



LETTORE CD



KENWOOD L-1000D

di UMBERTO NICOLAO

Tra le miriadi di componenti che ultimamente vedono il loro debutto sul mercato facendo sfoggio di questa o quella tecnologia monobit, Kenwood ci propone una realizzazione apparentemente in controtendenza, in considerazione del suo stadio di conversione a 16 bit. Si tratta di un CD player progettato senza compromessi, con il chiaro intento di entrare nel novero delle apparecchiature più acclamate e più sognate dagli italiani. Ma questo l'ha già detto qualcuno...

Il Kenwood L-1000D fa parte di una serie di apparecchiature denominata dalla casa nipponica L1000 che, oltre che dal CD player di cui alla prova corrente, è composta da un preamplificatore (L-1000C) e da un finale di potenza (L-1000M) da oltre 150 W per canale (erogati su 8 ohm), tutti caratterizzati dalla stessa linea monumentale. Questo trio rappresenta il punto

massimo della produzione attuale di Kenwood.

L'aspetto dell'L-1000D è veramente degno di nota; raramente ci si imbatte in realizzazioni così ben fatte.

Tra gli appunti che mi sono segnato per primi vi sono anche tre aggettivi che ampiamente descrivono questo CD player: monolitico, massiccio, imponente.

Imponente perché l'appassionato riceve una sensazione di maestosità come, mi si passi il confronto, quando si osservano le cascate del Niagara o qualcuna delle meraviglie del mondo. Si rimane attoniti, come per non disturbare.

Monolitico perché meccanica ed elettronica sembrano trovare spazio all'interno di un unico blocco di pietra del colore del basalto scavato a fatica e dopo infruttuosi tentativi.

Massiccio per il suo peso, che tra gli effetti secondari mi ha provocato un non desiderato mal di schiena, derivante, per l'appunto, dagli spostamenti dell'unità durante le prove di ascolto.

Costruttore: Kenwood Corp. Tokyo 150 - Giappone.
Distributore: Kenwood Linear - Via Arbe, 50 - 20125 Milano - Tel. 02/68.84.741.
Prezzo di listino: Lit. 2.803.000.

Kenwood L-1000D

Presentazione

E questo non è tutto.

Alcune trovate sono inconsuete come il tasto di accensione del tipo Soft Touch, di fatto il CD player risulta sempre alimentato (anche se in standby), o il pulsante circolare per l'apertura del cassetto porta CD o ancora la possibilità di funzionamento a display spento.

Stupisce anche l'estrema essenzialità dei comandi disponibili sul pannello frontale, meno di così proprio non si può. Ingannatore è poi un fregio a U che, posto sotto il blocco cassetto-display, spinge a ricercare una apertura che potrebbe consentire di accedere alla stanza dei bottoni, che non c'è.

Riassumendo, dal frontale si possono comandare solo l'avvio, la pausa e l'arresto della lettura oltre che la ricerca dei brani o dei passaggi desiderati. Anche il pannello posteriore ha qualcosa da dire, con la sua disponibilità di uscite digitali, sia elettrica che ottica, e di uscite analogiche sbilanciate e bilanciate.

Il collegamento bilanciato, non particolarmente diffuso nelle apparecchiature HiFi domestiche ma molto di più in quelle professionali, consente una maggiore immunità a interferenze e disturbi vari. La presa relativa è comunemente denominata Cannon ed il livello di uscita è doppio (4 Veff invece di 2 Veff) rispetto alla più diffusa presa sbilanciata.

I connettori per il segnale digitale, originariamente incappucciati, sono affiancati da un interruttore che ne inibisce l'uscita quando il CD player è collegato per via analogica. Ciò impedisce eventuali «ritorni» che potrebbero disturbare il corretto funzionamento dell'unità.

Inutile dire che tutti i connettori sono dorati.

Quando il frontale è così scarso di controlli, il telecomando diventa di un'importanza così elevata che un consiglio che mi sentirei di dare ai costruttori di CD player sarebbe «fornitene uno di riserva!».

Il telecomando del Kenwood L-1000D è curiosamente più pesante della norma (sono arrivato a sospettare che ci sia da qualche parte un piombino) e magari può affaticare nell'uso anche un po' più del solito, ma comunque ha una buona maneggevolezza e questo è l'importante. Assieme alle consuete funzioni disponibili in un CD player, si constata l'assenza del regolatore del volume di uscita, ma, più che a una dimenticanza, sono propenso a pensare ad una mossa strategica al fine di evitare passaggi del segnale

CARATTERISTICHE DICHIARATE DAL COSTRUTTORE

Risposta in frequenza:	2 ÷ 20.000 Hz ± 0.2 dB
Rapporto S/N:	> 107 dB
Separazione stereo:	> 108 dB
Distorsione (THD):	0.0015 %
Livello di uscita:	2 Vrms (uscita sbilanciata) 4 Vrms (uscita bilanciata)
Dimensioni:	44 x 13,1 x 38,7 cm (lxaxp)
Peso:	14 kg

attraverso circuiterie che potrebbero deteriorarlo; del resto è anche stata omissa la presa per le cuffie!

Uno sguardo all'interno

Io credo che uno dei tanti piaceri della vita sia imbattersi in apparecchiature di queste fattezze!

Togliendo il pesante coperchio del Kenwood L-1000D si ha il privilegio di ammirare quale livello di ingegnerizzazione e di progettazione possa essere raggiunto.

L'interno di questo CD player si presenta riempito in ogni suo angolo remoto con due grandi schede poste in prossimità dei fianchi e l'eccellente meccanica al centro.

Il telaio è un vero esempio di robustezza con il frontale ed i pannelli laterali in lega di zinco e le restanti parti in lamiera metallica alquanto spessa

Grande cura è stata riposta nella realizzazione della parte digitale/analogica ed analogica di questo CD player. Sotto la tettoia di metallo che funge da schermo si intravedono i due circuiti integrati DIL che, posti in push-pull, eseguono la conversione D/A secondo una tecnica a 16 bit ipù oltre la schiera di operazionali di uscita che si occupano, coadiuvati da reti RC ed RLC, del filtraggio anti-immagine e della conversione I-V. La deenfasi viene eseguita in forma passiva.

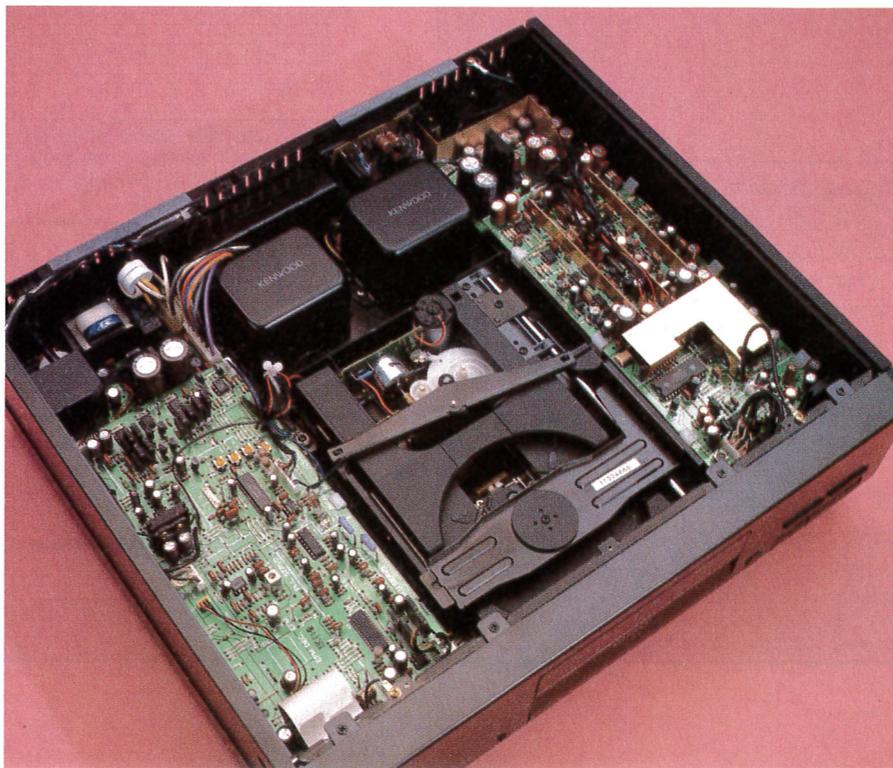
ed opportunamente sagomata; il tutto costituisce un insieme estremamente inerte.

