

Formati di registrazione video ad alte prestazioni

di Massimo Novelli

Dopo aver analizzato, in forma adeguata, le tematiche presenti nell'utilizzo di computer PC nell'ambito televisivo, ed in special modo nella produzione soprattutto riguardo agli effetti DVE, saremmo tentati di dire qualcosa sul «device» più comune usato nel ricevere questo prodotto. Già, perché oltre che andare in «diretta», avremo anche bisogno di poter registrare il nostro lavoro; quindi, nulla di meglio che rendersi conto, di persona, di quali possano essere le nostre esigenze e quali le soluzioni

I vari standard video (PAL, SECAM, NTSC) nella loro natura originale, sono tutti abbastanza venerabili. Un po' tutti, nei vari campi di competenza, cercano di migliorare la situazione adottando variazioni sul tema oppure concependo nuove possibilità, soprattutto con l'aiuto delle tecniche digitali. Tutto ciò è anche in un certo senso l'anticamera della TV ad alta definizione — HDTV —, che indubbiamente non è nata per esercizio accademico dell'industria, ma per un preciso bisogno di rinnovare la qualità dell'immagine, prodotta e trasmessa alle diverse centinaia di milioni di apparecchi TV sparsi per il mondo.

Mai come in questi anni '90 il divario tra le sorgenti di segnale quali telecamere, telecinema, computer graphics ed altro rispetto al classico canale di trasmissione standard, e quindi di sistema video, è stato così ampio.

Sorgenti di altissimo livello frustrate nei limiti di qualità consentita dallo standard, e ciò per aspetti come la larghezza

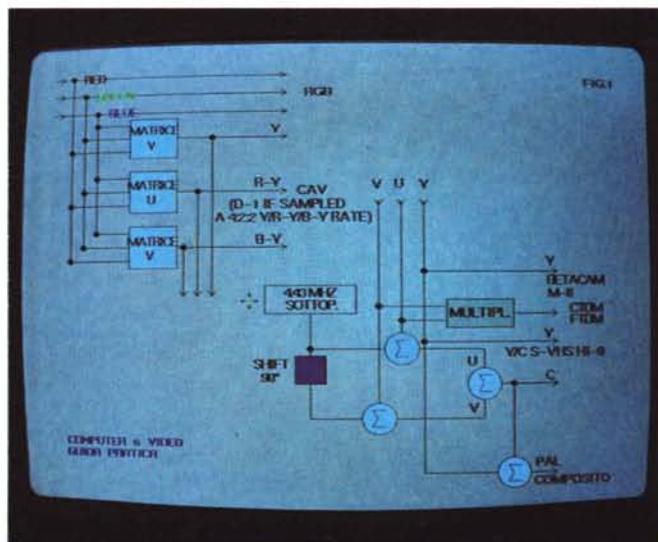
di banda, il rapporto segnale-rumore video, la purezza delle componenti colore e così via.

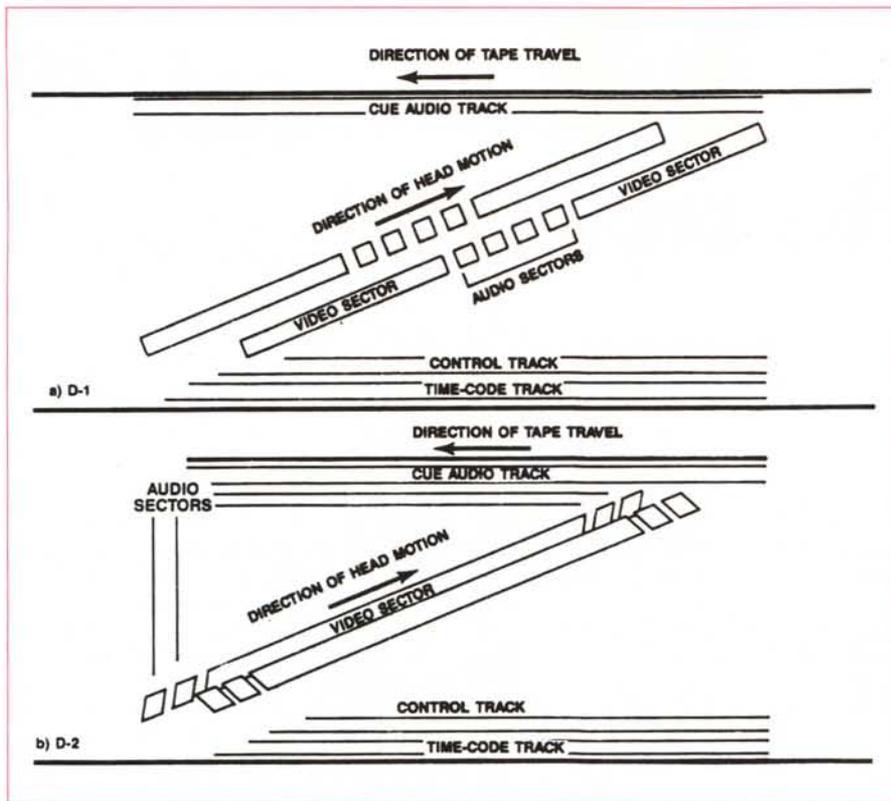
La classica catena con qualche anello debole non poteva reggere a lungo ed è per questo che negli ultimi anni è stato affrontato pesantemente proprio quello più debole: la videoregistrazione.

