

# the audio

di Bo Arnlit - Renato Giussani - Mauro Neri



# bass



*Da quando l'alta fedeltà ha iniziato a turbare i sonni degli appassionati, una delle chimere che frequentano più spesso i loro sogni è un altoparlante capace di emettere con una risposta perfettamente "piatta" tutta la banda delle frequenze udibili.*

*Le differenze sempre esistenti fra gli organi dell'udito di individui diversi non consentono di identificare una banda audio identica per tutti, ma un sistema capace di riprodurre senza problemi tutte le frequenze dai fatidici 20 ai 20.000 Hz potrebbe probabilmente essere considerato sufficiente dai più.*

Questa ipotesi fino a qualche anno fa poteva essere giustificata solo in virtù di quel desiderio fondamentale di "certezza dell'ascolto" che conduce quasi sempre gli appassionati ad esigere da ciascun elemento del loro impianto delle prestazioni "al di sopra di ogni sospetto". In realtà, tranne pochi casi notevoli (fra cui la riproduzione di registrazioni eccezionali), a causa delle limitazioni di banda normalmente introdotte nei processi analogici, la richiesta di una banda passante estesa ai 20 Hz era il più delle volte eccessiva. Ora che la registrazione digitale è una realtà ed il Compact Disc sta entrando quasi di prepotenza in tutti gli impianti di livello elevato, una tale esigenza, almeno da parte degli audiofili più perfezionisti ed intransigenti, può essere considerata a tutti gli effetti legittima. Da parte nostra riteniamo che la auto-costruzione di un oggetto ritenuto utile (quando non indispensabile) solo dai "spe-audiofili" farà toccare con mano anche a molti appassionati normalmente meno impegnati il senso della vera alta fedeltà. Il progetto del subwoofer attivo equalizzato "the audio bass" prevede una risposta in frequenza che ha il suo limite inferiore (-3 dB) addirittura a 16 Hz.

#### **La filosofia**

Nella fase di definizione iniziale delle filosofie e delle caratteristiche di progetto di un subwoofer, è d'obbligo considerare con molta cura tutte le condizioni al contorno per poter effettuare delle scelte che limitino il costo, l'ingombro o la difficoltà realizzativa, senza per questo degradare le prestazioni nell'"uso previsto".

Un subwoofer "senza compromessi", come quello che vi vogliamo proporre, non deve essere inteso come dispositivo adatto a "scuotere le pareti"; il suo punto di forza deve invece essere la capacità di riprodurre con distorsione molto contenuta segnali acustici normalmente trascurati dalla maggior parte dei diffusori multivia: un sistema composto dal the audio bass ed una coppia di adatti satelliti dovrebbe essere in grado di riprodurre musica registrata,

in un normale ambiente domestico, con caratteristiche di fedeltà difficilmente riscontrabili anche in sistemi di costo molto elevato. Il dato base del progetto è stato quindi scelto nella risposta in frequenza estesa a 20 Hz a "0 dB". Il secondo dato che non dovevamo assolutamente trascurare, era la capacità di emettere tutte le frequenze fra i 40 e i 160 Hz ad un livello massimo compatibile con un ascolto a livello sufficientemente "elevato" di registrazioni ad alta dinamica. Il terzo vincolo in ordine di importanza è stato invece individuato in una esigenza di ordine pratico: la scelta di un altoparlante facilmente reperibile da qualunque appassionato in tutta Italia e di costo ragionevole in rapporto alle sue caratteristiche. Questi pochi dati di partenza sono alla base del progetto che vi presentiamo e che, realizzato a tutt'oggi in sei esemplari, è stato già sottoposto a numerose verifiche di uso e di ascolto; fra l'altro molti appassionati intervenuti al SIM-HI-FI-IVES di Milano ai primi di settembre hanno potuto ascoltarlo a lungo nella sala che AUDIOREVIEW aveva allestito nella palazzina del "GEI" e potranno riascoltarlo sia a Bologna (Stereomania 1-4 novembre), sia ad Ancona (Hi-Fi Expo 16-18 e 24-26 novembre).

#### La tecnica

I più attenti fra voi riconosceranno subito nella struttura dell'audio bass alcuni tratti caratteristici di una realizzazione commerciale presentata due mesi fa: l'Audio Pro B2-50. Non abbiamo problemi a dichiarare che il sub di AUDIOREVIEW non vuole assolutamente fare concorrenza al B2-50, ed infatti non utilizza la esclusiva circuitazione ACE BASS, così come non è dotato di altoparlanti specificamente realizzati. Come il B2-50 utilizza invece due woofer (per unità) montati in configurazione push-pull, condotto di accordo, crossover elettronico ed amplificazione incorporati, filtro passa-alto per i diffusori abbinati. Sono d'altronde noti da tempo i vantaggi offerti in termini di contenimento della distorsione dalla disposizione push-pull dei driver delle basse frequenze, ad esempio anche la Kef 104.2 presentata sul numero di settembre è costruita secondo lo stesso schema. Per estendere la risposta senza dover ricorrere ad un sistema di dimensioni proibitive è stato adottato il concetto della equalizzazione attiva, che ha conosciuto il suo più importante riconoscimento commerciale probabilmente grazie alle Bose 901. Le stesse Bose hanno da tempo introdotto il concetto del diffusore accordato come dispositivo atto a diminuire la escursione dei coni dei woofer senza contribuire ad aumentare il livello di emissione delle frequenze interessate. Questo risultato viene ottenuto scegliendo una frequenza di accordo molto differente da quella di risonanza dello stesso sistema funzionante chiuso. Un programma di simulazione del funzionamento dei sistemi accordati ha consentito di definire con esattezza al computer tutte le caratteristiche tecniche del the audio bass e a costruzione avvenuta i risultati sono stati puntualmente verificati.

R.G.

## FILOSOFIA DI PROGETTO DELLA SEZIONE ELETTRONICA DEL «the audio bass».

Dopo aver scelto di adoperare per ciascun subwoofer due altoparlanti montati in configurazione push-pull rimaneva aperta la decisione tra l'uso di un amplificatore unico per i due altoparlanti oppure due amplificatori separati, uno per ogni altoparlante. La seconda soluzione è decisamente preferibile dato che viene eliminata qualsiasi forma di interazione tra i due altoparlanti. Inoltre è generalmente più economico realizzare due amplificatori di potenza pari alla metà di un amplificatore unico. A questo proposito sono stati scelti anche degli altoparlanti con impedenza nominale di 4 ohm che permettono, a parità di potenza, di usare una tensione di alimentazione più bassa e di conseguenza dei componenti molto economici e facilmente reperibili.

Uno dei grossi vantaggi di un sistema di altoparlanti autoamplificato è che l'amplificatore può essere progettato specificamente per quel sistema. In particolare la potenza erogabile dall'amplificatore può essere decisa in base al massimo livello di ingresso (M.I.L.) dell'altoparlante. Inoltre essendo nota l'impedenza del carico, l'amplificatore può essere semplificato notevolmente eliminando la circuiteria inerente alla protezione degli stadi di uscita. In un amplificatore normale per alta fedeltà è indispensabile qualche forma di protezione perché non è noto a priori il tipo di carico che andrà collegato all'amplificatore. Se il carico ha una impedenza troppo bassa o se il carico è particolarmente difficile nel senso di forti rotazioni di fase tra la tensione applicata all'altoparlante e la corrente assorbita, i transistor finali dell'amplificatore possono trovarsi fuori della loro S.O.A. (Safe Operating Area) dove resisterebbero per pochissimo tempo in assenza di un circuito di limitazione. Nel caso del subwoofer in questione sappiamo per certo che la gamma di frequenza nella quale l'amplificatore deve lavorare è compresa tra circa 16Hz e 160Hz. Dalle misure di M.I.L. si evince che la massima tensione di ingresso a ciascun altoparlante non supera i 17 volt di picco, corrispondenti a 36 watt su 4 ohm. Perciò abbiamo posto come obiettivo di progetto il raggiungimento dei 40 watt su 4 ohm in regime continuo. A differenza del the audio amp, l'alimentazione di questi amplificatori è del tutto convenzionale, permettendogli di operare alla massima potenza anche in regime continuo.

Il discorso intrapreso in sede di presentazione del the audio amp, cioè che la potenza media di un segnale musicale è molto più bassa della potenza istantanea o a breve durata, rimane ovviamente valido, tuttavia, poiché la banda di frequenze da riprodurre è stata limitata, la durata degli impulsi aumenta ed è bene che l'amplifica-

tore sia in grado di sostenere la massima potenza perlomeno per alcuni secondi. Sembra quindi legittimo progettare l'amplificatore per potenza continua ma per contenere costi, peso e ingombro, possiamo dimensionare ad hoc il nucleo del trasformatore. Infatti un amplificatore da 40 + 40 watt necessita di un trasformatore, grosso modo, di 160 watt. Nel the audio bass abbiamo utilizzato un trasformatore toroidale con un nucleo da 100 VA, ma con

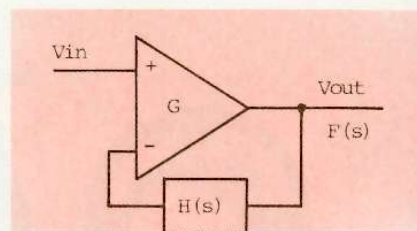


Figura 1 - Schema teorico di un circuito per la inversione di una funzione di trasferimento  $H(s)$ . Il blocco contenente la funzione da invertire è incluso nell'anello di controreazione di un amplificatore operazionale.

il secondario avvolto con filo di rame più grosso del solito, che è in grado di sostenere la potenza massima per alcuni minuti prima di riscaldarsi e raggiungere delle temperature pericolose. Nell'uso pratico, come è stato possibile verificare anche nella sala dimostrativa del SIM, il trasformatore non si riscalda minimamente proprio perché il contenuto energetico a lungo termine della musica è molto più basso di quello a breve termine. I finali sono montati su una barretta di alluminio ad "elle" a sua volta fissata sul telaio costruito in alluminio da 3 millimetri piegato ad "U". La dissipazione del calore prodotto nei finali è così affidata al telaio stesso e per l'uso normale è più che sufficiente.

#### Equalizzazione

Nel nostro sub la frequenza di accordo del reflex è a 20 Hz mentre la frequenza di risonanza degli altoparlanti è intorno ai 70 Hz. Per questo motivo, nella gamma da 20 Hz a 200 Hz, il sistema si comporta per quanto riguarda la risposta in frequenza, come un sistema a sospensione pneumatica, cioè un sistema del secondo ordine caratterizzato da una frequenza di risonanza ed una figura di merito (Q), con pendenza di 12 dB/ottava al di sotto della frequenza di risonanza. Come già accennato il raccordo a 20 Hz serve a ridurre la escursione a quella frequenza di circa 12 dB (quattro volte), rispetto alla cassa chiusa a parità di volume. Disponendo di un modello matematico del sistema, il progetto dell'equalizzatore diventa un compito abbastanza facile. Consideriamo innanzitutto la funzio-

ne di trasferimento di un sistema passa alto del secondo ordine:

$$F(s) = \frac{s^2}{s^2 + \omega_0/Q_0 \cdot s + \omega_0^2}$$

dove  $\omega_0 = 2\pi F_0$ ,  $F_0$  = frequenza di risonanza,  $Q_0$  = figura di merito.

Se noi riuscissimo a fare un circuito avente una funzione di trasferimento  $G(s)$  pari al reciproco di  $F(s)$ , cioè:

$$G(s) = \frac{s^2 + \omega_0/Q_0 \cdot s + \omega_0^2}{s^2}$$

allora la risposta in frequenza del subwoofer si estenderebbe fino a zero Hertz, dato che il prodotto tra le due funzioni di trasferimento è pari ad uno. Ovviamente un tale circuito non è fisicamente realizzabile perché implicherebbe un guadagno infinito a frequenza zero. Dato che non possiamo avere una risposta estesa fino a zero Hertz possiamo invece accontentarci ad esempio di una risposta del secondo ordine con frequenza di risonanza di 16 Hz ed un fattore di merito di 0.7. In questo modo avremo una risposta Butterworth a due poli. Definiamo la funzione di trasferimento di questo nuovo sistema come segue:

$$H(s) = \frac{s^2}{s^2 + \omega_1/Q_1 \cdot s + \omega_1^2}$$

con  $\omega_1 = 2\pi 16$  e  $Q_1 = 0.7$ , allora la funzione di trasferimento del circuito di equalizzazione diventa semplicemente:

$$G(s) = H(s)/F(s)$$

ovvero:

$$G(s) = \frac{s^2}{s^2 + \omega_1/Q_1 \cdot s + \omega_1^2} \cdot \frac{s^2 + \omega_0/Q_0 \cdot s + \omega_0^2}{s^2}$$

in altre parole un filtro passa alto con  $F_r = 16$  Hz e l'inverso di un filtro passa alto, con caratteristiche pari a quelle dell'altoparlante. Nella precedente formula, essendo una espressione matematica del sistema possiamo tranquillamente cancellare le due "esse quadra" ottenendo così:

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + \omega_1/Q_1 \cdot s + \omega_1^2} \cdot \frac{s^2 + \omega_0/Q_0 \cdot s + \omega_0^2}{1}$$

