

ezDAC

Un semplice (ez è l'abbreviazione di easy) ma ben suonante convertitore da digitale ad analogico (DAC), con tanto di sovracampionamento in barba ai NOS dipendenti.

Era da diverso tempo che pensavo di costruirmi un DAC, ma altri progetti audio e articoli da presentare su CHF hanno ritardato la sua realizzazione. Ho iniziato a guardarmi in giro per vedere cosa offriva il mercato, incontrando diverse opzioni sia di PCB pronte che di kit da assemblare, come anche di DAC belli che pronti all'uso, principalmente di origine asiatica, a prezzi molto alettanti: tuttavia ho scartato quest'ultima possibilità, in quanto, come ogni bravo autocostruttore, trovo giovamento nel realizzare qualcosa in proprio. La prima decisione che dovevo prendere era se utilizzare un progetto upsampling oppure *non oversampling* (NOS): è uno dei tanti dubbi nel mondo audio che non trova una risposta univoca. Comunque sia, io ho deciso di optare per un DAC con sovracampionamento.

TEMPO DI SCELTE

Il secondo passo era quello di scegliere quale chip di conversione prediligere, e qui mi sono basato sulle mie esperienze di

ascolto con i vari CD player commerciali che mi sono passati tra le mani, decidendo di rimanere in casa Texas con i PCM 1794 o Analog Device con i 1853: la particolarità che accomuna questi due DAC è che hanno l'uscita differenziale in corrente, lasciando quindi diverse possibilità di scelta per il circuito di conversione della corrente in voltaggio (I/V) da implementare. Al termine delle mie ricerche ero arrivato a due possibili opzioni: la prima era la scheda di valutazione siglata EB1853 (ora sostituita dalla EB1955) offerta dalla Analog ad un prezzo molto alettante, 150 dollari; la seconda alternativa era di comprare la sola PCB del progetto ezDAC, di Evan Zamir. Il voler fare esperienza nella saldatura dei componenti SMD, oltre alla libertà nella selezione dei componenti da adoperare, mi ha fatto propendere per la seconda scelta: il risultato finale è quanto mostra la **Foto 01**.

Evan Zamir è un professore della Georgia Tech University, ma è anche un grande appassionato di DIY audio che ha deciso

di progettare e produrre, senza scopi commerciali, un piccolo numero di schede del DAC oggetto di questo articolo. Una volta contattato, ho trovato Evan una persona molto gentile e affidabile, e oltre alla PCB mi ha anche venduto dei componenti difficili da trovare in Italia, come il trasformatore d'impulso; una volta ricevuta la piastra, ho potuto constatare la sua ottima qualità. A chi fosse interessato in questo ezDAC consiglio una visita nel sito di Evan: <http://www.ezdiyaudio.com>.

La PCB che io ho usato è la versione 1.0, mentre attualmente quella disponibile è la ver. 1.5: le due piastre sono molto simili, con la più recente che presenta dei jumper lungo le piste di alimentazione per permettere delle modifiche al circuito di alimentazione; inoltre la ver. 1.5 ha sia il solder mask che il silkscreen. Vediamo più nel dettaglio l'architettura di questo ezDAC, aiutandoci con lo schema visibile nella **Figura 01**.

