tecnica digitale. Trattandosi di tecnologia digitale, è difficile definire una tecnologia allo stato dell'arte in quanto nuovi progetti e nuovi standard vengono di continuo portati avanti, ma il regolamento AgCom ha fissato gli standard DAB+ e DMB come riferimento per i prossimi anni a venire.

A causa della scarsità della risorsa frequenziale, l'Autorità ha definito la condivisione del singolo blocco di trasmissione da parte di più emittenti come l'unica possibilità per poter permettere a tutti gli editori adeguato spazio in digitale. Nasce così, per gli editori, la necessità di formare dei *consorzi* che saranno i titolari della risorsa frequenziale assegnata dal Ministero. Così il regolamento destina 1 blocco di diffusione alla Concessionaria del Servizio Pubblico RAI, 2 blocchi su tutto il territorio nazionale ai due consorzi di radio private nazionali, e fino ad 11 blocchi per ogni bacino per le radio private locali e comunitarie. Le reti dovranno essere in tecnica SFN (Single Frequency Network) ovvero, a differenza dell'FM, ogni consorzio trasmetterà sulla stessa frequenza per la porzione di territorio che andrà a coprire con il proprio segnale. La copertura del territorio dovrà essere fatta in banda VHF-III, la banda L potrà essere utilizzata per integrare la copertura ove necessario.

Inoltre l'Autorità ha deciso di dare priorità ai fornitori di contenuti in analogico intenzionati a divenire anche fornitori di contenuti in digitale rispetto alla nascita di nuovi fornitori di contenuti esclusivamente in digitale che, invece, avranno la disponibilità di spazio residuale solo dopo aver soddisfatto le richieste degli editori in analogico. Perciò per poter dare spazio anche a nuovi contenuti, l'art. 3, comma 13b, stabilisce che ogni fornitore di contenuti possa diffondere almeno il 50% dei propri programmi in simulcast (trasmissione simultanea in digitale di quanto diffuso su radio FM in analogico). Ciò significa che ogni fornitore di contenuti può utilizzare il restante 50% del tempo di trasmissione per proporre contenuti esclusivi per il mondo digitale.

È doveroso precisare che ad oggi il regolamento non prevede uno switch off dell'FM, poiché le frequenze di diffusione della radio digitale sono in Banda III, pertanto un editore in FM potrà continuare a trasmettere in analogico e non avrà esborsi ulteriori se non quelli necessari alla nuova rete di diffusione.

Da ultimo l'art. 18 demanda l'assegnazione definitiva dei diritti di uso delle frequenza al completamento della fase di avvio dei mercati. Pertanto l'AgCom provvede all'individuazione delle frequenze assegnabili in una fase successiva attraverso ulteriori delibere.

2.2 Delibere successive

Ad oggi l'AgCom ha emanato due ulteriori delibere individuando le frequenze assegnabili per il Trentino e per l'Alto Adige.

La delibera *AgCom 180/12/CONS* del 4 aprile 2012 determina le frequenze disponibili ed assegnabili per il servizio radiofonico in tecnica digitale nella regione Trentino Alto Adige per la sola provincia di

Trento, sancendo la nascita del progetto pilota nella provincia autonoma di Trento.

Analogamente la delibera *AgCom 383/13/CONS* del 20/06/2013 estende alla provincia di Bolzano il progetto pilota nato con la delibera *180/12/CONS* del 4 aprile 2012.

Nell'ottobre 2013 l'AgCom ha pubblicato la delibera *567/13/CONS* che modifica ed integra il regolamento *664/09/CONS* con l'inserimento della procedura di beauty contest per assegnare la frequenza destinata alle radio nazionali oggi ancora libera, mentre tale procedura non è adottabile per le radio locali.

3. La Radio Digitale in Europa e nel mondo

L'EBU (*European Broadcasting Union*), i cui associati sono tutti i brodcaster di servizio pubblico europei e alcuni dei principali broadcaster privati, ha stabilito definitivamente che il DAB+ è lo standard di riferimento per le trasmissioni radiofoniche in tecnica digitale (si confronti la Raccomandazione [7]).

Di seguito alcune informazioni circa la diffusione dello standard DAB+ in alcuni paesi europei (fonte *World DMB Forum* [13]):

- la **Norvegia** è stata la prima nazione a dichiarare di voler spegnere l'FM, fissando come data per lo switch-off il 2017, a patto che la radiofonia digitale raggiunga determinati livelli di copertura e di penetrazione di ascolto;
- in **Germania** le trasmissioni radiofoniche digitali, iniziate il 1° agosto 2011, vengono effettuate in DAB+ con una copertura oggi pari al 90% della popolazione ed in continua espansione;
- la **Danimarca** ha stabilito lo spegnimento dell'FM nel 2019 a patto di aver raggiunto una penetrazione di ascolto pari al 50%;
- in altri paesi del nord Europa quali **Olanda** e **Belgio** le coperture DAB+ in primis e l'alto numero di ricevitori venduti sono tali da consentire la pianificazione di un futuro spegnimento del servizio FM;
- in **Svezia**, nel giugno 2013, il governo ha manifestato l'intenzione di passare al digitale radiofonico e ipotizza uno spegnimento dell'FM per il 2022;
- la **Svizzera** ha iniziato le trasmissioni in DAB nel 1999. A partire dal 2009 il DAB è stato progressivamente sostituito dal DAB+, arrivando a ottobre 2012 a coprire l'intera popolazione. Il 33% della popolazione ascolta la radio tramite un ricevitore digitale. E' previsto uno switchoff della rete analogica, che potrebbe verificarsi prima del 2024. La Svizzera ha finanziato lo sviluppo della rete digitale attraverso i risparmi ottenuti con lo spegnimento della rete Onda Media;
- il **Regno Unito** è stato il primo, nel 1995, a lanciare la radio digitale e ancora oggi utilizza lo standard originario, il DAB. La copertura è di oltre il 90% della popolazione. La penetrazione ha superato il 21% della popolazione ed è in crescita, con un'offerta di programmi caratterizzata da una significativa presenza anche di emittenti only digital. Attualmente sono in corso di valutazione le possibilità per transitare dal vecchio DAB al nuovo DAB+. Inoltre il Governo, lo scorso ottobre, ha stabilito di valutare nel prossimo futuro la possibilità di effettuare lo switch off dell'FM;
- in **Italia** attualmente oltre alla RAI, sono presenti due operatori nazionali (Club DAB Italia ed Eurodab) che coprono rilevanti porzioni del territorio (cfr. www.dab.it e www.digitalradio.it). In Trentino sono presenti due consorzi di radio locali (DBTAA e Digiloc) che complessivamente diffondono il segnale di 22 emittenti locali. La RAS (Radiotelevisione Azienda Speciale) copre l'intero territorio dell'Alto Adige con due multiplex di servizio pubblico che diffondono, oltre ai segnali RAI, anche programmi in lingua tedesca;
- altre nazioni, quali **Francia**, **Austria**, **Repubblica Ceca** e **Irlanda**, hanno servizi DAB attivi, ma ancora in fase sperimentale e non hanno pianificato alcuno switch-off dell'FM.