Una particolarità, forse un po' pittoresca, sono le sospensioni a molle sulle quali sono montate le schede digitale sulla sinistra, con i circuiti di controllo del movimento del pick-up e della focalizzazione del suo raggio oltre che per la decodifica EFM, digitale/analogica sulla destra con il filtro digitale, i due convertitori D/A e l'inusitata schiera di operazionali di uscita.

Sempre sul lato destro, ma su un'altra scheda posta su di un piano leggermente sfalsato, i circuiti per le uscite bilanciate e la sezione di alimentazione D/A.

I componenti elettronici adoperati sono di qualità superiore alla media.

Dalla base di appoggio molto ampia e dal precisissimo meccanismo di apertura/chiusura, il cassetto porta CD mostra una realizzazione di ottima fattura. Si notano gli ingranaggi che trasmettono il movimento dal motore, ad asse orizzontale, al vassoio; il tutto ricorda molto gli orologi svizzeri. La struttura portante risulta sospesa rispetto alla base, dotata di quattro robusti piedini di appoggio, essendo av-

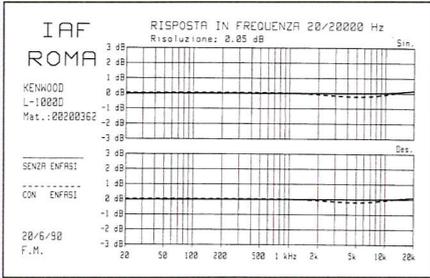


KENWOOD L-1000D

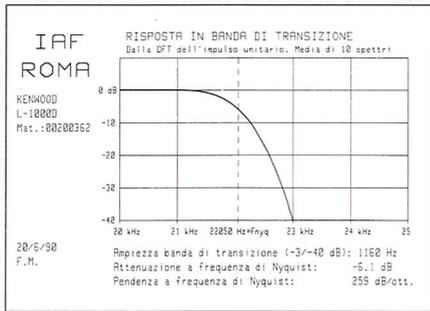
Numero di matricola: 00200359
 Risultati delle misure eseguite nei
 laboratori dell'Istituto Alta Fedeltà



1 - Risposta in frequenza



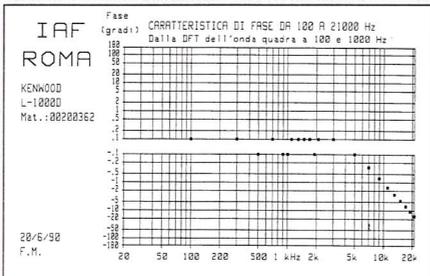
1a - Risposta in frequenza 20/20000 Hz. Range + -3 dB. Risoluzione: 0.05 dB. Uscita linea.



1b - Risposta in frequenza in banda di transizione. Enfasi inattiva, canale sinistro.

2 - Caratteristica di fase

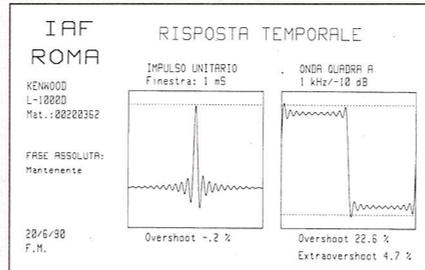
Ricavata dall'analisi di Fourier dell'onda quadra a 100 e 1000 Hz, -10 dB. Enfasi inattiva.



Caratteristica di fase. Rappresentazione per punti da 100 a 21000 Hz. Scala logaritmica da 0.1 a 180 gradi positivi e negativi. Accuratezza: + -0.15 gradi. Uscita linea.

3 - Risposta temporale

Analisi nel dominio del tempo dell'impulso a 0 dB e dell'onda quadra ad 1 kHz/-10 dB (rif. livello fondamentale). Extra-overshoot della quadra riferito ad un overshoot del 17.97 %, relativo ad una quadra ideale composta da 11 armoniche dispari.



Risposta temporale. Finestra rappresentata di durata pari a 1 ms.

4 - Separazione

	S su D	D su S
20 Hz	123.3 dB	128.5 dB
100 Hz	123.3 dB	125.8 dB
1 kHz	124.6 dB	125.5 dB
10 kHz	110 dB	110.6 dB
20 kHz	103.8 dB	105.1 dB

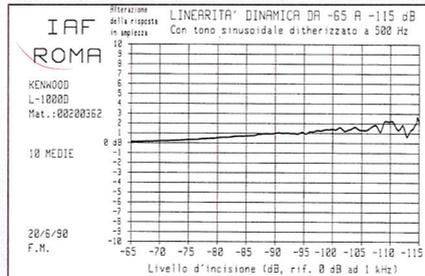
5 - Distorsione armonica totale

a 0 dB di segnale inciso. Misurata con un distorsimetro a soppressione della fondamentale.

	sinistro		destra	
	senza enfasi	con enfasi	senza enfasi	con enfasi
20 Hz	0.0045%	—	0.0052%	—
100 Hz	0.0036%	—	0.0049%	—
1 kHz	0.0042%	0.0032%	0.0052%	0.0034%
5 kHz	0.0038%	0.0028%	0.0052%	0.0034%
16 kHz	0.0072%	0.008 %	0.0074%	0.0083%

6 - Errore di linearità dinamica

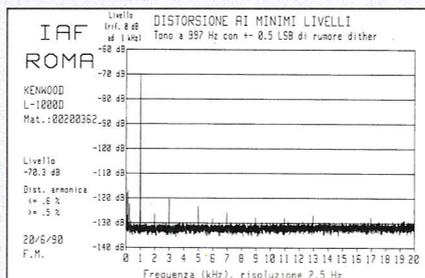
da -65 a -115 dB, con segnale ditherizzato.



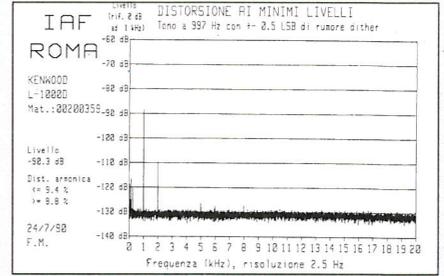
Errore di linearità dinamica. Media di 10 disolvenze di un tono sinusoidale ditherizzato, con ampiezza di picco del dither pari a + -1 LSB, acquisite in modo asincrono.

7 - Distorsione ai minimi livelli

con segnale sinusoidale ditherizzato (+ -0.5 LSB) a 997 Hz. Analisi su 8000 canali in banda 0/20 kHz.



