

## AUTOCOSTRUZIONE

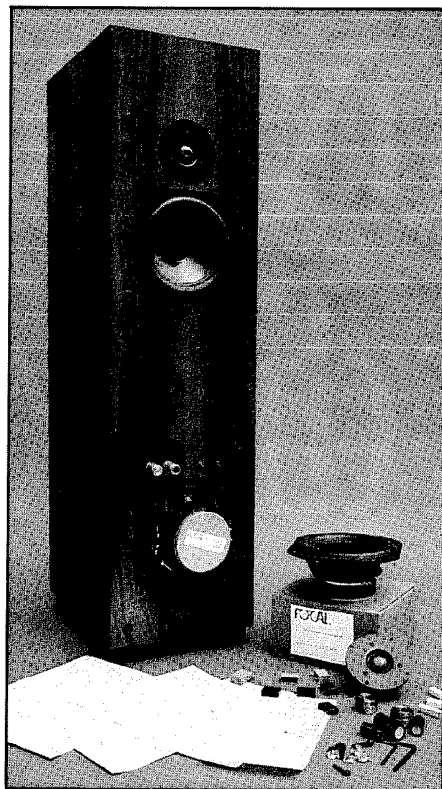
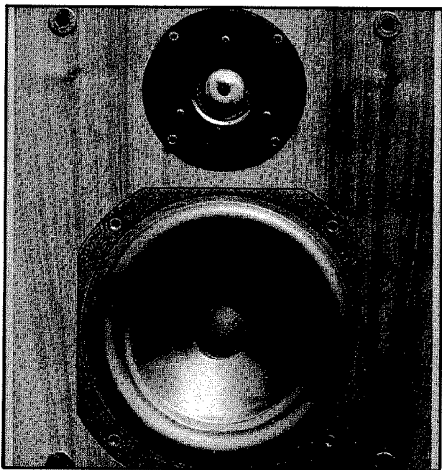
## UN DIFFUSORE DIVERSO

## La filosofia

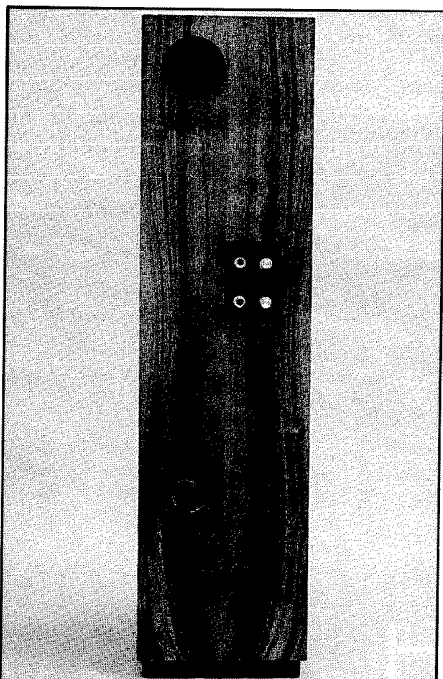
L'obiettivo di questo progetto consiste nel realizzare un diffusore acustico di caratteristiche avanzate che possa essere costruito facilmente, si inserisca senza traumi in un ambiente domestico e soddisfi le aspettative dell'audiofilo più esigente pur mantenendo un favorevole rapporto qualità/prezzo. Tra le infinite possibilità, ci si è orientati verso un modello da pavimento sviluppato prevalentemente in altezza e profondità così da poter disporre di un considerevole volume pur occupando al suolo lo stesso spazio richiesto ad un mini-diffusore posizionato sul proprio piedistallo.

Il più classico dei diffusori è un 3 vie con woofer da 10 o 12 pollici, midrange da 5 pollici (o meno) e tweeter da un pollice. Un sistema di questo tipo suonerà tanto meglio quanto più basso si saprà realizzare l'incrocio tra woofer e medio; in sostanza il risultato sarà garantito affidando al midrange l'intera gamma vocale. Ma proprio questo è lo scoglio maggiore. Tuttavia è possibile affrontare il problema con un approccio diverso. Il motivo per cui in genere si pensa ad un tre vie è essenzialmente legato alla volontà di sollevare l'altoparlante chiamato a riprodurre la gamma media dall'onere delle ampie escursioni richieste dalle prime ottave evitando eccessive distorsioni, oltre che per avvalersi delle migliori doti di dispersione proprie dei trasduttori di piccolo diametro. In definitiva si può affermare che il tre vie ottimizza i parametri di distorsione e dispersione. Un risultato pressoché identico può d'altro canto essere ottenuto (oltretutto con semplificazioni non trascurabili) impiegando in luogo del grosso woofer da 10 o 12" due trasduttori di diametro inferiore che diano una superficie radiante equivalente. Ad esempio due woofer da 7" corrispondono a uno da 10". Tagliandone uno dei due a frequenza opportuna (poniamo 300 Hz), si ottengono le stesse caratteristiche di un woofer maggiore nella parte bassa dello

*I componenti utilizzati in questo progetto sono il tweeter Morel MDT 30 con cupola in tessuto trattato da 28 mm ed il woofer Focal 7N412 DBE a doppia bobina con membrana in Neoflex in due esemplari per cassa.*



*Il retro del mobile prevede, decentrati rispetto l'asse mediano, l'apertura del condotto d'accordo, la vaschetta per i 4 morsetti di collegamento ed infine il foro d'accesso alla seconda camera della cassa.*



spettro, ma con il vantaggio che oltre tale frequenza si conserva sostanzialmente la dispersione di un altoparlante da 7 pollici.

I due altoparlanti poi possono essere fatti lavorare nello stesso volume rendendo meno complicata la realizzazione del mobile e nulla vieta a questo punto di rovesciare il woofer dedicato alle sole ottave inferiori realizzando così un push-pull.

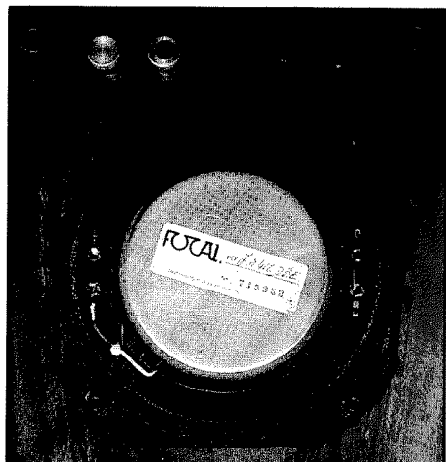
Riassumendo, quindi, il diffusore fin qui ipotizzato si avvarrà di due woofer da 7" caricati nel medesimo volume, ma contrapposti con il trasduttore rovesciato che lavora in parallelo al primo solo in gamma bassa per realizzare l'equivalente di un 10" a bassa distorsione (in quanto push-pull) che presenti caratteristiche di dispersione di un altoparlante di diametro minore oltre la frequenza di taglio. Da questa base di partenza si provvederà al progetto di un diffusore di fatto a due vie che può essere considerato la sintesi tra un sistema a tre vie quale l'Agorà B Revox o la Audio Pro 4-14 e una B&W DM 1400. Il fatto poi di dover sistemare sul pannello frontale della cassa due woofer da 7" anziché uno da 10 ci permetterà di contenere la dimensione laterale con qualche vantaggio ai fini della diffrazione. Non trascuriamo poi che con il sistema a due vie proposto si ha un filtro passa alto in meno con un minor numero di componenti in serie al segnale.

Definito il diffusore nelle sue linee essenziali, cerchiamo ora gli altoparlanti adatti: il woofer da 7" deve riprodurre anche la gamma media, ovvero essere idoneo alla realizzazione di un ottimo due vie. Orientiamoci, quindi, su un componente di scuola europea con un diaframma amorfo (internamente ben smorzato) e bobina mobile di diametro contenuto.

## Gli altoparlanti

Il catalogo Focal propone il 7N412 DBE a doppia bobina da un pollice con membrana in

*Un particolare del woofer inferiore montato rovesciato. In alto si notano i morsetti in ottone per il collegamento con il cross-over interno, mentre sulla destra è visibile il ponticello che cortocircuita la seconda bobina.*



**AUTOCOSTRUZIONE**

Un diffusore diverso

**ATTENZIONE**

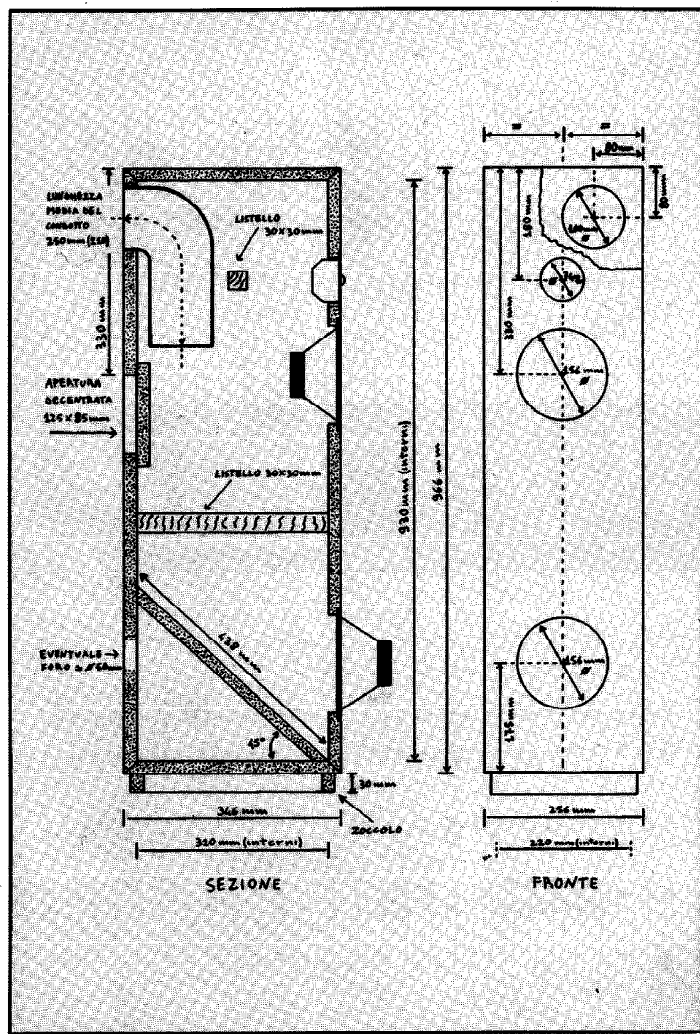
La Beta Systems, distributrice degli altoparlanti Focal, ha stabilito di effettuare un prezzo scontato speciale per i lettori di SUONO che decidessero di acquistare i componenti utilizzati nel kit. I prezzi sono i seguenti:

7N412DBE Lit. 107.500 cad.  
MDT 30 Lit. 89.500 cad.

Per ulteriori informazioni: Beta Systems - Via Plinio, 43 - 20129 Milano - tel. 02/20.21.43.

Neoflex trattato, versione migliorata, nel nuovo cestello pressufuso e nella maggiore linearità dello spider, del precedente 7N402 DBE ben noto per le ottime caratteristiche timbriche. La doppia bobina è poi un importante grado di libertà in più che permette, ad esempio, di adattare il Q totale dell'altoparlante alle esigenze di progetto, oppure modificarne la risposta nella regione mediobassa o quant'altro ancora suggerisca la fantasia del progettista. Inoltre non è trascurabile il fatto che due componenti di questo tipo costino meno di un woofer da 10" più un adeguato midrange.

Fig. 1 - Disegni quotati per la realizzazione del mobile; vista frontale e sezione trasversale.



Per quanto riguarda il tweeter la scelta è abbastanza vasta: Focal, Scanspeak, Seas rappresentano alternative valide e collaudate, tuttavia per questa realizzazione è stato scelto il tweeter Morel MDT 30, forse meno noto, ma che si impone all'attenzione per le ottime caratteristiche di velocità, tenuta in potenza (favorevole tra l'altro dal ferrofluido) e linearità.

L'MDT 30 è un tweeter a cupola morbida trattata, totalmente decompresso. Il polo centrale del complesso magnetico infatti è forato e conduce ad una camera, ricavata chiudendo posteriormente il tweeter con una calotta plastica, il cui volume è molto superiore a quello equivalente della sospensione della cupola. In questo modo il diaframma lavora come se fosse su uno schermo infinito. Sia a ridosso della cupola che all'interno della cavità di decompressione è presente materiale fonoassorbente che elimina, assieme alle riflessioni, l'effetto di mascheramento.

Altro aspetto tecnico rilevante di questo tweeter è la bobina mobile da 28 mm avvolta in due strati di filo di alluminio a sezione esagonale su supporto ancora di alluminio. Il fatto che filo e supporto siano realizzati con lo stesso materiale, unitamente alla elevata densità di impaccamento dell'avvolgimento, favorisce lo smaltimento del calore e conferisce all'apparato mobile una solidità eccezionale. Inoltre, bobina e supporto hanno lo stesso coefficiente

di dilatazione cubica e ciò minimizza il pericolo che la bobina possa, dilatandosi per effetto del calore, sfilarsi dal supporto. A questo punto, scoprendo che il woofer è realizzato con un avvolgimento in rame su un supporto di Nomex, qualcuno potrebbe porsi problemi fuori luogo: nel woofer, al fine di estendere quanto possibile la risposta verso l'alto, la bobina mobile deve essere alleggerita, di qui la scelta (corretta) a favore di un materiale leggero e resistente alle alte temperature. Lo smaltimento di calore rimane ancora molto elevato

Fig. 2 - Schema elettrico del filtro crossover.

