

La diffusione di Servizi Audio MPEG Surround su Radio Digitale

Paolo **Casagrande**,
Leonardo **Scopece**,

Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

1. INTRODUZIONE

Lo standard DAB+/DMB si sta affermando in tutta Europa consentendo trasmissioni radiofoniche più efficienti e affidabili accanto a nuovi servizi basati su testo, immagini e dati. Uno dei punti chiave nell'evoluzione della diffusione radiofonica è il suono multicanale: dopo anni di radio FM stereo, gli utenti potranno ascoltare programmi Surround 5.1 di qualità digitale.

Il presente articolo si propone di fornire una breve introduzione alla tecnologia audio multicanale, con particolare riferimento alla sua attuazione su Radio Digitale DAB+. Conclude l'articolo una descrizione dei test di compatibilità con i ricevitori attualmente disponibili e una valutazione degli impatti sull'MPEG Surround sulla normativa per i ricevitori radio digitali europei.

Sommario

L'articolo affronta la tematica dell'audio multicanale sulla radio digitale. Viene brevemente descritta la tecnologia audio multicanale, con particolare riferimento alla sua attuazione su Radio Digitale DAB+. Sono inoltre riportati i risultati dei test di compatibilità con i ricevitori attualmente disponibili, nonché considerazioni sulla attuale normativa europea.

2. AUDIO MULTICANALE

Per un periodo abbastanza lungo il mondo dell'audio professionale non ha avuto sviluppi considerevoli, al contrario del video.

L'immagine è sempre stata percepita come più ricca di informazioni ed emozioni, mentre il suono è stato da molti considerato subordinato prescindendo dalla sua qualità.

Ma i prodotti radiofonici, con i loro effetti, le loro "ambientazioni", con i toni particolari dei dialoghi riescono a dare molte e forti emozioni, sicuramente più efficaci dell'immagine in parecchie circostanze. E' facile ricordare, ad esempio, le commedie radiofoniche, che ricche di effetti di ambiente, sulle voci degli attori, di simulazioni di immagini sonore non necessariamente presenti nel momento della registrazione e/o messa in onda, fanno sì che lo spettatore "viva" in prima persona la realtà che ascolta per radio.

Finora tutto ciò è stato possibile producendo un segnale audio stereofonico. Dopo tanti anni, però, le tecniche e le tecnologie audio hanno avuto una spinta in avanti. Dalle tecniche di ripresa multicrofonica (che ancora oggi si utilizza soprattutto in ambiente televisivo), alle tecniche stereo con microfoni stereo, si è arrivati alle tecniche multicanale che utilizzano sistemi microfonic multipli per ottenere più segnali audio.

E' ormai una realtà la possibilità di creare un suono multicanale o, come si usa genericamente nominare, un suono surround, questo per far sì che l'ascoltatore si senta sempre più immerso e partecipe nel mondo che sente: dall'ascolto di un concerto, ad uno sceneggiato radiofonico.

Nuove tecniche si affacciano sullo scenario tecnologico che permettono queste realizzazioni, e tra queste ricordiamo quella basata sul sistema 3DVMS con origine dalla teoria Ambisonic. Il sistema è stato brevettato dalla Rai Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica e l'A.I.D.A., spin-off dell'Università di Parma [1,2].

Acronimi e sigle

3D-VMS	3D - Virtual Microphone System
AAC+	Advanced Audio Coding (MPEG)
AC3	algoritmo di compressione (Dolby Digital)
AIDA	Advanced Industrial Design in Acoustic
AES	Audio Engineering Society
ARD	Associazione Radio Digitale
BIFS	Binary Format for Scenes (MPEG-4)
DAB	Digital Audio Broadcasting
DMB	Digital Multimedia Broadcasting
DTS	Digital Theater System
EBU	European Broadcasting Union
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FM	Frequency Modulation
MPEG	Moving Picture Experts Group (ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11)
SAC	Spatial Audio Coding (MPEG ISO/IEC 23003-1)
UDP	User Data Protocol
X-PAD	eXtended Program Associated Data

