

LaurTec

Preamplificatore per giradischi



Autore : *Ivo Colleoni*

ID: UP0017-IT

INFORMATIVA

Come prescritto dall'art. 1, comma 1, della legge 21 maggio 2004 n.128, l'autore avvisa di aver assolto, per la seguente opera dell'ingegno, a tutti gli obblighi della legge 22 Aprile del 1941 n. 633, sulla tutela del diritto d'autore.

Tutti i diritti di questa opera sono riservati. Ogni riproduzione ed ogni altra forma di diffusione al pubblico dell'opera, o parte di essa, senza un'autorizzazione scritta dell'autore, rappresenta una violazione della legge che tutela il diritto d'autore, in particolare non ne è consentito un utilizzo per trarne profitto.

La mancata osservanza della legge 22 Aprile del 1941 n. 633 è perseguibile con la reclusione o sanzione pecuniaria, come descritto al Titolo III, Capo III, Sezione II.

A norma dell'art. 70 è comunque consentito, per scopi di critica o discussione, il riassunto e la citazione, accompagnati dalla menzione del titolo dell'opera e dal nome dell'autore.

AVVERTENZE

I progetti presentati non hanno la marcatura CE, quindi non possono essere utilizzati per scopi commerciali nella Comunità Economica Europea.

Chiunque decida di far uso delle nozioni riportate nella seguente opera o decida di realizzare i circuiti proposti, è tenuto pertanto a prestare la massima attenzione in osservanza alle normative in vigore sulla sicurezza.

L'autore declina ogni responsabilità per eventuali danni causati a persone, animali o cose derivante dall'utilizzo diretto o indiretto del materiale, dei dispositivi o del software presentati nella seguente opera.

Si fa inoltre presente che quanto riportato viene fornito così com'è, a solo scopo didattico e formativo, senza garanzia alcuna della sua correttezza.

L'autore ringrazia anticipatamente per la segnalazione di ogni errore.

Tutti i marchi citati in quest'opera sono dei rispettivi proprietari.

Indice

Introduzione	4
Specifiche Tecniche	4
Cenni sul disco in vinile	4
Analisi Hardware	6
Alimentatore.....	6
Preamplificatore.....	6
Realizzazione del circuito	9
Lista Componenti	10
Montaggio nel contenitore	11
Collaudo e messa in funzione	11
Misure	12
Utilizzo del sistema	14
Analisi dei costi	14
Analisi Finale	14
Allegati	14
Bibliografia	16
History	17

Introduzione

Il progetto nasce dall'idea di avere un preamplificatore per giradischi con puntine MM (*Magnete Mobile*) che permettesse un certo livello di impostazioni in base alla puntina utilizzata e che restituisse un segnale il più fedele possibile alla traccia incisa sul disco. L'amplificatore è stato sviluppato prendendo spunti da vari progetti online e da alcuni prodotti commerciali di fascia alta.

Specifiche Tecniche

- Input: RCA phono MM
- Impedenza Input: Selezionabile 17 K Ω ~150 K Ω in 13 step
- Capacità Input: Selezionabile 47 pF~520 pF in 12 step
- Audio Out: RCA Line
- Impedenza Output: 3 K Ω (opzione 110 K Ω)
- Guadagno: Selezionabile 31.5 dB~42.1 dB in 4 step
- SNR: Non misurabile
- Coss-Talk canali L/R: -70 dB @1 KHz
- Alimentazione: 15 VAC
- Assorbimento: 170 mA
- Dimensioni: 132x169x42 mm (LxPxH)
- Peso: 700 gr.

Cenni sul disco in vinile

Il disco in vinile, noto anche come microscolco o semplicemente vinile, è un supporto per la memorizzazione analogica di segnali sonori. Il suono su disco in vinile è riprodotto analogicamente. Per la riproduzione l'informazione sonora viene letta per mezzo di una puntina, in diamante o altro materiale sintetico, posta sul solco inciso. La rotazione del disco fa sì che la puntina generi vibrazioni derivanti dall'irregolarità del solco che, per mezzo dello stilo su cui è montata, vengono portate ad un trasduttore (fonorivelatore), che può essere realizzato con varie tecnologie:

- Piezoelettrico
- [Magnete](#) mobile (o in variante ferro mobile).
- [Bobina](#) mobile.

Il preamplificatore in oggetto è adatto solamente per trasduttori a magnete mobile (MM) e nella variante ferro mobile (MI).