Focalizzandosi sui contenuti trasmessi, il numero maggiore di programmi in onda si riscontra nei paesi in cui lo sviluppo è più avanzato. In Germania sono presenti più di 100 programmi radio; nel Regno Unito 166 ed in Svizzera 42.

Data l'alta incidenza della fruizione del servizio radiofonico in mobilità, sono da segnalare, in tal senso, i due casi di eccellenza della Svizzera ,con una copertura outdoor pari al 99% del territorio, e della Germania, con il 70% di copertura delle autostrade.

Al di fuori dell'ambito europeo, l'**Australia** è uno dei paesi che ha introdotto il DAB+ con maggiore successo, anche grazie alla facilità nell'ottenere la copertura del segnale per la maggior parte della popolazione, distribuita tra le principali città. I broadcaster australiani collaborano con l'industria automobilistica e con i produttori di smartphones per facilitare l'integrazione di ricevitori digitali.

4. I RICEVITORI DIGITALI DISPONIBILI OGGI

Rispetto ad alcuni anni fa, il numero di modelli di radio digitale è aumentato notevolmente, superando il centinaio. In Italia, in alcune delle migliori catene di supermercati di tecnologia, sono disponibili diversi modelli. Le radio domestiche presentano una ricchezza di modelli notevole, partendo da radio di fascia alta come Pure Sensia (figura 2) o Revo Axis, dotate di schermo touch in alta risoluzione, fino ai modelli più economici come la Pure One Mini, dotata di display LCD testuale, o la Sony XDR-S40. Tra gli altri modelli citiamo anche la Noxon Journaline (figura 3), che può leggere le news testuali ricevute sui canali radio mediante un software text-to-speech.

La radio è particolarmente ascoltata in auto (in Italia le rilevazioni parlano di più del 60% degli ascoltatori), e l'industria automobilistica recentemente ha ben accolto la tecnologia digitale. Audi, BMW, Ford , Jaguar, Land Rover, Opel, Skoda, Toyota, Volkswagen e Volvo prevedono un ricevitore DAB+ sulla maggior parte dei modelli, e anche Fiat Chrysler Automobiles, Peugeot, Kia e altre si stanno dotando di ricevitori radio digitali(basti l'esempio del ricevitore digitale disponibile sulla FIAT 500L). Sono anche reperibili autoradio digitali da installare dopo la vendita, a prezzi abbastanza contenuti (esempi di ricevitori *aftermarket* sono Pioneer, Kenwood e Pure).

Anche alcuni *smartphone* includono ricevitori radio digitali, ma sono ancora pochi e distribuiti soprattutto in Corea del Sud. L'iniziativa della EBU "SmartRadio" (nata come "Euro-chip") è volta proprio a chiedere ai produttori di chipset, all'industria telefonica e agli operatori mobili di prevedere anche ricevitore radio digitale in ricevitori e *smartphone*. Un'altra richiesta chiave è l'utilizzo di una interfaccia universale per accedere al ricevitore, in modo da facilitare lo sviluppo di applicazioni basate sulla radio. Un esempio di tali applicazioni è il Progetto RadioDNS per la radio ibrida [8] [5], che ha specificato il modo per far interagire radio diffusiva e contenuti di arricchimento (immagini, informazioni testuali, guida elettronica ai programmi): una app per la radio ibrida è ora disponibile sullo *smartphone* Samsung Galaxy Express II.

Fig. 2 – Radioricevitore Pure Sensia

Fig. 3 – Radioricevitore Noxon Journaline (immagine © Noxon)

Alcuni produttori hanno poi creato mini ricevitori da utilizzare con gli smartphone per la ricezione della Radio Digitale. Citiamo i più noti: Tivizen con il DMB/DAB+ Dongle per iPhone (figura 4), Lingo con iMini e Nokia con il DAB Digital Radio Headset (auricolari che funzionano anche da ricevitore), di fatto poco diffuso e disponibile solo su pochi modelli.

Fig. 4 – Tivizen DMB/DAB+ Dongle

In Europa, la disponibilità e la vendita di ricevitori sta accelerando. Nel Regno Unito le vendite cumulate hanno superato i 10 milioni di apparecchi, con una crescita pari al 10,6% nel terzo trimestre 2012, mentre in Svizzera sono stati venduti finora oltre 1 milione di dispositivi. Alla crescita del mercato fa riscontro un calo dei prezzi, una dinamica che ridurrà sempre più l'effetto "barriera" al passaggio da analogico a digitale.

5. Multimedialità nella radio digitale: nuovi servizi proposti da Rai

In aggiunta all'elevata qualità audio che la tecnologia digitale permette, la peculiarità più evidente per l'utente e che meglio rappresenta l'adozione del digitale radiofonico DAB+ è la possibilità di poter contestualizzare ed arricchire un programma con immagini (SLS) e testo (DLS). La trasmissione di dati in aggiunta all'audio permette di creare un servizio più completo nell'ottica di un rinnovamento della radio, anche in considerazione del fatto che altre tecnologie (internet, DVB) permettono già un'esperienza radiofonica che non sia solo audio.