L'ingresso digitale S/PDIF entra in un trasformatore d'impulso con rapporto



Foto 01

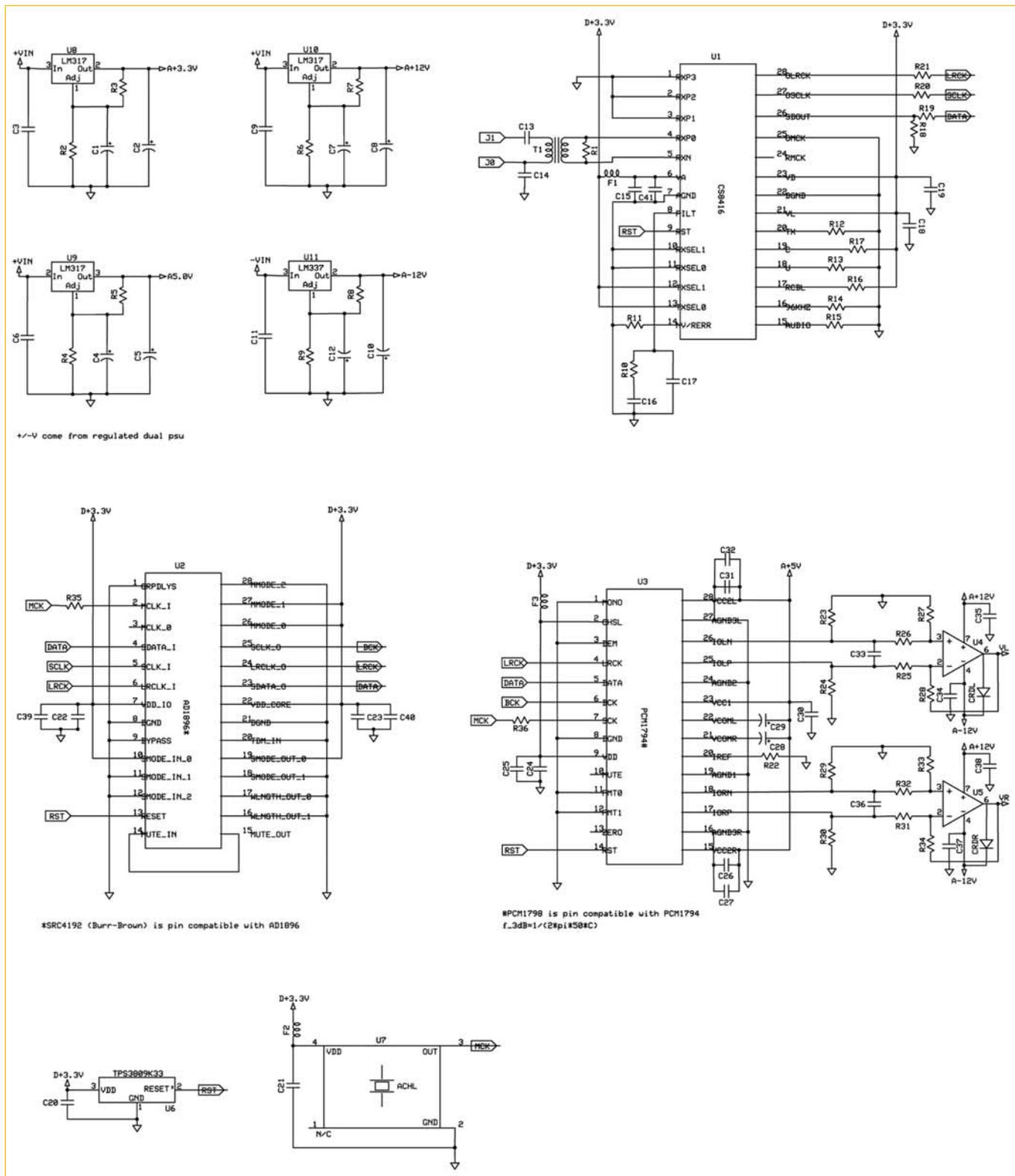


Figura 01

delle spire 1:1, il quale fornisce un isolamento galvanico dal rumore presente nel segnale d'ingresso. Le prestazioni del DAC dipendono molto dalla qualità di questo trasformatore, e il modello utilizzato è quello consigliato da più parti, ovvero il Newava S22083 alias Schott 22083.

Come accade nei trasformatori di uscita dei circuiti a valvole, realizzare un buon trafo è più un'arte che un semplice avvolgere delle spire di rame intorno ad un nucleo di ferro, e la stessa cosa vale nei trasformatori d'impulso; comparando vari modelli, il parametro da tenere d'occhio e

al quale dare molta importanza nella scelta, è la *leakage inductance*, che deve attestarsi su valori bassi. Visto che il Newava S22083 lo si trova solo dagli americani della Digi-Key, e che per noi europei ciò significa alti costi di spedizione, mi sono dato da fare per trovare delle

