

Kenwood D.R.I.V.E.: alta risoluzione anche ai bassi livelli

A causa della struttura dei sovracampionatori normalmente utilizzati nei circuiti di conversione D/A dei CD-player e degli altri apparecchi audio digitali, ai livelli di segnale più bassi la maggiore risoluzione offerta dai convertitori a 18 e 20 bit rispetto a quelli a 16 bit non viene adeguatamente sfruttata. Per ovviare a questo problema la Kenwood ha sviluppato un circuito denominato D.R.I.V.E., adattato per la prima volta nei giradischi digitali DP-7060 e DP-5060, recentemente presentatici da uno dei principali responsabili del progetto, Mr. Ichimura

di Roberto Lucchesi



Mr. Ichimura accanto al DP-7060 nel laboratorio di AUDIOREVIEW.

Oggi la stragrande maggioranza dei CD-player (di qualunque classe di prezzo) utilizza filtri sovracampionatori che forniscono in uscita campioni a 18 o 20 bit, e convertitori D/A (multi-bit o mono-bit che siano) con risoluzione nominale pari a 18 o 20 bit (in grado quindi di accettare ai loro ingressi campioni di tale lunghezza).

Com'è noto, un sovracampionatore ha il compito di moltiplicare per un dato fattore la frequenza di campionamento del segnale digitale originale (un «oversampler» ottuplo di un CD-player ha come effetto quello di aumentare la frequenza di campionamento f_s da 44,1 kHz a 352,8 kHz), consentendo così l'uso di filtri anti-immagine d'uscita a bassa pendenza e/o alta

frequenza di taglio, tali quindi da non mettere a repentaglio la linearità di fase in gamma audio.

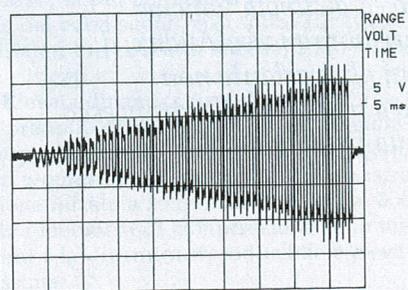
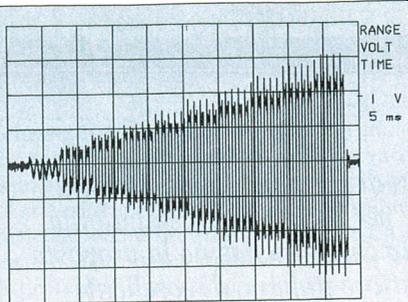
Oltre che per accrescere la frequenza di campionamento, i sovracampionatori attuali vengono utilizzati anche per incrementare la lunghezza dei campioni, dai 16 bit originali fino agli ormai «standard» 20 bit. Ma come può un sovracampionatore «allungare» i campioni? Per rispondere a tale quesito occorre ricordare, pur se a sommi capi, i principi di funzionamento dei circuiti di sovracampionamento: questi operano aggiungendo un certo numero (tanti quanto vale il fattore di «oversampling» meno uno: nel caso di un «ottuplo», $8-1=7$) di campioni nulli (detti anche «zeri») e quindi filtrando la sequenza campioni più zeri con un passa basso FIR a $f_s/2$ (così da interpolare gli «zeri» stessi); poiché l'operazione di filtratura richiede l'effettuazione di operazioni di somma, ritardo e moltiplicazione (tra i campioni originali ed i coefficienti del filtro, di lunghezza variabile tra 16 e 24 bit), e poiché moltiplicando una parola a 16 bit con un'altra a 16 bit si ottiene come risultato una parola a $16+16=32$ bit, risulta chiaro che, ad esempio, per avere in uscita delle parole a 20 bit sarà sufficiente effettuare sulle stesse un troncamento (o, meglio, un arrotondamento) più blando rispetto al caso di parole d'uscita a 16 bit.

In termini di risoluzione, il vantaggio di utilizzare sovracampionatori a 20 bit

d'uscita invece che a 16 bit può tuttavia diventare quasi trascurabile ai livelli di segnale estremamente bassi: in figura 1 è mostrata la versione digitalizzata a 16 bit di un'onda sinusoidale a 1 kHz, $-90,31$ dB, caratterizzata quindi da un'ampiezza di picco esattamente pari a 1 LSB (acronimo di «Least Significant Bit», in italiano «bit meno significativo»), ovvero ad un singolo passo di quantizzazione. Poiché $T_s=1/f_s=22,7\mu s$, e $T_{sin}=1/f_{sin}=1.000\mu s$, ad un singolo periodo della sinusoide corrisponderanno ben $1.000/22,7=44$ campioni, i quali, potendo assumere solamente tre livelli (+1 LSB, 0 e -1 LSB), si succederanno uno dietro l'altro assumendo lo stesso identico valore più volte prima di cambiare livello.

Con un segnale del genere al suo ingresso, un sovracampionatore con parola d'uscita a 20 bit inciderà in maniera trascurabile sulla risoluzione, in quanto l'interpolazione di «zeri» posti tra campioni che hanno un identico valore non potrà altro che ricreare altri campioni identici a quelli originali: in altre parole, la forma d'onda di figura 1 non cambierà sostanzialmente passando attraverso il summenzionato sovracampionatore, non sfruttandone quindi affatto la maggiore risoluzione offerta.