A causa dell'impossibilità fisica di trasferire meccanicamente in un solco di ugual misura tutte le frequenze comprese tra i 20Hz e i 20KHz, il segnale elettrico, prima di essere trasferito sul disco, viene equalizzato enfatizzando gli acuti e attenuando i bassi; questo permette di avere solchi più stretti sulle basse frequenze e quindi una maggiore durata dei brani incisi sul disco. Per annullare gli effetti di questo trattamento, in riproduzione è sufficiente applicare una equalizzazione opposta in fase di preamplificazione, tale curva è

stata standardizzata dalla [RIAA](#) nel 1953 e rappresentata in Figura 1.

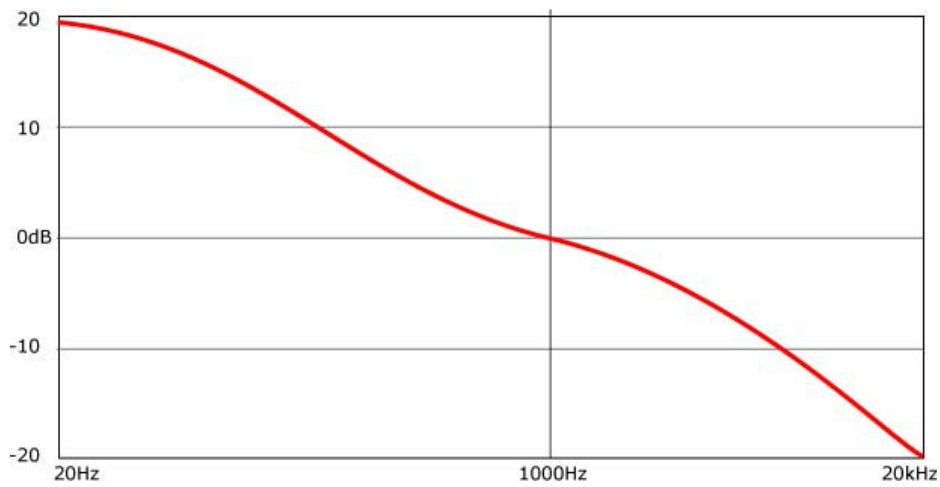


Figura 1: *Equalizzazione necessaria per la riproduzione di un segnale audio inciso in un solco.*

La tensione in uscita dalla testina MM è di circa 3-5mV e va quindi amplificata per poter essere collegata a un ingresso di linea di un amplificatore.

Il preamplificatore amplifica quindi il segnale rilevato dalla puntina e ripristina l'equalizzazione originale della traccia.

Analisi Hardware

Il progetto è stato realizzato su un PCB doppia faccia e, pur essendo formato da due circuiti distinti (alimentazione e amplificazione), è stato realizzato un PCB unico con le due sezioni elettricamente disconnesse in modo da poter separare i circuiti in caso d'interferenza e per poter riutilizzare il circuito alimentatore per altri progetti. Nei paragrafi seguenti è analizzato l'hardware adottato nel dettaglio.

Alimentatore

In Figura 2 è riportato lo schema dell'alimentatore e, come si può notare, è formato un raddrizzatore a semionda con 2 diodi, il primo entra in conduzione solamente quando l'onda in ingresso è positiva e il secondo quando è negativa. I 2 regolatori lineari LM317 e LM337 generano rispettivamente il rail positivo e il rail negativo. Modificando i valori delle resistenze R31 e R32 è possibile modificare la tensione in uscita. Per il corretto funzionamento del preamplificatore è bene stare tra i 10V e i 16V. La tensione in ingresso non deve andare oltre i 30V AC.

Il contenitore degli LDO è il classico TO-220 e visto che i consumi in gioco sono estremamente ridotti e la differenza di potenziale $V_{out} - V_{in}$ è contenuta, non è necessario installare dei dissipatori di calore.