A tal proposito, l'offerta che Rai propone sul canale radiofonico digitale si compone di dieci canali (Radio1, Radio2, Radio3, Filodiffusione4, Filodiffusione5, GrParlamento, Isoradio, Webradio6, Webradio7 e Webradio8) ed è già accompagnata da contenuti multimediali che offrono nuovi scenari prima d'ora impraticabili con la tecnologia analogica.

Il lavoro di sperimentazione sullo standard DAB+ condotto dal *Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica Rai*, oggi è alla base di quello che è diventato un vero servizio ricevibile nelle zone già coperte dal segnale. Lo sforzo principale ha riguardato l'implementazione di un sistema automatico per il corretto trattamento e la trasmissione dei contenuti multimediali (gestore MIND). Le immagini e le informazioni testuali che è possibile ricevere con i dispositivi abilitati variano per tipologia e sono sempre riferiti al programma in onda. Gli scenari applicativi ed i casi d'uso immaginabili sono diversi.

5.1 Slide Show (SLS)

Attualmente, l'utente che si sintonizza sull'offerta DAB+ di Radio Rai, può ricevere uno slide show (abbreviato con **SLS**) con immagini contestuali al programma e che possono essere raggruppate nelle categorie di seguito descritte:

- **Immagini statiche**

Comprende le immagini che generalmente rimangono fisse per ogni programma, come il logo del canale, il logo del programma, la foto del conduttore. Selezionate opportunamente dalla redazione, se non modificate rimangono sempre valide e vengono trasmesse ogni qualvolta il programma va in onda, in completa sintonia con la programmazione in palinsesto.
La redazione di ciascun programma può personalizzare questo set di immagini inserendo foto e grafici. Questa operazione può essere fatta in anticipo, preparando il set di immagini prima dell'inizio della trasmissione, o in diretta, impattando immediatamente sul flusso di immagini in trasmissione.

- **Codice QR**

I Codici QR[Nota 1] sono immagini dinamiche che vengono prodotte con sistemi automatici e visualizzano il codice QR della trasmissione in onda. Leggendo l'immagine con una delle tante applicazioni per la lettura dei Codici QR (per smartphone ne esistono diverse), l'utente viene indirizzato alla homepage della trasmissione che sta ascoltando, dove può trovare approfondimenti e contenuti aggiuntivi.

- **Info Brano SLS**

Sono immagini create in modo automatico e dinamico con informazioni sul brano in onda e su quello che seguirà, ottenute utilizzando informazioni sul palinsesto in tempo reale. Sono particolarmente adatte per accompagnare canali di sola musica come Filodiffusione4 e Filodiffusione5.

Anche le Webradio (Webradio6, Webradio7 e Webradio8), prima presenti solo sul web ed inserite nell'ensemble della Radio Digitale a Giugno 2014, possono essere arricchite con slide di questo tipo. Contemporaneamente alla messa in onda di un nuovo brano, il sistema provvede a creare un'immagine con i nuovi dati e a inviarla ai sistemi di trasmissione.

- **Webcam in Studio**

Alcuni studi radiofonici sono stati attrezzati con delle Webcam che, catturando immagini ad intervalli periodici, rendono disponibili tali immagini per il servizio di slide show. L'effetto ottenuto è quello di poter conoscere il volto del conduttore o vedere la foto dell'ospite in studio in tempo reale. Alcune trasmissioni su Radio3 utilizzano già queste immagini per arricchire il proprio programma.

- **Sms ascoltatori**

Sono le immagini create con sistemi automatici e che raffigurano il contenuto degli sms inviati dagli ascoltatori. L'idea di utilizzare questo tipo di immagini si basa su un semplice concetto: molti utenti dei servizi radiotelevisivi vogliono condividere messaggi e informazioni con gli altri ascoltatori in modo semplice e immediato. Abilitando la trasmissione di contenuti inviati dagli utenti, le stazioni radiofoniche vanno incontro alle tendenze del pubblico riuscendo a raggiungere nuovi ascoltatori o fidelizzare i vecchi. Questo tipo di servizio è al momento disponibile solo su Isoradio. Prima della loro trasmissione, i contenuti ricevuti vengono validati dalla redazione.

- **Photoblog**

Sono contribuzioni che è possibile aggiungere allo slide show semplicemente scattando una foto con il proprio smartphone e inviandola ad un apposito indirizzo di redazione. Le immagini possono provenire sia da giornalisti, che quindi avrebbero un mezzo efficace ed immediato per contribuire alla trasmissione in onda, sia dagli utenti, che potrebbero diventare loro stessi protagonisti della trasmissione. Anche in questo caso, semplicità e immediatezza sono le caratteristiche del servizio. Allo stato attuale, questo tipo di immagini sono state utilizzate solo a scopo sperimentale e non è ancora nato un vero e proprio servizio per gli ascoltatori.

Nota 1 - QR Code è un marchio registrato di Denso Wave Incorporated

5.2 Dynamic Label Segment (DLS)

In aggiunta all'SLS, la tecnologia digitale DAB+ permette la trasmissione di messaggi di testo brevi (DLS), fino a 128 caratteri. Soprattutto sulle radio digitali che non dispongono di schermi sufficientemente grandi per la ricezione di immagini, il servizio DLS rappresenta un notevole valore aggiunto.

I servizi DLS che Radio Rai trasmette si compongono di un carosello di più messaggi testuali costantemente aggiornati che si alternano ad intervalli regolari (generalmente ogni 15 secondi).