PRATICA

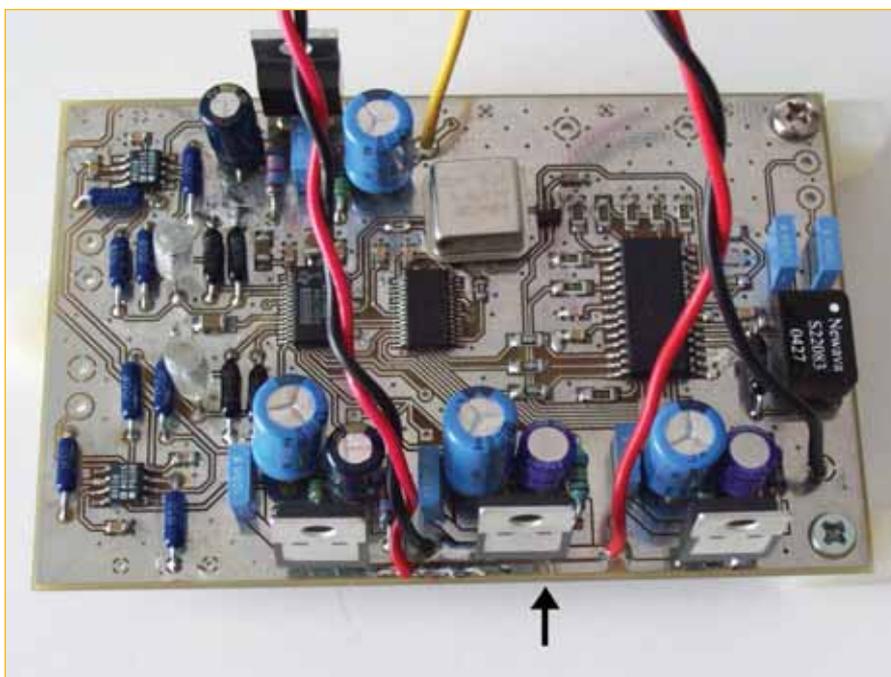


Foto 02

alternative a detto componente. Alla fine delle ricerche ho trovato due modelli che avevano caratteristiche simili anche se con differente piedinatura: UmeC UT14013 e C&D 76601/3. Ho quindi contattato i miei fornitori di materiale elettronico per comprare i due trasformatori, ma ne erano sprovvisti; senza perdersi d'animo ho allora scritto ai due produttori, UmeC e C&D, spiegando del mio progetto e dell'articolo a venire, e chiedendo loro

se era possibile ricevere dei *samples*: sfortunatamente l'esito di questo mio tentativo è stato negativo. Peccato, avrei voluto fare una comparativa d'ascolto e di misurazioni tra i tre trasformatori. Comunque sia, visto che il mondo gira e le cose possono cambiare nel tempo, ho ricontrollato se i miei fornitori avessero incluso a catalogo uno dei tre modelli di cui stavamo dicendo e, udite udite, Farnell ora dispone del Murata 76601/3,



Foto 03

che altri non è che il C&D di cui parlavamo poc'anzi. Per adesso mi sono annotato la cosa nel mio quaderno delle "cose da fare", vediamo se il tempo mi permetterà di fare la tanto ricercata comparativa tra i due trasformatori d'impulso.

Lo stadio ricevente è costituito dal classico Cirrus Logic CS8416, e dal convertitore asincrono di campionamento (ASRC), che si prende cura di campionare il segnale in ingresso a 96k Hz. L'integrato adibito a questo compito può essere scelto tra l'Analog AD1896 e il Texas SRC 4192. Il clock per i due chip dello stadio ricevente è generato da un cristallo esterno, bypassando il clock recovery presente all'interno del CS8416.

Lo stadio di conversione permette la scelta tra i DAC top di gamma della Texas, il PCM1794 o il fratello minore PCM1798, due convertitori molto stimati nel mondo audio. A parte il costo, i due chip si differenziano nel valore di rumore e nella quantità di corrente erogata in uscita. Come già detto in precedenza, questi DAC hanno l'uscita in corrente, necessitando quindi di un conversione I/V: l'ezDAC lo fa nella maniera più semplice, ovvero con una resistenza per ogni ramo del differenziale.

Lo stadio di uscita analogico si prende cura di convertire il segnale bilanciato proveniente dallo stadio I/V in sbilanciato, e di amplificarlo. Il filtraggio analogico, ottenuto con un condensatore, è molto blando.

Lo stadio di alimentazione, presente sulla PCB, fornisce le quattro tensioni necessarie (3,3; 5; +/-12 Vdc) attraverso i regolatori variabili LM3x7, preferiti a quelli fissi per un migliore valore di reiezione ai disturbi (ripple rejection). Tuttavia sono possibili varie possibilità di alimentare l'ezDAC: vediamole insieme. La prima è la più semplice, e consiste nell'alimentare la PCB con +/-15 VDC, e lasciare ai quattro regolatori il compito di ridurre e stabilizzare le tensioni. La seconda opzione, che è quella che ho utilizzato, prevede di separare le alimentazioni della sezione analogica da quella digitale. Per fare ciò, ho previsto due trasformatori e relativi circuiti di raddrizzamento e filtraggio, che vanno ad alimentare l'ezDAC, con i quattro regolatori on board che continuano a fare il loro compito. Per permettere questa variante, ho dovuto interrompere una pista del circuito stampato, come visibile nella **Foto 02**, mentre nella PCB ver. 1.5, quella attualmente disponibile, sono presenti dei jumper proprio con questo scopo. Consiglio vivamente di separare le alimentazioni digitale-analogica, in quan-