Il sistema 3D-VMS utilizza una sonda sferica di circa 8,5 cm di diametro, sulla cui superficie si trovano 32 capsule; questa è collegata con un cavo ethernet che può essere lungo fino a 140 m, ad un'interfaccia audio e ad un sistema di analisi e sintesi digitale frutto del brevetto. Dai 32 segnali "grezzi" ottenuti in ripresa, si possono sintetizzare fino a 7 microfoni virtuali per la ripresa in real time e multipli di 7 in post-produzione, che possono essere disposti sulla scena in tutto lo spazio (360° sul piano e 180° in altezza) con una direttività che può andare dall'omnidirezionale al direttivo più spinto detto di ordine 6. Un insieme di 7 segnali così ottenuti può poi essere "mappato" in surround o in qualunque altro modo attraverso un mixer o tramite l'interfaccia progettata per il sistema.

Si può quindi ottenere un segnale surround, che codificato opportunamente, può essere trasmesso sia su piattaforma internet sia via etere, ad esempio su piattaforma DAB+/DMB. Si noti che la maggior parte degli utenti ascoltano la radio in movimento, servendosi di un'autoradio o un dispositivo portatile. E la ricezione in movimento è il punto di forza delle reti DAB+/DMB pienamente implementate. Per questo motivo il trasporto di segnali Surround su DAB+/DMB dovrà essere accompagnato da altri accorgimenti tecnologici, come la decodifica binaurale [3] per l'ascolto con cuffie o il posizionamento ottimale di diffusori e la riduzione del rumore nell'auto.

Il Centro Ricerche Rai ha integrato un sistema per la trasmissione e ricezione di segnali MPEG Surround, su tutta l'area di Torino, a scopo sperimentale. In Italia non sono ancora presenti trasmissioni radio DAB+ Surround commerciali.

3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA MPEG SURROUND

Il sistema proposto permette di trasmettere servizi MPEG Surround 5.1 sulla Radio Digitale [4,5,6]. Il sistema è stato integrato per la messa in onda di MPEG Surround sull'area di Torino.

Come la radio in modulazione di frequenza (FM) aveva abilitato la trasmissione di segnali stereo analogici, così la Radio Digitale su DAB permette di raggiungere l'utente con segnali digitali Surround di elevata qualità, grazie alla tecnologia MPEG Surround [3,7] e allo standard di trasmissione DAB [9].

Lo standard MPEG-D [3] o SAC, consente la trasmissione di un segnale Surround 5.1 multicanale aggiungendo una frazione della banda necessaria per una trasmissione tradizionale (overhead limitato): tipicamente è sufficiente aggiungere il 10% del bit-rate totale di un canale stereo.

