

Prima di parlare di Casse Acustiche è necessario definire la differenza che esiste tra **rumore** e **suono**.

Il **rumore** è composto da frequenze acustiche **non armoniche** che risultano sgradevoli al nostro orecchio, viceversa il **suono** è composto da frequenze acustiche **armoniche** che risultano molto gradevoli al nostro orecchio.

I rumori e i suoni si propagano nell'aria ad una velocità di circa **340 metri al secondo** e possono essere facilmente **riflessi** quando incontrano una parete o un ostacolo posto ad una distanza che possiamo calcolare con la formula:

$$\text{centimetri} = (340 : \text{Hz}) \times 100$$

Una frequenza di **200 Hz** viene riflessa quando in-

Se le frequenze **riflesse** giungono al nostro orecchio **in fase** con quelle emesse dall'altoparlante si **rinforzano**, mentre se giungono in **opposizione** di fase si **attenuano**.

Proprio a causa di queste **riflessioni**, quando si ascolta una persona che parla in un ambiente molto ampio, come ad esempio in una cattedrale, difficilmente si riescono ad udire dei suoni molto nitidi.

Per emettere un **suono** acustico un altoparlante fa vibrare la membrana di cui è formato causando uno spostamento delle **molecole** d'aria senza provocare delle correnti d'aria, come invece fanno ad esempio le pale di un ventilatore.

Quando la membrana dell'altoparlante si sposta in

Poiché le Casse Acustiche assumono un ruolo di prima importanza in un impianto di alta fedeltà riteniamo opportuno non solo spiegarvi la differenza che esiste tra un tipo Chiuso ed un Bass-Reflex, ma anche fornirvi tutte le misure necessarie per poterle costruire da voi.

CASSE ACUSTICHE

contra un ostacolo posto ad una distanza di:

$$(340 : 200) \times 100 = 170 \text{ centimetri}$$

oppure di un suo **multiplo**, cioè a **3,4 - 5,1 - 6,8 metri**.

Una frequenza di **1.000 Hz** viene riflessa quando incontra un ostacolo posto ad una distanza di:

$$(340 : 1.000) \times 100 = 34 \text{ centimetri}$$

oppure di un suo **multiplo**, cioè a **0,68 - 1,02 - 1,36 - 1,70 - 2,04 - 2,38 metri**.

Una frequenza di **3.000 Hz** viene riflessa quando incontra un ostacolo posto ad una distanza di:

$$(340 : 3.000) \times 100 = 11,3 \text{ centimetri}$$

oppure di un suo **multiplo**, cioè a **22,6 - 33,9 - 45,2 - 56,5 centimetri**.



avanti le molecole d'aria vengono **comprese**, quando si sposta all'**indietro** queste molecole vengono **decomprese**.

In base alla velocità delle compressioni e decompressioni si produce un **suono** pari alla frequenza di queste variazioni.

La **fedeltà** di un suono è quindi molto legata all'**ambiente** e alla qualità delle Casse Acustiche.

Un ambiente che produce molte **riflessioni** ci fornirà dei **suoni** poco intelligibili anche se disponiamo del più perfetto amplificatore **Hi-Fi**, ma se in questo ambiente installiamo una buona **Cassa acustica** la fedeltà del suono migliorerà di un **60%**.

Occorre tenere presente che materiali come legno, stoffa, linoleum e plastica essendo **molto assorbenti** non generano onde riflesse.

I materiali come vetro, piastrelle e metallo essendo **poco assorbenti** generano al contrario molte onde **riflesse** che possono creare echi e riverberi.

per l'**HI-FI**

A tutto questo occorre aggiungere che la **sensibilità** del nostro orecchio varia al variare della frequenza ed anche della **pressione molecolare** creata dal movimento della **membrana** dell'altoparlante.

L'orecchio umano percepisce come suoni tutte quelle vibrazioni comprese tra un minimo di **20 Hz** ed un massimo di **20.000 Hz**, ma queste limiti non sono percepibili nello stesso modo da tutte le persone.

Una persona di **20 anni** riesce a percepire tutta la gamma audio da **20 Hz** a **20.000 Hz**, in una persona che ha **30 anni** la gamma auditiva si restringe da **20 Hz** a **15.000 Hz**, mentre chi ha **40 anni** riesce a percepire le sole frequenze comprese tra **20 Hz** e **10.000 Hz** circa.

Se ciò non bastasse va ricordato che la **sensibilità** dell'orecchio umano, indipendentemente dall'età, varia al variare della **frequenza**.

Vale a dire che due suoni aventi la **stessa poten-**



za, ma una diversa frequenza, vengono percepiti dal nostro orecchio con una diversa **intensità** sonora.

Tanto per portare un esempio, con un livello sonoro molto forte il nostro orecchio capta con identica intensità tutte le frequenze comprese tra **500 Hz** e **5.000 Hz** circa e con intensità maggiore le frequenze **superiori** a **6.000 Hz**.

Riducendo il livello sonoro, il nostro orecchio capta con identica intensità tutte le frequenze comprese tra **700 Hz** e **2.000 Hz**, con **maggiore** intensità tutte le frequenze **superiori** a **5.000 Hz** e con **minore** intensità tutte le frequenze **inferiori** a **700 Hz**.

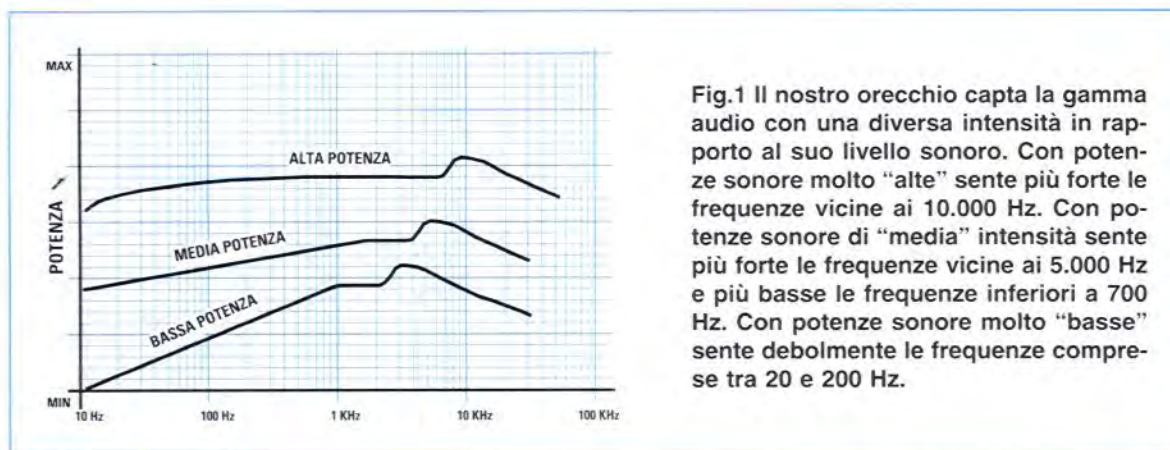


Fig.1 Il nostro orecchio capta la gamma audio con una diversa intensità in rapporto al suo livello sonoro. Con potenze sonore molto "alte" sente più forte le frequenze vicine ai 10.000 Hz. Con potenze sonore di "media" intensità sente più forte le frequenze vicine ai 5.000 Hz e più basse le frequenze inferiori a 700 Hz. Con potenze sonore molto "basse" sente debolmente le frequenze comprese tra 20 e 200 Hz.

Se si riduce ulteriormente la potenza, la **sensibilità** del nostro orecchio diminuisce su tutta la gamma delle frequenze dei **bassi** comprese tra i **20** e i **200 Hz** (vedi fig.1).

Le Casse Acustiche servono per esaltare tutte le **frequenze dei bassi** così da compensare la **non linearità** dell'orecchio umano.

Quindi se si sceglie una Cassa Acustica in grado di riprodurre in modo **lineare** tutta la gamma di frequenze comprese tra i **20 Hz** e i **20.000 Hz**, si ottiene una riproduzione incompleta, perché vengono a mancare al nostro orecchio tutte le frequenze dei **bassi**.

LA SCELTA DELL'ALTOPARLANTE

Gli altoparlanti che devono riprodurre le frequenze dei **bassi**, dei **medi** e degli **acuti** presentano ovviamente esigenze le une opposte alle altre.

Per le frequenze comprese tra i **20 Hz** fino ai **500 Hz** occorrono degli altoparlanti con membrane dal diametro molto grande che si possano muovere nel loro cestello con ampie oscillazioni.

Per le frequenze comprese tra i **500** e i **3.000 Hz**

occorrono dei cono di medie dimensioni, perché le oscillazioni del cono devono risultare molto più veloci.

Per le frequenze comprese oltre i **3.000 Hz** le dimensioni del cono devono risultare molto ridotte, perché devono vibrare molto velocemente per poter riprodurre tutte le frequenze fino a **20.000 Hz**.

Come avrete già intuito da quanto detto fino qui, è abbastanza difficile se non impossibile realizzare un **solo** altoparlante in grado di riprodurre tutta la gamma acustica dei **bassi - medi - acuti**.

Per questo motivo negli impianti **Hi-Fi** si usano **2** o **3 altoparlanti** in grado di riprodurre ciascuno una ristretta gamma di frequenze.

Per quanto riguarda l'altoparlante dei soli **bassi** occorre tenere presente che, avendo un cono di ampie dimensioni, durante il suo funzionamento **comprime** in avanti una notevole quantità di molecole d'aria, ma poiché la sua parte posteriore la decomprime, si verifica, ad una ben determinata frequenza, un fenomeno chiamato **risonanza meccanica**.