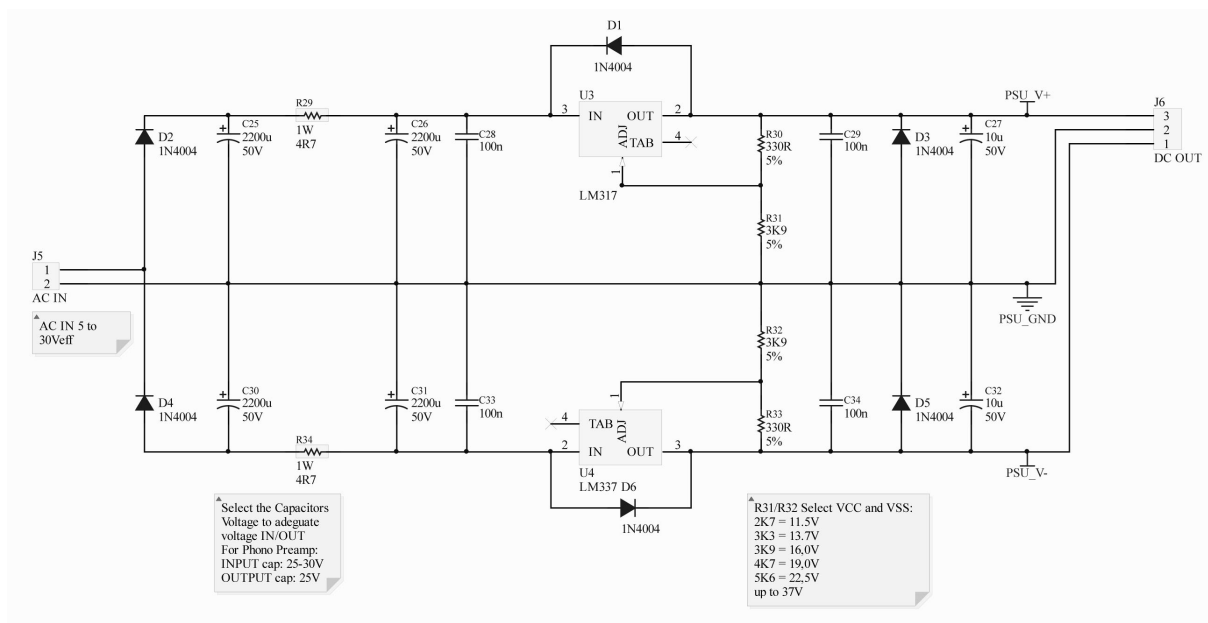


Figura 2: Schema elettrico della sezione di alimentazione.

Preamplificatore

Il circuito di amplificazione è riportato in Figura 3. Per comodità è illustrato solamente il canale sinistro visto che il canale destro è identico. Lo schema completo è scaricabile come allegato dal sito www.LaurTec.it.

In ingresso sono presenti i condensatori di adattamento del carico capacitivo adatto alla puntina utilizzata (C5~C8) e le resistenze per l'adattamento dell'impedenza (R7~R10).

Tramite il dip switch SW1 è possibile impostare la capacità di carico come mostrato in Tabella e tramite il dip switch SW2 è possibile impostare l'impedenza in ingresso come mostrato in Tabella 2.

