

Convertitore digitale/analogico Combak Reimyo DAP-999EX Toku-S. Un convertitore ottimizzato per la riproduzione dei CD

Una disamina di un convertitore analogico digitale che ci permette di rivedere ed approfondire la struttura interna di un particolare rappresentante di questa categoria che fa ricorso a stadi di conversione multibit e sofisticati algoritmi di filtraggio.

Sono due le cose che principalmente si fanno notare quando si estrae il convertitore dal doppio imballaggio con cui viene trasportato. Oltre alle ottime rifiniture generali dell'elegante contenitore lo sguardo viene subito attratto dagli insoliti quattro "piedoni" che sporgono dalla base. Sotto ognuno dei piedoni, rigidamente fissati al fondo del telaio, si vanno ad avvitarle delle punte coniche e sotto le punte si possono collocare delle basi di forma circolare che accolgono le punte e fungono da supporto ed elemento smorzante, per evitare, tra le altre cose, che con le punte si possa rigare la superficie di appoggio. Punte e sottopunte andranno a costituire, secondo il costruttore che ha in catalogo varie tipologie di questi prodotti, un sistema di "smorzamento sintonizzabile che non solo trasforma e bilancia la risonanza, ma elimina anche la distorsione dannosa causata dalla risonanza di altri componenti elettronici come amplificatori, processori digitali, meccaniche giraCD".

Purtroppo non ho avuto tempo a sufficienza per condurre delle prove attendibili su questo sistema di smorzamento e per saperne di più vi rimando alla recensione del Direttore.

Il secondo aspetto che colpisce sono le indicazioni delle frequenze di campionamento che è in grado di accettare il convertitore: soltanto tre frequenze, 32, 44,1 e 48 kHz. Se togliamo di mezzo il formato a 32 kHz che non interessa al mondo audiofilo, abbiamo solo due valori utilizzabili. Oltre alla frequenza di 44,1 kHz caratteristica dei CD, possiamo spingerci al massimo fino ai 48 kHz, quindi niente "alta definizione" ovvero non sarà possibile riprodurre con questo DAC contenuti musicali a più alta frequenza di cam-

pionamento come 88,1 o 96 kHz, o ancora più alta tipo 176,2 o 196 kHz, nonostante ormai tali formati comincino ad essere piuttosto diffusi, spinti anche da diversi fornitori di servizi on line sia in streaming che in download. In realtà la sorpresa è parziale in quando il Direttore, parlandomi di questo prodotto, mi aveva già anticipato questa caratteristica ma vedere nel 2022 un DAC con queste "limitazioni" comunque mi lasciava perplesso. A questo punto vado subito ad osservare la parte posteriore per controllare di quali ingressi digitali è dotato il DAC. Altra sorpresa, oltre ai classici ingressi audio digitali S/PDIF nelle varie forme,

manca un ingresso USB. Mannaggia, non potrò collegarlo alla mia sorgente di musica liquida!

In realtà anche questo aspetto mi era stato anticipato, ma non riuscivo a capire appieno i motivi di tali scelte. Infatti questo approccio non è dovuto assolutamente a mancanza di capacità progettuale o realizzativa del produttore, né, tanto meno, a motivazioni indotte dalla necessità di contenimento di costi, visto l'elevato, in tutti i sensi, livello del prodotto. Si tratta invece di un approccio dettato dalla volontà di offrire il massimo della qualità raggiungibile nella riproduzione dei Compact Disc e per far questo si rinuncia a parte