**ELENCO COMPONENTI DEL CROSSOVER:**

- R 1 = 3,3 ohm 3÷5 W filo
- R 2 = 6 ohm => 2,7 + 3,3 ohm 3÷5 W filo
- R 3 = 3,3 ohm 3÷5 W filo
- R 4 = 4,7 ohm 3÷5 W filo
- C 1 = 100 µF 63 V elettr. non pol.
- C 2 = 30 µF => 10 µF // 10 µF // 10 µF 63 V elettr. non pol.
- C 3 = 47 µF 63 V elettr. non pol.
- C 4 = 100 µF 63 V elettr. non pol.
- C 5 = 6,1 µF => 3,9 µF // 2,2 µF 100 V poliestere met.
- C 6 = 3,9 µF 100 V poliestere met.
- L 1 = 0,58 mH + 0,1 ohm su nucleo ferrite
- L 2 = 1 mH + 0,1 ohm su nucleo ferrite
- L 3 = 5 mH + 0,25 ohm su nucleo ferrite
- L 4 = 0,51 mH + 1,25 ohm in aria

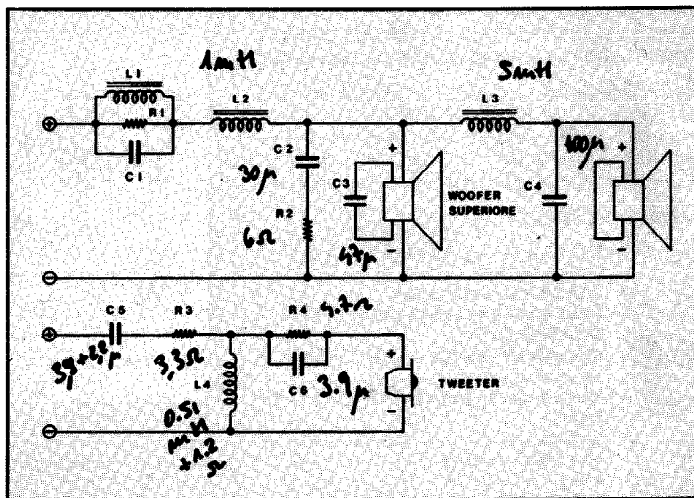
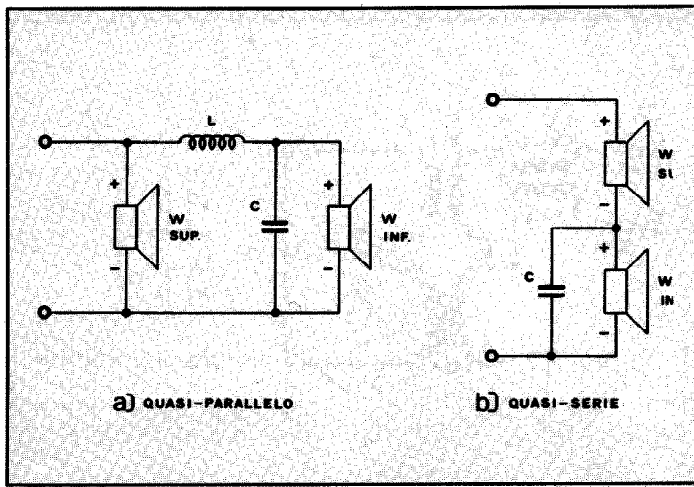


Fig. 3 - Soluzioni di collegamento in quasi parallelo e quasi serie (in basso).



## ALTOPARLANTE A DOPPIA BOBINA: SMORZAMENTO DINAMICO E CIRCUITI EQUIVALENTI

Il circuito equivalente di fig. 1 rappresenta un altoparlante dinamico a doppia bobina mobile. Le due coppie di morsetti AB e A'B' sono i terminali fisicamente accessibili delle due bobine le quali, essendo avvolte una sull'altra, sono mutuamente accoppiate così come rappresentato dal trasformatore reale (1:1). Gli altri due trasformatori (B1:1), elettromeccanici ed ideali, realizzano l'accoppiamento tra il lato elettrico ed il lato meccanico del trasduttore le cui impedenze meccaniche sono state concentrate nella conduttanza  $G_M = 1/Z_M$ . Per fissare le idee diciamo che  $Z_M$  è l'impedenza meccanica dell'altoparlante in aria libera.

Come già accennato nella descrizione del kit, una delle due bobine può essere utilizzata per controllare i parametri elettromeccanici del trasduttore. In pratica mentre una bobina è connessa al cross-over nel modo consueto, l'altra è chiusa su se stessa con un cortocircuito o attraverso un'opportuna impedenza.

Il metodo migliore per capire che cosa succede chiudendo su se stessa la seconda bobina consiste nello sviluppare l'analisi del circuito equivalente di fig. 2b. Poiché ciò risulterebbe alquanto complicato e probabilmente anche noioso, è preferibile descriverne il comportamento e passare direttamente ai risultati. Il tutto procede grosso modo così: quando applichiamo tensione ai capi della bobina di pilotaggio (AB) in questa fluisce corrente ( $i_1$ ) che mette in moto il diaframma.

La seconda bobina, che è solidale alla prima, si trova così in movimento all'interno del campo

Fig. 1 - Modello equivalente di un altoparlante dinamico a doppia bobina mobile: permette di calcolare la velocità del diaframma sotto forma di caduta ai capi dell'impedenza  $G_M = 1/Z_M$ . AB e A'B' sono i morsetti rispettivamente della prima e seconda bobina.

### TABELLA DEI SIMBOLI

$Z_M$	=	$(1/j\omega C_M) + R_M + j\omega L_M + Z_{ARIA}$
BI	=	Fattore di forza
$C_M$	=	Compliance meccanica
$R_M$	=	Resistenza meccanica (attriti interni)
$L_M$	=	Massa dinamica
$Z_{ARIA}$	=	Impedenza dovuta al carico dell'aria sul diaframma
$R_E$	=	Resistenza in continua di una bobina mobile
$L_E$	=	Induttanza di una bobina (misurata con l'altra aperta)
$G_M$	=	$1/Z_M$

Nota: le bobine mobili sono identiche e perfettamente accoppiate.

magnetico nel traferro e ai suoi capi (A'B') appare una tensione legata alla velocità dell'apparato mobile.

A questo punto se la seconda bobina fosse aperta non succedrebbe assolutamente nulla: il nostro altoparlante si comporterebbe come un convenzionale trasduttore a bobina singola. Ma la seconda bobina è chiusa su se stessa (in corto circuito o su un'impedenza) e nella maglia così formata si instaura una corrente ( $i_2$ ) che genera un flusso opposto a quello generato dalla corrente  $i_1$  (legge di Lenz). Ne risulta un aumento dell'impedenza e quindi lo smorzamento del moto.

Fin qui nulla di strano. L'aspetto interessante consiste, invece, nella possibilità di rendere lo smorzamento funzione della frequenza agendo sull'impedenza di cortocircuito inserita nella maglia della seconda bobina.

Sviluppando l'analisi del circuito di figura 2b si può trasformare l'altoparlante dinamicamente smorzato (fig. 2a) nell'equivalente di fig. 2d passando attraverso le rappresentazioni di 2b e 2c. Questa operazione, oltre che mettere a disposizione un modellino più maneggevole per la sintesi di sistemi complessi, pone in evidenza altre interessanti caratteristiche.

In fig. 2 la seconda bobina è cortocircuitata su

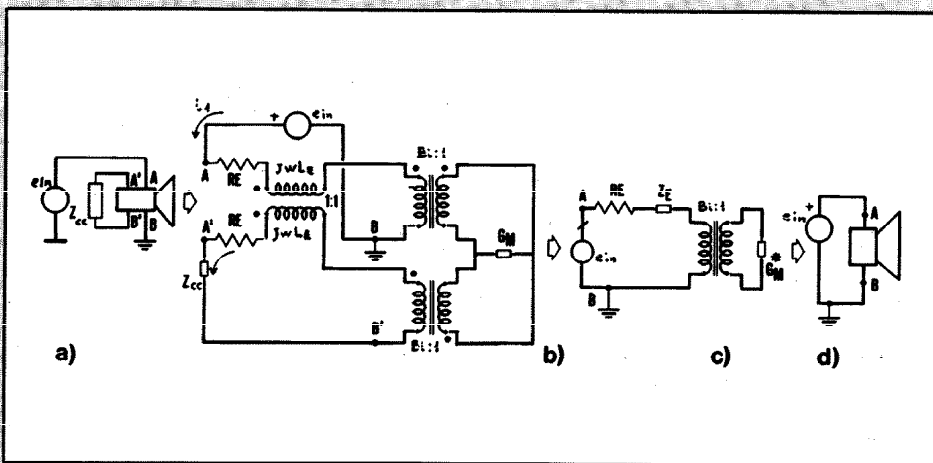


Fig. 2 - Trasformazione dell'altoparlante a doppia bobina in un altoparlante equivalente ma con parametri meccanici ed elettrici mutati per effetto dello smorzamento dinamico (grafico in alto).

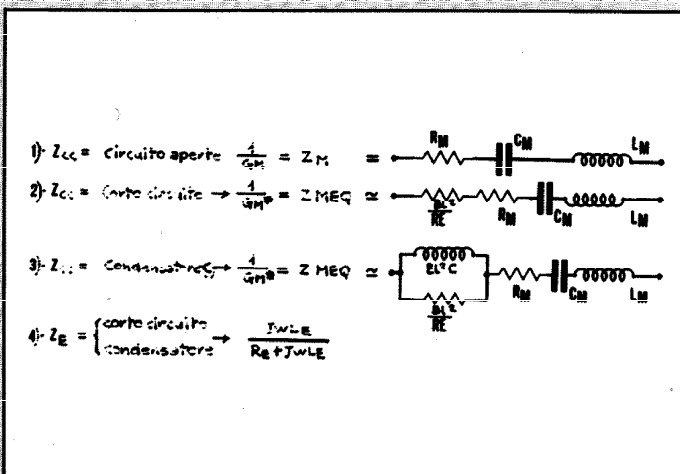
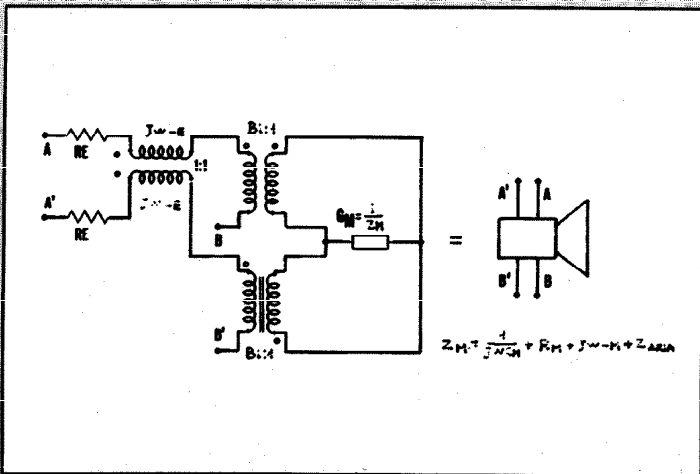
$G_M = 1/Z_{MEQ}$   
La forma di  $Z_{MEQ}$  e  $Z_E$  è riportata in Fig. 3.

una generica impedenza  $Z_{cc}$ , in fig. 3 vengono riportati due casi importanti:  $Z_{cc} = 0$  (cortocircuito) e  $Z_{cc}$  uguale ad un condensatore. Per confronto è riportato il caso  $Z_{cc} = \infty$  (seconda bobina aperta).

In sostanza chiudendo la seconda bobina con un cortocircuito (caso 2) il tutto si comporta come se avessimo inserito una resistenza meccanica il cui valore è determinato dal fattore di forza e dalla resistenza in continua della bobina mobile. Se invece utilizziamo il condensatore (caso 3) sul lato meccanico appare una impedenza mista (parallelo RL) che equivale, a frequenze sufficientemente basse, all'aggiunta di massa: questa massa aggiunta è proporzionale alla capacità del condensatore di cortocircuito.

Va sottolineato che lo smorzamento così introdotto, essendo funzione della velocità dell'apparato mobile e non della impedenza interna del generatore connesso all'altoparlante, è efficace anche alle alte frequenze dove il trasduttore risulta disaccoppiato dall'amplificatore dal filtro cross-over. Quindi l'utilità ed il vantaggio dell'altoparlante dinamicamente smorzato è duplice: possibilità di modificare il lato meccanico (a bassa frequenza) e introduzione di uno smorzamento aggiuntivo sulle alte frequenze (altrimenti possibile solo nei sistemi multiplificati che non utilizzano filtri passivi).

Fig. 3 - Trasformazioni indotte sul lato meccanico del cortocircuito della seconda bobina mobile valide a bassa frequenza (nell'intorno della risonanza). L'espressione di  $Z$  è valida alle frequenze più alte dove può essere trascurato il contributo del termine  $(B)/Z$ . Per chiarezza è stato ommesso il termine  $Z$ .



