DOLBY DIGITAL PLUS

UN SISTEMA PER L'AUDIO DEL FUTURO

DI GIANFRANCO CALLARELLO

Sul numero 2 dell'anno 2004 di questa rivista è stato pubblicato un articolo, da me scritto, sul Dolby® Digital Plus, un sistema audio innovativo messo a punto dai Dolby Laboratories. L'articolo traeva spunto da una notizia riportata da una rivista italiana di home entertainment, per formulare alcune ipotesi sugli aspetti tecnici che avrebbero caratterizzato questo sistema.

Nell'aprile del 2004 i Dolby Laboratories annunciano ufficialmente, al National Association of Broadcasters Show, la messa a punto del Dolby® Digital Plus e la sede scelta preannuncia già il campo d'applicazione di questo nuovo sistema. A settembre dello stesso anno questa tecnologia audio viene selezionata dal Dvd Forum, insieme all' MLP Lossless™, come formato obbligatorio per l'HD Dvd. Un mese dopo i Dolby Laboratories offrono la prima dimostrazione pubblica del Dolby® Digital Plus, alla 117^ Convention dell'Audio Engineering Society. Dall'inizio del 2005 fino ad oggi questo sistema ha ottenuto consensi sia dall'International Digital Tv Consortium, che lo ha inserito, come opzione, nelle specifiche per il Dvb, sia dalla Blu Ray Association, che lo ha scelto, insieme all'MLP Lossless™, come standard audio per la futura generazione di dischi Blu Ray. Il definitivo riconoscimento del Dolby® Digital Plus avviene nel luglio di quest'anno, quando un'importante istituzione internazionale quale l'Advanced Television System Committee lo incorpora nel suo standard, pubblicando la revisione al famoso documento A/52 sullo standard di compressione audio digitale.

Credo sia doveroso, oggi, dare il giusto risalto a questo nuovo sistema audio, trattandolo in maniera più approfondita, alla luce di quanto riportato dal nuovo documento dell'A.T.S.C. e dalla letteratura tecnica che hanno pubblicato i Dolby Laboratories.

Il Dolby® Digital Plus si basa su una matrice di codifica denominata E-AC 3® (Enhanced AC 3), derivata dall'implementazione della matrice AC 3®, utilizzata per il Dolby Digital®. L'upgrading effettuato su questa matrice garantisce, secondo i Dolby Laboratories, una codifica molto più efficiente ed una quantizzazione superiore, che preserverebbero in maniera migliore il segnale originale, con una resa audio finale molto performante.

Non è stata trascurata, secondo una tradizione ormai radicata dell'Azienda di San Francisco, una resa sonora superiore anche in downmixing, evitando di rendere obsoleto tutto il parco decodificatori oggi esistente sul mercato.

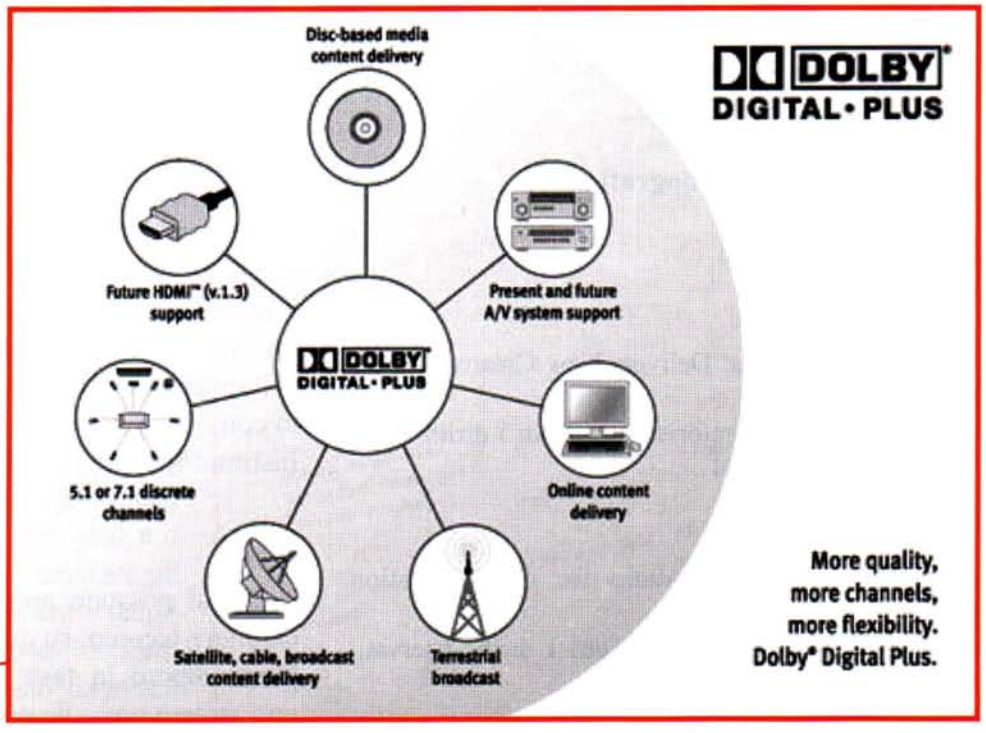
Per descrivere le caratteristiche tecniche del Dolby® Digital Plus si renderà necessario raffrontare spesso i metodi di codifica delle due matrici, E-AC 3® ed AC 3®, in relazione allo stretto legame esistente tra loro.

