

PDF

WWW.RENATOGIUSSANI.IT

the audio

minidiffusore di alte prestazioni

di Renato Giussani e Mauro Neri



sat



Fin dalla presentazione su queste pagine degli ormai famosi kit "the audio preamp" e "the audio amp", era dato per scontato in redazione che prima o poi si sarebbe intrapresa anche la progettazione di un adeguato sistema di altoparlanti. L'obiettivo non sarebbe stato la realizzazione di un sistema commerciale, ovvero più o meno facilmente producibile in serie, o una copia più o meno modificata di qualcosa di già esistente. La presentazione dei dati di progetto delle ESB 7/06 e 7/08, oltre che di kit di diffusori offerti sul mercato da operatori specializzati, non aveva evidentemente lo scopo di sostituirsi a quello che avrebbe dovuto essere il primo sistema di AUDIO-REVIEW.

Un sistema audiophile

Uno dei dati di progetto che abbiamo considerato prioritario, è la capacità di riprodurre senza problemi *tutte le frequenze audio comprese fra i 20 e i 20.000 Hz*. Tale risultato può essere ottenuto in diversi modi, ma facendo qualche rapido conto si evince immediatamente che la soluzione più conveniente è quella della *equalizzazione attiva*. Il secondo obiettivo considerato fondamentale è la possibilità di sperimentare, con probabilità di successo, diverse installazioni anche in ambienti che le caratteristiche acustiche o geometriche rendono "difficili". Come conseguenza naturale la scelta è caduta su un sistema composto da *subwoofer e satelliti di dimensioni contenute*, che ha consentito fra l'altro di progettare le due unità in tempi diversi.

Il subwoofer, capace di riprodurre i 20 Hz a "0 dB", dotato di una adeguata ed elevata dinamica e di dimensioni ragionevoli, è già stato presentato sui numeri di novembre e dicembre 1984 di AUDIOREVIEW e si chiama "the audio bass".

Una coppia di satelliti ed un audio bass avrebbero in seguito costituito un completo sistema di trasduzione di qualità elevata, costo ragionevole e facile riproducibilità da parte degli autocostruttori.

I satelliti

La configurazione base dei satelliti era già stata decisa da gennaio '85; sui numeri di AUDIOREVIEW di febbraio e marzo è anche apparsa una foto di presentazione, dalla quale i lettori più attenti hanno già potuto evincere quali sono gli altoparlanti utilizzati: il tweeter Kef T 33-A ed il woofer Focal 5N 402-DB.

Qualcuno ci ha chiesto perché non abbiamo utilizzato come woofer il glorioso B-110. Un confronto diretto dei due altoparlanti ha messo subito in evidenza il magnete molto più massiccio del Focal, mentre una rapida indagine ha dimostrato la sua superiore capacità di escursione e *completa assenza di problemi di "bottoming"* (cioè di urti a fondo corsa). In particolare poi il woofer Focal scelto è dotato di *due bobine mobili*, che consentono interessanti varianti progettuali mediante le quali si può "ta-

All measures are made with both coils in parallel and with 3 mH in serie with one coil.

Nominal Z of each coil	Z = 8 Ω
Minimum Z of each coil	Z _{MIN} = 7 Ω
DC resistance of each coil	R _{CC} = 6 Ω
Resonant frequency	f _s = 45 Hz
Efficiency 2.8 V/1 m	= 88.3 dB
Power handling	= 55 W
Total Q factor	Q _{TS} = 0.23
Electrical Q factor	Q _{ES} = 0.25
Mechanical Q factor	Q _{MS} = 2.92
Suspension compliance	C _{MS} = 1.16 10 ⁻³ mN ⁻¹
Emissive piston area	S _d = 0.866 10 ⁻² m ²
Moving mass	M _{md} = 10.8 10 ⁻³ kg
Mechanical resistance	R _{MS} = 1.05 kg/s ⁻¹
Equivalent volume of suspension	V _{AS} = 12.2 l
Load type	= BASS REFLEX
Recommended volume of enclosure	V _B = SEE TABLE
Speaker weight	= 1.52 kg

Cone material	: NEOFLEX
Cone treatment	: PLASTIFLEX
Dust cap material	: CLOTH
Dust cap treatment	: LATEX + PLASTIFLEX
Surround material	: NEOPREN + PVC
Voice coil diameters	= 25.5+26.3mm
Voice coil former	: NOMEX
Voice coil height	= 11.5 mm
Voice coil layers	= 2 × 2
Wire	: COPPER/ CIRCULAR
Force factor	BL = 10.7 NA ⁻¹
Acceleration factor	Fa = 991 ms ⁻² A ⁻¹
Gap volume	= 776 mm ³
Gap height	= 6 mm
Magnetic energy	= 0.360 Ws
Magnet diameter	= 100 mm
Magnet weight	= 0.56 kg
Flux density	= 1.08 T

Figura 1 - I dati dichiarati del woofer Focal 5N 402-DB sono stati rilevati dal costruttore alimentando una bobina mobile direttamente e l'altra tramite una induttanza di 3 mH.

rare" la timbrica con un buon margine di libertà. Ce n'era quasi abbastanza per giustificare una scelta, anche senza aspettare i risultati delle misure.

I dati tecnici dimostrano peraltro che il B-110 preferisce funzionare in sistemi chiusi e che, per una soluzione reflex come quella da noi prevista, il volume necessario risulterebbe eccessivo.

Fra le ipotesi iniziali di progetto non abbiamo ancora citato quella che a mio parere è la più vincolante, ovvero: *due satelliti degni di questo nome devono essere in grado di funzionare anche come sistemi autonomi, con una risposta estesa ed elevata potenza applicabile.* Tale categorica affermazione è motivata dalla stessa ragione di esistere di un sistema subwoofer-satelliti: il sistema viene diviso in più elementi specializzati per rendere possibile una installazione in ambiente articolata in più posizioni, anche molto distanti.

Condizione inderogabile perché tale separazione non produca danni insopportabili alla riproduzione è che la frequenza di incrocio fra il sub e i satelliti sia inferiore ai 200 Hz; provare per credere.

In alcuni ambienti d'ascolto, poi, si riesce ad ottenere il risultato desiderato solo filtrando i satelliti in modo molto blando ed "aggiungendo" il contributo del subwoofer per estendere la risposta. Ne deriva che un satellite dalla risposta tagliata al di sopra dei 100 Hz vedrebbe drasticamente ridotte le sue probabilità di essere installato in modo da fornire risultati accettabili. La condizione appena esposta comporta l'ulteriore vantaggio, certamente non trascurabile, che, essendo progettati in questo modo: *i satelliti di AUDIOREVIEW sono perfettamente in grado di funzionare come mini-casse autonome da 100 watt ciascuna.*

Gli altoparlanti

Del woofer 5N 402-DB si è già detto, le sue

caratteristiche tecniche dichiarate sono riportate in Fig. 1. La Focal prevede che la seconda bobina mobile sia alimentata tramite una induttanza da 3 mH (3 milliHenry) di cui non è indicata la resistenza, e fornisce tutte le specifiche rilevate in questa condizione. Le misure che abbiamo condotto alimentando una sola bobina per volta (con l'altra aperta) hanno fornito i dati riportati in Fig. 2 che sono risultati, come previsto, identici per entrambe le bobine.

I dati non influenzati dalle diverse condizioni di funzionamento, come la massa (M_s), la elasticità delle sospensioni (C_{ms}) ed il fattore di merito meccanico (Q_{ms}) sono risultati estremamente simili ai dati dichiarati, che avrebbero potuto essere utilizzati direttamente per il progetto. In particolare, la stampa di Fig. 3 mostra come il programma Bass 64 (o Bass Spectrum, o Bass Apple di prossima pubblicazione) possa essere utile anche in questi casi. Immettendo i dati dichiarati di diametro equivalente, frequenza di risonanza, resistenza di una bobina mobile, massa dell'e-

DATI ALTOP. : FOCAL 5N 402-DB

RESIST. BOB. MOBILE [OHMS]	RE = 5.7
FREQ. RISON. ALTOP. [HZ]	FS = 50.1
IMPED. ALLA RIS. [OHMS]	ZM = 35
Z(1/2) = 14.12	
FREQUENZA F1 [HZ]	F1 = 30.2
FREQUENZA F2 [HZ]	F2 = 77.6
FATT. DI MERITO MECC. QMS	= 2.62
FATT. DI MERITO ELET. QES	= .51
FATT. DI MERITO TOT. QTS	= .43
MASSA AGGIUNTA [G]	MS = 28
RIS. CON MASSA AGG. [HZ]	FM = 26
CEDEVOLEZZA SOSP. [MM/N]	CMS = .98
MASSA MOBILE [G]	MS = 10.32
FATTORE DI FORZA [WB/M]	BL = 6.03
DIAMETRO EQUIVALENTE [MM]	D = 105
LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL]	= 87.45

Figura 2 - I parametri del woofer Focal rilevati facendo uso del programma Bass 64. Durante la misura la seconda bobina mobile era completamente scollegata.

quipaggio mobile, cedevolezza delle sospensioni, fattore di merito meccanico, e variando il dato di Q_{es} da 0,25 a 0,5 (come da formula pubblicata sul n. 36) per tenere conto di una Re (resistenza bobina mobile) dimezzata nel caso di collegamento in parallelo, si ottiene per il BL un dato di 6,05 [N/A] contro il 6,03 misurato direttamente. Il dato di 10,7 dichiarato dalla Focal appare quindi riferito ad un eventuale uso con le due bobine in serie.

Quanto al tweeter KEF T 33-A deve la scelta a quattro ragioni principali: la risposta estesa senza attenuazioni fino ad oltre i 20 kHz, la efficienza dichiarata di quasi 89 dB/W (vedi Fig. 4), la possibilità di funzionare senza problemi con una frequenza di incrocio adatta all'abbinamento al Focal (3 kHz per una potenza massima dichiarata di 100 watt) e la configurazione a cupola morbida da 1 pollice con flangia piatta, che fa supporre prestazioni musicali di ottimo livello.

Il reflex

La scelta del sistema reflex è stata determinata dalla volontà di ridurre al minimo la escursione del cono del piccolo woofer/midrange senza limitare la estensione della risposta. Mentre infatti in un sistema a sospensione pneumatica la escursione del cono è univocamente determinata dalle sue dimensioni, dalla potenza applicata e dall'andamento della risposta prescelto (vedi AUDIOREVIEW n. 33, p. 59), per il reflex la cosa si fa più articolata. In particolare, alla frequenza di accordo la escursione raggiunge un minimo e si mantiene su valori inferiori a quelli di una cassa chiusa che emettesse lo stesso livello acustico (dotata dello stesso altoparlante) per un ampio tratto (Fig. 5).

Allo scopo di ridurre la velocità dell'aria alle sezioni terminali, per la sezione del condotto abbiamo scelto un andamento esponenziale. La sezione centrale ha una superficie equivalente ad un tubo cilindrico di 51 mm di diametro, mentre quelle terminali equivalgono ad un diametro di 97 mm, pari all'85% di quella del cono dell'altoparlante. La quasi completa eliminazione di ogni fenomeno di turbolenza, anche ad alta potenza, ha ridotto enormemente i rumori in uscita dal condotto, ma per renderli ancora meno udibili abbiamo deciso di praticare la apertura posteriormente al mobile. In conclusione la esistenza del condotto si rivela solo a chi esamina la cassa anche posteriormente. Il quantitativo di assorbente acustico interno è stato determinato sperimentalmente per ottenere un certo incremento del volume equivalente del mobile ed il desiderato smorzamento alla frequenza di accordo (Q₁ = 4). Il quantitativo e la disposizione adottati effettuano anche un ottimo assorbimento delle frequenze medie emesse posteriormente dal woofer, non permettendo la nascita di rimbombi. La parte teorica del progetto del reflex sarà trattata il prossimo mese.

DATI ALTOP. : FOCAL 5N 402-DB

DIAMETRO EQUIV. [MM] D = 105
 FREQ. DI RISONANZA [HZ] FS = 45
 RESIST. BOB. MOB. [OHMS] RE = 6
 MASSA EQUIP. MOBILE [G] MS = 10.8
 MASSA AGGIUNTA [G] MA = 0
 VOLUME EQUIV. [DCMC] VAS = 12.13
 CEDEVOL. SOSP. [MM/N] CMS = 1.16
 FATTORE DI MERITO TOT. QTS = .43
 FATTORE DI MERITO MECC. QMS = 2.92
 FATTORE DI MERITO ELET. QES = .5
 FATTORE DI FORZA [WB/M] BL = 6.05
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 86.65

Figura 3

DATI ALTOP. : KEF T 33-A

DIAMETRO EQUIV. [MM] D = 28.3
 FREQ. DI RISONANZA [HZ] FS = 950
 RESIST. BOB. MOB. [OHMS] RE = 6
 MASSA EQUIP. MOBILE [G] MS = .36
 MASSA AGGIUNTA [G] MA = 0
 VOLUME EQUIV. [DCMC] VAS = 0
 CEDEVOL. SOSP. [MM/N] CMS = .08
 FATTORE DI MERITO TOT. QTS = .84
 FATTORE DI MERITO MECC. QMS = 4.39
 FATTORE DI MERITO ELET. QES = 1.04
 FATTORE DI FORZA [WB/M] BL = 3.52
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 88.71

Figura 4

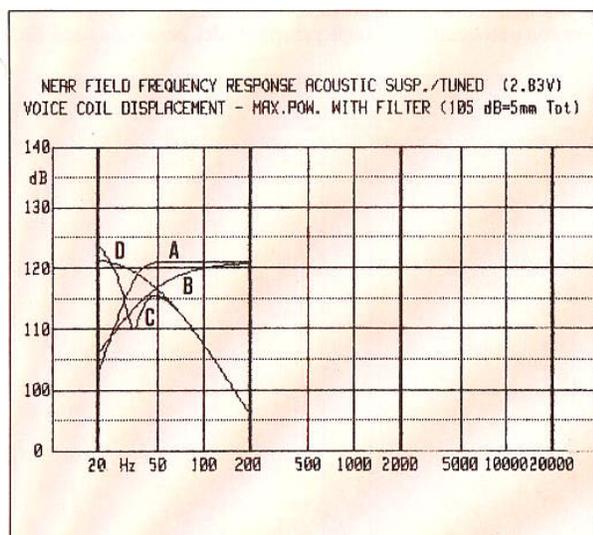
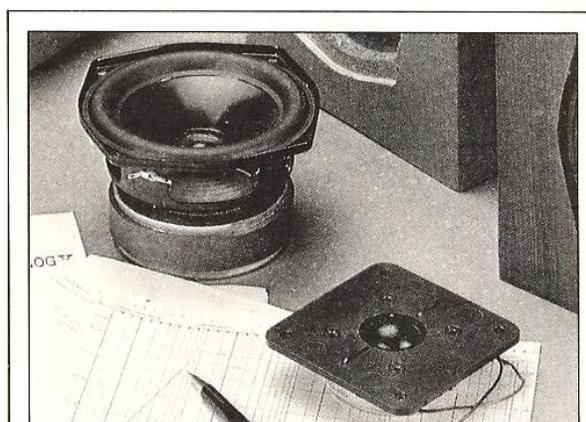


Figura 5

Figura 3 - Parametri del 5N 402-DB ottenuti con il programma Bass 64 a partire dai dati dichiarati, ipotizzando il collegamento di una sola bobina (vedi testo).

