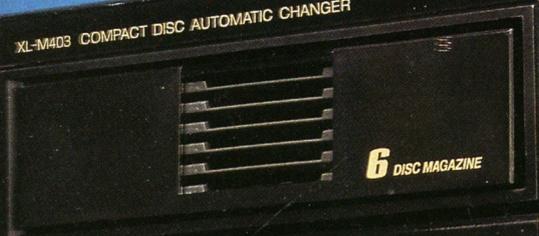


JVC

POWER

ON STANDBY

XL-M403 COMPACT DISC AUTOMATIC CHANGER



COMPACT DISC DIGITAL AUDIO

SINGLE-PLAY TRAY

EJECT

OPEN/CLOSE

MULTI MODE DISPLAY

REMOTE SENSOR

6 TRACK 00:00:00:00

DISC 6 5 4 3 2 1 P

PEM D-D-CONVERTER

Pulse Edge Modulation Differential Linearity Errorless D/A Converter

4th ORDER NOISE-SHAPING D/A CONVERTER  
8 TIMES OVERSAMPLING/NOISE-SHAPING DIGITAL FILTER

+10 EDIT TIME +1

EDITING

SIDE A/B

MEMORY

CALL

REPEAT

PLAY MODE

SEARCH

STOP/CANCEL

⏪

⏩

■



GIRACD  
JVC XL-M403  
L. 955.000



# Questo «Juke-box Vi Convincerà»

Quando un giraCD unisce ad un prezzo sicuramente vantaggioso qualche funzione in più e prestazioni musicali degne di nota, e magari si comporta magnificamente alle «misure», allora certamente costituirà un buon affare per l'audiofilo tanto esigente, quanto, perché no, anche un po' pigro.

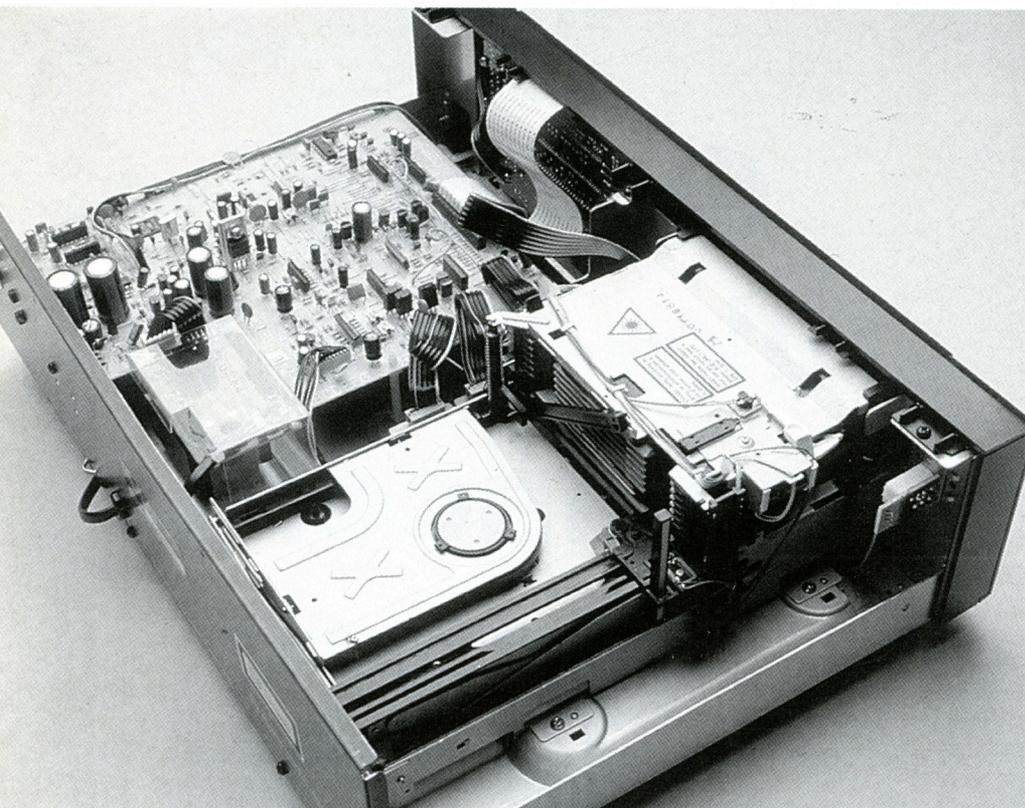


LETTORE CD: JVC XL-M403 - COSTRUTTORE: VICTOR COMPANY OF JAPAN LTD., TOKYO, JAPAN - IMPORTATORE: JVC ITALIA S.P.A., MILANO OLTRE, PALAZZO TIEPOLO, VIA CASSANESE, 20090 SEGRATE (MI) - GARANZIA: 1 ANNO - PREZZO: L. 955.000 IVA INCLUSA.

## LE CARATTERISTICHE

### DICHIARATE

Distorsione armonica totale (1 kHz): 0,0025%  
Gamma dinamica (1 kHz): 98 dB  
Rapporto segnale/rumore: 104 dB  
Risposta in frequenza: 2 Hz-20 kHz  
Separazione fra i canali (1 kHz): 94 dB  
Wow & Flutter: non misurabile  
Livello di uscita: 2,0V RMS  
Dimensioni (L x A x P): 435 x 126 x 319 mm  
Peso: 5,1 kg



**QUESTO  
«JUKE-BOX VI  
CONVINCERÀ»**

Nel panorama della riproduzione digitale si assiste sempre di più a fenomeni innovativi da parte dei costruttori tendenti a contendersi fette di mercato a suon di «invenzioni», capaci di estrarre sempre più musicalità dai nostri amati dischetti. Si è passati quindi alla guerra del campionamento prima doppio poi quadruplo poi ottuplo, alle battaglie a colpi di bit, «chi più ne ha più ne tolga!» e così via. Di pari passo sono nati prodotti capaci di fornire oltre che prestazioni più o meno buone sicuramente tante funzioni accessorie che in più di una occasione avranno delizioso occhio e mani dei più incontentabili.