L'encoder AC 3® analizza il segnale originale, quando presenta un contenuto stazionario, sulla base di una tecnologia denominata MDCT (Modified Discrete Cosine Transform), suddividendo lo spettro in blocchi di 512 campioni ciascuno, convertendoli poi in 256 coefficienti nel dominio della frequenza[1], secondo un metodo particolare che riconosce la metà del contenuto di un singolo blocco presente anche nei due blocchi adiacenti. Questa tecnica viene adottata per contenere i costi dei chip incaricati di svolgere queste operazioni, mantenendo, allo stesso tempo, un'efficienza di compressione adeguata.

Lo sviluppo nella ricerca sul silicio, componente essenziale nella costruzione dei chip, ha permesso la realizzazione di microprocessori più complessi e dalle capacità di calcolo notevolmente più veloci e precise nei risultati. Grazie a tutto ciò, la matrice di codifica E-AC 3®, cuore del Dolby® Digital Plus, aggiunge

alla trasformata MDCT dell'AC 3® una seconda trasformata in cascata, che prende il nome di AHT (Adaptive Hybrid Transform), producendo una singola trasformata a 1536 coefficienti di frequenza, aumentando notevolmente la risoluzione in frequenza.
Anche in presenza di transienti, situazione frequentemente verificabile nelle colonne sonore cinematografiche, il dimezzamento del numero di coefficienti di frequenza adottato, conseguenza della riduzione della lunghezza dei blocchi analizzati, per incrementare la risoluzione temporale, conduce ad una diminuzione della risoluzione in frequenza sicuramente meno penalizzante, rispetto a quanto avviene con la matrice di codifica AC 3®.
La matrice E-AC 3® riduce maggiormente anche i problemi connessi con il fenomeno della pre-eco, che si verifica, temporalmente, poco prima dell'insorgere del transiente, causa principale delle difficoltà di decodifica durante le variazioni repentine dell'intensità del segnale. L'encoder E-AC 3®, una volta individuata la posizione del transiente, attraverso un procedimento chiamato "time scaling synthesis", sostituisce il tratto di segnale precedente il transiente, affetto da distorsione causata dalla pre-eco, con un segmento audio PCM, prelevato prima dell'insorgere della distorsione stessa. Queste informazioni di correzione vengono trasmesse al decoder soltanto quando necessario, ossia in presenza di materiale transiente codificato ad un flusso dati relativamente basso, secondo una filosofia tecnica finalizzata a limitare al massimo la trasmissione, nel flusso dati, di informazioni di supporto, preservando la maggior quantità di spazio digitale per il segnale audio utile.
Un altro processo che contraddistingue la matrice E-AC 3® dalla precedente versione, è legato al trattamento delle alte frequenze, durante la codifica del segnale. Sfruttando la scarsa sensibilità del nostro apparato uditivo nell'individuare la direzionalità delle alte frequenze, l'encoder AC 3® effettua il cosiddetto "channel coupling", ossia un accoppiamento del contenuto di frequenza superiore ad un valore intorno ai 10 KHz[2] di alcuni o di tutti i canali codificati, quando si manifesta la necessità di risparmiare bit a causa del basso flusso dati: situazione che si verifica soprattutto quando la traccia presenta un contenuto sonoro energetico su tutti i canali contemporaneamente. L'encoder invia al decoder un pacchetto dati aggiuntivo, contenente le alte frequenze accoppiate e le informazioni per ridistribuirle ai canali di provenienza, interessati dal procedimento di channel coupling.
L'encoder Dolby® Digital Plus applica a questo metodo un meccanismo di parziale correzione dello sfasamento che si crea tra quei canali le cui alte frequenze vengono accoppiate, avvalendosi anche dell'ausilio di una tecnologia chiamata "spectral extension", che ricava le alte frequenze a partire da quelle basse e da alcune informazioni inserite nel bit stream e derivate dal segnale originale: tecnologia, questa, già ampiamente utilizzata da altri sistemi di compressione audio[3]. In questa maniera si riducono quei problemi prodotti dalla compressione comune, spesso causa di una certa spigolosità ed asprezza delle alte frequenze, durante l'ascolto di tracce codificate Dolby Digital®, soprattutto se dal contenuto prevalentemente musicale.
Ultimo aspetto da considerare, ma certamente il più importante ai fini commerciali per qualsiasi nuova tecnologia, è la compatibilità con gli apparati di decodifica esistenti, legata direttamente alle caratteristiche di downmixing. I miglioramenti tecnici apportati alla matrice di codifica E-AC 3®, la ricerca di maggior versatilità e capacità di trasportare un numero superiore di canali e servizi aggiuntivi, rispetto al passato, hanno comportato un aumento del flusso dati del Dolby® Digital Plus fino ad un massimo dichiarato di 6,144 Mbps, con possibilità di gestire fino a 13.1 canali discreti, oppure otto stream indipendenti, in un unico flusso, ciascuno in configurazione 5.1 discreto.
In virtù del fatto che l'encoder E-AC 3® codifica il segnale in ingresso attraverso due trasformate in cascata, delle quali la prima è la stessa adottata dagli encoder AC 3®, il downmix in Dolby Digital® sarà possibile sfruttando questa porzione del segnale codificato. Il decoder Dolby® Digital Plus, di conseguenza, effettuerà una decodifica parziale dello stream E-AC 3® ed una ricodifica del segnale ottenuto in AC 3®, per rendere disponibile questo