Aspetti-cardine di questa rivoluzione sono senza dubbio i nuovi formati di registrazione studiati e prodotti dall'industria e dagli organismi internazionali preposti al controllo degli standard; sono almeno 5 i detti nuovi formati che in un certo senso tengono con il fiato sospeso, a scanso di scelte sbagliate, le società televisive di tutto il mondo nell'adottare l'uno invece dell'altro, e qui si potranno facilmente immaginare l'innesco di scelte politiche o commerciali di altra natura che è facile concepire e da cui è difficile estranearsi.

Ad un'occhiata più precisa, comunque, detti formati non sono poi così nuovi, differenti potrebbe essere una

Tutti i formati video odierni possono essere derivati interrompendo la catena che va dall'RGB al composto in qualche punto. Quelli digitali invece sono solo derivati da digitalizzazione di uno di quelli esistenti.





Lo schema delle tracce nei formati D-1 e D-2: nel primo i dati audio sono registrati al centro della traccia con una banda di guardia tra di esse, mentre il video è ai lati, nel secondo avremo il contrario ma con in più, usando un tipo di registrazione azimutale, un incremento del tempo di registrazione eliminando la banda di guardia fra le tracce.

parola più calzante, e nel corso di questa chiacchierata potremo vedere come essi variano di non molto dall'attuale panorama delle tecnologie attuali.

Tutti i formati video attualmente in uso possono collocarsi all'interno di due estremi; da un lato c'è il cosiddetto segnale RGB, il materiale grezzo dal quale essi sono costituiti e che in ultima analisi è sempre difficile da «lavorare», è di estrema larghezza di banda ed occupa tre canali distinti (più il canale di sync) per trasportarlo. All'altro estremo dello spettro vi sono i segnali composti così come li conosciamo quali PAL, SECAM e NTSC; questi segnali trasportano l'informazione-colore di RGB più i sincronismi in modo «miscelato» tra loro e sono tutti sistemi ad un conduttore, molto conveniente nel trasporto, anche se comunque, da RGB puro al composito c'è tipicamente da sacrificare una certa dose di qualità.

I formati digitali attuali sono semplicemente, appunto, versioni digitalizzate di uno dei formati analogici già esistenti ed in ogni caso i costruttori si stanno dando grossa pena nel vedere che quello che esca da un nastro sia esattamente,

o il più possibile vicino, a quello originale.

Una sommaria spiegazione è doverosa a questo punto per capire il processo che avviene nella trasformazione di un segnale video da RGB a composito ed ai formati digitali.