Figura 4 - Dati Kef T 33-A ottenuti a partire da valori dichiarati dal costruttore. Per il dato di livello acustico viene supposta una emissione su 2 pigrcco steradianti.

Figura 5 - Curva A: risposta di una cassa bass-reflex. Curva B: risposta della stessa cassa con il condotto di accordo chiuso. Curva C: escursione del cono nella condizione "reflex". Curva D: escursione del cono nella condizione "chiusa".



Il progetto acustico ed elettrico del "the audio sat" prevede l'impiego del woofer FOCAL 5N 402-DB e del tweeter KEF T 33-A.

Il woofer Focal è distribuito dalla BETA HI-FI, via Plinio, 43 - 20142 Milano (tel. 02/ 2045150).

Il tweeter Kef è distribuito dalla AUDIO 4 & C, via Plinio, 22 - 20025 Legnano (MI) (tel. 0331/ 596577). Gli elenchi dei negozi Focal e Kef di tutta Italia verranno pubblicati sul prossimo numero.

Il circuito di crossover dell'audio sat, il cui schema e caratteristiche costruttive verranno pubblicati il prossimo mese, sarà reso disponibile anche in versione assemblata e collaudata.

Prezzo Kef T 33-A: L. 86.000 IVA compresa (la coppia)
 Prezzo Focal 5N 402-DB: 155.000 IVA compresa (la coppia)

I woofer Focal possono anche essere ordinati direttamente ad AUDIOREVIEW al prezzo di L. 160.000 la coppia, comprensive delle spese di imballo e spedizione.

Il pannello frontale

Per garantire un ascolto esente da problemi sia per posizioni non esattamente centrali che a più di un ascoltatore contemporaneamente (ad esempio due) è indispensabile che gli altoparlanti siano allineati verticalmente. Questa disposizione, che negli ultimi anni è stata scelta dalla maggioranza dei progettisti più seri, ha il vantaggio di consentire l'orientamento in fase di progetto dell'asse acustico lungo il quale avviene la corretta somma delle emissioni di woofer e tweeter. All'ascoltatore non resta che installare i satelliti ad una altezza tale da portare i tweeter alla stessa quota delle orecchie ed il risultato è garantito, anche in

stereo e per posizioni un poco fuori asse. Nell'audio sat, come vedremo il prossimo mese, il tweeter è stato arretrato elettricamente per compensare la profondità del cono del woofer ed orientare l'asse di massima emissione, alla frequenza di incrocio, leggermente verso l'alto rispetto alla perpendicolare al pannello frontale. Il montaggio previsto per i due altoparlanti è a filo del pannello. Questa scelta è determinata dal fatto che la discontinuità nell'impedenza di radiazione causata dallo "scalino" fra la flangia e il piano di montaggio provocherebbe evidenti perturbazioni della risposta in frequenza. La posizione disassata è tale da ottimizzare l'as-

sorbimento della emissione posteriore del woofer e contemporaneamente minimizzare gli effetti della diffrazione ai bordi; chi desiderasse ridurla ulteriormente potrà procedere anche ad un arrotondamento degli spigoli del mobile, che può avere (almeno sulla carta) un qualche ulteriore effetto benefico. Per il filtro di crossover è stato riservato uno spazio esterno dietro al mobile. In questo modo qualsiasi ispezione, intervento di assistenza, sostituzione fusibili, modifica o aggiornamento vengono enormemente facilitate. Lo schema e le caratteristiche costruttive del crossover verranno pubblicati anch'essi il prossimo mese. R.G.

IL MOBILE

I materiali

Come materiale di base per la realizzazione del mobile può essere impiegato del semplice legno truciolare o del legno che presenti un'equivalente capacità di smorzamento delle vibrazioni. I pezzi F1 e A0 richiedono, invece, l'uso di materiali diversi. Il primo, che ha la funzione di livellare il gradino in corrispondenza delle flange degli altoparlanti, conviene realizzarlo in compensato da 6 mm. La decisione di montare i trasduttori a filo del pannello discende non tanto da valutazioni di carattere estetico quanto da una precisa necessità funzionale; la risposta del tweeter risulta assai diversa nella condizione con la flangia non incassata.

Il pezzo A0, che serve a dare la sagoma desiderata al condotto di accordo, va rica-

vato da un cartoncino con spessore di 1-1,5 mm, non ruvido ed in grado di flettersi a 90 gradi senza strapparsi.

Per le parti in truciolare sono previsti 2 diversi spessori: 18 mm per i pezzi L, B ed F2 e 10 mm per gli altri.

L'assemblaggio del mobile richiede l'impiego di colla vinilica e di chiodi senza testa lunghi 3-4 cm, a meno di preferire delle spinette di legno o dei listelli longitudinali di innesto per una maggiore stabilità della struttura.

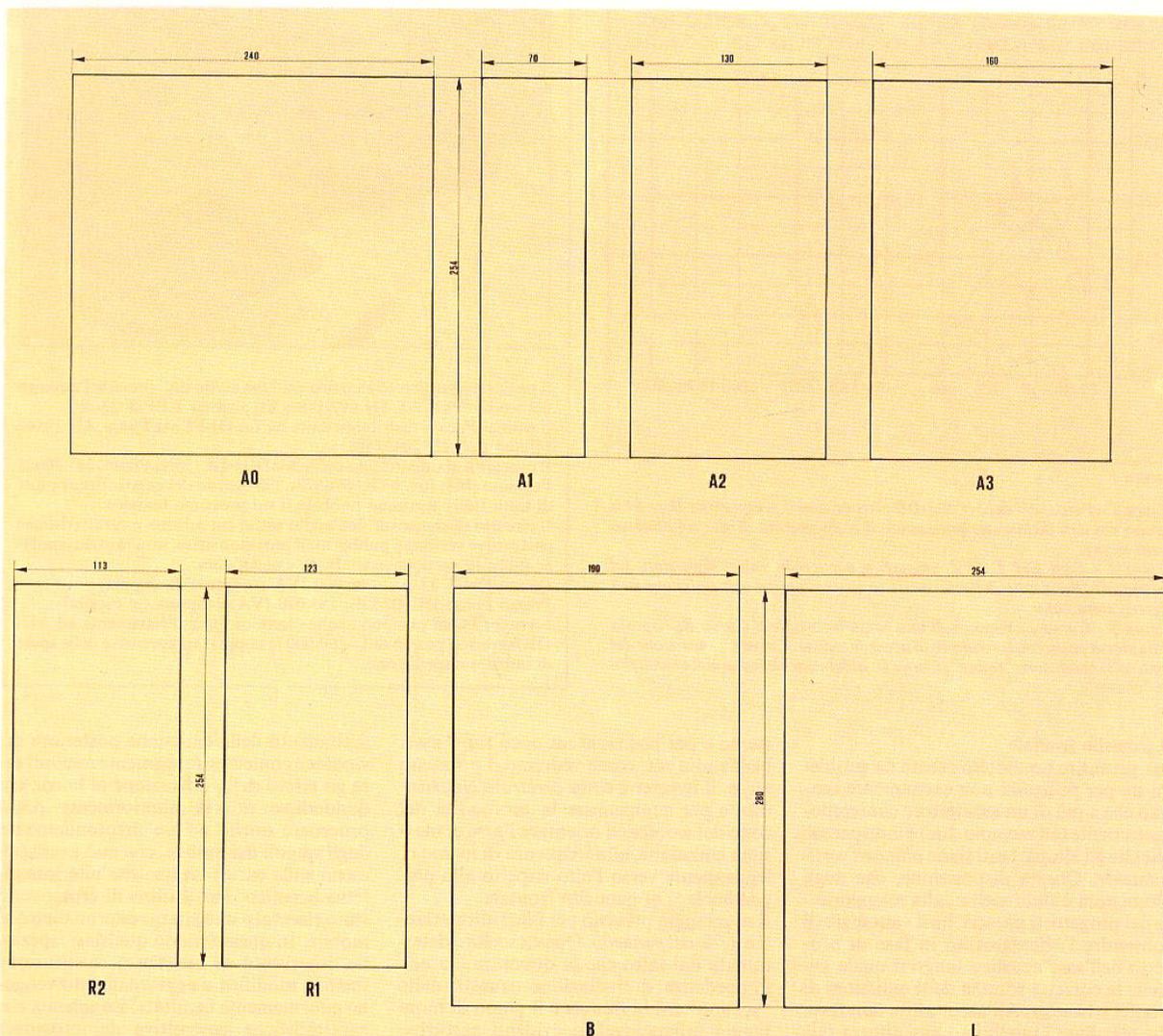
Tutto ciò, con l'aggiunta di qualche chiodo più corto per assemblare alcune parti interne, è quanto basta per la realizzazione delle casse allo stato grezzo.

La finitura del mobile richiede l'impiego di altri materiali, che dipendono, ovviamente, dal risultato che si vuole raggiungere. La soluzione più veloce, ma non tanto, è quella di verniciare la cassa con uno smalto

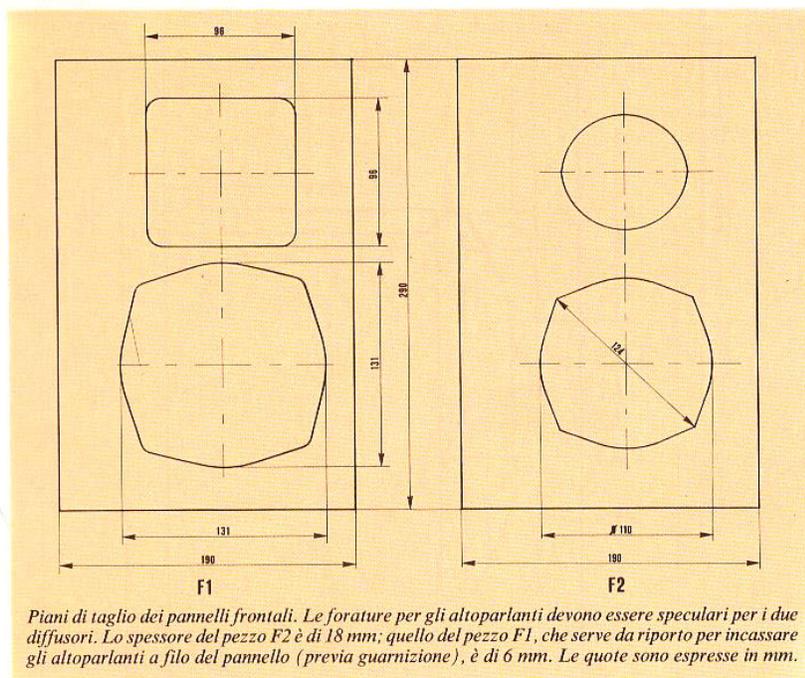
the audio sat
adatto, previa stuccatura e carteggiatura delle superfici esterne, per livellare eventuali irregolarità. Un'altra soluzione di grande efficacia è quella di rivestire la cassa con impiallacciatura in legno naturale. In questo caso occorre, per una coppia di "the audio sat", un foglio di impiallacciatura da circa 30 x 300 cm, ½ kg di adesivo tipo Bostik e della vernice turapori (mezzo litro è più che sufficiente).

Gli attrezzi da lavoro necessari per portare a termine la realizzazione sono tutti di comune impiego. Lo strumento più "sostanzioso" è un seghetto alternativo, che risulta assai comodo per realizzare le forature per gli altoparlanti. Per questo impiego, tuttavia, può essere rimpiazzato da un semplice trapano, con il quale praticare tanti fori affiancati lungo i margini delle parti da asportare.

I tagli principali dei pezzi conviene farli



Piani di taglio dei pannelli. Lo spessore dei legni è di 18 mm per i pezzi L e B (che devono essere 2 per ogni cassa) e di 10 mm per A1, A2, A3, R1 ed R2. Per il cartoncino A0 è stato previsto uno spessore di 1,5 mm, ma si può scendere anche a 1 mm. Tutte le quote sono espresse in mm.



Piani di taglio dei pannelli frontali. Le forature per gli altoparlanti devono essere speculari per i due diffusori. Lo spessore del pezzo F2 è di 18 mm; quello del pezzo F1, che serve da riparto per incassare gli altoparlanti a filo del pannello (previa guarnizione), è di 6 mm. Le quote sono espresse in mm.

eseguire dalla stessa falegnameria che fornisce il legno, poiché è difficile ricavare dei pezzi perfettamente in squadra senza gli adatti macchinari.

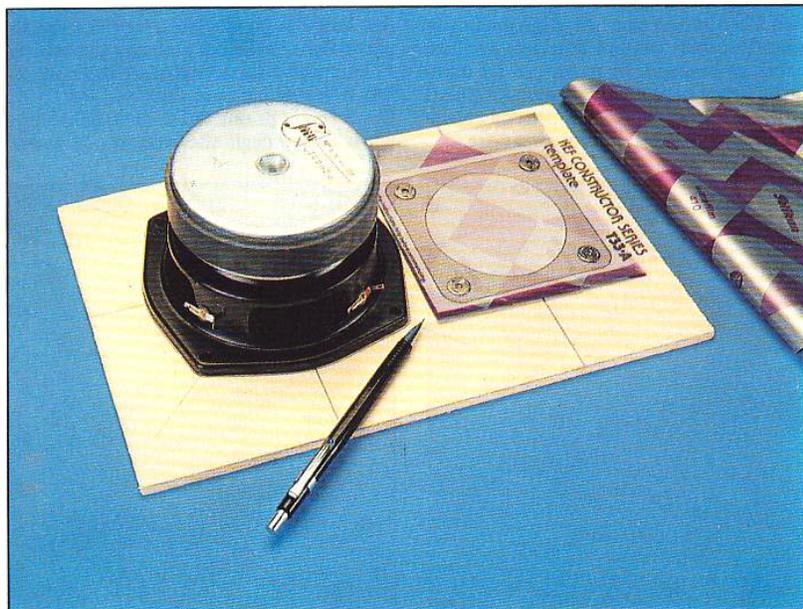
Costruzione

Eseguito il taglio dei legni secondo le quote indicate, si passa alla foratura dei pannelli anteriori. Gli altoparlanti, benché allineati verticalmente, vanno montati con un certo decen-

tramento rispetto al frontale ed in modo speculare per le due casse.

Questa soluzione ha lo scopo di minimizzare l'effetto delle sorgenti di emissione secondarie dovute alla minore impedenza acustica in corrispondenza dei bordi del pannello.

Per praticare i fori è necessario disegnare la loro sagoma sui legni nelle posizioni pre-stabilite. Il cestello del woofer ha una linea piuttosto elaborata ma per tracciarne i



Nella confezione del tweeter c'è anche lo schema dei piani di foratura, da ricalcare sul frontale con carta copiativa. I contorni del woofer Focal possono essere facilmente ripresi e tracciati con una matita.

contorni basta poggiarlo direttamente sul legno (pezzo F1), centrarlo nella corretta posizione e seguirne i margini con una matita. Sul pezzo F2 il foro per il woofer è praticamente costituito da un cerchio da 11 cm di diametro, leggermente allargato lungo le bisettrici dei settori ortogonali per consentire il passaggio dei morsetti d'ingresso.