## AUTOCOSTRUZIONE

Un diffusore diverso

in quanto la bobina mobile è raffreddata dall'aria libera di attraversare la calotta antipolvere centrale in tela non trattata. Nella tabella 1 sono riportati i dati tecnici più significativi degli altoparlanti proposti per questa realizzazione. Consideriamo ora l'allineamento per le basse frequenze.

Per sfruttare le caratteristiche di velocità del 7N412 DBE conviene adottare un sistema aperto. Non però un vero e proprio reflex che presenta una pendenza troppo accentuata al di sotto della frequenza di accordo e spesso crea problemi di accoppiamento con l'ambiente, bensì una via di mezzo tra il reflex e l'aperiodico. Ciò si può fare, Q totale dell'altoparlante permettendo, accordando il reflex più in basso del necessario ed «esagerando» con l'assorbente all'interno del mobile. Una forte quantità di assorbente nel mobile elimina, assieme alle riflessioni, l'effetto di mascheramento responsabile di quelle forme di suono scatolare tipiche di molti sistemi ad alta efficienza ed è quindi una specie di assicurazione per un buon risultato. La riduzione del mascheramento si paga con un abbassamento del fattore di merito della cassa che si compensa, a sua volta, elevando il Q totale degli altoparlanti. Non a caso abbiamo scelto altoparlanti a doppia bobina che ci permettono in una certa misura di intervenire sui parametri elettromeccanici. Ora si comincia a delineare con più precisione la filosofia di questo progetto: ottimi trasduttori, alta velocità di risposta, controllo della distorsione, soppressione dei fenomeni di mascheramento.

### Il mobile

A questo punto fissiamo le dimensioni della cassa tenendo conto del volume richiesto dai due woofer, dell'altezza da terra del punto d'emissione della gamma medio-alta e dell'ingombro fisico dei trasduttori. Essendo conveniente porre il centro d'emissione virtuale circa allo stesso livello di una persona seduta e volendo contenere al massimo il pannello frontale, altezza e larghezza del mobile risultano determinate quasi obbligatoriamente. Possiamo invece scegliere a piacere la profondità della cassa per ottenere il volume necessario.

Fin qui non abbiamo ancora considerato il problema delle onde stazionarie all'interno del mobile quando, proprio con un simile tipo di geometria, esse si possono prevedere tutt'altro che trascurabili. Questo aspetto del progetto viene agevolmente superato riempiendo completamente lo spazio interno di materiale fonoassorbente. In più, per contrastare la concentrazione dei modi, le superfici che limitano la dimensione maggiore sono state rese non parallele. Del resto il totale riempimento della cassa è richiesto sia dal tipo di allineamento aperiodico desiderato, sia dalla volontà di ridurre al minimo l'effetto di mascheramento causato dalle riflessioni interne. In fig. 1 sono riportati i disegni necessari alla costruzione del mobile con le relative quote ed i piani di foratura per gli altoparlanti. Il tweeter è posto a circa 80 cm da terra, il woofer superiore, chiamato a riprodurre anche la gamma media, è collocato subito al di sotto del primo trasduttore, mentre il secondo woofer, tagliato intorno a 300 Hz, è situato in prossimità del pavimento. Quest'ultimo, montato contrapposto per realizzare il push-pull, non può essere po-

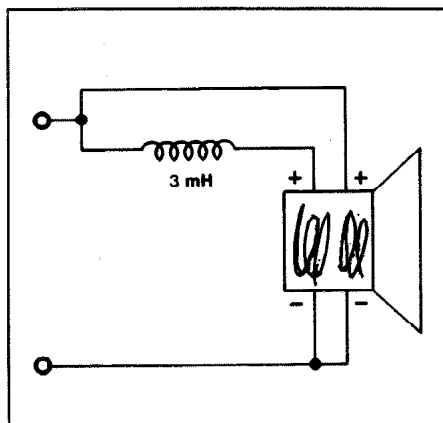


Fig. 4 - Utilizzazione consigliata dalla Focal; le due bobine sono in quasi parallelo.

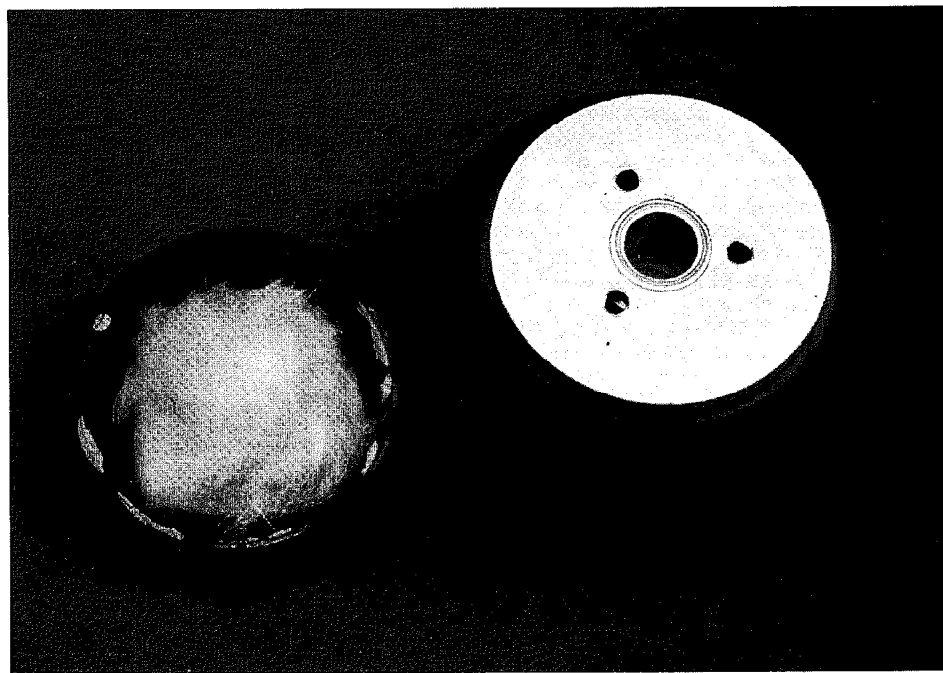
sto vicino al primo woofer in quanto altrimenti il magnete sporgente, agendo da diffrattore, modificherebbe l'emissione in gamma media. La diversa disposizione di tali trasduttori fa sì che la parte bassa dello spettro risulti riprodotta da due sorgenti che interagiscono in maniera sensibilmente differente con l'ambiente e ciò dovrebbe attenuare gli effetti causati dalle pareti del locale d'ascolto, vale a dire picchi ed avvallamenti nella risposta in ambiente. Sempre in fig. 1, notiamo nella vista in sezione il setto inclinato di 45° che rende non parallele le due superfici corrispondenti alla dimensione maggiore e che riduce di circa 1/6 il volume lordo della cassa. La seconda camera a sezione triangolare dietro al woofer inferiore non ha specifiche funzioni acustiche oltre a quelle citate e deve essere riempita. Nel prototipo, essenzialmente per motivi pratici di trasporto essa è stata stipata con abbondante lana di roccia.

Al centro del magnete del tweeter è presente un foro che mette in comunicazione il volume d'aria dietro la membrana con una cavità riempita di materiale fonoassorbente.

cia, ma la soluzione migliore consiste nel riempirla di sabbia non igroscopica o comunque precedentemente essiccata in forno. Per permettere questa operazione converrà quindi praticare un foro sul fondo o sul retro della cassa come nell'esemplare fotografato. Nel caso si opti per la sabbia è bene prevedere anche un tappo in sughero o plastica che ne impedisca la fuoriuscita. Poiché è difficile prevedere quale sistema ognuno di voi sceglierà e soprattutto di che misura vi sarà possibile reperire un tappo idoneo, il diametro esatto del foro viene lasciato libero, tuttalpiù, come indicazione di massima, si consideri un valore di circa 50 mm.

La presenza del setto trasversale interno dei due listelli di rinforzo da 3 x 3 cm che collegano tra loro le pareti contrapposte conferisce alla struttura un'adeguata rigidità. Il prototipo che compare nelle foto è stato costruito in truciolare da 18 mm impiallacciato sia all'esterno che all'interno: il doppio rivestimento rende stabile il mobile rispetto a variazioni di temperatura ed umidità, realizzando un sandwich di notevole consistenza. In ogni modo, piuttosto che impiallacciare un solo lato, è preferibile non impiallacciare affatto ed utilizzare un agglomerato di densità o spessore più elevato. Le quote esterne del mobile riportate in fig. 1 si riferiscono appunto all'impiego di truciolare da 18 mm per cui, variandone lo spessore, ci si avvarrà delle misure interne (anch'esse indicate) per sviluppare le nuove dimensioni della cassa.

Sempre nella medesima figura è visibile il condotto d'accordo collocato sul retro in prossimità dell'angolo superiore del mobile, praticamente aderente alle pareti superiore e laterale. Esso è realizzato unendo una curva a 90° ed uno spezzone rettilineo di tubazione in PVC da 100 mm di diametro nominale (esterno) sul tipo di quelle normalmente impiegate in edilizia e già utilizzati in altri progetti pubblicati sulla rivista. La lunghezza media deve essere pari a circa 25 cm (con una tolleranza di  $\pm 1$  cm) per far sì che il sistema risulti accorda-



## DUE PAROLE SUL PUSH-PULL

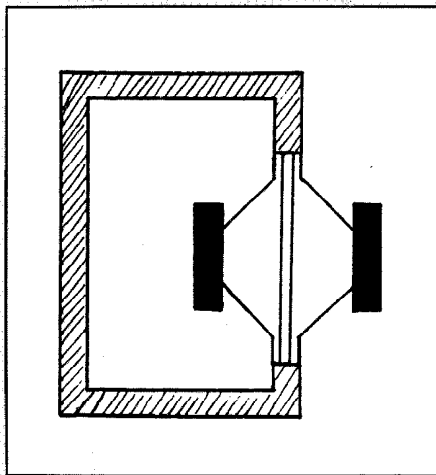
Il push-pull (letteralmente spingi-tira) è sostanzialmente una tecnica passiva di simmetrizzazione di dispositivi non lineari che produce una sensibile riduzione della distorsione di ordine pari. In questo caso i dispositivi da simmetrizzare sono altoparlanti dinamici.

Il push-pull è stato da tempo introdotto nel campo della riproduzione audio; tra le realizzazioni più recenti ricordiamo Audio Pro, Chario, Revox e Kef. Se ne conoscono almeno tre varianti: con altoparlanti contrapposti (fig. 1), con altoparlanti accoppiati acusticamente (fig. 2) e il sistema Kef, un po' più complicato e in ogni modo ampiamente illustrato dalla stampa specializzata.

L'accoppiamento meccanico (in realtà l'elemento di accoppiamento è il volume d'aria tra i due coni) è certamente il più efficace: elimina virtualmente la distorsione di ordine pari e l'offset dinamico, riduce l'intermodulazione, dimezza il volume equivalente (VAS) del sistema. Il tutto avviene a spese del rendimento che si riduce alla metà rispetto al singolo altoparlante. Infatti, con i trasduttori in parallelo, lo spostamento volumetrico è quello dell'altoparlante singolo; mentre l'assorbimento di corrente è esattamente doppio. Questo tipo di push-pull è adatto alla realizzazione di sub-woofer. Il push-pull acustico (o sistema simme-

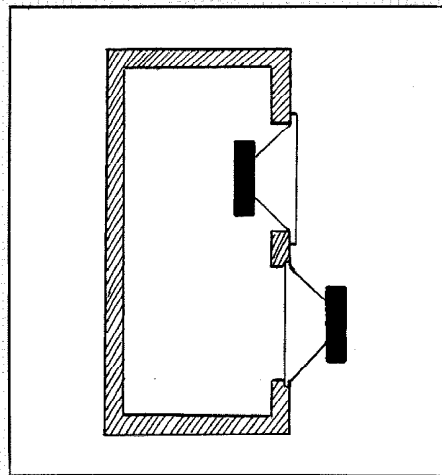
trico) linearizza il solo spostamento volumetrico ottenendo la riduzione della distorsione armonica di ordine pari nel campo acustico generato. Il rendimento però è il medesimo di

Fig. 1 - Accoppiamento meccanico realizzato attraverso la piccola quantità d'aria interposta tra i diaframmi.



quello ottenuto con un solo altoparlante e uno dei due woofer può essere utilizzato per la riproduzione della gamma media. Quest'ultimo trasduttore, avendo l'escursione a bassa frequenza dimezzata, produce, a parità di livello sonoro, un minor tasso di intermodulazione.

Fig. 2 - Push-Pull con accoppiamento acustico; l'altoparlante superiore può essere sfruttato per riprodurre le frequenze medie.



to a 30 Hz.