In corrispondenza della **risonanza meccanica** au-

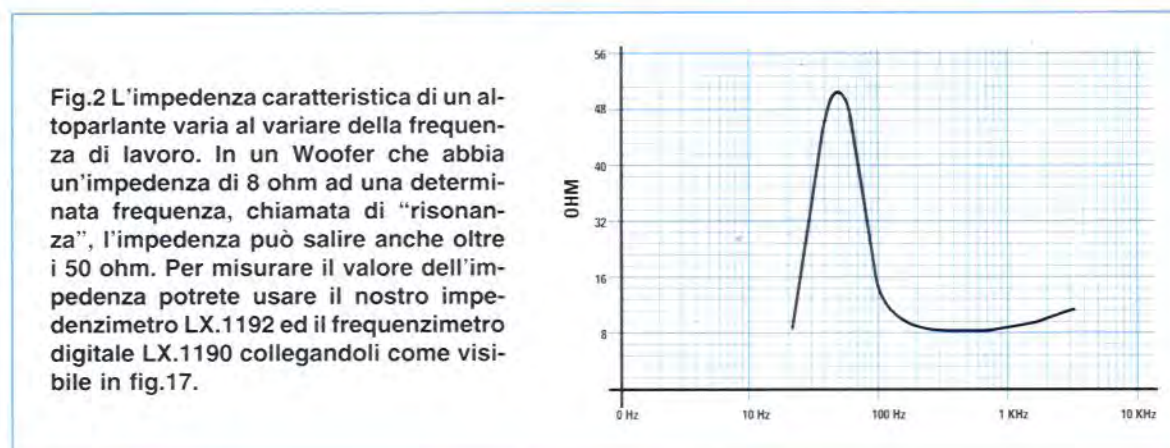


Fig.2 L'impedenza caratteristica di un altoparlante varia al variare della frequenza di lavoro. In un Woofer che abbia un'impedenza di 8 ohm ad una determinata frequenza, chiamata di "risonanza", l'impedenza può salire anche oltre i 50 ohm. Per misurare il valore dell'impedenza potrete usare il nostro impedenzometro LX.1192 ed il frequenzimetro digitale LX.1190 collegandoli come visibile in fig.17.



menta notevolmente il valore dell'**impedenza** della bobina mobile.

Vale a dire che in un altoparlante che ha un'impedenza caratteristica di **8 ohm**, quando il cono entra in **risonanza** l'impedenza sale bruscamente fino ed oltre i **50 ohm** (vedi il grafico fig.2).

Per evitare questo inconveniente, cioè che le molecole **decompresse** annullino quelle **comprese**, occorre racchiudere l'altoparlante dentro una Cassa Acustica.

Questo serve ad evitare che il suono emesso dalla parte **anteriore** del cono venga influenzato da una forza opposta emessa dalla parte **posteriore** del cono (vedi fig.9).

Scegliere un buon altoparlante è più difficile di quanto si possa credere, perché entrando in gioco le **leggi di mercato** non sempre il **prezzo** è indice di **qualità**.

Non è pertanto detto che un altoparlante **molto costoso** fornisca prestazioni superiori ad un altoparlante molto più economico.

Una Casa Costruttrice molto rinomata può permettersi di far lievitare il prezzo dei suoi altoparlanti, ma questo non significa che siano migliori rispetto a quelli forniti da una Casa Costruttrice meno nota che vende ad un prezzo notevolmente inferiore.

Per acquistare un altoparlante bisognerebbe conoscere:

- la **Curva** di risposta audio sulla gamma che l'altoparlante è in grado di riprodurre
- la **Frequenza di risonanza** del solo **Woofers**
- il **volume minimo** che deve avere la Cassa Acustica per ottenere i migliori risultati

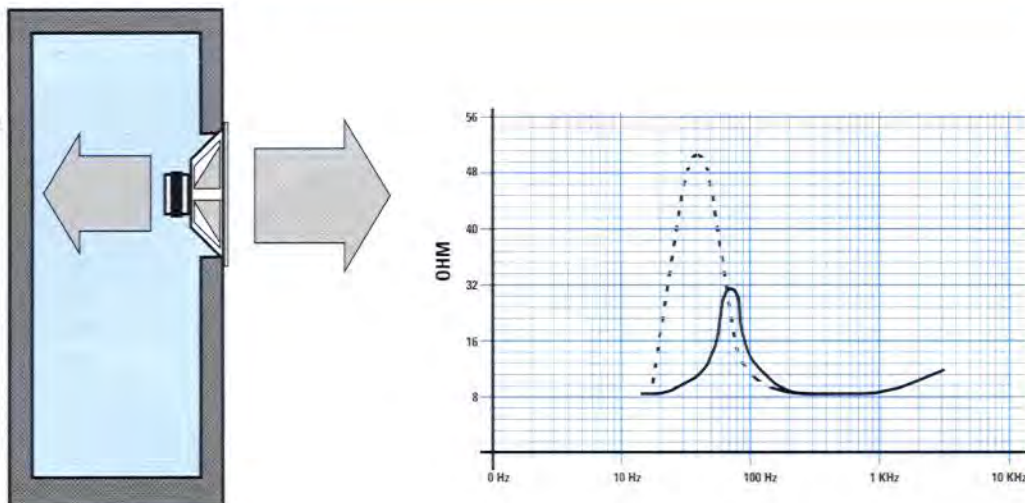


Fig.3 Se ad altoparlante "aperto" abbiamo notato che l'impedenza raggiunge i 50 ohm sui 40 Hertz, inserendolo in una cassa Chiusa la sua frequenza di risonanza si sposterà verso i 70 Hertz, ma la sua impedenza scenderà sotto i 35 ohm.

Sul mercato esistono molti tipi di altoparlanti, denominati a **larga banda - woofer - midrange - tweeter**, che vogliamo esaminare brevemente.

ALTOPARLANTE A LARGA BANDA

Questi altoparlanti hanno in genere un diametro compreso tra i **110** e i **160 mm** e sono in grado di riprodurre tutta la gamma delle frequenze comprese tra i **40 Hz** e i **16.000 Hz**. Riescono cioè a riprodurre quasi tutta la gamma acustica, con esclusione dei **superbassi**.

Se con questi altoparlanti volessimo realizzare una efficiente Cassa Acustica, dovremmo aggiungere un altoparlante **Woofer** in grado di riprodurre le sole frequenze comprese tra i **20 Hz** e i **2.000 Hz**.

ALTOPARLANTE MIDRANGE

Come i precedenti, anche questi altoparlanti hanno un diametro compreso tra i **110** e i **160 mm**, ma sono in grado di riprodurre in modo molto lineare la **sola** gamma delle frequenze **medie** compresa tra i **500 Hz** e i **3.000 Hz**.

A questi altoparlanti, utilizzati per realizzare delle Casse Acustiche a **3 vie**, vanno aggiunti un altoparlante **Woofer** per i **bassi** ed un **Tweeter** per gli **acuti**.

Pochi sanno che un altoparlante **midrange** dovrebbe sempre risultare chiuso sulla parte poste-

riore da un piccolo **involucro metallico** per proteggere il suo **cono** dalla pressione dell'aria, che si forma all'interno della Cassa Acustica quando il **cono** del **Woofer** vibra (vedi fig.13).

Se l'altoparlante **midrange** non risulta **chiuso** dovremo proteggerlo costruendo una scatola di legno che andrà posizionata all'interno della Cassa Acustica.

Come tutti gli altri altoparlanti, il cono del **midrange** è costruito in cartone nella versione **standard**, mentre nella versione **professionale** il suo cono dispone di una **cupola** per renderlo **omnidirezionale**.

Questo tipo di altoparlante è conosciuto anche con il nome di **Dome Midrange**.

ALTOPARLANTE WOOFER

Questi altoparlanti hanno in genere un diametro compreso tra i **110** e i **380 mm** e sono in grado di riprodurre tutta la gamma delle frequenze comprese tra i **15 Hz** e i **1.500 Hz**, cioè le frequenze dei **medi/bassi** e **superbassi**.

Il prezzo di questo altoparlante incide notevolmente sul costo totale di una Cassa Acustica a **3 vie**, ma è assolutamente indispensabile perché senza non è possibile riprodurre fedelmente tutte le note dei **bassi**.

ALTOPARLANTE TWEETER

Questi altoparlanti hanno diametri molto ridotti, compresi tra i **4** e gli **8 cm**, e sono costruiti appositamente per riprodurre tutte le frequenze comprese tra i **2.000** e i **30.000 Hz**.

Le tecnologie per la fabbricazione degli altoparlanti Tweeter sono differenti, perciò possiamo trovare altoparlanti con coni di plastica o metallici, altri piezoelettrici, altri a tromba.

I tipi più comunemente usati sono quelli con **cupola a compressione**, perché sono in grado di espandere il suono in un angolo di **90°**.

Quelli con cono di cartone sono ormai andati in disuso perché troppo direzionali.

IL FILTRO CROSS-OVER

Gli altoparlanti Woofer - Midrange - Tweeter devono essere collegati sull'uscita dell'amplificatore tramite un filtro **Cross-Over** che provveda ad inviare ai 3 altoparlanti la **sola gamma** di frequenza che questi sono in grado di riprodurre.

A tal proposito potremmo consigliare i **Cross-Over** a **2** o a **3 vie** pubblicati sulla rivista **N.139** di Nuova Elettronica.

Quando collegate un **Cross-Over** agli altoparlanti dovete sempre rispettare la polarità **+/-** che risulta riportata sui terminali capicorda dell'altoparlante.

Se non fosse indicata la polarità basta prendere

una pila da **4,5 volt** e collegare i due terminali come visibile in fig.15.