Il segnale RGB, come abbiamo appena visto, è fondamentalmente un segnale a componenti. Quando, all'inizio dell'era colore in TV, si rese necessario trasmettere questo segnale utilizzando i canali già esistenti ed in maniera tale da consentire la ricezione, anche se non a colori, sui ricevitori TV esistenti in bianco e nero, ci si trovò di fronte a due problemi da risolvere; da un lato, poiché ognuno dei tre segnali R, G e B aveva una banda passante uguale a quella del segnale monocromatico, sarebbe stata necessaria una larghezza di banda tripla di quella consentita dai normali canali RF televisivi, e dall'altro l'informazione video relativa alla luminanza (cioè al bianco e nero), non era immediatamente identificabile, ma era ripartita nei tre segnali detti. Si pensò pertanto di ricavare, per somma e differenza, da R, G e B un'altra serie di componenti e cioè

Y, U e V nelle rispettive equazioni:

$$Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$$

$$U = 0,493 (B - Y)$$

$$V = 0,877 (R - Y)$$

dove Y sarà il segnale di luminanza nel quale i fattori di moltiplicazione R, G e B riflettono le diverse sensibilità dell'occhio ai vari colori dello spettro visibile, mentre U e V sono i segnali di crominanza, relativi cioè all'informazione colore. I moltiplicatori di (B-Y) e di (R-Y) essendo minori di 1 ne riducono l'ampiezza tenendo conto della minore sensibilità dell'occhio per il colore rispetto al bianco e nero. Analogamente, sempre a causa del fatto appena detto, si ridusse la banda passante di U e V, con adeguati filtri, rispetto a quella di Y.

Si è pertanto ottenuto il segnale composito (PAL, SECAM e NTSC) trasmettendo, insieme a Y, in prossimità del limite superiore della sua banda, un'apposita frequenza detta di sotto-portante (4,43 MHz in PAL e 3,58 MHz in NTSC) che modula in quadratura di fase tra loro U e V. La coesistenza di tutti e tre i segnali, nella banda passante limitata del canale televisivo, era stata resa possibile dalla riduzione in ampiezza e frequenza di U e V. Contemporaneamente, i televisori in bianco e nero potevano ricevere senza problemi Y, ignorando sotto-portante colore e le sue informazioni cromatiche.

A questo punto potrà sembrare strano il fatto che le due componenti di crominanza, U e V, essendo rispettivamente proporzionali a B-Y ed a R-Y, apparentemente non contengano l'informazione relativa al verde (G). In realtà questa componente si ricava per differenza dall'espressione che definisce Y.

Poiché quindi il segnale Y è costituito da quantità di R, G e B, l'algebra può facilmente dimostrare che il Rosso meno Y (R-Y) ed il Blu meno Y (B-Y) contengono le stesse informazioni colore dell'RGB. Questo segnale a tre conduttori Y/R, Y/B ed Y è chiamato segnale video a componenti analogici (CAV) ed è da notare che l'andare da RGB alle suddette componenti richiede in fondo poca tecnologia, ma è di estrema qualità affinché l'intermediazione possa distorcere poco il segnale risultante. Essi poi sono spesso di miglior qualità rispetto ai segnali composti corrispondenti, PAL ecc., e naturalmente il trattamento e lo smistamento di detti segnali sono più complessi e di maggior costo che non i tradizionali. Dunque, il segnale CAV è in sintesi il predecessore, in forma analogica, del formato digitale D-1. Entrando nel merito dell'argomento che ci sta a cuore, cominciando a parlare in

forma digitale di quantizzazione dei segnali utili, si è così attuata la convenzione di prendere un campione di Y, quindi uno di R-Y, ancora uno di Y ed uno di B-Y, avendo così alla fine che per ogni 4 campioni di Y ve ne sono due di R-Y e due di B-Y.

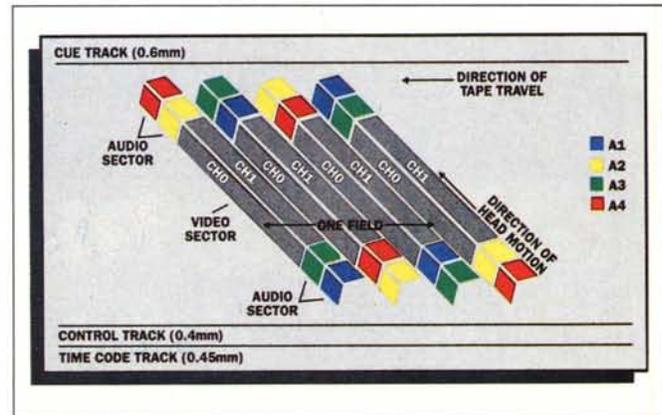
Per questa ragione il formato video D-1 è qualche volta chiamato 4:2:2 (ed in generale il trattamento del segnale in questa forma è di uso comune anche per altri dispositivi quali effetti digitali, laserdisc o computer graphics, tutti identificabili dal formato 4:2:2). I registratori video analogici, invece, per i segnali CAV (Component Analog Video), prima combinano tra loro i segnali della differenza colore R-Y e B-Y in un solo canale, poi procedono alla quantizzazione. Il formato video Betacam SP della Sony attua tutto ciò multiplexando i prodotti in formato compresso nel dominio del tempo (Compress Time Domain Multiplexing) o CTDM mentre il suo più vicino concorrente, l'M-II della Panasonic attua lo stesso procedimento a compressione di frequenze (Frequency Time Domain Multiplexing) o FTDM.