I piani di foratura per il tweeter sono ancora più facili da tracciare poiché la Kef li fornisce a corredo.

Sul pezzo F1 vanno riportati i contorni della flangia mentre sul pezzo F2 va delineata la sagoma per l'inserimento del magnete e dei conduttori.

Un modo molto pratico per riportare su ambedue i legni i piani forniti dalla Kef è quello di ricalcarne le linee con carta copiativa; in alternativa si può farne la copia fotostatica ed incollarla direttamente sui legni.

Dopo aver predisposto i contorni delle forature, si passa al taglio. Nel caso del pezzo F1 è molto importante evitare sbordature e frastagliature, che a cassa finita risulterebbero visibili.

Per questo conviene predisporre del nastro adesivo trasparente sulle linee di taglio ed intaccarle con un taglierino prima di operare con il seghetto.

Se si prevede di rivestire la cassa con della impiallacciatura, terminata la preparazione dei pezzi F non conviene unirli subito ma solo dopo aver utilizzato il riporto F1 come maschera per ritagliare la sua parte di rivestimento.

I pezzi R1 e R2, invece, possono essere uniti e montati anche prima di eseguire la foratura per i terminali d'ingresso. Quest'ultimi vanno realizzati con bulloni passanti d'ottone come per il "the audio bass"; nel "the audio sat", però, essi hanno anche il compito di sostenere la basetta del filtro crossover, il quale va alloggiato esternamente, nella cavità sul retro della cassa. La posizione dei fori per i bulloni conviene riprenderla direttamente dal circuito stampato del filtro partitore, del quale si tratterà sul prossimo numero della rivista.

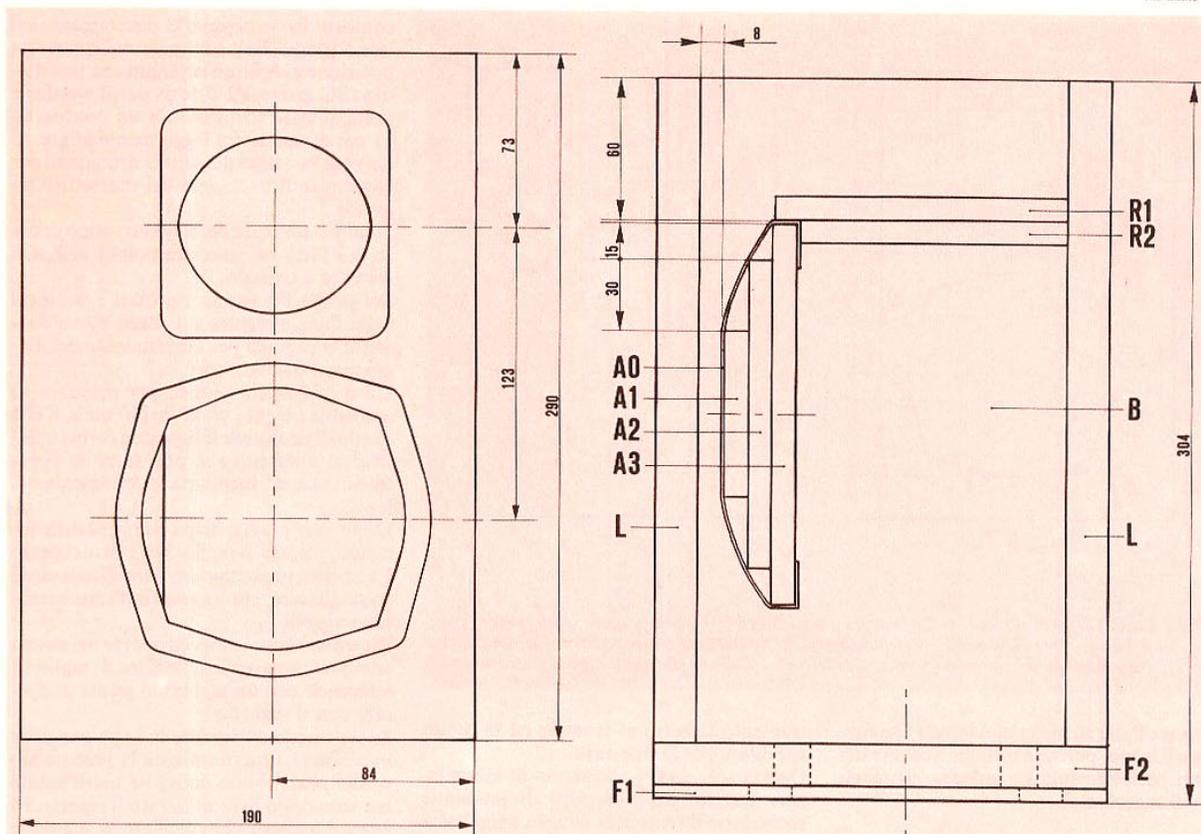
Il condotto di accordo

La realizzazione della parete sagomata del condotto reflex non è problematica. Dapprima vanno uniti i pezzi A1, A2 ed A3, centrandoli in modo da far coincidere i loro assi di mezzeria.

Allo stesso modo va posizionato anche il cartoncino A0, dalla parte del pezzo A1, al quale va incollato.

Quando l'adesivo ha fatto presa, si flettono i lembi del cartone in modo da fasciare l'insieme e portarli a contatto del pezzo A3, dove vanno incollati (per trattenerli in posizione in attesa che la colla aderisca del tutto, si possono mettere delle graffette o delle puntine da disegno).

Il pezzo così ricavato va poi fissato all'interno della cassa nella posizione prevista. Un procedimento abbastanza agevole è quello di unire dapprima la base (uno dei



Vista frontale e vista dall'alto del mobile senza pannello superiore. Le quote sono espresse in mm.

pezzi B) al frontale F ed alla parete laterale L, quella che risulta più distante dalle forature del frontale.

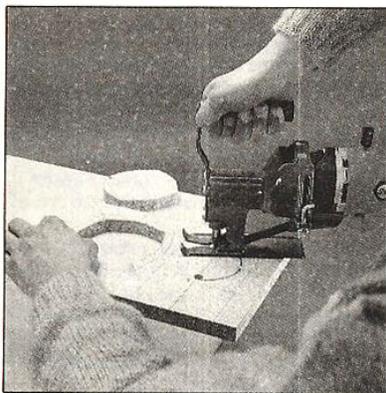
La superficie sagomata va posta parallela al pannello L, 8 mm più all'interno per lasciare lo spazio richiesto dall'apertura dell'accordo reflex.

La giusta larghezza del condotto si ottiene ricorrendo ad un opportuno distanziatore,

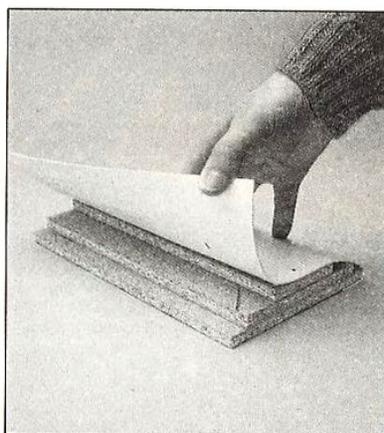
per esempio un pannellino di legno o 2 punte di trapano da 8 mm. La parete sagomata può allora essere facilmente posizionata alla distanza prevista (6 cm dal bordo posteriore della cassa) e fissata con colla e chiodi al pezzo B. Si passa poi ad unire anche l'altra parete L ed i pezzi accoppiati R. Infine si può fissare, sempre con colla e chiodi, anche il pannello B superiore.

Altri particolari costruttivi

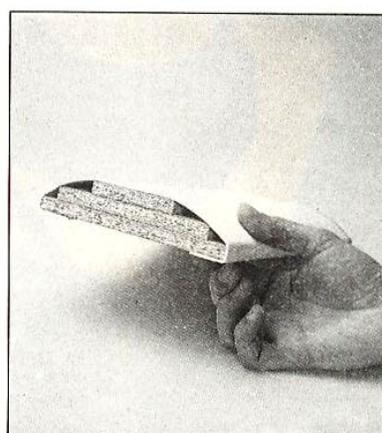
Per evitare possibili sfiati è utile passare della colla vinilica impastata a segatura fine lungo le giunture interne dei legni, in particolare quelle del pannello posteriore. In alternativa si può utilizzare della plastilina o del sigillante ai siliconi. Disponendo di una fresa, l'alloggiamento per le flange degli altoparlanti può essere



Per la foratura del frontale è sufficiente un seghetto alternativo, ma può bastare anche un semplice trapano, eseguendo tanti piccoli fori affiancati lungo i margini delle linee di taglio.



La parete sagomata del condotto di accordo è facile da realizzare, basta rivestire con il cartoncino i legni A1, A2 ed A3 precedentemente sovrapposti ed incollati.



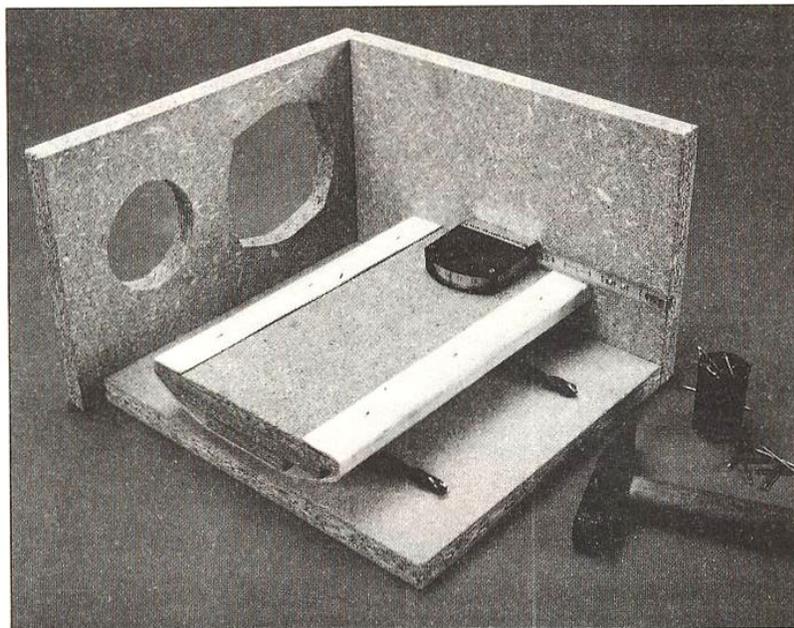
the audio sat

ricavato direttamente sul pannello in truciolare, risparmiando così la realizzazione del riporto in compensato. In questo caso, però, lo spessore del frontale deve essere adeguatamente incrementato altrimenti c'è il rischio che il magnete del woofer arrivi a battere contro la paratia interna del condotto reflex (si consideri che la profondità del woofer è di 75 mm).

La fresa può essere sfruttata anche per estetizzare il mobile, per esempio praticando una sottile fessura (3 mm) lungo la cornice perimetrale della cassa, ad un paio di centimetri dal pannello frontale. La fessura va poi rifinita tinteggiandola di nero o di un colore che offra un adeguato distacco. Lo stesso risultato può essere ottenuto anche senza ricorrere alla fresa, basta utilizzare dei listellini piani di legno massello che, in fase di assemblaggio della cassa, vanno interposti tra il frontale ed i pezzi L e B, in modo da creare una fessura lungo tutta la cornice perimetrale, larga quanto lo spessore dei listelli (2-3 mm) e profonda poco di più.

La finitura

Il rivestimento della cassa può essere eseguito utilizzando della impiallacciatura sottile oppure quella supportata da compensato da 4 mm. Quest'ultimo è più agevole da incollare ma anche più costoso e richiede l'apporto di massello lungo i bordi, che altrimenti rimarrebbero non impiallacciati. Prima di rivestirle, le superfici della cassa vanno spianate con carta abrasiva e stucco da legno (quest'ultimo non va rasato subito poiché asciugando tende a ritirarsi). Il rivestimento, se di tipo sottile, va tagliato con una lama affilata, eventualmente predisponendo del nastro adesivo lungo le linee di taglio, per evitare frastagliature. Le superfici da incollare devono essere spolverate con cura prima di spalmare l'adesivo con una spatola metallica. Le istruzioni prevedono di attendere una ventina di minuti prima di unire le parti, evitando la formazione di bolle d'aria e pressandole con un martello di gomma o un rullo.



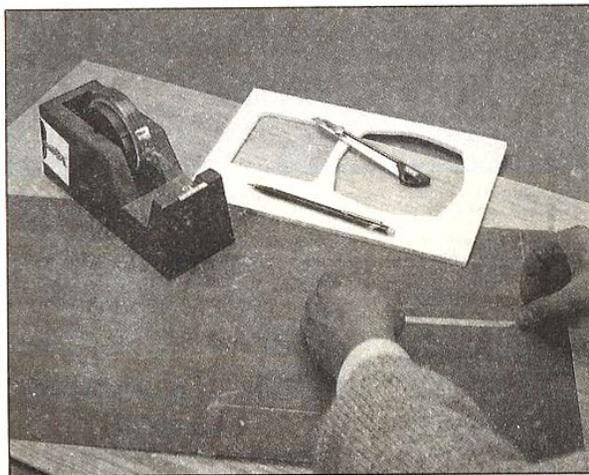
Per posizionare la parete sagomata all'interno del mobile si può ricorrere all'impiego di 2 punte di trapano da 8 mm, che vanno interposte tra essa ed il pannello laterale, per ottenere la giusta larghezza dell'apertura del condotto.

Completato il rivestimento della cassa (il retro si può semplicemente verniciare in nero opaco poiché sarà coperto dal circuito crossover) si asportano le eventuali sbavature di colla con un tamponcino bagnato con solvente, poi si liscia il mobile con carta abrasiva piuttosto fine (120-150), si spolvera con molta cura e si passa una mano di turapori. Quando è asciutto, si carteggia leggermente con carta abrasiva finissima (n. 400 o più) finché la superficie non si presenta liscia come pelle rasata. Si spolvera e si passa una seconda mano di turapori ed altre ancora se necessario, sempre previa levigatura. Volendo ottenere una superficie più brillante si può spalmare della cera per mobili o lucidare con altri "prodotti di bellezza", il risultato è comun-

que di grande soddisfazione e non solo per chi ha già esperienza in questo genere di realizzazioni.

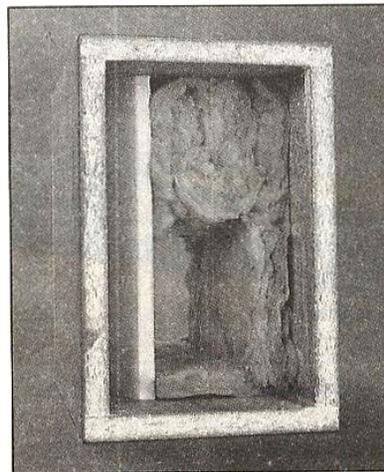
Per completare il diffusore si può realizzare una griglia di copertura. L'esecuzione è molto facile se si ricorre all'impiego di sottili cornici per quadri o di listelli preparati. Ai fini dell'ascolto è opportuno evitare l'uso di listelli molto spessi o di tessuti pesanti e pelosi (uno dei metodi per valutare la trasparenza acustica di un tessuto è quello di piegarlo su 2 o 4 strati ed avvicinarlo ben teso all'orecchio: il suono, per esempio il tintinnio di chiavi, non deve incupirsi). Per installare la griglia si utilizzano gli appositi inserti in plastica facilmente reperibili in commercio.