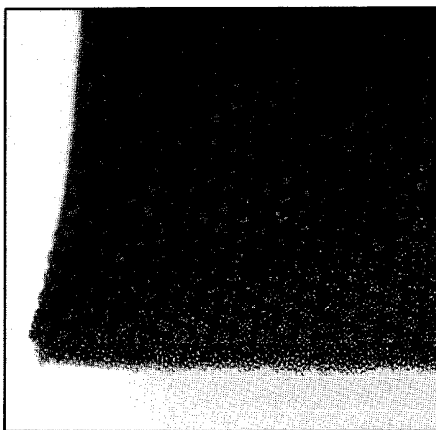
Per completare la descrizione della cassa dobbiamo ancora ricordare la presenza delle connessioni esterne. Come si evince dallo schema del cross-over di fig. 2, abbiamo scelto di predisporre il nostro diffusore per il bi-wiring, avendone riscontrati in più di un'occasione i vantaggi. Tale tecnica di «bi-collegamento» è stata di recente oggetto di un articolo, per cui si rimandano i pochi che ancora non ne fossero a conoscenza alla lettura del numero 172 di SUONO. In totale, per ogni mobile, occorrono dunque 4 robusti morsetti per il bi-wiring più altri 2 per la connessione del secondo woofer rovesciato. A questo scopo sono indicati i modelli in grado di accettare cavi di grossa sezione e/o banane da 4 mm. Gli esemplari montati sul prototipo sono in ottone tornito, realizzati dall'amico Gaetano Zannini che desidero qui ringraziare. Come già accennato, la cassa deve essere completamente ed uniformemente riempita con lana di roccia. Ne è stata impiegata l'equivalente di un foglio da 120 x 180 cm, spessore 4,5 cm nominale, e quindi all'incirca 97 dm<sup>3</sup>.

Da ultimo un cenno sul fissaggio dei trasduttori, che è bene prevedere con viti passanti a brugola e madreviti metalliche annegate nel legno. Per una perfetta tenuta d'aria può convenientemente essere utilizzato uno stucco morbido sul tipo del «blocca goccia» prodotto dalla Boston che si è rivelato molto efficace. Il vantaggio rispetto ad altre tecniche è che con lo stucco morbido rimane facile rimuovere in un secondo tempo l'altoparlante per eventuali ispezioni o modifiche al cross-over.

Con questo si esauriscono le brevi indicazioni per la realizzazione del mobile. Ovviamente trattandosi di un progetto proposto per l'auto-costruzione è giusto che ognuno di voi apporti

quelle modifiche ritenute più confacenti alle vostre idee o necessità, sperimentando anche soluzioni diverse come, ad esempio, la passivazione del frontale (ponendo cioè attorno agli altoparlanti un opportuno strato di materiale fonoassorbente come l'ottimo Tecnocell) o il rivestimento delle pareti interne con materiali bituminosi o la realizzazione di un mobile con spigoli arrotondati o altro ancora. Da notare che la citata passivazione può ovviare all'impossibilità di realizzare le fresature per il montaggio a filo dei trasduttori, ricorrendo ad un materiale di spessore idoneo e sagomandolo opportunamente. Per quanto riguarda even-

*In alternativa alle fresature necessarie ad incassare i trasduttori, è possibile evitare dannose diffrazioni rivestendo parzialmente il pannello frontale del diffusore con un sottile strato di materiale fonoassorbente quale il Tecnocell suggerito dall'autore e qui fotografato.*



tuali griglie protettive (nel prototipo sono state allo scopo previste le sedi per i perni di fissaggio) ognuno di voi potrà sceglierne forma e dimensioni, tenendo comunque presente le caratteristiche di emissione di ogni singolo trasduttore e la necessaria rigidità del fissaggio (altrimenti è meglio soprassedere). I meno esperti potranno comunque rifarsi ai molti progetti e suggerimenti descritti su questa ed altre riviste.

## Il cross-over

Lo schema del filtro cross-over è riportato in fig. 2.

Due le particolarità: una legata all'utilizzazione dei woofer a doppia bobina e l'altra più strettamente topologica.

Iniziamo con l'aspetto topologico. In fig. 3 sono illustrate le configurazioni di quasi-parallelo e quasi-serie di due altoparlanti. Che cosa significhi porre due altoparlanti in serie o in parallelo non vale la pena spiegarlo, il *quasi* posto davanti sta ad indicare che uno dei due altoparlanti è limitato in banda con l'intento di conservare i vantaggi propri della maggiore superficie di emissione alle frequenze basse senza degradare la caratteristica di dispersione del singolo trasduttore. Ciò, più difficile a dirsi che a farsi, si ottiene quando in corrispondenza della frequenza di taglio del woofer inferiore il sistema si comporti ancora, ragionevolmente, come una sorgente puntiforme.

La configurazione quasi-parallelo di fig. 3a adottata in questo progetto offre una maggiore sensibilità (spl a parità di tensione) e fornisce 12 dB/ott. di pendenza per la limitazione di banda. Ciò si paga con una bassa impedenza e con l'elevato valore dell'induttanza. La configurazione quasi-serie, utilizzata per

## AUTOCOSTRUZIONE

Un diffusore diverso

## ELENCO RIVENDITORI ALTOPARLANTI FOCAL E MOREL

**PIEMONTE**

PINTO F.lli - C.so Principe Eugenio 15 bis, Torino, tel. 011/5211953  
ELETTRONICA ORLA - Via S. Giulia 12, Torino, tel. 011/871097

**LOMBARDIA**

FRANCHI VITTORIO - Via Marcona 24, Milano, tel. 02/7490556  
CASA MUSICALE GIOVANELLI - Via Accademia 5, Mantova, tel. 0376/326206

**LIGURIA**

AUDIO FLAT - Via Assarotti 4, Genova, tel. 010/893291  
CENTRO HIFI DEVOTO - P.zza Mazzini 10, Chiavari (GE), tel. 0185/309835

**TRE VENEZIE**

Arel di ALDO GIRARDINI - Via Badia 106, Camisano (VI), tel. 0444/710511

**EMILIA ROMAGNA**

TOMMESANI - Via Battistelli 6/C, Bologna, tel. 051/550761  
F.E. FERRARI - Via Fabio Filzi 5, Reggio Emilia, tel. 0522/70277  
HIFI NEWS - P.zza Matteotti 16, Fidenza (PR), tel. 0524/81285  
AUDIOTERIC - Via Cecchini 35, Cesenatico (FO), tel. 0547/81162

**TOSCANA**

DIGITEX - Via del Ponte di Mezzo 16/r, Firenze, tel. 055/351291

**MARCHE - ABRUZZO - UMBRIA**

STUDIO HIFI D'ABRUZZO - Via Gramsci 1/3, Teramo, tel. 0861/412708  
CENTRO ELETTRONICO SAS - P.zza Nardone 8, S. Benedetto del Tronto (AP)  
HIFI DI PRINZIO - V.le Abruzzi 15, Chieti

IACHINI HIFI - Via Calabria 8/10, Roseto degli Abruzzi (TE)  
MG RESEARCH - Via Rosselli 145, Porto S. Giorgio (AP)  
COCOCCETTA HIFI - Via Sallustio 89/91, L'Aquila, tel. 0862/65060

**LAZIO**

COMMITTERI LEOPOLDO - Via Appia Nuova 614, Roma, tel. 06/7811924  
MIRO ELETTRACUSTICA - Via Castelfidardo 41/d/e, Roma, tel. 06/4757233  
ONORATI - Via Dei Villini 1, Roma, tel. 06/855271  
GRADI HIFI - Via Nemorense 143, Roma, tel. 06/8313521  
STEREO IN - Via D. S. Costanza 20/22, Roma.

**CAMPANIA**

AUDIO TIME - Via Botticelli 30, Caserta, tel. 0823/444153

**PUGLIE**

MUSICANOVA - Via Archimede 7, San Severo (FG), tel. 0882/73772

**BASILICATA**

E.P.I. ELETTRONICA - C. da Costa Della Gavetta 3, Potenza, tel. 0971/36809

**SICILIA**

WATSON - Via Villa Heloise, 19 - Palermo, tel. 091/296807  
L'ANTENNA - Via Lago di Nicito 77/79, Catania, tel. 095/320275

**SARDEGNA**

GASPARINI DINO - Via Rosello 19, Sassari, tel. 079/232265

esempio da Kef, conserva la sensibilità del trasduttore singolo, ma con un'impedenza elevata ed un filtraggio a 6 dB/ott. a tensione costante realizzato con un solo condensatore. Certamente la quasi-serie è la più conveniente disponendo di due altoparlanti abbastanza efficienti e posti uno vicino all'altro. Nel nostro caso, volendo realizzare un push-pull, non possiamo porre gli altoparlanti troppo vicini tra loro ed una pendenza di soli 6 dB/ott. non è sufficiente.

Per completare l'aspetto topologico del cross-over osserviamo che il filtro passa basso applicato al quasi-parallelo dei due woofer è del primo ordine parzialmente compensato (rete RC-serie in parallelo). La rete RLC-parallelo in serie al passa basso comporta un'attenuazione nella gamma medio-bassa applicata in un secondo momento dopo l'ascolto delle prime versioni provvisorie.

Molto più classico il passa alto del tweeter che differisce da un secondo ordine canonico solo per la presenza della retina RC-parallelo in serie al componente. Con i valori suggeriti l'incrocio è a circa 2000 Hz. Chi desiderasse una maggiore apertura all'estremo superiore del tweeter può porre un condensatore da 3,3 µF in parallelo al resistore da 3,3 ohm, soluzione questa preferibile alla semplice riduzione del valore resistivo.

Esaminiamo ora il secondo aspetto, per altro abbastanza originale, di questo cross-over. Nell'idea Focal la seconda bobina viene utilizzata per linearizzare la risposta dell'altoparlante nella regione medio-bassa (fig. 4). Si ottiene così un trasduttore a bassa impedenza (4 ohm nominali), lineare e con buona sensibilità. Tuttavia lo stesso valore di sensibilità a parità di impedenza è ottenuto ponendo in parallelo due woofer 7N412 alimentati ciascuno da una singola bobina, con maggior costo, ma con il vantaggio della doppia superficie di radiazione e conservando le caratteristiche di dispersione

del singolo trasduttore (quasi-parallelo). Rimangono libere le seconde bobine che possono essere utilizzate per controllare lo smorzamento dell'altoparlante.

Il condensatore che cortocircuita la seconda bobina del woofer superiore assolve questa funzione: esso appare come un circuito aperto alle basse frequenze ed un cortocircuito alle alte. Se confrontassimo la risposta in frequenza e l'impedenza di un 7N412 con la seconda bobina chiusa su un condensatore rispetto al funzionamento con la stessa aperta, potremmo notare che la riduzione dell'impedenza alle alte frequenze, e quindi maggiore assorbimento di corrente a parità di tensione applicata, si accompagna ad una diminuzione del livello d'emissione. Si intuisce perciò che se è aumentato l'assorbimento di corrente ed è calata la risposta (senza interventi meccanici sul diaframma), si è manifestata una qualche forma di smorzamento elettrico aggiuntivo. Il woofer inferiore, per il quale è richiesto un  $Q_t$  più basso, ha la seconda bobina cortocircuitata su se stessa.

Pensiamo ora al fattore di smorzamento dell'amplificatore. Il cross-over, soprattutto il passa-basso del 1° ordine, riduce tale fattore all'aumentare della frequenza e, in gamma media, l'altoparlante risulta completamente disaccoppiato dall'amplificatore. È quindi interessante mettere in pratica una soluzione che restituisca almeno in parte ciò che il filtro ha tolto. Questa tecnica, forse troppo onerosa per essere applicata in un diffusore commerciale, al contrario è attuabile in un diffusore autocostruito, in generale tanto più conveniente nel rapporto qualità/prezzo, quanto più portatore di soluzioni tecniche, componenti e materiali sofisticati. Per convincervi provate a costruire una cassa economica e vi accorgete che costa meno acquistarla finita.

Per quanto concerne la costruzione del cross-over, si consiglia di suddividere i due filtri pas-

sa-basso e passa-alto in altrettante basette in legno o faesite al fine di permettere un più facile cablaggio e successive modifiche, ma soprattutto per distanziare debitamente le 4 induttanze onde evitare interferenze. A tal proposito si tenga presente anche la regoletta che vuole l'orientamento degli assi delle bobine tra loro a 90°. Di proposito non vengono forniti disegni di circuiti stampati o altro in quanto è di gran lunga preferibile realizzare il cross-over in hardwiring, vale a dire saldando direttamente i reofori dei componenti ai fili destinati ai trasduttori e fissando il tutto con abbondante silicone. Lo stesso tipo di adesivo servirà egregiamente ad incollare le basette di legno dei filtri sul fondo o sulle pareti interne del mobile. Per il cablaggio è bene utilizzare del cavo da non meno di 2 mm<sup>2</sup> di sezione.

**Reperibilità dei componenti**

Gli altoparlanti Focal 7N412 DBE e Morel MDT 30 necessari a questo progetto possono essere acquistati presso i migliori rivenditori specializzati, mentre un poco più difficoltoso appare il reperimento delle induttanze, specie quelle avvolte su nucleo. Nel cross-over del prototipo ci si è serviti di ferriti Wicon di ottima qualità acquistate presso la ditta Arel di Camisano Vicentino, Via Badia 106, tel. 0444/610511, che normalmente tratta anche i trasduttori, i condensatori elettrolitici non polarizzati e quelli in poliestere metallizzati impiegati nella realizzazione. Le induttanze nei valori richiesti sono ricavabili dai modelli standard di cui il citato rivenditore dispone, in alternativa possono essere consultati i cataloghi Visaton e Cemark i cui prodotti sono distribuiti ormai in tutta Italia. Infine un ringraziamento anche a Michelangelo della Fontana, noto ebanista, che ha gentilmente fornito i mobili dei prototipi e a tutti voi buon lavoro!