I contenuti testuali utilizzati riguardano le seguenti categorie:

- **News**
  Raggruppa informazioni estratte da varie fonti e che trattano diversi argomenti: politica, sport, cultura, cronaca, ultima ora. Per dare un vero valore aggiunto, le informazioni sono aggiornate costantemente. Questa categoria di informazioni è utilizzata da Radio1, Radio2, Radio3 e Gr Parlamento. Per ogni canale le fonti di informazione utilizzate sono diverse.

- **Info programma**
  Sono utilizzate per contestualizzare il programma con informazioni di palinsesto: titolo del programma in onda e di quello che seguirà. Su tutti i canali dotati di palinsesto è possibile utilizzare questo tipo di DLS.

- **Traffico**
  Raccoglie le principali informazioni sul traffico concentrandole in brevi messaggi di testo. Questa tipo di DLS caratterizza il canale Isoradio.

- **Info Brano DLS**
  Comprende le informazioni sul brano che sta andando in onda e su quello che seguirà, in modo simile a quanto già visto per le immagini (info brano SLS). Le informazioni sono aggiornate in tempo reale. Questi contenuti testuali sono utilizzati su Filodiffusione4 e Filodiffusione5.

5.3 Dynamic label Plus (DL Plus)

Recentemente, sui canali Filodiffusione4 e Filodiffusione5 le informazioni testuali vengono trasmesse utilizzando un'estensione del DLS, il DL Plus. A differenza del DLS, questa variante permette di specificare la semantica del testo trasmesso, indicando quale parte del testo è il titolo del brano, quale l'autore, quale il numero telefonico della trasmissione ecc. Un ricevitore abilitato può quindi trattare queste informazioni in modo opportuno, evidenziando anche graficamente la semantica del testo e permettendo operazioni di Tag.

È bene notare come DL Plus sia compatibile e trasparente per i dispositivi abilitati solo DLS, che quindi semplicemente ignorano l'informazione semantica aggiuntiva.

Altre applicazioni previste dallo standard (BWS – *Broadcast Web Site*, Intellitext, Journaline e altre, si vedano gli standard ETSI [1] e correlati) non sono attualmente in uso.

6. Servizi per l'infomobilità: lo standard TPEG

La Radio Digitale si presta anche al trasporto di informazioni sul traffico. Il TPEG [10][11] è lo standard seguito dal progetto TISA a questo scopo. Rispetto al protocollo TMC, utilizzato su FM RDS, TPEG permette di trasportare una quantità maggiore di dati. Sono stati sviluppati diversi protocolli che utilizzano TPEG come trasporto, come RTM (il primo standard, ormai obsoleto), TEC (il *Traffic Event Compact*, che dovrebbe prendere il posto di RTM), PKI (*Parking Information*), TFP (*Traffic Flow and Prediction*). TPEG ha grandi potenzialità, ma i servizi broadcast che lo trasmettono sono ancora pochi, e i ricevitori non sono ancora disponibili sul mercato Europeo. Gli standard TPEG sono pubblicati da ISO e disponibili a pagamento (al contrario di tutti gli standard relativi al DAB), mentre le versioni di sviluppo sono disponibili solo ai soci TISA. Gli standard più recenti (come TEC e TFP) non sono al momento ancora pubblici.

7. MIND: Gestore dei servizi della Radio Digitale

Al fine di integrare con arricchimenti multimediali i contenuti audio dell'offerta radiofonica sulla piattaforma di Radio Digitale DAB+, il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica Rai, in collaborazione con Radio Rai e Rai Way, ha sviluppato la piattaforma **MIND** (***M****ultimedia* ***IN D****igital radio*). Tale piattaforma è, in pratica, un sistema di Content Management che permette di associare e sincronizzare immagini (**SLS**) e informazioni testuali (**DLS**) a ciascuno dei canali radiofonici distribuiti nella rete DAB+ a livello nazionale. È con questo strumento che la redazione riesce a dialogare con i sistemi di trasmissione, potendo così selezionare l'offerta multimediale da associare ai vari programmi.

Il sistema MIND, ormai operativo dal 2011, permette agli editori di ciascun canale di gestire, tramite un browser Web, i contenuti multimediali associati alla propria offerta. Tra le principali funzioni citiamo ad esempio:

- inserire immagini e testo contestuali al programma radiofonico in onda, secondo diverse modalità: automatica tramite correlazione con il palinsesto, dinamicamente;
- inserire immagini live da webcam in studio abilitate;
- inserire nello slideshow immagini inviate da smartphone (MMS o email) da utenti o giornalisti;
- trasmettere QR code dinamici per facilitare l'accesso a siti web o specifiche App;
- inserire feed di news da sorgenti esterne (informazioni sul traffico, lanci di agenzia).

8. DAB/DAB+: gli aspetti tecnici

Come già detto in precedenza, il DAB (Digital Audio Broadcasting - 1995) individua un sistema di radiodiffusione basato su sistemi di codifica audio digitale, tecniche numeriche di modulazione, codifica di canale e diversity, al fine di migliorare sia la qualità fornita all'utente sia le condizioni di ricezione specialmente in movimento. Recentemente, è stata standardizzata nel 2007 (aggiornata nel 2010) una declinazione del DAB che prende il nome di DAB+, avente come caratteristica principale una maggiore efficienza della codifica audio.

Il DAB è un sistema complesso che definisce aspetti diversi quali la codifica di sorgente, la modulazione, la codifica di canale, il multiplexing e la sincronizzazione.

Lo sviluppo di algoritmi di compressione della sorgente audio (codifica di sorgente) particolarmente efficienti ha reso fattibile la trasmissione di un programma stereofonico digitale di alta qualità su un canale radio di banda inferiore a quella richiesta per i sistemi analogici convenzionali (rif. Modulazione di Frequenza, circa 300 kHz) con modulazioni numeriche a modesta efficienza spettrale, e quindi elevata robustezza.

Inoltre la combinazione di schema di modulazione/codifica di canale/diversity adottato è stato vincente nei confronti dell'ambiente propagativo estremamente avverso in cui si trova ad operare il ricevitore.

