

Che cosa è, come funziona: verso l'Alta Definizione



ing. Marzio Barbero e
ing. Natasha Shpuza

1. Introduzione

Lo sviluppo della televisione ad alta definizione, oltre a dipendere dal processo di normalizzazione, di cui si tratta nella scheda precedente [1], è strettamente legato al progresso delle tecnologie che consentono la fruizione delle immagini HDTV: in particolare la disponibilità di un canale di capacità sufficiente e di display in grado di visualizzare immagini di definizione e qualità adeguate.

Solo con l'avvio di servizi di diffusione HDTV si può creare un ciclo virtuoso che favorisca un rapido sviluppo delle tecnologie necessarie, una riduzione del costo dei terminali d'utente, una penetrazione significativa dei prodotti HDTV e, con la crescita del numero di utenti, il conseguente finanziamento della

produzione e diffusione dei programmi in alta definizione.

Le case dove è presente l'HDTV sono 4 milioni negli USA (erano 1,6 milioni a marzo 2004, fonte: In-Stat). L'alta definizione è diffusa anche in Giappone e Australia, mentre la Cina intende lanciarla in occasione delle Olimpiadi del 2008 ed il Brasile ha annunciato l'intenzione di passare alla HDTV.

In Europa i servizi di Europe1080 (ora HD-1) furono avviati all'inizio del 2004 con due canali diffusi attraverso i satelliti Astra; il canale tedesco Premiere e quello britannico BSkyB hanno annunciato di avviare servizi HD entro il 2005 e il 2006, rispettivamente.

Acronimi e sigle

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AVC	Advanced Video Coding
BDA	Blu-ray Disc Association (www.blu-raydisc.info)
CRT	Cathode Ray Tube
DLP	Digital Light Processing
DTH	Direct To Home
DVB	Digital Video Broadcasting (www.dvb.org)
DVD	Digital Versatile Disk
EBU UER	European Broadcasting Union Union Européenne de Radio-Télévision (www.ebu.ch)
EICTA	European Industry Association for Information Systems, Communication Technologies and Consumer Electronics (www.eicta.org)
FCD	Final Committee Draft
FTTH	Fibre-To-The-Home
HDTV	High Definition TeleVision
ITU	International Telecommunication Union (www.itu.org)
LCD TFT-	Liquid Crystal Display Thin Film Transistor-
MPEG	Motion Picture Expert Group: gruppo di lavoro congiunto ISO/IEC
MPEG-2	standard ISO/IEC 13818
MP@HL	MainProfile@HighLevel: profilo di MPEG-2 (fino a 1920 pixel e 1088 righe)
MP@ML	MainProfile@MainLevel: profilo di MPEG-2 (fino a 720 pixel e 576 righe)
MPEG-4	standard ISO/IEC 14496
OLED AM-	Organic Light Emitting Diode Active Matrix -
PDP	Plasma Display Panel
RPTV	Retro Projection TV
SED	Surface-Conduction Electron-Emitter Display
SDTV	Standard Definition TeleVision
STB	Set-Top-Box
SMPTE	Society of Motion Picture and Television Engineers (www.smpete.org)
VC-1	Video Coding - 1
WMV9	Windows Media Video 9

2. Pronti per l'HD?

L'associazione dell'industria europea EICTA il 19 gennaio di quest'anno ha annunciato le condizioni per cui i display possono essere etichettate "HD ready". Questo logo è stato introdotto per indicare gli apparati che sono in grado di elaborare e visualizzare segnali ad alta definizione, sulla base di alcuni requisiti funzionali minimi.

Fra i requisiti essenziali vi sono: risoluzione nativa minima pari a 720 righe, formato d'immagine *widescreen* e la capacità di accettare come ingresso i formati 1280 x 720 pixel a 50 e 60 Hz progressivo (720p) e 1920 x 1080 pixel a 50 e 60 Hz interlacciato (1080i).