Ulteriori combinazioni dei segnali R-Y e B-Y sono utilizzate per la creazione del segnale composito così come lo conosciamo. Il primo processo è infatti di modularli sulle differenti fasi di una sotto-portante; quindi avremo che R-Y diventerà U, un segnale in fase con la sotto-portante, e B-Y diventerà V, un segnale fuori fase di 90 gradi rispetto a U, o detto in quadratura. Sommando U e V creeremo il segnale colore, o Crominanza (C).

La componente Y sarà ora su un cavo, C sarà sull'altro: questo sistema due fili è il formato Y/C. Esso è la base dei formati S-VHS e 8 mm hi-band. La modulazione della sottoportante, con le sue limitazioni nella larghezza di banda, causerà qualche degradazione nei canali differenza-colore. Il segnale Y/C avrà quindi così una minor qualità rispetto ai sistemi CAV; comunque, è senz'altro più semplice da usare che non quello a componenti CAV, se non altro per i soli due conduttori presenti.

A questo punto aggiungendo C ed Y avremo il video composito di più largo uso, almeno ad un certo livello. Infatti il segnale PAL, ma anche il suo cugino SECAM e l'NTSC, sono tutti segnali compositi poiché combinano le informazioni-colore, luminanza e sincronismi su un solo canale. Un segnale conveniente da usare, ma non buono abbastanza rispetto al suo contendente CAV e quindi soprattutto all'RGB, a causa delle inevitabili interazioni tra Y e C che causano i cosiddetti «artifacts encoding», ovvero le interferenze derivanti dalle frequenze

Lo schema delle tracce nel nuovo formato D-3 Panasonic; abbiamo l'audio ai lati delle stesse ed i due canali Y e C alternati nelle tracce video. Anche qui è presente una registrazione azimutale.



di battimento tra i segnali già descritti.

Bene, ora che abbiamo visto sommariamente da dove vengono usati i formati video attualmente usati, è tempo di considerarli per il loro principale scopo, e cioè per la registrazione.

D-1

Il formato digitale a componenti è probabilmente il sistema di registrazione di più alta qualità attualmente in uso. Infatti, e non a caso, ha trovato estesa applicazione nella computer graphics dove l'alta qualità del segnale, insieme all'abilità di trattare, in maniera egregia, generazioni multiple di registrazioni per il prodotto finito, sono parametri irrinunciabili. D'altro canto, il D-1 è molto costoso e richiede senz'altro speciali cure nell'utilizzarlo a cominciare dalla catena in cui verrà inserito, anche se dal punto di vista del prezzo qualcosa l'industria sta facendo. Attualmente vi sono solo due case presenti sul mercato, la BTS (Bosch-Philips) e la Sony con i rispettivi modelli.

Tecnicamente poi, richiamando il fatto che esso è un 4:2:2, avremo che ogni segnale differenza-colore nella quantizzazione avrà metà della larghezza di banda della luminanza, ciò che viene considerato inaccettabile da utenti high-end. D'altro canto, invece, applicazioni grafiche avanzate spesso richiedono un segnale di key lineare, usualmente chiamato «alpha channel» che è usato per comporre immagini in effetti a più livelli o piani. Avere quindi un segnale chiave assegnato sul video (questo è consentito dal D-1) elimina la necessità di fare registrazioni separate e quindi generazioni multiple. Per utilizzare infatti tali prerogative diversi utenti in produzione, soprattutto nel trattare computer graphics, usano due macchine D-1 in registrazione contemporaneamente; una che tratterà il segnale Y ed il se-

gnale R-Y, l'altra che avrà in ingresso B-Y ed il canale alfa. Questo sistema di sampling è chiamato 4:4:4:4, ma non è ancora generalmente usale se non su grande scala e quindi per grandi utenti. Per concludere il formato del nastro è di 19 mm.