La prima parte di questa nuova espressione è facilmente riconoscibile come funzione di trasferimento di un filtro passa basso,

mentre la seconda è l'inverso di un filtro, questa volta passa basso, con la stessa frequenza di risonanza e lo stesso "Q" dell'altoparlante. Possiamo dunque realizzare l'equalizzatore con dei filtri passa alto oppure con dei filtri passa basso. Per ragioni di stabilità a bassa frequenza useremo dei filtri passa basso. Vediamo ora come in teoria si può ottenere l'inverso di una funzione di trasferimento con l'aiuto di un amplificatore operazionale come mostra la figura 1. La funzione da "invertire" è collegata nell'anello di controreazione dell'operazionale e perciò la funzione di trasferimento del circuito è data da:

$$F(s) = \frac{G}{1 + G \cdot H(s)} = \frac{1}{1/G + H(s)}$$

dove  $G$  è il guadagno dell'operazionale. Quando  $G$  è molto elevato (infinito nel caso dell'operazionale ideale) abbiamo che:

$$F(s) = 1/H(s)$$

In teoria, dunque, basta inserire un filtro passa alto con le stesse caratteristiche dell'altoparlante per avere un equalizzatore che compensi perfettamente il calo di risposta alle basse frequenze. Purtroppo, come già accennato prima, non è fisicamente possibile ottenere questo risultato innanzitutto perché un filtro del secondo ordine ha uno sfasamento di 180 gradi e qualsiasi sistema a controreazione che esibisce un tale sfasamento è intrinsecamente instabile. Per evitare questa situazione si può aggiungere altri due poli al sistema in modo

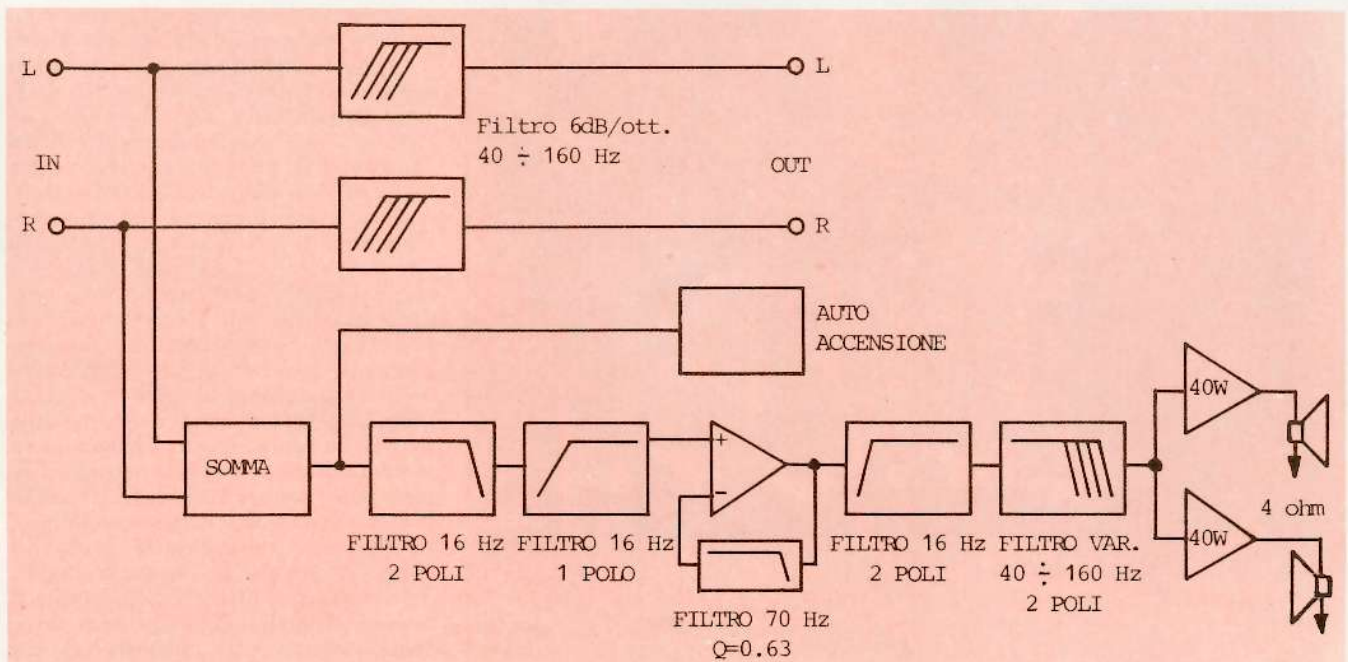


Figura 2 - Schema a blocchi dell'elettronica del subwoofer. I due altoparlanti sono pilotati da un proprio amplificatore da 40 W collegato all'uscita dell'equalizzatore. È incluso anche il crossover per le vie alte.

## GLI ALTOPARLANTI PER «the audio bass» potete risparmiare fino a 37.000 lire



Il progetto acustico ed elettrico del the audio bass prevede l'impiego del woofer Peerless KP 825 WFX PP/4 da 4 ohm.

Il prezzo di vendita al pubblico del KP 825 WFX PP/4 (ricordate sempre di richiedere la versione 4 ohm) è di lire 62.400 IVA compresa cadauno.

AUDIOREVIEW ha ottenuto dalla Coral Electronic, distributore italiano dei componenti Peerless, una particolare agevolazione per i costruttori del the audio bass: dal 1 novembre al 31 dicembre 1984 sul KP 825 WFX PP/4 verrà applicato uno sconto straordinario del 15%; in totale oltre 37.000 lire sui 4 altoparlanti necessari per la costruzione di un sistema completo.

che lo sfasamento non raggiunga mai i faticidi 180 gradi. Tuttavia questa operazione riesce meglio con i filtri passa basso

che non con i filtri passa alto e perciò abbiamo scelto di fare l'equalizzazione con i filtri passa basso. Con il circuito appena

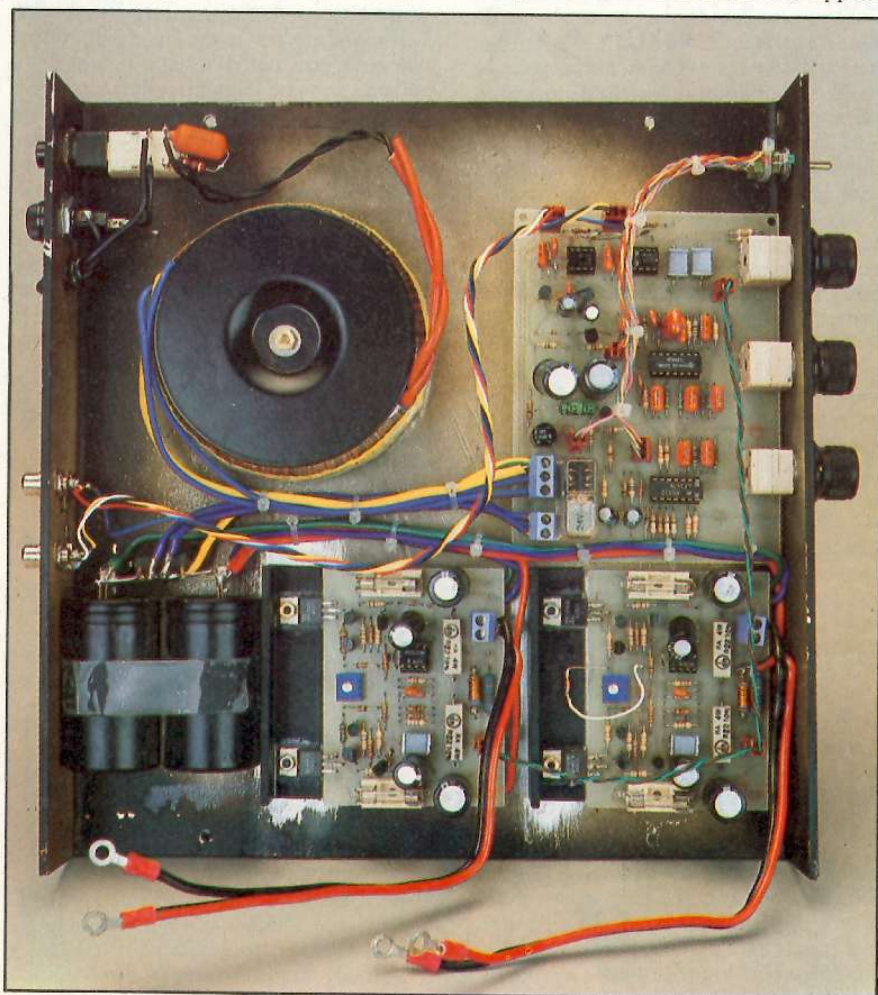


Foto 2 - Tutta la parte elettronica del subwoofer è alloggiata su un telaio di alluminio da 3 mm piegato ad "U" che serve anche da dissipatore per i finali dei due amplificatori da 40 W.

descritto avremo una risposta Butterworth a due poli con frequenza di taglio a 16 Hz. L'escursione del cono a frequenze subsoniche è tuttavia molto elevata e perciò possiamo aggiungere un ulteriore filtro a tre poli scelto in modo tale che la risposta globale diventa Butterworth a cinque poli. In altre parole meno 3 dB a 16Hz con pendenza di 30 dB/ottava. Prima di passare agli amplificatori, il segnale passa attraverso un filtro passa basso a due poli con frequenza variabile tra circa 40 Hz e 160 Hz. Questo serve come filtro di crossover per il subwoofer. Per i satelliti vi è un semplice filtro a 6 dB/ottava, sempre regolabile con continuità tra 40 Hz e 160 Hz.

Il progetto originale prevede la costruzione di due unità subwoofer, una per canale. Tuttavia è possibile (e anzi consigliabile) usare una sola unità se l'ambiente di ascolto è relativamente piccolo e dove non sono richiesti livelli sonori esorbitanti. Infatti the audio bass prevede due ingressi e due uscite. Se viene usato come subwoofer unico i due canali di ingresso vengono sommati prima di passare all'equalizzatore. In stereo si usa un solo ingresso ed una sola uscita. Il nostro subwoofer ha un circuito di autoaccensione che gli permette di essere collegato permanentemente alla rete. The audio bass si accende non appena arriva un segnale che superi i 10 mV e si spegne dopo circa cinque minuti dalla fine della musica. La figura 2 mostra il diagramma a blocchi dell'elettronica del subwoofer. Come si può osservare dalle foto i due amplificatori sono su due circuiti separati mentre tutta la parte dell'equalizzatore, dei crossover e del circuito di autoaccensione, è alloggiata su un'altra scheda che si fissa al pannello frontale con i tre potenziometri. Nella seconda parte pubblicheremo gli schemi elettrici, i circuiti stampati e tutte le indicazioni per la realizzazione pratica del the audio bass.

B.A.

## IL MOBILE DEL «the audio bass»

Nel realizzare il mobile per il subwoofer si ha un'ampia libertà dal punto di vista della finitura estetica, che può essere anche tralasciata da chi fosse interessato alla sola resa acustica; viceversa è assolutamente necessario rispettare le dimensioni del volume interno e del tubo di accordo, inoltre è opportuno attenersi ad una serie di accorgimenti che passiamo ad esaminare. Come materiale per la cassa, i cui disegni costruttivi sono pubblicati in queste pagine, suggeriamo l'impiego di truciolare ad alta densità con spessore di almeno 20 mm. La scelta è dettata non solo dal suo basso costo ma anche dalla sua minor tendenza ad entrare in vibrazione. La risonanza dei singoli pannelli può essere ulteriormente smorzata incollando dei fogli di gomma sulle pareti interne della cassa.

Per un perfetto funzionamento dell'accordo reflex il mobile non deve presentare sfiati. Per eliminarli con certezza è opportuno ripassare tutte le giunzioni dall'interno con un impasto di colla vinilica e segatura fine, senza timore di abbondare. In alternativa si può usare del sigillante ai siliconi, che è più pratico ma anche più costoso. Sempre per garantire la tenuta è necessario mettere delle guarnizioni intorno ai fori per gli altoparlanti e sulla cornice di battuta del pannello amovibile. Ideali per questo impiego sono le strisce autoadesive usate per eliminare gli spifferi d'aria dalle finestre. Un'altra parte che può risultare soggetta a sfiati è la morsettiera degli ingressi.

Il problema si risolve utilizzando, come morsetti, dei bulloni d'ottone infilati direttamente nel legno dopo aver praticato un foro passante di diametro leggermente inferiore. I bulloni devono sporgere su ambedue i lati per serrare con dadi e rondelle i capicorda dei cavi.

Per la realizzazione del tubo si deve ricor-



tere all'impiego di componenti ("Supertubo") per impianti idraulici, reperibili presso i rivenditori di materiale per l'edilizia. Attenzione: oltre al supertubo (di notevole spessore) sono in vendita tubi in PVC molto più economici perché più sottili, sconsigliabili per applicazioni acustiche a causa delle risonanze.

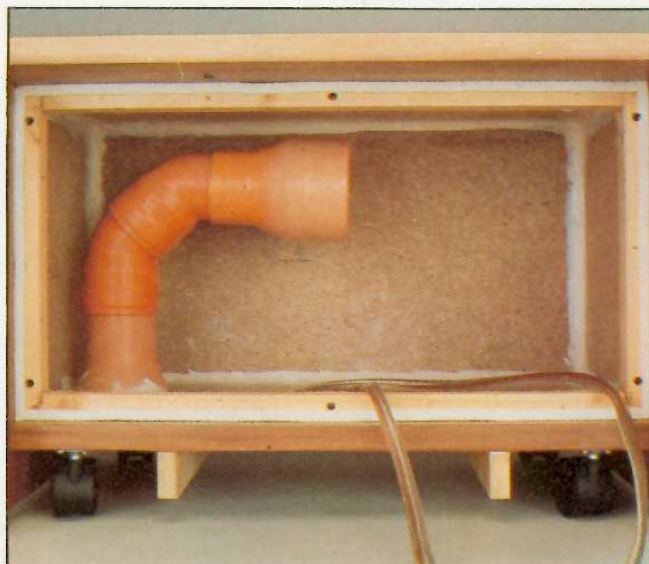
Occorrono 2 gomiti a 45 gradi con diametro di 63 mm (sigla BC63-45 UNI 7444-75), un raccordo 63/100 mm ed un raccordo ad imbuto "Supertubo" con diametri

esterni di 63 e 89 mm. Quest'ultimo va tagliato ai due estremi in modo che l'altezza del tronco con sezione minore sia di 85 mm e quella del tronco con sezione maggiore sia di 25 mm. L'operazione si esegue facilmente con un seghetto.