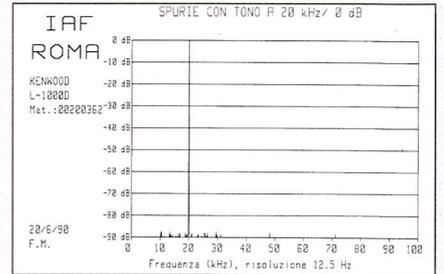
Livello -70.3 dB



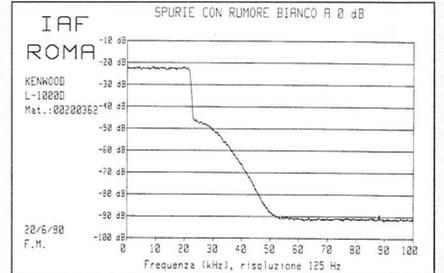
Livello -90.3 dB

8 - Spurie

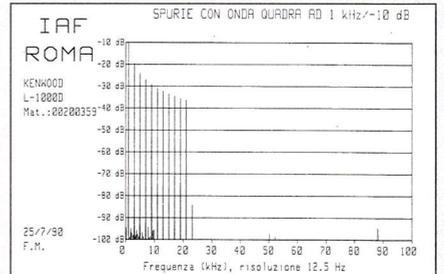
Con tono sinusoidale a 20 kHz/0 dB, rumore bianco a 0 dB ed onda quadra ad 1 kHz/-10 dB (rif. livello fondamentale). Analisi in banda 0/100 kHz. Range rappresentato pari a 90 dB.



20 kHz/0 dB



Rumore bianco 0 dB



Onda quadra ad 1 kHz/-10 dB

9 - Tensione d'uscita, impedenza d'uscita e bilanciamento dei canali

frequenza di prova 1 kHz/0 dB. Enfasi inattiva.

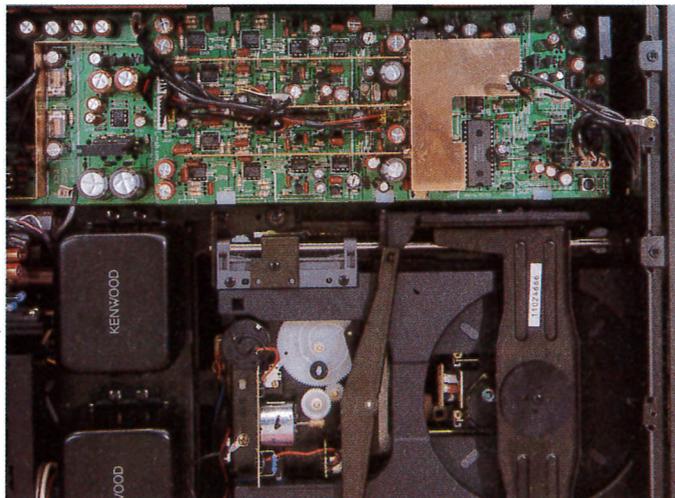
	sinistro	destra
Tensione d'uscita	2.03 V/37 ohm	2 V/38 ohm

Bilanciamento: 0.13 dB

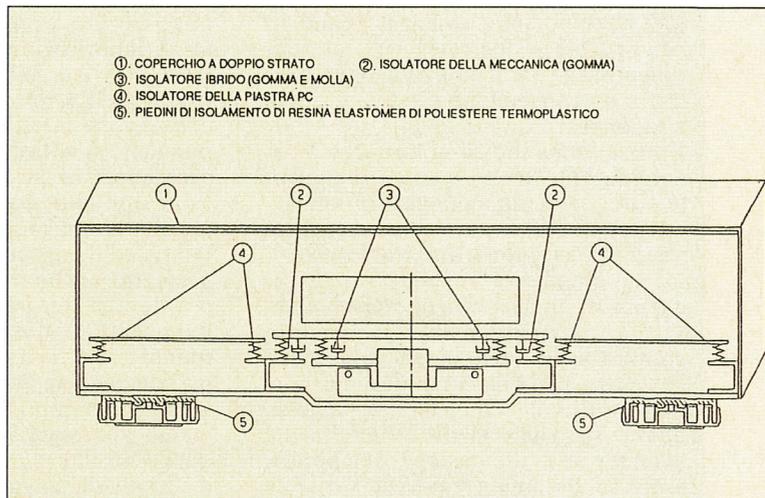
10 - Rapporto segnale/rumore in assenza di segnale

riferito al livello di 0 dB. Enfasi inattiva.

	sinistro	destra
lineare	102.7 dB	102.9 dB
pesato «A»	111.4 dB	111.6 dB



L'interno del CD player è foderato in ogni dove di schede sulle quali sono stati montati componenti di ottima qualità. La separazione tra circuiti digitali e digitali/analogici è totale e comincia già dai due trasformatori, affiancati dai relativi circuiti di alimentazione, per poi continuare con le due grandi piastre posizionate al lato del cassetto porta CD.



In questo disegno in cui viene riprodotta una sezione del Kenwood L-1000D si possono percepire gli sforzi profusi dai progettisti di questa apparecchiatura al fine di rendere la sua struttura il più possibile inerte ed immune da disturbi indotti per varie cause. Come si vede, si è fatto un largo uso di veri e propri ammortizzatori, costituiti da un insieme molla più gomma; anche le schede dei circuiti elettronici digitale e digitale/analogici non sfuggono a questo trattamento. Si nota anche la sorta di soppalco, creato mediante una struttura di lamiera aggiunta, che isola le varie parti dalla base vera e propria, a sua volta già disaccoppiata dalla superficie di appoggio mediante quattro possenti piedini a pianta circolare.

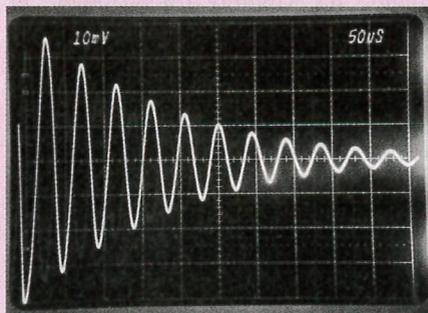
COMMENTO AI RISULTATI DELLE MISURE

La risposta in ampiezza in funzione della frequenza dell'L-1000D è quasi perfetta: assolutamente piatta fin oltre i 10 kHz senza enfasi, presenta con il deenfattizzatore inserito quella lievissima «concavità» in gamma medio-alta che siamo sempre più propensi ad attribuire a un difetto di calibrazione del CD-test Denon. Gli andamenti sono identici sui due canali, ed il comportamento in banda di transizione è quanto di più simile ad un filtro ideale sia stato fino ad oggi misurato, con un livello ancora pieno a 21 kHz ma ridotto di 40 dB ad appena 23 kHz, grazie ad una pendenza di attenuazione che aumenta dai c. 260 dB/ott alla frequenza di Nyquist fino a superare i 900 dB/ott intorno ai 23 kHz. La caratteristica di fase non è linearissima, a causa di una filtrazione analogica più energica della media, e raggiunge un ritardo di c. 15° a 20 kHz, peraltro irrilevante ai fini pratici. Ciò si riflette nella simmetria temporale delle risposte all'impulso e all'onda quadra, che presentano sovraoscillazioni più ampie di quelle teoriche. La separazione è elevatissima su tutta la banda, come ci si aspetta da un apparecchio «dual-mono», e la distorsione ai massimi livelli di segnale si mantiene estremamente bassa, con e senza deenfasi. La linearità di conversione è buona, e prima dell'avvento dei monobit sarebbe stata giudicata eccellente; da notare che, sebbene l'errore «integrale» ammonti a c. 1 dB per i livelli tra -90 e -95 dB, esso viene raggiunto molto progressivamente, indicando che le non-linearità «differenziali» dei convertitori impiegati sono effettivamente minime. Un'ulteriore conferma la si trova negli spettrogrammi del segnale digitalizzato ai minimi livelli, le cui poche armoniche visibili sono prevalentemente di