D-2

Questo formato digitale composito ha tutti i vantaggi della sua natura, unita ad un costo diciamo ragionevole nella macchina e nella gestione-nastri. Un panorama di marchi più ampio del D-1 è presente sul mercato con Hitachi, BTS, Sony ed Ampex. Esso sarà in grado di produrre generazioni multiple di copie senza apprezzabili degradazioni del segnale, con in più capacità non comuni quali, fra le altre, significativa quella di editing «una-macchina», cioè la possibilità di fare editing audio, magari per ottenere certi effetti, su una sola macchina e con un solo passaggio data dalla intrinseca capacità del «read-after-write» propria dell'unità. L'unico neo, abbastanza evidente, è il costo di gestione hardware; diversi utenti infatti lamentano l'eccessivo costo della sostituzione delle testine-video, cioè del drum (tamburo) in cui sono alloggiati le «flying heads» audio-video. Il formato nastro è sempre di 19 mm ma non compatibile con il D-1.

D-3, DX, 1/2 Digital

Le denominazioni sono molte ma in pratica si tratta dello stesso formato. Il «1/2 Digital» è il brand name della Panasonic, in sostanza un mezzo pollice tutto digitale composito mentre le denominazioni D-3 e DX sono le proposizioni date dagli organismi internazionali preposti agli standard. Certamente è il sistema su cui molti puntano in futuro, abbastanza economico e di ottima qua-



Una macchina D-1 della BTS; è il modello DCR-100. È presente sul mercato anche una macchina della Sony.

audio-video rappresenta rispetto al VHS normale. Chiaro?

8 mm HI BAND

Ancora sotto ulteriore sviluppo, a cura della Sony, è balzato prepotentemente alla ribalta dei media mondiali nella Guerra del Golfo, non in senso militare come gli SCUD, ma come mezzo video economico ed affidabile della grande CNN che ci ha dato, ahimé, una copertura pressoché contemporanea dei tragici fatti. Come non ricordare la notte dei bombardamenti su Bagdad? C'era una HI8 con intensificatore d'immagine a riprenderli. Quindi un innegabile vantaggio del formato sarà il suo costo e la sua leggerezza d'insieme, mentre le macchine che troverete in negozio sono le stesse usate dai network per il loro lavoro, e non è poco. Anch'essa quindi a componenti, Y e C, dotata di larghezza di banda della luminanza di circa 5 MHz, come il S-VHS, e di teoricamente 400 linee per millimetro di risoluzione per ambedue i sistemi, l'HI8 sembra leggermente più convincente nelle sue prestazioni, peraltro allineate con il S-VHS. È solo una scelta molto soggettiva quella di dotarsi di un sistema piuttosto che dell'altro.

lità. Spicca, tra l'altro, la inusitata durata delle sue cassette, fino a 245 minuti continui, unita ad un uso «all-purpose» che la fa assomigliare, e non a caso, alla generazione di prodotti M-II (della stessa Panasonic) antagonista a tratti del BetaCam SP (prodotto Sony).

Le sue caratteristiche, quattro canali audio digitali a 48 KHz più uno di cue, video in tracce alternate che ne consentono una banda di guardia più sicura negli occasionali dropout di nastro, ne fanno un prodotto consolidato che tra l'altro è stato scelto come prodotto ufficiale per le passate Olimpiadi di Barcellona.

dignitosa ma leggermente carente sul Signal Noise video non ne fa ancora un formato Broadcast per ogni situazione.