8.1 Modi di funzionamento

Il sistema prevede quattro diversi modi di trasmissione legati all'applicazione e alla gamma di frequenze utilizzata. Questi modi si contraddistinguono per una diversa durata dei simboli in trasmissione, per il numero e la spaziatura delle portanti sul canale.

- il **modo I** è adeguato per la realizzazione di reti SFN nelle bande I, II e III (VHF); Frequenza massima di esercizio fino a 340 MHz e distanza massima tra i trasmettitori di 100 km;

- il **modo II** è più adatto a trasmissioni di carattere locale in cui in genere è coinvolto un singolo trasmettitore, ed è previsto per l'utilizzo di frequenze fino a fino a 1380 MHz (bande I, II, III, IV e V);

- il **modo III** è previsto per l'impiego in reti terrestri, via satellite e in cavo con frequenze massima di esercizio fino a 2,7 GHz;

- il **modo IV** è adeguato per la realizzazione di reti SFN fino a 1,7 GHz (banda L) e distanza massima tra i trasmettitori di 50 km.

8.2 Single Frequency Network (SFN) e Multi Frequency Network (MFN)

L'allestimento di una rete a singola frequenza (SFN, *Single Frequency Network*), che è un obiettivo raggiunto dal sistema DAB, ottimizza l'uso delle risorse di frequenza per la trasmissione; pertanto lo SFN è uno strumento di pianificazione importante. Com'è noto, i punti critici di una rete isofrequenziale sono le frange geografiche di copertura dei singoli trasmettitori, dove il campo del trasmettitore principale e quello del trasmettitore limitrofo sono di livello confrontabile e, quindi, possono combinarsi in modo distruttivo dando luogo a dei nulli di ricezione. Il problema è analogo alla ricezione in presenza di echi, ma è aggravato dagli elevati ritardi. Con l'introduzione dell'intervallo di guardia [1] [3], il sistema DAB non soffre di questa situazione, anzi gode della *diversity spaziale* che si viene a creare per la presenza di più raggi, portando ad un guadagno in termini di disponibilità percentuale di ricezione rispetto ad una rete multi frequenza MFM (*Multi Frequency Network*); tale guadagno è chiamato *guadagno di rete*.

Come regola, l'intervallo di guardia τ_g per "ammortizzare" la presenza di più trasmettitori in SFN deve soddisfare alla seguente relazione:

$$\tau_g \leq {}^{d}/_{c}$$

dove ***d*** rappresenta la distanza tra due trasmettitori e ***c*** è la velocità della luce.

8.3 La generazione del segnale DAB

Lo schema a blocchi di figura 5 riguarda la parte di trasmissione del segnale DAB e descrive le operazioni a cui sono soggette le diverse fonti di informazione prima di arrivare al segnale DAB da trasmettere. Sono previsti diversi ingressi per i programmi audio, per servizi dati di uso generale e per informazioni ausiliarie sulla struttura dei servizi in onda.

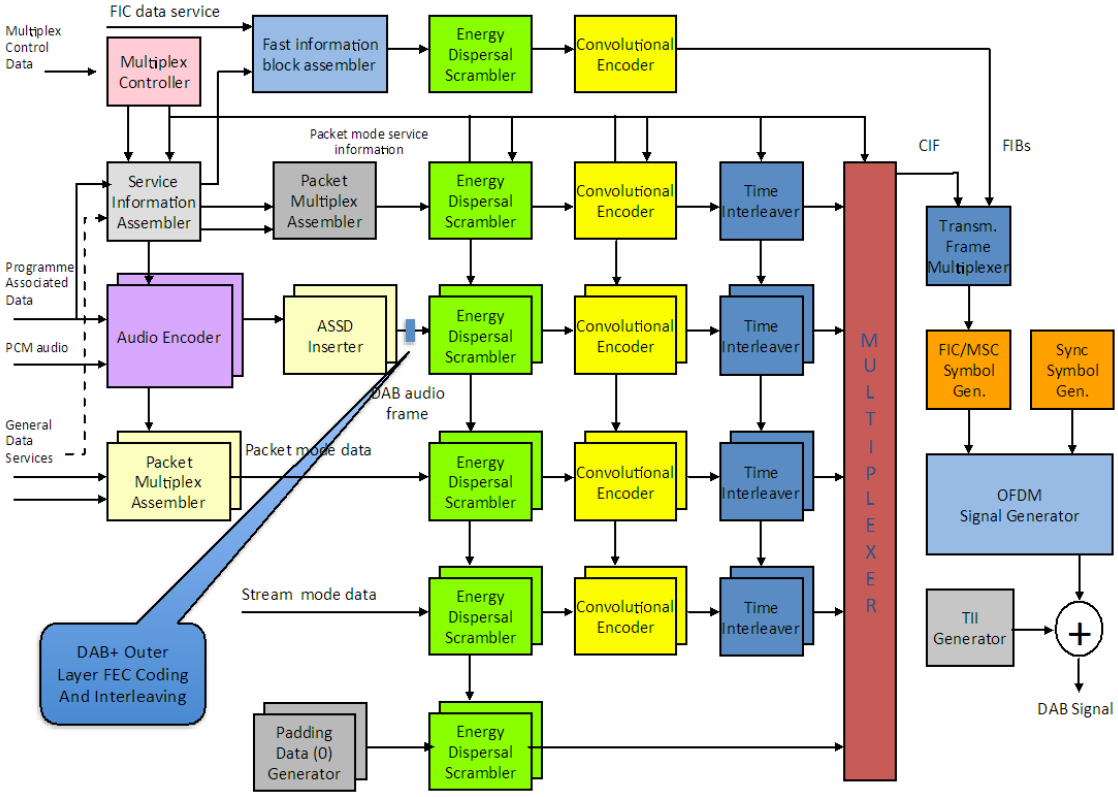

Fig. 5 – Schema concettuale di emissione

Il segnale DAB in uscita dal sistema di emissione può essere visto come somma di tre contributi essenziali, facenti capo a diversi meccanismi di trasporto:

1. un canale principale per il trasporto di tutti i servizi audio e dati di uso generale (*Main Service Channel*, MSC);

2. un canale veloce per convogliare al ricevitore informazioni in modo tale da consertirne un rapido accesso (*Fast Information Channel*, FIC);

3. un canale di sincronizzazione (blocco *sync channel generator*), per consentire al demodulatore funzioni come il recupero del sincronismo, il controllo automatico di frequenza e la stima dei parametri del canale.