M.N.



Per tagliare il rivestimento senza frastagliare i margini conviene predisporre del nastro adesivo trasparente lungo le linee di taglio.

Come assorbente acustico va bene un foglio di lana di vetro da 2-3 cm, tagliato e disposto in modo da rivestire le pareti interne (compresa quella di fondo, asportata nella foto, e la superficie A3, non in vista) più un cuscinetto arrotolato dietro il tweeter. Per 2 casse è sufficiente un foglio da 1 metro per 50 cm.



é un
KIT
di AUDIO REVIEW

the audio

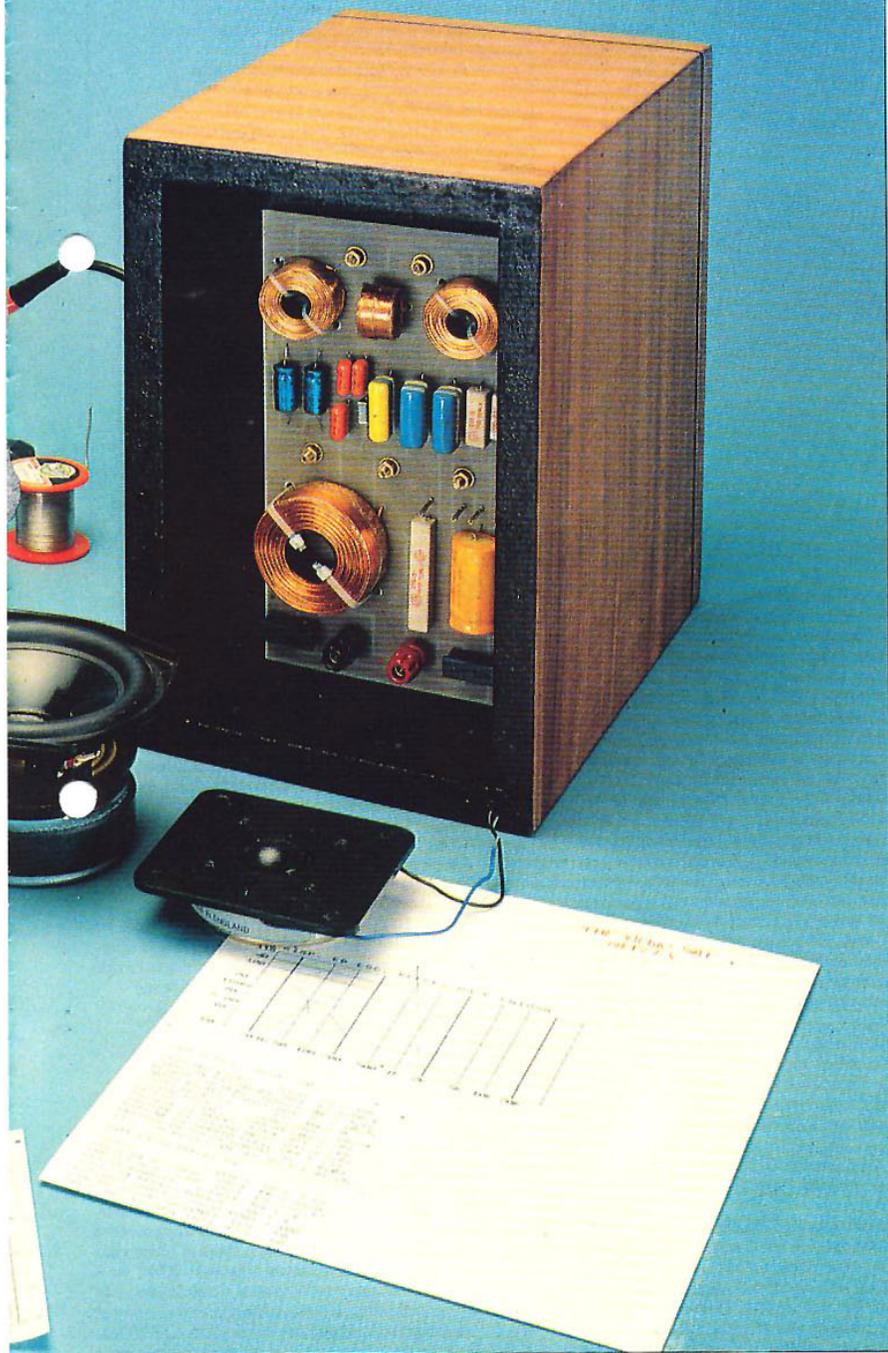
minidiffusore di alte prestazioni

seconda parte

di Renato Giussani e Mauro Neri



sat



Dopo aver esaminato il mese scorso la filosofia di progetto alla quale ci siamo attenuti per la definizione delle caratteristiche generali del *the audio sat*, ora esamineremo la procedura seguita per effettuare il progetto del reflex e forniremo le notizie necessarie alla realizzazione del circuito di crossover.

Il progetto reflex

Il funzionamento di un altoparlante montato in cassa *accordata* è governato da un numero di parametri superiore a quello caratteristico del sistema chiuso. Può essere utile a volte pensare alla cassa reflex come ad una cassa chiusa nella quale sia stato praticato un foro. È intuitivo che, se per definire il funzionamento del sistema chiuso bastavano i due parametri *frequenza di risonanza* e *fattore di merito* del sistema, nel caso del reflex la aggiunta del foro comporterà la necessità di scelta del valore più adatto per almeno un ulteriore parametro.

Mentre nel caso di una cassa chiusa, dato un certo altoparlante, per ottenere una data risposta in frequenza si deve scegliere in modo opportuno il volume del mobile e la quantità di assorbente acustico introdotto, nel caso del reflex si deve aggiungere il valore della frequenza alla quale deve essere *accordato* il sistema. L'accordo voluto viene ottenuto con una opportuna coppia di valori per la sezione e la lunghezza del condotto collegato al foro di accordo.

Il metodo di Small

Dato un certo altoparlante, è possibile definire le caratteristiche del mobile che consentirà di ottenere il voluto andamento della risposta in frequenza.

La figura n. 1 è la carta di allineamento calcolata da R. Small per il valore di smorzamento totale della risonanza del mobile corrispondente ad un $Q_L = Q_B = 5$. Il valore del fattore di merito Q_L così definito dipende dal grado di rigidità del mobile, dalle perdite localizzate nel condotto di accordo (ad es. parziale ostruzione con elementi estranei), dalla presenza o meno di assorbente acustico, dalla presenza di fessure, dalla porosità del cono e della sospensione dello stesso altoparlante, ecc...

I valori più comuni di Q_L sono compresi fra 3 e 7; per ottenere i Q_L più bassi si deve ricorrere normalmente ad un parziale riempimento del mobile con assorbente acustico, mentre per i più alti è necessario adottare particolari accorgimenti per ridurre le perdite al minimo. In presenza di un mobile sufficientemente rigido e privo di trafileggi, e di un altoparlante dal cono ben impermeabile (e quindi non carta porosa non trattata) un $Q_L = 5$ viene di solito conseguito con un riempimento di lana di vetro intorno al 30%, disposta nel volume in modo da non costituire un setto divisorio fra due zone vuote e lasciando completamente libero il volume che collega la faccia posteriore del woofer con l'apertura interna del condotto di accordo. Un parziale riempimento del mobile con lana di vetro, non dimenticando di rivestire con cura tutte le superfici interne con uno strato da circa 2 cm, ottiene anche il vantaggio di minimizzare gli effetti negativi delle riflessioni interne, udibili nelle casse troppo scarsamente coibentate sotto forma di rimbombi e code sonore.

Il programma per il progetto di sistemi reflex che abbiamo implementato su Commodore 64 e che presenteremo quanto prima su AUDIOREVIEW, ipotizza come valore iniziale per Q_L il valore 5, che è abbastanza frequente nei sistemi hi-fi. Tornando alla figura n. 1, osserviamo che in alto a destra vi è scritto $Q_L = 5$. Subito sotto si trova una scala che riporta una gamma di variazioni

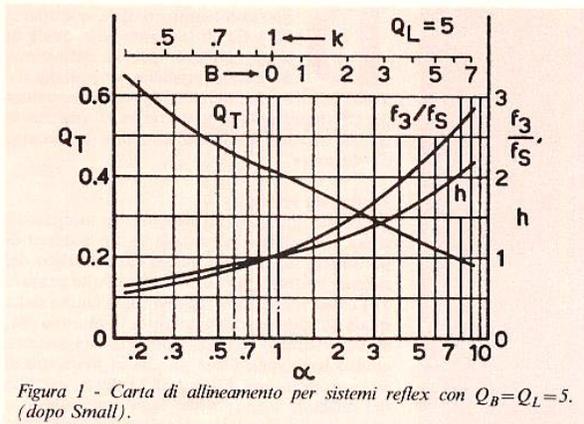


Figura 1 - Carta di allineamento per sistemi reflex con $Q_B = Q_L = 5$. (dopo Small).

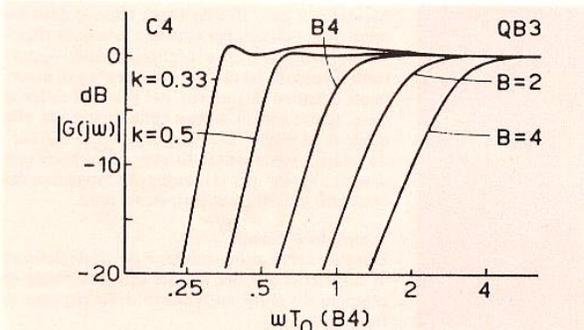


Figura 2 - Curve di risposta normalizzate per allineamenti B4 e QB3 e C4 selezionati, di sistemi acustici reflex. (dopo Small).

LISTA DEI SIMBOLI UTILIZZATI

Q_B	Fattore di merito totale, del mobile ad f_B risultante da tutte le perdite.
Q_L	Fattore di merito del mobile ad f_B risultante da perdite per trafileggi.
α	rapporto di cedevolezza
Q_T	Fattore di merito totale
f_3 [Hz]	Frequenza di metà potenza (-3 dB) dell'altoparlante o del sistema
f_S [Hz]	Frequenza di risonanza dell'altoparlante
h	Rapporto di accordo del sistema = f_B/f_S
V_{AS} [dmc]	Volume di aria equivalente alle sospensioni
V_B [dmc]	Volume interno del mobile
Q_{TS}	Fattore di merito totale dell'altoparlante
C_{MS} [mm/N]	Cedevolezza meccanica delle sospensioni.
S_D [m ²]	Area del pistone piatto equivalente.
f_B [Hz]	Frequenza di risonanza (accordo) del mobile reflex
Q_{ES}	Fattore di merito elettrico dell'altoparlante
Q_{ESA}	Fattore di merito elettrico dell'altoparlante in presenza di R_A
R_A [ohm]	Resistenza elettrica aggiuntiva (serie) esterna
R_E [ohm]	Resistenza elettrica della bobina mobile
Q_{MS}	Fattore di merito meccanico dell'altoparlante
Q_{TSA}	Fattore di merito totale dell'altoparlante in presenza di R_A
dB_{Spl}	Livello di pressione sonora
π	Numero fisso = 3,1415927
R_T [ohm]	Resistenza totale somma di $R_E + R_A$
R_2 [ohm]	Resistenza posta in serie alla R_B bobina mobile
M_S [g]	Massa mobile
B_L [N/A]	Fattore di forza
L_V [mm]	Lunghezza del tubo di accordo
D_T [mm]	Diametro del tubo di accordo
S_C [mm ²]	Area della sezione del tubo di accordo
Q_{TC}	Fattore di merito totale del sistema altop-cassa chiusa

possibile per il valore di due parametri (B e K), che definiscono il tipo di risposta in frequenza che verrà ottenuto con l'allineamento prescelto. Tracciando una linea verticale in corrispondenza dei valori coincidenti di $B = 0$ e $K = 1$, si intersecano le varie curve della carta e l'asse dei valori di α in corrispondenza dei valori necessari per ottenere una curva di tipo B4. Tale curva costituisce il confine fra gli andamenti di tipo QB3 e quelli del tipo C4, ovvero: quasi Butterworth del 3° ordine e Chebyshev del 4° ordine.

Le curve QB3 hanno andamenti e risposta ai transienti simili a quelli delle casse chiuse, mentre i C4 al diminuire della frequenza mostrano ripple (ondulazioni) più o meno pronunciate, per poi cadere rapidamente. La figura n. 2 mostra gli andamenti caratteristici delle curve QB3, B4 e C4 per vari valori di B e K. Torniamo ora alla figura n. 1. Le tre curve riportate sono contrassegnate Q_T , f_3/f_S , h; il valore di Q_T va letto sulla scala a sinistra, mentre quelli di f_3/f_S e di h vanno letti su quella di destra. Sull'asse orizzontale in basso si leggerà il valore di α , che è pari al rapporto fra il V_{AS} del woofer e il V_B del mobile. Procediamo con un esempio: volendo realizzare un diffusore che abbia una risposta di tipo B4, dovremo avere a disposizione un altoparlante dotato di un $Q_T = 0,415$, che è il valore dell'ordinata del punto intersezione della retta verticale passante per il punto $B = 0$ con la curva di Q_T . Questo valore può essere desunto dal grafico solo con una certa approssimazione, tuttavia sufficiente per il progetto. I valori di h e di f_3/f_S vanno letti invece sulla scala verticale di destra e nel caso particolare della curva B4 sono sempre entrambi uguali ad 1. Il valore di α dipende invece dal valore di Q_L scelto all'inizio e

quindi le carte relative a valori di Q_L diversi da 5 forniranno, per lo stesso altoparlante e lo stesso andamento B4, dei valori di α diversi (vedi fig. 3,4). Ma procediamo con ordine. Tornando ancora alla fig. 1, troviamo per α un valore compreso fra 0,9 ed 1; il valore esatto è 0,93. Ammettiamo di disporre di un altoparlante dotato del richiesto valore di $Q_{TS} = 0,415$, di una frequenza di risonanza $f_S = 40$ Hz ed il valore del V_{AS} sia ad esempio 10 dmc. Il V_{AS} , se non dichiarato dal costruttore, può essere ricavato dalle formule 1, 2 e 3 di Fig. 13, in cui D è il diametro equivalente dell'altoparlante e va immesso in mm. C_{MS} è la cedevolezza delle sospensioni in mm/Newton e può essere eventualmente misurata con le procedure e le formule indicate sui numeri 33 e 36 di AUDIOREVIEW negli articoli Bass 64 e Bass Spectrum; S_D è la superficie equivalente nel cono del woofer. Dunque il nostro woofer (quello ipotetico dell'esempio) andrà montato in un volume $V_B = V_{AS} \cdot \alpha = 10 \cdot 0,93 = 10,8$ [dmc]. La frequenza alla quale andrà accordato il sistema reflex sarà pari a $f_B = h \times f_S = 1 \times 40 = 40$ [Hz] ed il sistema ottenuto avrà una frequenza limite inferiore a -3 dB pari a $f_3 = f_3/f_S \times f_S = 1 \times 40 = 40$ [Hz]. L'andamento della curva è necessariamente il previsto B4 (vedi fig. 2).