basso ordine. Come lasciava prevedere la risposta in banda di transizione, l'attenuazione delle spurie è sotto tutti gli aspetti esemplare: il tono da 20 kHz è impeccabilmente pulito, i prodotti di saturazione del FIR in banda oscura vengono sospinti sotto i -90 dB già a 50 kHz, e con l'onda quadra l'immagine dell'ultima armonica (a 23,1 kHz) è attenuata di ben 48 dB. L'impedenza d'uscita (rilevata ai connettori PIN) è molto bassa, mentre lo sbilanciamento tra i canali, quantunque modesto, sarebbe potuto essere inferiore in un apparecchio di questa categoria. Più che soddisfacenti i rapporti S/N in assenza di segnale.

Sandro Ruggieri

Questo oscillogramma evidenzia il decadimento della risposta all'impulso unitario, nei semiperiodi dell'oscillazione, dal 15° al 37°, che seguono il lobo centrale. Nel tratto illustrato l'ampiezza si riduce molto progressivamente dall'1,45% allo 0,075% del valore del picco, con un andamento che approssima quello della funzione $(\sin x)/x$ meglio di tutti gli altri finora rilevati. L'impulso, formato da oltre 100 campioni, ha un involuppo che continua a decrescere con estrema gradualità fino a livelli inferiori ai -80 dB.



vitata in più punti ad una sorta di soppalco di lamiera.

Dietro l'unità di lettura e caricamento dischi si scorgono due eleganti contenitori metallici a copertura di altrettanti trasformatori di generose dimensioni, o meglio si può immaginare che sia così considerato che essi si trovano immersi in una colata di resina e vincolati al citato soppalco mediante due viti per lato. A fianco del trasformatore di sinistra la sezione di alimentazione per i circuiti digitali, a fianco di quello di destra la sezione di alimentazione per le sezioni digitale/analogica ed analogica.

I circuiti integrati utilizzati nell'L-1000D sono in gran parte di produzione Sony: il CXA1244S per il controllo della focalizzazione del raggio laser e del tracking del pick-up, il CXA1081S per l'amplificazione RF ed il CXD1165 per la decodifica EFM, la correzione degli errori e la traduzione in codice Biphase Mark.

Questi IC sono tutti montati sulla scheda di sinistra, all'uscita della quale il segnale è pronto per la conversione D/A.

Il primo integrato che si incontra sul percorso è il CXD1144B che operando un opportuno filtraggio con sovracampionamento quadruplo prepara alla vera e propria procedura di conversione digitale analogico a 16 bit; quest'ultima viene eseguita mediante una coppia di convertitori a 16 bit siglati CX20152.

LA GRANDEZZA INTERMEDIA

 I convertitori (elettronici) A/D e D/A possono essere a grandi linee ripartiti in due categorie, con riferimento alle loro modalità operative: quelli a «conversione diretta» e quelli a «grandezza intermedia».

I primi, come indica la loro stessa denominazione, trasformano direttamente una grandezza analogica in una sequenza di numeri, o viceversa, mentre i secondi eseguono due trasformazioni: la grandezza analogica o la sequenza di numeri vengono prima convertite provvisoriamente in un'altra grandezza, la quale a sua volta viene convertita nella forma di destinazione. Per motivi di convenienza tecnica, questo stato intermedio generalmente assume una dimensione temporale, espressa da una frequenza variabile oppure da un treno di impulsi di frequenza fissa ma di durata variabile. Nel primo caso si hanno i convertitori a tensione-frequenza e nel secondo i convertitori a conteggio di impulsi. Precisiamo per scrupolo che la «durata variabile» non è quella dei singoli impulsi (i quali anzi devono avere tutti la stessa durata) bensì è quella delle loro sequenze, le cui durate sono proporzionali alle quantità di impulsi che le compongono.

I convertitori D/A a modulazione di ampiezza di impulsi (cioè i «multi-bit») che equipaggiano i lettori CD sono in maggioranza del tipo a partizione di corrente, implementata mediante una rete di resistori R-2R, e perciò detti comunemente «a rete a scala». Essi appartengono alla categoria dei convertitori a conversione diretta, anzi rappresentano la forma più «diretta» di conversione praticamente

realizzabile, di concezione molto semplice ma che comporta grossi problemi di fabbricazione ai livelli di precisione richiesti dal segnale audio. Sul fronte dell'A/D, classici esempi di conversione diretta sono i convertitori paralleli (o «flash») e quelli ad approssimazioni successive.

I due tipi fondamentali di ADC a conteggio di impulsi sono il convertitore a rampa ed il convertitore ad integrazione (detto anche a rampa integratrice, o a doppia integrazione o, meno correttamente, a doppia rampa). In entrambi i tipi, in realtà, viene eseguita un'integrazione (o due), ma nel convertitore a rampa è il segnale di riferimento ad essere integrato, mentre in quello ad integrazione viene integrato il segnale da convertire. Per la conversione D/A tale distinzione non sussiste, in quanto il segnale «di riferimento» prodotto localmente viene integrato e poi diventa esso stesso segnale d'uscita.

I convertitori a conteggio di impulsi, come anche gli altri a grandezza intermedia, sono operativamente più «lenti» di quelli a conversione diretta, nel senso che, in un determinato tempo, possono convertire o un minor numero di campioni di egual risoluzione oppure un egual numero di campioni di risoluzione minore (cioè minor quantità di bit per campione). Tale caratteristica è dovuta essenzialmente alla suaccennata «dimensione temporale» degli impulsi, che ribalta sull'asse dei tempi la scala delle ampiezze: ad ogni livello di quantizzazione deve corrispondere un intervallo temporale, e quanto più è ampia la dinamica tanto più numerosi devono essere tali in-

tervalli (in ciascun periodo di campionamento). Vale in definitiva lo stesso criterio di corrispondenza ampiezze-durate già esposto a proposito dei DAC monobit PWM (su SUONO n. 193), ed anche in questo caso si trova che per convertire un segnale rappresentato con 44.100 campioni da 16 bit al secondo, com'è quello del formato CD, occorrerebbe in teoria un contatore da $44.100 \times 65.536 = 2,89$ miliardi di impulsi al secondo, ovvero un oscillatore da 2,89 GHz. In pratica, poi, dal momento che il circuito di conversione deve svolgere altre operazioni, oltre al conteggio vero e proprio, a quest'ultimo può essere dedicata solo una parte del tempo operativo disponibile (tipicamente da un terzo a due terzi), per cui la frequenza degli impulsi dovrebbe essere ancora di 1,5 ~ 3 volte più elevata.

Perciò, come per i monobit si ricorre allo stratagemma del modellamento di rumore, così per i convertitori ad integrazione si ricorre all'impiego di due (o più) generatori di segnale «integrando», con enormi vantaggi in termini di velocità. Ciò equivale infatti ad avere due (o più) convertitori in parallelo, le cui uscite si sommano reciprocamente in forma logaritmica: duplicare la sorgente comporta quindi un raddoppiamento della risoluzione espressa in bit, e cioè un elevamento al quadrato dei livelli di quantizzazione disponibili, a parità di frequenza degli impulsi; oppure consente di ridurre tale frequenza alla sua radice quadrata, mantenendo invariata la risoluzione. Questi convertitori vengono detti ad integrazione (o a rampa) a doppia (o multipla) pendenza o, meno propriamente, a doppia integrazione (o a doppia rampa).