Ulteriori requisiti fondamentali sono relativi all'interfacciamento fra display e la sorgente video e audio (il STB): questo tema sarà considerato in una delle prossime schede di questa serie.

E' quindi proprio sul display, cioè l'ultimo anello della catena produzione-diffusione-fruizione, che viene focalizzata l'attenzione, come punto di partenza per il futuro avvento dell'alta definizione.

3. Gli schermi piatti

Nella scheda pubblicata nel numero di agosto 2004 [2] era messa in evidenza l'evoluzione di tutte le tecnologie per la produzione di schermi e sistemi per proiezione e retroproiezione, tendente ad assicurare definizioni sempre maggiori. Il formato nativo HD 720p è ormai ampiamente disponibile nei prodotti commerciali distribuiti negli USA, attualmente



Fig. 1 - Il più grande schermo al plasma al mondo (102") messo a confronto con uno schermo di soli 42"

il mercato in più rapido sviluppo in questo ambito.

Si assiste ad annunci sempre più frequenti di schermi caratterizzati dal formato HD 1080p.

In [2] si accennava al più grande schermo piatto al mondo: un PDP da 80", annunciato dalla coreana Samsung nel marzo 2004. Alla fine del 2004, ecco un nuovo annuncio, sempre da parte della Samsung: un PDP da 102" (figura 1), risoluzione 1920 x 1080 pixel, luminanza 1000 nit^{Nota 1}, contrasto 2000:1. Lo schermo è stato realizzato dalla nuova linea di produzione, il cui vero scopo è quello di produrre a costi più bassi 4 schermi da 50" per ogni lastra di vetro.

Se il primato di dimensione tocca ai PDP, il primato dei volumi di vendita è sempre più appannaggio degli schermi LCD.

Per gli schermi a cristalli liquidi, il più ampio è della giapponese Sharp: un prototipo da 65" presentato ad ottobre dello scorso anno.

A luglio 2004 è stata avviata la costruzione del secondo impianto della Sharp in Giappone, a Kameyama: sarà operativo nell'ottobre 2006 e sarà il primo al mondo di ottava generazione, in grado di lavorare substrati da 2160 x 2400 mm, di dimensioni ottimali per realizzare 8 pannelli da 40" o 6 pannelli da 50" per ciascun substrato.

La realizzazione di nuovi impianti produttivi, in grado di soddisfare la domanda crescente di pannelli di dimensioni maggiori e prezzi più bassi è alla base della rapida penetrazione a livello mondiale di schermi in grado di visualizzare immagini a definizione superiore a quella convenzionale.

A fine dicembre 2004, il 4 % delle vendite mondiali di televisori erano a cristalli liquidi (contro i 2,8 % del 2003) e si prevede che nel 2005 si arriverà all'8 %. Nel 2004, in tutto il mondo, sono stati venduti circa 7 milioni e mezzo di televisori LCD. In Italia, già oggi il 6 % degli italiani vede la TV su uno schermo piatto e il 70 % dei possessori di televisori tradizionali aspira ad avere in salotto uno schermo LCD.

Nota 1 - Nit = cd/m². Duecento anni fa la candela di riferimento era costituita da 0,167 libbrae troy di grasso di balena, di diametro sufficientemente grande da bruciare a 120 grani per ora per una durata di 8 ore. Al giorno d'oggi la candela è una delle unità base SI, per l'intensità luminosa. La candela (cd) è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente luminosa che emette una radiazione monocromatica di frequenza 540x10¹² Hertz e che possiede una intensità radiante in quella direzione di 1/683 watt per steradiante. Il flusso luminoso si misura in lumen (lm), il lumen è definito come il flusso luminoso emesso in un angolo solido di 1 steradiante da una sorgente luminosa puntiforme dell'intensità di 1 candela. Luminanza è la quantità di radiazione luminosa per unità di area della sorgente luminosa, è misurata in nit (candele per metro quadro). Illuminanza è la quantità di radiazione visibile che cade sull'unità di area, è misurata in lux (lx, lumen per metro quadro).