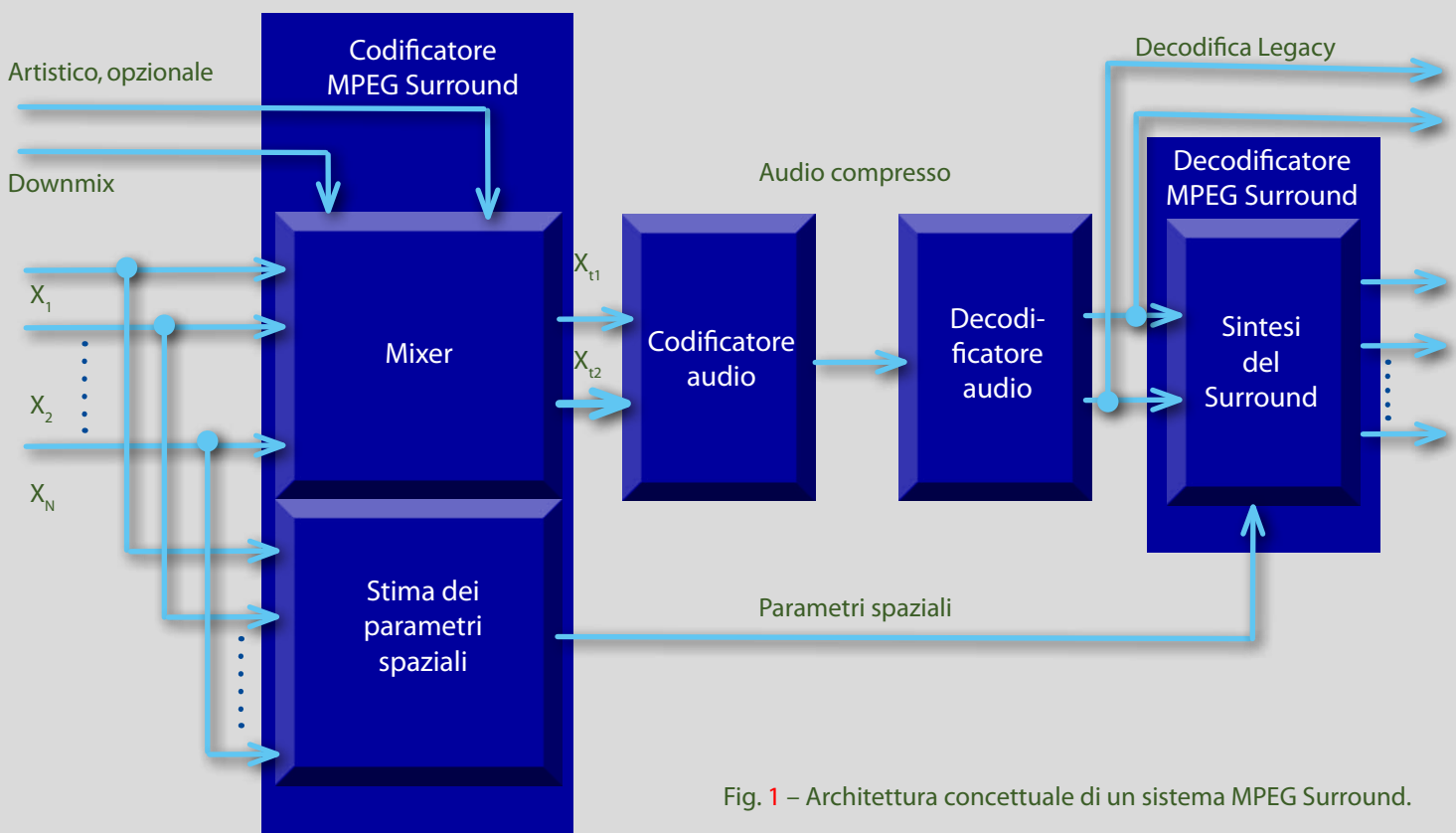


Fig. 1 – Architettura concettuale di un sistema MPEG Surround.

MPEG-D prevede infatti la codifica di N canali audio utilizzando M canali, in cui $M < N$; questa tecnica viene anche detta "matriciale" in quanto le tracce audio vengono combinate tra di loro per avere in uscita un numero inferiore di canali.

Nel caso in esame, i 6 canali in ingresso vengono codificati utilizzando 2 canali audio e 1 canale aggiuntivo con i parametri di codifica spaziale. In questo modo è possibile trasmettere il canale stereo insieme ad un canale aggiuntivo di dati MPEG Surround. Si noti che la codifica è di tipo *lossy* (con perdita), che si serve di tecniche psico-acustiche per ridurre il bit-rate.

Un'altra caratteristica importante di MPEG Surround è che **in linea di principio è possibile utilizzare qualunque tipo di encoder per la compressione dei canali audio principali** (come si vede in figura 1, il calcolo dei parametri spaziali avviene prima della compressione dei canali audio trasmessi).