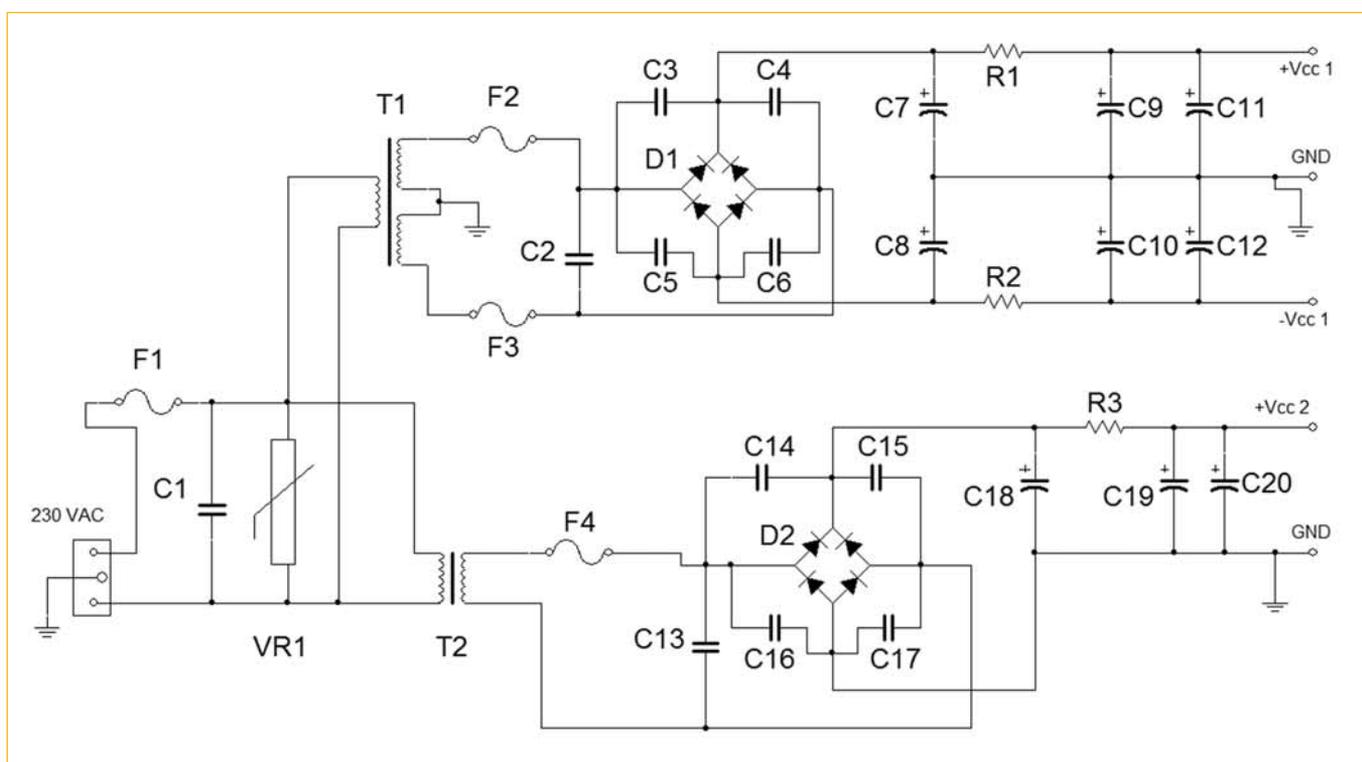


Figura 02

LISTA COMPONENTI

COMPONENTE	DESCRIZIONE	RS-COMP. P/N	FARNELL P/N
R1, R2	Res. 15 OHM, 2W, 1%	214-1715	9474943
R3	Res. 22 OHM, 2W, 1%	214-1737	9475109
F1	Fusibile, 0,5A, 250V, Fast	541-4347	1271612
F2, F3, F4	Fusibile, 0,3A, 250V, Fast	541-4325	1123182
VR1	MOV, 275VAC		4804697
D1	Diodi, 1N4937, 600V, 1A	652-7365	4502358
D2	Ponte raddriz., 100V, 2A, case D44	629-6077	2416189
C1	Cond. Classe X2, 470 nanoF, 275V, P22.5	208-8030	1198299
C2	Cond. a Film 100 nanoF, 100V, P15	298-0368	9752820
C3, C4, C5, C6, C14, C15, C16, C17	Cond. Ceramico X7R, 10 nanoF, 100V, P5	211-5081	1200397
C7, C8, C9, C10, C11, C12, C18, C19, C20	Cond. Elettr. 2.200 microF, 25V, diam. 16 mm, P7.5	628-3914	8813027
C13	Cond. a Film 100 nanoF, 100V, P5	108-2700	1572134
T1	Transformatore, 220/12-0-12 VAC, 8VA	347-2688	
T2	Transformatore, 220/9VAC, 5VA	347-2537	
3 Porta fusibile da PCB	5x20 mm, P23	417-098	1162740
Connettori da PCB		548-7250	
Faston maschio da PCB	P6.3 mm	534-834	

to i benefici che si ottengono all'ascolto sono notevoli. Una terza possibilità di alimentazione è quella di bypassare i regolatori presenti sulla scheda e utilizzare qualcosa di più performante sia in termini di pulizia che di bassa impedenza: per esempio, si potrebbe pensare al Super Regulator di Walter Jung (Audio Electronics 04/2000).