Paragonato comunque al video che era accettabile in ambiti ENG fino a qualche anno fa indubbiamente è un gran bel vedere. Attenzione, però, questo S-VHS non è esattamente quello che trovate nei negozi di ogni città. La differenza consiste in alcune diversità riguardanti la larghezza di banda e la differente modulazione in frequenza del segnale video in entrata, anche se il formato è lo stesso. In sintesi, il S-VHS «Broadcast» equivale a ciò che il S-VHS acquistabile in qualsiasi negozio

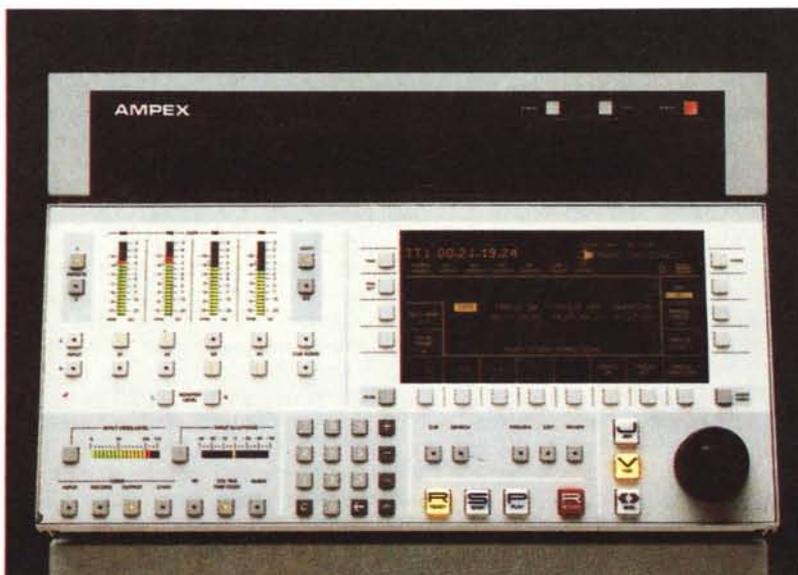
Perché digitale?

Legato ad ogni formato analogico c'è un difetto ineliminabile conosciuto come perdita di generazione. Brevemente, gli errori meccanici, come l'instabilità del nastro derivante dal meccanismo di

S-VHS

Il più conosciuto formato video, nella versione PRO, ha delle caratteristiche indubbiamente interessanti. Unita alla buona praticità di gestione, al suo costo contenutissimo che lo fa spesso adottare anche da grandi network in situazioni ENG (Electronics News Gathering) molto difficili e pericolose, ha dalla sua delle qualità innegabili. Rispetto al «parente povero» VHS, la gestione del video ha il vantaggio di non codificare mai le componenti, ciò a dire che i famosi segnali Y e C viaggiano al suo interno sempre separati evitando artifacts di codifica. C'è anche tutta una generazione di accessori video indispensabili nella produzione TV quali TBC, mixer video, character generator, appositamente predisposti per tale trattamento di segnale e ciò significa senz'altro qualcosa.

Al prezzo di una suite ENG di alto livello si potrebbe benissimo acquistare un numero almeno triplo di stazioni in formato S-VHS anche se la sua qualità,



Una delle macchine D-2 attualmente in produzione; è il modello VPR-300 della Ampex.



Una delle unità Panasonic in formato D-3 o 1/2 Digital che dir si voglia; probabilmente l'industria giapponese ha puntato molto su tale standard e i fatti gli stanno dando ragione.

trasporto non a punto, ed elettrici, come il modulare e demodulare un segnale, si mostrano come perdita di segnale video oppure come aumento di instabilità d'immagine. Tali errori si accumulano quando lo stesso video venga registrato e ri-registrato. Dopo poche generazioni, nel caso peggiore, e fino a 12, in quello migliore, gli errori accumulati nel segnale lo renderanno inusabile.

La sindrome da generazioni multiple è uno dei fattori che hanno fatto sviluppare al meglio gli apparecchi di post-produzione. I mixer quindi hanno diversi bus M/E (Mix/Effects) per la generazione di effetti speciali in-linea senza dover ricorrere a copie multiple, come anche la post-produzione nell'editing ricorre spesso a tali soluzioni.

Uno dei difetti più noti di queste degradazioni di segnale nella multigenerazione video è il Chroma Noise, o rumore video-colore. Alla lunga, i ricercatori hanno trovato che esso consiste maggiormente in modulazione di fase-colore, nello slittamento nel tempo dei trasporti-macchina e negli impropri settaggi dei VTR a riguardo del bias di nastro e delle pre/de-enfasi. I formati digitali, dal canto loro, sono pressoché insensibili a tali problemi, e ne combattono anche di analoghi. Il primo è che un tale sistema procede a registrazioni «saturate», quindi come gli zero e gli uno di una logica TTL, ogni messaggio scritto su nastro è chiaro e definito. Al contrario dei sistemi analogici dove la variabilità delle proprietà di un nastro, per esempio, può causare errori di segnale che l'elettronica non riuscirà a compensare adeguatamente.

