AUDIO PRO: UN IMPIANTO AUDIO COMPLETO

del Prof. **MICHELE MENNITI**

Negli anni 70-80 era molto in voga il dotarsi in casa di un impianto Hi-Fi (acronimo di High Fidelity, alta fedeltà) costituito da una serie di apparecchi le cui dimensioni rispettavano uno standard convenzionale di riferimento. Venivano sistemati in appositi mobiletti realizzati in legno e vetro e organizzati in spazi separati da ripiani, sempre in legno. Nella parte superiore c'era il "piatto", per la riproduzione dei dischi in vinile, 33 o 45 giri; poi, in ordine sparso, c'erano la "piastra" singola o doppia, per la riproduzione e registrazione delle musicassette a nastro magnetico, un sintonizzatore radio AM/FM

Sviluppiamo un completo impianto audio per casa. Prima puntata.

ed un amplificatore finale di potenza, che pilotava le "casse" esterne; non di rado il sintonizzatore era incorporato nell'amplificatore (in quel caso si parlava di sintoamplificatore).
L'amplificatore poi era dotato anche di un "pre", cioè uno stadio di preamplificazione che si occupava di standardizzare il livello dei segnali ricevuti dai vari apparecchi, per poi inviarli allo stadio finale.
Ad un certo punto comparvero anche i lettori CD audio, gli equalizzatori e i visualizzatori di spettro audio. Il retro del mobiletto era aperto, o chiuso con uno sportello, e serviva per l'accesso ai collegamenti, una marea di cavetti stereo RCA maschio-maschio che, nei casi più lussuosi, avevano gli spinotti placcati in oro, per garantire un perfetto contatto elettrico.
C'erano due "scuole di pensiero", relativamente all'acquisto di questi impianti: una parte preferiva comprare tutto della stessa marca, anche per ragioni di affinità estetica, mentre la restante parte preferiva selezionare le singole apparecchiature in base alle caratteristiche.
Le marche più richieste erano Sony, Pioneer, Marantz, Philips, Panasonic, tanto per citarne alcune.
Abbiamo pensato di replicare alcune di queste apparecchiature, da abbinare poi ad un lettore CD o MP3, o anche ad uno o due microfoni.
Naturalmente, come sempre, faremo molta didattica spiegando gli schemi elettrici, in modo che questo lavoro non resti fine a sé stesso, ma permetta di comprendere il funzionamento dei suoi componenti per altre applicazioni.
Il nostro progetto, che abbiamo battezzato "Audio PRO", è di tutto rispetto, anche se non ha la velleità di competere con gli impianti Hi-Fi di cui abbiamo parlato finora; d'altra parte sarà tutto realizzabile con meno del costo equivalente di uno solo degli apparecchi che componevano quegli impianti.

Fig. 1 L'impianto Audio PRO montato.

Lo abbiamo strutturato in quattro apparati distinti, ossia:

- mixer d'ingresso, contenente anche l'alimentazione generale;
- equalizzatore a 8+8 bande;
- visualizzatore di Spettro Audio, a 8+8 bande;
- amplificatore finale con alimentazione dedicata.

In **Fig. 1** sono visibili i quattro apparecchi montati nei contenitori, con le mascherine realizzate appositamente, mediante incisione laser.
Tutti i circuiti sono basati sull'eccellente NE5532P, un doppio amplificatore operazionale a bassissimo rumore, specifico per applicazioni audio ad alta fedeltà.

SCHEMA ELETTRICO ALIMENTATORE

Andiamo dunque a studiare le singole unità, partendo dall'analisi dello schema elettrico dell'alimentatore.
In **Fig. 2** abbiamo riportato il circuito stampato dell'alimentatore, già montato con i dissipatori e collegato ad un trasformatore toroidale.
L'alimentazione per mixer, equalizzatore e visualizzatore di spettro è unica, noi l'abbiamo collocata nel contenitore del mixer, ma nulla vieta che possa essere dotata di un contenitore proprio.
La progettazione è stata eseguita col fine di ottenere il minimo ripple possibile, per non introdurre rumore nel circuito audio, il risultato è stato piuttosto soddisfacente, considerando che abbiamo montato tutto in contenitori di plastica, e non metallici, come sarebbe stato più logico, ma si tratta comunque di un progetto che, pur avendo caratteristiche eccellenti, non aspira certo alla qualità Hi-Fi.
Avendo necessità di una tensione duale di ± 12V, abbiamo adottato un trasformatore toroidale da 12-0-12 Vca 50 VA; la scelta di questo tipo di trasformatore, rispetto ad uno tradizionale a lamelle, è stata fatta tenendo conto dei numerosi vantaggi, a fronte di un costo più elevato, ma non proibitivo: i trasformatori toroidali sono più efficienti, più compatti e, avendo il campo magnetico confinato al loro interno, possono essere posizionati vicino ad altri componenti elettronici senza provocare interferenze e disturbi, l'ideale per un circuito audio.
Il raddrizzamento della corrente alternata lo abbiamo ottenuto mediante quattro diodi schottky SB5100, per avere una maggiore velocità di commutazione; in parallelo ad ognuno di essi abbiamo aggiunto un condensatore in poliestere da 100 nF.
La ragione di questo espediente è da ricercare nel