LA PCB EzDAC

Come di consueto, i primi componenti che

debbono essere saldati sulla piastra sono quelli di minor dimensione, quindi inizieremo con gli SMD (componenti a montaggio superficiale, Surface Mount Device) per poi passare ai componenti classici. Ho iniziato a saldare le resistenze e i condensatori SMD, partendo dal centro della PCB e muovendomi nelle quattro direzioni, aiutandomi con una pinzetta e una lente di ingrandimento seguendo questa procedura: spennellavo del liquido flussante sulle due piazzole, e saldavo dello stagno su

una di esse; poi ponevo il componente, aiutandomi con la pinzetta, ben allineato ai pad e lo saldavo alla piazzola con lo stagno. Una volta che lo stagno si era raffreddato, con la pinzetta spingevo il componente verso la basetta e riscaldavo nuovamente la piazzola, questo per essere sicuri che il componente stesse ben appoggiato alla PCB; infine saldavo il secondo pad. Di seguito verificavo con un multimetro che i collegamenti fossero in regola.

PRATICA

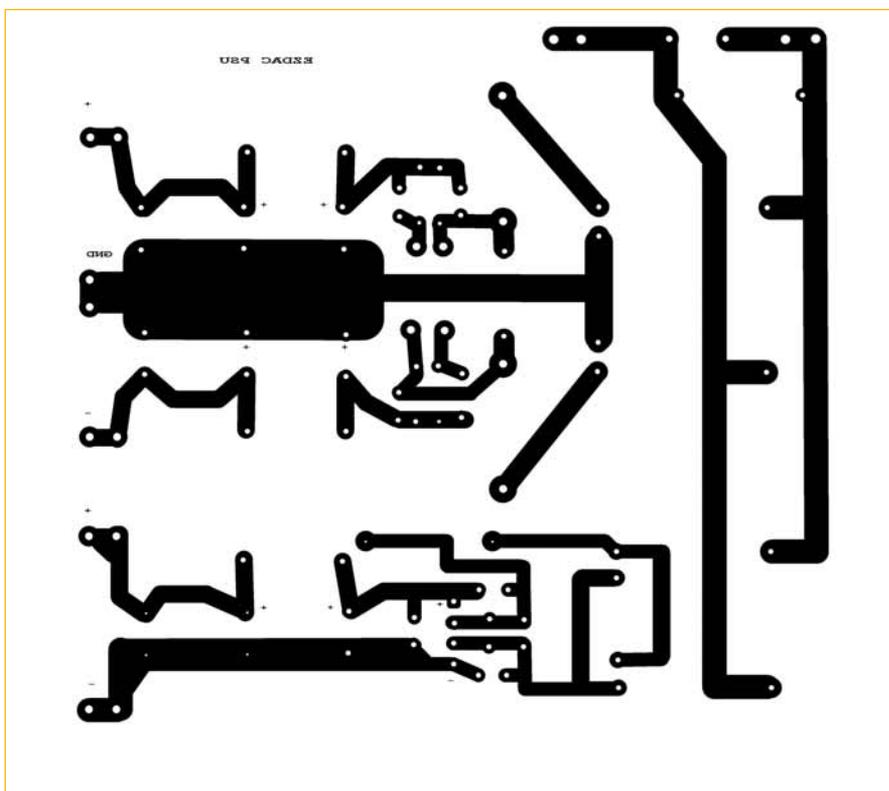


Figura 03



Foto 04

Il prossimo passo è quello di saldare gli integrati, e qui il grado di difficoltà aumenta, specialmente con i chip PCM1794 e AD1896, il cui formato del contenitore è SSOP. In questo caso ho preferito mettere dello stagno su due piazzole agli angoli opposti, posizionare l'integrato in modo da allinearli ai pad e saldare un angolo; di seguito applicavo della pressione sul chip e saldavo il secondo angolo; una volta verificato l'allineamento pin-piazzola, saldavo i restanti pad. Al termine della saldatura di ogni IC, controllavo visivamente ed elettricamente che non ci fossero ponti indesiderati fra le tracce del cir-

cuito stampato, come anche che ci fosse continuità tra pin e piazzola: sicuramente questi controlli rubano molto tempo, ma sono indispensabili per assicurare il buon funzionamento dell'apparecchio già alla prima accensione.