I pezzi vanno montati disponendo i raccordi alle estremità ed i gomiti al centro. Prima di fissarli definitivamente con apposito adesivo è necessario passare della plastilina all'interno per livellare il gradino che si forma in corrispondenza delle giunzioni.

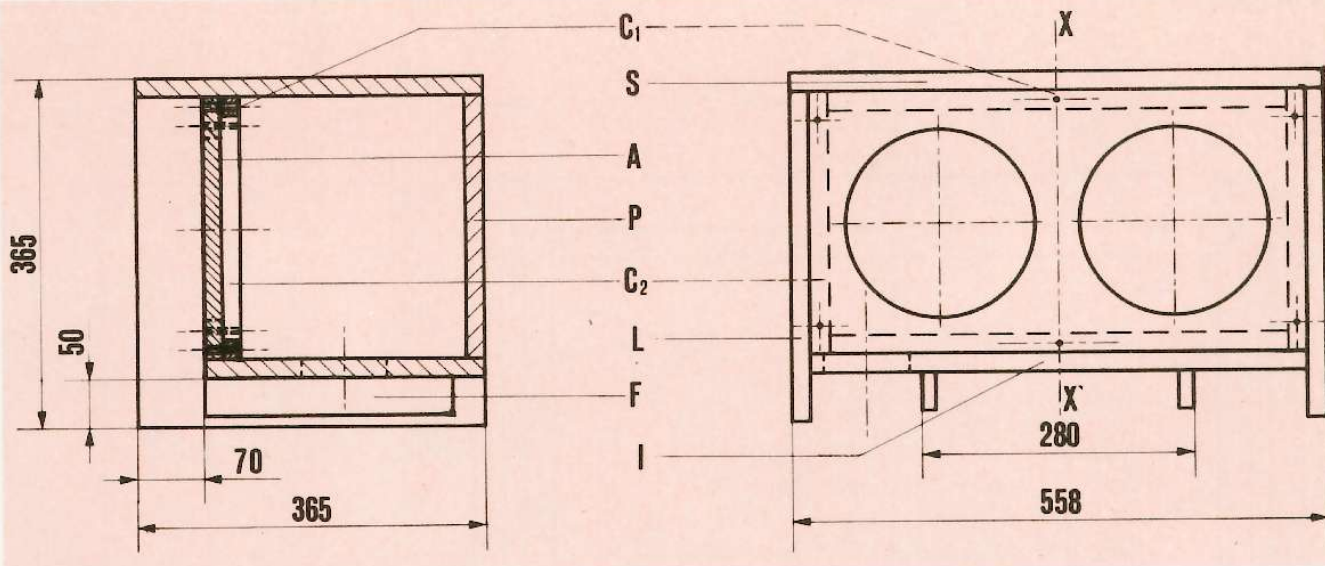


*I morsetti d'ingresso sono realizzati con dei bulloni d'ottone da 4 mm avvitati sul pannello inferiore, dove vanno predisposte le fiancine per il montaggio della sezione elettronica ed eventuali rotelle o perni di sostegno.*



*Guarnizioni di tenuta e sigillante vanno disposti con cura per evitare sfiati.*



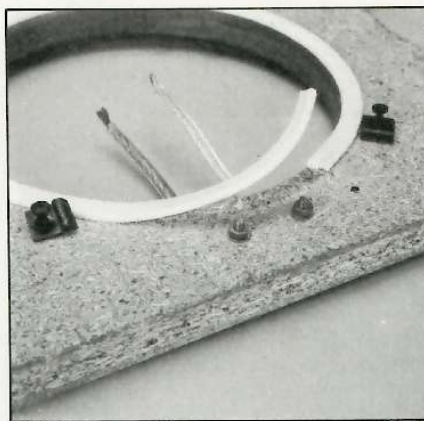


Vista frontale del mobile e sezione nel piano X X'.

Questo accorgimento è molto importante e non deve essere trascurato altrimenti nel funzionamento si manifestano soffi e rumori di turbolenza. Il tubo va fissato alla cassa dal lato del raccordo da 89 mm, per il quale è previsto un foro sul pannello inferiore. L'impasto di colla e segatura va messo con cura anche su questa giunzione.

Le pareti interne della cassa, escluso il pannello anteriore, vanno rivestite con un foglio di lana di vetro da 2-3 cm.

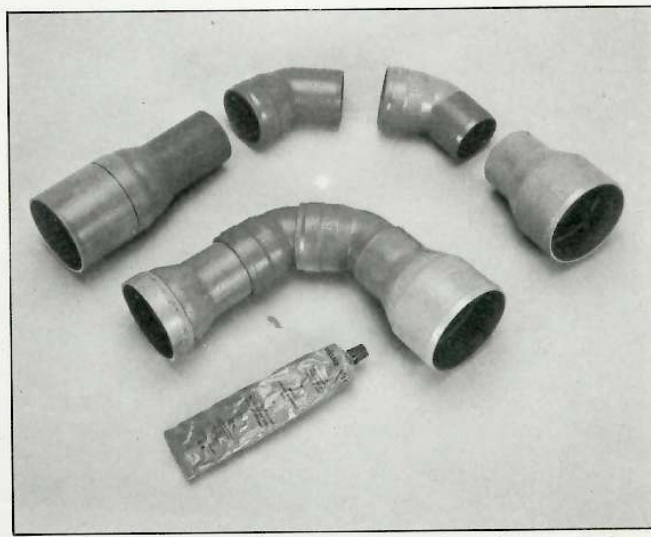
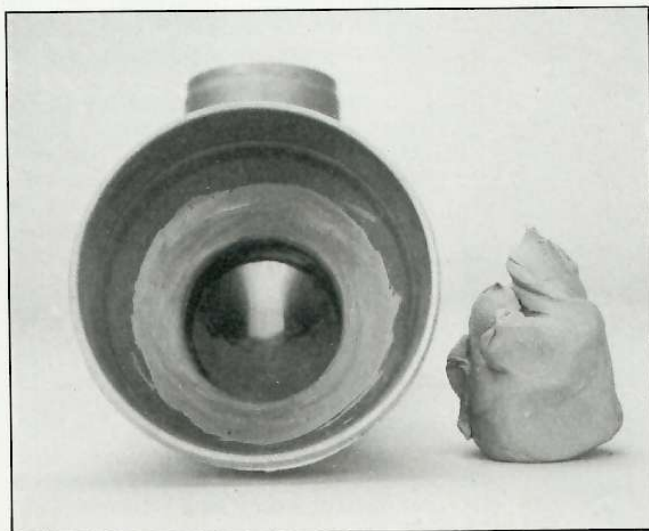
Gli altoparlanti, come si può constatare dalle foto, non sono installati nello stesso verso ma in opposizione (push-pull), per compensare eventuali non linearità nella trasduzione dovute all'asimmetria dell'equipaggio mobile rispetto al fronte di emissione. Purtroppo il Peerless KP 825 WFX PP non si presta facilmente al montaggio in posizione rovesciata, inoltre, per contenere la sporgenza dell'altoparlante



Per portare il segnale all'altoparlante rovesciato si possono utilizzare, come per i morsetti d'ingresso, dei bulloni passanti in ottone. Non dimenticare di montare delle guarnizioni di tenuta intorno agli altoparlanti.

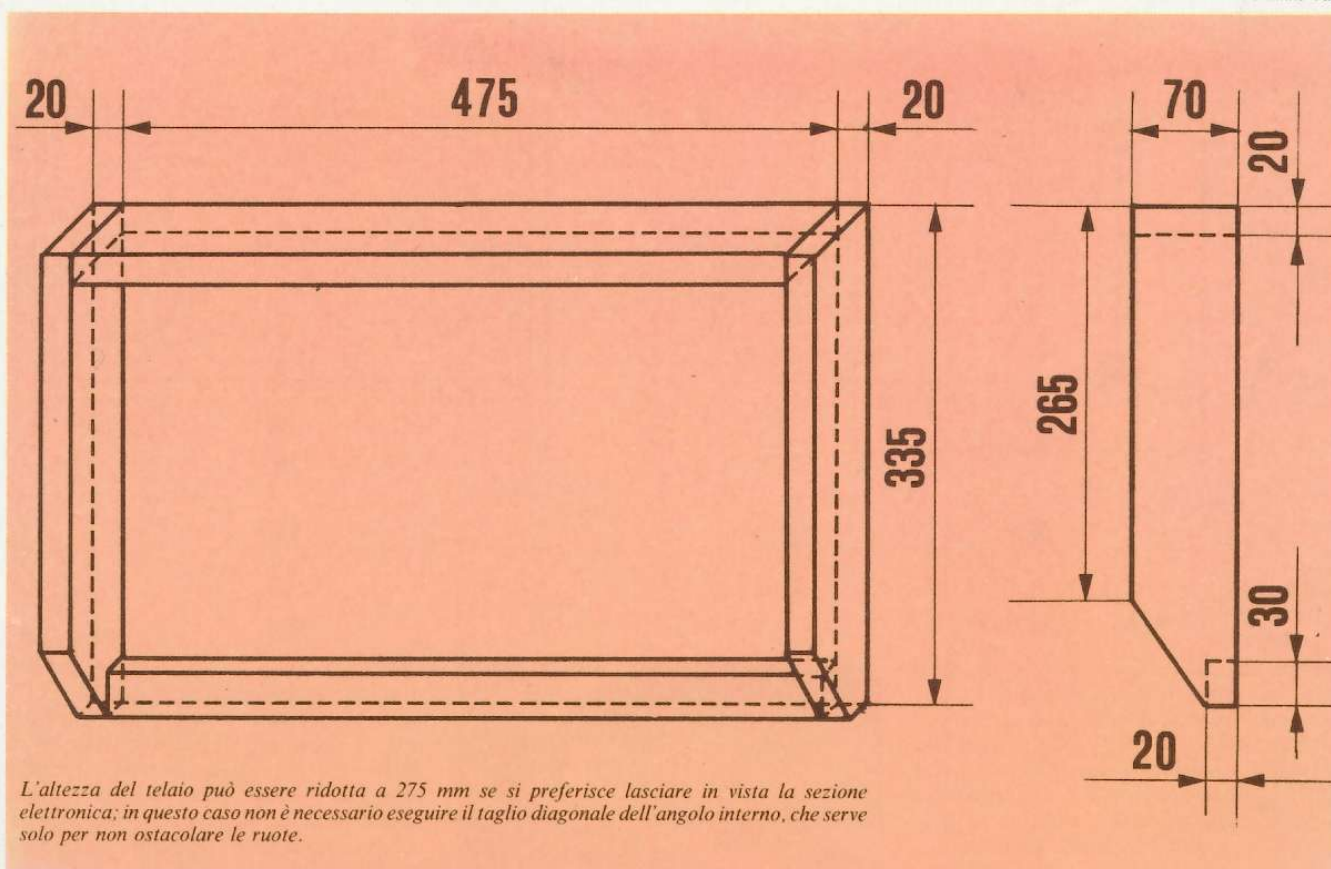
conviene fissarlo sul lato interno del frontale. Questa soluzione comporta la necessità di rendere amovibile uno dei pannelli se non si vuole imprigionare l'altoparlante nella cassa. Per rendere estraibile il frontale occorre predisporre all'interno del mobile una cornice d'appoggio in modo da poter avvitare il pannello su di essa con comodi bulloni. Rinunciando al posizionamento contrapposto degli altoparlanti si ottiene una notevole semplificazione della cassa, che può ricondursi al solito semplice parallelepipedo.

Con gli altoparlanti disposti in modo tradizionale non solo viene meno la necessità di rendere estraibile il pannello ma anche quella di realizzare la fascia sporgente anteriore, che ha solo una funzione protettiva per l'altoparlante rovesciato, e ci si risparmia di far passare il cavo attraverso il pannello frontale.



Il tubo d'accordo si realizza mettendo insieme opportuni raccordi e gomiti idraulici. I gradini che si formano all'interno in corrispondenza delle giunzioni vanno eliminati coprendoli con della plastilina per evitare rumori di turbolenza e soffi nel funzionamento. L'operazione va eseguita lavorando i pezzi due a due, prima di incollarli definitivamente con l'apposito adesivo.





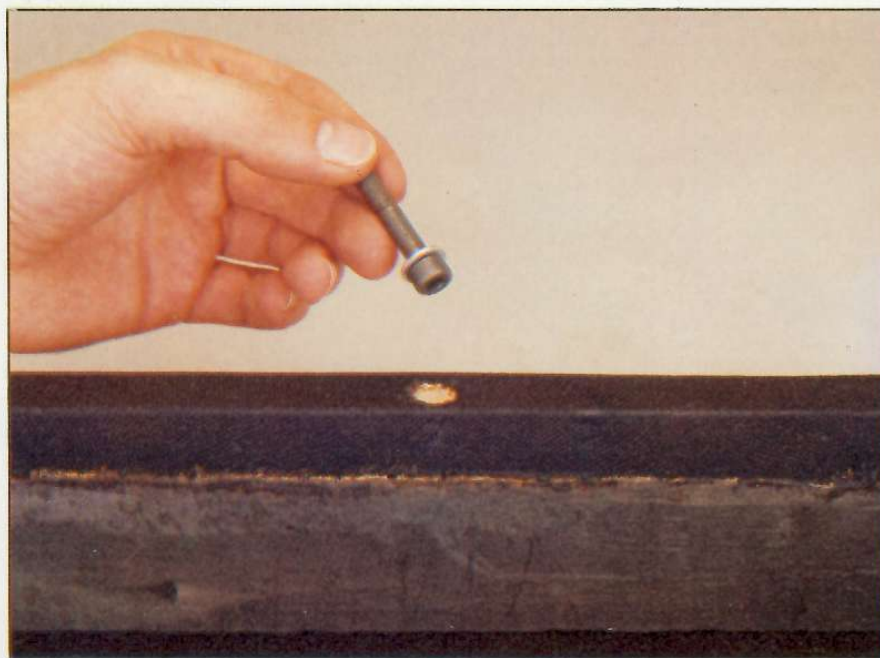
Quanti fossero interessati ad ulteriori consigli e trucchi particolari sulle tecniche di costruzione e di finitura del mobile, troveranno delle utili indicazioni sul numero di dicembre della rivista specializzata "Fai da te" che dedica un apposito articolo al the audio bass di AUDIOREVIEW.