# SUONO

di Mario Bon

## AUTOCOSTRUZIONE

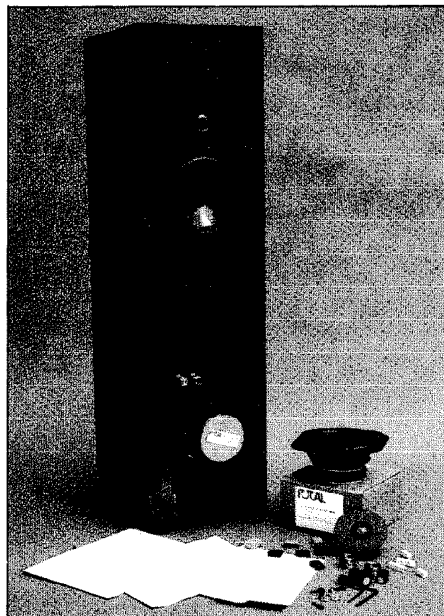
II parte

### UN DIFFUSORE DIVERSO

Nella prima parte è stata descritta la filosofia di base di questo progetto finalizzato alla costruzione di un diffusore originale sia per quanto riguarda l'uso del push-pull, che per il particolare impiego della seconda bobina dei woofer adottati. Tenendo conto anche delle possibili curiosità degli autocostruttori «più tecnici» si è cercato di spiegare in appositi riquadri gli aspetti meno noti del comportamento dei trasduttori a doppia bobina, argomenti che, per quanto ostici, mi auguro siano stati perfettamente digeriti. Ora, in questa seconda puntata pubblichiamo, come annunciato, i grafici e le misure effettuate sulla nostra coppia di diffusori, gli stessi che molti di voi hanno potuto vedere ed ascoltare in versione pressoché definitiva a Milano durante il SIM dello scorso autunno, unitamente alle brevi note del collega al quale sono stati affidati per le impressioni d'ascolto e che ringrazio fin da ora. Sempre in tema di ringraziamenti, essi vanno estesi anche all'ing. Gandolfi che ha curato le misurazioni definitive portate a termine secondo il consueto standard delle prove di SUONO così da poter essere facilmente e direttamente confrontabili. Ai grafici «classici» ne sono stati aggiunti altri utili ad evidenziare meglio talune caratteristiche, ed in particolare la risposta in frequenza in campo libero effettuata con il Gating System della Bruel & Kjaer più alcune simulazioni realizzate al computer.

#### Commento ai risultati delle misure

Il primo dato riguarda l'efficienza media del sistema, piuttosto bassa (82,2 dB con 2,83 V), ma bisogna altresì specificare che l'ottenimento di un rendimento «da monitor professionale» non rientrava nelle specifiche di progetto. Tutt'al più, in considerazione di questo fatto, si opererà per l'abbinamento con un amplificatore da un centinaio di watt per canale. Passando alle curve di pressione sonora, la prima cosa che immediatamente salta agli occhi nella risposta in frequenza ottenuta in camera anecoica è l'avvallamento sulla zona medio-bassa che ha il suo minimo attorno ai 300 Hz. Questo non rappresenta una sorpresa, poiché tenuto conto del particolare cross-over e soprattutto considerata la distanza tra i due woofer, tale «buco» nella curva era facilmente prevedibile. D'altro canto nel presentare questo montaggio sono state illustrate ampiamente alcune delle scelte rivolte a creare una cassa adatta al funzionamento in ambiente piuttosto che in camera anecoica e come la volontà di minimizzare le influenze del pavimento nei confronti del woofer inferiore da un lato e di favorire l'incrocio tra quello superiore ed il tweeter dall'altro fosse preminente sopra ogni altra considerazione. In più le tecniche di misurazione (campo ravvicinato fino a 200 Hz con microfono posto a metà tra i due trasduttori



inferiori) unitamente alla mancanza del pavimento che, come noto, in camera anecoica di fatto non esiste, non fanno che peggiorare (apparentemente!) il risultato di questa rilevazione. Ma è altresì chiaro che tale diffusore è stato sviluppato privilegiando il corretto bilanciamento tonale nel funzionamento reale rispetto all'estetica delle misure strumentali. Tutto ciò non è quindi casuale e rientra perfettamente nella logica di progetto, come dimostrano innanzitutto le risposte in ambiente, ed inoltre le simulazioni al computer con i diagrammi polari. Essendo il nostro kit un diffusore che emette la maggior parte dell'energia contenuta nella gamma medio-bassa verso il pavimento, ecco che in ambiente la depressione si attenua in maniera considerevole per non dire proprio scompare, e questo non ostante la sua considerevole larghezza, valutabile in circa un'ottava.

Archiviata la questione «buco a 300 Hz» e stabilito che in questo particolare caso la curva nella regione delle basse e medio basse frequenze va giudicata sulla scorta delle rilevazioni in ambiente, passiamo ad esaminare la restante porzione dello spettro. Qui la risposta si presenta estesa e piuttosto regolare, tanto da essere difficilmente distinguibili le zone di incrocio tra i componenti. Ancora una volta le curve a terzi di ottava si rivelano indicative del reale comportamento del diffusore confermando le più che buone doti di emissione viste in regime sinusoidale. Eccellenti le rilevazioni sui piani verticale ed orizzontale dove i lievissimi scostamenti al variare delle angolazioni dimostrano l'ottima integrazione raggiunta tra le emissioni dei singoli altoparlanti grazie alla cura posta nella scelta di frequenze e pendenze del cross-over. In questo le specifiche di progetto appaiono pienamente rispettate lasciando presagire un ottimo comportamento del diffusore quanto a spazialità ed apertura del fronte sonoro.

I due successivi grafici indicativi delle condizio-

ni di carico per l'amplificatore, vale a dire modulo ed argomento dell'impedenza, unitamente al dato sufficientemente basso del fattore di extracorrente (2,5 a 90 Hz) non riservano altre sorprese e classificano il sistema come poco critico ai fini del corretto interfacciamento con l'elettronica di potenza. In particolare le rotazioni di fase risultano molto contenute con i valori massimi in corrispondenza di zone ove l'impedenza si mantiene a livelli per nulla preoccupanti. Lo stesso dicasi per la zona di minor impedenza, corrispondente al passaggio della curva di fase con lo zero.

Altrettanto buona la PIM, specialmente alle frequenze più basse (significativo il livello di 90 dB a 40 Hz). Globalmente si ha una SPL media valutabile attorno ai 105 ÷ 106 dB con potenze poco superiori ai 100 W, a dispetto dell'efficienza non certo esuberante.

Ottimo, infine, il grafico della 3D time response che non rivela particolari interferenze ed evidenzia la corretta fase tra i componenti ed il pronto decadimento dei picchi.

#### PROVA DI ASCOLTO

di M.L. Pessina

La prima volta che ho sentito parlare di questo progetto è stato durante il SIM ed in quell'occasione ho anche avuto modo di conoscere personalmente l'autore, il dott. Mario Bon, il quale con l'estrema carica di simpatia che caratterizza nel 99% dei casi i veneti mi ha convinto a scrivere alcune brevi impressioni d'ascolto. Dopo le prove di laboratorio e a distanza di un paio di mesi ricevo dunque la coppia di casse in questione a casa mia, assieme ad alcune fotocopie di appunti di quello che sarebbe divenuto l'articolo esplicativo. Per quanto mi riguarda ho cercato di trattare questi diffusori alla stregua di un prodotto finito accompagnato da una specie di bozza di manuale d'istruzioni, giunto per una normale prova di quelle che assieme agli altri colleghi siamo soliti redigere su queste pagine spinti dalla nostra passione per l'alta fedeltà, non già per denaro, poiché passare le notti alla macchina da scrivere non aiuta certo a concretizzare sogni di ricchezza (per gli scettici sono disponibili fotocopie del mio 740).

Un primo giudizio dunque lo si può dare sull'estetica, perfettamente azzeccata, e soprattutto sull'impostazione del progetto, originale quanto basta per imporsi sopra la moltitudine di parallelepipedi tutti uguali che hanno come uniche varianti il fatto di essere chiusi o accordati oppure a due o tre vie. L'idea di «un mini diffusore con subwoofer incorporato» che mi pare la filosofia di progetto sottintenda, personalmente mi trova d'accordo dal momento che nelle fasce di costi più basse, o comunque entro prezzi abbordabili, credo che la soluzione del piccolo due vie ben realizzato possa, non ostante molte critiche, essere quella più soddisfacente in termini di resa, sia pur con la limitazione di una gamma bassa un poco sacrificata.

Questo perché non di rado i modelli da circa 800 mila - 1 milione la coppia (tanto mi dicono venga a costare questo kit) con pretese di 40 Hz a -3 dB peccano di presunzione e nel tentativo di raggiungere una simile performance vengono trascurati altri fattori, quelli che per intenderci definiscono un diffusore hi-fi o hi-end o, se preferite, valgono o meno l'appel-

# KIT FOCAL-MOREL



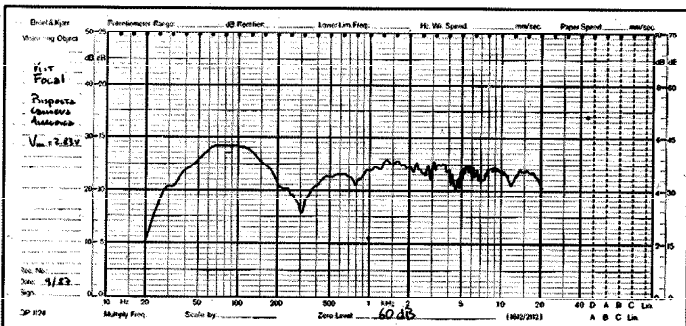
Matricola: 001  
Risultati delle misure eseguite nei  
laboratori dell'Istituto Alta Fedeltà

## 1 - Efficienza

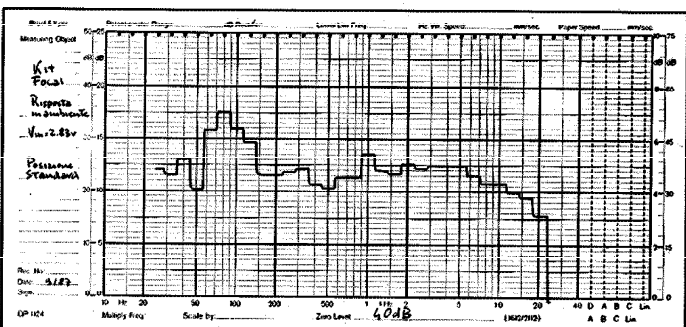
Pac. media a 1 metro con 2,83 volt all'ingresso.

Rumore rosa: 82.2 dB

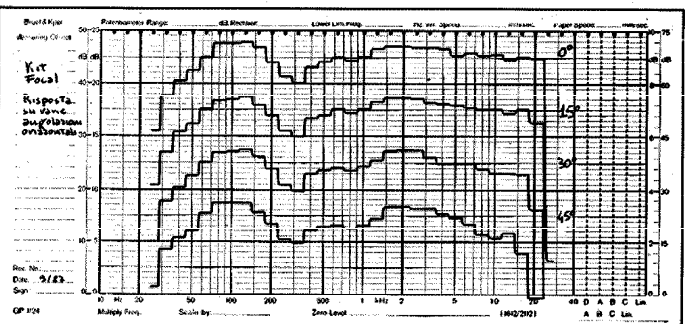
## 2 - Risposta in frequenza



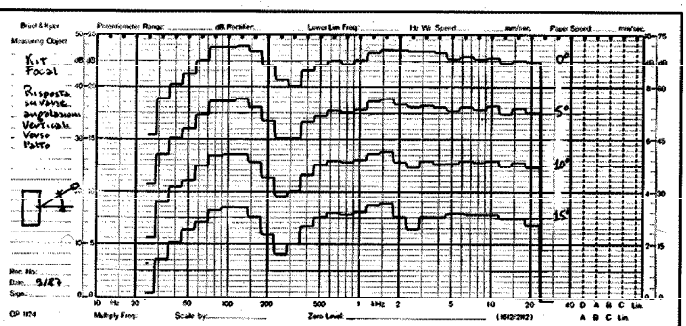
2a - In camera anecoica. Microfono a 1 metro. Tensione applicata ai morsetti 2,83 volt.



2b - In camera d'ascolto. Rumore rosa filtrato a terzi d'ottava. Microfono a 4 metri. Tensione applicata ai morsetti 2,83 volt.



2c - In camera anecoica. Risposta in frequenza con rumore rosa filtrato a terzi d'ottava per varie angolazioni rispetto al microfono; piano orizzontale.



2d - In camera anecoica. Risposta in frequenza con rumore rosa filtrato a terzi d'ottava per varie angolazioni rispetto al microfono; piano verticale.