Senza ombra di dubbio la saldatura di componenti SMD richiede un po' di esperienza e di molta calma, e il mio consiglio è quello di usare del liquido flussante (ricordatevi di eliminare i residui, che in alcuni tipi di flussante sono corrosivi), come anche dello stagno con argento: sebbene alcuni affermino che le saldature effettuate mediante stagno con argento

migliorino il suono degli apparecchi audio, io l'ho usato per motivi molto più oggettivi. Infatti, i componenti SMD, di solito, vengono venduti con delle piccole quantità di argento sui terminali, sicché l'impiego di stagno con argento ne facilita la saldatura; per contro, servirsi di detto tipo di stagno con i componenti classici (non SMD), può facilitare l'instaurarsi di saldature fredde, che sicuramente non giovano al suono dell'apparecchio, se non si presta la massima attenzione durante la fase di saldatura, specialmente se la lega non è eutettica. In pratica esistono tre fasi durante la fusione tra metalli: la fase liquida, la fase plastica e quella solida, ognuna caratterizzata da una propria temperatura. Una lega metallica si dice eutettica quando non ha la fase plastica, ovvero il passaggio dalla fase liquida a quella solida è immediato e avviene ad una temperatura precisa. Va da se che quando saldiamo un componente con uno stagno composto da una lega non eutettica, ogni piccolo movimento durante la fase plastica creerà problemi nella saldatura. Il classico stagno Sn63-Pb37 è eutettico e ha una temperatura di fusione di 183 gradi; lo stagno con argento da preferirsi è quello Sn96,5-Ag3,5, anch'esso eutettico e con una temperatura di fusione di 221 gradi centigradi.

Una volta terminato di montare i componenti a montaggio superficiale, si passa ai componenti classici, saldando prima le resistenze e poi i condensatori, il quarzo e il trasformatore d'impulso, per terminare con i quattro regolatori di tensione. Avete la massima libertà di scelta nei componenti da utilizzare, sempre che le dimensioni lo permettano, ovviamente. A titolo d'esempio, nella sezione dei regolatori di tensione (LM3x7) ho accoppiato le resistenze di regolazione (R6-7, R8-9), ho preferito condensatori di bypass con bassa ESR (Equivalent Series Resistance) come i Sanyo SH e i Panasonic FC, mentre per i condensatori di uscita (C2, C5, C8, C10) ho optato per dei modelli economici, ovvero che avessero una discreta ESR visto che questa resistenza è usata come filtro. Infine, i condensatori sul percorso del segnale (C33-36) sono del tipo in polistirene. La PCB popolata dell'ezDAC è quanto abbiamo già visto nella **Foto 02**.

L'ALIMENTATORE

Guardiamo insieme lo schema dell'alimentatore nella **Figura 02**. I 230 VAC sono filtrati da un varistore e da un condensatore classe X2: il primo si prende cura dei picchi di tensione eventualmente

presenti in rete, mentre il secondo si occupa di filtrare le RFI (Radio frequency Interference). Dei varistori (MOV) ne avevo già parlato nell'articolo "il trio solido" presentato su CHF116, e quindi non mi ripeto; vi ricordo solo di utilizzare, se li trovate, i TMOV della Littlefuse, che implementano un fusibile termico di protezione. Seguono due trasformatori da circuito stampato, uno per la sezione analogica e l'altro per quella digitale; nella scelta del voltaggio del secondario, tenete a mente che i regolatori LM3x7 abbisognano, per funzionare adeguatamente, di almeno 2VDC in più rispetto al voltaggio d'uscita desiderato. Tra i secondari dei trasformatori e il ponte di raddrizzamento ci sono dei condensatori a film che riducono il transiente che si genera dalla commutazione dei diodi. Inoltre, per diminuire il rumore generato dai diodi, ho adoperato dei condensatori ceramici tipo X7R in parallelo a ciascun diodo. La sezione di filtraggio è del tipo capacitivo, formata dal parallelo di tre condensatori elettrolitici per un totale di 6.600 microF per ramo: ho preferito usare più condensatori piuttosto che uno unico per diminuire la ESR totale. Le resistenze R1-2-3 vanno a formare una circuito RC per migliorare ulteriormente la pulizia della tensione di uscita. L'alimentatore completato è visibile nella **Foto 03**, mentre la **Figura 03** ci mostra la PCB; la lista dei componenti è, come di consueto, completa con i codici prodotto di Distrelec e di RS-components.