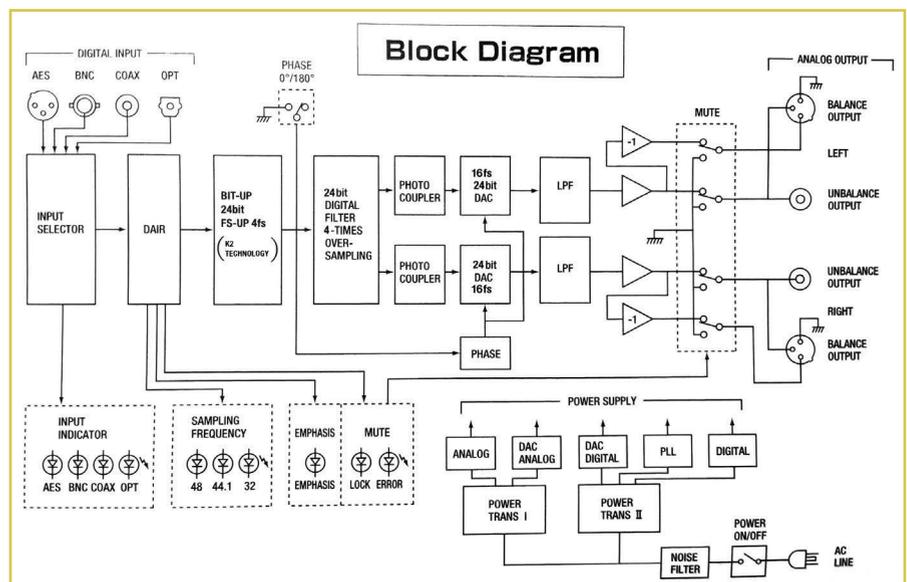


Figura 1. Schema a blocchi del convertitore. Gli elementi maggiormente caratterizzanti il disegno sono l'adozione di un filtro di sovracampionamento proprietario denominato "K2 Technology" (3° blocco grande da sinistra) e l'adozione di convertitori multibit (PCM1704k) fatti operare a 16 Fs (ove Fs è la frequenza di campionamento base di 44,1 kHz).

della flessibilità operativa del convertitore. Per capire tali scelte non rimane altro che togliere il coperchio del contenitore e analizzare il funzionamento interno del DAC. Purtroppo il costruttore sul sito è abbastanza avaro di informazioni tecniche sul prodotto ma nel manuale fornisce uno schema a blocchi che ci aiuta a capire come è impostato il DAP-999, qui presente nella massima e più sofisticata configurazione possibile, la versione EX Toku-S. In **Figura 1** è riportato questo schema a blocchi che ci farà da guida per la successiva descrizione delle varie sezioni.

Sezione ingressi

A partire dalla sinistra nello schema troviamo il selettore degli ingressi seguito dal ricevitore digitale. Sono 4 gli ingressi disponibili: AES/EBU bilanciato, S/PDIF su connettore BNC e coassiale RCA, S/PDIF su connettore ottico Toslink. Sul pannello frontale questi ingressi sono selezionabili da altrettanti pulsanti con relativo LED di segnalazione. Segue il ricevitore audio digitale che ha il compito di decodificare il segnale S/PDIF, estrarre le informazioni dei due canali e i sincronismi (clock) associati.

Il ricevitore permetterà di visualizzare, attraverso dei LED su pannello frontale, la frequenza di campionamento, rilevare la presenza di enfasi sul segnale trasmesso ed indicare l'eventuale presenza di errori nella trasmissione. In **Fi-**

gura 2 possiamo osservare l'interno del convertitore e analizzare come il tutto viene implementato. In particolare il ricevitore digitale impiegato è lo **Yamaha YM3436D**, una vecchia conoscenza del mondo audiofilo accreditato di buone performance dal punto di vista del jitter, soprattutto se si sa "dove mettere le mani" per impiegarlo in modo ottimale.

Questo ricevitore può operare fino alla frequenza massima di 48 kHz e da qui deriva la massima frequenza che può accettare il convertitore. D'altra parte limitando l'intervallo delle frequenze in cui si opera si può ottimizzare meglio il funzionamento del circuito di "sincronizzazione" del ricevitore, che risulta più semplice da implementare (e probabilmente più performante) rispetto a quelli che devono arrivare fino a 192 kHz. In **Figura 3** possiamo osservare più in dettaglio la zona del ricevitore digitale, unitamente alla sezione di alimentazione di cui parleremo più avanti. Da notare che tutti gli ingressi digitali di tipo elettrico sono dotati ciascuno di un trasformatore di accoppiamento/isolamento.