**UN CONVERTITORE D/A  
TUTTO NUOVO**

L'apparecchio in prova questo mese, il JVC XL-M403, fa parte dell'ultima generazione di prodotti a 1 bit del costruttore giapponese appartenente al colosso Matsushita (la Japan Victor Company ne è praticamente la divisione ricerche), ed è dotato di un convertito-

L'interno del multiletto JVC, con la complessa meccanica di caricamento dei dischetti.

**Il monobit della J.V.C.: più ipotesi che certezze**

Come già preannunciammo su Stereoplay 188, il circuito integrato di conversione JCE4302, di cui è equipaggiato questo cambiaCD, contiene un filtro digitale anti-immagine ad interpolazione ottupla, un modellatore di rumore di tipo Sigma-Delta del 4° ordine, e una coppia di convertitori a commutazione per ciascun canale, funzionanti secondo un principio che la casa ha denominato Pulse Edge Modulation.

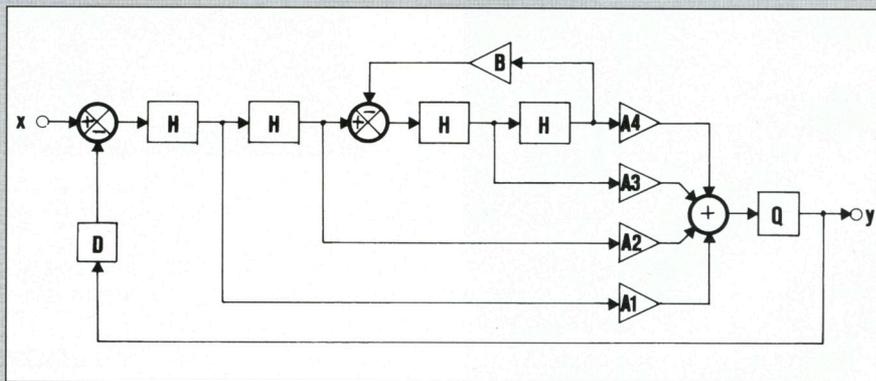
Del modellatore a tutt'oggi è noto per via ufficiale soltanto l'ordine di integrazione del filtro, che implica una pendenza dello spettro del rumore di 24 dB per ottava. Ciò significa che la potenza di rumore in banda audio è più attenuata rispetto agli altri modellatori del 3° e del 2° ordine, al prezzo di un suo maggiore incremento intorno alla metà della frequenza di sovracampionamento, dove però viene attenuata dal filtro analogico passa-basso. Da indiscrezioni di provenienza Philips e Technics si sa che il sovracampionamento in uscita dovrebbe essere di un fattore 32 e che i livelli di riquantizzazione dovrebbero essere 15. Può sembrare un controsenso che la maggior parte delle informazioni riguardanti un circuito provengano da altre case costruttrici, ma evidentemente i fabbricanti sono più propensi a svelare i «segreti» dei loro concorrenti che i propri!

Ciò che ancora non sappiamo è se si tratti di un modellatore ad uno o a più stadi, e nel secondo caso come siano ripartiti i livelli tra i vari quantizzatori; con questo margine di incertezza, possiamo ipotizzare che il rapporto S/N intrinseco nel circuito in gamma audio sia teoricamente di 120~126 dB. Qualora però il filtro di controreazione non fosse un semplice integratore, ma presentasse uno o più zeri in banda di arresto (come nell'esempio illustrato nello schema) tali valori potrebbero essere incrementati fino a una decina di deciBel. In ogni caso si tratterebbe di S/N ampiamente superiori a quello del filtro numerico,

che diventerebbe pertanto il fattore limitante nella dinamica dell'intero processo di conversione. Ma qui ci troviamo di fronte ad un altro interrogativo, poiché del FIR non viene dichiarato neppure di quanti bit siano i campioni filtrati.

La PEM invece è la peculiarità tecnica di questo apparecchio su cui siamo in grado di formulare le ipotesi più attendibili, per le quali rinviamo al paragrafo «Molti impulsi a basso clock».

S.R.



Schema a blocchi del modellatore di rumore incorporato nei circuiti di conversione A/D a sovracampionamenti utilizzati nei registratori DAT J.V.C. dell'ultima generazione (XD-Z505 e XD-Z1010). Sviluppato congiuntamente dalla texana Crystal Semiconductor Corp. e dalla nipponica Asahi Kasei Microsystems, è costituito da un singolo modulatore a quadrupla integrazione, stabilizzato dai coefficienti di reazione positiva A; l'anello di controreazione B intorno al 3° e al 4° integratore rimuove una coppia di zeri della funzione di trasferimento dalla corrente continua, incrementando di c. 10 dB il rapporto S/N.

I modellatori dei convertitori D/A utilizzati in questo e negli altri giraCD J.V.C. potrebbero avere una struttura molto simile a questa, ma non si può neppure escludere che siano di tipo multistadio.

re Pulse Edge Modulation Differential-Linearity-Errorless D/A in breve detto P.E.M. DAC, progettato per eliminare i tipici errori dei convertitori tradizionali (distorsione di passaggio per lo zero, non linearità, rumore) e per fornire prestazioni musicali di elevato standard grazie ad un noise-shaper di IV ordine che, in unione a due P.E.M. DAC capaci di ottenere una risoluzione doppia rispetto ai convertitori tradizionali, mette in condizioni il sistema di lettura di riprodurre nel modo più fedele i segnali più delicati. Il campionamento del filtro digitale è ottenuto, pick up laser e sistema di sospensione sono dell'ultima generazione; il caricamento frontale prevede due opzioni: cassetto tradizionale e caricatore da sei dischi.