Futura concorrente della tecnologia LCD è quella OLED. All'annuncio di ottobre della LG.Philips della realizzazione di un display AM-OLED da 20,1" è seguito a gennaio l'annuncio della Samsung relativo allo sviluppo di un AM-OLED da 21", con definizione HD (1920x1080 pixel, luminanza 1000 nit, contrasto 5000:1). E' importante il fatto che i pannelli potranno essere prodotti utilizzando le stesse linee produttive usate per i pannelli TFT-LCD.

Il limite della tecnologia OLED è la durata, doppia rispetto a quella ottenibile un anno fa, ma molto inferiore a quella offerta da PDP e LCD: i pannelli OLED perdono metà della luminosità dopo 10000 ore di funzionamento. Questa limitazione, come è avvenuto per le precedenti tecnologie, è destinata a scomparire, rendendo l'OLED molto competitivo per la realizzazione di schermi HD, poiché è caratterizzato da elevatissima velocità di commutazione, basso consumo e ridottissimo spessore del pannello.

Toshiba e Canon proseguono con lo sviluppo della tecnologia SED, a gennaio è stato dimostrato uno schermo da 37"

Fig. 2 - Il più grande schermo OLED (21").



(1280 x 720) e il primo prodotto potrebbe essere, a fine 2005, un display HD (1920 x 1080 pixel) da 50". Questa tecnologia promette una qualità d'immagine eccellente (contrasto 8600:1), consumi ridotti rispetto a CRT e PDP, spessori minimi (2 mm per il pannello e 7 mm per l'intero display).

Anche i sistemi basati su proiezione, ed in particolare gli RPTV competono per il mercato del formato d'immagine 1080p.

Oggi sono disponibili più di 75 modelli, proposti da 20 produttori, basati sulla tecnologia dei microspecchi DLP sviluppata da Texas Instruments (TI). Tali modelli hanno formato d'immagine 720p, ma ad aprile TI ha annunciato che saranno disponibili, forse già a partire da luglio sul mercato USA, 5 nuovi modelli, proposti da diversi produttori, con dimensioni dello schermo compreso fra 53" e 73" e basati sulla tecnologia DLP 1080p.

Occorre a questo punto osservare che le tecnologie adottate per i display sono particolarmente adatte a visualizzare segnali progressivi, sia nel caso in cui ci si limiti a 720 righe, sia che si salga a 1080 righe.

4. Interlacciato o progressivo?

La scansione interlacciata fu scelta, alle origini della storia della televisione, per ridurre la quantità di informazione, e di conseguenza la banda, del segnale video introducendo il minimo degradamento sul segnale visualizzato. Il degradamento consiste in una peggiore riproduzione delle scene e degli oggetti con movimento verticale ed in una riduzione della risoluzione verticale.

Le tecniche di produzione (ad esempio grafica elettronica), postproduzione e compressione operano molto meglio con immagini di tipo progressivo. Anche le conversioni di formato sono molto più efficaci fra formati progressivi o da progressivo a interlacciato, mentre il passaggio da interlacciato a progressivo implica in genere degradamenti percettibili.

I nuovi tipi di schermo, a differenza di quelli CRT, sono strutturalmente di tipo progressivo e pertanto per visualizzare immagini interlacciate devono operare una pre-elaborazione: il passaggio da interlacciato a progressivo comporta delle operazioni di filtraggio che aggiungono complessità e sono fonte di degradamento della qualità visualizzata.

Recentemente la rivista tecnica dell'associazione degli enti televisivi europei (*EBU Technical Review*) ha dedicato diversi articoli [3,4,5,6] al rapido crescere dell'interesse sull'HDTV, sui problemi legati ai formati ed, in particolare, alla scelta fra 720p e 1080i. Nell'aprile 2004 il Comitato Tecnico dell'EBU ha raccomandato l'uso del formato progressivo per la diffusione dei servizi HD da parte dei membri EBU. Lo standard diffusivo per HDTV in Europa dovrebbe essere basato su un formato progressivo, quali 720p/50 o 1080p/50 [3].