Si noti che MPEG Surround è quindi un sistema so-

stanzialmente diverso, tra gli altri, dal Dolby Digital 5.1, codificato con la tecnica AC3, che si limita a codificare i canali in modo indipendente.

Il vantaggio consiste nella compatibilità con i ricevitori che non implementano MPEG Surround: questi ultimi decodificheranno un normale segnale stereo, ignorando i dati aggiuntivi MPEG Surround.

Il consorzio WorldDMB ha quindi standardizzato l'incapsulamento di MPEG Surround su DAB, DAB+ e DMB [9]. La normativa prevede di trasformare i 6 canali in ingresso in 3 canali: due di questi andranno a formare un servizio stereo, il terzo, a basso bit-rate, conterrà i dati relativi alla stima dei parametri spaziali.

Una piattaforma reale che preveda la trasmissione di segnali DAB Surround può essere schematizzata come in figura 2.

Si vede il "DAB Surround Encoder" con le 6 sorgenti in ingresso. L'uscita dell'encoder (generalmente

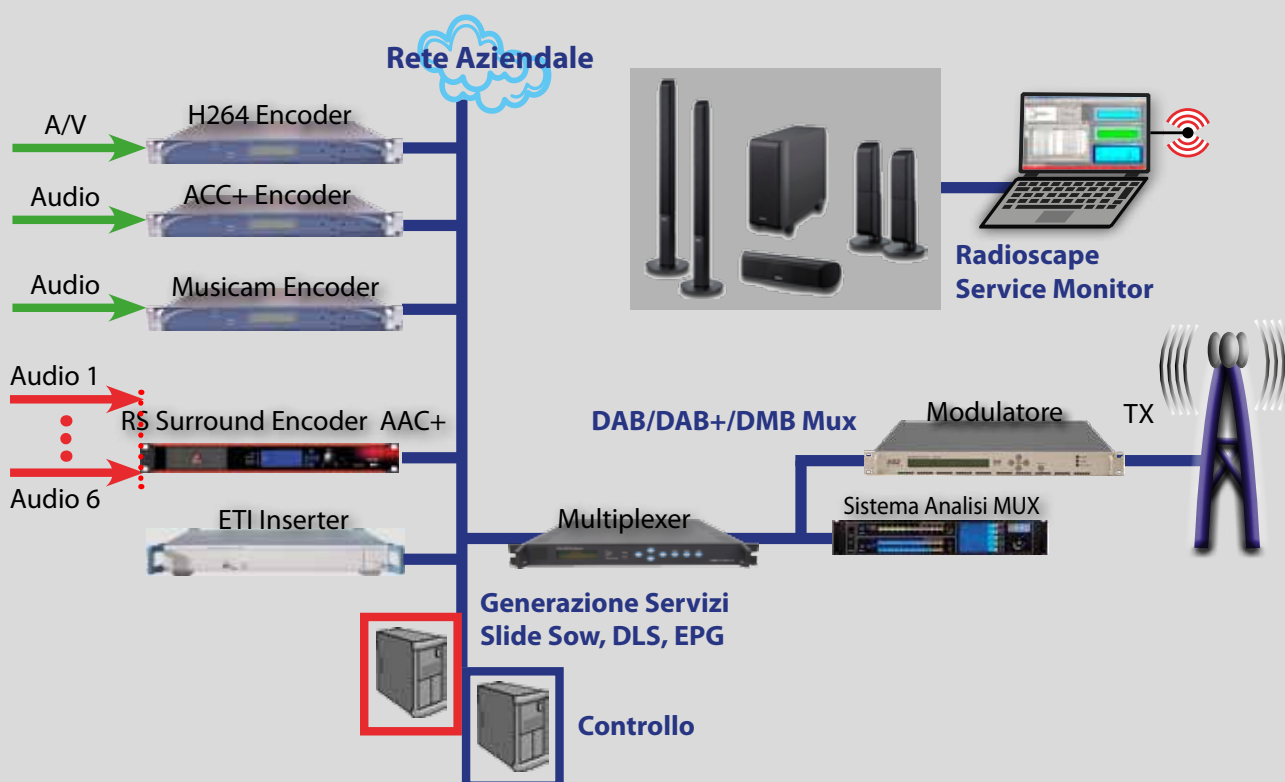


Fig. 2 – Piattaforma per la trasmissione del segnale DAB Surround.