Il terminale **positivo** dell'altoparlante è quello che fa spostare in **avanti** il suo cono quando gli viene collegato il **polo positivo** della pila.

E' necessario che venga rispettata la **fase** degli altoparlanti, altrimenti quando emettono un suono alla stessa frequenza, l'altoparlante del **Canale Destro** si sposterà in **avanti** e quello del **Canale Sinistro** all'indietro.

In questa condizione si ottiene una **riduzione del livello sonoro**, perché la compressione di un **cono** è annullata dalla decompressione dell'altro **cono**.

LE CASSE ACUSTICHE

La Cassa Acustica serve principalmente per eliminare le **onde posteriori** dall'altoparlante che, risultando in **opposizione di fase** con le **onde** emesse dalla parte **anteriore**, tendono ad attenuare il suono emesso.

Le **onde posteriori** che si diffondono e rimangono all'interno del mobile vanno **assorbite** ricoprendo le pareti interne con uno spessore di materiale **assorbente**.

Naturalmente il materiale **assorbente** va applicato solo sulla parete **posteriore**, sui due **laterali** e sulle pareti **superiore** ed **inferiore**, ma **non** sulla parete anteriore, sulla quale risultano fissati gli altoparlanti.

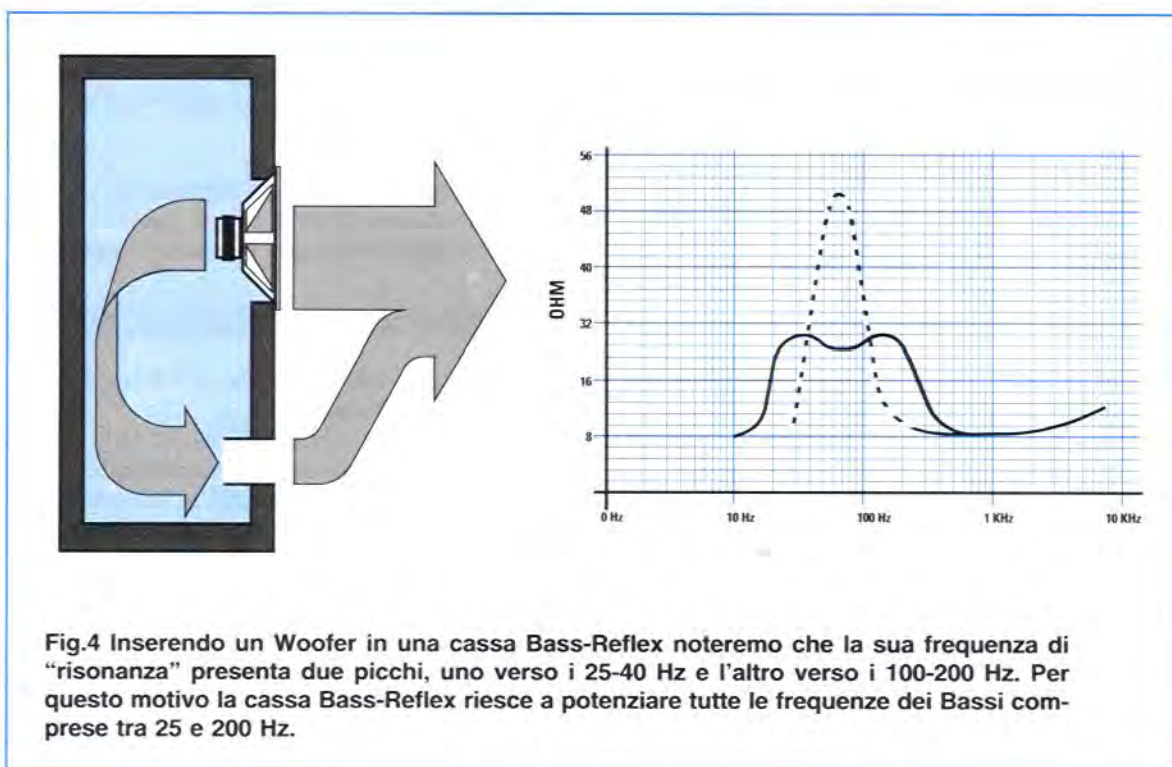


Fig.4 Inserendo un Woofer in una cassa Bass-Reflex noteremo che la sua frequenza di "risonanza" presenta due picchi, uno verso i 25-40 Hz e l'altro verso i 100-200 Hz. Per questo motivo la cassa Bass-Reflex riesce a potenziare tutte le frequenze dei Bassi comprese tra 25 e 200 Hz.

Come materiale assorbente si può utilizzare del comune cotone idrofilo, che potete acquistare in pacchi presso qualsiasi Farmacia o Supermercato, oppure della lana di vetro o altro materiale fonoassorbente equivalente.

Il materiale fonoassorbente deve essere incollato sulle pareti interne con uno spessore di circa **3-4 cm**, in seguito tutto l'interno della cassa deve essere riempito con lo stesso materiale per assorbire al massimo le onde posteriori.

Per la costruzione della Cassa potete usare del truciolato **medium density**, facilmente reperibile negli spessori di **15 - 18 - 20 mm**.

Poiché le poche formule che esistono per calcolare le dimensioni di una Cassa oltre ad essere molto complesse non danno mai validi risultati, si preferisce ricavarle facendo numerose prove pratiche in camere **anecoiche**.

Da queste prove pratiche si è arrivati a stabilire qual è il **volume** interno più appropriato in rapporto al **diametro** dell'altoparlante.

Possedendo questo dato è più facile progettare qualsiasi Cassa Acustica.

Anziché realizzare dei mobili molto **bassi** con basi molto **larghe**, per motivi estetici si preferisce realizzare mobili molto **stretti** ed **alti** che inoltre occupano meno spazio nell'ambiente e consentono anche di collocare i **Tweeter**, che sono molto direzionali, ad una altezza maggiore dal suolo.

FORMA e DIMENSIONI di una CASSA

La **struttura geometrica** della Cassa Acustica non influenza la fedeltà del suono, quindi può avere indifferentemente la forma di un **cubo**, di un **parallelepipedo**, di una **piramide** ecc. anche se la forma più diffusa rimane sempre quella **parallelepipeda**.

In funzione della loro forma vanno comunque rispettate le proporzioni, perché costruendo una **base** molto ridotta per ottenere il **volume** richiesto, si deve necessariamente aumentare l'**altezza**, ma un mobile troppo stretto e molto alto ha un equilibrio instabile e perciò può facilmente rovesciarsi.

Tra le caratteristiche di un altoparlante **Woofers** dovrebbe sempre essere indicato il **volume minimo** e **massimo** interno della Cassa Acustica.

Questo **volume** viene sempre espresso in **litri**.

Per ottenere questa misura è sufficiente moltiplicare la **larghezza** per la **profondità** e per l'**altezza**, espresse in **centimetri**, poi dividere il risultato per **1.000**.

Una Cassa Acustica che dichiara queste misure interne:

Larghezza 6 cm
Profondità 4 cm
Altezza 90 cm

ha un **volume** in **litri** pari a:

(36 x 24 x 90) : 1.000 = 77,76 litri

Nel calcolo **non si deve** mai considerare lo spessore del materiale assorbente, che andrà incollato successivamente sulle pareti interne.

I modelli dei mobili che vi presentiamo sono risultati i più efficienti dalle nostre prove pratiche.

Se avete qualche attrezzo di falegnameria o qualche amico falegname potrete ottenere dei risultati che non vi sareste mai aspettati anche utilizzando altoparlanti di tipo economico.

Non adoperate mai per la realizzazione delle Casse del truciolato con uno spessore inferiore a **15 mm**, perché le pareti potrebbero vibrare.

Per Casse di medie dimensioni potrete usare spessori di **15 - 18 mm**, mentre per Casse di grandi dimensioni conviene usare spessori di **18 - 20 mm** così da renderle più solide e stabili.

I pannelli interni vanno incollati molto bene e stuccati con attenzione per eliminare tutte le fessure che potrebbero far fuoriuscire dell'aria.

Il solo pannello **posteriore**, che si deve aprire per collocare all'interno della Cassa gli altoparlanti ed il filtro **Cross-Over**, può essere fissato con delle viti per legno.

Poiché il truciolato nudo non fornisce un risultato esteticamente apprezzabile, dopo aver collaudato la Cassa potrete verniciarla del colore desiderato.

CASSA CHIUSA

In fig.3 vi presentiamo il disegno di una Cassa Acustica di tipo **chiuso**.

La massa d'aria racchiusa all'interno della Cassa ha una propria **frequenza** di **risonanza** che aumenta quanto più si riduce il suo **volume interno**. Quindi un altoparlante per **medi/bassi** che in **aria** ha una frequenza di **risonanza** di **40 Hz**, una volta inserito in una Cassa Acustica, che ha un suo **volume**, porterà la sua frequenza di **risonanza** sui **50 - 70 Hz**.

Se il **volume** interno è esagerato non si ottiene un sufficiente **smorzamento** delle vibrazioni emesse dal cono e ciò potrebbe provocare delle distorsioni d'intermodulazione.