Questi diversi meccanismi di trasporto confluiscono nella trama di trasmissione del sistema DAB attraverso diversi livelli di multiplexing.

Per quanto riguarda l'audio, il sistema consente di scegliere a seconda delle esigenze, il numero di programmi e per ognuno di essi il formato di presentazione (stereo, mono, etc.), la qualità (bit-rate) e il grado di protezione, ossia di robustezza del segnale.

Il sistema può inoltre trasportare diversi tipi di dati: di uso generale, associati al programma sonoro, per agevolare la selezione programmi su altre reti, per fornire al ricevitore informazioni sui servizi presenti nel multiplex, etc.

8.4 Il Multiplex

Un blocco DAB occupa una banda di 1,5 MHz e può essere utilizzato per il trasporto di programmi stereofonici di qualità variabile, con la possibilità tuttavia di riconfigurare il multiplex a seconda delle esigenze, suddividendo la capacità disponibile tra programmi audio e servizi dati.

Nel sistema DAB (figura 6) si possono distinguere tre diversi tipi o livelli di multiplex corrispondenti rispettivamente alla trama audio (DAB audio frame), alla trama del segnale DAB trasmesso (DAB signal) e ad una trama intermedia comune ai tre diversi modi di trasmissione (Common Interleaved Frame, CIF).

8.4.1 Multiplex audio DAB/DAB+/DMB

Ogni segnale audio in ingresso, se analogico, viene campionato e sottoposto al processo di codifica di sorgente. Esistono tre possibili forme di codifica per

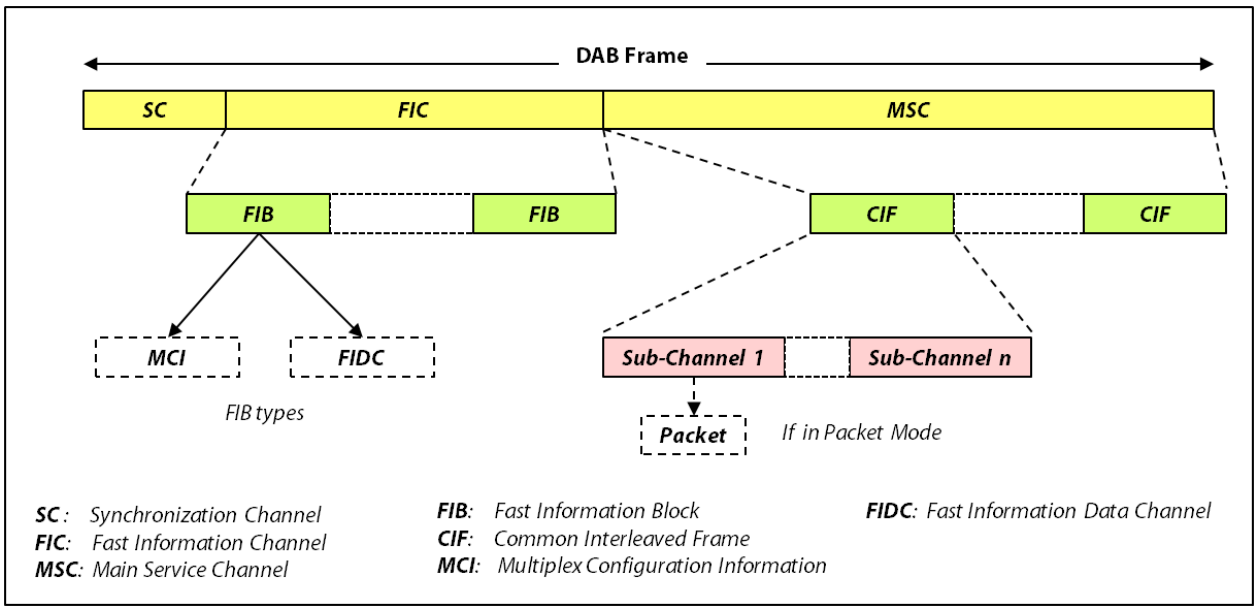

Fig. 6 – Il Multiplex DAB

l'audio in compatibilità con lo standard DAB, DAB+ e DMB; è permesso l'uso di codifica audio mono, stereo, MPEG Surround 5.1.

Standard DAB

Risponde allo specifiche MPEG1 Layer II (ovvero ISO 11172-3 Layer II).

Per ogni programma audio viene creata una trama nella cui struttura è previsto anche il trasporto (2 kbit/s o più) di "dati associati al programma audio" (*Programme Associated Data*, PAD), cioè di dati riguardanti applicazioni che devono essere sincronizzate con il programma audio, ad esempio: testi alfa-numerici inerenti al brano musicale in onda (DLS, SLS), controllo della dinamica del segnale per adattarla all'ascolto in ambienti rumorosi, flag indicatori del tipo di segnale (musica/parlato) che può subire un trattamento differenziato nel decodificatore, etc.

Alla trama audio così costituita vengono in seguito aggiunti i campi necessari per gestire il controllo di accesso e un certo numero di bit di ridondanza che dipende dallo schema di codifica adottato. Nel caso particolare dell' audio, il processo di codifica convoluzionale viene applicato utilizzando, all' interno di ogni singola trama di 24 ms, un rapporto di codifica variabile secondo uno dei possibili profili di protezione predefiniti, al fine di proteggere in modo diverso i bit della trama che hanno diversa importanza. I servizi diversi dall'audio vengono in genere protetti con un codice a rapporto fisso.