Per quanto riguarda lo standard di produzione, importante sarà il ruolo dei formati 1080p/50 e 1080p/60, che rappresentano la terza generazione HDTV, ma non sono ancora state definite le interfacce per lo studio, e, considerando che al formato 1080p/60 corrisponde un bit-rate non compreso di 3 Gbit/s, i problemi relativi alla realizzazione di apparati e sistemi per la produzione e la postproduzione non sono banali [4].

La situazione a livello mondiale è molto variegata: Giappone e Corea utilizzano il 1080i/60, Australia e Cina il 1080i/50, in USA alcune stazioni operano con il 720p/60, la maggioranza con il 1080i/60 [6].

I rapidi sviluppi delle tecniche numeriche per l'elaborazione del segnale video consentono oggi di realizzare display e decodificatori in grado di operare con immagini di diverso formato, ma, come si è detto, le conversioni dal formato nativo di ripresa a quello di trasmissione e da quest'ultimo al formato nativo del display sono fonte di costi e degradamenti. E' quindi auspicabile che gli operatori europei pervengano ad una scelta univoca per quanto riguarda il formato di trasmissione, anche per quanto riguarda le tecniche di compressione.

5. Compressione e STB

Lo standard di compressione del segnale video utilizzato attualmente per la televisione digitale (da satellite e terrestre) ed il DVD è il notissimo MPEG-2, MP@ML, di cui si è diffusamente parlato [7,8].

E' sempre MPEG-2 alla base dei servizi HDTV che sono attualmente operativi; grazie ai miglioramenti che sono stati apportati nel corso degli anni ai codificatori, oggi queste tecniche hanno raggiunto la maturità e offrono prestazioni elevatissime in termini di affidabilità ed efficienza di codifica. E' così possibile distribuire segnali SDTV con bit-rate inferiori a 2 Mbit/s e per quanto riguarda l'HDTV a 720p/60, vi sono operatori, via cavo in USA, che forniscono servizi HDTV utilizzando bit-rate dell'ordine di 8 Mbit/s.

Contemporaneamente è in corso l'attività di realizzazione di codificatori e di decodi-

Nota 2 - AVC è la parte 10 dello standard ISO/IEC MPEG-4 ed è anche noto come H.264 (standard ITU-T). VC-1 è uno standard proposto dalla SMPTE, è basato sul sistema proprietario WMV9 della Microsoft. Ad aprile ha acquisito i requisiti per lo status FCD.

ficatori operanti secondo i nuovi standard di compressione: AVC (noto anche come H.264) [9,10] e VC-1^{Nota 2}.

Grazie ai miglioramenti degli algoritmi utilizzati per un ottimale sfruttamento della ridondanza e della irrilevanza presente nelle immagini, questi nuovi standard potranno consentire, rispetto a MPEG-2, un notevole incremento di qualità, a parità di bit-rate, oppure una risparmio del bit-rate (stimato fino al 50%) a parità di qualità ma a spese di un significativo aumento della complessità del decodificatore e, soprattutto, del codificatore.

Questo guadagno può essere molto importante nel favorire la diffusione di servizi televisivi in alta definizione: consente infatti l'uso dei canali attualmente impiegati per la distribuzione dei segnali a definizione standard, senza implicare un eccessivo ridimensionamento del numero di programmi (nel caso di diffusione) o di ore (nel caso di memorizzazione).

Ovviamente dal momento in cui si è conclusa la definizione dello standard, maggio 2003, alla realizzazione pratica dei co-decodificatori ed al loro impiego nel mondo

della distribuzione televisiva i tempi sono lunghi. Un ritardo significativo è richiesto per la definizione dei termini di licenza oer i brevetti (MPEG LA, www.mpegla.com, è l'organizzazione a cui è demandato il compito di amministrare licenze e brevetti a nome di un insieme di detentori di brevetti per MPEG-2 video e MPEG-4).