## COME È FATTO?

Il CD Player JVC XL-M403 è sicuramente un lettore che inserito nella propria catena di riproduzione non passerà inosservato. Di dimensioni non troppo sottili (parliamo della altezza), la sua estetica si distingue subito per il particolare del doppio caricamento; sulla sinistra accanto al tasto di accensione, sono dislocati la slitta per l'inserimento del caricatore con i 6 dischi e, sotto la stessa, il cassetto «tradizionale» per il funzionamento più classico con un solo CD inseribile. Alla destra del vano per il caricatore il tasto EJECT ne permette la rapida estrazione; nel caso stia suonando uno dei 6 dischi, occorrono circa 4 secondi prima che il caricatore possa essere riempito ed espulso. Il display è bellissimo ed ampio, acceso mostra con un tenue giallo-ambra il numero ed il tempo del brano, il numero di disco, il modo di riproduzione (continua, programmata o a caso) ed altre funzioni quali la ripetizione singola o multipla.

Alla destra del display, 7 tastini, uno contraddistinto dalla lettera P e gli altri 6 numerati dal n.1 al n. 6, permettono la riproduzione a scelta di uno dei 6 dischi del caricatore o di quello inserito nel cassetto singolo.

Nella parte inferiore trovano posto i tasti per le funzioni di editing, di programmazione, di ricerca del brano mentre il tasto di Play/Pausa è situato all'estrema destra dell'apparecchio in alto e sopra la presa per la cuffia. L'allestimento interno è dominato dal complesso sistema di multi-lettura, realizzato con criteri di buon isolamento dalle vibrazioni. La componentistica è, in generale, di buon livello. Accurato il cablaggio, pur con qualche filo-piattina svolazzante.

Sul pannello posteriore dello chassis troviamo una sola uscita analogica tradizionale (avremmo sicuramente apprezzato la presenza di una di tipo digitale anche in relazione all'avvento dei DAT che consentono l'effettuazione di copie digitali) nonché il consueto cordone di rete.

Il telecomando in dotazione, piccolo e funzionale, permette di accedere a tutte le funzioni dell'XL-M403, ed ha in più la possibilità, grazie alla tastiera numerica, di ricercare i brani in modo diretto.

Dicevamo della funzione editing: essa permette, una volta impostata, di poter effettuare precise registrazioni solo inserendo, tra-



Il completo telecomando dell'XL-M403.

mite la funzione Edit time, la lunghezza del nastro su cui dovremo registrare; il lettore a quel punto dividerà i brani da registrare sul lato A da quelli da registrare sul lato B escludendone alcuni qualora la lunghezza del nastro non consenta la registrazione totale del disco.

Vediamo quindi che il CD Player JVC svolge tutte quelle funzioni a cui ormai gli amanti delle comodità non possono più fare a meno, ma non solo, perché ecco che con la doppia possibilità di inserimento non sarà più necessario dover immettere un caricatore con magari un solo disco o doverne togliere uno da una selezione già programmata per inserirne e quindi ascoltarne uno diverso; con il doppio sistema le selezioni nel caricatore saranno comunque sempre indipendenti dall'utilizzo del CD Player in modo convenzionale... e vi pare poco?

Per i pigri esiste anche la possibilità di impiego sincronizzato con i componenti dotati di prese Synchro che permettono tale funzionamento telecomandabile.

## IMPRESSIONI DI ASCOLTO

Inserito nella nostra catena-impianto di riferimento, questo «Multilettore» ha esibito una certa personalità, che possiamo riassum-

mere entro certi limiti attraverso impressioni di ascolto relative a tre buone incisioni su CD quali: Letter From Home (Pat Metheny Group) Hands on (Warren Bernhardt) e Living It Up (Bill La Bounty).

La chitarra di Metheny è resa con dolcezza ed estrema precisione come pure le piccole percussioni latine che ben si stagliano attorno allo strumento leader. L'immagine stereo, seppur non brillante per verticalità, è molto ampia orizzontalmente e ciò lo si nota ascoltando il bellissimo piano di W. Bernhardt, che risulta pieno e molto corposo come pure ben dimensionato è il contrabbasso di Marc Johnson che lo accompagna.

La gamma bassa è pronta e veloce e, crediamo di poter affermare, tipicamente «single bit». Per quanto riguarda la voce, quella di Bill La Bounty è sicuramente un test probante, l'XL-M403 ce la restituisce in maniera molto dolce; la voce maschile di La Bounty è una voce calda e nello stesso tempo piuttosto ricca di «sprint»; il riuscire a riprodurla nel modo più naturale possibile è a nostro avviso un titolo di merito per il multilettore, che appartenendo alla fascia media di un mercato sicuramente saturo di prodotti, saprà sicuramente farsi largo se non a «suon di bit» (ormai tutti ne hanno pochi) a forza di una peculiarità, come quale il cassetto indipendente che non può non passare inosservato.