Foto 05



Foto 06

L'ASSEMBLAGGIO DEL DAC

Come contenitore ho adoperato il GX287 della HIFI-2000, che offre un bel design oltre che dei pannelli laterali in alluminio che ho sfruttato come dissipatori per tre dei regolatori di voltaggio presenti. Sicuramente il potere dissipante offerto è ben superiore a quanto richiesto: nel caso decidiate per una configurazione differente dalla mia, ricordatevi che il chip LM317 adibito ai 3,3VDC è quello che scalda maggiormente. Per bloccare la PCB dell'ezDAC al pannello laterale, ho usato un clip a pressione avvitato in una delle

cave del laterale; per isolare gli LM317 dal pannello e creare una minima separazione tra PCB e pannello, ho impiegato

degli isolatori in ossido di alluminio (Fischer Elektronik AOS247). La **Foto 04** è un primo piano del risultato ottenuto.

Vintage hi-fi

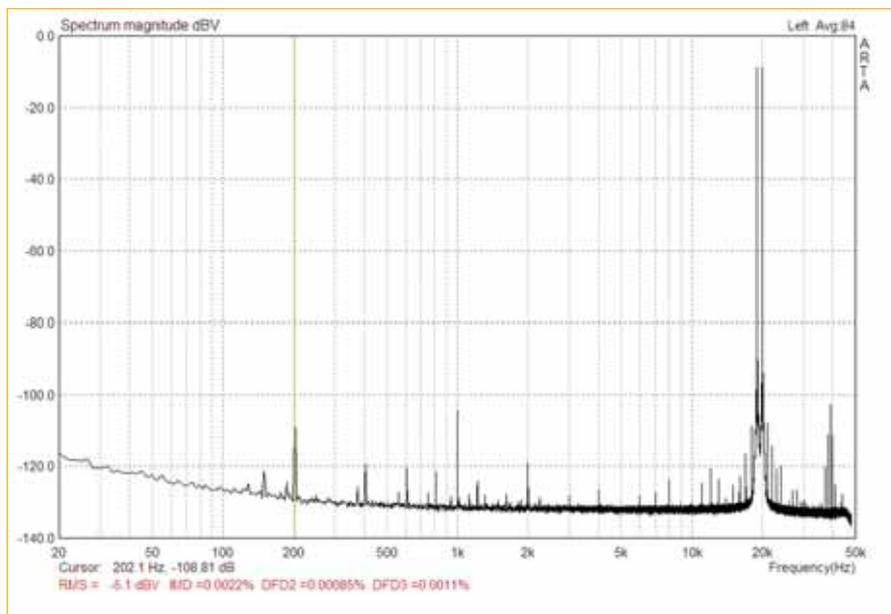
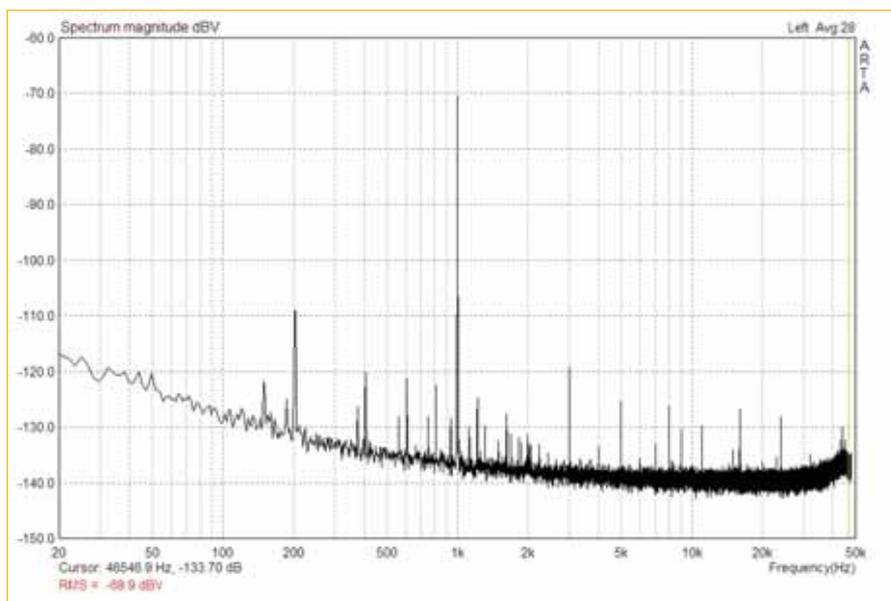
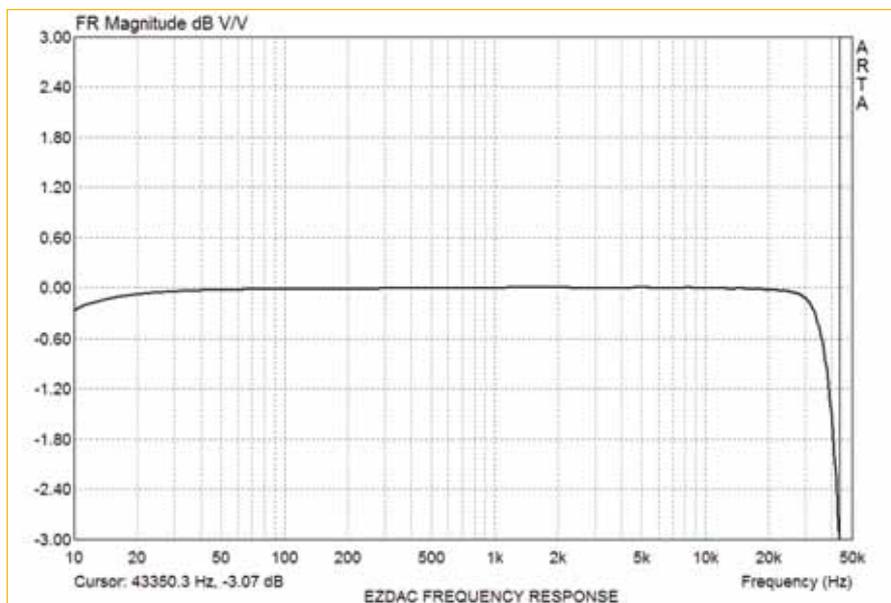