A rendere meno chiaro e univoco il futuro intervenne nel settembre 2003 la decisione di Microsoft Corp. di donare ad SMPTE, affinché ne ottenesse uno standard, denominato VC-1, la parte di codifica video del proprio formato proprietario WMV9. Il processo di standardizzazione è risultato molto più arduo di quanto inizialmente indicato, anche perché VC-1 è il solo algoritmo di compressione, oltre ad esso è necessario definire la gestione dei diritti, l'uso dei metadati e l'interfaccia utente.

Grazie al fatto che lo standard AVC è da tempo definito e stabile, significativi investimenti sono stati effettuati per la realizzazione hardware del decodificatore e alla fine del 2004 almeno tre produttori avevano sviluppato i chip per realizzare il decoder HD utilizzando il nuovo standard MPEG: Broadcom, Conexant e STMicroelectronics (figura 3).

Stime della DCT in USA [11] prevedono che entro quest'anno saranno consegnati circa 600 000 STB basati su AVC e che, di questi, il 44% saranno SDTV e il 56% HDTV. I STB sono destinati a diverse piattaforme di distribuzione: in prevalenza, il 53%, alla ricezione via satellite, mentre il restante 47% per la distribuzione su reti a larga banda.



Fig. 3 - La STMicroelectronics ha annunciato a gennaio la disponibilità di un single-chip video decoder (STB7100 - Low-cost set-top-box chip for MPEG-4 AVC and HD MPEG-2) destinato all'ampio mercato dei STB e dei DVD.

6. I canali

6.1 Il satellite

I servizi diretti da satellite DTH sono in Europa i primi a diffondere programmi HD.

L'operatore europeo di satelliti SES Astra si è reso promotore di numerose iniziative per favorire l'avvio di servizi di diffusione HD.

Europa 1080, attualmente denominato HD-1 (www.hd-1.tv), è il primo servizio HD, opera a partire dall'inizio del 2004 con un formato 1080i/50. Il programma viene distribuito anche via cavo da un limitato (16) numero di operatori.

E' stata avviata una iniziativa denominata HDTV Forum (www.hdtvforum.org), focalizzata su tre aree principali: standardizzazione tecnica, educazione ed armonizzazione del mercato e marketing.

Il Forum ha favorito lo sviluppo della iniziativa per definire il logo "HD ready" di cui si è già accennato.

Il sistema di trasmissione attuale è DVB-S con codifica video MPEG-2 MP@HL. Ma il Forum segue gli sviluppi nel campo degli standard di compressione video (AVC e VC-1). Per quanto riguarda l'audio, è supportato il Dolby Digital 5.1. Ed in futuro lo standard DVB-S2 [11] consentirà di aumentare la capacità del canale.

6.2 La banda larga

I collegamenti a larga banda stanno rapidamente aumentando in Europa (nel secondo semestre del 2004 +31%, per un totale di 38,8 milioni di utenti) e soprattutto in Italia (nel secondo semestre del 2004 sono passati da 3,5 milioni a 4,7 milioni).

La capacità disponibile, grazie ai miglioramenti relativi agli apparati e agli standard ADSL, consentono oggi collegamenti a 4-6 Mbit/s. E' evidente che ulteriori incrementi nella capacità e l'uso di tecniche di compressioni più efficienti (AVC) potranno consentire in un futuro non lontano la distribuzione di segnali HDTV non solo attraverso collegamenti in fibra ottica (FTTH), ma anche mediante il doppino telefonico.

6.3 La televisione terrestre

L'introduzione dei sistemi AVC consentirà l'avvio di servizi HD anche mediante i servizi diffusivi terrestri. Di questa possibilità si è già accennato illustrando la dimostrazione effettuata il 15 dicembre scorso a Torino [13].