Sezione sovracampionamento

Proseguendo sul percorso del segnale (vedi schema a blocchi) arriviamo al piatto forte di questo convertitore, ovvero il sovracampionatore/filtro che implementa la tecnologia K2 derivante dalla tecnologia XRCD della JVC, attra-

verso il chip **JCV8009**. In **Figura 4** possiamo vedere una sintetica spiegazione di come questa tecnologia operi, immagine tratta da sito del produttore. Il segnale originario del CD a 16 bit e 44,1 kHz subisce un'espansione sia in termini di risoluzione sia in termini di frequenza. Grazie agli algoritmi di elaborazione interni del circuito si passa dai 16 bit originali ad una risoluzione di 24 bit, mentre dal punto di vista della frequenza di campionamento si passa dai 44,1 kHz di partenza a 176,4 kHz finali (o 192 se il segnale di ingresso è di 48 kHz), ovvero ad una frequenza quattro volte superiore. Tutto questo allo scopo di estrarre più informazioni possibili dal contenuto del CD prima di inviare il segnale agli stadi di conversione digitale/analogico. L'effetto è quello che si può vedere nel grafico in basso a destra, riportato in blu, messo a confronto con soluzioni standard. In pratica si assiste ad un "arricchimento" delle componenti ultrasoniche del segnale, ovvero di quella parte di spettro che va oltre i 20 kHz. Qualcuno potrebbe obiettare che queste componenti non sono udibili. Giusto, ma probabilmente questa maggiore ricchezza dello spettro ultrasonico del segnale potrebbe influire pure nella parte più bassa dello spettro, permettendo ai convertitori che seguono di operare in modo più preciso e accurato, rendendo l'effetto udibile. Naturalmente qui si potrebbe aprire un'ampia discussione sull'impor-

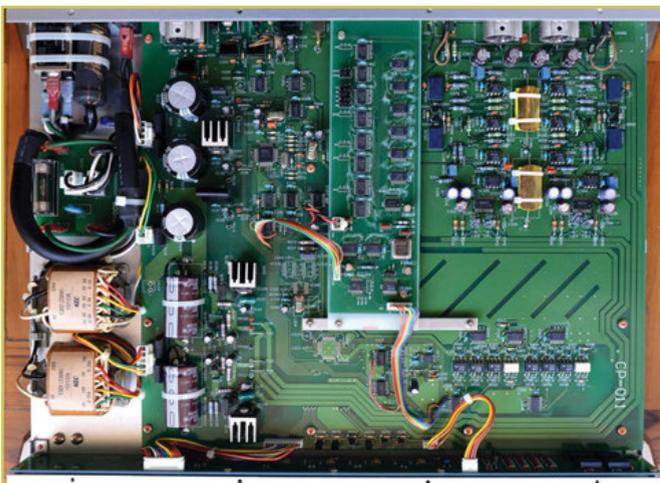


Figura 2. Vista dell'interno. Quasi tutti i componenti sono ordinatamente raccolti in un grande circuito stampato che occupa la maggior parte della superficie interna. Sopra questo stampato si innesta, al centro, una seconda scheda dedicata al sovracampionamento, mentre sul lato sinistro sono collocati i trasformatori di alimentazione.



Figura 3. Particolare della sezione di alimentazione e della sezione di ingresso. Tutti gli ingressi elettrici sono dotati di un trasformatore di accoppiamento/isolamento e fanno capo al ricevitore e demodulatore digitale Yamaha YM3436. In basso i due trasformatori alimentano: il primo, con 3 secondari separati, le varie sezioni digitali ed i chip di conversione; il secondo, con due secondari, la sezione analogica.

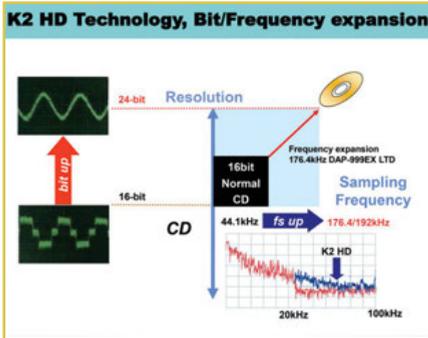


Figura 4. Una spiegazione sintetica che il costruttore fornisce sulla tecnologia K2 HD adottata per migliorare la riproduzione del segnale fornito dal CD (16 bit a 44,1 kHz). Tramite il circuito K2 proprietario viene effettuata sia un'espansione della risoluzione passando da 16 a 24 bit, sia un'espansione della frequenza di campionamento che passa da 44,1 kHz a 176,4 kHz (4x). L'effetto sullo spettro del segnale si può vedere nel grafico in basso a destra, con un arricchimento delle componenti oltre i 20 kHz.