## TIRANDO LE SOMME

Concludendo si può senz'altro affermare che il CD in esame a nostro avviso rappresenta un passo quasi obbligato per tutti coloro che, accingendosi ad acquistare un CD

### In breve il test del JVC XL-M403

**ESTETICA:** Fortemente influenzata dalla presenza del doppio cassetto di caricamento; stile prettamente nipponico. **9**

**VERSATILITÀ:** Sicuramente molta, considerate le numerose possibilità di riproduzione offerte dai due caricatori. **10**

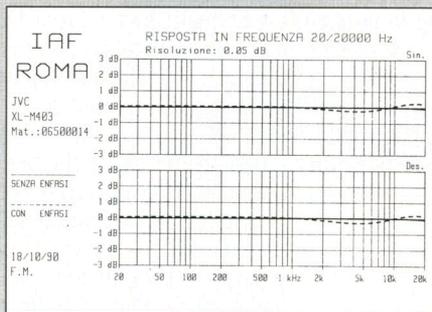
**COSTRUZIONE:** Esattamente consona alla tradizione JVC; da evidenziare l'adozione della recentissima tecnologia P.E.M. **9**

**PRESTAZIONI:** Di gran lunga superiori alla media e, a dire il vero, alle aspettative. Una buona performance, davvero! **10**

**PREZZO:** Se si considera l'affidabilità e le caratteristiche dell'apparecchio, giustamente commisurato. **9**

# JVC XL-M403: le misure

**Risposta in frequenza 20/20000 Hz**



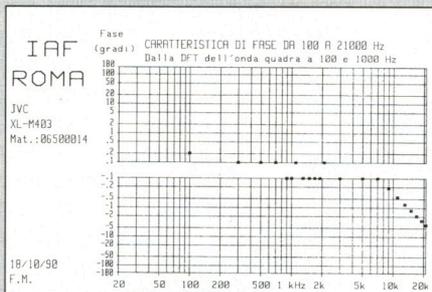
**Risposta in banda di transizione.**

**Attenuazione a frequenza di Nyquist (22050 Hz): -6.3 dB**

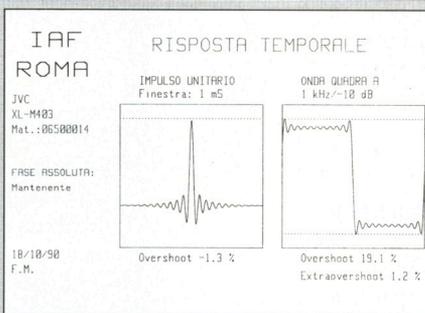
**Pendenza a frequenza di Nyquist: 177 dB/ottava**

*Risposta perfetta, sono osservabili minuscole ondulazioni solo ad enfasi attiva, che però ormai riteniamo con ragionevole sicurezza di poter attribuire alla caratteristica di incisione del CD test Denon. Note alquanto positive vengono anche dal filtro digitale, che è certamente da annoverare nella schiera dei più potenti attualmente inseriti nei CD player.*

**Caratteristica di fase da 100 a 21000 Hz.**

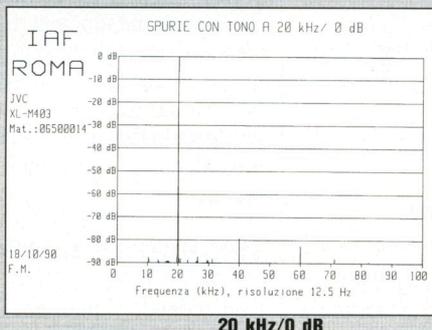


**Risposta temporale (impulso ed onda quadra)**



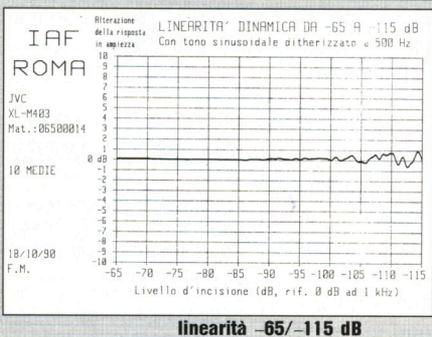
*Risposta in fase alquanto coerente, con le alte in leggerissimo ritardo (-3.8 gradi a 21 kHz). Ottima, di conseguenza, la risposta temporale, che mostra alterazioni dei valori di picco da quelli teorici contenute entro l'1.3%.*

**Spurie in banda 0-100 kHz**

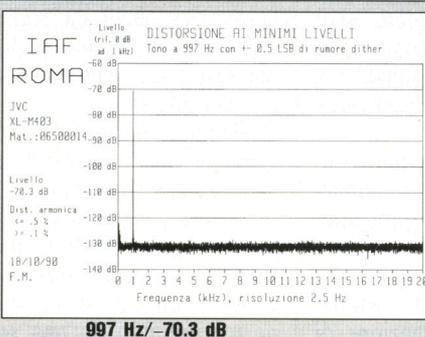


*Pressoché immacolato lo spettro dei 20 kHz/0 dB, ad eccezione di una piccolissima dose di seconda e terza armonica. Nella norma il decadimento spettrale del rumore bianco, il cui andamento farebbe supporre l'esistenza di una energica filtrazione analogica oltre i 40 kHz.*

**Linearità dinamica da -65 a -115 dB (tono a 500 Hz) ± 1 LSB dither.**



**Distorsione ai bassi livelli (997 Hz/-70.3 dB ± 0.5 LSB dither).**



*Tanto di cappello, di fronte ad una linearità che è in assoluto la migliore fino ad oggi misurata e che ha riscontro solo in pochi altri apparecchi monobit testati negli ultimi tempi (uno dei quali sempre della JVC).*

**Tensione ed impedenza di uscita ad 1 kHz/0 dB uscita linea**

**tensione impedenza**

sinistro  
**2.23 volt  
454 ohm**

destra  
**2.24 volt  
450 ohm**

*Tensione d'uscita nella media e bilanciata, impedenza d'uscita tanto bassa da non creare problemi.*