6.4 I dischi ottici

Due anni fa analizzammo il futuro dei dischi ottici [14], orientato ad una evoluzione del DVD caratterizzata da una maggiore capacità, grazie all'uso di laser operanti con lunghezza d'onda di 405 nm (luce blu/violetta). Due erano allora i formati proposti e tuttora il mercato si trova di fronte alle due proposte: una nell'ambito di HD Forum e l'altra dalla BDA (associazione costituita nel maggio 2004 dai 13 fondatori della proposta Blu-ray).

BDA ha definito i formati per i dischi riscrivibili e per i BD-ROM (le capacità previste sono fino a 25 GB per i dischi singolo-strato, *single-layer*, e fino a 50 GB per i doppio-strato, *double-layer*). Da settembre 2004 le specifiche del BD-ROM prevede la codifica video anche con i due formati VC-1 e AVC *High Profile*.

Molto recentemente Sony e Toshiba, i due capofila della proposta BDA e HD-Forum,

hanno avviato trattative per concordare una proposta unica, in modo da evitare un disorientamento fra i consumatori che sarebbe sfavorevole ad un rapido sviluppo del mercato DVD per HD.

7. Le premesse

L'alta definizione sembra, questa volta, molto prossima: le premesse, come visto, ci sono.

I canali atti a distribuire i contenuti in alta definizione sono disponibili. Le società che affittano i canali satellitari hanno difficoltà a mantenere i ritmi di crescita registrati nel recente passato e quindi favoriscono l'avvio di nuovi servizi, che richiedano capacità più ampie. Le società che hanno recentemente investito sullo sviluppo delle reti a banda larga, vedono nei servizi TV e HDTV la possibilità di ottenere un buon ritorno da tali investimenti.

Elemento fondamentale è la disponibilità di codificatori e decodificatori (STB) di nuova generazione (AVC) affidabili e poco costosi, in modo da evitare l'avvio di servizi basati su standard e formati caratterizzati da una possibile rapida obsolescenza.

Bibliografia

1. M. Barbero, N. Shpuza: I formati HDTV (le raccomandazioni ITU-R BT.709 e BT.1543), *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 54, n. 1, aprile 2005
2. M. Barbero, N. Shpuza: Display e proiettori, recenti progressi, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 53, n. 2, agosto 2004
3. D. Wood: High Definition for Europe - a progressive approach, *EBU Technical Review*, October 2004, www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_300-wood.pdf
4. P. Laven: Editorial: HDTV format wars, *EBU Technical Review*, January 2005, www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_301-editorial.html
5. D. Wood: High Definition moves up the agenda for EBU Members, *EBU Technical Review*, January 2005, www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_301-hd-seminar.html
6. J. Ive: Image formats for HDTV, *EBU Technical Review*, July 2005, www.ebu.ch/en/technical/trev/trev_299-ive.pdf
7. M. Barbero, N. Shpuza: Uno standard pervasivo (MPEG-2 video) - Parte I, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 1, aprile 2003
8. idem - Parte II, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 2, agosto 2003
9. M. Barbero, N. Shpuza: Advanced Video Coding (AVC - H.264), il prossimo futuro - Parte I, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 1, aprile 2003
10. idem - Parte II, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 2, agosto 2003
11. Digital Digest: MPEG-4 AVC to Debut in HD and SD STBs, *Digital Tech Consulting*. March 2005. www.digitaltechologyconsulting.com/pdf/MARDD05_FINAL_3.23.05.pdf
12. A. Morello, V. Mignone: Il sistema DVB-S2, di seconda generazione, per la trasmissione via satellite e Unicast, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 52, n. 3, dicembre 2003.
13. Passati e Presenti della Televisione, *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 53, n. 3, dicembre 2004.
14. M. Barbero, N. Shpuza: Il futuro è Blu (Blu-Ray Disc, AOD, ...), *Elettronica e Telecomunicazioni*, anno 51, n. 3, dicembre 2002.