fatto che quando i diodi passano dallo stato di conduzione a quello di interdizione, per un breve tempo (che può essere anche dell'ordine di 1 µs) la corrente continua a fluire anche se il diodo è già polarizzato in senso inverso, per poi interrompersi di colpo. Questo comportamento può provocare un disturbo che si immetterebbe nel circuito audio; la capacità in parallelo al diodo serve appunto per ridurne gli effetti.
In genere il circuito che si trova a valle è perfettamente simmetrico, ma nel nostro caso abbiamo dovuto prevedere il ramo positivo molto più potente di quello negativo.
La ragione sta nel fatto che l'alimentazione duale serve per l'alimentazione dei circuiti di preamplificazione audio, e l'assorbimento totale di mixer, equalizzatore e base del visualizzatore non supera i 160 mA per ramo, ma poi il solo ramo positivo deve alimentare ben 18 barre da 10 LED, di cui 16 sono nel visualizzatore di spettro e 2 nell'amplificatore finale, oltre ai rispettivi circuiti integrati di pilotaggio; quindi la corrente necessaria in corrispondenza del massimo consumo è di circa 1,8 A.
Ci siamo affidati all'ormai storica coppia di regolatori lineari 7812 e 7912 che, ben raffreddati, possono sopportare massimo 1 A di corrente; per tale ragione il ramo negativo prevede un condensatore elettrolitico di filtro di 2.200 µF, mentre sul ramo positivo abbiamo dovuto montare due condensatori da 4.700 µF in parallelo, per una capacità totale di quasi 10.000 µF.
Questi valori non sono stati necessari solo per filtrare opportunamente la tensione raddrizzata, ma anche per fare da serbatoio in grado di assorbire i picchi di consumo del visualizzatore, soprattutto in modalità BAR, quando cioè i LED di ogni barra si accendono contemporaneamente e non singolarmente (come nella modalità DOT).
Il ramo negativo si basa sul solo 7912, con i classici condensatori di disaccoppiamento, utili al fine di prevenire autooscillazioni, ed un secondo condensatore elettrolitico di filtro sulla sua uscita, in questo caso è più che sufficiente una capacità di 100 µF.
Il ramo positivo invece prevede un transistor di potenza di tipo PNP, il TIP2955, che si occupa di fornire quasi tutta la corrente necessaria, sgravando il 7812. In pratica, fino ad una corrente di circa 250 mA lavora il solo 7812, in quanto ai capi del resistore da 3,3 ohm si genera una caduta di tensione inferiore a 0,7 V.
Quando la corrente assorbita dal ramo positivo raggiunge il valore di 250 mA, la caduta di tensione

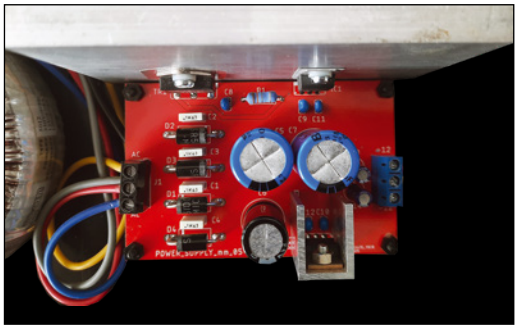


Fig. 2
Il PCB dell'alimentatore montato con il trasformatore toroidale.

ai capi del resistore da 3,3 ohm supera gli 0,7 V, che rappresentano la Vbe (tensione base-emettitore) in grado di mandare in conduzione il transistor; di conseguenza tutta la corrente eccedente i 250 mA viene erogata attraverso il transistor di potenza, con il 7812 che fa da stabilizzatore per l'intero circuito. Questo tipo di applicazione è estremamente interessante, in quanto permette di superare il limite di corrente del 7812: come si può vedere sono sufficienti un resistore ed un transistor PNP in grado di sopportare la corrente necessaria. Vediamo come si calcola il valore del resistore: innanzitutto occorre stabilire la corrente