L'allineamento del the audio sat

Supponiamo che il nostro altoparlante abbia un Q_{TS} diverso da 0,415. La carta di Small relativa al $Q_L = 5$, che abbiamo già utilizzato per l'esempio precedente (fig. 1), ci consentirà lo stesso di conseguire un corretto allineamento reflex, ma non di tipo B4.

Prendiamo ad esempio questa volta i veri dati del woofer del the audio sat relativi al collegamento di una sola bobina mobile, già pubblicati il mese scorso e che riportiamo in Fig. 5. Il valore del Q_{TS} è 0,43. Se supponiamo però di alimentare il woofer tramite una induttanza di filtro la cui resistenza elettrica in continua sia di 0,6 ohm, il nuovo valore di Q_{TS} che andrà utilizzato per il progetto sarà ancora più alto, dato che il Q_{ES} con la resistenza aggiunta R_A assumerà il nuovo valore

$$Q_{ESA} = Q_{ES} \times (R_E + R_A) : R_E \text{ [ohm]}$$

in cui R_E è la resistenza della bobina mobile. Nel nostro caso

$$Q_{ESA} = 0,51 \times (5,7 + 0,6) : 5,7 = 0,56$$

Il Q_{TS} diventerà quindi

$$Q_{TSA} = 1 : ((1 : Q_{MS}) + (1 : Q_{ESA})) = 0,46$$

Dalla figura 1 si evince che con tale valore di Q_T e $Q_L = 5$ si può realizzare un allineamento di tipo C4, per ottenere il quale serve un volume

$$V_B = V_{AS} \cdot \alpha = 10,24 \cdot 0,6 = 17,7 \text{ [dmc]}$$

la frequenza di accordo deve essere

$$f_B = h \times f_S = 0,9 \times 50,1 = 45,09 \text{ [Hz]}$$

e la frequenza a -3 dB verrà ottenuta a

$$f_3 = f_3/f_S \times f_S = 0,8 \times 50,1 = 40,08 \text{ [Hz]}$$

La stampa dei dati di questo allineamento ed il grafico della risposta in frequenza e della escursione del cono ottenuti con la versione Reflex di imminente pubblicazione del programma Bass 64 sono mostrati in Fig. 6.

Fra i dati calcolati si nota che la massima escursione al di sopra dei 50 Hz viene raggiunta a circa 63 Hz con un valore superiore ai 12 mm per una potenza installata di 100 watt RMS su 8 ohm, ovviamente nelle ipotesi e con le semplificazioni di cui si è detto nella presentazione del programma Bass 64 fatta sul n. 33 di AUDIOREVIEW. In ogni caso una escursione eccessiva e per

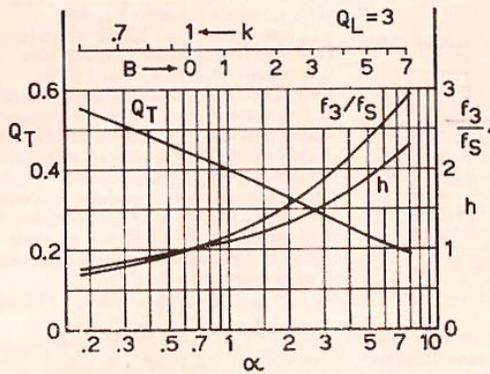


Figura 3 - Carta di allineamento per sistemi reflex con $Q_B = Q_L = 3$. (dopo Small).

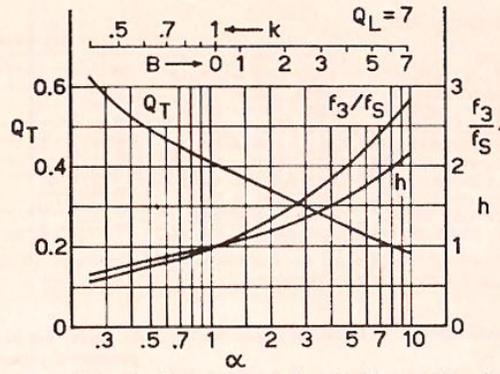


Figura 4 - Carta di allineamento per sistemi reflex con $Q_B = Q_L = 7$. (dopo Small).

DATI ALTOP. : THE AUDIO SAT

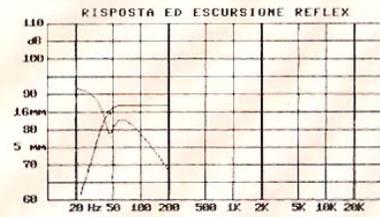
DIAMETRO EQUIV. [MM] D = 105
 FREQ. DI RISONANZA [CHZ] FS = 50.1
 RESIST. BOB. MOB. [OHMS] RE = 5.7
 MASSA EQUIP. MOBILE [G] MS = 10.32
 MASSA AGGIUNTA [G] MA = 0
 VOLUME EQUIV. [CMC] VAS = 10.24
 CEDEVOL. SOSP. [MM/N] CMS = .98
 FATTORE DI MERITO TOT. QTS = .43
 FATTORE DI MERITO MECC. QMS = 2.62
 FATTORE DI MERITO ELET. QES = .51
 FATTORE DI FORZA [WB/M] BL = 6.03
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 87.45

Figura 5 - Dati rilevati sul woofer Focal 5N 402-DB con una sola bobina collegata.

DATI CASSA REFLEX

VOLUME [CMC] VB = 17.7
 FREQ. DI ACCORDO [CHZ] FB = 45.09
 RESIST. AGGIUNT. [OHMS] RA = .6
 FATT. DI MERITO MOBILE QL = 5
 POT. INST. [WATT/B OHMS] PMAX = 100
 LIM. INF. PROG. MUS. [CHZ] FLM = 50
 FREQ. MAX ESCURS. [CHZ] FXM = 62.76
 MAX ESCURSIONE [MM] XMAX = 12.17
 DIAM. TUBO DI ACC. [MM] DT = 38
 LUNG. TUBO DI ACC. [MM] LT = 63
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 86.58

Figura 6 - Dati relativi ad un allineamento C4 del woofer 5N 402 con una sola bobina collegata, realizzato utilizzando la carta di Fig. 1.



di più centrata proprio in una zona di frequenze in cui il segnale musicale presenta spesso un livello ancora ben sostenuto. Fra gli altri dati si nota anche un livello a 2,83 V/1 m, un po' troppo basso per un corretto abbinamento con il Tweeter Kef T 33-A. Per la risposta complessiva del *the audio sat* abbiamo deciso infatti a priori un andamento in campo libero crescente a 2 dB/decade, il che significa un dislivello di 4 dB fra i 200 ed i 20.000 Hz. Dato che per il tweeter avevamo già calcolato dai dati dichiarati il mese scorso un livello di 88.71 dB, si vede che il woofer deve essere in grado di emettere su un angolo solido di 4π (riservandoci un piccolo margine compensabile con una eventuale attenuazione del tweeter) un livello di almeno 84 dB. Il livello riportato nella stampa dati di fig. 6 è relativo ad emissione su 2 pigrice steradiani, ovvero è quello misurabile per montaggio del woofer su un piano infinito. Il livello misurabile in camera anecoica per montaggio in una cassa di piccole dimensioni è di 6,02 dB inferiore $\text{dB}_{\text{SPL}}(4\pi) = 86,58 - 6,02 = 80,56 [\text{dB}_{\text{SPL}}]$. Mancano all'appello 3,44 dB, che possono essere recuperati facendo appello alla seconda bobina mobile di cui il 5N 402-DB è dotato.

In particolare, una delle formule pubblicate a pag. 94 del n. 36 di AUDIOREVIEW ci dice che, a parità di tutti gli altri parametri, un livello "n" dB superiore, potrebbe essere ottenuto diminuendo la resistenza della bobina mobile appunto di "n" dB, ovvero $R_E(\text{nuova}) = R_E(\text{vecchia}) \times 10^{\frac{n}{20}}$ dove il segno \uparrow sta per "elevato a".

Nel nostro caso, essendo in presenza di una resistenza esterna aggiuntiva, questa deve essere tenuta in conto come parte integrante della R_E
 $R_T = R_E + R_A = 5,7 + 0,6 = 6,3 [\text{ohm}]$
 Il fattore di riduzione necessario per aumentare il livello di 3,44 dB vale quindi $10^{\frac{3,44}{20}} = 0,67$ da cui

$R_T(\text{nuova}) = R_T \times 0,67 = 4,24 [\text{ohm}]$
 sottraendo il valore della resistenza aggiuntiva R_A si ottiene il nuovo valore della R_E necessario per aumentare il livello di emissione dei 3,44 dB desiderati

$R_E(\text{nuova}) = R_E(\text{nuova}) - R_A = 4,24 - 0,6 = 3,64 [\text{ohm}]$
 Ipotizzando di collegare le due bobine mobili del woofer Focal in parallelo fra loro, il risultato può essere visto come un unico avvolgimento bifilare con gli estremi dei due fili saldati fra loro a due a due. Rispetto all'uso di una sola bobina ci si trova quindi in presenza di un avvolgimento corrispondente ad una bobina del tutto simile a quella di partenza, ma di sezione doppia, ovvero resistenza metà

$R_E = 5,7 : 2 = 2,85 [\text{ohm}]$
 In corrispondenza alla variazione (dimezzamento) di R_T la sensibilità dell'altoparlante aumenta di 6,02 dB, ma a causa della presenza della resistenza aggiuntiva esterna, introdotta dal filtro, l'aumento reale ottenibile è un po' di meno.
 $\Delta \text{dB} = 20 \times \log(R_T : R_T(\text{nuova}))$
 nel nostro caso
 $\Delta \text{dB} = 20 \times \log(6,3 : 3,45) = 5,23 [\text{dB}]$

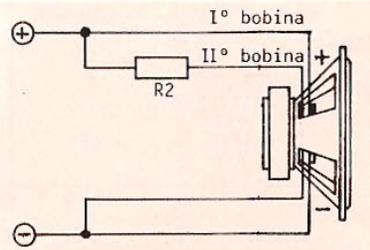


Figura 7 - Collegamento di un woofer a due bobine mobili utilizzabile per realizzare un desiderato valore di R_E .

Il livello ottenuto collegando in parallelo le due bobine mobili è quindi, come prevedibile, superiore a quello desiderato.

Dato però che il parallelo delle due bobine mobili si comporta come una unica bobina di resistenza pari al parallelo delle resistenze delle due bobine di partenza, è possibile ipotizzare per una delle due bobine una resistenza più alta, in modo che in parallelo fornisca il desiderato valore di R_E .

La resistenza di una delle due bobine mobili può essere aumentata semplicemente ponendole il serie una resistenza esterna R_2 , come da schema di fig. 7. Con questo collegamento la resistenza da considerare nei calcoli relativi al livello diventa:

$$R_E(\text{nuova}) = (R_E \uparrow 2 + (R_E \times R_2)) : (2 \times R_E + R_2) [\text{ohm}]$$

da cui la R_2 necessaria per ottenere la $R_E(\text{nuova})$ è

$$R_2 = ((2 \times R_E(\text{nuova}) \times R_E) - R_E \uparrow 2) : (R_E - R_E(\text{nuova})) [\text{ohm}]$$

e nel nostro caso
 $R_2 = (2 \times 3,64 \times 5,7 - 5,7 \uparrow 2) : (5,7 - 3,64) = (41,5 - 32,49) : 2,06 = 4,37 [\text{ohm}]$

DATI ALTOP. : THE AUDIO SAT

DIAMETRO EQUIV. [MM] D = 105
 FREQ. DI RISONANZA [CHZ] FS = 50.1
 RESIST. BOB. MOB. [OHMS] RE = 3.68
 MASSA EQUIP. MOBILE [G] MS = 10.32
 MASSA AGGIUNTA [G] MA = 0
 VOLUME EQUIV. [CMC] VAS = 10.24
 CEDEVOL. SOSP. [MM/N] CMS = .98
 FATTORE DI MERITO TOT. QTS = .29
 FATTORE DI MERITO MECC. QMS = 2.62
 FATTORE DI MERITO ELET. QES = .33
 FATTORE DI FORZA [WB/M] BL = 6.03
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 91.25

Figura 8 - Dati calcolati per il woofer 5N 402 collegato come in Fig. 7 con $R_2 = 4,7 \text{ ohm}$.

DATI CASSA REFLEX

VOLUME [DMC] VB = 5,12
 FREQ. DI ACCORDO [HZ] FB = 60,12
 RESIST. AGGIUNT. [OHMS] RA = .6
 FATT. DI MERITO MOBILE QL = 5
 POT. INST. [WATT/8 OHMS] PMAX = 100
 LIM. INF. PROGR. MUS. [HZ] FLM = 50
 FREQ. MAX ESCURS. [HZ] FXM = 88,56
 MAX ESCURSIONE [MM] XMAX = 6,71
 DIAM. TUBO DI ACC. [MM] DT = 51
 LUNG. TUBO DI ACC. [MM] LT = 289
 LIV. CON 2,03 V/1M [DB SPL] = 89,94

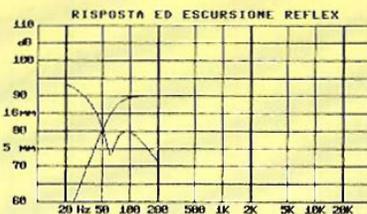


Figura 9 - Dati relativi ad un allineamento QB3 del woofer 5N 402 collegato come in Fig. 8, realizzato utilizzando la carta di Fig. 1.

che è stata subito arrotondata al valore normalizzato 4,7.

Il nostro altoparlante quindi, è rappresentato adesso dai dati di cui alla Fig. 8, ottenuti con il solito Bass 64 (o Bass Spectrum o Bass Apple) immettendo i valori di diametro equivalente (D), frequenza di risonanza (f_s), massa mobile (M_s), fattore di merito meccanico (Q_{MS}) e fattore di forza (B₁) relativi alla misura con una sola bobina collegata (vedi Fig. 5) ed il nuovo valore di R_E, ottenuto ponendo la resistenza R₂ della Fig. 7 uguale a 4,7 ohm, ovvero R_E = 3,68 [ohm].

Ci troviamo ora in presenza di un woofer dal Q_{TS} = 0,29, che la solita aggiunta della R_A del filtro farà aumentare a Q_{TSA} = 0,334.

Ritornando alla carta di Small relativa al Q_L = 5, riportata in Fig. 1, si vede che il valore Q_T = 0,334 corrisponde all'incirca ad un valore di alfa = 2, f₃/f_s = 1,4 e h = 1,2 da cui si ricavano i seguenti parametri di allineamento (di tipo QB3)

$$V_B = 10,24 : 2 = 5,12 \text{ [dmc]}$$

$$f_B = 1,2 \times 50,1 = 60,12 \text{ [Hz]}$$

$$f_3 = 1,4 \times 50,1 = 70,14 \text{ [Hz]}$$

La stampa dei dati e gli andamenti della risposta in frequenza e della escursione di questo allineamento sono riportati in Fig. 9. Il primo dato che possiamo verificare è quello del livello di emissione della cassa, calcolato in 89,94 dB che meno i soliti 6,02 dB fa 83,92 cioè solo 0,08 dB inferiore a quanto deciso.