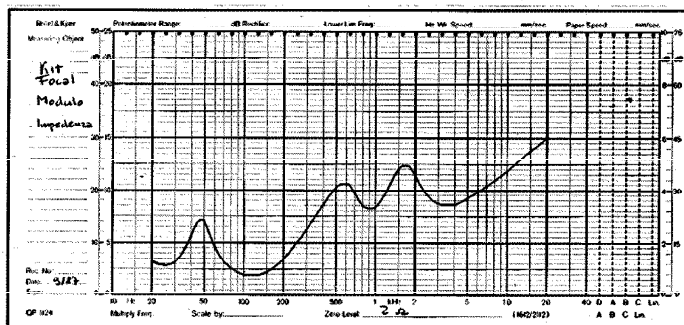
# AUTOCOSTRUZIONE

Un diffusore diverso

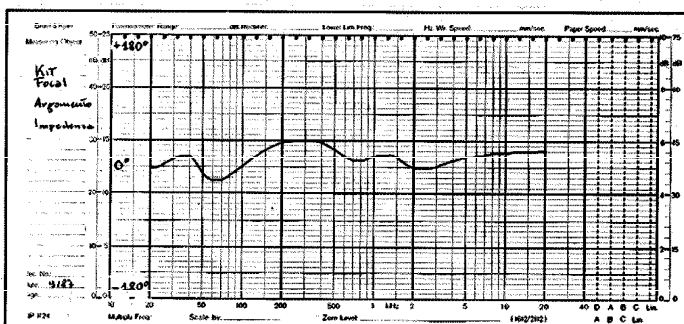
## 3 - Coefficiente di extracorrente

Ki8 = 2.5 a 90 Hz

## 4 - Impedenza

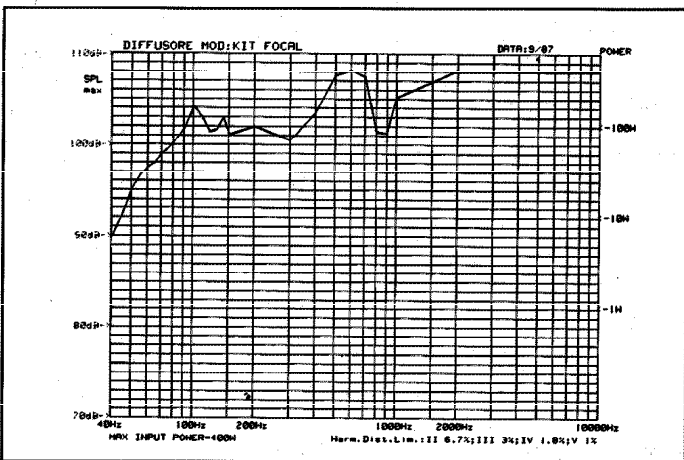


4a - Modulo.



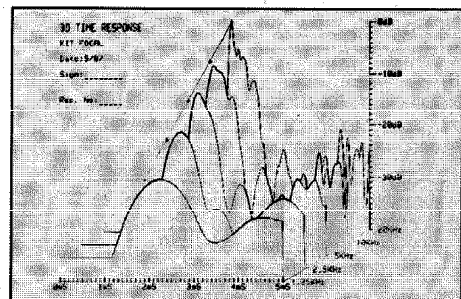
4b - Fase.

## 6 - P.I.M.



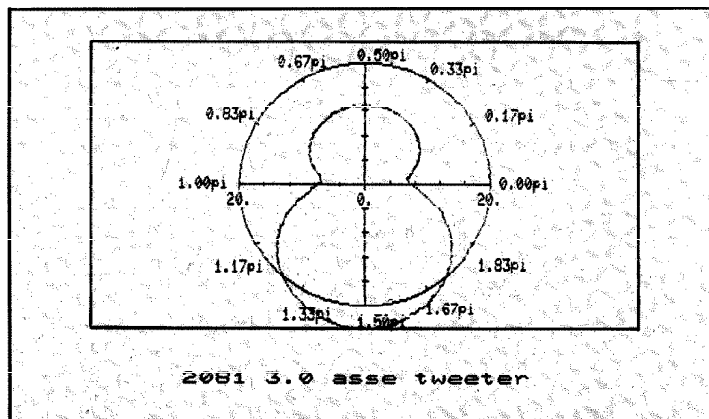
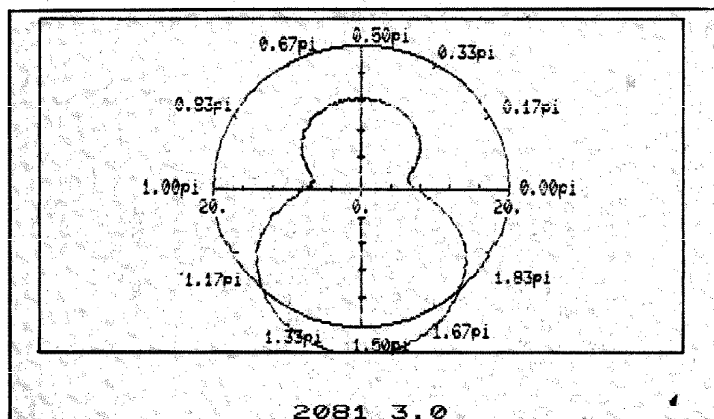
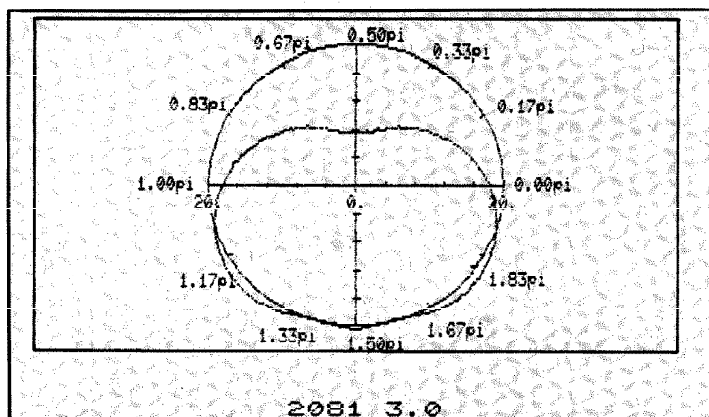
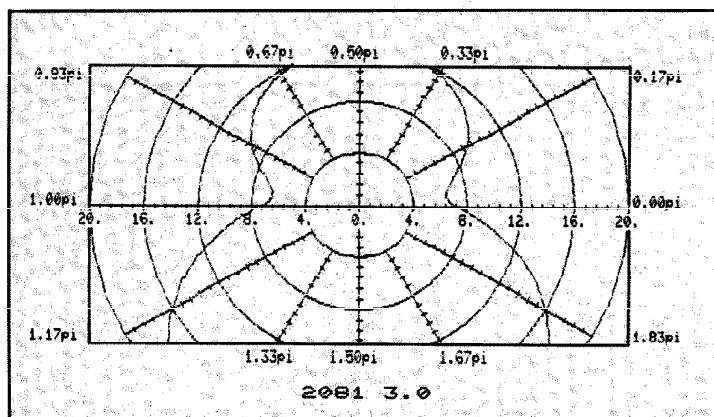
6a - Potenza istantanea massima in funzione della frequenza.

## TR del Kit Focal/Morel



## AUTOCOSTRUZIONE

Un diffusore diverso



lativo di *musicale*, inteso come capacità di riprodurre seriamente e correttamente musica. Certo che queste mie affermazioni mi varranno più critiche che consensi, passo senza altri indugi a descrivermi se e come suona il kit (il se è quasi d'obbligo tenendo conto che le casse sono state sbalottate giù e su per l'Italia per circa due mesi senza neppure un cellophane!). Come amplificatori ho avuto modo di collegare, sia in single wiring che in bi wiring, un musicissimo Counterpoint SA 12, un Lectron JH 50 ed anche per alcuni giorni un potente Threshold S 200, coprendo così ogni tecnologia: ibrida con mos fet, valvole e transistor. Preampli Counterpoint SA 3.1 (tubi) e Fortè Audio (fet + IC). Solita sorgente: Linn LP 12 con la variante del braccio Iltok e della testina Denon 103 LC II, versione nuovissima non distribuita attualmente nel nostro Paese.

Entrando nel vivo del discorso passo a riferire la prima delle impressioni che ne ricavo dall'ascolto, e cioè quella di un suono molto preciso, con voci molto stagliate e strumenti distinguibilissimi. Il fronte sonoro è ampio, ricostruito in verticale con lodevole generosità, dovuta probabilmente all'altezza dal suolo in cui si viene a trovare il tweeter. In orizzontale la scena si estende priva di buchi entro i limiti fisici dei bordi esterni dei mobili senza creare «emozionanti» quanto spesso fasulli «orizzonti d'ascolto». In tal modo sono rispettate le proporzioni ed i rapporti di distanza senza nulla aggiungere, né sottrarre. Sul piano prospettico la riproduzione non sorprende quanto a profondità, neppure con l'encomiabile Lectron, che pure sembra possedere una marcia in più in questo senso, tuttavia rimaniamo su livelli per nulla disprezzabili e né le masse corali, né quello che può essere definito il «fondale so-

*Simulazione al computer dei diagrammi polari.*

nor», vale a dire quegli strumenti di secondo piano, appaiono penalizzati più di tanto. Le differenze tra i vari finali qui emergono chiaramente: la dilatazione e l'apparente maggior spazialità che il Threshold sembra capace di conferire si contrappone alla maggior verticalizzazione del Counterpoint, ma poi che dire della eccellente ariosità e profondità del valvolare francese? Questo per ribadire, qualora ce ne fosse ancora bisogno, che se il diffusore svolge un compito determinante, anche l'amplificatore non è da meno e che quindi le piccole sfumature che possono favorire o penalizzare il giudizio vanno sempre prese con le debite cautele. Una cosa emerge: se il diffusore è in grado di passare da un «leggermente meno» ad un «leggermente più», allora è logico pensare che svolga pienamente e correttamente il suo ruolo di trasformare il segnale elettrico in meccanico alterando il meno possibile il risultato, o no?

Proseguendo, ciò che si può dire sulla dinamica è essenzialmente legato ai watt disponibili: l'efficienza non mi pare elevatissima, per cui a maggior potenza corrisponde anche un incremento di questo parametro soggettivo. Oggettiva e direttamente riscontrabile è invece la rapidità e la velocità dei due piccoli woofer nel riprodurre attacchi e transienti.

Le prime critiche, peraltro personalissime, sorgono in tema di bilanciamento ed equilibrio tra le varie gamme. Mentre non ho appunti particolari da muovere per l'intervallo di frequenze coperto dal tweeter Morel (che, anzi, per dolcezza, precisione e «setosità» si rivela un vero e proprio outsider di cui è bene che gli autocostruttori prendano nota, indipendente-

mente da questa realizzazione), la mia perplessità è rivolta ad una certa esuberanza della gamma più bassa, a mio gusto talvolta un po' chino troppo invadente e comunque tale da coprire il medio basso fino a privarlo di quel briciolo di corposità che con certi strumenti sarebbe preferibile avere. In virtù di questo fatto ho sudato le proverbiali sette camicie nel tentativo di ricercare in ambiente una collocazione che non privilegiasse oltre questa caratteristica, ma senza riuscirci. Segno che oltre una certa misura il diffusore poco risente del posizionamento, il che a ben guardare è un pregio, e se non ricordo male rientra fra gli obiettivi del progetto. Tuttavia ricordando la definizione di «mini cassa con sub woofer incorporato» non posso escludere che fosse proprio intenzione del progettista arrivare a questo risultato, anche perché l'estensione verso il basso dei due piccoli woofer in push-pull appare troppo curata per lasciare adito a supposizioni del tipo «il buon Bon (ops!) si è bevuto il cervello e ha sbagliato i calcoli».

Scherzi a parte, ripeto, quello di un presunto eccesso di bassi è un'opinione tutta mia, forse anche sbagliata, e che sicuramente potrà far felici gli amanti di molti generi musicali quali il rock o il jazz (ovvero non i miei). Questo anche perché, a differenza dei diffusori cui accennavo all'inizio, qui la riproduzione di tale gamma è assolutamente controllata e priva di code, con in più una prontezza degna di nota, e non il classico «bum bum» da discoteca, tanto per capirci. Un consiglio finale: da provare assolutamente il bi-wiring. Non costa molto ed i risultati sono tutti da ascoltare.



# I diffusori a cassa sospesa

Una singolarissima prerogativa distingue il nuovo top della Mordaunt-Short da ogni altro diffusore: una struttura antivibrazioni estremamente intelligente ed efficace.

È dall'oramai lontano 1967 che la Mordaunt-Short è nel campo dell'Hi-Fi. Più di venti anni sono passati, e pure, tra le verdi colline del South England, non sembra che ci siano stati grossi cambiamenti. Dinamicità e perfezione sono ancora oggi le parole d'ordine per un piccolo gruppo di ricercatori e tecnici, che impiegano quotidianamente tutte le loro capacità, l'esperienza e, perché no, del sano amore per la musica, alla realizzazione di diffusori che, come i System 442 oggetto di questa prova, si pongono in una posizione di sicuro rilievo nell'ambito del mercato mondiale.

## FILOSOFIA DEL PROGETTO

I System 442 riassumono numerose nuove idee e tendenze nel campo della tecnologia e del design dei diffusori, che vedono nella eliminazione di tutte le possibili fonti di alterazione delle qualità sonore di un diffusore, il loro obiettivo principale.