Sandro Ruggeri.



Considerata la riduzione ai minimi termini delle capacità di richiamo delle funzioni dal frontale di questo lettore, l'unità di controllo remoto diventa una irrinunciabile appendice del sistema. Il peso di questo telecomando sembra rammentare, per quanto consentito dai canoni della decenza, la mole dell'apparecchio che è in grado di comandare.

L'uscita di questi convertitori è in corrente e dunque è necessaria la presenza di uno stadio I-V, realizzato mediante un circuito operazionale in configurazione da «integratore».

Se ne deduce che il principio di funzionamento dello stadio di conversione adottato nel Kenwood L-1000D è praticamente lo stesso di quelli di scuola olandese, con l'SAA7220 a fare da oversampler ed il TDA1541A a finalizzare la decodifica. A suffragare ulteriormente quanto supposto viene la constatazione che il CXD1144B può operare anche in protocollo I2S (protocollo secondo il quale operano

tutti gli integrati Philips). Questo stesso integrato potrebbe anche gestire un segnale digitale a 18 bit.

Il fatto poi che siano due i chip utilizzati per la conversione D/A avvicina questo lettore al Marantz CD94 MkII, del quale condivide la stessa configurazione differenziale, o in push-pull che dir si voglia, di uscita.

In più rispetto a quest'ultimo, nel Kenwood L-1000D viene adottata la rivisitata tecnica del controllo dell'asse dell'impulso digitale (traduzione letterale di DPAC che sta per l'appunto per Digital Pulse Axis Control). In parole povere, ciò che il DPAC si propone è tentare di eseguire la conversione D/A utilizzando gli stessi impulsi di sincronizzazione utilizzati nell'operazione inversa A/D. Per fare questo gli impulsi uscenti dal filtro digitale vengono rigenerati, con l'ausilio di un Master clock che serve anche i

circuiti digitali, prima di essere inviati alla finale conversione D/A. La novità rispetto al precedente DPAC risiede nell'introduzione di nuovi loop per eliminare il jitter prodotto dal convertitore digitale analogico.

Aggiungi un operazionale per la conversione I-V, uno per la differenziazione, altri per il DPAC e per l'abbondante filtraggio passa-basso, al termine si trova la giustificazione per la scelta di questi circuiti, del tipo doppio 5238 e 5532, che si scorgono, aprendo il lettore, sulla piastra di destra.

Interessante notare come la deenfasi sia introdotta con l'aiuto di una rete passiva RC comandata da relè.

Il display ed il relativo microprocessore 75216 sono montati su di una sche-

da, sulla quale sono saldati i terminali dei pochi tasti disponibili sul frontale, che trova posto in un interstizio ricavato tra pannello frontale e telaio vero e proprio.

Il cablaggio interno del Kenwood L-1000D è in generale molto ordinato e gran parte del merito deriva dal fatto che esso risulta nascosto alla vista; praticamente risulta visibile solo il gran numero di fili di massa che si dipartono dalle schede per andare a ricercare un punto a potenziale zero sul telaio del lettore.

Utilizzazione e funzionamento

Una modalità di funzionamento che mi rifiuto categoricamente di adottare è quella a display spento! Troppo bel-

lo è il giallo dei segmenti luminosi e troppo importanti sono le informazioni su di esso disponibili per potervi rinunciare.

Comunque, se volete, fate pure: il comando di spegnimento si chiama Display Off. Il vantaggio che compenserebbe questo sacrificio è, secondo il progettista, quello di impedire che il display possa essere fonte di disturbi che potrebbero influenzare il corretto funzionamento della circuiteria.

Quanto poi al cassetto porta CD, la sua chiusura (che sovente mette in evidenza nei lettori problemi di rumorosità) non è silenziosa come ci si potrebbe aspettare ma rammenta più che altro il ponte levatoio di un castello di altri tempi. Scusate l'entusiasmo, ma

CORSI E RICORSI DEI CONVERTITORI



All'epoca in cui il digitale non aveva ancora varcato i confini della riproduzione sonora, i convertitori A/D a rampa (v. l'incorniciato «La grandezza intermedia») erano i più usati nelle strumentazioni dei laboratori tecnici e scientifici fornite di meters numerici o destinate alla produzione di istogrammi. Semplicissimi da realizzare per le basse velocità operative sufficienti in simili applicazioni, sembravano però intrinsecamente inadatti ai ritmi imposti dall'elaborazione dei segnali audio in tempo reale.

Ma già al principio degli anni Settanta il Dipartimento Ricerche della British Broadcasting Corporation era riuscito a sviluppare dei convertitori A/D e D/A a conteggio di impulsi che, grazie alla tecnica della doppia pendenza, potevano soddisfare le esigenze qualitative delle trasmissioni radiotelevisive. E questi apparecchi, soprannominati «change-gear converters», vennero infatti regolarmente utilizzati a partire dal 1972 nei collegamenti tra i ripetitori dell'ente britannico, sia per l'audio dei canali TV, sia per i canali radiofonici. Per i primi veniva impiegata una codifica a 10 bit abbinata ad una compandizzazione analogica, per i secondi si trattava di 13 bit lineari a 32.000 campioni al secondo. Le loro prestazioni si rivelarono decisamente soddisfacenti, tanto che la qualità sonora delle trasmissioni «live» della BBC di quel periodo divenne celebre presso gli audiofili (i quali non sapevano che il segnale era digitalizzato) e fu additata come esempio. Quegli stessi convertitori furono installati an-

che nei primi registratori digitali realizzati dalla BBC nel '75-'76, ed in seguito ne venne incrementata la risoluzione a 14 bit, ma il gruppo di ricerca guidato da N. Gilchrist, con l'obiettivo di ampliare ulteriormente la banda e la dinamica in vista del progetto NICAM, decise di optare, intorno al 1980, per i più veloci ed ormai meno costosi ADC ad approssimazioni successive e DAC a divisione di corrente. La Sony, invece, circa contemporaneamente, stava mettendo a punto una nuova generazione di circuiti destinati all'audio digitale, tra i quali risaltavano i convertitori CX889 (A/D) e C890 (D/A), entrambi integratori a doppia pendenza. È ad essi che il famoso adattatore pseudovideo PCM-FI del 1981 deve in parte il suo successo; ed il CX890 equipaggerà, a partire dall'autunno dell'anno successivo, anche numerosi lettori CD, non soltanto della Sony. Fatta eccezione per alcuni modelli top che ne montavano due (come il CDP-701ES e il CD-1 della Yamaha), questo DAC veniva utilizzato in partizione di tempo per entrambi i canali, e quindi operava ad 88,2 kHz, offrendo una risoluzione nominale di 16 bit: davvero un risultato insperabile solo pochi anni prima, e che in ultima analisi rappresenta ancora oggi, a distanza di un decennio, il limite pratico di velocità raggiunto dai convertitori a conteggio di impulsi.