Gli altri dati che meritano una riflessione sono in sequenza la escursione massima, situata questa volta a circa 89 Hz, ma con un valore ridotto a 8,71 mm ed il volume necessario, contenuto in soli 5,12 litri. Peraltro la frequenza a -3 dB, appena superiore ai 70 Hz, è un po' più alta di quanto desiderabile, mentre la notevole lunghezza del tubo di accordo necessario potrebbe porre qualche problema pratico, specie per la realizzazione del desiderato andamento esponenziale. A questo punto del progetto si potreb-

be proseguire in modo diverso a seconda delle preferenze personali; nel nostro caso abbiamo preferito ipotizzare l'uso di un volume maggiore, che ci avrebbe consentito di conseguire una risposta un poco più estesa e, in unione ad un Q_L più basso, avrebbe richiesto una frequenza di accordo più alta con qualche ulteriore vantaggio in termini di escursione. Il prezzo da pagare è il passaggio ad una risposta di tipo B4, dalla risposta ai transienti un po' meno pronta delle QB3 ed assimilabile a quella di una cassa chiusa con Q_{TC} unitario. Nel caso di un sistema molto compatto, però, questa si dimostra di solito la scelta preferibile. Ma come facciamo, direte voi, a realizzare una curva B4 con un woofer dal Q_T = 0,334 quando abbiamo appena imparato che con un Q_L = 5 è necessario un Q_T = 0,415? Rimanendo per ora al caso di Q_L = 5 per potere usare la solita carta di Small di fig. 1, vediamo come si può aggirare l'ostacolo.

Quando il Q_{TS} è "sbagliato"

Abbiamo visto che per ottenere un andamento B4 avremmo bisogno di un woofer caratterizzato (con l'aggiunta della resistenza del filtro) da un Q_T pari a 0,415. Esaminando le figure n. 10, 11 e 12 si può notare però che i sistemi reflex, mentre sono molto sensibili ad eventuali variazioni di Q_T e di h (h = f₃ / f_s), sono particolarmente insensibili a variazioni del C_{MS} (elasticità delle sospensioni).

Utilizzando alcune delle relazioni pubblicate a pag. 94 del n. 36 di AUDIOREVIEW (riportate in Fig. 13), possiamo immaginare di indurire le sospensioni di quel tanto che basti per fare aumentare la frequenza di risonanza f_s e con essa il Q_T del fattore richiesto, nel nostro caso pari a Q_{TS} (nuovo) = Q_{TS} = 0,415 : 0,334 = 1,24. Dato che, dalla (4) di Fig. 13, la frequenza di risonanza è inversamente proporzionale alla radice quadrata di C_{MS}, quest'ultima dovrà diventare

$$C_{MS} \text{ (nuova)} = C_{MS} : 1,24^2 = 0,63 \text{ [mm/N]}$$

A sua volta il V_{AS} è direttamente proporzionale

al C_{MS}, per cui il nuovo V_{AS} sarà
 V_{AS} (nuovo) = V_{AS} : 1,24² = 6,6 [dmc]

La nuova frequenza di risonanza sarà
 f_s (nuova) = f_s × 1,24 = 62,1 [Hz]

Utilizziamo ora il solito monogramma di Small di Fig. 1 con i nuovi valori dei parametri del woofer calcolati supponendo uno "slittamento di cedevolezza" tale da portare il Q_{TS} al valore richiesto per un allineamento B4.

Ora il nostro woofer va dunque considerato dotato di un Q_T = 0,415 e dalla carta si ricavano per i parametri alfa, f₃/f_s e h gli stessi valori trovati in precedenza durante il primo esempio di allineamento B4, da cui

$$V_B = V_{AS} : \text{alfa} = 6,6 : 0,93 = 7 \text{ [dmc]}$$

- (1) $S_D = \frac{\pi \times \left(\frac{D}{1000}\right)^2}{4}$ [m²]
- (2) $C_{AS} = \frac{C_{MS} \times S_D^2}{1000}$ [m⁵]
- (3) $V_{AS} = 1000 \times 1,18 \times 344^2 \times C_{AS}$ [dm³]
- (4) $f_s = \frac{1000}{2 \times \pi \times \sqrt{M_s \times C_{MS}}}$ [Hz]
- (5) $Q_{ES} = \frac{2 \times \pi \times R_E \times f_s \times M_s}{1000 \times B_1^2}$
- (6) $Q_{MS} = \frac{2 \times \pi \times f_s \times M_s}{1000 \times R_{MS}}$

Figura 13 - Alcune formule utilizzate per gli esempi nel testo. I parametri vanno inseriti con le dimensioni riportate nell'elenco di pag. 76.

f_B = h × f_s = 1 × 62,1 = 62,1 [Hz]
 f₃ = f₃/f_s × f_s = 1 × 62,1 = 62,1 [Hz]

Utilizzando il computer ed il programma Bass 64 versione Reflex otteniamo i dati ed il grafico di risposta riportati in Fig. 14.

B4 con valori di Q_L qualsiasi

Il caso più notevole è quello dei sistemi in cui le perdite del mobile siano ridotte al minimo possibile, riuscendo a raggiungere valori di Q_L dell'ordine delle decine. Ad esempio, nel caso di robusti sistemi per sonorizzazione professionale un Q_L ≥ 20 non è raro. In questo caso si potrà adottare la carta di Small ricavata nell'ipotesi di Q_L = infinito (Fig. 15).

I parametri caratteristici dell'allineamento B4 assumono i valori seguenti
 Q_{TS} = 0,383

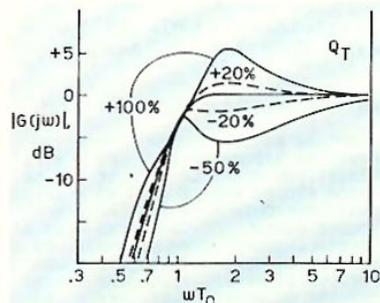


Figura 10 - Variazioni della risposta in frequenza di un sistema B4 senza perdite per disallineamenti del valore di Q_{TS}. (dopo Small).

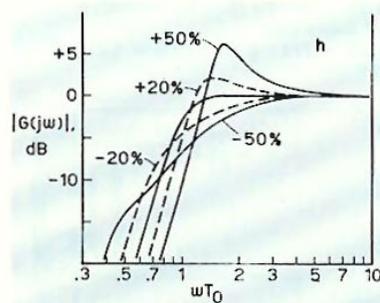


Figura 11 - Variazioni della risposta in frequenza di un sistema B4 senza perdite per disallineamenti del valore di h. (dopo Small).

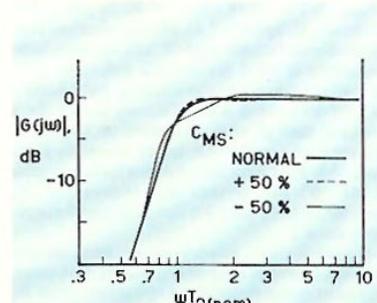
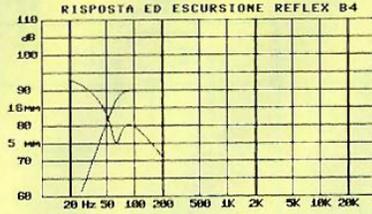


Figura 12 - Variazioni della risposta in frequenza di un sistema B4 per disallineamenti del valore del C_{MS} dell'altoparlante. (dopo Small).

DATI CASSA REFLEX B4

VOLUME [DMC] VB = 6.95
 FREQ. DI ACCORDO [HZ] FB = 62.27
 FREQUENZA A -3 DB [HZ] F3 = 62.27
 RESIST. AGGIUNT. [OHMS] RA = .6
 FATT. DI MERITO MOBILE QL = 5
 POT. INST. [WATT/8 OHMS] PMAX = 100
 LIM. INF. PROG. MUS. [HZ] FLM = 50
 FREQ. MAX ESCURS. [HZ] FXM = 50
 MAX ESCURSIONE [MM] XMAX = 9.79
 DIAM. TUBO DI ACC. [MM] DT = 51
 LUNG. TUBO DI ACC. [MM] LT = 185
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 89.94

Figura 14 - Dati relativi al sistema the audio sat con allineamento B4 e QL=5. Woofer come da Fig. 8.



alfa = 1,414

h = 1

f3/fS = 1

Da cui si può ricavare la seguente relazione approssimata

alfa = 1,414 - 2,3 : QL

che per il caso di QL=3 fornisce il valore

alfa = 1,414 - 2,3 : 3 = 0,65

come richiesto dal nomogramma di allineamento di Small di Fig. 3.

Tale relazione fornisce valori di alfa sufficientemente approssimati anche per valori di QL intermedi fra 3 e infinito, ma non va utilizzata per valori di QL inferiori a 2, peraltro normalmente già sconsigliabili per altri motivi.

Quanto al fattore di merito totale dell'altoparlante QTS la relazione seguente fornisce invece valori esatti per qualunque QL

QTS = 1 : ((1 : 0,383) - (1 : QL))

che nel caso di QL=3 dà

QTS = 1 : ((1 : 0,383) - (1 : 3)) = 0,44

Quanto ad h e f3/fS essi mantengono per il B4 il loro valore unitario.

Vediamo per fare un esempio il caso dell'allineamento del the audio sat con un valore di QL=4.

rilevato su uno dei prototipi durante le misure di verifica.

I vari parametri assumeranno i valori seguenti

QTS = 1 : ((1 : 0,383) - (1 : 4)) = 0,42

DATI CASSA REFLEX B4

VOLUME [DMC] VB = 7.57
 FREQ. DI ACCORDO [HZ] FB = 63.59
 FREQUENZA A -3 DB [HZ] F3 = 63.59
 RESIST. AGGIUNT. [OHMS] RA = .6
 FATT. DI MERITO MOBILE QL = 4
 POT. INST. [WATT/8 OHMS] PMAX = 100
 DIAM. TUBO DI ACC. [MM] DT = 51
 LUNG. TUBO DI ACC. [MM] LT = 158
 LIV. CON 2.83 V/1M [DB SPL] = 89.94

Figura 16 - Dati relativi al sistema the audio sat con allineamento B4 e QL=4. Woofer come da Fig. 8.

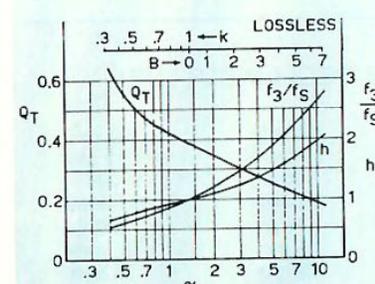
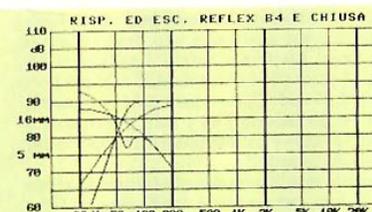


Figura 15 - Carta di allineamento per sistemi reflex con QB=QL=∞. (dopo Small).

alfa = 1,414 - 2,3 : 4 = 0,84

VB = VAS(B4) : alfa = 7,6 [dmc]

La stampa dei dati calcolati dal computer con 9 cifre significative è riportata in Fig. 16 insieme alle curve di risposta in frequenza e di escursione. In questo caso abbiamo richiesto al programma anche il calcolo e la stampa della risposta in frequenza e della escursione che lo stesso altoparlante avrebbe presentato nello stesso volume supposto chiuso e completamente privo di lana di vetro. In Fig. 17 è presentata la curva di risposta misurata su uno dei prototipi del the audio sat pilotato dal circuito di crossover le cui caratteristiche sono pubblicate nelle pagine seguenti. Oltre alla resistenza da 4,7 ohm, in serie alla seconda bobina del woofer è stata posta anche una capacità da 100 µF che ha lo scopo di attenuare progressivamente il livello al diminuire della frequenza operando una sorte di parzial-filtraggio subsonico.

Il condotto di accordo ed il volume reale

La lunghezza del condotto di accordo è stata inizialmente calcolata facendo uso delle relazioni proposte da N. Thiele, per poi essere adattato sperimentalmente durante le misure di verifica. La formula che consente di calcolare la lunghezza di un tubo di accordo disposto in modo convenzionale con una estremità a filo di un pannello del mobile e l'altra libera all'interno del volume è riportata in Fig. 18. Con i valori relativi al the audio sat questa assume il seguente aspetto

LV = (2362 x 51^2) : (7,6 x 63,1^2) - (1,7 x 51 : 2) = 160 [mm]

Da notare che il dato di volume VB va immesso in dmc e quello del diametro del tubo di accordo

$$L_V = (2362 \times D_T^2) : (V_B \times F_B^2) - (1.7 \times D_T : 2) \quad [mm]$$

Figura 18 - Formula per il calcolo del condotto di un sistema reflex. I valori di DT e di VB vanno immessi rispettivamente in mm e dm³.

Figura 17 - Misura di risposta in frequenza fino a 200 Hz del sistema the audio sat collegato tramite il crossover definitivo.

in mm. Se il condotto non è circolare il diametro equivalente può essere ricavato dalla

DT = V SC x 1,27 [mm]

con SC = superficie netta della sezione del condotto (di sezione costante) in mmq.

Mentre l'allargamento delle sezioni terminali richiederebbe una maggiore lunghezza, quando il condotto è affiancato ad una parete si deve considerare un certo effetto di allungamento fittizio.

Nel nostro caso i due effetti si sono compensati richiedendo alla fine una lunghezza di condotto praticamente uguale a quella calcolabile con la formula nel caso di sezione costante e tubo lontano dalla parete.

Quanto al volume geometrico del mobile, si deve considerare che la presenza di assorbente acustico opera una riduzione della velocità di propagazione del suono ed un conseguente aumento fittizio delle dimensioni interne, ovvero del volume.

Abbiamo già visto, negli articoli riguardanti i programmi Bass 64 e Bass Spectrum, come questo aumento di volume possa essere assunto nelle casse chiuse e nel caso di riempimenti completi (anche per cause diverse i cui effetti sono assimilabili) superiore al 50%.

Nei diffusori reflex la presenza di assorbente acustico non è mai rilevante, dato che anche per ottenere un QL=3 è spesso sufficiente un riempimento inferiore al 60%. L'effetto di aumento fittizio di volume causato dalla presenza di assorbente acustico è normalmente compreso fra il 5% ed il 25%; il valore più frequente per casse con QL=5 (riempimenti di lana di vetro intorno al 30%) è intorno al 15%. Nel caso del the audio sat dividendo il dato di volume necessario (calcolato per QL=4) per 1,15 si ottiene

VB = 7,6 : 1,15 = 6,6 dmc

da cui la scelta di adottare per il volume geometrico il valore arrotondato di 6,5 litri, che equivale a presupporre un aumento fittizio di volume del 17%.

R.G.

IL CROSSOVER

I componenti

In un elenco a parte sono indicati tutti i componenti necessari per la realizzazione del filtro crossover.

La maggior parte di essi è di comune impiego e quindi facilmente reperibile.

I condensatori da 1 μF e da 220 nF devono essere di piccole dimensioni, max 20 mm, altrimenti nel montaggio sul circuito stampato si è costretti a disporli verticalmente. Gli elettrolitici dovranno essere preferibilmente di tipo non polarizzato o bipolare.