#### La griglia antipolvere

Per la realizzazione della griglia antipolvere sono possibili molte soluzioni; quella cui si riferisce il disegno è piuttosto semplice, richiede solo 4 listelli di legno multistrato da 20 mm e del tessuto acusticamente trasparente. Il telaio è disegnato in modo da

poterlo installare senza dover predisporre degli appositi inserti sulla cassa. Per sostenere la griglia si possono sfruttare le teste dei bulloni di fissaggio del pannello frontale: basta praticare con il trapano degli opportuni alloggiamenti lungo la cornice d'appoggio del telaio. Volendo garantire una migliore stabilità si possono fissare dei pezzi di calamita sul fondo degli alloggiamenti. Quanto alla scelta del tessuto, uno dei più adatti per questo impiego è il jersey sintetico a trama larga. Tra gli accessori per diffusori acustici della Coral Electronic ci sono dei teli da 50 x 150 cm, larghezza sufficiente per una coppia di griglie, nei colori nero o marrone.

La corretta realizzazione della griglia richiede in primo luogo la verniciatura del telaio con una tinta simile a quella della tela, per non far trasparire il legno dal tessuto. Quando la vernice è asciutta si spalma uno strato uniforme di Bostik lungo le pareti interne ed in prossimità degli alloggiamenti di sostegno. La colla va lasciata asciugare per qualche minuto, poi si passa al montaggio della tela. Il jersey va teso con forza, soprattutto in corrispondenza degli spigoli, dove non deve fare pieghe ma distendersi perfettamente. I lembi vanno ripiegati verso l'interno e pressati sullo strato di Bostik, che fa presa senza difficoltà. Per ritagliare il tessuto in eccesso si può ricorrere al taglierino o, meglio ancora, alla punta calda di un saldatore, che fonde il tessuto ed impedisce smagliature della trama. M.N.



Per sostenere la griglia antipolvere si può sfruttare la testa dei bulloni di fissaggio del pannello anteriore, praticando opportuni alloggiamenti sul telaio.

**KIT**

# the audi

di Bo Arnklit - Renato Giussani - Mauro Neri

seconda parte



# o bass



*Dopo aver illustrato (AUDIOREVIEW n. 33 pp. 113-120) la filosofia generale del the audio bass, la filosofia di progetto e lo schema a blocchi della sua sezione elettronica, nonché i piani costruttivi del mobile, entriamo ora nei dettagli progettuali e costruttivi sia della parte acustica che di quella elettronica.*

Stabilita la filosofia generale di progetto del nostro subwoofer, si è provveduto a decidere nell'ordine le caratteristiche del mobile, dei woofer e dell'amplificatore congruamente con i risultati desiderati.

#### **Il mobile**

Inizialmente si era ipotizzato di adottare un volume netto interno di venti litri, che avrebbe comportato un ingombro molto ridotto. In questo caso però il tubo di accordo, anche se di piccola sezione, avrebbe avuto una lunghezza eccessiva; ad esempio, un tubo di 60 mm di diametro avrebbe dovuto essere lungo più di un metro (ed essere sistemato nei 20 litri!).

In alternativa avremmo potuto optare per una sezione minore (che avrebbe comportato una minore lunghezza), ma in questo caso l'alta velocità raggiunta dall'aria nel condotto avrebbe causato forti turbolenze alle sezioni terminali, con conseguenti fastidiosi rumori.

Per combattere la nascita di turbolenze sarebbe stato possibile adottare una sezione a tubo di Venturi (sul tipo dei tubi di accordo Bose), ma una realizzazione veramente efficace avrebbe comportato, per l'autocostruttore difficoltà praticamente insormontabili.

Un volume di circa 40 litri era senz'altro più adatto allo scopo, dato che in questo caso il tubo avrebbe dovuto essere lungo 49 cm, una lunghezza praticamente realizzabile con una soluzione a condotto piegato e facilmente sistemabile entro il nuovo volume previsto. Nella versione definitiva il tubo è poi stato realizzato comunque con un andamento della sezione che ottiene una certa diminuzione della velocità dell'aria alle due sezioni terminali. Un ulteriore vantaggio della soluzione 40 litri, consiste nella maggior facilità di sistemazione dei due woofer previsti su un pannello di dimensioni adeguate, senza dover ricorrere ad equilibrismi costruttivi.

Il risultato funzionale di questa scelta è stato una risposta in frequenza che, rispetto alla soluzione da 20 litri, necessita di una equalizzazione meno spinta e quindi di una potenza installata minore; in particolare, mentre con il montaggio in 20 litri la risposta in frequenza non equalizzata risulta attenuata di circa 27 dB a 20 Hz, nella soluzione 40 litri tale attenuazione e conse-

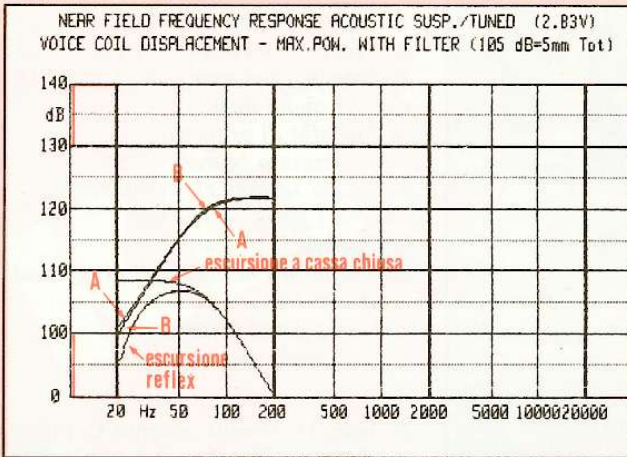


Figura 1. Curve di risposta in frequenza e di escursione del cono del subwoofer non equalizzato, con il tubo di accordo chiuso e aperto, nell'ipotesi di funzionamento in assenza di assorbente acustico. La curva A è quella a cassa chiusa, la B è con il tubo di accordo installato. Il livello in dB spl indicato è quello rilevabile in campo vicino nell'ipotesi di un sistema costituito da un solo woofer in un volume di 19 litri, pilotato con 2,83 volt. Le curve di escursione del cono sono rappresentate in scala logaritmica (rif.: 105 dB = 5 mm) e sono calcolate per segnale filtrato a 200 Hz, potenza installata pari a 40 watt/4 ohm (per altoparlante) e sotto opportune ipotesi riguardanti lo spettro del segnale musicale, il fattore di cresta del segnale ed un conveniente fattore di sicurezza: si noti come la curva 'reflex' abbia una escursione al di sotto dei 50 Hz sempre inferiore a quella relativa alla cassa chiusa.

Figura 2. Stampa dei dati relativi al the audio bass fornita dal programma Bass 64, pubblicato il mese scorso (Commodore 64).

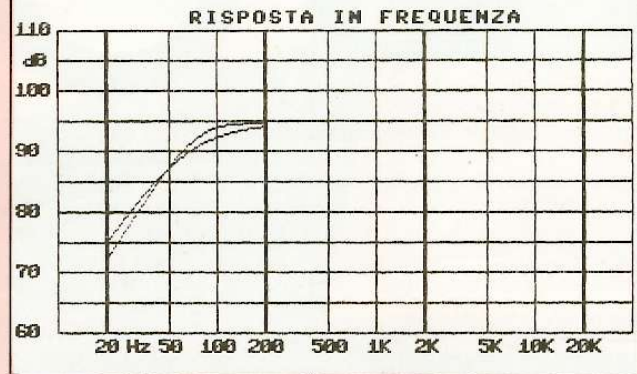
Le due curve sono per funzionamento con e senza assorbente acustico e si riferiscono in ogni caso alla cassa chiusa. Come dimostrato dal grafico di fig. 1, la risposta in frequenza con il tubo di accordo a 20 Hz installato non varia che in misura trascurabile; ciò avrebbe permesso di progettare l'equalizzatore anche utilizzando questo programma semplificato per sospensione pneumatica. La routine grafica di calcolo e presentazione delle risposte è stata scritta utilizzando il Simons' Basic e verrà presentata sul prossimo numero. I nastri ed i dischi del programma in vendita ne sono comunque già provvisti. La sua presenza non interferisce con la normale utilizzazione del Bass 64 previsto per chi non avesse a disposizione il 'Simon'.

DATI ALTOP. : THE AUDIO BASS

DIAMETRO EQUIV. [MM] D = 165  
 FREQ. DI RISONANZA [HZ] FS = 32.5  
 RESIST. BOB. MOB. [OHMS] RE = 3.4  
 MASSA EQUIP. MOBILE [G] MS = 19.5  
 MASSA AGGIUNTA [G] MA = 0  
 VOLUME EQUIV. [DCMC] VAS = 78.52  
 CEDEVOL. SOSP. [MM/N] CMS = 1.23  
 FATTORE DI MERITO TOT. QTS = .33  
 FATTORE DI MERITO MECC. QMS = 3.99  
 FATTORE DI MERITO ELET. QES = .36  
 FATTORE DI FORZA [WB/M] BL = 6.13  
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 94.41

DATI CASSA

VOLUME [DCMC] VB = 19  
 VOL. CON ASS.AC. [DCMC] VBF = 19  
 FREQ. DI RISONANZA [HZ] FC = 73.63  
 FREQ. RIS. CON ASS. [HZ] FCF = 60.62  
 RESIST. AGGIUNT. [OHMS] RA = 0  
 FATTORE DI MERITO TOT. QTC = .75  
 FATT. MERITO CON ASS. QTCF = .53  
 POT. INST. [WATT/8 OHMS] PMAX = 20  
 FREQ. MAX ESCURS. [HZ] FXM = 30  
 MAX ESCURSIONE [MM] XMAX = 7.77  
 FREQ. XMAX CON ASS. [HZ] FXMF = 30  
 MAX ESC. CON ASS. [MM] XMF = 9.54  
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 94.41



guente necessità di equalizzazione cala a poco più di 20 dB.

**Il woofer**

La filosofia progettuale applicata prevede l'uso di un altoparlante ad alta efficienza, la cui risposta venga poi equalizzata facendo appello ad una riserva di potenza dell'amplificatore installato. Supponiamo ad esempio di utilizzare un woofer capace di 80 dB con 1 watt che consegua una risposta avente il punto a -3 dB a 30 Hz. Per riprodurre i 100 Hz a 100 dB avremo bisogno di un amplificatore da 100 watt (20 dB in potenza = 2x10 dB = 10x10 volte), mentre per riprodurre i 30 Hz a 100 dB ci serviranno 200 watt. Proviamo ad utilizzare ora un altoparlante capace di 90 dB con 1 watt, ma che a 30 Hz emette un livello relativo di 10 dB inferiore al primo; in questo caso, mentre per riprodurre 30 Hz a 100 dB dovremo usare gli stessi 200 watt del caso precedente, per ottenere 100 dB a 100 Hz basteranno solo 10 watt.

Se teniamo conto del fatto che il livello acustico massimo richiesto nella riproduzione di segnale musicale, al calare della frequenza diminuisce rapidamente, se ne

|                     |  |
|---------------------|--|
| Re = 3.40 [ohm]     | Voice coil dc resistance                   |
| Fs = 32.50 [Hz]     | Resonance Frequency                        |
| Qm = 3.99           |  |
| Qe = .35            |  |
| Qt = .33            |  |
| BL = 6.18 [Wb/m]    |  |
| Cms = 1.23 [mm/N]   | Mechanical compliance                      |
| K = 813.3 [N/m]     |  |
| Ms = 19.5 [g]       | Moving mass incl. air load (free air)      |
| D = 165.0 [mm]      | Effective diameter                         |
| Vas = 78.50 [dmc]   |  |
| F50 = 52.10 [Hz]    | Resonance frequency in 50 l                |
| Vb = 0.00 [dmc]     |  |
| Fc = 0.00 [Hz]      |  |
| Pf = 94.5 [dB spl]  | Reference level 2.83V/1m (infinite baffle) |
| Pn = 122.2 [dB spl] | Near field level 2.83V (free air)          |
| Zm = 41.70 [ohm]    |  |
| Z12 = 11.91 [ohm]   |  |
| F1 = 21.00 [Hz]     |  |
| F2 = 49.50 [Hz]     |  |
| Ma = 32.0 [g]       |  |
| F's = 20.00 [Hz]    |  |

Figura 3. Parametri del woofer Peerless KP 825 (4 ohm), misurati con strumentazione Brüel & Kjaer e con procedura assistita da computer.

|                     |                               |                 |                                |
|---------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| D = 165.00          | DIAMETRO EFFETTIVO [mm]       | Impnom = 4.00   | IMPEDENZA NOMINALE [ohm]       |
| Mms = 19.50         | MASSA MOBILE IN ARIA LIB. [g] | Fs = 32.50      | FREQ. RISON. DRIVER [Hz]       |
| L1/L2 = 37.0 / 66.0 | DIMENSIONI PANNELLO [cm]      | Fsp = 31.55     | FREQ. RISON. SU PANNELLO [Hz]  |
| k = .80             | FATTORE DI CARICO             | Qesp = .37      | Qe DRIVER SU PANNELLO          |
| Mmsp = 20.68        | MASSA MOBILE SU PANN. [g]     | Qmsp = 4.11     | Qm DRIVER SU PANNELLO          |
| Cms = 1.23          | COMPLIANZA [N/m]              | Qtsp = .34      | Qt DRIVER SU PANNELLO          |
| Re = 3.40           | RESISTENZA BOBINA [ohm]       | Fc = 71.49      | FREQ. RISON. IN CASSA [Hz]     |
| Hbob = 14.00        | ALTEZZA BOBINA [mm]           | Qtc = .76       | Qt IN CASSA                    |
| BL = 6.18           | FATT. DI FORZA [W/m]          | Pcf = 93.97     | LIV. RIF. CASSA 2.83V/1m [dB]  |
| Qms = 3.99          | Qm DRIVER                     | Fxm = 26.12     | FREQ. MAX ESC. IN CASSA [Hz]   |
| Vas = 78.53         | VOLUME EQUIVALENTE [dmc]      | Xmax = 7.42     | MAX ESC. TOT. IN CASSA [mm]    |
| Vb = 19.00          | VOLUME CASSA [dmc]            | Fpalto = 0.00   | FREQ. FILTRO PASSA-ALTO [Hz]   |
| Fb = 20.00          | FREQUENZA DI ACCORDO [Hz]     | Fpbass = 200.00 | FR. FILTRO PASSA-BASSO [Hz]    |
| Aa = 4.13           | RAPPORTO DI ELASTICITA'       | Pter = 10.47    | POT. MAX CONT. (Re BOBINA) [W] |
| Ha = .63            | RAPPORTO DI ACCORDO           | Vmcont = 5.97   | TENSIONE EFF. MAX. CONT. [V]   |
| Q1 = 5.00           | FATTORE DI MERITO CASSA       | Bob = 6.09      | ALTEZZA MAX BOBINA [mm]        |
| Dt = 60.00          | DIAMETRO TUBO ACCORDO [mm]    | Pnom = 8.90     | POTENZA NOMINALE [W]           |
| Lt = 1074.88        | LUNGHEZZA TUBO ACCORDO [mm]   |                 |                                |
| Pmax = 20.00        | POTENZA AMPLI (8 ohm) [Watt]  |                 |                                |

Figura 4. Stampa dei dati relativi al progetto del the audio bass, effettuata dallo stesso programma installato su HP 9816 che ha fornito il grafico di fig. 1.

conviene che, nel caso di sistemi equalizzanti, la scelta di un altoparlante efficiente è conveniente pur comportando un innalzamento della frequenza di risonanza ed un taglio prematuro della risposta alle basse frequenze.