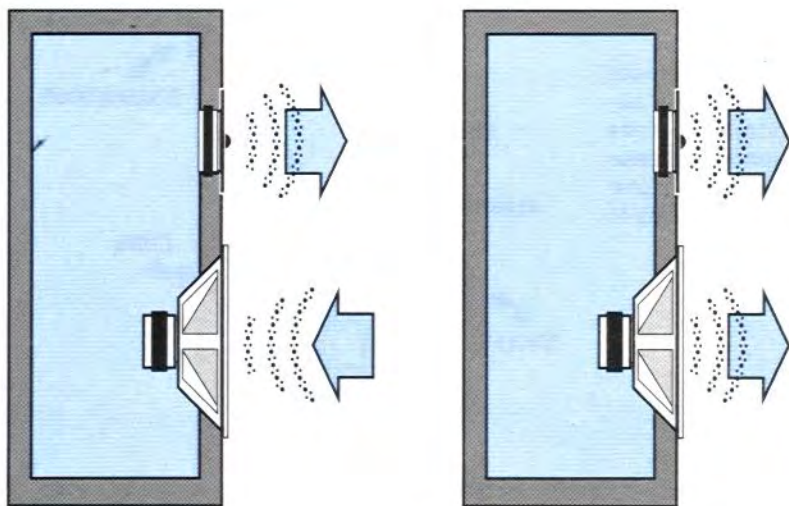


Fig.5 I coni degli altoparlanti inseriti in una cassa acustica devono "entrambi" fuoriuscire in presenza di un segnale positivo e rientrare in presenza di un segnale negativo.

Fig.6 In un impianto Stereo dobbiamo controllare se i coni degli altoparlanti di entrambe le casse fuoriescono in presenza di un segnale positivo e rientrano in presenza di un segnale negativo. Se i coni di una cassa sono in opposizione di fase rispetto agli altri il suono si "attenuerà".

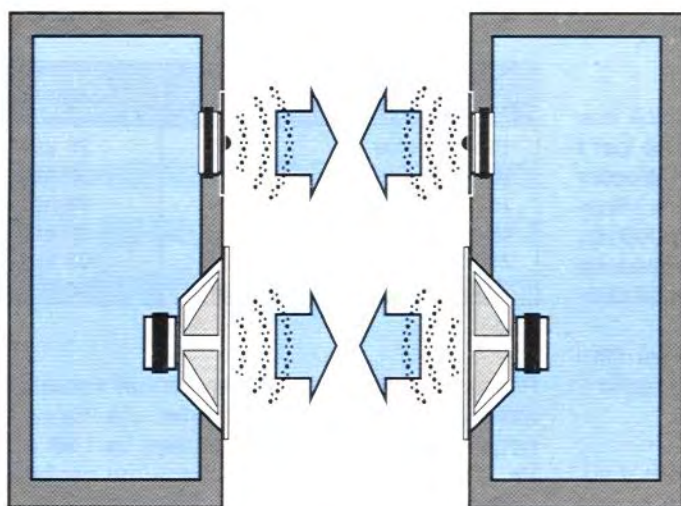
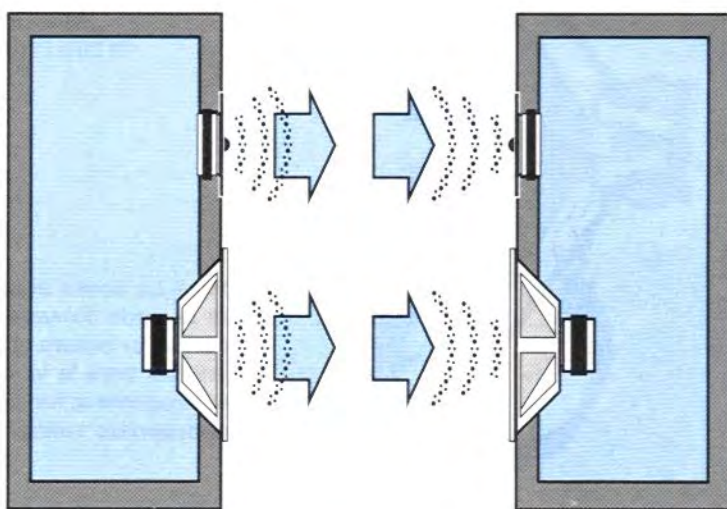


Fig.7 Quando i coni degli altoparlanti inseriti nelle due casse sono in fase noteremo un aumento della potenza sonora. Per appurarlo basta effettuare una semplice prova invertendo i due fili d'ingresso di una "sola" cassa. Noteremo subito ad orecchio la differenza che esiste tra due casse in fase e due casse sfasate.

Fig.8 Quando il cono di un altoparlante inizia a vibrare, fa uscire sulla parte anteriore e su quella posteriore delle onde sonore. Poiché le onde sonore emesse dal lato posteriore sono in opposizione di fase con quelle anteriori, si attenua la potenza del suono.

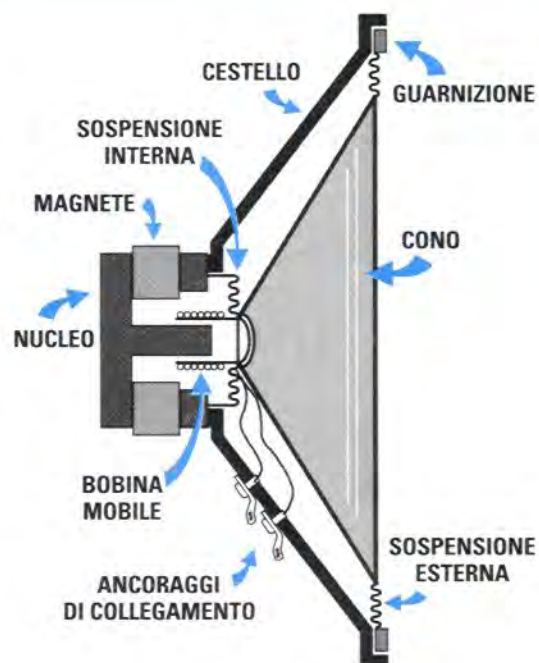
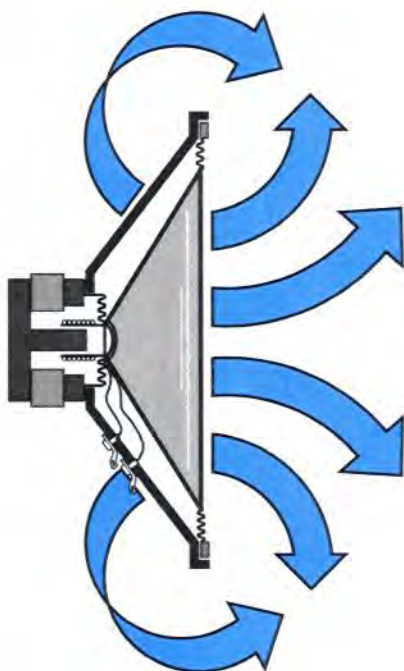


Fig.9 La cassa acustica serve per eliminare le onde emesse dal lato posteriore del cono. Per evitare che l'aria contenuta al suo interno freni le vibrazioni del cono, occorre scegliere in funzione del suo diametro un appropriato volume.

Le Casse Acustiche **chiuse** sono conosciute anche con il nome di casse a **sospensione pneumatica**.

Se realizzate una cassa Chiusa a **2 vie**, cioè con due soli altoparlanti uno per i Bassi ed uno per i Medi/Acuti, vi consigliamo di scegliere un **Woofers** in grado di riprodurre una gamma di frequenze Basse/Medie compresa tra **20-30 Hz** e **2.500-3.000 Hz**, ed un **Tweeter** in grado di riprodurre la gamma dei Medi/Acuti compresi tra **1.500-1.800 Hz** e **18.000-19.000 Hz**.

Con questi altoparlanti potrete utilizzare un filtro **Cross-Over a 2 Vie** con una frequenza di **taglio a 2.000 Hz**.

I dati riportati nella Tabella N.1 vi forniscono il volume interno minimo e massimo in base al diametro dell'altoparlante.

TABELLA N.1

diametro Woofers	volume minimo	volume massimo
110-120 mm	8 litri	25 litri
130-140 mm	15 litri	30 litri
150-160 mm	20 litri	40 litri
180-200 mm	40 litri	70 litri
230-250 mm	70 litri	105 litri
300-380 mm	80 litri	150 litri

Possiamo utilizzare le Casse con un **volume minimo** per gli altoparlanti **Woofers** che hanno una frequenza di **risonanza** compresa tra i **30** e i **40 Hz**, e le Casse con **volume massimo** per gli altoparlanti **Woofers** che hanno una frequenza di **risonanza** compresa tra i **45** e i **60 Hz**.

Questi **volumi** non sono critici, quindi un altoparlante che ha una frequenza di **risonanza** compresa tra i **30** e i **40 Hz** può essere collocato anche nella Cassa con un volume **massimo**.
L'importante è non scendere al di sotto del valore **minimo** e non superare quello **massimo**.

CASSA BASS-REFLEX

Il mobile Bass-Reflex si differenzia dal mobile Chiuso per avere un foro o una finestra sulla parte anteriore (vedi fig.4).

Grazie a questa particolarità si comporta come un filtro di **4° ordine** a **24 dB per ottava**.

Per la presenza di questa **apertura** la pressione frenante dell'aria presente all'interno del mobile risulta **minore** rispetto a quella di una Cassa **Chiusa**.

Poiché l'onda posteriore che fuoriesce da questa apertura è in fase con quella anteriore, l'onda principale si rinforza di circa **4 dB**.

Anche il Bass-Reflex, come tutte le altre Casse Acustiche, serve per rinforzare le sole frequenze dei **bassi** e **medi bassi** e non quelle dei **medi** e **medi alti**.

Poiché il Bass-Reflex esaltando le sole frequenze dei **bassi** potrebbe provocare uno squilibrio sonoro rispetto alle frequenze dei **medi**, se si desidera una risposta acustica sufficientemente lineare con-

verrà scegliere degli altoparlanti **midrange** ad alto rendimento.

Le dimensioni della **finestra** o del **tubo** collocato all'interno di queste casse acustiche non sono casuali, ma devono essere determinate sperimentalmente in modo da ottenere una riduzione delle oscillazioni del **cono** in prossimità della sua frequenza di **risonanza**.