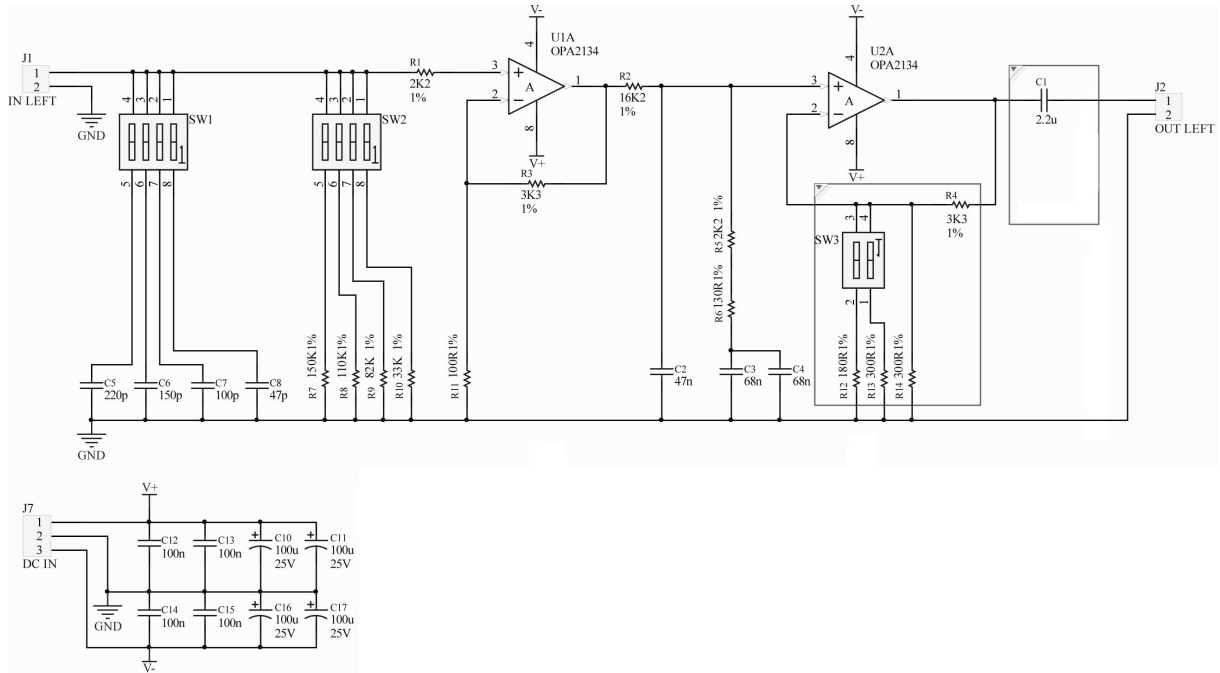


Figura 3: Schema elettrico della sezione del preamplificatore.

Input Load Cap - SW1, SW4					Input Impedence - SW2, SW5		
	1	2	3	4	1	2	3
47pF	ON	OFF	OFF	OFF	17K	ON	ON
100pF	OFF	ON	OFF	OFF	20K	ON	OFF
150pF	OFF	OFF	ON	OFF	23K	ON	OFF
200pF	ON	OFF	ON	OFF	25K	ON	ON
220pF	OFF	OFF	OFF	ON	27K	ON	OFF
250pF	OFF	ON	ON	OFF	33K	ON	OFF
270pF	ON	OFF	OFF	ON	36K	OFF	ON
320pF	OFF	ON	OFF	ON	47K	OFF	ON
370pF	OFF	OFF	ON	ON	53K	OFF	OFF
420pF	ON	OFF	ON	ON	63K	OFF	ON
470pF	OFF	ON	ON	ON	82K	OFF	OFF
520pf	ON	ON	ON	ON	110K	OFF	ON
					150K	OFF	OFF

Tabella 1: Impostazione Capacità.

Tabella 2: Impostazione Impedenza.

A seguire, l'operazionale U1 OPA2134 preamplifica il segnale con un guadagno di 30,63dB. All'uscita di U1 è presente la rete di equalizzazione RIAA formata dalle

resistenze R2, R5 e R6 e dai condensatori C2, C3 e C4. Essendo la rete di equalizzazione passiva il segnale viene attenuato di circa -20dB alla frequenza di 1KHz, in totale all'uscita della rete RIAA si ottiene un segnale amplificato di 10.6dB alla frequenza di 1KHz. In Figura 4 è possibile vedere una simulazione del circuito fin qui descritto.