Nell'84 l'890 venne sostituito dal CX20152, in concomitanza con l'adozione, da parte della Sony, della filtrazione digitale (il FIR era il CX23034):

dal momento che il segnale veniva interpolato per due, il funzionamento in multiplexing non era più praticabile, ed il nuovo chip conteneva quindi due DAC, destinati a servire indipendentemente i due canali stereo. Nell'86 la casa giapponese commercializza il suo primo filtro ad ipercampionamento quadruplo, e passa di conseguenza ai DAC a partizione di corrente, servendosi prevalentemente nel catalogo Burr Brown; ma il CX20152 resta in produzione per il settore professionale, e viene tuttora montato, ad esempio, nell'elaboratore PCM-1630, uno dei più largamente utilizzati negli impianti di mastering dei CD.

La Kenwood aveva adottato il DAC Sony CX890 già per il suo primo CD-player commerciale, l'L-03 DP dell'82, ed era rimasta fedele al principio dell'integrazione fino all'86, quando per il modello di punta DP-3300 D decise di utilizzare anch'essa dei partitori di corrente (Burr Brown) operanti a 176,4 kHz, mantenendo tuttavia un DAC integratore nel più economico DP-1100 D. Ma ben presto l'intera sua gamma di lettori CD venne equipaggiata con i più diffusi DAC a rete a scala, di cui è andato aumentando il numero dei bit, fino ai 20 dell'ultima generazione.

Ecco però che alla fine dell'89, con una mossa platealmente controcorrente, la Kenwood presenta un nuovo modello top di indubbie ambizioni, l'L-1000 D, per il quale è tornata a servirsi dei vecchi DAC ad integrazione a 16 bit; e per giunta si premura di evidenziare questa sua scelta in voluminose cartelle-stampa che ne illustrano le motivazioni e i vantaggi!

Sandro Ruggieri

UN CIRCUITO PIUTTOSTO COMPLESSO

I circuiti di conversione dell'L-1000 D presentano tre elementi di notevole interesse: il filtro numerico ad interpolazione quadrupla del 293° ordine, i doppi convertitori D/A ad integrazione in configurazione «a bilanciamento sfalsato», e il dispositivo di ri-sincronizzazione «Digital Pulse Axis Control II».

Il FIR è il Sony CXD1144B a tre stadi (essendo utilizzabile anche per l'interpolazione ottupla) per il quale si dichiara un'ondulazione di $\pm 0,00001$ dB in banda passante ed un fattore di attenuazione di 120 dB in banda oscura. I DAC CX20152, anch'essi di produzione Sony (v. l'incorniciato «Corsi e ricorsi dei convertitori»), sono del tipo ad integrazione a doppia pendenza. Ogni DAC è composto essenzialmente da due contatori di impulsi, due sorgenti di corrente di riferimento, un integratore ed una logica di controllo, collegati come schematizzato nella Fig. I.

Gli impulsi provengono dall'oscillato-

re al quarzo che costituisce l'«orologio» dell'intera circuitazione. I contatori funzionano come dei timer programmati dal segnale digitale: all'inizio di ogni ciclo essi memorizzano il valore numerico del campione da convertire, chiudono gli interruttori dei generatori di corrente, contano un numero di impulsi proporzionale al valore memorizzato, e riaprono gli interruttori. Le due correnti sono di entità fissa, e perciò la quantità di carica trasferita al condensatore di integrazione è proporzionale al tempo di chiusura dei due interruttori; all'uscita dell'integratore si genera quindi una tensione proporzionale alla carica, cioè al tempo, cioè al valore numerico, attuando così una conversione digitale/analogico in tensione del segnale. Dopo il trasferimento della tensione allo stadio seguente di ricampionamento, il condensatore di integrazione viene scaricato, ed ha inizio il ciclo successivo.

I due contatori con i rispettivi generatori servono l'uno gli 8 bit più significativi e l'altro gli 8 bit meno significativi, per i motivi accennati nell'incorniciato «La grandezza intermedia» ed

Fig. I - Schema logico a blocchi del convertitore D/A ad integrazione a doppia pendenza CX20152 (documentazione Kenwood).

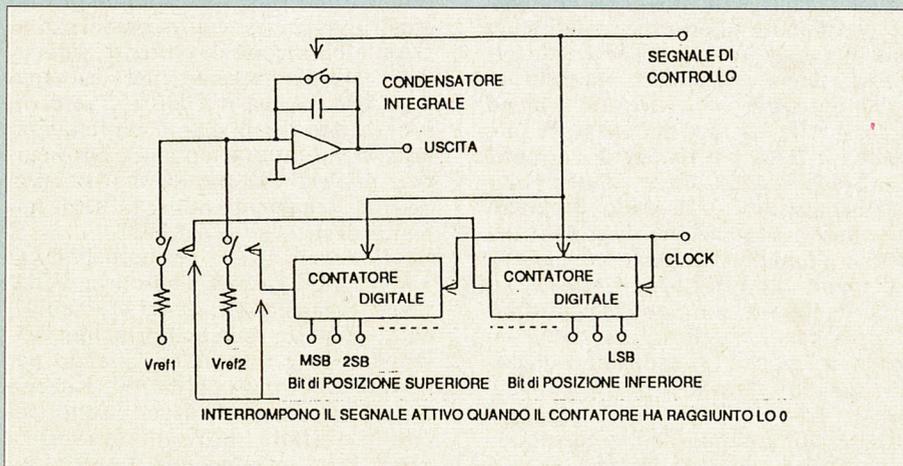


Fig. II - Illustrazione schematica dei limiti di risoluzione dei convertitori D/A ad integrazione, a pendenza singola e doppia. Le linee oblique rappresentano le «rampe integratrici» che accumulano carica elettrica nel condensatore, per le durate di tempo (t) indicate sugli assi orizzontali, fino a raggiungere le corrispondenti tensioni di uscita (V) indicate sugli assi verticali.

Supponiamo di avere a disposizione 15 «unità temporali» t (ad esempio, microsecondi) per il conteggio di ciascun campione, e di poter suddividere tale intervallo in 3 soli periodi (ad esempio, avendo un oscillatore da 200 kHz) (diagramma A). Potremo quindi caricare il condensatore per 5, per 10 o per 15 t , oppure non caricarlo affatto, ottenendo 4 differenti tensioni di uscita (compresa quella nulla). Avremo perciò un DAC a 2 bit, che produce le tensioni:

$$V_k = \frac{I_0}{C} t_k$$

dove I_0 è la corrente di carica, C è la capacità del condensatore, e l'indice k può assumere i valori 0, 5, 10, 15.