Valvole Amperex Bugle Boy, JJ Electronic, Electro Harmonix, Sovtek, Svetlana, Shuguang, Condensatori elettrolitici Sprague Atom e JJ. Condensatori carta /olio Ampohm. Resistenze Kiwame. Zoccoli per valvole Cinesi.

Distributore valvole e condensatori JJ Electronic.
Sconti per Negozianti, Rivenditori e OEMs.
Vintage Hi-Fi, Via Vivaldi 1, 63040 FOLIGNANO AP, tel. 0736 491501
Vendita per corrispondenza

www.tubes.it

PRATICA



Passiamo all'alimentatore: su alcune piste della PCB scorre la tensione di rete, per cui ho cercato di isolarle in due modi. Per prima cosa ho spennellato le piste con del liquido trasparente per unghie, poi ho usato un foglio plastico sul fondo del GX287, quest'ultimo recuperato, insieme al clip che blocca i regolatori di tensione, da un vecchio alimentatore a commutazione per computer. Una volta che le due piastre sono fissate al telaio, ho iniziato a collegare le parti tra loro: è sempre bene accertarsi che l'alimentatore funzioni a dovere, prima di collegarlo all'ezDAC. Il cavo S/PDIF interno è un comune coassiale RG179, il quale ha una impedenza di 75 ohm come richiesto dalle specifiche del formato. La vista dall'alto del DAC completato è quanto mostra la **Foto 05**, mentre la vista del pannello posteriore è visibile nella **Foto 06**. Notate che non ho usato né la presa IEC né un interruttore di accensione, ma se preferite potete sempre implementarli.

LE MISURAZIONI

L'offset in corrente continua è di 2 mV per il canale destro, e di 5,5 mV per quello sinistro. Guardando la **Figura 04** possiamo vedere la risposta in frequenza, piatta nella banda audio e con la frequenza a -3 dB situata oltre i 40k Hz. La differenza in ampiezza tra i canali è di 0,06 dB. In **Figura 05** è illustrata l'analisi spettrale di un tono a 1.000 Hz: le armoniche risultanti sono principalmente di ordine dispari, ma comunque di basso valore, con la terza armonica a -120 dB. La fondamentale a 200 Hz, e le sue armoniche, sono un artefatto della catena di misurazione. L'analisi spettrale di intermodulazione, ottenuta con due toni a 19k e 20k Hz, è quanto mostra la **Figura 06**; la distorsione di intermodulazione (IMD) è molto bassa, con i prodotti dei toni posizionati a -102 dB, un valore insignificante.

CONCLUSIONI

Sono rimasto favorevolmente colpito dalla bontà di questo convertitore sia nelle misurazioni che nelle prove d'ascolto. Ho avuto modo di compararlo sia con un lettore DVD di basso costo che con un CD player di medio rango, e in ambo i casi l'ezDAC ne è uscito vincitore. Visto il basso costo per realizzarlo, circa 140 euro, lo consiglio a tutti gli autocostruttori desiderosi di un DAC: l'unica difficoltà che incontrerete è la saldatura dei componenti SMD, ma la "fatica" sarà ampiamente ricompensata dal suono che sentirete uscire da questo piccolo gioiello.

A sinistra, dall'alto in basso: **Figura 04**, **Figura 05** e **Figura 06**.