Standard DAB+

Il DAB+ utilizza una codifica dell'audio MPEG-4 profilo High Efficiency AAC v2 (HE-AAC v2). Questo codec audio è fino a tre volte più efficiente del MPEG1 Audio Layer II del DAB.

A differenza del DAB servizi audio sono protetti con un codice (FEC) a rapporto fisso.

E' stato standardizzato ETSI TS 102 563 con ultima revisione nel maggio 2010.

L'algoritmo di codifica audio può essere HE-AAC v2, oppure MPEG-4 BSAC (*Bit Sliced Arithmetic Coding*), che a parità di qualità percepita risulta più efficiente del ISO 11172-3 Layer II (DAB). Solo il primo standard è richiesto dalla raccomandazione europea della EBU [R126]. Il video è codificato con MPEG-4 AVC (*Advanced Video Coding*).

Questi due elementi confluiscono in un Transport Stream, come specificato in *ISO/IEC 13818-1 MPEG-2 TS*, che a sua volta è sottoposto a Forward Error Correction ed interleaving. Il Transport Stream è trattato a livello di multiplexing come una componente "data streaming".

Standard DMB

DMB è uno standard internazionale ideato in Corea e standardizzato dal WorldDMB [2].

8.4.2 Multiplex principale

Con riferimento alla figura 5, le diverse sorgenti di programma (audio o servizi dati) dopo essere state sottoposte a scrambling, codifica convoluzionale e interleaving nel tempo, confluiscono nel multiplex principale (*Main Service Channel*, MSC) dove, ogni 24 ms, i dati vengono raccolti in sequenza in una trama comune (*Common Interleaved Frame*, CIF).

A questo livello del multiplex i dati sincronizzati di tutti i servizi vengono messi insieme e la trama in uscita è detta "comune" in quanto è indipendente dal modo di trasmissione utilizzato per il segnale trasmesso. In altre parole, l'intervallo temporale di 24 ms adottato, è una base fissa per la costruzione della trama finale che ha invece caratteristiche diverse (come temporizzazione, numero e durata dei simboli sul canale) e variabili a seconda del modo di trasmissione usato. La durata di 24 ms è la stessa della trama audio in modo tale che ogni trama CIF contenga le trame audio dei diversi programmi, una per ogni sorgente. Questo comporta che i diversi programmi audio, di solito originati in studi geograficamente separati, vengano poi multiplexati in modo sincrono nel punto in cui avviene la generazione del segnale DAB. Si rende quindi necessario

un meccanismo di buffer per compensare i clock di diverse sorgenti.

La sequenza di bit in uscita dal multiplex principale (MSC) corrisponde ad un flusso lordo di circa 2,3 Mbit/s, equivalente ad un flusso di dati utile variabile tra 0,8 e 1,7 Mbit/s, in funzione del rapporto di codifica scelto per ognuna delle applicazioni inserite nel multiplex.

All'interno di questa trama, i servizi dati possono essere trasportati o con una struttura a pacchetti (*packet mode data*) oppure come blocchi non formattati (*stream mode data*) gestiti in modo asincrono aventi un bit-rate multiplo di 8 kbit/s. Nel caso di trasmissione a pacchetti è possibile trasportare all'interno di un canale logico, contraddistinto da un certo indirizzo di pacchetto, diversi flussi provenienti da altrettanti fornitori di servizi.

8.4.3 Multiplex di trasmissione

Una volta composto il multiplex principale (*Main Service Channel*, MSC) contenente i dati relativi ai diversi servizi, occorre assegnare dinamicamente i simboli della trama alle diverse portanti (interleaving nel dominio della frequenza), aggiungere i simboli per la sincronizzazione del ricevitore e generare infine il segnale modulato COFDM.

All'ingresso del multiplex di trasmissione (*transmission frame multiplexer* in figura 5) si può osservare che oltre al canale principale dei servizi (MSC) prima descritto viene applicato un ulteriore canale per informazioni veloci (*Fast Information Channel*, FIC) che trasporta una serie di dati privilegiati. Esso viene denominato *veloce* in quanto i dati che esso trasporta non sono soggetti ad interleaving nel tempo: in questo modo in ricezione essi sono immediatamente disponibili per la decodifica e inoltre sono interpretabili anche da ricevitori semplificati. I dati privilegiati prima citati contengono, ad esempio, le informazioni relative alla configurazione di tutto il multiplex (*Multiplex Configuration Information*) e le informazioni sui servizi disponibili e la loro allocazione (*Service Information*) all'interno dei canali logici interni al multiplex. Questi dati sono essenziali per il funzionamento di ogni ricevitore in quanto quest'ultimo deve crearsi i puntatori corretti per estrarre dalla trama il programma o i servizi dati richiesti dall'utente. Per questo motivo le informazioni trasportate nel FIC sono protette da un codice convoluzionale con efficienza 1/3 e inoltre vengono ripetute di frequente in modo che il ricevitore possa avere immediato accesso ai servizi. Nel caso di una riconfigurazione del multiplex occorre trasmettere le relative informazioni in anticipo in modo tale che il ricevitore si predisponga alla commutazione senza pregiudicare la continuità dei servizi esistenti.

Inoltre è stato previsto che il canale FIC possa trasportare alcuni particolari servizi dati che, pur non richiedendo un'elevata capacità trasmissiva, devono essere decodificati anche da ricevitori semplici in modo diretto, senza dover accedere a tutto il multiplex di trasmissione. Un esempio è dato dai servizi analoghi a quelli supportati attualmente nel sistema RDS (*Radio Data System*), come il paging (cercapersone) o il canale per messaggi sul traffico (*Traffic Message Channel*, TMC).

9. L'Associazione ARD

ARD[9] è l'*Associazione per la Radiofonia Digitale in Italia*, costituita in data 11 marzo 2008, i cui soci fondatori sono **Aeranti-Corallo**, associazione maggiormente rappresentativa del settore radiofonico locale a carattere commerciale e comunitario con oltre 600 associati, **Rai Way**, la società del Gruppo RAI che gestisce la trasmissione e diffusione del segnale radiotelevisivo per la concessionaria del servizio pubblico, e **RNA** *Radio Nazionali Associate*, che rappresenta la maggioranza degli editori radiofonici nazionali privati.