Fig. 3 – Encoder Surround RadioScape.

su IP) raggiunge un Multiplexer, che provvede ad inserirla nell'ensemble DAB/DAB+/DMB. I canali audio in ingresso (6 in tutto) vengono analizzati dall'Encoder DAB Surround, che effettua un down mix producendo in uscita due canali con compressione AAC+, con un bit-rate specificato e un canale dati a basso bit-rate con i parametri di codifica audio spaziale. L'encoder stabilisce anche quali sono i due canali principali: questi verranno riprodotti da qualunque ricevitore DAB+, indipendentemente dalla sua compatibilità con MPEG Surround. Gli altri 4 canali verranno inseriti parametricamente in un canale di dati che solo i ricevitori compatibili MPEG Surround decodificheranno (canale X-PAD). Tutti gli stream vengono quindi inseriti nell'insieme dei servizi della radio digitale (*ensemble*). L'ensemble viene quindi trasportato su ponte radio alla stazione di trasmissione, sul colle dell'Eremo, dove avviene modulazione e trasmissione sull'area di Torino.

4. LA SOLUZIONE UTILIZZATA PER I TEST SU DAB+

L'encoder utilizzato per i test descritti in questo articolo è il RadioScape Surround Encoder. L'encoder permette di codificare segnali live, in tempo reale (figura 3).

L'encoder permette di codificare un segnale audio su 6 canali (6 ingressi analogici bilanciati oppure digitali AES/EBU). Si è scelto questo dispositivo per la possibilità di integrazione con il sistema di test pre-esistente in uso al Centro Ricerche Rai.

Quando sono stati eseguiti i test non esistevano, a conoscenza di chi scrive, ricevitori consumer DAB Surround. Una possibilità per la ricezione dei segnali DAB Surround è quella di utilizzare il ricevitore DAB Scout dell'IRT (*Institut für Rundfunktechnik*) in associazione con un opportuno software di codifica

DAB Surround. Un'alternativa, scelta per i test in questione, era l'utilizzo di un'unità di ricezione e test DAB RadioScape, come il RadioScape Service Monitor.

5. SETUP E TEST EFFETTUATI

I test eseguiti hanno raggiunto due obiettivi:

- ✓ La validazione del sistema end-to-end, con codifica, trasmissione, ricezione e decodifica di un segnale audio Surround 5.1
- ✓ La verifica della compatibilità del sistema con i ricevitori pre-esistenti, che non implementano questa parte di standard. I ricevitori dovranno essere in grado di riprodurre un audio stereo.

È stato utilizzato un lettore DVD Blu-Ray Sony BDP-S550 con sei uscite analogiche, collegato al RadioScape Surround Encoder mediante gli ingressi analogici bilanciati di quest'ultimo. L'Encoder Surround è stato configurato per produrre uno stream di 128 kbps, con due canali AAC+ stereo, e un canale di dati per la ricostruzione matriciale del segnale multicanale. L'audio così codificato è stato incapsulato in pacchetti UDP (protocollo di trasporto su internet, unidirezionale) e inviato al Multiplexer DAB/DAB+/DMB, e da qui al ponte radio per la trasmissione sull'area di Torino. Al Centro Ricerche è stato poi equipaggiato il Radioscape Service Monitor con l'opzione Surround. Una scheda audio compatibile e un sistema di casse Home Theater hanno completato la postazione di ricezione. Il ricevitore è stato in grado di riprodurre correttamente i segnali trasmessi (figura 4).