Per ovviare a questo problema i tecnici della Kenwood hanno messo a punto un particolare circuito denominato D.R.I.V.E. (acronimo di «Dynamic Resolution Intensive Vector Enhancement system») il qua-



Monotonicità del DP-5060 (a sinistra) e del DP-7060 (a destra), misurate nel nostro laboratorio. La risoluzione effettiva, per entrambi gli apparecchi, si è attestata a 15,6 bit.

le, posto tra sovracampionatore e convertitori D/A (vedi figura 2), ha appunto il compito di migliorare la riproduzione dei segnali a bassissimo livello facendo assumere agli stessi un aspetto più prossimo a quello originale, grazie al più elevato sfruttamento della maggiore risoluzione (ovvero del più alto numero di livelli leciti) offerta dai sovracampionatori a 20 bit d'uscita: in pratica, grazie al D.R.I.V.E., un segnale a -90,31 dB come quello di figura 1 potrà assumere ben più dei tre livelli leciti visti in precedenza (è bene ricordare che un sistema a 16 bit ha a disposizione $2^{16}=65536$ livelli leciti, contro i $2^{20}=1.048.576$



I primi, e per ora unici, CD-player Kenwood dotati del sistema D.R.I.V.E.: il DP-5060 (a sinistra) ed il DP-7060 (a destra).

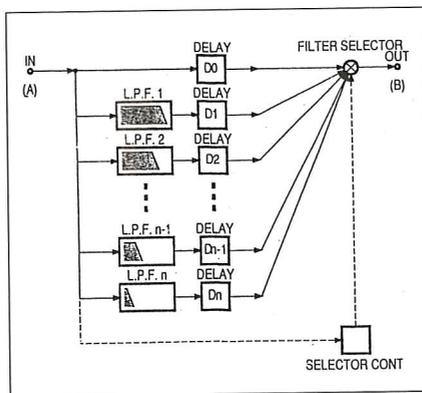


Figura 3 - Schema a blocchi del circuito D.R.I.V.E.

di un sistema a 20 bit). Il «miracolo» viene compiuto da una serie di filtri digitali (a fase lineare) connessi come in figura 3: quando dal sovracampionatore proviene una sequenza sufficientemente lunga di campioni identici, allora il «filter selector»

selezionerà (in funzione della «storia» del segnale) uno dei filtri passa-basso a disposizione (cinque, con frequenze di taglio pari circa a 10 kHz, 5 kHz, 2,5 kHz, 1,2 kHz, 600 Hz), ottenendo così come risultato lo «smussamento» delle discontinuità del segnale digitale; i circuiti di «delay» visibili in figura hanno lo scopo di compensare i diversi ritardi sul segnale introdotti dai vari filtri digitali.

Per il momento il circuito D.R.I.V.E. (la cui versione integrata su singolo chip è stata messa a punto con la collaborazione della N.P.C.) viene utilizzato solamente nei nuovi giradischi digitali DP-7060 e DP-5060 (sui quali abbiamo effettuato qualche misura in occasione della loro presentazione alla nostra redazione, curata da Mr. Ichimura, uno dei principali responsabili del progetto): i tecnici Kenwood hanno tuttavia manifestato l'intenzione, per il prossimo futuro, di inserire la loro ultima invenzione nel maggior numero possibile di apparecchi audio digitali.

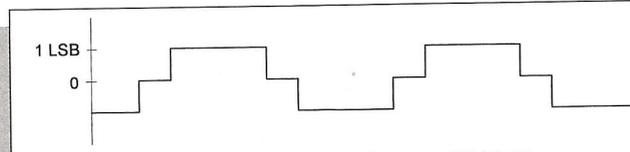
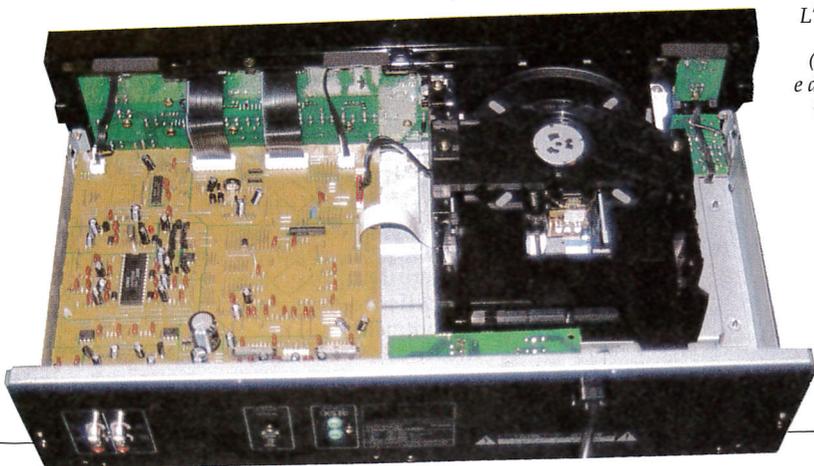


Figura 1 - Sinusoide digitalizzata a -90,31 dB.



Figura 2 - Il circuito D.R.I.V.E. trova posto tra sovracampionatore e convertitore D/A.



L'interno del DP-5060 (a sinistra) e del DP-7060 (a destra).