CARATTERISTICHE TECNICHE

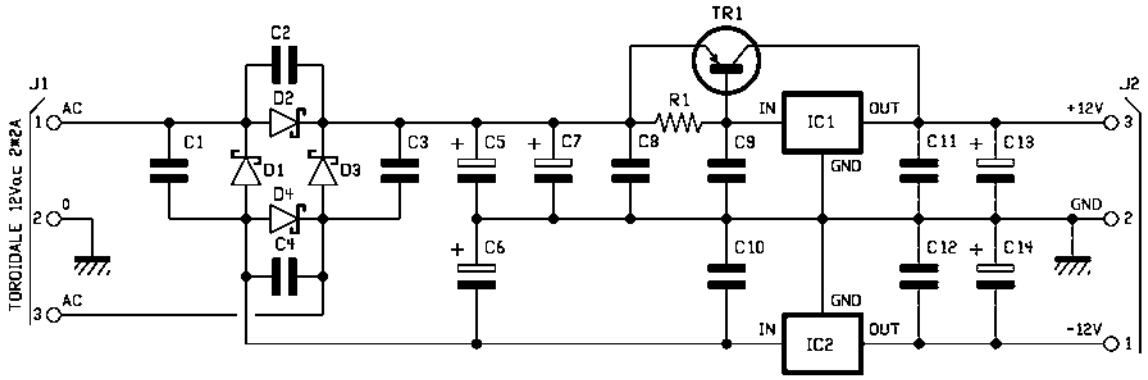
Mixer:
2 ingressi AUX stereo per Lettori CD e MP3, 2 ingressi MIC mono per microfono commutabili in 1 ingresso stereo. Regolazione del volume generale in uscita.

Equalizzatore stereo:
8 + 8 bande di equalizzazione: 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4kHz, 8 kHz, 16 kHz; regolazione mediante slider con range di ± 10 dB.

Visualizzatore di spettro audio:
visualizzazione mediante 8+8 barre da 10 LED, con commutazione DOT/BAR.

Amplificatore finale stereo:
potenza da 10 a 100 W per canale, dipendente dalla tensione di alimentazione dedicata, regolazione generale del volume, MUTE, visualizzatore di clipping a LED, visualizzazione del livello di volume separata per i canali destro e sinistro, mediante due barre di LED.

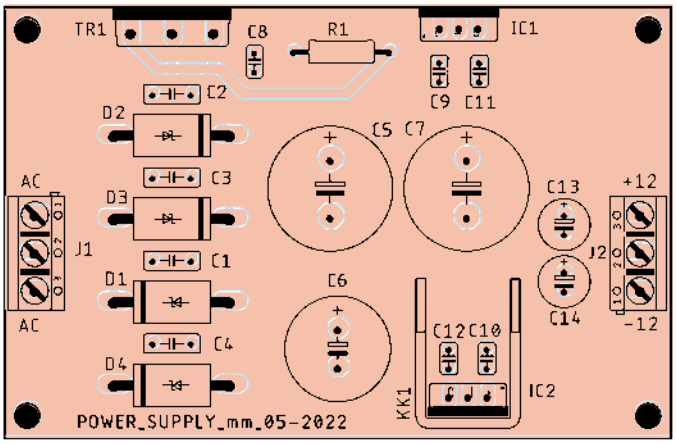
Consumi alimentazione generale:
+12 V: 1,8 A, -12 V: 160 mA



Elenco Componenti:

C1, C2, C3, C4: 100 nF ceramico
C8, C9, C10, C11, C12: 100 nF ceramico
C5, C7: 4700 µF 25 VL elettrolitico
C6: 2200 µF 25 VL elettrolitico
C13, C14: 100 µF 16 VL elettrolitico
R1: 3,3 ohm 1/2 W o 1 W
D1, D2, D3, D4: SB5100
IC1: 7812
IC2: 7912
TR1: TIP2955

Varie:
- Trasformatore toroidale 12-0-12 Vac 2,2 A
- Dissipatore 10x6 cm
- Dissipatore TO220
- n. 3 viti M3 10 mm
- n. 3 dadi M3
- n. 1 mica e rondella isolanti per TO247
- n. 2 morsetti 3 vie passo 5,08 mm
- Circuito stampato S1678 (84x55 mm)



massima da far passare nel 7812, nel nostro caso sono 250 mA, corrispondenti a 0,25 A (Ireg); dal datasheet del transistor da usare bisogna ricavare il valore del suo guadagno (hfe), che nel nostro caso è 50; infine occorre stabilire la corrente massima da far passare attraverso il transistor, che nel nostro caso è 2A (Itr), in modo da rientrare abbondantemente nel consumo massimo di 1,8 A del ramo positivo. Ora è possibile calcolare la corrente di base necessaria a mandare in conduzione il transistor (Ib), mediante la formula:

$$I_B = \frac{I_{TR}}{h_{FE}} = \frac{2}{50} = 0{,}04\ A.$$

La corrente che deve scorrere nel resistore è:

$$I_R = I_{REG} - I_B = 0{,}25 - 0{,}04 = 0{,}21\ A.$$

Mensile di elettronica applicata, attualità scientifica, novità tecnologiche.

Elettronica In

oltre l'elettronica

www.elettronicain.it