**Rapporto segnale/rumore in assenza di segnale**

**lineare pesato «A»**

sinistro  
**126 dB  
129 dB**

destra  
**126 dB  
129 dB**

*Risultati stratosferici, collimanti con il rumore residuo della strumentazione e di molto inferiori a quelli misurabili con l'apparecchio spento (!), pertanto ottenuti con un muting attivato dal riconoscimento di una sequenza strumentale di zero. Il circuito di conversione in sé è comunque molto basso, come rilevabile dagli spettri dei segnali di bassissimo livello.*

**Separazione tra i canali**

**20 Hz  
112 dB**

**1 kHz  
98 dB**

**20 kHz  
74 dB**

*Separazione molto alta, pur non ai limiti all'estremo superiore.*

Player dalle buone prestazioni soniche e dal costo contenuto, vorranno entrare in possesso di un lettore dotato di quelle facilities in

più da farlo preferire a quelli di pari costo. Una veloce occhiata alle misure conferma la grande qualità di questo prodotto, visti i ri-

sultati positivi in modo davvero eclatante. A buon intenditor... 7 CD!!!

Mariano Mauro

# MOLTI IMPULSI A BASSO CLOCK

Pulse Edge Modulation significa letteralmente «modulazione dei margini (o bordi) degli impulsi», dove per «margini» si intendono le linee verticali che delimitano gli impulsi in corrispondenza dei fronti di salita e di discesa. Si potrebbe obiettare che anche nella normale PWM (Fig. 1c) i margini degli impulsi vengono modulati (reciprocamente allontanati o avvicinati) in funzione della larghezza (o durata) degli impulsi stessi, ma nel caso della PEM le cose vanno in modo leggermente diverso.

## IN CHE COSA CONSISTE

Fra i metodi elementari di modulazione degli impulsi figurano la PWM e la PPM (Fig. 1c, d): nella prima l'ampiezza del segnale analogico viene rappresentata dalla larghezza che gli impulsi assumono nei corrispettivi periodi di campionamento, mentre nella seconda viene rappresentata dalla posizione temporale degli impulsi. Nella PWM quindi, gli impulsi diventano, ad esempio, più larghi quando l'ampiezza del segnale aumenta e più stretti quando diminuisce (Fig. 1b, c), ma la loro posizione resta invariata; nella PPM invece, gli impulsi possono essere ad esempio posticipati quando il segnale aumenta d'ampiezza ed anticipati quando diminuisce (Fig. 1b, d), ma la loro larghezza resta costante. Possiamo quindi ipotizzare una forma di doppia modulazione di posizione e di larghezza in cui, ad esempio, all'aumentare dell'ampiezza del segnale gli impulsi vengano posticipati ed allargati, e al diminuire dell'ampiezza vengano anticipati e ristretti (Fig. 1b, e): in pratica ogni impulso di questa PP&WM assume la posizione del corrispondente impulso in PPM e la larghezza del corrispondente in PWM. Una modulazione siffatta non è di immediata utilità pratica in campo audio, ma può aiutarci a capire come è strutturata la PEM.

Frattanto si badi a non confondere la PP&WM con la TEPWM (Fig. 1f): quest'ul-

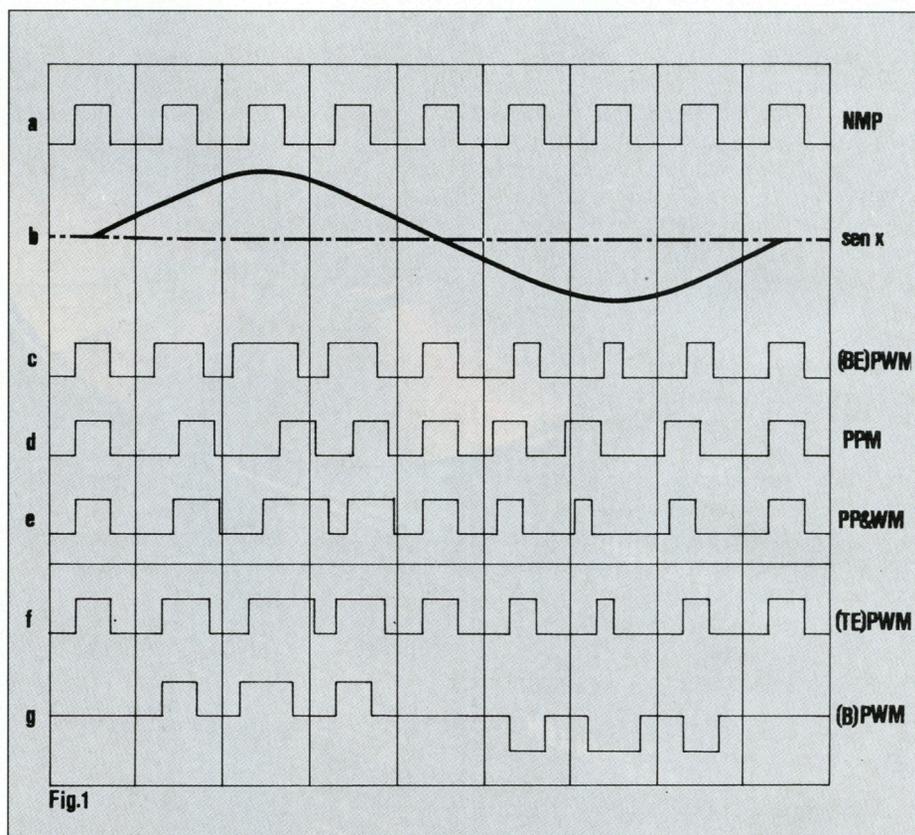


Fig. 1 - Schema di alcuni metodi di modulazione degli impulsi. a) Impulsi non modulati. b) Onda sinusoidale modulante. c) (Both Edges) Pulse Width Modulation: modulazione di larghezza di impulsi (su entrambi i margini); detta anche modulazione di durata di impulsi: PDM. d) Pulse Position Modulation: modulazione di posizione di impulsi; detta anche modulazione di fase di impulsi. e) Pulse Position and Width Modulation: modulazione di posizione e larghezza di impulsi (o di fase e durata); analoga alla Pulse Edge Modulation. f) (Trailing Edge) Pulse Width Modulation: modulazione di larghezza di impulsi (sui margini di coda, cioè sui fronti di discesa). g) Bipolar Pulse Width Modulation: modulazione di larghezza di impulsi bipolare, che in genere viene eseguita su entrambi i margini.