Le dimensioni della **finestra** o del **tubo** vanno calcolate in funzione delle **dimensioni** delle Cassa e della frequenza di **risonanza** dell'altoparlante in aria libera.

Più **bassa** risulta la **frequenza di risonanza** dell'altoparlante in **aria libera**, più **larga** sarà la dimensione della **finestra** o più **lungo** il tubo di accordo. Questa **finestra** o **tubo** viene chiamata **risuonatore di Helmholtz** e poiché molti "esperti" affermano che il nome deriva dalla persona che ha inventato la cassa acustica Bass-Reflex, per dovere di cronaca precisiamo che **Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz** era sì un fisico tedesco che s'interessava di elettricità, meteorologia, matematica e della propagazione del suono, ma vissuto negli anni **1821 - 1894**, quindi non poteva sapere che cos'era una Cassa Acustica o l'**Hi-Fi**.

Questo fisico scoprì che se si facevano vibrare le molecole dell'aria contenute all'interno di un grosso recipiente provvisto di un **condotto d'uscita**, questo entrava in **risonanza** rinforzando l'intensità sonora delle frequenze su cui risultava accordato.



Fig.10 La cassa acustica Chiusa viene anche chiamata a Sospensione Pneumatica.

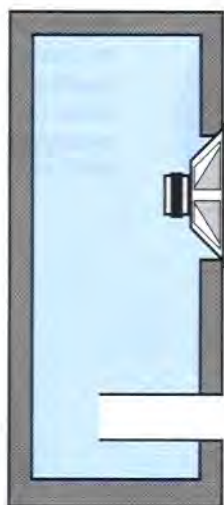


Fig.11 La cassa acustica Bass-Reflex dispone di una apertura che dovrete tarare.

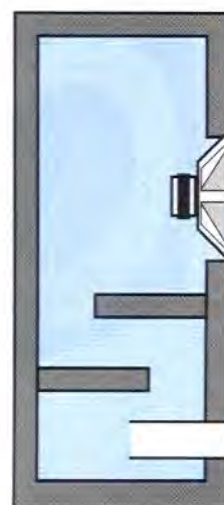


Fig.12 Tipo di cassa acustica a Labirinto. I due o più pannelli interni vanno tarati.

Si tenga presente che questo fenomeno avviene solo per le frequenze inferiori a **500 Hz** e non per quelle superiori.

Un vantaggio che presenta il Bass-Reflex è quello di riuscire ad **abbassare** la frequenza di **risonanza** delle membrane dell'altoparlante.

Se abbiamo un altoparlante che in aria libera ha una frequenza di **risonanza** a **60 Hz**, collocandolo dentro una cassa acustica Bass-Reflex la sua frequenza di **risonanza** potrà scendere sui **40 - 30 Hz** aumentando così il **rendimento** dei **super-bassi**. I dati riportati nella Tabella N.2 vi forniscono il volume interno minimo e massimo in base al diametro dell'altoparlante.

TABELLA N.2

diametro Woofers	volume minimo	volume massimo
110-120 mm	15 litri	30 litri
130-140 mm	20 litri	40 litri
150-160 mm	40 litri	70 litri
180-200 mm	60 litri	100 litri
220-250 mm	80 litri	140 litri
300-380 mm	110 litri	200 litri

Confrontando le due tabelle potrete notare che il **volume** in litri di una cassa **Bass-Reflex** è leg-

germente maggiore di una cassa **Chiusa**.

Per le Casse **Bass-Reflex** il **volume** non è critico, quindi se avete un altoparlante **Woofers** del diametro di **130 mm** potrete inserirlo anche in una Cassa che abbia un volume di **20 - 30 - 40 litri**.

IL RISUONATORE di HELMHOLTZ

In tutte le Casse Acustiche **Bass-Reflex** si preferisce utilizzare un **risuonatore di Helmholtz** a **tubo** anziché una **finestra** perché è più facile da realizzare ed anche da tarare.

Vanno bene i **tubi in plastica** utilizzati normalmente per gli scarichi d'acqua nei diametri di **5 - 8 - 10 cm**, che potete trovare presso qualsiasi fornitori di materiali edili.

La **lunghezza** del tubo risuonatore è legata al **volume** interno della Cassa Acustica ed alla **frequenza di risonanza** dell'altoparlante **Woofers**.

Maggiore è il **volume** della Cassa, più **corta** dovrà essere la lunghezza del **tubo**, però **minore** risulta la frequenza di **risonanza** del **Woofers**, più **lunga** deve risultare la sua lunghezza.

Tanto per fare un esempio, in una Cassa Acustica con un **volume** di **60 litri** e con un **Woofers** che ha una frequenza di **risonanza** di **40 Hz** potrebbe servire un **tubo** lungo **7 cm**.

Se nella stessa Cassa applichiamo un **Woofers** che ha una frequenza di **risonanza** di **30 Hz**, il tubo può raggiungere la lunghezza di **16 cm**.



Fig.14 Se volete usare un altoparlante a larga banda come Midrange, dovrete proteggere il suo cono racchiudendo l'altoparlante dentro una piccola cassetta quadrata in legno oppure in metallo.

Fig.13 Gli altoparlanti Midrange da inserire in una Cassa Acustica si riconoscono da quelli a larga banda perché posteriormente sono chiusi da un involucro metallico per proteggere il cono dalla pressione interna della cassa creata dal Woofers.





Fig.15 Per individuare il terminale "positivo" di un altoparlante potete utilizzare una comune pila da 4,5 volt.

Fig.16 Il terminale "positivo" è quello che fa fuoriuscire il cono quando sul suo terminale risulta collegato il "positivo" della pila.



Anche il **diametro** del tubo influisce sulla **lunghezza**, quindi se nella Cassa Acustica da 60 litri dotata di un **Woofers** che ha una frequenza di **risonanza** di 30 Hz con un tubo risonatore del **diametro** di 8 cm occorre una lunghezza di 16 cm, sostituendolo con un tubo del diametro di 5 cm la sua lunghezza si ridurrà a soli 7 cm circa.

Con quanto abbiamo fin qui detto potreste pensare che **tarare** questo **tubo** sia molto difficoltoso, ma se continuate a leggere scoprirete che in realtà è molto più semplice di quanto si potrebbe supporre.

CASSA BASS-REFLEX a LABIRINTO

Il mobile a Labirinto si differenzia dal normale Bass-Reflex per avere dei pannelli interni (vedi fig.12) che fanno compiere all'onda posteriore un cammino tortuoso prima di uscire dal **risonatore di Helmholtz**.

La lunghezza del labirinto deve essere calcolata in modo che risuoni sulla frequenza più bassa che si vuole esaltare (30 - 35 Hz).

Questo tipo di Cassa Acustica è molto difficoltosa da mettere a punto, perché se il labirinto non è ben calcolato si ottengono dei **bassi** molto cavernosi. Se non siete disposti ad affrontare un lungo lavoro per modificare le dimensioni e la distanza dei pannelli interni, è meglio che abbandoniate questa impresa: si corre infatti il rischio di lavorare molto per ottenere un risultato inferiore da quello prodotto da un normale Bass-Reflex.

MEGLIO una CASSA CHIUSA o un BASS-REFLEX?

Come ormai avrete appreso leggendo questo articolo, le casse acustiche più idonee che un hobbista può costruire sono le **Cassa Chiuse** ed i normali **Bass-Reflex**.

Ognuna di queste Casse presenta dei vantaggi e degli inconvenienti, perciò non si può affermare in assoluto che una sia meglio dell'altra, anche perché nella scelta influiscono le preferenze personali.

Vi sono audiofili che preferiscono le **Casse Chiuse** ed altri che preferiscono i **Bass-Reflex**.