Il woofer da utilizzare doveva quindi essere caratterizzato da un alto BL, un equipaggio mobile leggero, un cono di forma e materiale tale da permettere un funzionamento esente da deformazioni anche in presenza di elevata pressione, una adeguata capacità di escursione. Altri elementi non trascurabili, la facile reperibilità ed il giusto prezzo.

Il Peerless KP 825 era uno dei componenti che rappresentavano il giusto compromesso fra tutti i requisiti richiesti e si è deciso di utilizzarlo.

La risposta in frequenza conseguibile nel volume di 38 litri deciso (19 per ciascuno dei due woofer) è riportata in fig. 1. Il grafico è stato ottenuto mediante simulazione al computer dopo avere misurato i parametri dell'altoparlante ed averne supposto il funzionamento nei 19 litri previsti; le due curve A e B rappresentate, largamente coincidenti, si riferiscono rispettivamente al funzionamento in cassa chiusa ed alla stessa cassa con tubo di accordo tarato per 20 Hz.

Il computer utilizzato è un Hewlett Packard 9816 ed il sofisticato programma di simulazione tiene conto di tutti i fattori che intervengono nel funzionamento previsto (ad esempio anche degli 1,2 grammi di aria aggiunti dal montaggio sul pannello). In fig. 2 è riportato il grafico ottenuto con il programma semplificato che abbiamo pubblicato il mese scorso e che gira su Commodore 64; i risultati ottenuti sono perfettamente attendibili e molto simili, tanto che una equalizzazione attuata sulla base dei risultati forniti sarebbe stata praticamente indistinguibile da quella esatta. A mobile realizzato abbiamo effettuato numerose misure di verifica, sia con il metodo indiretto previsto anche dal programma

|                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| Re = 1.70 [ohm] | Voice coil dc resistance |
| Fs = 70.50 [Hz] | Resonance Frequency      |
| Qm = 6.65       |                          |
| Qe = .82        |                          |
| Qt = .73        |                          |

Figura 5. Parametri rilevati sul subwoofer montato, con l'assorbente acustico e tubo di accordo chiuso. La corrispondenza con la simulazione teorica è eccellente.

citato, sia per misura diretta della pressione acustica con microfono e strumenti di misura B&K. Il grafico che rappresenta la risposta in frequenza non equalizzata misurata con il microfono è riportato a pag. 112 nel grafico n. 2.

#### La potenza

Rivediamo ora le considerazioni che conducono alla scelta di installare una potenza di 40 watt (su 4 ohm) per altoparlante. Il risultato che si vuole conseguire è un livello acustico massimo di almeno 100 dB a 100 Hz (ovvero 106 dB utilizzando due unità in mono). Dato che la efficienza del woofer è di circa 90 dB/W, l'uso di due woofer e di due unità di amplificazione otterrà a 100 Hz, con 1 watt per altoparlante, un livello di 96 dB.

Per ottenere i 100 dB previsti basterà allora a 100 Hz una potenza di 4 dB superiore ad 1 watt (per altoparlante), ovvero 2,5 watt. A 25 Hz la potenza richiesta sarà invece di 18 dB superiore a causa della equalizzazione, ma andrà poi diminuita di 8 dB per tener conto dell'andamento dello spettro musicale (IEC), il che porta ad un totale di 10 dB, ovvero  $2,5 \times 10 \text{ watt} = 25 \text{ watt}$ . Ipotizzando che la tensione di rete possa essere inferiore ai 220 volt, come avviene in molti casi, si avrebbe la necessità di installare una potenza superiore.

I 40 watt scelti per buona misura forniscono un margine teorico a 25 Hz di 2 dB e sarebbero eventualmente in grado di garantire un livello più alto. Le misure di MOL hanno fornito un livello massimo a 100 Hz di 109 dB (con 220 volt di alimentazione), dichiarando che il limite raggiunto è dell'altoparlante e che la riserva di poten-

za a questa frequenza è di circa 3 dB.

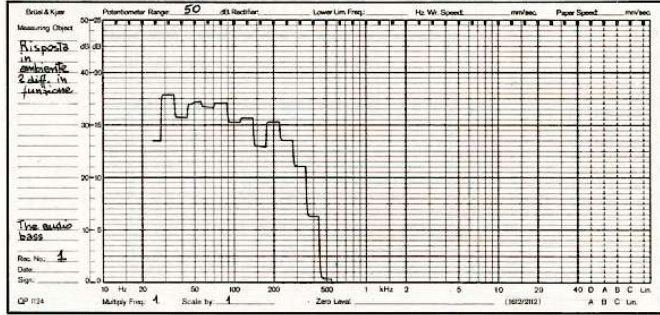
#### Le misure

Le misure effettuate hanno dimostrato la ottima linearità conseguita e la efficacia del sistema di accordo al fine di ridurre la escursione del woofer e quindi la distorsione. La vera risposta in frequenza del subwoofer completo di elettronica è quella riportata nel grafico n. 3 della pagina misure, ottenuto con un metodo che elimina qualsiasi perturbazione dovuta ad eventuali limiti della camera anecoica; le misure in ambiente di ascolto confermano il risultato di questa misura, mentre la risposta in frequenza riportata sui grafici di distorsione è solo indicativa del livello di emissione durante la prova ed è attendibile dai 125 Hz in su. La distorsione di seconda armonica rilevata per 90 dB di emissione è inferiore all'1%, mentre la terza armonica raggiunge un massimo del 3% a 30 Hz. Sotto ai 22 Hz entrambe le rilevazioni mostrano un forte aumento della distorsione, che non appare nella misura con il condotto di accordo chiuso. Il funzionamento in sospensione pneumatica causa però un aumento della seconda armonica fra i 22 ed i 50 Hz di oltre 10 dB, mentre la terza armonica aumenta di ben 20 dB a 30 Hz, dimostrando la utilità e l'efficacia dell'accordo previsto.

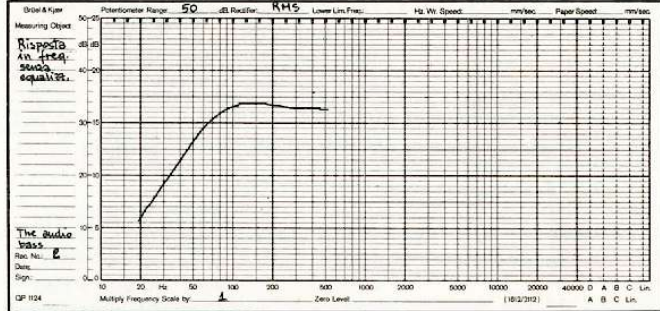
Il grafico di MOL mostra come con il sistema completo, composto da due unità (+6 dB), sia possibile ottenere un livello massimo a 40 Hz uguale a quello fornito dal B2-50 Audio Pro, che è un risultato di tutto rispetto, mentre a frequenze superiori ai 50 Hz il confronto è a vantaggio del the audio bass anche in versione ridotta. R.G.

# CARATTERISTICHE RILEVATE

## Risposta in ambiente, due diffusori in funzione:

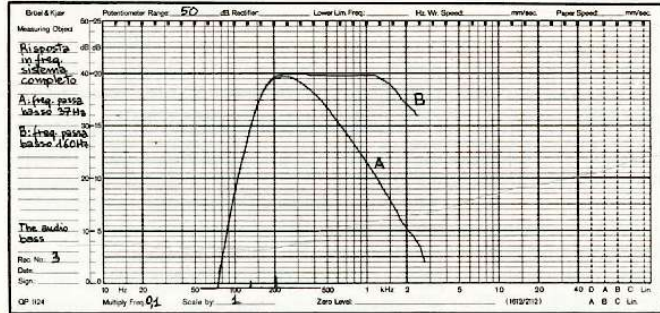


## Risposta in frequenza senza equalizzazione:

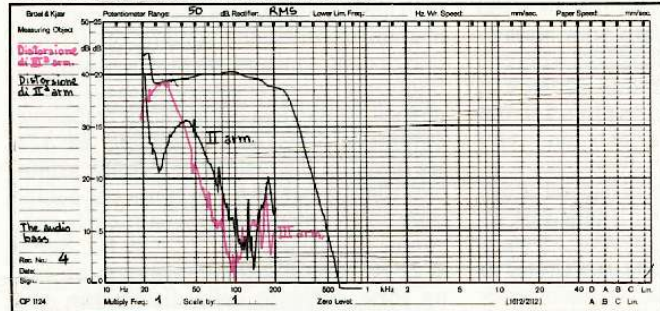


## Risposta in frequenza, sistema completo:

(A: f<sub>passa basso</sub> = 37 Hz, -3 dB; B: f<sub>passa basso</sub> = 160 Hz -3 dB)

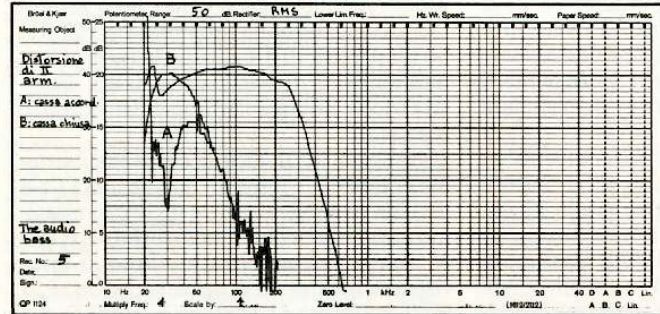


## Distorsione di seconda e terza armonica:



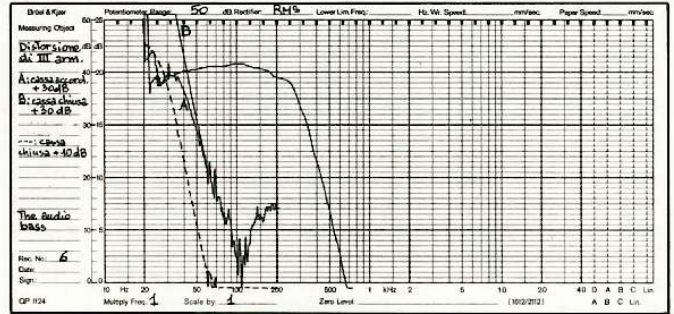
## Distorsione di seconda armonica:

(A: cassa accordata; B: cassa chiusa)



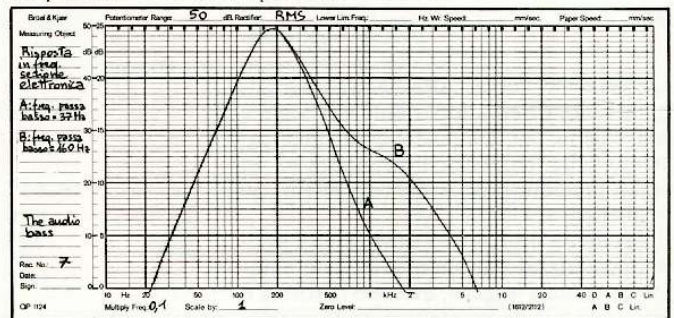
## Distorsione di terza armonica:

(A: cassa accordata; B: cassa chiusa)



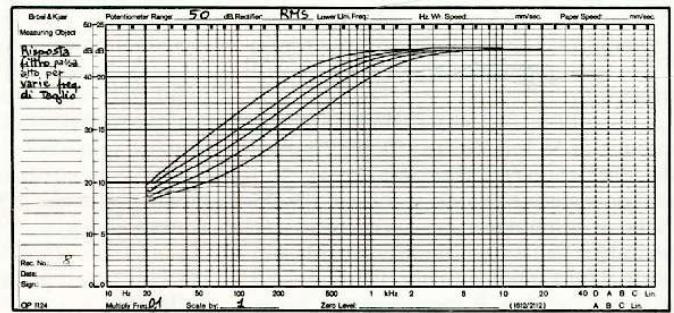
## Risposta in frequenza sezione elettronica:

(A: f<sub>passa basso</sub> = 37 Hz; B: f<sub>passa basso</sub> = 160 Hz)