tima infatti modula la larghezza degli impulsi spostando soltanto il margine dei fronti di discesa, e lasciando i fronti di salita nelle stesse posizioni temporali che occupavano nella sequenza non modulata (Fig. 1a); di conseguenza i punti intermedi degli impulsi risultano posticipati o anticipati. Nella PP&WM invece, ma anche nella BEPWM, vengono spostati entrambi i fronti, e nella

BEPWM tale spostamento è simmetrico, in modo che ciascun punto intermedio resti al centro del rispettivo intervallo di campionamento.

Da notare infine che tutte le modulazioni fin qui prese in considerazione sono unipolari, in quanto sfruttano soltanto un livello basso (equivalente a zero) ed un livello alto (equivalente ad uno); sommando o sottraendo le

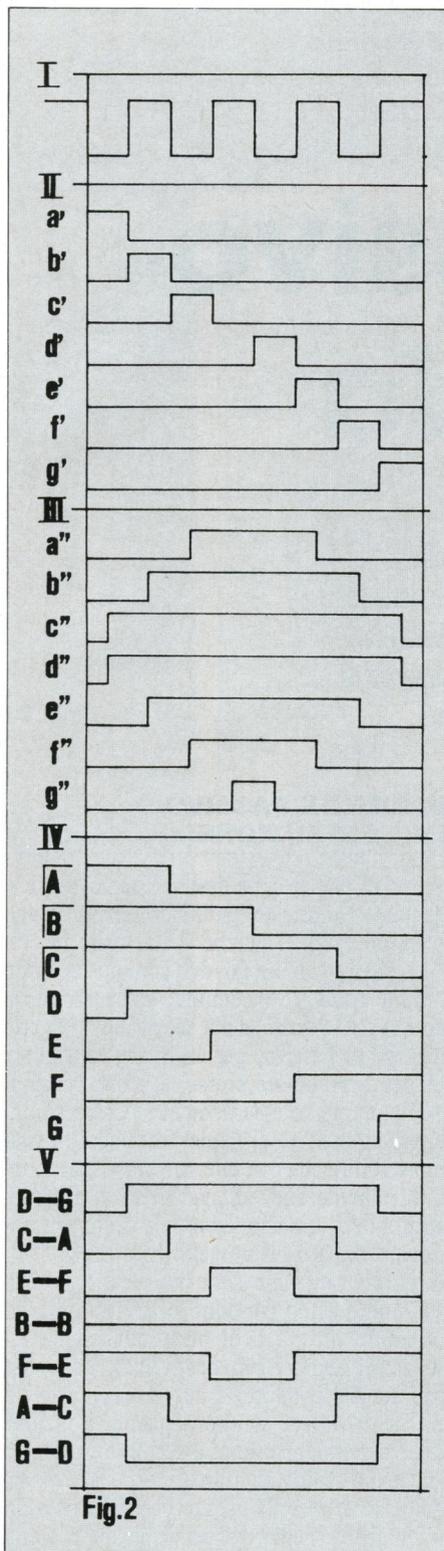


Fig. 2

Fig. 2 - Schema teorico di formazione degli impulsi PEM (IV) a partire da due serie immaginarie di impulsi PPM (II) e PWM (III); seguito dallo schema di composizione degli impulsi PEM (IV) in impulsi PWM bipolari (V). Le coppie di lettere che affiancano gli impulsi della V serie indicano i corrispondenti impulsi della IV serie da cui vengono ottenuti per sottrazione; ad esempio: sottraendo l'impulso A dal C in IV si ottiene l'impulso C - A in V.

forme d'onda di due modulatori a due livelli, però, è molto facile realizzare una modulazione bipolare a tre livelli, uno intermedio (zero) e due estremi (+1 e -1). Negli impieghi audio questo metodo è particolarmente vantaggioso se applicato ai modulatori BEPWM, poiché consente di generare forme d'onda simmetriche sia rispetto al tempo (dimensione orizzontale) sia rispetto all'ampiezza (dimensione verticale) (Fig. 1g).

Ora supponiamo di poter generare, in corrispondenza della frequenza di clock di Fig. 2/I, i sette impulsi illustrati in Fig. 2/II ed i sette in Fig. 2/III (in realtà non è possibile). Degli uni è modulata la posizione (PPM) e

degli altri la larghezza (PWM); se moltiplicassimo ordinatamente la prima serie per la seconda, otterremmo gli impulsi di Fig. 2/IV:

$a' \times a'' = A$ ;  $b' \times b'' = B$ ; ...  $g' \times g'' = G$ . Ebbene, gli impulsi da A a G sono del tipo di quelli prodotti dalla PEM; essi non vengono ottenuti dal processo di «moltiplicazione» appena esemplificato, bensì mediante circuiti logici che posizionano indipendentemente i fronti di salita e quelli di discesa: pertanto l'acronimo scelto dalla J.V.C. è legittimo ed appropriato. L'ipotesi della «moltiplicazione» serve ad evidenziare le connotazioni che legano questo metodo sia alla PPM sia alla