downmix ad un'uscita di tipo S/PDIF o Toslink, da collegare ad un ingresso dello stesso tipo, presente sui decoder Dolby Digital®.
Per arginare quegli artefatti provocati dai processi di decodifica e ricodifica del segnale, quest'ultima viene effettuata sempre a 640 Kbps, indipendentemente dalla configurazione dei canali. Si comprende, chiaramente, che saranno compatibili con questo stream tutti i decoder capaci di trattare il Dolby Digital® al massimo bit rate consentito dallo standard.
Considerando che uno stream Dolby® Digital Plus conterrà sempre un mix principale in 5.1 discreto ed un numero variabile di canali aggiuntivi o sostitutivi, per ricreare il mix originale, la gestione del downmix avverrà ricodificando soltanto il mix in 5.1 ed ignorando completamente i dati aggiuntivi, relativi agli altri canali del mix originale.[4]
La particolare attenzione che la matrice di codifica E-AC 3® rivolge all'ottimizzazione della fase relativa dei vari canali interessati dal processo di "channel coupling", applicando loro anche un metodo di decorrelazione, contribuirà ad un netto miglioramento della qualità del downmix matriciale in Dolby Surround®, con evidenti benefici durante il processamento in Pro-Logic®, Pro-Logic II® e Pro-Logic IIx®.
Il dato più apparente che emerge, compiendo alcune considerazioni di carattere generale sul Dolby® Digital Plus, è rappresentato dal fatto che, per la prima volta, uno standard messo a punto dai Dolby Laboratories non potrà essere utilizzato dall'industria cinematografica attuale, per le limitazioni imposte dalla stampa ottica della traccia audio digitale sulla pellicola, già penalizzanti nei confronti del Dolby Digital®. Ciò dimostra come i Dolby Laboratories considerino ormai il futuro del cinema legato esclusivamente al digitale ed alla fruizione in ambito home entertainment, attraverso media ad alta definizione.
Il Dolby® Digital Plus, pur avendo conseguito numerosi consensi da parte dell'industria operante nel settore broadcast e da tutti quegli organismi tecnici che si occupano dello studio e sviluppo dei supporti audiovisivi ad alta capacità, non è ancora utilizzato su larga scala e le dimostrazioni sono, fino ad oggi, sporadiche, soprattutto nel nostro continente europeo.
Il Dolby® Digital Plus testimonia, ancora una volta, la lungimiranza e la capacità di prevedere gli sviluppi tecnologici futuri che hanno reso, da sempre, vincente la politica tecnico-commerciale dei Dolby Laboratories. I suoi sistemi audio sono stati caratterizzati da un'agevole veicolabilità sui vari supporti, da un notevole coinvolgimento emozionale sugli utilizzatori e, soprattutto, da un down-compatibility che non ha mai costretto l'industria professionale e dell'intrattenimento domestico ad un cambiamento repentino degli apparati hardware, per adeguarsi alle nuove tecnologie.
I problemi tecnici connessi con la codifica audio, prima legati alla tecnologia matriciale,