ARD ha lo scopo primario di promuovere lo sviluppo e l'affermazione della radiofonia digitale, valorizzando il mezzo radiofonico e garantendone l'evoluzione tecnologica, nel rispetto del pluralismo, del servizio ai cittadini, della normativa vigente e senza discriminazioni nei confronti degli operatori del settore. Lo Statuto dell'Associazione delinea due ambiti principali di azione: il primo ha la finalità di

agevolare la regolamentazione, il secondo vuole favorire lo sviluppo e la conoscenza della tecnica radiofonica digitale.

In particolare, l'Associazione, in costante confronto con le istituzioni preposte e le altre autorità competenti in ambito nazionale ed internazionale, intende:

- formulare proposte regolamentari per la transizione al regime ordinario per le trasmissioni digitali radiofoniche, anche multimediali;
- individuare regole comuni di trasmissione del segnale per gli operatori di rete;
- formulare proposte per gli standard tecnici minimi degli apparati di ricezione.

Mentre sul piano della conoscenza e dello sviluppo l'Associazione si adopera per:

- rendere disponibili agli operatori del settore metodologie di testing di apparati e applicazioni;
- promuovere tra gli associati la conoscenza dello stato di evoluzione tecnologica del settore;
- promuovere iniziative di comunicazione e di confronto che coinvolgano tutti gli operatori del settore (broadcasters, operatori di rete, fornitori di contenuti e di servizi, costruttori di apparati, ecc.), nonché i consumatori e gli ascoltatori.

ARD ha creato un documento (ARD-Book) che specifica alcuni requisiti ispirati alla Raccomandazione EBU R126 [6] per armonizzare i profili dei ricevitori digitali. I produttori che si conformeranno, attraverso una autocertificazione, ai requisiti richiesti da ARD per ognuna delle suddette tre classi, saranno legittimati, in base ad uno specifico accordo contrattuale con ARD, a contraddistinguere i propri ricevitori con i seguenti "bollini":

- *Bollino bianco ARD*, per la Classe A – Servizi Audio;
- *Bollino blu ARD*, per la Classe B – Servizi Radio Visuale;
- *Bollino verde ARD*, per la Classe C – Servizi Radio Interattiva.

I produttori, inoltre, permetteranno a ARD di eseguire direttamente e/o tramite terzi, test sui ricevitori contraddistinti dai suddetti bollini in modo tale da accertare che i ricevitori stessi rispettino i requisiti richiesti da ARD.

10. Conclusioni

L'articolo ha delineato molti aspetti del sistema DAB: lo sviluppo e la regolamentazione in Italia, l'adozione in Europa e nel mondo, le possibili date di spegnimento dei segnali analogici, i servizi offerti agli ascoltatori e le caratteristiche tecniche di questa tecnologia. Il sistema DAB per la Radio Digitale sta conoscendo in questi anni una veloce espansione in Europa, grazie a una flessibilità che gli ha permesso di rimanere attuale dalla sua creazione nel 1995, e grazie a vantaggi concreti sia agli ascoltatori sia per i broadcaster. Anche l'Italia, tra le prime nazioni a sperimentare questa tecnologia, ha ripreso i piani di sviluppo e il segnale raggiunge ad oggi il 65% della popolazione. Rai ha deciso di investire in questa tecnologia e, nei prossimi anni, la Radio Digitale raggiungerà la maggior parte della popolazione in Italia, così come sta avvenendo in molte nazioni Europee. L'evoluzione dei media verso il digitale abbraccerà così anche la radio, uno dei più diffusi e seguiti mezzi di comunicazione.

Bibliografia

[1] ETSI EN 300 401 V 1.4.1 (2006-01), *Radio broadcasting systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers*

[2] ETSI TS 102 428 V 1.2.1 (2009-04), *Digital Audio Broadcasting (DAB); DMB video service; User application specification*

[3] P. Casagranda, A. Gallo, S. Ripamonti, *Il Sistema DAB/DAB+/DMB per la Radio Digitale*, in "Elettronica e Telecomunicazioni", Anno LVIII, Numero 2, Agosto 2009, pp 62-65

[4] G. Alberico, P. Casagranda, F. Russo, *Servizi Multimediali per la Radio Digitale*, in "Elettronica e Telecomunicazioni", Anno LIX, Numero 1, Aprile 2010, pp 12-21

[5] P. Casagranda, *La Radio Ibrida. L'evoluzione della radio diffusiva secondo il Progetto RadioDNS*, in "Elettronica e Telecomunicazioni", Anno LX, Numero 3, Dicembre 2011, pp 29-34

[6] EBU Recommendation R126-2009, *Digital Radio Broadcasting: Common European Digital Radio Profiles*, Gennaio 2009

[7] EBU Recommendation R138-2013, *Digital Radio Distribution in Europe*, Febbraio 2013

[8] Sito "RadioDNS Project", *http://radiodns.org/*, ultimo accesso 18 Giugno 2014

[9] Sito "Associazione per la Radiofonia Digitale in Italia", *http://www.arditalia.it/*, ultimo accesso 18 Giugno 2014

[10] ISO/TS 24530-{1-4}:2006, *Traffic and Travel Information (TTI) – TTI via Transport Protocol Experts Group (TPEG) Extensible Markup Language (XML) – Part {1-4}*

[11] ISO/TS 18234-{1-11}:2013, *Intelligent transport systems – Traffic and travel information via transport protocol experts group, generation 1 (TPEG1) binary data format – Part {1-11}*

[12] Sito "DIGITALRADIO", *http://www.digitalradio.it/*, ultimo accesso 18 Giugno 2014

[13] Sito "World DMB Forum", *http://www.worlddab.org/*, ultimo accesso 18 Giugno 2014