Ciò può rendere difficoltosa la reperibilità del componente da 100 μF , poco comune nei normali negozi di componentistica elettronica, ma reperibile presso i rivenditori hi-fi che distribuiscono i componenti Visaton per autocostruttori di diffusori acustici.

In alternativa, questo condensatore può essere sostituito da 2 elementi da 47 μF collegati in parallelo e montati con i segni in opposizione qualora fossero polarizzati.

Gli induttori, che normalmente rappresentano l'ostacolo più arduo per gli autocostruttori di casse acustiche, in questo caso non dovrebbero costituire un problema grazie alle indicazioni riassunte nella tabella 1.

La bobina da 1,8 mH in serie al woofer va realizzata con filo di rame smaltato di 1,12 mm (320 grammi), avvolto su un supporto cilindrico da 25 mm di diametro per 25 mm di altezza, per un totale di 265 spire.

L'avvolgimento può essere eseguito anche a mano, utilizzando come supporto un rocchetto per cerotto (confezione da 5 m \times 2,5 cm della Leucoplast).

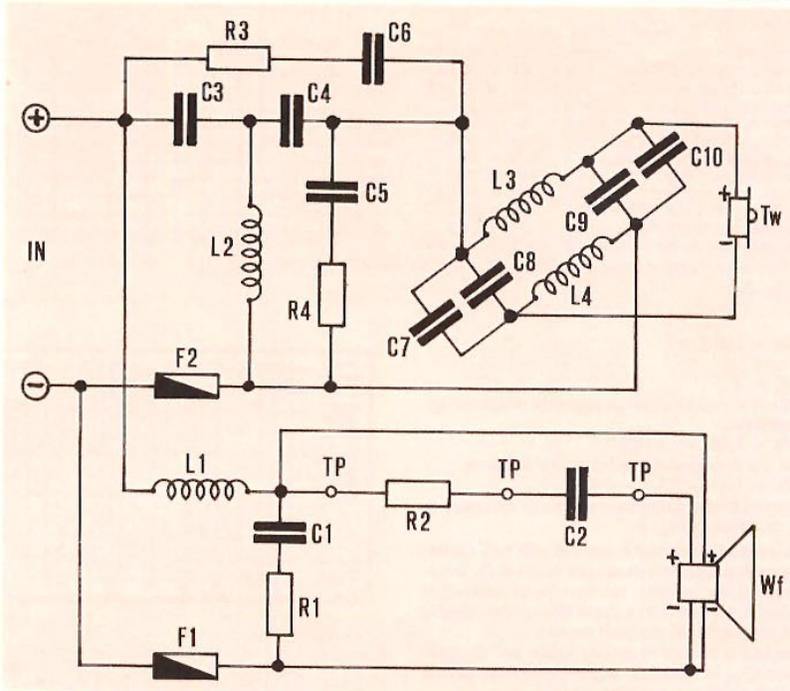
Per iniziare si pratica un foro da 2 mm radialmente al rocchetto, vicino ad una fiancatina, e si infila un capo del conduttore lasciandone sporgere una decina di centimetri.

Il filo va avvolto con cura su 12 strati da 21 spire, ben serrate, più un tredicesimo strato da 13 spire.

Per mantenere in piano i vari strati conviene interporre ogni tanto una spira di nastro adesivo (va benissimo anche il cerotto, che tra l'altro è già della giusta altezza).

Una valida alternativa per la realizzazione di questo induttore è quella di adattare il componente da 1,9 mH fornito dalla Coral Electronic, che è avvolto su nucleo di lamierini. Per portarlo a 1,8 mH basta togliere solo 4 spire.

Nell'eseguire questa operazione, non conviene dissaldare il filo dal terminale di ancoraggio poiché la plastica del suo supporto facilmente fonde; è meglio tagliare il conduttore in prossimità della saldatura mediante un piccolo tron-



chese, dopo di che è facilissimo svolgere le 4 spire di troppo.

Per saldare il conduttore è necessario raschiare lo strato di smalto isolante che lo ricopre. L'induttore così realizzato equivale anche come resistenza DC a quello avvolto in aria, infatti, se da una parte la presenza del nucleo magnetico richiede un minor numero di spire e quindi un conduttore più corto, l'impiego di un filo più sottile compensa la conseguente riduzione di resistenza.

Anche la bobina da 0,18 mH può essere facilmente ricavata adattando uno degli induttori della Coral Electronic; infatti è sufficiente togliere 23 spire alla bobina da 0,25 mH per portarla a 0,18 mH. Comunque anche per questa, come per gli induttori da 1 mH, indichiamo il numero di spire e le dimensioni del supporto per avvolgerla in proprio.

Per queste si utilizzerà del conduttore smaltato da 0,71 mm, per un totale di 180 grammi (30 g per 0,18 mH e 75 g ciascuna per quelle da 1 mH). Il circuito prevede anche la presenza di tre terminali test-point (TP) che consentono di cortocircuitare il resistore R2 o il condensatore C2 o

entrambi ottenendo variazioni dell'ordine del dB in gamma medio-bassa utilizzabili per adattare la timbrica alla particolare installazione (sul prossimo numero saranno pubblicati i relativi grafici).

Realizzazione pratica del crossover

In considerazione del buon numero di componenti presenti nel crossover del "the audio sat", volendo renderne l'esecuzione veramente facile ed immediata abbiamo previsto l'impiego di un circuito stampato.

I componenti vanno saldati su di esso secondo il piano di montaggio riportato alla pagina a fronte, avendo cura di fissare le bobine con delle fascette ben serrate, eventualmente interponendo dei tamponcini di neoprene o di gomma morbida tra le bobine e la vetronite del circuito, per smorzare possibili vibrazioni.

Uno strato dello stesso materiale può essere frapposto anche tra lo stampato e il legno.

Il filtro partitore così realizzato va avvitato sul retro della cassa con dei bulloni passanti, i quali dovranno essere in ottone o in altro materiale buon conduttore (preferibilmente nichelati per

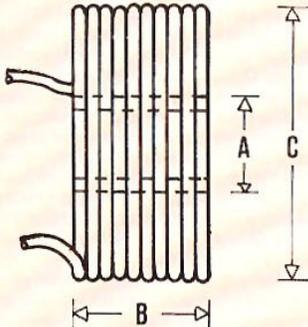


TABELLA 1: CARATTERISTICHE DEGLI INDUTTORI

Induttanza	0,18 mH	1,0 mH	1,8 mH
Dia. filo	0,71 mm	0,71mm	1,12 mm
N. spire	120	250	265
Resistenza DC	0,3 ohm	0,8 ohm	0,6 ohm
Peso	30 g	75 g	320 g
A	14 mm	14 mm	25 mm
B	15 mm	15 mm	25 mm
C	25 mm	36 mm	56 mm

ELENCO DEI COMPONENTI PER UN CROSSOVER

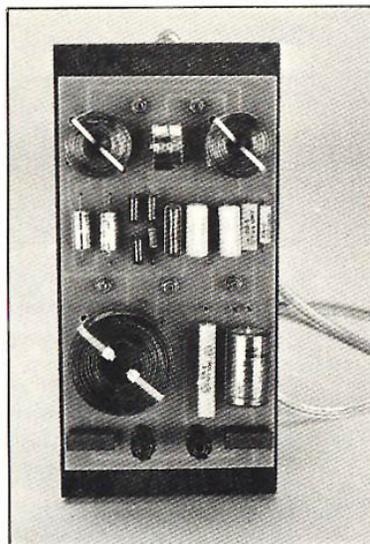
R1 1,0 ohm / 4 W
R2 4,7 ohm / 7 W
R3 220 ohm / 1/4 W
R4 22 ohm / 4 W

C1 6,8 μ F poliestere
C2 100 μ F / 50 VDC NP
C3 4,7 μ F poliestere
C4 6,8 μ F poliestere
C5 1 μ F poliestere
C6 220 nF poliestere
C7 1 μ F poliestere
C8 22 μ F / 50 VDC NP
C9 22 μ F / 50 VDC NP
C10 1 μ F poliestere

L1 1,8 mH / 0,6 ohm
L2 0,18 mH
L3 1,0 mH / 0,8 ohm
L4 1,0 mH / 0,8 ohm

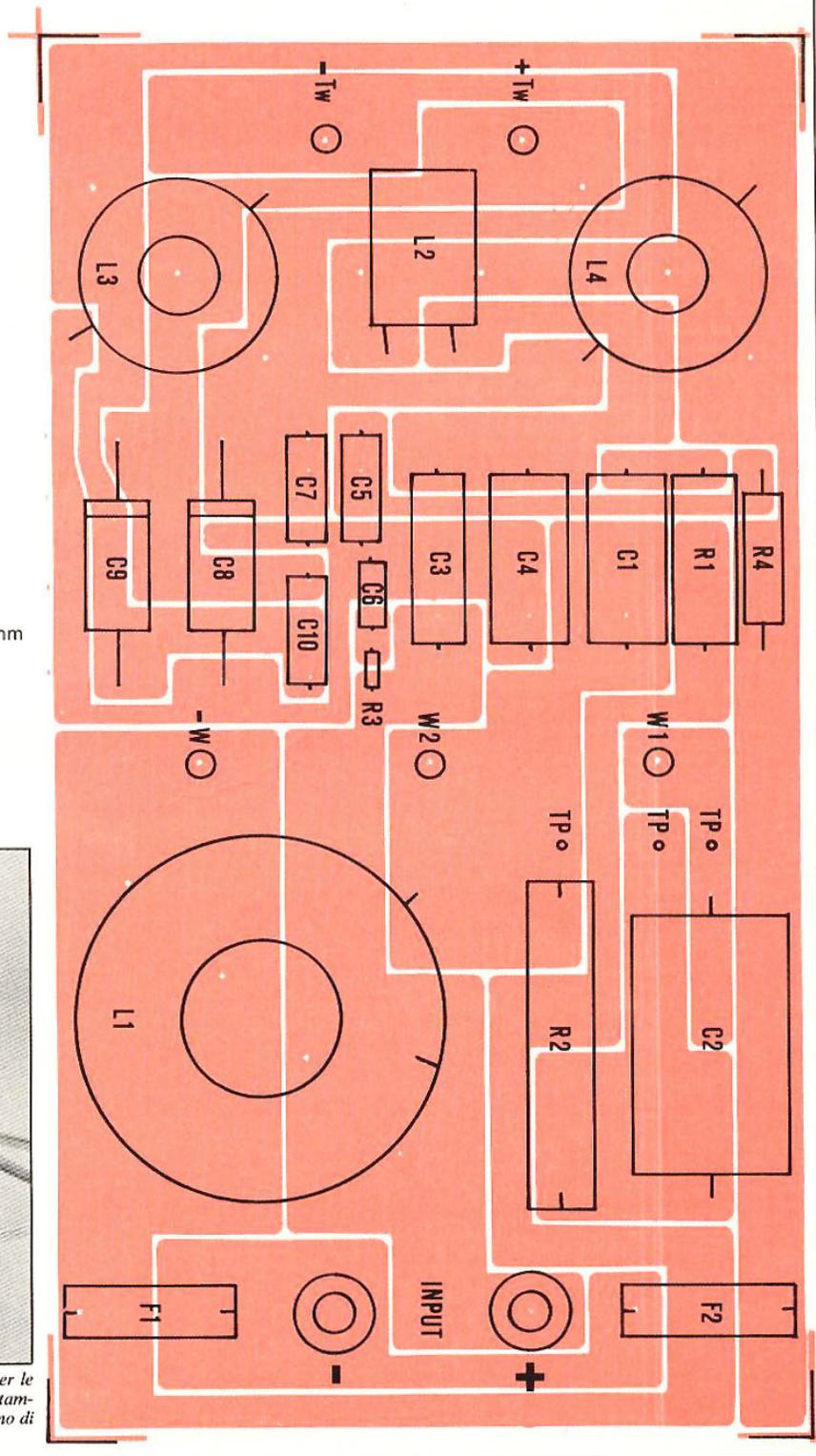
F1 fusibile 2,0 A
F2 fusibile 0,63 A

Boccole banana (1 rossa, 1 nera)
(GBC GD1870-00 e GD1872-00)
2 portafusibili per stampato 5 x 20
5 bulloni ottone dia. 4 mm, h = 40 mm
15 dadi ottone dia. 4 mm
5 capicorda dia. 4 mm
22 rondelle dia. 4 mm
5 rondelle spaccate 4 mm
3 terminali a saldare
2 fascette 14 cm
5 fascette 10 cm
1 circuito stampato TM850502



Gli induttori vanno serrati con fascette, per le quali è prevista un'apposita foratura sullo stampato (i centri dei fori sono indicati nel piano di montaggio).

PIANO DI MONTAGGIO



prevenire l'ossidazione), infatti il loro compito non è solo di sostenere la bassetta del crossover, ma anche di collegarlo ai cavi interni che portano il segnale agli altoparlanti.

Se la cassa non è ancora assemblata conviene forare il pannello posteriore, costituito dai pezzi R1 ed R2 dei piani di costruzione del mobile, prima di montarlo; la foratura può comunque essere eseguita senza difficoltà a cassa già montata, essendo lo spazio disponibile abbastanza ampio per operare con un trapano.

Il diametro dei fori sarà uguale o leggermente inferiore a quello dei bulloni, che si prevede di 4 mm. Questi vanno infilati dalla parte interna della cassa, interponendo i capicorda dei cavi ed una rondella; poi vanno serrati dal lato esterno con rondella, dado e controdado, anch'essi conduttori.

Per garantire un'adeguata area di contatto tra i bulloni e le piste di rame corrispondenti e per consentire un buon serraggio dello stampato senza rovinarlo è opportuno interporre delle rondelle d'ottone, facendo attenzione che non siano tanto ampie o così decentrate da arrivare a contatto con le piste adiacenti.

I morsetti d'ingresso vanno montati direttamente sul circuito stampato e saranno preferibilmente del tipo da serrare a mano, con foro d'invito per i capicorda e boccola per bananine. La parte dei morsetti che sporge sul lato rame



the audio sat

I terminali negativi del woofer a doppia bobina possono essere collegati direttamente tra loro, in modo da utilizzare un solo cavo per ambedue. Per i conduttori interni una sezione di 2 mmq è senz'altro sufficiente.