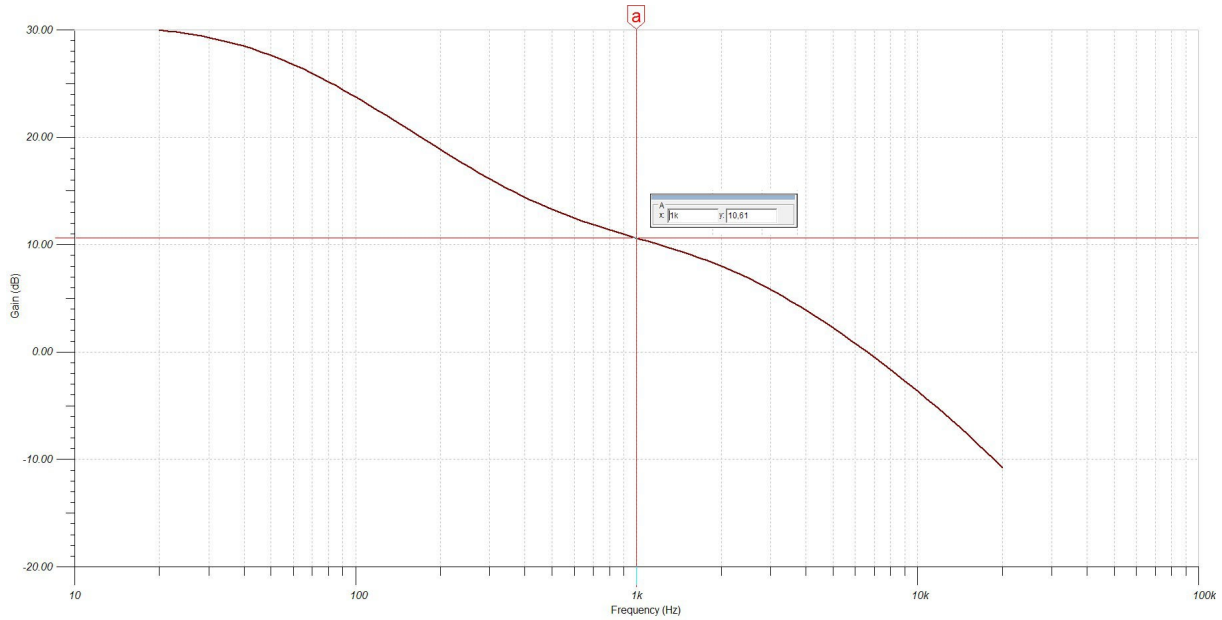


Figura 4: Simulazione del circuito di amplificatore più l'equalizzazione.

Si nota che la curva di equalizzazione RIAA è rispettata e amplificata di 10.6dB ad 1KHz.

A valle della rete di equalizzazione è presente un altro operazionale OPA2134 (U2) che si occupa di portare il segnale al livello finale, applicando un guadagno selezionabile tramite il dip switch SW3 che collega o meno le resistenze R12 e R13 alla rete di feedback formata da R3 e R14.

Il valore complessivo del guadagno è impostabile come mostrato in Tabella 3.

Gain	SW3	SW6
32,2dB	OFF	OFF
37,9db	ON	OFF
40,3dB	OFF	ON
43,0dB	ON	ON

Tabella 3: Impostazioni guadagno totale.

I guadagni riportati sono teorici, nel paragrafo delle misure sono indicati i guadagni effettivi misurati.

In uscita è inserito un condensatore da 2.2uF (C1) per eliminare eventuali frequenze subsoniche. Completano il circuito i vari condensatori di bypass per ogni integrato.

Realizzazione del circuito

Il circuito è realizzato su PCB doppia faccia e i componenti utilizzati sono per la maggior parte a montaggio superficiale nella sezione di amplificazione, mentre a sono a foro passante nella sezione di alimentazione.

Anche se i 2 circuiti sono posti su un unico PCB questi non sono elettricamente connessi tra loro e possono essere separati per essere posti in 2 contenitori diversi per ridurre le interferenze. Particolare attenzione è stata posta al layout del PCB e alla lunghezza delle tracce tra canale sinistro e canale destro che sono sempre di pari lunghezza.

In Figura 5 è raffigurato il PCB a montaggio ultimato. I dettagli sul PCB, gerber file e montaggio dei componenti, sono riportati nella relativa documentazione del PCB scaricabili come file separati. In Figura 6 è riportato il modello 3D della scheda, sviluppato durante la fase della progettazione del sistema. In particolare i modelli 3D risultano utili per avere un primo feedback sul posizionamento dei componenti ed eventuali problematiche di tipo meccanico, associate agli stessi.

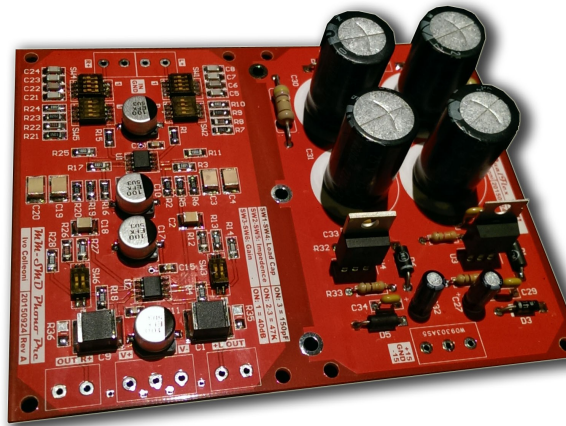


Figura 5: PCB con componenti assemblati.

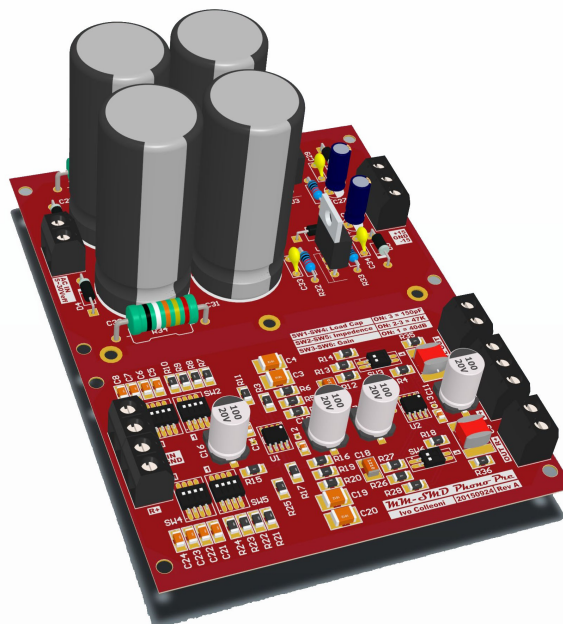


Figura 6: Modello 3D del PCB assemblato.