Per la verifica dell'interoperabilità con ricevitori pre-esistenti, era necessario verificare che anche un ricevitore DAB+ non abilitato MPEG Surround fosse

comunque in grado di riprodurre correttamente un audio stereo utilizzando i due canali principali. A questo scopo ci si è valse di ricevitori handheld iRiver B20 e B30, di radio Pure Sensia e Pure Evoke-2S. I ricevitori, una volta sintonizzati sul canale DAB+ MPEG Surround hanno decodificato correttamente la parte stereo del segnale multicanale 5.1.

6. NORMATIVA

Per valutare il possibile impatto del DAB Surround sul futuro mercato dei ricevitori DAB occorre verificare la compatibilità di questo standard con i Profili per il ricevitore Radio Digitale Europeo stilati dal WorldDMB in collaborazione con EBU e Digital Europe^{Nota 1}[10].

Ogni profilo definisce un insieme minimo di requisiti e caratteristiche che servizi e ricevitori devono soddisfare. Lo scopo dei profili è di rendere il mercato europeo di ricevitori e servizi di radio digitale ampio ma conservando l'interoperabilità fissato un profilo.

Sono stati definiti 3 diversi profili, che si elencano in ordine di complessità crescente:

- **Standard Radio** (Profilo 1): ricevitore audio di base, con display alfanumerico
- **Rich Media Radio** (Profilo 2): ricevitore con display a colori almeno 320x240, può visualizzare immagini e supporta BIFS, utilizzato per la descrizione di elementi interattivi nell'immagine
- **Multimedia Radio** (Profilo 3): ricevitore in grado di riprodurre correttamente anche il video

I profili sono stati creati dal WorldDMB e recepiti dalla EBU attraverso la Raccomandazione R 126 del 2009.

In Italia, oltre la piena approvazione dei profili europei, l'Associazione per la Radio Digitale (ARD) con Rai Way in prima fila, ha creato una raccomandazione aggiuntiva (ARD-Book) che promuove la creazione di 3 bollini di certificazione per i ricevitori radio digitali, in sostanza suddividendo in modo più fine i profili 1 e 2 della Raccomandazione EBU.

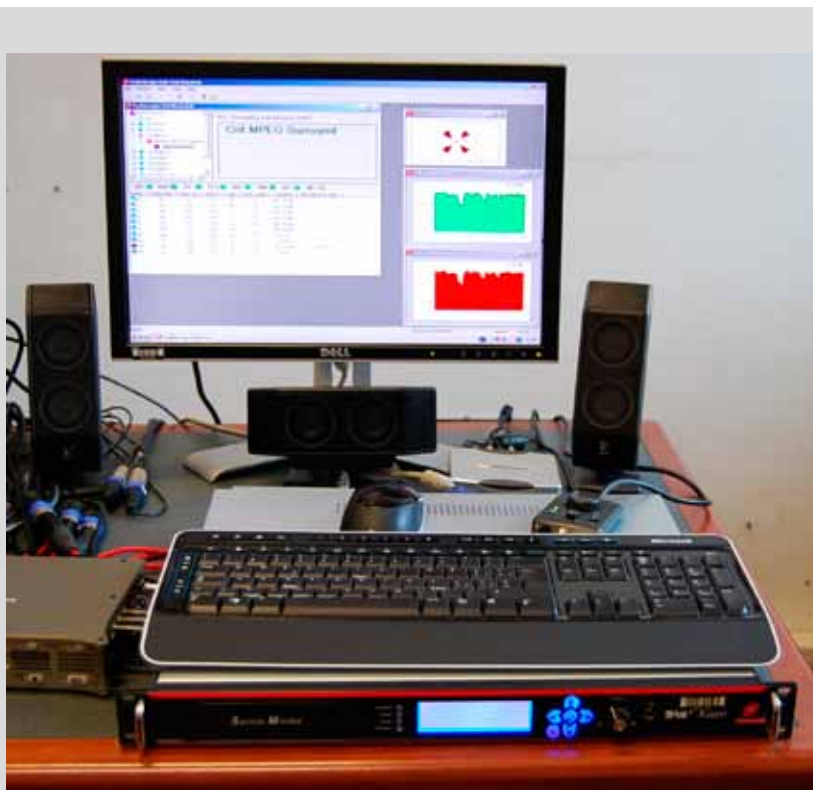


Fig. 4 – Stazione ricevente.