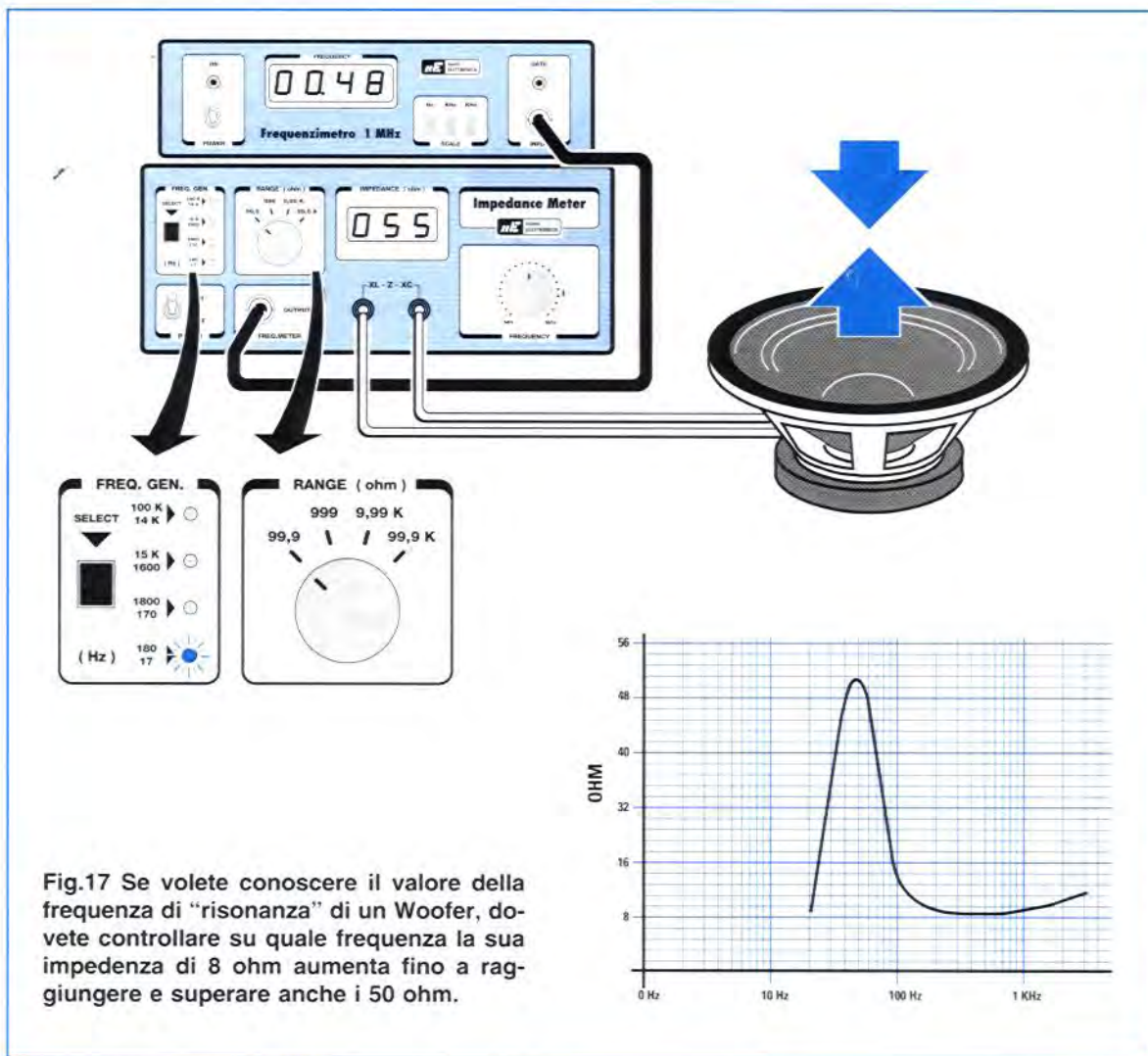
Le **Casse Chiuse** sono molto più semplici da costruire, perché non hanno nessun **risonatore di Helmholtz** da tarare.

Con gli amplificatori di media ed elevata potenza la **Cassa Chiusa** permette di ottenere un suono molto più equilibrato di **bassi - medi e acuti**.

Se avete un amplificatore poco potente con le **Casse Chiuse** noterete una carenza di **bassi**, perché come già abbiamo accennato, a **parità** di potenza il nostro orecchio percepisce i **suoni bassi** con un livello minore rispetto ai **suoni medi**.

In questi casi è meglio scegliere una cassa acustica **Bass-Reflex** perché esalta maggiormente le frequenze dei **bassi**.

Anche con un amplificatore di media ed elevata potenza potete scegliere una cassa acustica **Bass-**



Reflex per avere dei **bassi** più potenti. Poiché in queste casse occorre tarare il **risuonatore di Helmholtz** in modo da **esaltare** per il suo massimo le frequenze dei **bassi**, ora vi spieghiamo come dovete procedere.

TARATURA del RISUONATORE a TUBO

Per trovare l'esatta lunghezza del **tubo** da utilizzare per una Cassa Acustica tipo **Bass-Reflex** occorrono questi due soli strumenti:

- Il **frequenzimetro digitale LX.1190** pubblicato nella rivista **N.175/176**
- L'**impedenzometro - reattanzimetro LX.1192** pubblicato nella rivista **N.177/178**

Innanzitutto bisogna trovare la frequenza di **risonanza** del nostro **Woofer** e poiché sappiamo che

quando entra in **risonanza** la membrana dell'altoparlante la sua **impedenza caratteristica** sale bruscamente, prendiamo il nostro altoparlante **Woofer** e lo appoggiamo sopra un tavolo rivolgendo la membrana verso l'alto.

Ora colleghiamo l'uscita dell'**impedenzometro** sui terminali dell'altoparlante ed il **frequenzimetro** sul connettore BNC presente sul frontale di questo strumento.

A questo punto pigiamo il pulsante presente nel riquadro **FREQ.GEN** e ruotiamo la manopola presente nel riquadro **RANGE ohm**, quindi molto lentamente ruotiamo la manopola presente nel riquadro **FREQUENCY**.

Se, ad esempio, abbiamo un altoparlante da **8 ohm** noteremo che partendo da **20 Hz** e salendo in frequenza, la sua impedenza salirà bruscamente fino a raggiungere i **50 - 80 ohm** verso le frequenze comprese tra i **30** e i **60 Hz** (il valore dipende dalle caratteristiche dell'altoparlante), poi tenderà a

scendere quando si superano gli **80 - 100 Hz** circa (vedi fig.17).

Il valore di frequenza con cui l'impedenza raggiunge il suo valore **massimo** corrisponde alla frequenza della **risonanza meccanica** della membrana.

Infatti se provate a bloccare la vibrazione della membrana con una mano vedrete l'impedenza scendere nuovamente da **50 - 80 ohm** verso i **9 - 10 ohm**.

Ammetto che l'altoparlante **Woofers** abbia una frequenza di **risonanza** di **65 Hz**, se lo inseriamo dentro una Cassa Acustica di tipo **Chiuso** (vedi fig.3) ed andiamo a misurare nuovamente la sua frequenza di **risonanza** noteremo con stupore che questa è leggermente **umentata**, tanto da portarsi sui **75 - 80 Hz**, ma la sua impedenza caratteristica sarà scesa in aria libera da **50 - 70 ohm** a **25 - 35 ohm**.

Il modello di Cassa Acustica **Chiusa** che fa maggiormente abbassare il valore dell'**impedenza** in corrispondenza della frequenza di **risonanza** è quello che ci permette di **esaltare** maggiormente tutte le frequenze dei **bassi**.

Vi ricordiamo che in una cassa **Chiusa** l'impedenza dell'altoparlante difficilmente scende sotto ad un **50%** del valore che presentava fuori della cassa.

Se eseguiamo la stessa misura in un modello di Cassa Acustica tipo **Bass-Reflex** con un **risuonatore Helmholtz** bene accordato otterremo un grafico quasi simile a quello visibile in fig.4.

In altre parole il valore della sua **impedenza** sarà sceso proprio in corrispondenza della **frequenza di risonanza**.

Per tarare il **tubo** di **Helmholtz** bisogna **accorciarlo** o **allungarlo** in modo da **abbassare** il più possibile il valore dell'impedenza del **Woofers** in cor-

rispondenza del valore che questo presentava in aria libera.

Per trovare la lunghezza più idonea conviene farsi tagliare una serie di tubi di lunghezza decrescente di **1 cm**, poi inserirli uno ad uno nel foro presente sulla parte anteriore del pannello controllando quale di questi riesce a far **abbassare** il più possibile la frequenza di **risonanza**.

Una volta trovata la misura idonea, lo incollerete all'interno del foro con un buon collante.

Nei disegni delle Casse che vi proponiamo troverete anche le dimensioni più idonee che deve avere questo **tubo**, ma se volete ottenere la massima esaltazione sulle frequenze più **basse**, vi consigliamo di provare ad inserire un tubo che risulti più lungo di **1 cm** ed un altro che risulti più corto di **1 cm**, rispetto alle dimensioni che vi forniamo, poi controllate quale dei due fa **umentare** il rendimento sui **super-bassi**.

La lunghezza di questo **tubo** si può trovare anche misurando l'**efficienza** della Cassa come ora vi spiegheremo.

Per controllare l'EFFICIENZA di una CASSA

Se chiedete ad un rivenditore come si possa compiere una misura di **efficienza** questo vi risponderà che occorrono strumenti sofisticati e molto costosi, che solo i Costruttori possono permettersi di acquistare.

Vi dirà inoltre che per fare queste misure occorre una **camera anecoica**, cioè una sala in cui le pareti sono state ricoperte con cunei di materiale assorbente per eliminare tutte le riflessioni ed i riverberi. Ciò che vi dice è vero, ma come voi stessi potrete constatare queste misure si possono effettuare anche con dei semplici strumenti **costruiti** da voi. Le **curve di risposta** che rileverete potranno ser-

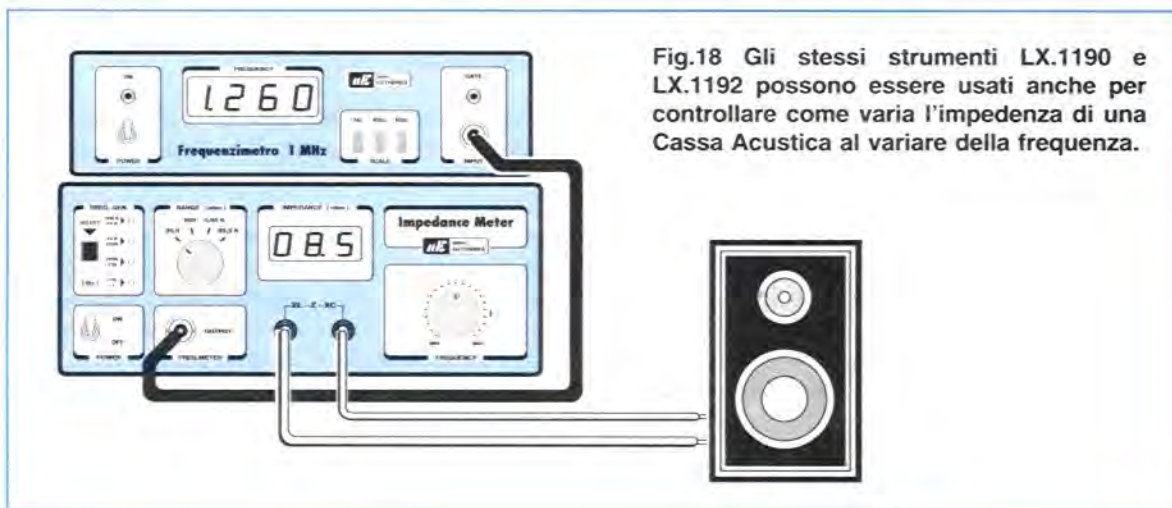


Fig.18 Gli stessi strumenti LX.1190 e LX.1192 possono essere usati anche per controllare come varia l'impedenza di una Cassa Acustica al variare della frequenza.