Il dilemma dei dropout

Una seconda difficoltà con i nastri registrati analogicamente è che certe regioni dello stesso non abbiano una adeguata quantità di dominio magnetico, costante ed uniforme sotto forma di pigmento. Anche se in media essi sono dell'ordine di 10 o 20 ogni ora, come assicurano le case produttrici, gli effetti prodotti nella registrazione sono conosciuti come dropout, in sintesi buchi per mancanza di segnale. I VTR analogici, comunque, coprono il problema ritardando una porzione di segnale di playback e re-introducendolo quando il detector di dropout viene eccitato dalla presenza di uno di essi. Ma anche se sembra efficiente alla vista, la soluzione non lo fissa realmente, piuttosto lo aggira.

I formati digitali odierni compensano i dropout con uno schema di correzione di errore a più livelli. Una serie di «checksum» sono aggiunti ad ogni pacchetto di dati con un processo denominato di «outer coding». In secondo luogo, le righe di un blocco di diversi pacchetti saranno trasformate, attraverso un algoritmo di mappatura, in colonne, a loro volta anch'esse dotate di checksum con un processo di «inner coding». Questi checksum quindi non solo indicano se c'è stato un errore ma anche l'abilità a correggerlo.

I dati-video più le informazioni di correzione d'errore saranno scritti su nastro, ma non finché essi siano stati canalizzati; in altre parole saranno registrati in una maniera tale che porzioni adiacenti di nastro non conterranno mai por-

zioni adiacenti dell'immagine video. Il risultato sarà così che qualsiasi difetto di nastro, dato dalla non perfetta lettura o da transienti elettrici deteriorerà l'immagine solo in una piccola parte, mai sull'intero.

Tali sistemi di correzione d'errore sono estremamente potenti; prove di laboratorio hanno dimostrato che un grafico longitudinale, largo 1 mm, che attraversi il nastro di una registrazione in D-2 non è visibile in playback. Ma le protezioni non finiscono qui. Una di esse riguarda anche la processione del segnale d'intervento; gli algoritmi di «error concealment» potranno ricostruire digitalmente porzioni di segnale che sono troppo lontani dal sistema di correzione di errore principale. Tali sistemi funzionano tipicamente lavorando sulla quantizzazione dei pixel tutt'intorno a quello mancante, approssimandolo in modo matematico al mancante.

Sviluppo del digitale

Tutti i formati digitali attualmente in commercio sono così digitalizzazioni di formati analogici già esistenti. I vantaggi più importanti in tale ambito vengono dalle strategie di correzione d'errore che li fanno divenire esenti da tali difetti, oltre alla qualità intrinseca dei canali d'ingresso, a componenti.

Ma abbiamo pur sempre un nastro che scorre e delle testine rotanti che agiscono, cioè mezzi fisici a contatto. E qui ci corre l'obbligo di pensare a quando le videoregistrazioni saranno economiche ed affidabili nel dominio della compressione dei dati tipica di un mezzo come il computer, aspettando con fiducia sviluppi commerciali seri di JPEG, per le immagini fisse, e dell'MPEG per quelle in movimento. Le potenzialità sono estremamente interessanti, speriamo che il tempo d'attenderele non sia eccessivamente lungo.

In conclusione, i nuovi formati analogici sono tutti creati interrompendo il segnale in qualche punto della catena tra l'RGB ed il composito, mentre i nuovi formati digitali consistono nella digitalizzazione di un formato analogico. Andando più in là, una volta che l'industria dei computer entrerà nel gioco televisivo, di certo i ruoli cambieranno. Tutte le risse tecniche che non sono state ancora risolte potrebbero essere azzerate, mentre più di un pronostico nell'industria evidenzia il fatto che un'integrazione video-recorder-computer è più vicina di quanto non sembri, forse a livello di schede da inserire in una black-box e magari in un nuovo linguaggio interpretato alla stregua di un ipotetico «Movie PostScript».

MS