Lista Componenti

Nella Tabella 4 sono elencati i componenti necessari per i 2 circuiti.

Designator	Q.tà	Valore	Volt	W	Tipo	Tol.	Footprint	PN
C1, C9	2	2,2uF	63V		PET	10%	2824	SMDTC04220TB00KQ00
C10, C11, C16, C17	4	100uF	25V		Elettr.		SMD 8mm	EEEFK1E101XP
C12, C13, C14, C15	4	100nF	50V		Ceramico	10%	0805	MCU0805R104KCT
C2, C18	2	47nF	50V		PPS	5%	1210	LDBCBC2470JC5N0
C25, C26, C30, C31	4	2200uF	50V		Elettr.	20%	RAD 16mm	50PX2200MEFC16X31.5
C27, C32	2	100uF	50V		Elettr.	20%	RAD 5mm	50ML10MEFC5X7
C28, C29, C33, C34	4	100nF	50V		Ceramico	20%	RAD 2,54mm	MC0805Y104M500A
C3, C4, C19, C20	4	68nF	50V		PPS	5%	1812	LDBCC2680JC5N0
C5, C21	2	220pF	50V		Ceramico	5%	1206	MC1206N221J500CT
C6, C22	2	150pF	500V		Ceramico	5%	1206	501R18N151JV4E
C7, C23	2	100pF	50V		Ceramico	5%	1206	MC1206N101J500CT
C8, C24	2	47pF	50V		Ceramico	5%	1206	MC1206N470J500CT
D1, D2, D3, D4, D5, D6	6	1N4004					RAD	1N4004-E3/54
R1, R5, R15, R19	4	2,2KΩ	200V			1%	1206	CRCW12062K20FKFA
R10, R24	2	33KΩ	200V			1%	1206	ERJ8ENF3302V
R11, R25	2	100Ω	200V			1%	1206	ERJ8ENF1000V
R12, R26	2	180Ω	200V			1%	1206	ERJU08F1800V
R13, R14, R27, R28	4	300Ω	200V			1%	1206	ERJ8ENF3000V
R2, R16	2	16,2KΩ	200V			1%	1206	CRCW120616K2FKFA
R29, R34	2	4,7Ω		5W		5%	RAD	PNP5WVJT-73-4R7
R3, R4, R17, R18	4	3,3KΩ				1%	1206	ERJ8ENF3301V
R30, R33	2	330Ω		125mW		5%	RAD	MCRE000031
R31, R32	2	3,9KΩ		125mW		5%	RAD	MCF 0.25W 4K7
R6, R20	2	130Ω	200V			1%	1206	CRCW1206130RFKFA
R7, R21	2	150KΩ	200V			1%	1206	CRCW1206150KFKFA
R8, R22,	4	110KΩ	200V			1%	1206	ERJU08F1103V
R9, R23	2	82KΩ	200V			1%	1206	CRCW120682K0FKFA
SW1, SW2, SW4, SW5	4	DIP-4					SMD	GDH04S04
SW3, SW6	2	DIP-2					SMD	1571983-3
U1, U2	2	OPA213 4					SOIC8	OPA2134UA/2K5
U3	1	LM317					TO220	LM317AT/NOPB
U4	1	LM337					TO220	LM337T

Tabella 4: Lista dei componenti.

Montaggio nel contenitore

Il PCB, pur avendo i classici fori di fissaggio per essere installato in qualsiasi tipo di contenitore, è dimensionato in modo da incastrarsi perfettamente nella scatola B1304 reperibile in rete. I connettori RCA di ingresso e uscita e il connettore per l'alimentatore sono stati fissati sul pannello posteriore come mostrato in Figura 7.



Figura 7: Posizionamento dei connettori RCA.