tanza e sugli effetti del sovracampionamento, ma non ne abbiamo lo spazio, quello che conta è l'effetto finale che si ottiene e sembra proprio che i progettisti del DAP-999 abbiano colto nel segno. D'altronde in fase di registrazione ormai si acquisisce (da analogico a digitale) sempre ad una frequenza di campionamento più alta di quella del CD, di un fattore 2 o 4 se non di più, a 24 bit, poi si passa ad un filtraggio per far entrare il segnale nel più stretto "contenitore" del CD a 16 bit/44,1 kHz. Una delle migliori tecniche che entrano in gioco in questa delicata operazione è quella messa a punto dalla JVC per produrre i suoi rinomati XRCD. Secondo Combak questa tecnica è la migliore disponibile ed a questa si sono ispirati per il loro sovracampionamento e filtraggio, per applicare una sorta di procedimento inverso che riuscisse a ricostruire l'informazione iniziale, o almeno ci andasse il più vicino possibile. I risultati sembra gli diano piena ragione. Ma non finisce qui, come possiamo osservare dallo schema a blocchi, al segnale viene applicato un ulteriore sovracampionamento di 4 volte con relativo filtraggio. Per far questo ci si affida al circuito **DF1706** originariamente della Burr-Brown e successivamente (dopo l'acquisizione) di Texas Instruments. Questo chip per-

mette diverse opzioni di filtraggio e scommetto che è stata usata l'opzione a più bassa pendenza, anche se non ho alcun riferimento a supporto della mia ipotesi. Ma visto il valore di frequenza a cui gli viene richiesto di operare ed il fatto che è già preceduto da un circuito di sovracampionamento di elevata qualità, credo sia la scelta più in linea con la filosofia del prodotto. Questa ipotesi sembra confermata dal grafico della risposta all'impulso di cui parleremo più avanti.

Di conseguenza il segnale a 24 bit e 176,4 kHz in uscita del primo oversampling JCV8009, viene portato alla bellezza di 765,6 kHz, sempre 24 bit, dal secondo oversampling DF1706, ovvero a 16 volte volte la frequenza originale del CD. In **Figura 5** possiamo vedere come ciò viene implementato. In pratica si fa ricorso, per contenere i due sovracampionatori e i circuiti accessori, ad un circuito stampato a parte che si va ad innestare sopra il circuito stampato principale, all'incirca al centro di quest'ultimo. Su questo secondo stampato, oltre ai due chip di sovracampionamento, troviamo numerosi altri circuiti integrati di tipo digitale. A cosa serviranno? Non è dato saperlo dalle informazioni del produttore ma, vista anche la presenza di un oscillatore al quarzo di frequenza 22.579,2 kHz esattamente multiplo (x512) dei 44,1 kHz dei CD, non escluderei l'ipotesi che tale componentistica venga utilizzata per coadiuvare i due chip di cui sopra ad effettuare anche una risincronizzazione del segnale al fine di ridurre il jitter. Se questo è vero "la cura" attuata andrebbe prevalentemente ad agire sui segnali tipici del CD, visto il valore del clock impiegato. Proseguen-

do con il percorso del segnale, prima di spedire il segnale ai chip di conversione si interpongono degli isolatori ottici in modo da isolare al meglio la parte digitale, con tutti i suoi possibili rumori elettrici, dalla delicata parte analogica, alimentando naturalmente quest'ultima sezione con un alimentatore separato, come si vedrà più avanti.

Sezione di conversione D/A

Eccoci finalmente allo stadio di conversione digitale/analogico realizzato con altre vecchie glorie del mondo audiofilo, i **PCM1704** (uno per canale). Si tratta di convertitori D/A multibit, probabilmente i più sofisticati chip di questo tipo mai realizzati e purtroppo ormai fuori produzione da qualche anno. A parere di molti esperti del settore, oltre che del sottoscritto, questi circuiti integrati hanno rappresentato l'apice della produzione dei chip multibit e sono stati impiegati in vari prodotti che si posizionano ancora oggi, dopo diversi anni, ai vertici del panorama audiofilo per la loro "musicalità". Se servisse a qualcosa sarei tra i primi a firmare una "petizione" alla Texas per farli rimettere in produzione. Da notare che la versione impiegata è la K, quella più performante.