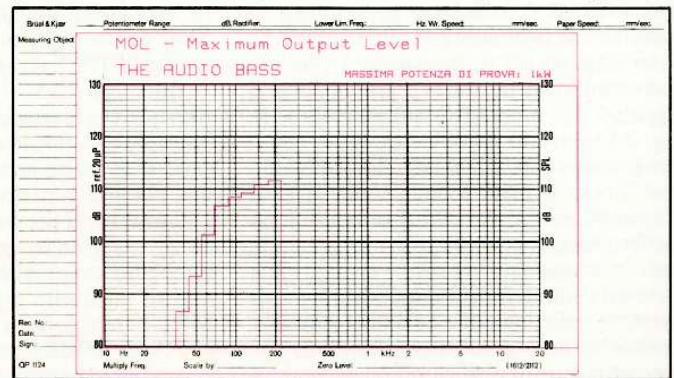
## Risposta filtro passa alto per diverse frequenze di taglio:

(uscita side sys verso il finale satelliti)



## MOL - Livello massimo di uscita in dB<sub>SPL</sub>.

(per distorsione di intermodulazione totale non superiore al 5%)



# the audio bass

## sezione elettronica, schemi elettrici e costruzione

**Circuito di alimentazione.** L'alimentatore dei due amplificatori è composto da un classico raddrizzatore a ponte seguito da due condensatori da 6800 microfarad. Questo circuito è collegato al secondario del trasformatore attraverso un relé comandato dal circuito di autoaccensione. L'equalizzatore e lo stesso circuito di autoaccensione sono alimentati da +15 V e -15 V provenienti da un circuito di regolazione di tensione "tracking". Lo schema elettrico dell'alimentatore è riportato in figura 6. La tensione positiva è ottenuta da un semplice regolatore con un transistor ed uno zener da 15 V, mentre la tensione negativa è controllata da T3 ed il partitore resistivo composto da R41 ed R42 in maniera da ottenere una tensione simmetrica rispetto alla tensione positiva. I due condensatori elettrolitici (C17 e C18) creano un effetto di salita graduale della tensione al momento dell'accensione onde evitare il fastidioso "thumpf" negli altoparlanti al momento dell'accensione. Come si può vedere dallo schema, l'alimentatore duale da 15 V è sempre sotto tensione mentre la parte relativa agli amplificatori è sotto l'influenza del circuito di autoaccensione.

**Circuito di autoaccensione.** Il subwoofer è dotato di un circuito di autoaccensione per facilitare il collegamento al resto dell'impianto: per evitare di doversi alzare per accendere e spegnere il sub, che normalmente sarà situato lontano dall'amplificatore, basta accenderlo una volta per tutte. Il circuito di autoaccensione provvede poi ad accendere gli amplificatori interni del sub non appena arriva un segnale musicale in ingresso. Il circuito rimane attivo per circa 5 minuti dopo la fine della musica per evitare che il sub si spenga durante le pause della musica o tra un brano ed il successivo.

**Circuito elettrico dell'autoaccensione.** I due canali di ingresso sono sommati ed applicati all'ingresso non invertente di IC1a. Con un guadagno in alternata di 60 dB (1000 volte) basta un segnale di ingresso di pochi millivolt per avere in uscita un segnale facilmente rivelabile da usare per la successiva accensione del relé. D'altro canto un segnale di ingresso più forte porterebbe in saturazione l'operazionale. Per questo motivo è stato collegato un diodo zener da 7.5 V tra l'uscita e l'ingresso invertente. In questo modo l'uscita non può superare i 7.5 V positivi e circa 0.6 V negativi. Il segnale viene raddrizzato dal diodo D2 che carica il condensatore C22. La resistenza R7 in parallelo a questo condensatore determina il tempo di scarica, circa 5 minuti. L'operazionale IC1b funge da comparatore: l'ingresso invertente è fissato

a 5 V dal partitore resistivo composto da R11 e R12. Non appena l'ingresso non invertente raggiunge una tensione superiore ai 5 V la sua uscita va a +15 V portando in saturazione il transistor T4 che a sua volta attiva il relé ed accende il LED rosso collegato in serie al relé. Il deviatore S1 permette di escludere il circuito di autoaccensione collegando la resistenza R12 ai +15 V mantenendo saturato T4 e quindi attivato il relé. La resistenza R13 collegata tra il collettore di T4 e l'ingresso invertente del comparatore aggiunge, con il suo effetto di feedback positivo, un po' di isteresi al comparatore per garantire una attivazione netta e precisa del relé.

**Circuito dell'amplificatore.** Lo schema elettrico relativo ai due amplificatori è riportato in figura 7. Come si può notare è stata usata una topologia mista: stadio di uscita a componenti discreti e stadio di ingresso a circuito integrato. L'uso di un integrato per lo stadio di ingresso offre alcuni vantaggi rispetto ad uno stadio composto da componenti discreti. Con poca spesa si ottiene una eccellente stabilità dell'offset rendendo superflua la sua regolazione con un trimmer. Per di più la sua deriva termica è così contenuta che l'intero amplificatore può essere accoppiato in continua con un conseguente miglioramento della risposta ai transienti. Gli operazionali integrati hanno anche basso rumore e, quel che più conta, hanno generalmente una altissima

riezione di modo comune. Ovviamente è possibile ottenere le stesse caratteristiche (ed anche superiori) con un operazionale a componenti discreti, ma un circuito a componenti discreti in grado anche solo di raggiungere le caratteristiche di un NE5534 avrebbe un costo molto superiore, oltre a richiedere un circuito stampato di notevoli dimensioni e componenti di difficile reperibilità e comunque selezionati. Una delle più serie limitazioni degli integrati è che la loro tensione di alimentazione (e di conseguenza la loro massima tensione di uscita) è limitata a circa 15-20 volt. Perciò non sono capaci di pilotare direttamente gli stadi di uscita degli amplificatori finali di potenza superiore ai 10 watt circa. Questo problema può essere risolto adoperando uno stadio di uscita avente un certo guadagno in tensione oltre al consueto guadagno di corrente. Come si può vedere dalla figura 2, lo stadio di uscita è composto da T1 e la coppia T2/T3 collegati in configurazione darlington. Il guadagno in tensione, dato dal partitore resistivo composto da R8 e R6, è di 3.7 volte e perciò una tensione di uscita di 20 volt di picco richiede meno di 6 volt di pilotaggio da parte dell'operazionale. Notiamo inoltre che i transistor T1 e T6 sono collegati in configurazione a base comune con le loro basi polarizzate a 0.6 V rispetto a massa con i due diodi D1 e D2. Le due resistenze R7 e R15 aiutano a minimizzare la distorsione di incrocio mantenendo una certa polarizzazione dei finali

### the audio bass

#### UTILIZZAZIONE ED INSTALLAZIONE

Il crossover elettronico del "the audio bass" è dotato di due ingressi stereofonici "line in" che dovranno essere collegati all'uscita di un preamplificatore o della sezione pre di un amplificatore integrato; di due uscite stereofoniche "side sys" da collegarsi all'ingresso del finale o della sezione finale dell'amplificatore integrato che pilota gli altoparlanti principali e di due uscite "line out" destinate al collegamento del secondo "the audio bass" qualora si preferisca comunque collegare in mono il sistema di sub o di eventuali altre unità in parallelo alle prime due. In pratica un solo "the audio bass" funzionerà necessariamente in mono (l'uscita passa alto al finale dei satelliti resta comunque ed ovviamente stereofonica!), due o più "the audio bass" possono invece essere collegati in mono o in stereo o in configurazioni miste. Le diverse possibilità saranno analizzate in un articolo sulla installazione e l'utilizzazione del "the audio bass" di prossima pubblicazione.

#### IL MOBILE PER IL «the audio bass»

I disegni del mobile per la costruzione del the audio bass sono stati pubblicati sul numero 33 di AUDIOREVIEW. Ulteriori informazioni e consigli utili potranno essere trovati sul numero di dicembre 1984 della rivista FAI DA TE reperibile in tutte le edicole a partire dalla fine del mese di novembre. M.N.





durante l'escursione del segnale che normalmente porterebbe in interdizione il transistor. Infatti già con soli 5 mA di corrente di riposo la distorsione di incrocio è molto contenuta. La corrente di riposo viene regolata tramite il trimmer TR1 collegato tra le basi dei due transistor T1 e T6. Dato che quest'ultimi vengono pilotati dagli emettitori, lo stadio di uscita è invertente. Perciò bisogna invertire i due ingressi dell'operazionale: il segnale di ingresso va all'ingresso invertente mentre la controreazione va all'ingresso noninvertente. La tensione di alimentazione dell'operazionale rimane fissa a 15 V positivi e negativi regolati da T7 e T8.

Come spiegato nella prima parte (AUDIOREVIEW n. 33 pp. 114-116) questo amplificatore è stato studiato specificamente per l'uso con questo subwoofer. In particolare non sono stati inclusi circuiti di prote-

zione, né per i finali, né per gli altoparlanti. L'unica protezione è un fusibile da 2 Amp in serie all'alimentazione che serve per evitare che il tutto vada a fuoco se si dovesse guastare qualche cosa. Nonostante ciò l'amplificatore può benissimo essere utilizzato per il pilotaggio diretto degli altoparlanti di un altro sistema multivie a patto che si prendano le dovute precauzioni per non cortocircuitare l'uscita.

**Circuito dell'equalizzatore.** Il principio di funzionamento dell'equalizzatore è stato illustrato nella prima parte pubblicata il mese scorso. Con riferimento allo schema elettrico della figura 8 vediamo come i due canali di ingresso vengono sommati dall'operazionale IC1c. Il potenziometro P1 collegato nella controreazione svolge la funzione di controllo di volume attivo. Il potenziometro usato è da 100k + 100k lineare

(marca PIHER o RADIOHM) come gli altri due.

Sullo stampato vi è un ponticello per poter collegare le due sezioni in parallelo in modo da diminuire il guadagno di 6 dB nel caso in cui il subwoofer venga usato con impianti di scarsa sensibilità.

Come già accennato nella prima puntata la risposta globale è Butterworth a 5 poli con frequenza di taglio a 16 Hz. Un filtro attivo con tale caratteristica può essere realizzato con due celle a poli complessi con fattori di merito di 1,618 e 0,618 rispettivamente e frequenza di risonanza pari a 16 Hz, seguito da un polo reale sempre con frequenza di taglio 16 Hz. La prima di queste celle è costituita dall'operazionale IC1d ed i relativi componenti passivi. Come si può notare non si tratta di un filtro passa alto, bensì di un filtro passa basso, per i motivi spiegati nella prima puntata. La frequenza di

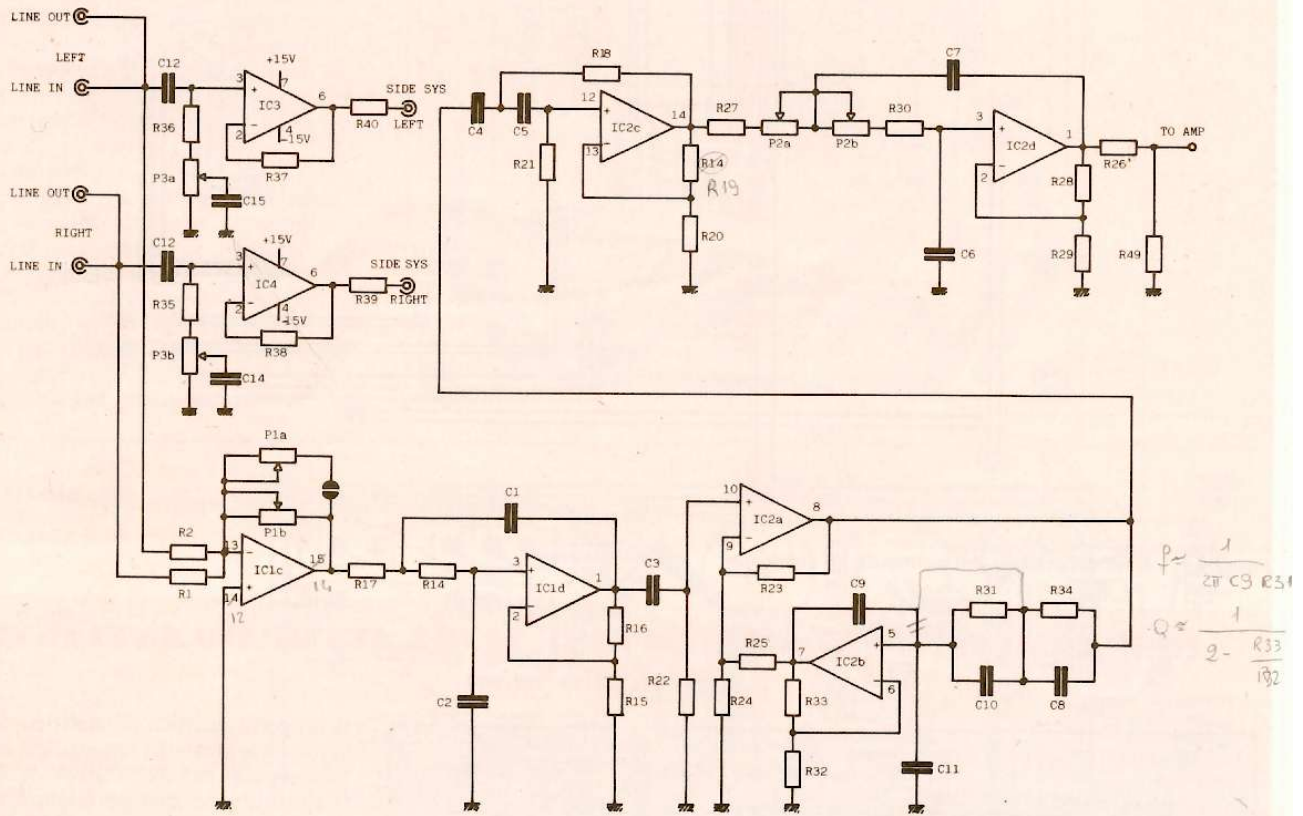


Figura 8 - Schema elettrico dell'equalizzatore.