Collaudo e messa in funzione

Dopo aver assemblato i PCB, è bene lasciare disconnessa l'alimentazione dalla sezione di amplificazione e controllare che non ci siano cortocircuiti dovuti alla produzione dei PCB o creatisi in fase di saldatura, per far questo basta controllare con un multimetro che tra i seguenti punti non vi sia continuità:

Sezione Alimentazione:

- Tra i pin 1 e 2 di J6
- Tra i pin 2 e 3 di J6
- Tra i pin 1 e 3 di J6

Sezione Amplificazione:

- Tra i pin 1 e 2 di J7
- Tra i pin 2 e 3 di J7
- Tra i pin 1 e 3 di J7
- Tra i pin 1 e 2 di J1
- Tra i pin 1 e 2 di J2
- Tra i pin 1 e 2 di J3
- Tra i pin 1 e 2 di J4

A questo punto collegare solamente la sezione di alimentazione al trasformatore e

controllare con un multimetro che la sezione di alimentazione funzioni correttamente:

- Tra i pin 2 e 3 di J6: +16V (o il voltaggio selezionato)
- Tra i pin 2 e 1 di J6: -16V (o il voltaggio selezionato)

Collegare poi la sezione alimentazione alla sezione di amplificazione e accendere il sistema.

Mandare nell'ingresso RCA del canale sinistro un'onda sinusoidale di 1KHz 50mVpp e impostare il guadagno a 31.5dB (switch impostato su OFF, OFF) e verificare sul connettore d'uscita L che l'onda sia identica a quella inviata in ingresso ma amplificata di 31.5dB (1.875V). Ripetere l'operazione con gli altri guadagni e verificare che corrispondano ai valori in Tabella 5. Ripetere tutte le operazioni sul canale destro.

In: 50mVpp @ 1KHz		
SW pos.	Guadagno	Vout
SW3: 0-0	31,2dB	1.87V
SW3: 1-0	37.2dB	3.62V
SW3: 0-1	39,5dB	4.72V
SW3: 1-1	42,1dB	6.38V

Tabella 5: Valori di riferimento Vout.

Misure

Nel capitolo seguente sono riportate alcune misure rilevate sul sistema ultimato. In Tabella 6 sono riportati i guadagni effettivi del sistema realizzato, fornendo in ingresso un segnale sinusoidale da 50mV a 1KHz.

Vin	Vout L	Vout R	Gain L	Gain R	dB L	dB R
0,056	2,12	2,1	37,86	37,50	31,56	31,48
0,056	4,08	4,04	72,86	72,14	37,25	37,16
0,056	5,24	5,28	93,57	94,29	39,42	39,49
0,056	7,16	7,16	127,86	127,86	42,13	42,13

Tabella 6: Guadagno effettivo.

In Figura 8 è mostrata la risposta in frequenza del sistema ai vari livelli di guadagno. Per fare questa misurazione è stato adottato un metodo molto usato in ambiente audio live per misurare le risposte in frequenza e gli allineamenti degli impianti audio. In particolare si fa uso di una scheda audio USB e un software di analisi RTA. Dal software viene generato un segnale di riferimento (tipicamente rumore rosa) e viene mandato all'uscita della scheda audio, questo segnale viene rimandato a un ingresso della scheda audio e farà da segnale di riferimento. All'ingresso del circuito da analizzare, il segnale in uscita dal circuito sotto test viene mandato nel secondo ingresso della scheda audio. Il software confronta i 2 segnali in ingresso (riferimento e segnale processato dal circuito) e calcola la risposta in frequenza del sistema.