Rapporto f.clock/ f.sovracamp.	Numero dei valori producibili		
	PWM unipolare 1 DAC/canale	PWM bipolare 2 DAC/canale	PEM bipolare 2 DAC/canale
2	1	3	3
3	(asimm.)	3	5
4	2	3	7
5	(asimm.)	5	9
6	3	5	11
7	(asimm.)	7	13
8	3	7	15
10	5	9	19
12	5	11	23
16	7	15	31
20	9	19	39
24	11	23	47

Tabella - Quantità massime dei differenti valori di larghezza degli impulsi (e perciò di livelli rappresentabili) mediante tre metodi di modulazione, in funzione del rapporto tra frequenza di clock e frequenza degli impulsi stessi. Le quantità sono limitate dalle seguenti condizioni: i livelli non-nulli (positivi o negativi) non devono essere mantenuti per l'intero periodo di sovracampionamento (per evitare componenti in continua); i valori di larghezza devono essere equispaziati, cioè devono stare tra loro negli stessi rapporti dei numeri naturali (per una diretta corrispondenza con i valori delle quantizzazioni lineari); tutti i valori devono essere simmetrici rispetto ad un valore intermedio nullo; gli impulsi devono essere temporalmente simmetrici rispetto all'istante intermedio del periodo di sovracampionamento.

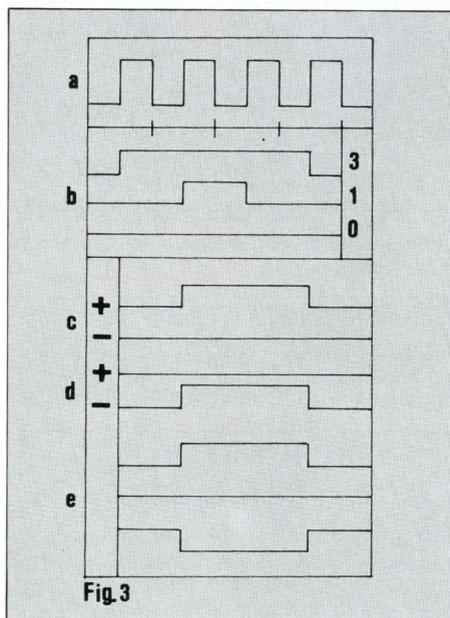


Fig. 3

Fig. 3 - Larghezze di impulsi (simmetriche) ottenibili dalla PWM unipolare (b) e bipolare (e), per una frequenza di clock pari al quadruplo di quella degli impulsi (a).

PWM, differenziandolo quindi dalle classiche implementazioni dell'una e dell'altra.

Gli impulsi di Fig. 2/IV presentano lo svantaggio di essere tutti temporalmente asimmetrici, cioè «decentrati» rispetto al periodo di campionamento, ma combinando differenzialmente due modulatori PEM unipolari si possono ottenere (in ambito analogico) forme d'onda bipolari totalmente simmetriche, come illustra la Fig. 2/V. Queste risultano strutturalmente identiche agli impulsi prodotti dalla PWM bipolare (Fig. 1g), per cui si presenta l'interrogativo: perché servirsi di una tecnica di generazione più complessa (appunto la PEM) per approdare alle stesse forme d'onda della più semplice PWM? Il motivo è il maggior «rendimento» della PEM in termini di rapporto tra quantità di larghezze diverse degli impulsi (cioè di livelli d'ampiezza rappresentabili) e frequenza di clock.