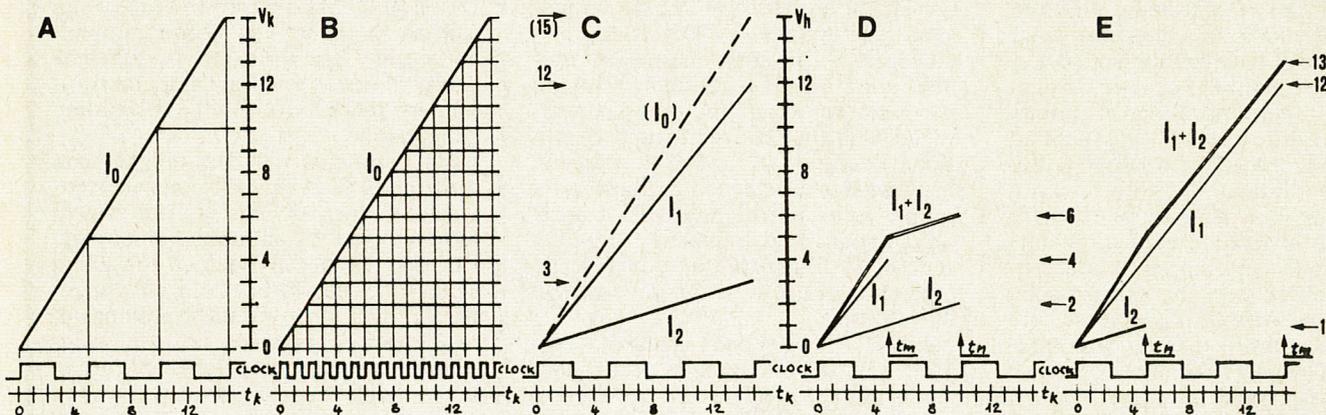
Ipotizziamo però di non poterci accontentare, dovendo produrre, diciamo, 16 tensioni differenti, ed avendo pertanto bisogno di un DAC a 4 bit. Ebbene, possiamo procedere fondamentalmente in due modi. Il primo è quello di procurarci un oscillatore a frequenza più elevata, per suddividere ulteriormente l'intervallo di integrazione, così da inserirci 16 istanti di commutazione invece di 4 e poter arrestare la salita della rampa a 16 livelli di tensione anziché a 4 (diagramma B). Così facendo, però, dovremo usare anche un contatore e un interruttore molto più veloci. La funzione generatrice delle tensioni resterà invariata, ma l'indice k potrà assumere tutti i valori interi da 0 a 15.

In alternativa, potremo invece usare due «rampe» al posto di una, scegliendole in modo che la somma delle loro pendenze sia uguale alla pendenza della rampa originaria, e che tali pendenze stiano reciprocamente in rapporto di 4:1 (diagramma C). A parità di altre condizioni, le pendenze sono direttamente proporzionali all'intensità delle correnti, per cui sarà sufficiente sostituire il generatore della corrente I_0 con i generatori delle due correnti: $I_1 = 4I_0/5$ e $I_2 = I_0/5 = I_0/4$. Avremo in tal modo un DAC a 4 bit, in grado di produrre le tensioni:

$$V_h = \frac{I_1}{C} t_m + \frac{I_2}{4C} t_n$$

dove, agli indici m ed n basterà poter assumere 4 valori affinché l'indice h assuma $4 \times 4 = 16$ valori differenti.

Nei diagrammi D ed E vengono rappresentati due esempi di composizione additiva delle rampe, che evidenziano l'appropriatezza della definizione «a doppia pendenza».



illustrati nella Fig. II. Le due correnti hanno intensità che stanno nel rapporto reciproco di 256:1, e gli impulsi necessari per la conversione di ogni campione da 16 bit vengono ridotti in tal modo da 65.536 a 256, il che consente di eseguire ciascuna integrazione in non più di 3,78 microsecondi utilizzando un oscillatore da 67,7376 MHz. Gli impulsi di quest'ultimo hanno infatti una durata di 14,76 nanosecondi, pari a 3,78 μ s divisi per 256. Resta così un tempo più che sufficiente per eseguire le altre operazioni del ciclo (campionamento della tensione di uscita, scarica del condensatore, ecc.) rimanendo entro il limite degli 11,34 μ s che corrispondono ad una cadenza di conversione di 88,2 kHz. Si noti che quest'ultima equivale al doppio della frequenza di canale del CD, mentre il filtro numerico che precede i convertitori sovracampiona per 4. Le due differenti cadenze sono state rese compatibili facendo funzionare i due DAC contenuti in ciascun chip nella configurazione «a bilanciamento sfalsato» (illustrata nella Fig. III) ed usando naturalmente un chip per canale. I campioni di ciascun canale che escono dal FIR a 176,4 kHz vengono ripartiti alternatamente sulle linee di ingresso dei due DAC, ognuno dei quali riceve perciò 88.200 campioni al secondo; le due serie di campioni, convertiti in impulsi modulati in ampiezza, dopo aver attraversato il «DPAC II» entrano in un ampli differenziale, che li ricombina in un segnale unico. La novità di questa seconda versione del DPAC consiste essenzialmente nella sua collocazione, che è appunto a valle dei DAC anziché tra FIR e DAC (dov'era la versione precedente): in tal modo esso può assorbire non soltanto il jitter accumulato dal segnale nei circuiti di elaborazione

numerica, bensì anche quello eventualmente introdotto dai convertitori D/A. Asservendo direttamente all'oscillatore centrale i ricampionatori, questi, oltre ad eliminare i transienti di commutazione (funzione di «deglitching»), provvedono a sincronizzare esattamente gli istanti di avvicendamento dei campioni in ambito ormai analogico. E tale sincronizzazione in questo caso assume particolare importanza a causa della presenza di due DAC che operano temporalmente sfalsati di un intervallo pari ad un periodo di sovracampionamento quadruplo. Ciò fa sì che la precisione del risultato dell'azione combinata dipenda in misura non trascurabile dalla precisione con cui il ritardo relativo fra le due serie di campioni approssima i 5,67 μ s teorici.

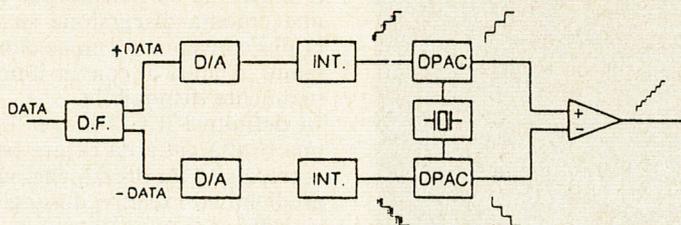
La motivazione principale addotta dal costruttore per giustificare un circuito di conversione di tale complessità è la maggiore linearità dei DAC ad integrazione, specialmente per quel che concerne la linearità differenziale. In effetti, sotto questo aspetto, i DAC ad integrazione semplice presentano vantaggi analoghi a quelli dei monobit a modulazione di durata di impulsi, in quanto la linearità di entrambi dipende soprattutto dalla precisione con cui viene suddiviso un intervallo temporale, invece che dalla precisione con cui viene suddivisa una corrente. Nei DAC a doppia pendenza, però, subentra il problema del rapporto fra le intensità delle due correnti di carica, che in questa circuitazione particolare viene raddoppiato dalla presenza di due DAC per canale. Dal punto di vista della criticità della calibrazione e della stabilità termica, dunque, i convertitori dell'L-1000 D possono essere assimilati a DAC (a partizione di corrente) a 4 bit; i quali, pur presentandosi meno rassicuranti dei monobit, appaiono senza dubbio assai meno «terrificanti» dei 16 o dei 18 bit!

Sandro Ruggieri

Fig. III - Schema a blocchi semplificato della configurazione «a bilanciamento sfalsato» dell'L-1000 D, in cui operano due DAC per canale (documentazione Kenwood).

STAGGER-BALANCED D/A CONVERTER

16-bit 4fs SYSTEM



questo è un suono!

Il vassoio è alquanto robusto e molto curato nei particolari, come quei quattro feltrini per far meglio adagiare nella sua sede il dischetto. Si nota poi la predisposizione per accogliere i CD single.

La rotazione del CD, sia durante la lettura, sia durante la ricerca, avviene invece nel massimo silenzio; se poi anche il display è spento chi mai potrà accorgersi del funzionamento del Kenwood L-1000D?

Per nostra fortuna il tasto play/pause possiede al centro una spia triangolare di colore giallo, che rimane accesa durante la lettura, ed un poco più spostata sulla destra un'altra lucetta dello stesso colore incaricata di lampeggiare quando il CD player è in pausa.

Circa le funzioni non c'è moltissimo da dire; questo lettore affida più alla sua tecnica di costruzione e di progetto che non alla versatilità le sue possibilità di successo.