La potenziale capacità del cabinet che contiene gli altoparlanti di immagazzinare energia, e di rimetterla quindi in forma di distorsioni e coloriture estranee all'incisione, è uno di quei problemi alla cui soluzione si sono cimentati praticamente tutti i progettisti di diffusori. La soluzione di tale problema implica, però, il superamento di un altro handicap che vizia la qualità del suono di un diffusore, ovvero la capacità che i driver deputati alla riproduzione delle basse frequenze hanno di trasmettere vibrazioni al pannello su cui sono montati e, quindi, all'ambiente. Le soluzioni fino a oggi adottate non vanno al di là di un irrigidimento della struttura del cabinet e dell'uso di cestelli in pressofusione per i woofer, con l'adozione di tutta una serie di accorgimenti per minimizzare la quantità di vibrazioni trasmesse al «baffle» (ad esempio l'innesto a baionetta adottato dalla Wharfedale nella serie Precision, gli anellini metallici della Altec — vedi Stereoplay n. 165 —, e così via). Pur essendo senza dubbio validissime, tutte le soluzioni fino ad ora adottate non risolvono il problema al 100%. Il sistema messo a punto dai tecnici della Mordaunt-

**DIFFUSORI:** MORDAUNT-SHORT SYSTEM 442 -  
**COSTRUTTORE:** MORDAUNT SHORT, BERTFORD MILL, PETERSFIELD, HAMPSHIRE, GU31 5AZ, GB - **IMPORTATORE:** HI-FI UNITED, VIA N. BIXIO, 88, 43100 PARMA - TEL. 0521/29528 - **GARANZIA:** 5 ANNI - **MANUALE DI ISTRUZIONI:** IN INGLESE - **PREZZO:** L. 3.500.000 LA COPPIA (IVA INCLUSA).

## LE CARATTERISTICHE DICHIARATE:

*Sistema:* 2 vie reflex loaded  
*Risposta in frequenza:* 50 Hz ÷ 20 kHz  
*Impedenza:* 6 ohm  
*Sensibilità:* 87 dB/2,83 V/1 m  
*Potenza applicabile:* 40 watt ÷ 300 watt  
*Altoparlanti:* 1 woofer da 17 cm, 1 mid-woofer da 17 cm, 1 tweeter a cupola di titanio da 2,5 cm, raffreddato da ferro fluido  
*Frequenza di taglio del crossover:* 250 Hz per il woofer posteriore; 5 kHz mid-woofer  
*Protezioni:* circuito di protezione a doppio stadio POSITEC  
*Dimensioni:* 26 × 94,5 × 37,5 cm (L × A × P)  
*Peso:* 25 kg

Short è, invece, destinato ad entrare nella storia dell'Hi-Fi per originalità, efficienza ed eleganza progettuale.

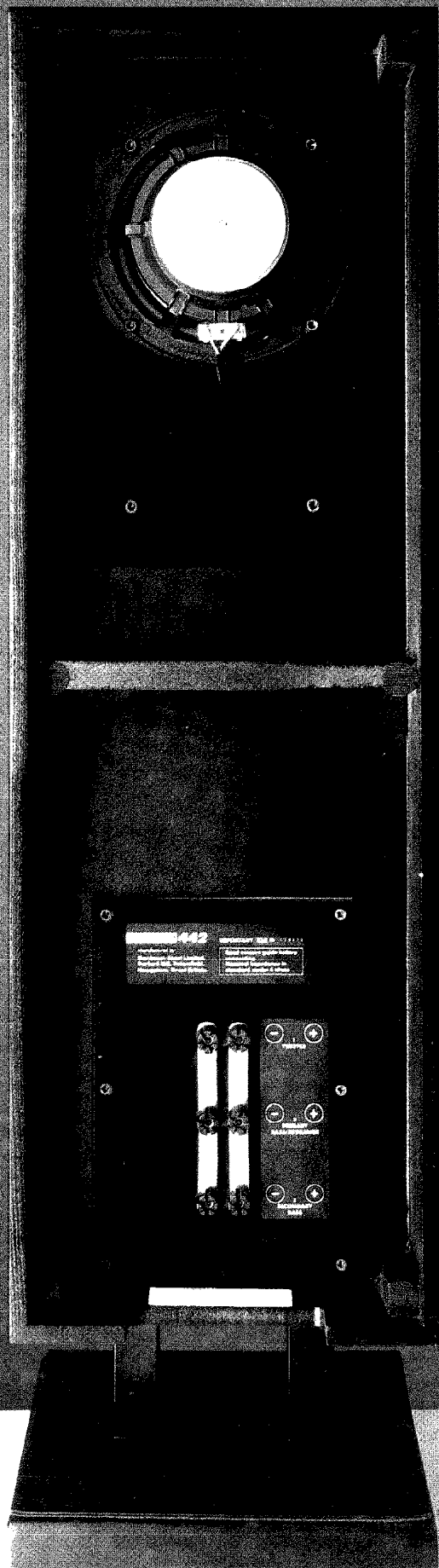
## DESCRIZIONE

I System 442 sono dei diffusori da pavimento dal design e dalle caratteristiche costruttive fuori dall'ordinario. Di dimensioni e ingombro abbastanza contenuti, i 442 sono provvisti di uno stand d'acciaio che è un tutt'uno con il telaio portante dell'intero diffusore, su cui sono rigidamente ancorati, tramite barre di alluminio tornite, i tre altoparlanti. Il cabinet, realizzato in M.D.F. da 1,2 cm di spessore, è impiallacciato in legno sui pannelli laterali ed è meccanicamente disaccoppiato dalla struttura portante da cuscinetti isolanti in grado di assorbire le vibrazioni, impedendo così il loro trasferimento ai pannelli, per di più ricoperti di materiale fonoassorbente, a scoraggiare l'insorgere di onde stazionarie nel cabinet. La potenziale capacità dei woo-

fer di trasmettere energia meccanica al supporto su cui sono montati è stata annullata nei System 442 con l'uso di un secondo woofer, montato sul pannello posteriore. I tecnici inglesi, per minimizzare al massimo le distorsioni, hanno montato questo componente con la bocca rivolta verso l'interno del cabinet, pilotandolo in controfase rispetto al mid-woofer e al tweeter montati sul pannello anteriore. Un filtro passa-basso (6 dB/ottava) limita a 250 Hz l'intervallo coperto dal woofer posteriore, in considerazione del fatto che sono proprio le frequenze più basse la causa dei problemi di maggiore entità. Quelle vibrazioni che anziché raggiungere l'ascoltatore si propagano attraverso il cestello alla struttura del diffusore, vengono esattamente controbilanciate da quelle provenienti dal woofer posteriore, elidendosi, in virtù della opposizione di fase tra i due segnali, a livello della struttura centrale in acciaio su cui entrambi sono rigidamente assicurati. Il risultato finale è quello di aver raggiunto un grado di attenuazione di tutte le vibrazioni parassite fino a oggi impensabile per un diffusore dinamico.

## GLI ALTOPARLANTI

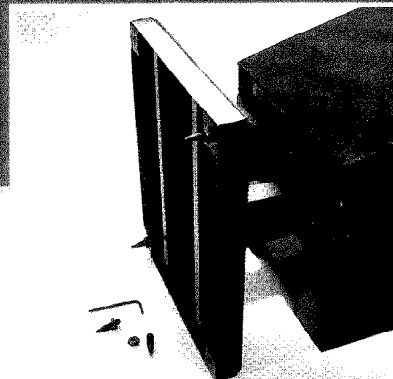
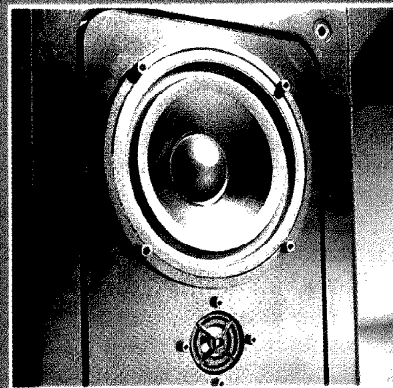
Il mid-woofer e il woofer che equipaggiano i System 442 sono da 17 cm, con la membrana in materiale polimerico assicurata al cestello per mezzo di una sospensione perimetrale in gomma naturale ad alta elasticità. La bobina è realizzata in modo da poter resistere alle alte temperature cui un funzionamento a pieno regime del diffusore la sottoporrebbe; il cestello è in fusione, di una particolare lega di magnesio nota per la sua elevata rigidità. Il tweeter è a cupola di titanio da 2,5 cm, con la bobina raffreddata da ferro fluido nel traferro, il che assicura un'ottima tenuta in potenza di questo componente, la cui frequenza di risonanza fondamentale di «break-up» è di 24,5 kHz. La precisa scelta di tagli meccanici ha consentito l'uso di un filtro crossover minimo, realizzato con componentistica di ottima qualità, saldata su un circuito stampato. La risposta del mid-woofer si attenua sponta-



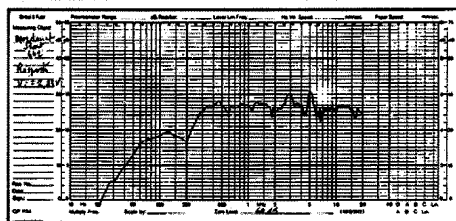
I pannelli laterali formano una cornice profonda 10 cm intorno al pannello posteriore. In alto il woofer «in controfase» fissato alla seconda piastra di alluminio; in basso le 3 coppie di terminali ponticellati che consentono il bi e tri wiring e la bi e tri amplificazione passiva. Il tutto può essere celato da una griglia, facendo passare con discrezione gli eventualmente numerosi cavi attraverso l'intaglio praticato nel bordo inferiore della cornice.

I due altoparlanti anteriori del 442, solidamente avvitati alla robusta piastra di alluminio: il mid-woofer è prodotto dalla stessa Mordaunt-Short mentre il tweeter, situato immediatamente sotto, è fabbricato dalla MB-Electronic.

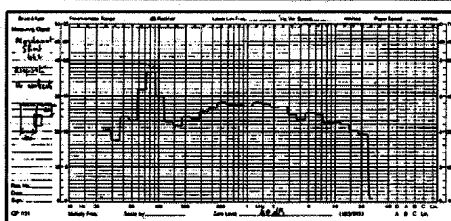
La base del piedistallo è predisposta per il montaggio di 4 aguzzi spikes per ottenere massima stabilità e orizzontalità anche su moquette. Tra i due «pilastri» del telaio, sotto alla cassa, si trova l'apertura di accordo reflex.



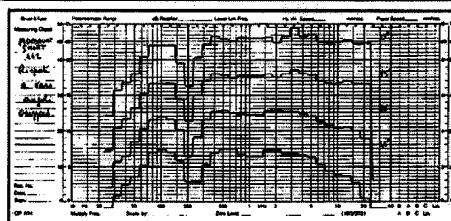
# Mordaunt-Short System 442: le misure



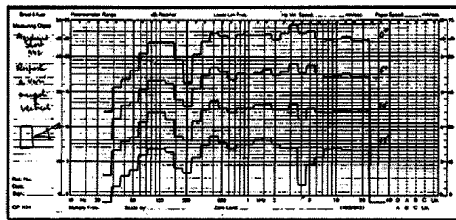
Risposta in camera anecoica.



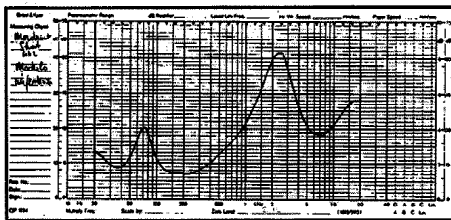
Risposta in ambiente.



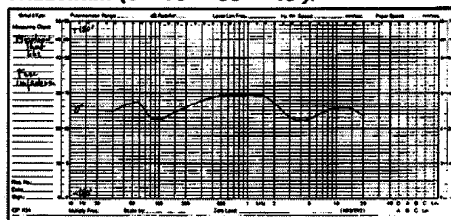
Risposte a 1/3 ottava su vari angoli orizzontali (0 - 15° - 30° - 45°).



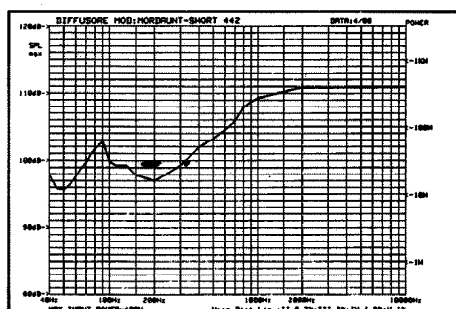
Risposte a 1/3 ottava su vari angoli verticali (0 - 5° - 10° - 15°).



Modulo impedenza.



Argomento impedenza.



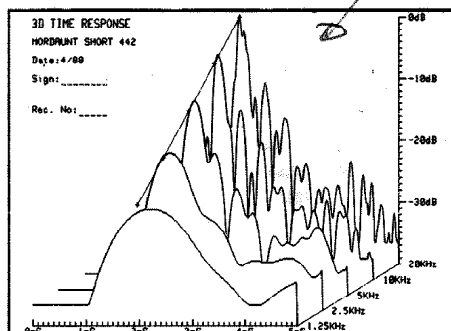
PIM

Coefficiente d'extracorrente  $K_{18}$  2,2 a 110 Hz.