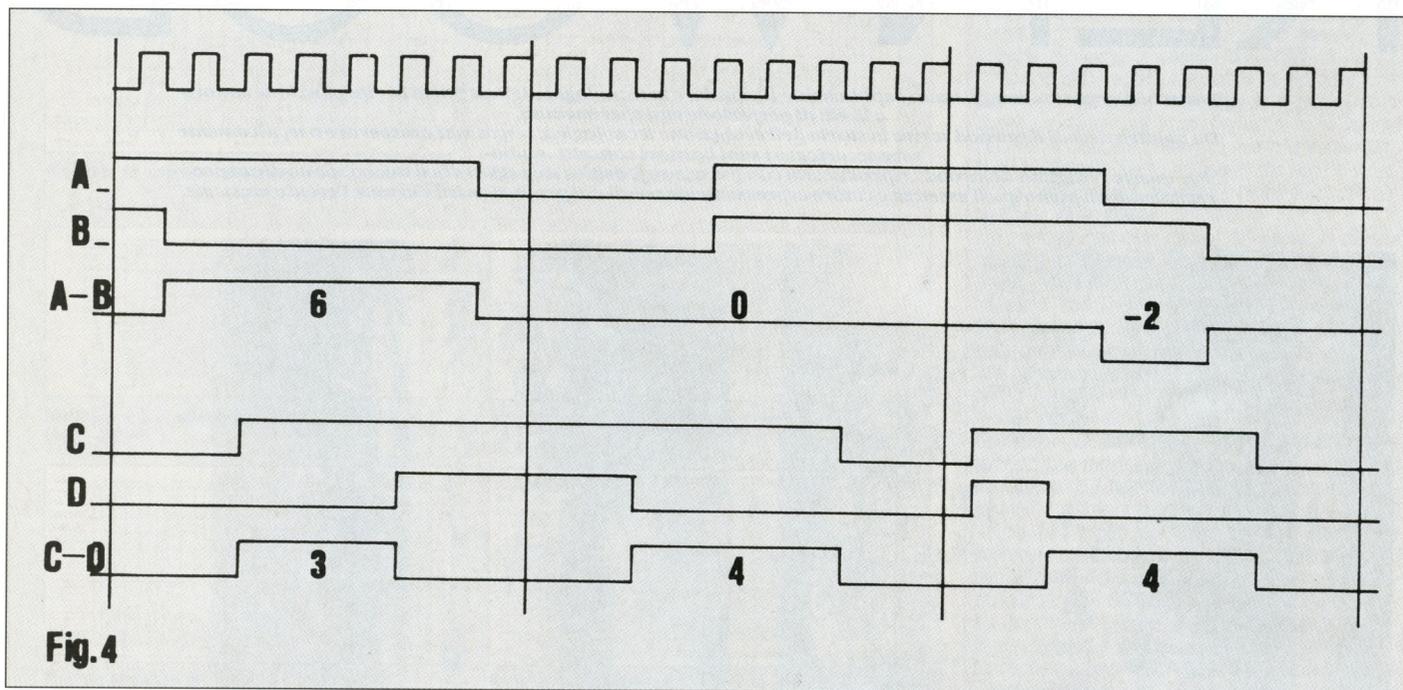
### A CHE COSA SERVE

Il segnale di clock può essere utilizzato o facendo «salire» e «scendere» gli impulsi mo-

**MULTI IMPULSI  
A BASSO CLOCK**

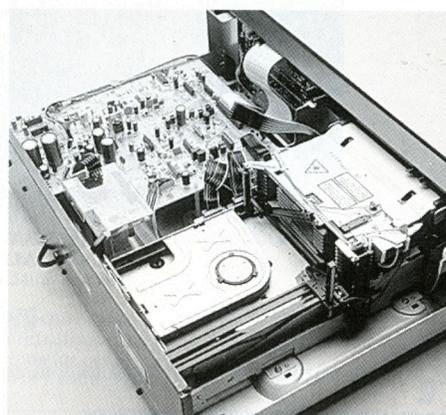
generatori bisognerebbe limitarsi ad utilizzare un solo impulso positivo ed uno negativo (Fig. 3c, d), per un totale di 3 livelli rappresentabili (Fig. 3e). Con la PEM, invece, nelle stesse condizioni si possono rappresentare

pratica) ed equivalenti al doppio più uno nel caso di rapporti pari. Con una frequenza di clock 8 volte superiore a quella di campionamento, come è nel circuito della J.V.C., ad esempio, adottando la PWM non sarebbe



**Fig. 4** - Esempio schematico quantitativamente realistico della modulazione PEM su tre periodi di sovracampionamento consecutivi; per una serie di valori reciprocamente distanziati (anche nella polarità) e per una serie che varia lentamente. Si basa su ipotesi attendibili ma non certe, per cui la successione delle transizioni potrebbe in realtà seguire un ordine leggermente diverso da quello illustrato. Possono essere ottenuti impulsi positivi di 7 larghezze differenti, più i 7 negativi opposti, più l'impulso nullo.

dulati in corrispondenza delle transizioni positive (dal livello basso a quello alto) del clock, oppure facendo salire gli impulsi in corrispondenza delle transizioni positive e facendoli scendere in corrispondenza di quelle negative: con il primo sistema (che è quello della PWM, v. Fig. 3b) si ottengono una certa quantità di impulsi temporalmente simmetrici, quindi utilizzabili, ed una quantità superiore di impulsi asimmetrici inutilizzabili; con il secondo sistema (quello della PEM, v. Fig. 2/IV) si ottengono solo impulsi asimmetrici, che però possono essere combinati a coppie, producendo una quantità circa doppia di impulsi simmetrici utilizzabili. Supponendo, ad esempio, di avere una frequenza di clock 4 volte superiore a quella di sovracampionamento, cioè 4 periodi di clock per ciascun impulso (Fig. 3a), con la PWM unipolare si possono produrre solo 2 impulsi simmetrici la cui durata sia inferiore al periodo di campionamento, più un impulso nullo costituito dal mantenimento del livello basso (Fig. 3b). Ma l'impulso più largo ha una larghezza tripla di quella del più stretto; manca cioè l'impulso di larghezza doppia. Perciò combinando differenzialmente due



L'interno del multilettores JVC XL M403.

ben 7 livelli, come abbiamo già visto nella Fig. 2/V. Elenchiamo quindi nella tabella allegata le quantità di livelli ottenibili dalla PWM e dalla PEM in funzione del rapporto con la frequenza di clock, e si può constatare che nella configurazione bipolare la PEM può produrre quantità di livelli equivalenti al doppio meno uno rispetto alla PWM nel caso di rapporti dispari (non utilizzati in

stato possibile generare più di 7 livelli; viceversa per produrre i 15 livelli ottenuti mediante la PEM, la PWM avrebbe richiesto una frequenza di clock quadrupla, pari cioè a 32 volte quella di sovracampionamento. Un esempio rappresentativo del funzionamento dei modulatori contenuti nel JCE4302 è illustrato nella Fig. 4, dove si vede che generalmente gli impulsi PEM componenti (A,B) si estendono su due periodi contigui e concorrono alla formazione di due impulsi PWM successivi (A - B), secondo lo schema di composizione dei livelli: alto - basso = alto (positivo); alto - alto = basso - basso = intermedio (nullo); basso - alto = basso (negativo). Solo nel caso di ripetizione consecutiva dello stesso valore (nell'esempio, 4 e 4) gli impulsi PEM necessitano di una doppia commutazione di livello all'interno del medesimo periodo (C, D). La frequenza di sovracampionamento è pari a 32 volte quella di canale, cioè a 1,4112 MHz, e quella di clock è 8 volte maggiore, cioè 11,2869 MHz, derivata da un oscillatore al quarzo da 16,9344 MHz. Sono rappresentati i valori da -7 a +7. Salvo errori ed omissioni. Sandro Ruggieri □