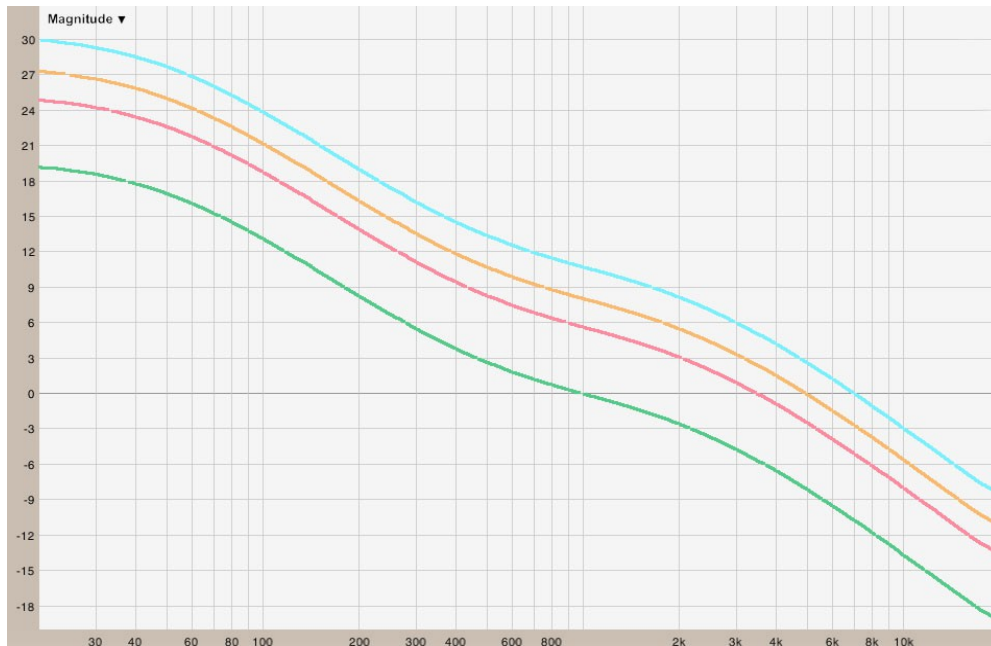


Figura 8: Risposta in frequenza del sistema.

In Figura 9 è riportata la misurazione del livello di cross talk tra il canale sinistro e il canale destro, in verde il segnale di riferimento in uscita dal canale destro e in rosa il segnale rilevato sull'uscita del canale sinistro con ingresso a massa.



Figura 9: Misura del livello di cross talk del sistema.

Utilizzo del sistema

Collegare l'uscita del giradischi agli RCA di ingresso del preamplificatore e collegare, se presente, il cavetto di massa al morsetto sul pannello posteriore. Collegare l'uscita del preamplificatore all'ingresso di line dell'amplificatore finale.

Impostare la capacità di carico e l'impedenza d'ingresso tramite i dip switch SW1-SW4 e SW2-SW5 a seconda della puntina utilizzata sul giradischi. Impostare il guadagno del preamplificatore tramite i dip switch SW3-SW6.

Analisi dei costi

Nella Tabella 7 sono riportati i costi dei componenti e dei PCB dell'intero sistema. Da questi sono esclusi eventuali costi di spedizione che possono essere più o meno elevati a seconda della provenienza e materiali vari utilizzati durante lo sviluppo.

Componente	Costo	Negozi
Condensatori ceramici, PET e PPS	€ 22,06	Farnell
Condensatori elettrolitici	€ 12,55	Farnell
Diodi 1N4004	€ 0,58	Farnell
Resistenze SMD	€ 1,78	Farnell
Resistenze foro passante	€ 3,76	Farnell
Dip Switch	€ 8,64	Farnell
OPA2134	€ 10,03	Farnell
LM317	€ 1,69	Farnell
LM337	€ 1,82	Farnell
Scatola B1304	€ 12,00	Ebay
PCB	€ 6,60	PCBWay
Totale	€ 81,51	

Tabella 7: Tabella riassuntiva dei costi.

Analisi Finale

Il risultato finale mi ha lasciato particolarmente soddisfatto. La qualità audio ha fornito alti limpidi, cristallini e ben definiti, una gamma media dettagliata e bassi presenti ma mai invadenti. La scena sonora è equilibrata e ben riprodotta senza mettere in risalto o in ombra particolari frequenze. La qualità audio è ottima sia con l'ascolto in cuffia che sull'impianto Hi-Fi.

Allegati

- File PDF schemi e PCB
- File Gerber per produzione PCB (sono disponibili PCB su richiesta).

Indice Alfabetico

C			
cross talk.....	13	puntine MM.....	4
E		R	
equalizzazione.....	7	requisiti subsoniche.....	8
F		rete di equalizzazione.....	8
ferro mobile.....	4	RIAA.....	7
fonorivelatore.....	4	risposta in frequenza.....	12
G		RTA.....	12
Gerber.....	14	rumore rosa.....	12
M		S	
magnete mobile.....	4	software di analisi.....	12
Magnete Mobile.....	4	solco.....	4
P		T	
PCB.....	14	trasduttori.....	4
Piezoelettrico.....	4	V	
		vinile.....	4

Bibliografia

[1] www.LaurTec.it: sito ufficiale dove scaricare i file di progetto.

History

Data	Versione	Autore	Revisione	Descrizione Cambiamento
08.03.19	1.0	Ivo Colleoni	Mauro Laurenti	Versione Originale.