Fig.19 Se disponete del Fonometro LX.1056 potete controllare il rendimento di una Cassa Acustica collocandolo ad una distanza di 1 metro. Con questo sistema potete conoscere quali frequenze la Cassa Acustica accentua o attenua maggiormente.

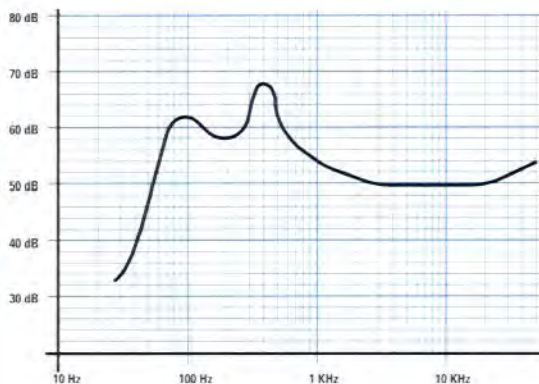
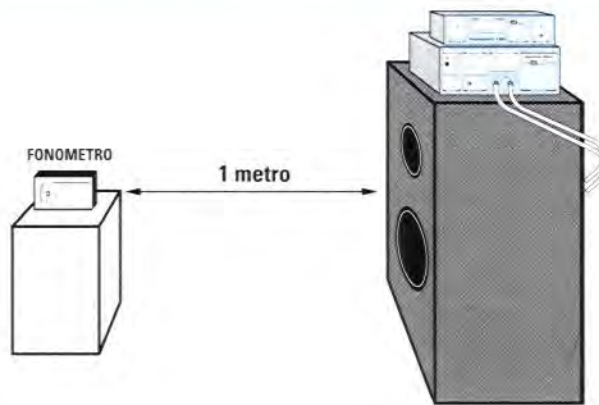


Fig.20 Sulla sinistra del grafico dovete scrivere il valore dei dB riportati di fianco ad ogni diodo led del Fonometro, poi contrassegnare i punti dove si ottiene il massimo ed il minimo segnale sonoro.

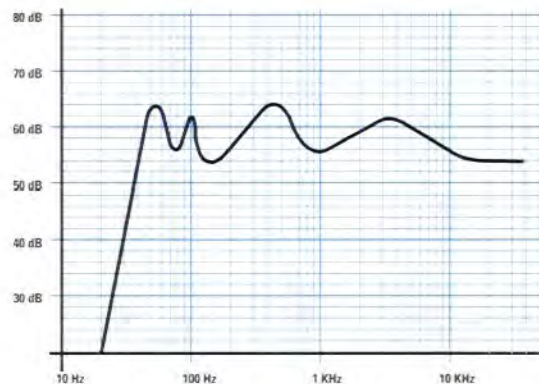


Fig.21 Confrontando due diverse Casse Acustiche noterete delle notevoli differenze. Nel grafico di fig.20 è riportata la curva di un Bass-Reflex, in questo la curva di una cassa Chiusa di media qualità.

vire solo per fare un confronto tra due **diverse** Casse così da stabilire quale delle due esalta maggiormente le frequenze dei **bassi** e se il **cross-over** prescelto non presenta dei **buchi**, cioè non attenua in modo esagerato una **sola frequenza**. Non avendo a disposizione una **camera anecoica**, il microfono capterà anche molte **onde riflesse**, ma di questo non dovete preoccuparvi perché con questa misura sarete già in grado di verificare l'efficienza di una Cassa Acustica rispetto ad un'altra e stabilire se allungando o accorciando la lunghezza del **tubo** si ottiene un **aumento** o una **attenuazione** delle frequenze dei **bassi** e **super-bassi**.

Oltre al **frequenzimetro LX.1190** e all'**impedenziometro LX.1192** per compiere queste misure vi oc-

corre anche il **fonometro LX.1056** pubblicato nella rivista **N.150**.

Nel **fonometro LX.1056** dovete provvisoriamente **cortocircuitare** il pulsante **P1** per non doverlo tenere sempre pigiato durante le misurazioni.

Effettuata questa semplice modifica, ponete il **fonometro** sulla massima **sensibilità** poi collocate-lo ad una distanza di **1 metro** dalla Cassa Acustica cercando possibilmente di posizionarlo ad un'altezza corrispondente al **centro** della Cassa (vedi fig.19).

Collegate i morsetti d'ingresso della Cassa Acustica sul segnale di BF che preleverete dall'**impedenziometro LX.1192**.

Collegate a questo **impedenziometro** il **frequenziometro digitale LX.1190** in modo da leggere la frequenza generata.

Partendo da una frequenza **minima** di **20 Hz** portatevi lentamente verso la frequenza massima dei **20.000 Hz**.

Su un grafico come quello riportato nelle fig.20-21 segnate il **livello sonoro** in **dB** che viene rivelato dall'accensione dei diodi led.

In una Cassa Acustica con un Cross-Over ben progettato potrete ottenere un grafico quasi simile a quella visibile in fig.20, cioè vedrete un punto di **esaltazione** sulla frequenza dei **bassi**, poi una linea più o meno lineare che tenderà ad abbassarsi verso le frequenze degli **acuti** a causa del microfono che capta molte onde **riflesse**.

Una Cassa che non esalta i **bassi** vi darà un grafico come quello riportato in fig.21.

Più alto è il **livello sonoro** che rileverete su tutta la gamma dei **bassi** e dei **medi**, maggiore sarà il **rendimento** della Cassa Acustica.

Inserendo in una Cassa **Bass-Reflex** un tubo di lunghezza idonea nel **fonometro** si accenderà il diodo led corrispondente ad un **livello sonoro** maggiore.

Quando effettuate queste misure dovete chiudere tutte le porte e le finestre della stanza per evitare che il **fonometro** capti il rumore del traffico stradale o quello generato da altre fonti.

Se volete mettere a confronto due Casse, dovete collocarle a turno nella stessa posizione, sempre ad una distanza di **1 metro** dal **fonometro**, perché se una delle due viene collocata ad una distanza inferiore o maggiore la **curva** cambierà per effetto delle **riflessioni**.

Spostando il **fonometro** in avanti o all'indietro troverete delle distanze ben definite in cui l'ampiezza del segnale **aumenta** se le onde riflesse captate dal microfono sono **in fase**, o **diminuisce** se le onde riflesse captate sono in **opposizione** di fase.

Utilizzando questo **fonometro** potrete anche verificare se la posizione della poltrona in cui sedete per l'ascolto e la posizione in cui avete applicato le Casse Acustiche sono le più idonee per captare con la massima intensità le frequenze dei **bassi** e dei **super-bassi**.

A volte basta uno spostamento di soli **50 cm** per ottenere un discreto aumento del livello sonoro.

PER CONCLUDERE

Anche se con questo nostro articolo non vi abbiamo certo fatto diventare super esperti di **Casse Acustiche**, ora sapete che con un costo irrisorio per

poche tavole di legno ed un po' di colla siete in grado di costruire delle **Casse Acustiche** con caratteristiche analoghe se non superiori a quelle commerciali.

Ricordatevi che le **Casse Acustiche** sono molto più importanti dell'amplificatore.

Lo prova il fatto che se al più perfetto amplificatore Hi-Fi colleghiamo delle casse acustiche **scadenti** otterremo un suono di qualità **inferiore** a quello ottenuto da un amplificatore **mediocre** collegato a delle casse acustiche **efficienti**.

Anche la **posizione** prescelta per collocare all'interno di una stanza le vostre Casse è molto importante, infatti se proverete ad avvicinarle o ad allontanarle anche solo di **mezzo metro**, noterete con stupore come varia la **timbrica** e l'effetto **stereo**.

Dovete inoltre sapere che una Cassa appoggiata sul pavimento o posta vicinissima ad un parete rinforza le sole note **basse**.

Se quindi le casse sono poste negli angoli della stanza, tutte le frequenze dei **bassi** vengono ulteriormente rinforzate perché le pareti si comportano come un **riflettore** acustico a forma di **V**.

Se le vostre Casse presentano una **carenza** di **bassi** appoggiatele sul pavimento, se invece queste **esagerano** i **bassi** tanto da creare dei fastidiosi "rimbombi", sollevatele dal pavimento di **20 - 30 cm** con un piedistallo qualsiasi.

Ricordatevi che per ottenere il massimo effetto **stereofonico** le due Casse devono essere collocate alla stessa **altezza** dal suolo e anche ad una **identica distanza** dalle pareti.

Avrete già capito che quanti **scrivono** che per migliorare la **fedeltà** di un suono basta collegare l'amplificatore alle casse acustiche con dei **costosissimi cavi** superdotati, dicono delle **bugie**, perché se avete un amplificatore e delle casse **scadenti** il suono rimarrà tale e quale, cioè **scadente** e questo sarà confermato anche dal **fonometro** se farete la prova riportata in fig.19.

Come già vi abbiamo accennato sulla rivista **N.175/176**, per collegare l'uscita di un amplificatore alle sue Casse Acustiche si potranno usare anche dei **comuni** cavi per impianti elettrici, l'importante è controllare che il diametro del **filo** risulti idoneo a sopportare la corrente che dovrete fargli scorrere.