Il diagramma riassuntivo delle qualità e delle applicazioni possibili della tecnologia Dolby Digital Plus.

poi alla compressione digitale di tipo distruttivo, a partire dal Dolby Surround® fino al Dolby® Digital Plus, vanno considerati come un pegno inevitabile per consentire il down-compatibility ed il contenimento dello spazio fisico sui vari media, analogici o digitali, a favore della versatilità della riproduzione e dei servizi accessori richiesti per i nuovi prodotti audiovisivi.
Qualche anno fa, in tempi di discussioni riguardo la presunta scarsa qualità audio del Dolby Digital®, conseguenza dell'eccessiva compressione compiuta dagli encoder AC 3® sul segnale originale, Ray Dolby dichiarò che i Dolby Laboratories avevano creato uno standard audio non finalizzato tanto alla massima resa acustica, ma ispirato dal miglior compromesso, allora tecnicamente possibile, tra veicolabilità sui media, in quei tempi dalle capacità relativamente limitate ed una resa sonora capace di coinvolgere l'audience.
Oggi, avendo a disposizione media ad alta capacità, i Dolby Laboratories hanno potuto mettere in campo tutto il loro know-how tecnologico e sono pronti ad offrire, all'industria dell'intrattenimento audiovisivo, un sistema per la riproduzione del suono dalla qualità indubbiamente superiore, confermando la loro posizione leader nel campo dell'audio multicanale.

Bibliografia

http://www.dolby.com

Dolby® Digital Plus: Delivers New Creative Power and Freedom
© 2004 Dolby Laboratories, Inc. Tutti i diritti riservati. S04/15217/15684

Dolby® Digital Plus: Audio for next-generation broadcast systems
© Dolby Laboratories, Inc. Tutti I diritti riservati. S04/15217

Digital Audio Compression Standard (AC 3®, E-AC 3®), Revision B, Document A/52B, 14 June 2005
Advanced Television Systems Committee

News from A.T.S.C., Volume 5, Issue 2, May 2004
Advanced Television Systems Committee

Dolby Laboratories(AA.VV.), Introducing to Dolby® Digital Plus, an enhancement to the Dolby Digital® coding system
Audio Engineering Society – Convention Paper 6196

Note

[1] I coefficienti di frequenza indicheranno il peso di ciascuna frequenza per l'allocazione dei bit, durante la codifica, secondo un metodo ibrido ispirato in parte al "forward adaptive bit allocation" ed in parte al "backward adaptive bit allocation".

[2] Precisamente, l'accoppiamento avviene intorno ai 10 KHz ad un bit stream di 384 Kbps e sopra i 15 KHz al bit stream di 448 Kbps.

[3] La tecnologia "spectral extension" è utilizzata principalmente nei sistemi di compressione audio digitale MP3pro ed AAC (Advanced Audio Coding), destinati all'immagazzinamento ed alla riproduzione dell'audio su apparati portatili, cosiddetti "music on the go portable players". L'AAC è stato sviluppato dai Dolby Laboratories, di concerto con AT&T, Sony Corporation e Fraunhofer Institute for Integrated Circuits.

[4] Qui si possono aprire discussioni, non di carattere tecnico, su quanti elementi sonori si perderebbero in fase di downmix in 5.1 di uno stream con una configurazione di canali superiore. Fondamentale saranno le capacità e le scelte estetico-commerciali dei sound-engineers e dei produttori.