$$Q = \frac{1}{2 - \frac{R33}{R34}}$$

$R2a = R2b$

- IC2 LF347 o TL084
- IC3 LF351 o TL081
- IC4 LF351 o TL081
- T1 BC546B o equiv.
- T2 BC556B o equiv.
- T3 BC556B o equiv.
- T4 BC546B o equiv.
- D1 Zener 7.5V 1/4W
- D2 1N914 o equiv.
- D3 1N914 o equiv.
- D4 Zener 15V 1/4W
- D5 Ponte 1A/200V
- P1 Pot. 100K+100K LIN (PIHER o RADIOHM)
- P2 Pot. 100K+100K LIN (PIHER o RADIOHM)
- P3 Pot. 100K+100K LIN (PIHER o RADIOHM)

- 3 Connettori MOLEX 2 poli M+F
- 3 Connettori MOLEX 3 poli M+F
- 1 Morsettiera NUVAL 2 poli
- 1 Morsettiera NUVAL 3 poli
- 1 Rele' due scambi 24V
- 2 Zocc. 14 pin
- 2 Zocc. 8 pin
- 1 Circuito stampato TM840930
- S1 Interruttore di rete
- S2 Deviatore semplice
- F1 Fusibile 1A ritardato
- TRS1 Trasformatore ICES 23V+23V

- C23 0.1uF/400V
- C24 6800uF/63V (ELNA)
- C25 6800uF/63V (ELNA)
- R50 100 ohm 1/2W
- D6 Ponte KBL08
- LED1 Led rosso piccolo
- LED2 Led verde piccolo

- Componenti vari:**
- 6 Pinjack da pannello
  - 3 Manopole
  - 1 Cordone di rete
  - 1 Portafusibile da pannello

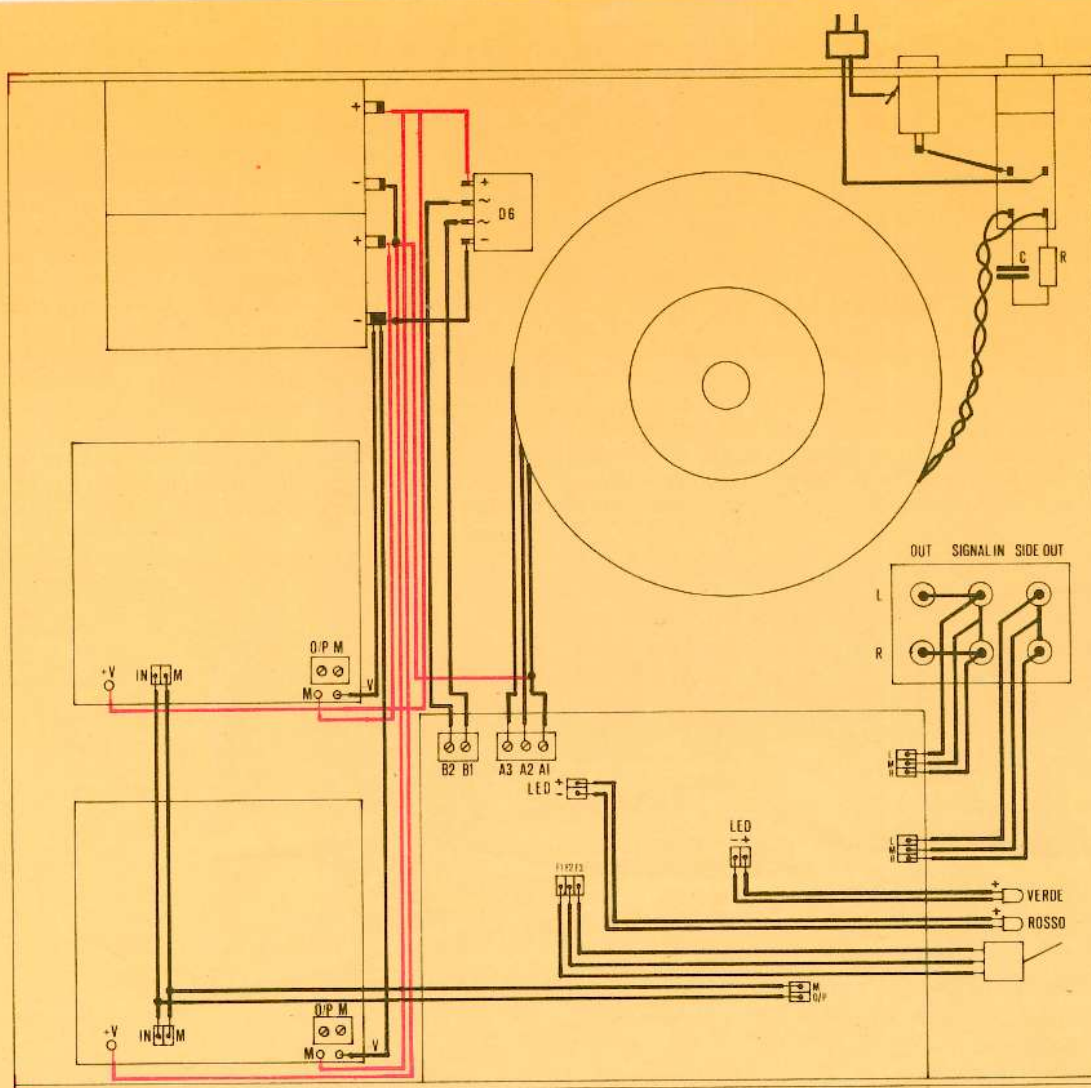


Figura 9 - Schema di cablaggio dell'elettronica del subwoofer.

## RISPARMIATE FINO A 37.000 LIRE SUGLI ALTOPARLANTI PER the audio bass



Il progetto acustico ed elettrico del the audio bass prevede l'impiego del woofer Peerless KP 825 WFX PP/4 da 4 ohm facilmente reperibile nei migliori negozi di componenti elettronici ed alta fedeltà. Il prezzo di vendita al pubblico del KP 825 WFX PP/4 (ricordate sempre di richiedere la versione 4 ohm) è di lire 62.400 IVA compresa cadauno. AUDIOREVIEW ha ottenuto dalla Coral Electronic, distributore italiano dei componenti Peerless, una particolare agevolazione per i costruttori del the audio bass: dal 1 novembre al 31 dicembre 1984 sul KP 825 WFX PP/4 verrà applicato uno sconto straordinario del 15%; in totale oltre 37.000 lire sui 4 altoparlanti necessari per la costruzione di un sistema completo.

the audio bass

risonanza di questo filtro è data da:

$$F_r = 1/(2\pi R_{14} C_1)$$

Il fattore di merito Q è dato da:

$$Q = \frac{1}{2 - R_{16}/R_{15}}$$

Il filtro con il polo reale è composto da C3 e R22. Il secondo filtro a poli complessi viene subito dopo l'equalizzatore. È costituito dall'operazionale IC2c e le stesse formule di sopra per la frequenza di risonanza e "Q" sono applicabili anche se il filtro è del tipo passa-alto. L'equalizzatore vero e proprio è costituito da IC2a e IC2b: un filtro passa-basso a due poli complessi con la stessa frequenza e "Q" dei woofer è collegato nella rete di controreazione di IC2a. Come spiegato nella prima puntata è necessario aggiungere altri due poli (anzi zeri) al filtro per evitare problemi di instabilità. Per questo motivo la frequenza di risonanza del filtro non è più semplicemente  $1/(2\pi C_3 R_{31})$  ma circa il 10 per cento in meno. I valori di R31 e R34 che determinano la frequenza di risonanza sono stati trovati sperimentalmente, come del resto la resistenza R35 che determina il fattore di merito.

In uscita dall'equalizzatore c'è un filtro Butterworth a due poli con frequenza di taglio variabile che serve come filtro di crossover per il woofer. Le frequenze limite sono 36 Hz e 146 Hz. Nel "the audio bass" sono presenti due semplici filtri a frequenza variabile (tra 36 Hz e 146 Hz) per attenuare i bassi mandati agli altoparlanti usati come satelliti. Sono composti da IC3 e IC4 usati come buffer per ottenere una

Figura 10  
Il ponte (D6)  
viene saldato  
direttamente  
ai due condensatori  
di filtraggio.  
Attenzione  
alla polarità.

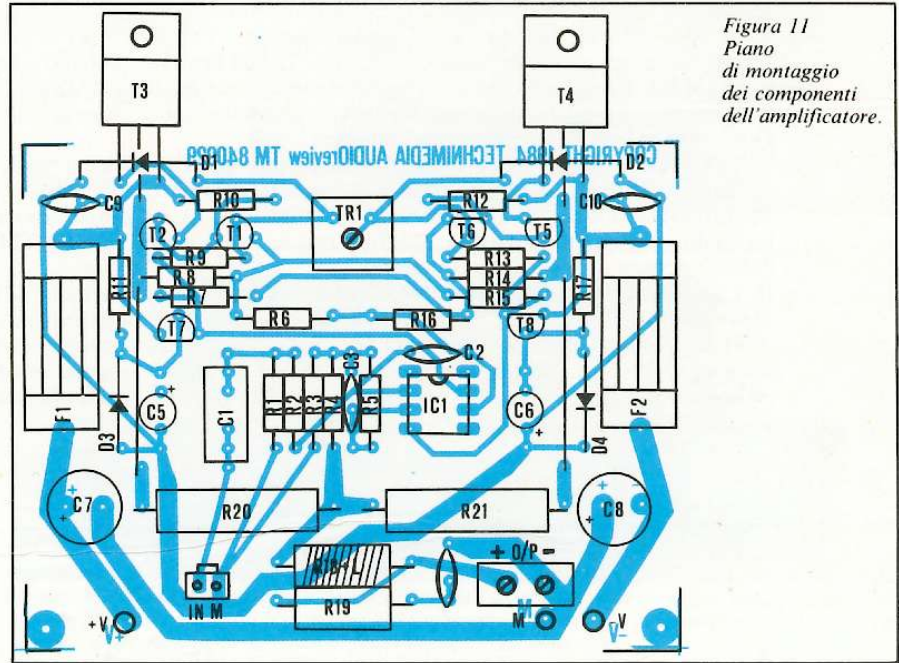
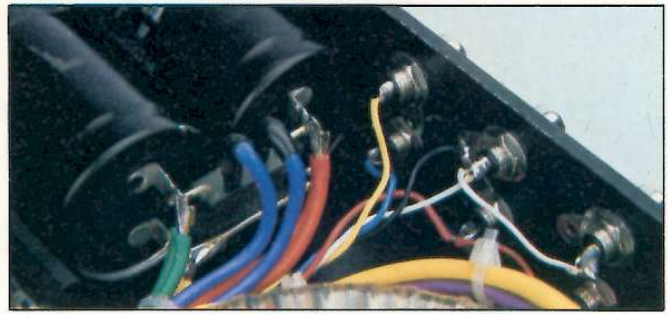
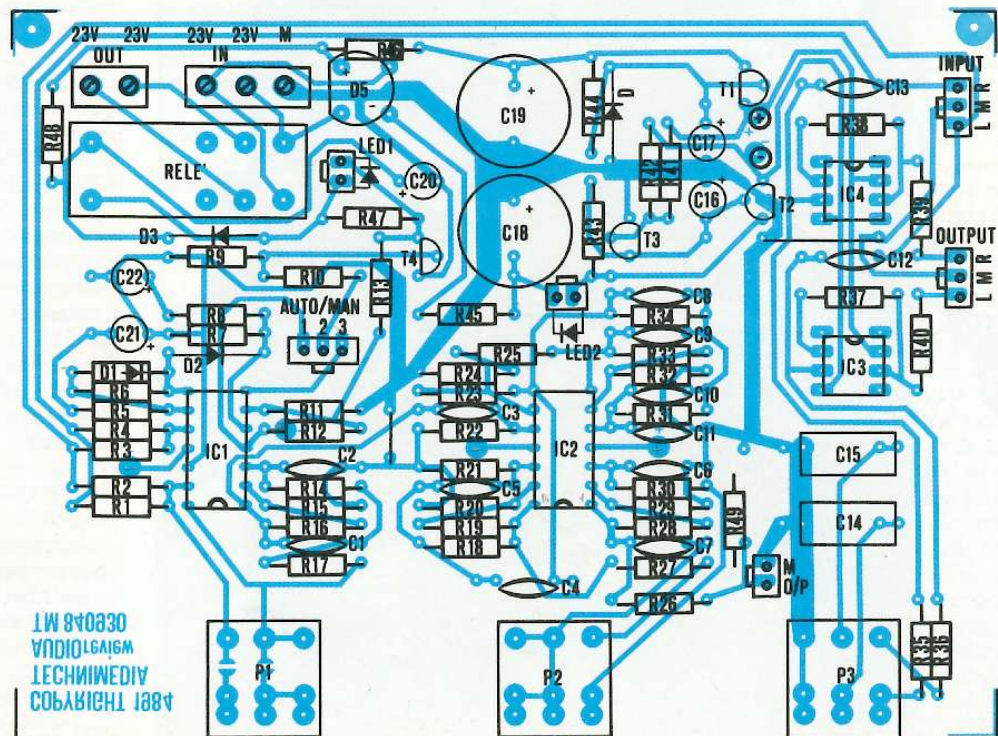


Figura 11  
Piano  
di montaggio  
dei componenti  
dell'amplificatore.

Figura 12  
Piano di montaggio  
dei componenti  
dell'equalizzatore.



## the audio bass REPERIMENTO DEI COMPONENTI

I **CIRCUITI STAMPATI** per la costruzione del "the audio bass" possono essere ordinati direttamente a Technimedia S.r.l., ufficio diffusione, via Valsolda 135, 00141 Roma, servendosi del modulo a pagina 122 (o di una sua fotocopia).