Sezione analogica

L'uscita di questi chip è tipicamente un segnale in "corrente" e necessita di uno stadio di conversione corrente/tensione. Qui tale compito viene affidato all'ottimo amplificatore operazionale **OPA627** (uno per canale), con ingresso a FET a basso rumore e dotato di buone prestazioni "velocistiche", anch'esso molto ben quotato nel mondo audiofilo. Seguono una batteria di

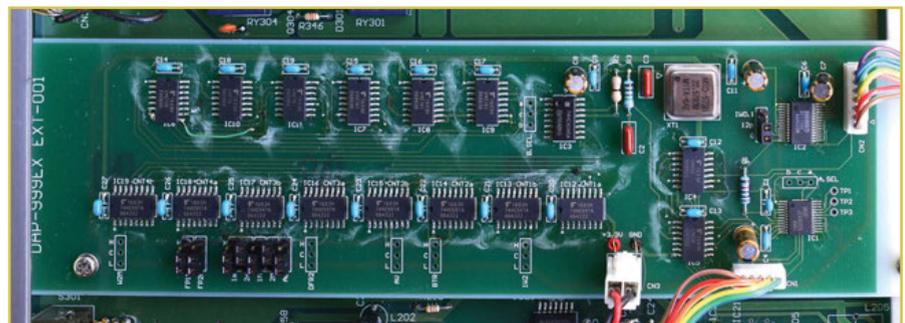


Figura 5. L'espansione della risoluzione e della frequenza di campionamento viene implementata con questa scheda che si innesta sul circuito stampato principale. Qui sono presenti, sulla destra, il chip K2-JVC8009 che implementa la "K2 HD Technology", cui segue il chip di sovracampionamento e filtraggio DF1706, il tutto temporizzato da un generatore di clock a 22.579,2 kHz (pari a 44,1 kHz x 512).

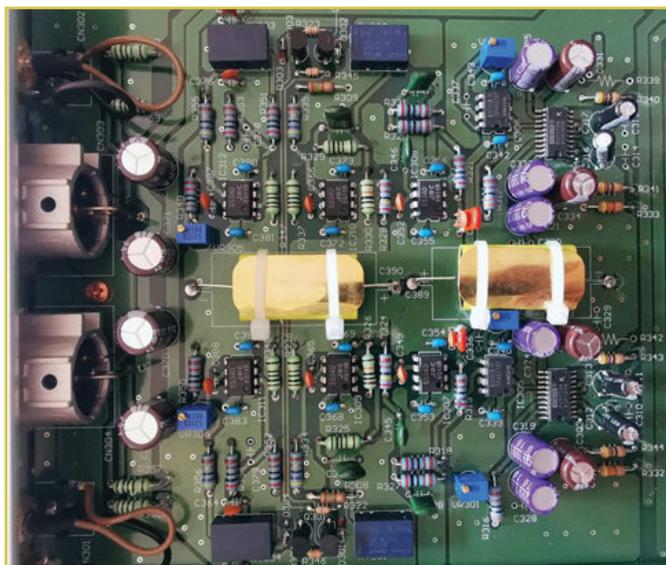


Figura 6. Particolare della sezione analogica di conversione, amplificazione e filtraggio. Sulla destra vi sono i due chip di conversione multi-bit, i rinomati PCM1706K (uno per canale), cui fa seguito la sezione di conversione I/V (corrente/tensione) realizzata con gli ottimi amplificatori operazionali OPA627. Successivamente il segnale viene affidato a 3 amplificatori JRC 5534 per canale, per effettuare il filtraggio e l'amplificazione sia per le uscite sbilanciate che bilanciate.

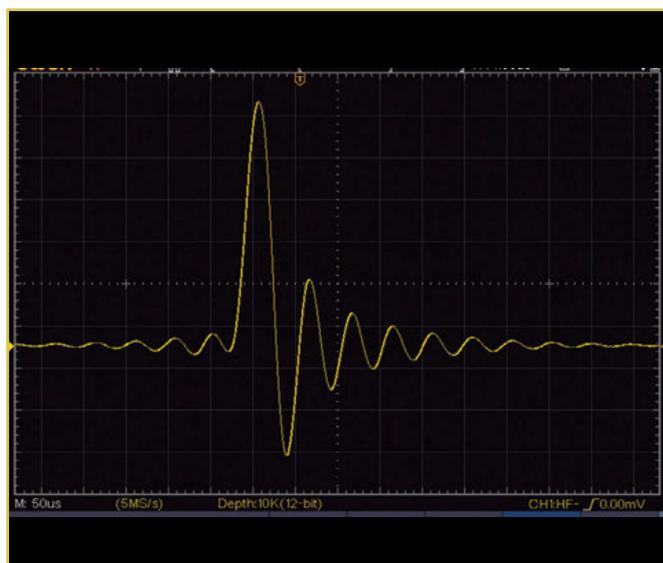


Figura 7. Risposta all'impulso del DAC. La risposta si presenta non troppo lunga e piuttosto asimmetrica, con oscillazioni pre impulso più contenute di quelle postimpulso. A questo corrisponde una risposta in frequenza non troppo ripida in prossimità del taglio passa-basso a 22 kHz, che fa passare qualcosa anche dopo tale valore, come lasciava intuire il grafico esplicativo nella Figura 4.