Valore massimo di distorsione per diff. di frequenza (90 dB SPL medio) 0,79% a 3 kHz.

## COMMENTO

L'andamento non lineare alle basse frequenze della curva di pressione in camera anecoica è diretta conseguenza del fatto che, in un ambiente assolutamente non riflettente, viene a mancare il contributo del woofer posteriore. Buona l'estensione e la linearità ad entrambi gli estremi della risposta in ambiente, che mostra un sensibile rinforzo delle basse frequenze per effetto della vicinanza di superfici riflettenti. Sostanzialmente buona la dispersione per angoli verticali, mentre la dispersione a terzi di ottava per angoli orizzontali manifesta sensibili attenuazioni per angoli estremi. Modulo e fase dell'impedenza che, sebbene non regolatissimi, non dovrebbero creare eccessivi problemi nell'abbinamento con l'amplificatore, tenuto conto che anche il coefficiente di extracorrente ha un valore piuttosto contenuto. PIM sostanzialmente buona e TR da manuale, con un'emissione coerente in tutto l'intervallo di prova. L'efficienza un po' bassa consiglia l'uso dei 442 con amplificatori generosi.



3D TR

Efficienza 2,83 V → 84,8 dB.

neamente al di sopra dei 5 kHz con una pendenza iniziale di 6 dB/ottava; il filtro pass-alto del tweeter ha, invece, una pendenza di 12 dB/ottava.

Per evitare che un sovraccarico possa danneggiare uno qualsiasi degli altoparlanti, i System 442 sono dotati dall'esclusivo circuito di protezione POSITEC, che impiega particolari elementi resistivi il cui valore aumenta repentinamente al di sopra di una determinata temperatura; questa a sua volta dipende dall'intensità della corrente che circola nella bobina degli altoparlanti e dal suo tempo di permanenza nel circuito. Per la connessione di questi diffusori all'amplificatore, sono presenti, nel pannello posteriore, tre coppie di connettori in grado di accogliere cavi di grossa sezione. Ognuna di esse corrisponde ad un altoparlante e alla relativa rete di filtraggio e normalmente sono collegate tra loro in parallelo per mezzo di apposite barrette di rame. La loro rimozione permette ai 442 di essere pilotati o da tre coppie di cavi collegati al medesimo amplificatore, configurazione questa definita dal costruttore «star earthing», oppure da tre finali separati, in multi-amplificazione passiva. Sebbene i vantaggi relativi alla prima configurazione non siano

poi così evidenti, quelli legati alla seconda sono riconducibili all'alleggerimento del lavoro richiesto a ciascun amplificatore sia in termini di potenza da erogare che di complessità di carico.

## L'ASCOLTO

Per valutare la qualità del suono riprodotto

## IMPRESSIONI D'ASCOLTO

Il tratto più immediatamente evidente dei Mordaunt Short 442 è un bilanciamento tonale centrato sui medio-alti che conferisce grande «apertura» all'emissione sonora e notevole presenza alle immagini virtuali, senza però mai eccedere in aggressività. Forse perché accompagnata da medio-bassi generosi, tale «brillantezza» non inasprisce il suono e tende solo ad ipercaratterizzare leggermente i connotati timbrici dei vari strumenti, senza snaturarli, e rendendoli anzi più facilmente distinguibili; ne consegue un'impressione di elevata selettività. Le voci femminili, ad esempio, restano dolci anche ad alti livelli acustici, e solo alcuni strumenti già di per sé stessi molto ricchi di medio-acuti, quali il clavicembalo e gli ottoni, diventano alla lunga un po' affaticanti.

La gamma media appare attenuata rispetto a quelle adiacenti, e ciò va probabilmente a detrimento

dai Mordaunt-Short, è stato utilizzato esclusivamente software digitale (giraCD Pioneer PD91) con segnale processato in analogico da un amplificatore di potenza medio-alta (Pioneer A91D; CD direct). Questa scelta è stata dettata dall'esigenza sia di apprezzare il comportamento dei diffusori in presenza di segnali ad alta dinamica, sia per rientrare in

della trasparenza che, quantunque di alto grado, potrebbe essere ancora migliore. Anche l'estremo-acuto risulta un po' coperto dall'ottava immediatamente inferiore, riducendo l'estensione apparente. I contrasti dinamici ai livelli sonori medi e bassi sono molto vivaci, mentre agli alti livelli si assiste ad una moderata compressione dei picchi, accompagnata da cenni di perdita di controllo.

L'emissione spuria delle pareti della cassa è davvero eccezionalmente ridotta, dimostrando l'efficacia dell'originale soluzione di disaccoppiamento elastico adottata; la definizione sonora è in effetti eccellente, ma non superiore a quella di altri (ottimi) diffusori i cui pannelli vibrano molto di più: ciò avvalorava l'ipotesi che i limiti in tale prestazione vengano imposti prevalentemente dalle caratteristiche degli altoparlanti.

Nel complesso, un suono dinamico e seducente, magari un po' gignone ma fondamentalmente onesto.

S.R.

## I SEGRETI DEL 442

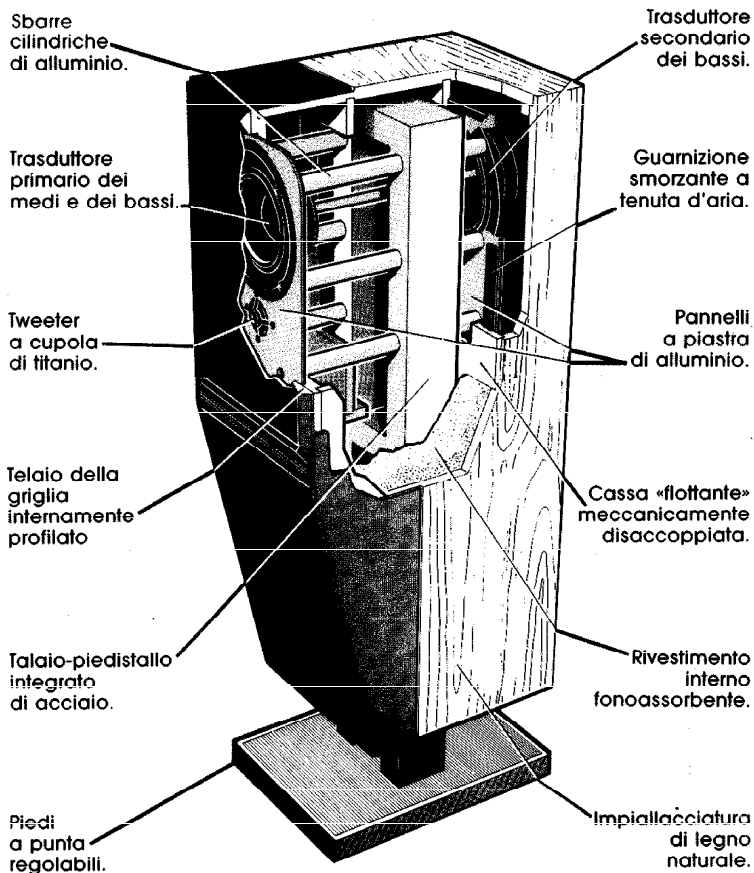
Questo spaccato mette in evidenza la complessa ed inedita struttura del System 442. I cestelli degli altoparlanti sono avvitati a due piastre di alluminio (una anteriore ed una posteriore) spesse 4 mm, fissate per mezzo di 6 barre di alluminio da 18 mm Ø ad un «pilastro» verticale in lega di acciaio; questo è a sezione tubolare rettangolare, a forma di 8, con pareti da 2 mm di spessore, ed è fuso in un sol pezzo con il piedistallo, nel quale possono essere avvitati gli spikes. Inoltre i magneti dei due woofer sono resi ancor più solidali da una settima sbarra che li fissa reciprocamente. La cassa è totalmente autonoma: poggia sul pilastro di sostegno ma resta meccanicamente disaccoppiata da esso (e quindi dai trasduttori) per mezzo dell'interposizione di guarnizione elastiche; è rinforzata da due «cornici» interne e rivestita con uno spesso strato di fibre sintetiche acusticamente assorbenti, mentre agli elementi metallici sono stati applicati rivestimenti bituminosi smorzanti.

Tutte queste soluzioni costruttive altamente innovatrici concorrono ad ottenere quattro ordini di vantaggi: 1°) la configurazione in push-pull dei woofer riduce la distorsione di trasduzione, specialmente nelle componenti di ordine pari; 2°) la maggior parte dell'energia trasmessa dagli altoparlanti ai cestelli non si trasforma in vibrazioni perché neutralizzata dall'opposizione di fase degli equipaggi mobili dei due woofer; 3°) i piccoli residui di vibrazioni generate vengono scaricati direttamente a terra attraverso un circuito meccanico che per la prima volta al mondo è interamente metallico, realizzando (almeno in teoria) una stabilità posizionale dei trasduttori senza precedenti; 4°) i suddetti residui di vibrazione meccaniche non si trasmettono, se non in percentuali irrisorie, alla cassa, e quindi non possono essere irradiati nell'ambiente dai pannelli di questa.

Naturalmente la cassa può comunque essere sollecitata dai trasduttori per via acustica, ma tale percorso è ostacolato dal rivestimento fonoassorbente e dalla forma inferiormente rastremata, che contrasta la formazione di onde stazionarie.

Veramente molto ben pensato!

S.R.



una situazione intermedia, in termini di potenza, rispetto alle specifiche del costruttore. Molto buono il suono del pianoforte riprodotto dai System 442, anche in quei passaggi che, per dinamica dell'incisione e velocità di esecuzione, risultano particolarmente impegnativi. Granitica l'immagine di questo strumento, che rimane sempre nitido e al centro della scena, in buona evidenza rispetto agli sfondi. Buona in generale la riproduzione di tutti gli strumenti; particolare brillante il suono di fiati e violini. Pieni d'orchestra resi con il dovuto corpo, sebbene la scena sonora appaia poco dilatata e si abbia la sensazione di una certa mancanza di definizione nella riproduzione di organo e timpani. Di tutto rispetto la ricostruzione delle varie geometrie musicali, con gli strumenti in primo piano sempre in ottima evidenza rispetto agli sfondi, che rimangono sempre nitidissimi per quel che riguarda fiati e archi, presentando qualche sfocatura nella riproduzione di quegli strumenti destinati a coprire la gamma più bassa dello spettro audio. A questo proposito, comunque, occorre fare una necessaria precisazione. Come è possibile rilevare dalla risposta in camera anecoica, la linearità alle basse frequenze è fortemente influenzata dall'emissione del driver posteriore; pertanto, il suono di questi diffusori è estremamente sensibile al posizionamento in ambiente. I lievi difetti riscontrati nel suono dei System 442 sono quindi annullabili semplicemente

ottimizzando l'interfacciamento con l'ambiente d'ascolto. Tornando alla nostra prova d'ascolto, è il caso di sottolineare l'estrema piacevolezza del suono del contrabbasso, riprodotto dai 442 in tutta la sua corposità, nel rispetto di coloriture e tonalità, nonché dei tempi di attacco e di sustain delle note, Onesto il loro comportamento con la musica rock, con bassi potenti e frenati, limitati in solidità solo in alcuni passaggi veramente impegnativi (bisogna tenere presente le contenute dimensioni del woofer). Le medio-alte e altissime necessitano di una precisazione: pur non potendosi certo definire dei diffusori aggressivi, i System 442 manifestano, con questo genere musicale, una certa irruenza nei confronti di chi ascolta, in virtù della marcata direttività del tweeter lungo l'asse di emissione del diffusore. La naturale attenuazione nella riproduzione dei medio-alti a seguito di un ascolto fuori dall'asse di emissione, restituisce il giusto equilibrio timbrico, a questi diffusori, rendendoli sicuramente più piacevoli e meno stancanti.

In sostanza, pertanto, i System 442 restituiscono un fronte sonoro decisamente voluminoso, benché non particolarmente ampio, con una ricostruzione fedele e precisa delle geometrie musicali. Eventuali incertezze o sfocature nella riproduzione degli sfondi sono superabili curando con particolare attenzione il loro inserimento nell'ambiente d'ascolto, operazione questa, che consente di ot-

timizzare la resa con qualsiasi genere musicale, permettendoci così di affermare che lo scopo dei progettisti di realizzare un diffusore, la cui caratteristica saliente fosse la neutralità timbrica, è stato raggiunto.

Mauro Giustini

### In breve il test dei Mordaunt-Short System 442

**ESTETICA:** Design decisamente fuori dall'ordinario ma estremamente piacevole grazie anche alla presenza dello stand che «alleggerisce» l'insieme. **9**

**COSTRUZIONE:** Assolutamente all'avanguardia per livello di ingegnerizzazione e qualità dei materiali. **10**

**PRESTAZIONI:** Misure sostanzialmente di buon livello. **8**

**ASCOLTO:** Molto sensibile al posizionamento in ambiente, il suono è caratterizzato dalla neutralità timbrica di questi diffusori, che si adattano di buon grado a riprodurre tutti i generi musicali. **9**

**PREZZO:** Ci aspettavamo di più, considerando la formidabile complessità costruttiva e il listino in Gran Bretagna! **9**