Il TM840930, (circuito stampato crossover-equalizzatore) in vetronite con serigrafia dei componenti costa **15.500 lire IVA**, imballo e spese di spedizione comprese.

Il set TM8409A (composto da due circuiti stampati TM840929 per sezione finale del the audio bass) in vetronite con serigrafia dei componenti costa **16.500 lire IVA**, imballo e spese di spedizione comprese.

Il set TM8411S composto da tre circuiti stampati (due schede finali TM840929 ed una crossover-equalizzatore TM840930 per la costruzione di un the audio bass) in vetronite con serigrafia dei componenti costa **26.700 lire IVA**, imballo e spese di spedizione comprese.

IL **TELAIO TMTBASS** per la costruzione della sezione elettronica del "the audio bass", realizzato in lamiera di alluminio da 3 mm, forato, satinato, anodizzato e serigrafato, completo di viti e squadrette di montaggio dei finali, può essere ordinato direttamente a Technimedia S.r.l., ufficio diffusione via Valsolda 135, 00141 Roma, servendosi del modulo a pagina 122 (o di una sua fotocopia). Il telaio TMTBASS costa **27.000 lire**, IVA, imballo e spese di spedizione comprese.

IL **TRASFORMATORE TOROIDALE** a basso flusso disperso modello TTCRL120VA/AR14 per la realizzazione del "the audio bass" è costruito dalla ditta EBM ELETTRONICA S.r.l., via Stadio 24, 33077 Sacile (PN), tel. (0434) 71300 che ha accettato di produrli e venderli ai nostri lettori al prezzo di **lire 42.000 IVA**., imballo e spese di spedizione comprese. **N.B.: gli ordini vengono evasi dalla EBM ELETTRONICA esclusivamente se accompagnati dal numero di codice fiscale e l'esatto indirizzo del richiedente.**

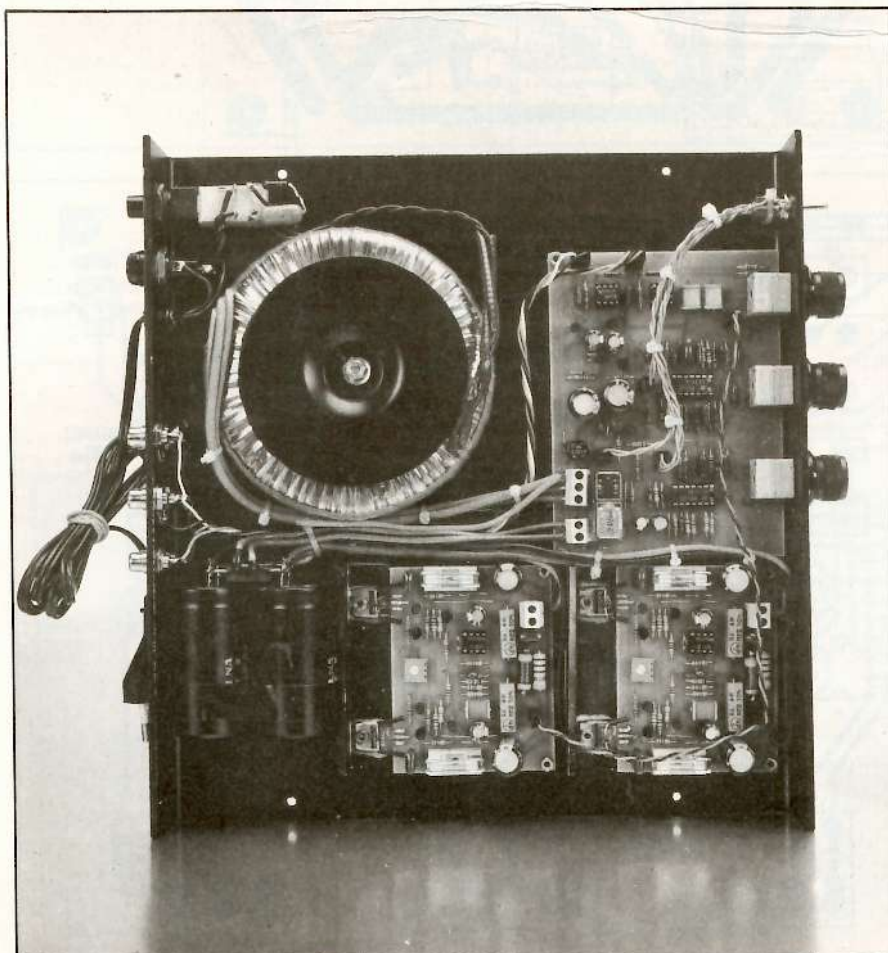


Figura 18 - Foto in pianta dell'apparecchio finito che mostra il cablaggio.

## KIT ELETTRONICA COMPLETI

Per soddisfare le numerose richieste pervenute, l'elettronica del "the audio bass" è disponibile anche come kit completo di tutti i componenti nelle due versioni smontato e montato.

**IL BASS KIT**, per la costruzione di un "the audio bass" completo di set di circuiti stampati TM8411S, telaio TMTBASS, trasformatore toroidale TTCRL120VA/AR14 e tutti i componenti elettronici necessari per la costruzione della sezione elettronica di un "the audio bass" (esclusi quindi gli altoparlanti) costa **220.000 lire IVA**, imballo e spese di spedizione comprese e può essere ordinato a Technimedia S.r.l., ufficio diffusione, via Valsolda 135, 00141 Roma, servendosi del modulo a pagina 122 o di una sua fotocopia.

**IL BASS WIRED**, amplificatore-equalizzatore con crossover elettronico incorporato montato e collaudato, pronto per essere installato in un "the audio bass" costa **340.000 lire**, IVA, imballo e spese di spedizione comprese e può essere ordinato a Technimedia S.r.l., ufficio diffusione, via Valsolda 135, 00141 Roma, servendosi del modulo a pagina 122 o di una sua fotocopia.

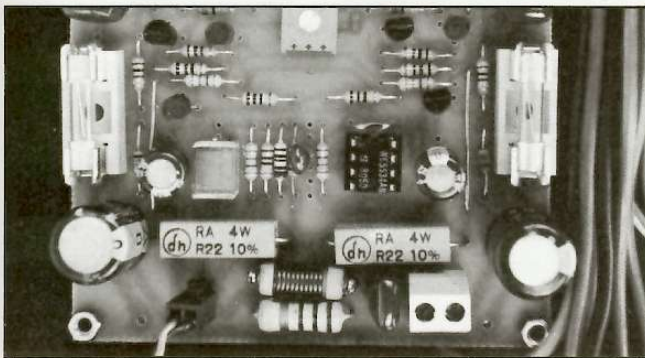


Figura 13 - I due diodi (D1 e D2) che servono per la compensazione termica devono essere fissati a contatto con il corpo dei transistor finali con un po' di colla. L'induttanza L1 è composta da 10 spire di rame smaltato da 0.8 mm avvolto sulla resistenza R18.

Figura 14 - La scheda dell'equalizzatore necessita di alcuni collegamenti sul lato da saldare. Sono i collegamenti relativi all'alimentazione dei due circuiti integrati LF347.

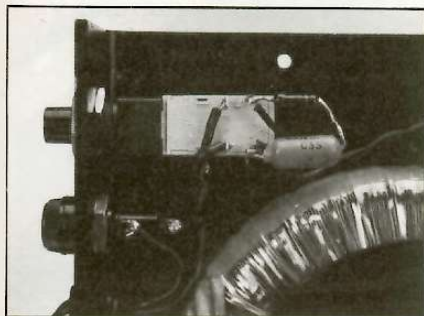
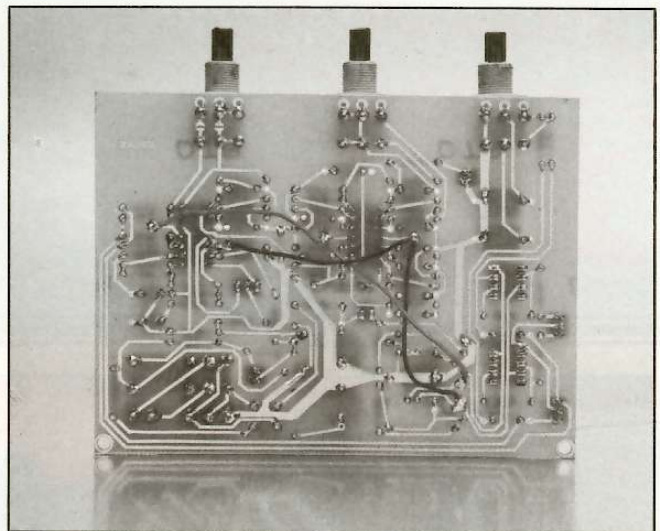


Figura 15 - Il condensatore C23 e la resistenza R50 vanno montati direttamente sull'interruttore di rete. Attenzione! Il condensatore deve essere di almeno 400 V.

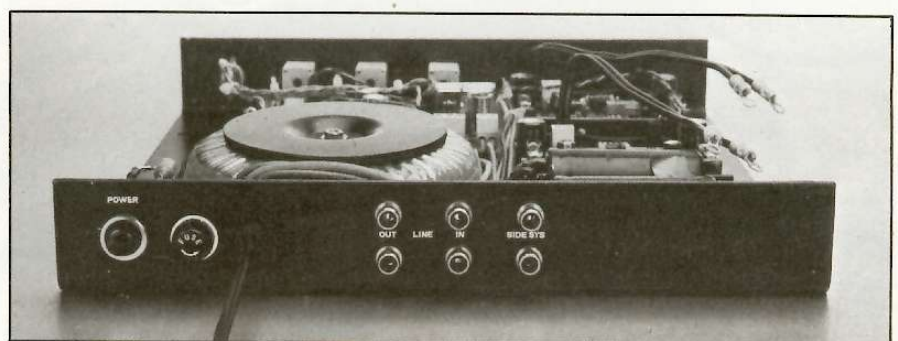


Figura 16 - Sul lato posteriore del telaio si trovano i sei pinjack. Quelli centrali sono gli ingressi dal preamplificatore. A sinistra le uscite per il collegamento in mono di un'altra unità subwoofer. A destra invece l'uscita filtrata da mandare al finale del resto dell'impianto.

bassa impedenza di uscita facilitando così l'interfacciamento con il resto dell'impianto.

**Costruzione pratica.** Il contenitore del "the audio bass" è costituito da una lastra di alluminio da 3 mm di spessore piegata ad "U". È importante che questo telaio sia di alluminio dato che svolge la funzione di radiatore per i transistor finali.

La costruzione delle schede non dovrebbe causare dei problemi dato che i circuiti stampati saranno completi di serigrafia dei componenti (figura 11 e 12). Tuttavia ci sono un paio di cose da chiarire. Il circuito stampato dell'equalizzatore è monofacciale per contenere i costi e a causa della relativa complessità del circuito è stato necessario effettuare alcuni collegamenti volanti. La figura 14 mostra questi collegamenti che andranno saldati sulla parte inferiore della scheda. Inoltre ci sono da effettuare due ponticelli; allo scopo si possono usare i reofori delle resistenze. Sulla scheda degli amplificatori l'induttanza L1 collegata in parallelo a R18 è fisicamente costituita da 10 spire di rame smaltato da 0.8 mm avvolte direttamente intorno alla resistenza e poi saldate ai reofori della stessa resistenza (dopo aver tolto lo smalto). Nel montaggio delle resistenze R18, R20 e R21 è bene che i reofori vengano piegati lungo le piste e

saldata su tutta la lunghezza per aumentare la sezione della pista fino alla morsettiere di uscita. I due diodi D1 e D2 devono essere montati come mostrato in figura 13 ed incollati al relativo transistor per garantire un buon contatto termico. Fate attenzione a montare i finali con i kit di mica per isolarli dalle alette di raffreddamento. Infine ricordate anche i due ponticelli sulle due schede degli amplificatori.

**Cablaggio.** Per il cablaggio seguite lo sche-

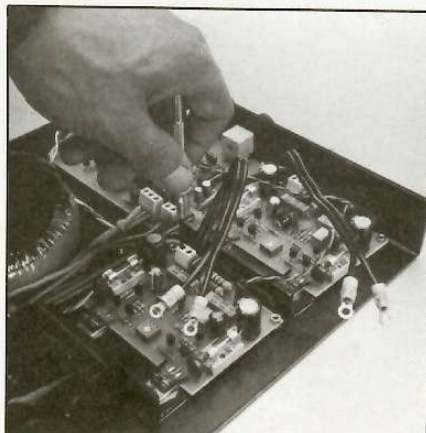


Figura 17 - Gli altoparlanti del subwoofer vengono collegati alle due morsettiere NUVAL.

ma di figura 9. Il secondario del trasformatore va collegato direttamente alla morsettiere a tre poli sulla scheda dell'equalizzatore. Per il cablaggio delle alimentazioni degli amplificatori incluso il cablaggio dei due condensatori ed il ponte è consigliabile adoperare del cavo con sezione da 2 mm. Il collegamento del segnale invece, può essere eseguito con del cavo sottile e non è necessario che sia schermato. Prima di accendere l'apparecchio occorre girare al minimo (senso antiorario) i due trimmer del bias sulle due schede degli amplificatori ed è opportuno sostituire i fusibili da 2 amperre con dei fusibili da 100 mA per proteggere le schede in caso di guasti causati da componenti difettosi o cablaggio errato. Dopo aver acceso l'apparecchio controllate con un tester che la tensione di alimentazione misurata sui due condensatori di filtraggio sia intorno ai 35 V positivi e negativi rispetto a massa. Inoltre vanno controllati i più e meno 15 V sulla scheda dell'equalizzatore. Per la taratura della corrente di riposo girate lentamente in senso orario i trimmer fino ad ottenere una tensione di circa 5 mV misurati tra i collettori dei finali ovvero tra TP1 e TP2. La taratura deve essere effettuata in assenza di carico. Dopo la taratura potete reinstallare i fusibili da 2 amperre.

B. A.

[www.renatogiussani.it](http://www.renatogiussani.it)