Già dal frontale possiamo, con l'aiuto di quattro tasti posti al di sopra dei comandi di avvio ed arresto della lettura, ricercare un certo passaggio (mediante la ricerca manuale a due velocità) o un certo brano (mediante la ricerca automatica o di traccia).

Ogni altro controllo è disponibile solo agendo da telecomando.

Qui troviamo il tasto repeat che consente di ripetere per intero il programma, sia esso quello originale del CD oppure quello impostato, o un intervallo prefissato. Per quest'ultima modalità si deve però agire sul tasto A > < B che si trova subito a fianco. Per ripetere un solo brano è necessario praticamente scriversi un programma con il solo numero di traccia desiderato, questo a differenza della gran parte della produzione mondiale di lettori ove è disponibile un comando a parte. L'uscita dal modo Repeat viene ottenuta premendo un'altra volta questo stesso tasto.

Sempre da telecomando possiamo ricercare un passaggio musicale mediante la scansione degli indici (Index), purché il CD sia stato dotato di queste importanti informazioni.

Il tasto Time, mediante pressioni successive, consente al display di visualizzare quattro informazioni relative al tempo trascorso dall'inizio del brano o mancante al termine del pezzo oppure ancora le stesse informazioni ma riferite al programma in esecuzione. Non essendo disponibile la funzione di editing, per le registrazioni ci si deve arrangiare in un altro modo, per esempio con la programmazione dei brani. Questa procede secondo con-

suetudine facendo seguire al tasto di programma, denominato qui Prgm, il numero della traccia desiderata e così via tante volte quanti sono i numeri dei brani della lista.

I tasti Check e Clear servono rispettivamente per la verifica del programma e per la cancellazione di qualche traccia indesiderata.

Non c'è altro, ma forse è meglio così.

Una storia divertente

Quando mi è arrivato l'apparecchio, non sapevo che fosse un «paleolitico» 16 bit con oversampling quadruplo, sia pur in configurazione differenziale. A maggior ragione, conoscendo la provenienza progettuale di questa unità mai me lo sarei potuto immaginare. Così, da un certo punto favorito da questo iniziale abbaglio, avevo deciso di eseguire la prova di ascolto di questo lettore in alternativa con altri quattro CD player dell'ultima generazione ad 1 bit, oltretutto avendo come riferimento il mio Marantz CD94 MkII.

Ora, dall'alto (o dal basso) delle risultanze di tutti i test che mi sono permesso di eseguire in questi ultimi mesi, mi sono convinto della attuale superiorità delle macchine multi-bit ed in particolare di quelle dotate di convertitore D/A a 16 bit con oversampling quadruplo.

Che sgomento nel vedere e nell'ascoltare un lettore, il Kenwood L-1000D per l'appunto, che gareggiava spalla a spalla con il Marantz: finalmente un monobit che suona, mi dicevo.

Avevo quasi terminato di scrivere l'articolo quand'ecco che il mio occhio, o quello di qualche altro, rivela la natu-

Il display dell'L-1000D rappresenta un tocco di eleganza nel disegno del frontale e, onde accrescere l'armonicità stilistica, è stato creato delle dimensioni del cassetto porta CD. La leggibilità, facilitata dalla scelta di un colore come il giallo, è molto buona anche ad una certa distanza. Da notare la possibilità del funzionamento del CD player a «luci spente» al fine, secondo il parere dei tecnici di Kenwood, di inibire una possibile fonte di disturbi.

ra multibit del Kenwood, e non solo: una più approfondita analisi del manuale di servizio conferma che il CD94 MkII ed il L-1000D sono fratelli!

C'è chi dice che la suggestione giuoca un ruolo predominante nella costruzione del giudizio, in particolare quando si ragiona in termini di apparati di riproduzione musicale, e chi non ha delle simpatie recondite per questo o quel marchio?

Questa storiella, realmente accaduta a chi sta scrivendo, farà parte del mio personale ed insostituibile bagaglio di esperienza e la sua morale rappresenta una scioccante rivincita dell'apparato uditivo umano, troppe volte messo ingiustamente in discussione.

Una prova di ascolto

Della prova di ascolto ho già parlato il mese scorso, sia pur in termini abbastanza goliardici, come li ama definire il Direttore Binari. Con questo modo di scrivere, tendente alla «auto-presa-in-giro», si ha la possibilità di scrivere tutto o quasi, ma in ogni passaggio l'attento lettore deve scorgere la verità, che c'è sempre.

Maggiori particolari in cronaca.

L'impianto utilizzato è costituito da un amplificatore Arcam Delta 90, da una coppia di diffusori acustici auto-costruiti (naturalmente con Energy Filler) oltre che dal CD player di riferimento Marantz CD94 MkII.

I cavi di collegamento tra amplificatore integrato e lettore di CD sono quelli in dotazione di quest'ultimo, mentre i diffusori acustici sono connessi mediante dei bei «trifase con massa» di buona sezione (400 lire al metro); la stanza non è proprio il massimo, con i suoi 4x5 metri ma non si può avere di meglio e dunque...

I vicini sono rompiballe e le pareti sono abbastanza sottili; alle 22.30 deve essere tutto finito.

Il software utilizzato è sufficientemente vario e va dal Messia di Haendel

nell'esecuzione di Hogwood alla Carmina Burana su Decca Ovation, dal jazz degli Out of the blue a quello più elettrico di Miles Davis, dal rock psichedelico dei Pink Floyd di Darkside of the moon alle stupende voci di David Sylvian e Suzanne Vega, dall'organo di Otto impegnato in esecuzioni bachiane alle sinfonie di Beethoven dirette da Von Karajan o dai valenti italiani Muti e Abbado. E così via per non annoiare troppo.

In termini di valutazione, il Kenwood L-1000D è ottimo nella riproduzione del pianoforte in cui risulta più efficace del riferimento. L'immagine è sempre stabile, il suono pieno come si desidererebbe e i transienti puliti come dal vivo.

Il riferimento si rivela più preciso nell'esecuzione dei brani orchestrali, soprattutto in termini di profondità. Entrambi però si mantengono sempre su livelli qualitativi eccellenti e sempre ben distanti dai monobit per i quali la ricostruzione tridimensionale appare sovente come un orizzonte irraggiungibile.

Nonostante la varietà del programma musicale a disposizione risulta difficile riscontrare altre differenze tra Kenwood e Marantz, pertanto non so esprimere un giudizio definitivo a favore di uno o dell'altro, me li terrei entrambi!

Conclusioni

Non possono che essere positive; il Kenwood L-1000D può essere tranquillamente considerato uno dei lettori più riusciti tra quelli di provenienza nipponica (che sono la stragrande maggioranza).

A livello costruttivo, se si eccettuano dei probabili eccessi di esoterismo, come le sospensioni alle schede o l'abbondante filtratura d'uscita, questo CD player si rivela essere straordinario ed il termine lo sottolineo perché trattasi di una realizzazione fuori dalla norma, anche considerando apparecchiature più costose.

Quanto al suono, beh, avete letto spero le due prove di ascolto (una poco fa e l'altra il mese scorso), e forse avete materiale sufficiente per intavolare una cruenta discussione su quale sia la più conveniente, musicalmente parlando, tecnica di conversione D/A attualmente disponibile.

In definitiva il CD player L-1000D è una brutta gatta da pelare per la concorrenza ad un prezzo che, visti gli ingredienti ed i relativi dosaggi impiegati, è davvero concorrenziale.