tre amplificatori operazionali JRC 5534, la versione giapponese ottimizzata (con specifiche migliori) dei noti NE5534. Probabilmente uno di questi servirà per l'amplificatore di tensione e filtraggio passa-basso dell'uscita sbilanciata, mentre gli altri due per l'analogo compito indirizzato all'uscita bilanciata, che richiede due segnali in opposizione di fase tra loro. Il tutto implementato con ordine e impiegando componenti di qualità, come si può osservare in **Figura 6**. Tra l'altro, oltre a vari relè di commutazione e trimmer di taratura, al centro della sezione si evidenziano due grossi condensatori con dielettrico plastico coperti da una lamina dorata, probabilmente con la funzione di schermatura.

Sezione alimentazione

Tornando alla Figura 3 qui possiamo osservare una sezione di alimentazione molto curata. Si parte dal connettore di alimentazione a 230 V cui segue un filtro per abbattere i rumori che possono provenire dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica, per proseguire con due trasformatori realizzati con nucleo a C al fine di contenere i flussi dispersi. Il primo contiene tre secondari destinati alle varie sezioni digitali e di conversione, il secondo due secondari dedicati alla sezione analogica di am-

plificazione e filtraggio. Seguono i relativi cinque ponti di raddrizzamento, condensatori di filtraggio e stabilizzatori di tensione.

Tre di questi sono dotati di dissipatore di calore di dimensioni maggiori ed in corrispondenza della loro posizione sul coperchio del telaio sono praticati dei fori per facilitare la circolazione dell'aria e migliorare il raffreddamento.

Alcune misure di verifica

Senza la pretesa di fare un quadro completo e rigoroso come fa la nostra rivista sorella maggiore AUDIOREVIEW, ho sottoposto il DAC ad alcune misure allo scopo di verificare soprattutto due cose: la linearità di conversione e la risposta all'impulso/risposta in frequenza.

I convertitori multibit, a causa della loro complessità realizzativa, possono presentare a volte delle piccole non linearità, a vari livelli, nel processo di conversione. Nel Combak non è rilevabile alcuna forma apprezzabile di non linearità con un comportamento sia a livello di distorsione, sia di rumore e gamma dinamica, che si avvicina ai limiti dello standard CD. I PCM1704, sono evidentemente ben selezionati e lavorano in modo impeccabile. Per quanto riguarda il secondo aspetto, la risposta all'impulso (**Fig. 7**) denota una fase oscillatoria pre impulso e post impulso

non molto estesa, con la fase pre impulso più corta di quella che segue. Questo si traduce in una risposta all'estremo alto, in prossimità del filtraggio passa-basso a 22 kHz, non troppo ripida, che fa passare "qualcosa" anche dopo i fatidici 22,05 kHz (la metà della frequenza di campionamento), così come il grafico esplicativo della tecnologia K2 HD (**Fig. 4**) lasciava intuire. A questo tipo di risposta all'impulso, prevalentemente dettata dal filtraggio digitale, si associa generalmente una risposta in fase leggermente in ritardo, similmente a come avviene in un filtro analogico a pendenza contenuta, a conferma dell'impostazione generale già sopra evidenziata.

Conclusioni

Siamo in presenza di un convertitore pensato e realizzato con la massima cura che però è un po' al di fuori dei canoni a cui ci hanno abituato altre realizzazioni: si rinuncia a parte della flessibilità, soprattutto dal lato delle frequenze di campionamento accettate in ingresso, per concentrarsi principalmente su un unico obiettivo: riprodurre nel miglior modo possibile il segnale proveniente da una meccanica CD a 44,1 kHz. Obiettivo, a giudicare dalle note di ascolto, perfettamente centrato.

Paolo Mattei