Come si è visto, il DAB Surround è uno standard fin dal 2005 [7], e si basa sullo standard [3]. Il DAB Surround è compatibile con i profili di ricevitore del WorldDMB, come servizio opzionale, perché tale è l'audio multicanale nella normativa ETSI, si veda ad esempio [9]. I ricevitori che non implementano la specifica DAB Surround decodificheranno in modo trasparente un canale DAB/DAB+/DMB stereo. Si tenga anche presente che tecniche di decodifica binaurale (*binaural decoding*) permettono di ottenere anche con l'uso di cuffie, quindi in ricezione mobile, un nuovo livello di realismo sonoro.

Nota 1 - Digital Europe: dal 2009 la nuova denominazione della European Information, Communications and Consumer Electronics Industry Technology Association (EICTA).

7. CONCLUSIONI

Lo standard MPEG Surround rappresenta una tecnologia matura e in linea con le raccomandazioni europee per i ricevitori di Radio Digitale.

I test tecnici condotti dal Centro Ricerche su un sistema MPEG Surround su DAB+ integrato per l'occasione ne hanno verificato il funzionamento. Il sistema ha riprodotto correttamente un segnale MPEG Surround trasmesso dal Centro su tutta l'area di Torino.

Inoltre è stata confermata la compatibilità del segnale DAB MPEG Surround con dispositivi preesistenti, caratteristica essenziale per una graduale introduzione in reti commerciali già esistenti.

MPEG Surround è un passo ulteriore verso un servizio che metterà l'utente nelle condizioni di gradire e vivere con più intensità e più emozione ciò che viene ripreso e trasmesso. Quando il mercato offrirà ricevitori consumer in grado di ricevere i segnali surround da piattaforma DAB/DAB+ e DMB l'utente potrà vivere con la radio momenti sonori di ottimo realismo.

BIBLIOGRAFIA

1. L. Scopece, A. Farina, A. Capra, "3D - Virtual Microphone System - Sonda Microfonica ad Elevata Direttività", *Elettronica e Telecomunicazioni*, in questo numero.
2. A. Capra, L. Chiesi, A. Farina, L. Scopece, "A Spherical Microphone Array for Synthesizing Virtual Directive Microphones in Live Broadcasting and in Post Production", 40th AES International Conference: Spatial Audio: Sense the Sound of Space (Tokyo, Japan, 8-10 October 2010).
3. ISO/IEC 23003, "Information technology - MPEG audio technologies - Part 1: MPEG Surround", ISO/IEC, 2007.
4. Sito World DMB, ultimo accesso 1 Dicembre 2009, www.worlddab.org
5. P. Casagrande, A. Gallo, S. Ripamonti: "Il Sistema DAB/DAB+/DMB per la Radio Digitale", *Elettronica e Telecomunicazioni*, Agosto 2009.
6. G. Alberico, P. Casagrande, F. Russo: "Servizi Multimediali per la Radio Digitale", *Elettronica e Telecomunicazioni*, Aprile 2010.
7. J. Breebaart, J. Herre et al. "MPEG Spatial Audio Coding / MPEG Surround: Overview and Current Status", *Audio Engineering Society Convention*, 2005.
8. H. Fuchs, O. Korte and J. Hilper: "Digital Broadcasting with MPEG Surround", *EBU Technical Review*, 2009.
9. ETSI TS 102 563, "DAB: Transport of Advanced Audio Coding (AAC) audio", ETSI, 2005.
10. WorldDMB Forum, "Digital Radio Receiver Profiles", 2008.