RIVENDITORI FOCAL

Piemonte
PINTO - Corso Principe Eugenio, 15bis - Torino
AUDIOPHILE - Via Montevecchio, 19 - Torino

Veneto
AREL - Via Badia, 106 - Camisano (VI)

Emilia Romagna
TOMMESANI - Via Battistelli, 6/C - Bologna

Sardegna
GASPERINI - Via Rosello, 19 - Sassari

Sicilia
WATSON HI-FI - V.le di Villa Heloise, 17-19 - Palermo



RIVENDITORI KEF

VALLE D'AOSTA - PIEMONTE
ELETRONICA ORLA - Via Santa Giulia 12/A - TORINO
ELLI PINTO SAS - C.so Principe Eugenio 15 bis

TORINO
CORDOPATRI FRANCESCO - Via Marconi 52
CHIUSA PESIO (CN)
AUDIO FIDELITY SNC - Corso V. Marini 44 - AL
GALLAZZO MADDALENA - Via Prestinari 72

VERCELLI
LOMBARDIA
SPINELLI ROBERTO - V.le Zara, 114 - MILANO
FRANCHI VITTORIO - Via Marconi 24 - MILANO
ELETRONIC DI NEBEL - Via V. Emanuele 65
VIMERCATE (MI)
HI FI PALOMBI - V.le Marche 41 - COLOGNO (MI)
HI FI STUDIO SNC - Via Suardi 11/C - BERGAMO
STEREO CLUB DI PALETTI - Via Chiusure 60/C
BRESCIA
BAZZONI GIAMPIERO - Via V. Emanuela 106 - COMO
STEREOMANIA - Piazza Manzoni 18 - OGGIONO (CO)
DE MARZI - Via Cadorna 34 - SONDRIO
BERNASCONI M. - Via A. Saffi 88 - VARESE
CASA MUSICALE SNC - Via Accademica 5 - MANTOVA
BEROM SNC - Piazza Municipio 29 - PAVIA

TRENTINO ALTO ADIGE
STEREOLAND - Via Druso 27 - BOLZANO
DOMOLUX - Via Manzi 9 - TRENTO

VENETO
MAKS - Via C. Battisti 34 - CORTINA D'AMPEZZO (BL)
GANZ SANTINA DE ZORZI - Vicolo Grotta 1
AGORDO (BL)
CENTRO RADIO TV FONTI SRL - Corso Milano 80/82
PADOVA
RODELLA VINICIO HI FI - Via Roma 99 - NOVENTA
PADOVANA (PD)
SAB DI BRAVI - Via D. Placentino 7 - PADOVA
STEREO CLUB DI GOLA - P.ta della Torre 9 - TREVISO
ALTA FEDELTA' - Viale Frassinetti 34 - ODERZO (TV)
AUDIO CLUB DI TERRAMOZZI - Galleria Cattalo
VERONA
BENALI DELIA - Via Col. Fincato 172 - VERONA
FERRARIN LINO - Via di Massari 10 - LEGNAGO (VR)
CASA DELLA RADIO - Via Cairoli, 10 - VERONA
AUDIO VIDEO CLUB SAS - Via Santa Caterina 94
VICENZA
AUDIO CENTRE DI ZANINI G. - Via Cà Balbi 309
VICENZA
HI FI STUDIO DI ZEN - P.za Amerigo da Schio 18 - SCHIO (VI)
CAPUTO RUGGERO - San Marco 5193 - VENEZIA
HI FI GALERIE SNC - Via Cà Savorgnan 7/7A - MESTRE (VE)
ATEC SNC - Via Roma 62/A - NOVENTA DI PIAVE (VE)

FRIULI VENEZIA GIULIA
RADIO REVEITI - Via Rossetti, 80/1/A - TRIESTE
AUDIOMATRIX SAS - Via Marconi 24 - TRIESTE
KERSEVANI GIUSEPPE - Corso Italia 90 - GORIZIA
BRUNO DA PIVE & C. SAS - Via Colombera 17
PORCIA (PN)
TOMASINI SERGIO - Via dei Torriani 11 - UDINE



LIGURIA
AUDITORIUM SNC - Galleria Mazzini 46R - GENOVA
CAVALLO SAURO - Via Monfalcone 41 - LA SPEZIA

EMILIA ROMAGNA
GRANDI MARCHE SAS - Via Emilia 161 - IMOLA (BO)
VACCARI IBEL - Via Matteotti 44 - CREVALCORE (BO)
BOTTEGA ELETTRONICA DI TOMMESANI A.
Via Battistelli 6/C - BOLOGNA

AUDITORIUM 2 - Via Voltapaletto 24 - FERRARA
L.P.E. DI PANDOLFINI - Via Gramsci 18
GAMBETTOLA (FO)
STEREOPLAY SNC - Via Nonantola 351 - MODENA
ELLI MAFFEZZONI G.SNC - Via Cabassi 36 - CARPI
C.A.V.E.A. SNC - Borgo S. Chiara - PARMA
MR. FACCIONI - Via Morigi 2 - PIACENZA
CENTRO ALTA FEDELTA' SNC - Via Bassano del Grappa
20 - RAVENNA
ISI CENTER DI MONTANARI - Via Emilia S. Pietro 10
REGGIO EMILIA
FREE SHOP - Via Consolare - DOGANA REPUBBLICA
S. MARINO

TOSCANA
DOLFI DINO - Via Faenza 40/R - FIRENZE
BEFANI MARCELLO TV HI FI - Via Madonna Queere
14/R - FIRENZE
F.LLI COSCI SPA - Via Roma 26 int. - PRATO (FI)
SIENI GIANCARLO - Via Garibaldi 8 - PONTASSIEVE
ELETTRONICA DI BASSI E AMELI SDF - Via L. da Vinci
30 - BORGO S. LORENZO (FI)
LUCI BAMBAGIOTTI - Via Giotto 109 - AREZZO
FEWAL DI FELICE W. - Via dei Mille 55 - GROSSETO
HI FI DISCOUNT - Viale della Stazione 36/A - MASSA
MANCIOPI ARGANGELO - Via Crispi 55/57 - PISA
RABATTI SRL - Viale A. de Gasperi 32
CASTELFRANCO DI SOPRA (AR)
SEVERINI SERGIO - Via F. Petrarca 3
CITTA' DI CASTELLO (PG)
BONFANTI ITALO - Via Montalbano 283
CANTAGRILLO (PT)
RADIOELECTRA DI BIANCHI - Via Marconi 108/F
POGGIBONSI (SI)
BIANCHI HI FI - Via V. Emanuele 46 - SIENA

UMBRIA
STEREO CENTER TRAUZZOLA - Via R. d'Andreotto
67/69 - PERUGIA
PILERI LISTANTI MALVISIA - Via E. Chiesa 2
TERNI
SOMI - Via Duomo 8 - ORVIETO (TR)

MOLISE
HI FI CENTER DI CAPPELLA G. - Corso Umberto 103 -
TERMOLI (CB)

ABRUZZI
COCOCETTA ERNESTO SNC - Via Sollustio 89/91
L'AQUILA
TUODORO DINO - Via C. Piana 64 - PESCARA
HI FI 2000 DI A. MICOZZI - Via N. degli Arcioni 2
TERAMO
HI FI DI PRINZIO - V.le Abruzzo, 15 - CHIETI SCALO

MARCHE
PELLEGRINI SPA - S.S. Adriatica 184
MARZOCCA DI SENIGALLIA (AN)
BERDINI E DOMINZIOLI - Via Cincinelli 16 - MC
OMEGA F.LLI SIMONCELLI SNC - Viale Trento 172
PESARO

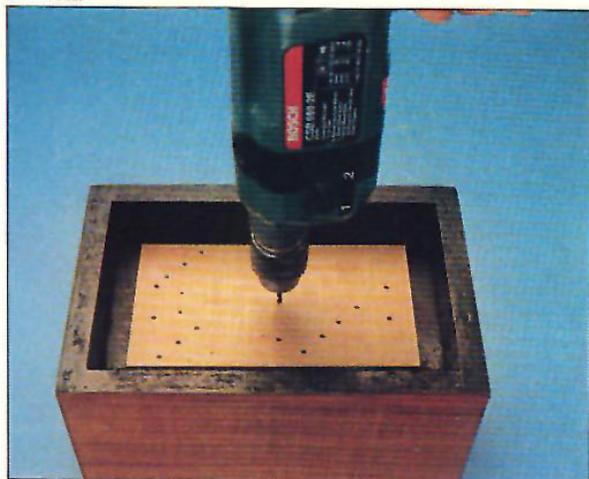
LAZIO
FILC RADIO - P.zza Dante, 4 - ROMA
ELETRONICA CONSORTI SRL - Via delle Milizie 144
ROMA
MIRO ELETTROACUSTICA SRL - Via Castellidardo 41
D/E - ROMA
CENTRO AUDIO HI FI SDF - Via Sferracavallo 5/A
SORA

CAMPANIA
ELETTROTECNICA MERIDIONALE SNC - Via dei Mil-
le 67 - NAPOLI
STEREO SOUND - Via Alfa Romeo 113
POMIGLIANO D'ARCO (NA)

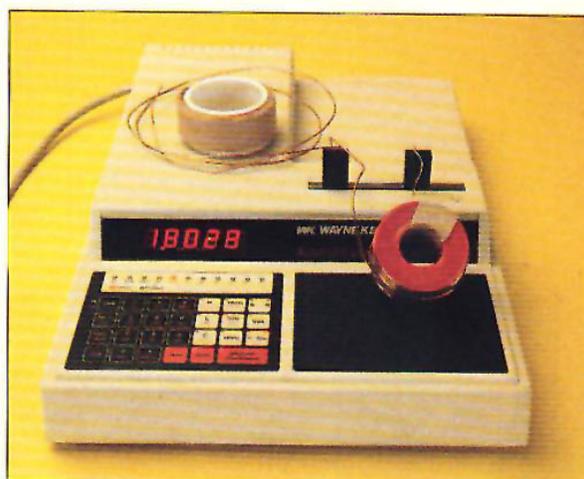
PUGLIA - BASILICATA
SILVESTRO ANNICHIARICO - Via Pontina 22 BR
BISCEGLIA DONATO - Via la Piscopia 26
S. MARCO LAMIS (FG)
MUSIKANOVA SRL - Via Archimede 7 - SAN SEVERO
AUDIO HI FI - Corso Umberto 66 - ALTAMURA (BA)
BIX HI FI - Via Tenente Fiorino 47 - MOLFETTA (BA)
DISCORAMA SRL - Corso Cavour 99 - BARI
DIAPASON DI PALMIERI - Via Sforza 4/A - MONOPOLI
HI FI CLUB - Corso V. Emanuele 135 - BARI

CALABRIA
AUDIO FIDELITY SHOP - Via Francesco Spasari
CATANZARO
TELECOLOR SDF - Viale Affaccio 79 - VIBO VALENTIA
(CZ)
AUDIO FIDELITY CENTER SRL - Via D. Tripepi 4/C
REGGIO CALABRIA

SICILIA
HYPER FI SRL - Via Sampolo 310 - PALERMO
BRUSCA ANTONINO - Via Roma 447 - PALERMO
CASA MIA DI SCIACCA - Corso Italia 162 - CATANIA
MUSIC'S PARADISE DI CONTI - Viale S. Martino 264
MESSINA
FOTO SOUND DI MARTELLO S. - Via Medaglie d'Oro 39
MODICA (RG)
SARDEGNA
CASA DEL DISCO DI PUXEDDU - Via Roma 51
CAGLIARI



Per praticare i fori per i bulloni di sostegno e di collegamento del filtro partitore conviene utilizzare il circuito stampato come dima, appoggiandolo, ben centrato, sul retro della cassa.



Le bobine si possono anche avvolgere a mano, ottenendo valori di induttanza assai precisi. Come supporto per la bobina da 1,8 mH (la più difficile da realizzare) va benissimo un rocchetto per cerotto.

del circuito stampato e che dovesse eventualmente sovrastare la distanza tra il circuito ed il pannello può essere affondata nel legno, previa opportuna preforatura, ed ivi incastrata o, se necessario, fissata con un adesivo a due componenti (resina epossidica). In alternativa, per un montaggio veramente "ad hoc", si può inserire una vite amagnetica tra i morsetti d'ingresso e la bobina del woofer, preforando lo stampato al centro della pista "+input".

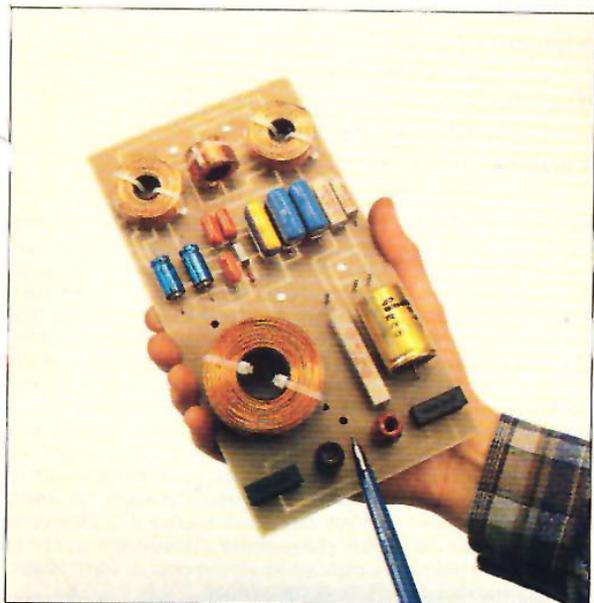
Tutto è possibile

Se non si intende affrontare la spesa (ed i tempi di attesa) per il circuito stampato è comunque possibile eseguire il montaggio per punti, fissando i componenti direttamente su un supporto di

masonite o di compensato, oppure si può utilizzare una scheda di vetronite preforata. L'alloggiamento previsto sul retro del mobile è abbastanza ampio da consentire in ogni caso di operare con comodità. Per essere certi di ottenere una realizzazione funzionale basta attenersi ad alcune regole fondamentali, come quella di disporre gli induttori ben distanziati e possibilmente su piani tra loro perpendicolari, per minimizzare gli effetti della mutua induttanza. È importante anche evitare l'impiego di viti o staffe di ferro in prossimità delle bobine, per le quali agirebbero come nuclei ferromagnetici, alterandone il valore e l'intervento. Per il fissaggio dei componenti, un metodo dei più agevoli e che trova larga diffusione anche a livello industriale

è quello di utilizzare della colla termofusibile, la quale si applica facilmente, fa subito presa e consente anche rapidi interventi futuri (basta scaldarla con la punta di un saldatore per scollare i singoli componenti). Questo tipo di adesivo necessita, però, di un apposito dispensatore, una specie di saldatore che si carica con candelette termofusibili. I più predisposti all'arte di arrangiarsi non avranno difficoltà a fondere alcune di queste candelette in un pentolino in disuso. Ciascun componente va poi intinto nella colla fusa e portato immediatamente nel punto di fissaggio; ben presto la termofusibile solidifica ed il componente si salda alla base (attenzione, la colla calda non solo può ustionare, ma per staccarla strappa con sé la pelle!).

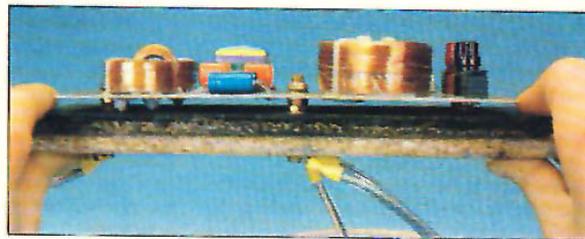
M.N.



Al centro tra i morsetti d'ingresso e la bobina del woofer è previsto un foro per una vite di fissaggio del crossover. Le bobine sono relativamente ben distanziate, per contenere fenomeni di mutua induzione, inoltre, per ulteriore precauzione, quella da 0,18 mH è posta perpendicolarmente rispetto alle altre.



Gli induttori da 0,18 e da 1,8 mH possono essere ricavati togliendo alcune spire alle bobine commerciali da 0,25 e da 1,9 mH della Coral Electronic (Strada Rivalta, 73 - Orbassano - TO).



I bulloni passanti sono connessi, sul lato interno della cassa, ai 5 cavi che portano il segnale agli altoparlanti: 2 per il tweeter e 3 per il woofer, i cui negativi possono essere uniti.

www.renatogiussani.it