A coloro che con insistenza ci chiedono quali Casse devono acquistare per i nostri amplificatori, diciamo che per tutti i nostri finali, siano a **valvola**, a **Mosfet** o a **IGBT**, potete scegliere qualsiasi Cassa **Bass-Reflex** a **2** o a **3 vie** da **8 ohm** con un **volume** non inferiore a **30 litri**, in modo che siano in grado di sopportare la **massima potenza** erogabile da questi finali.

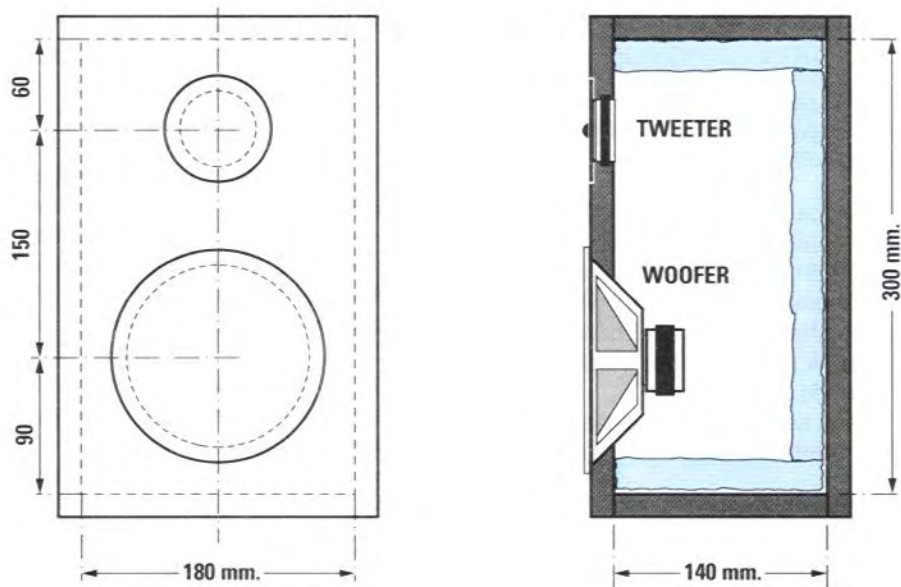
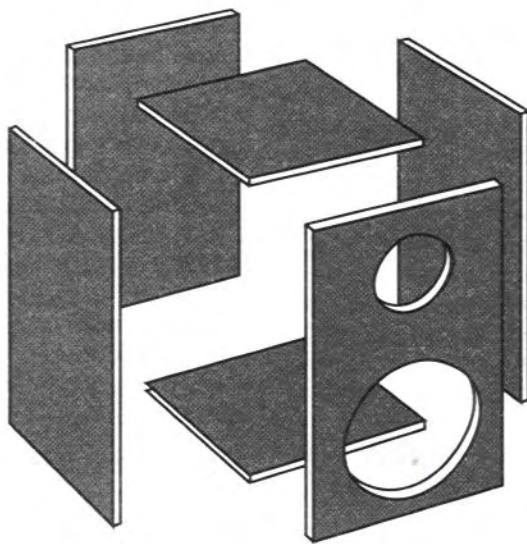


Fig.22 Cassa acustica Mignon da 7,5 litri che potrete usare per potenze non superiori a 10 - 15 Watt. Il materiale fonoassorbente andrà applicato su tutte le pareti interne ESCLUSA la sola parete del pannello frontale. Per questa cassa dovrete scegliere un Tweeter che riesca a riprodurre anche tutte le frequenze dei Medi fino a 1.800 - 2.000 Hz. I fori sul pannello frontale vanno effettuati quando avrete già i due altoparlanti perché non tutti hanno identiche dimensioni.



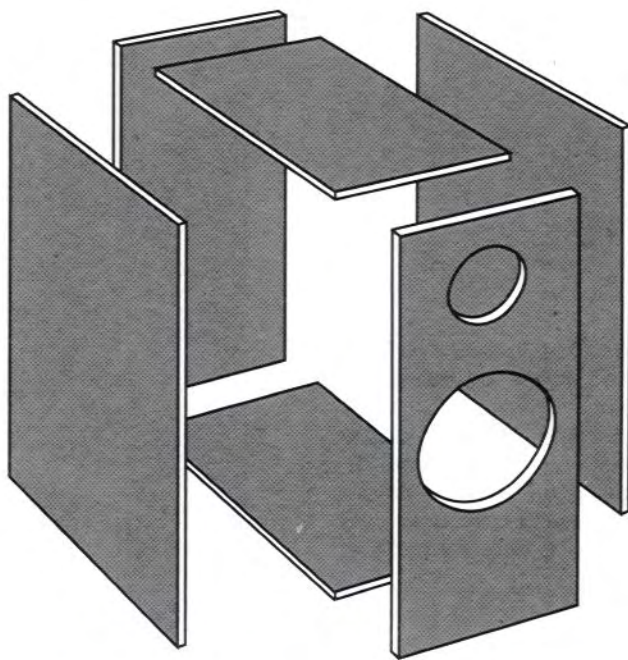
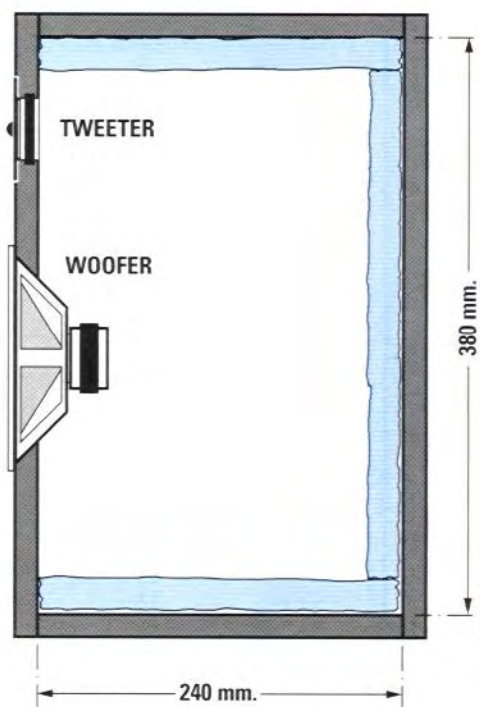
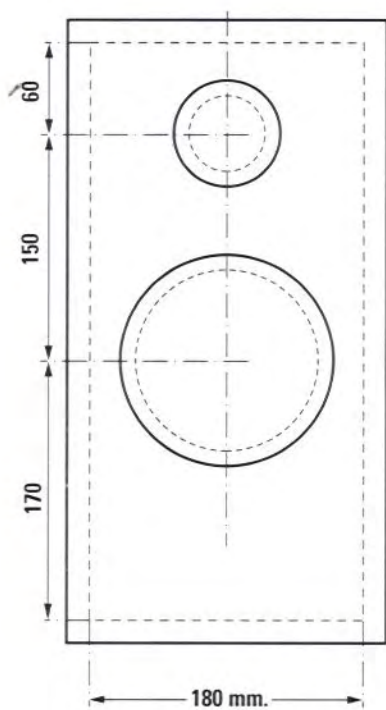


Fig.23 Cassa Acustica da 16 litri che potrete utilizzare per amplificatori con potenze che non risultino maggiori di 20 - 30 Watt. Anche per questa cassa dovrete scegliere un Tweeter che riesca a riprodurre tutte le frequenze comprese tra i 1.800 Hz e i 20.000 Hz.

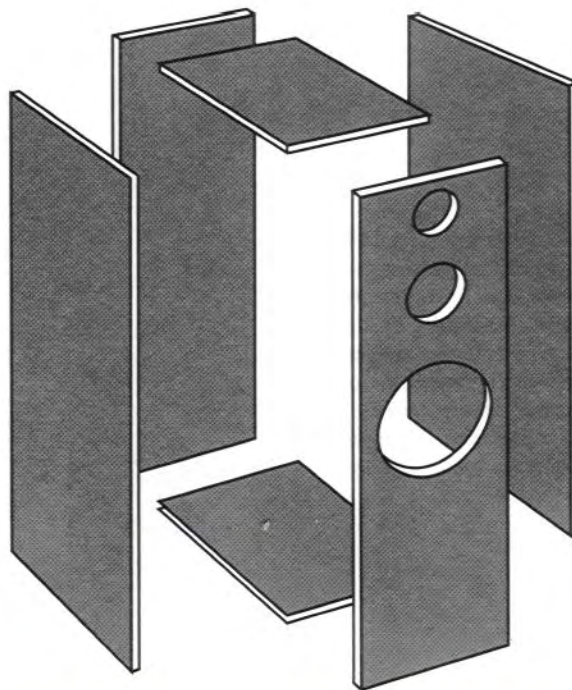
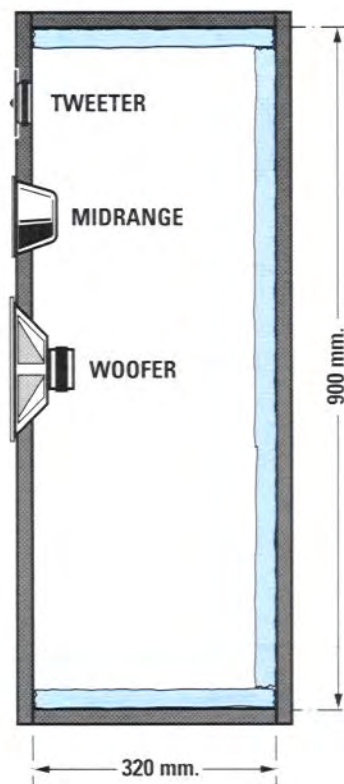
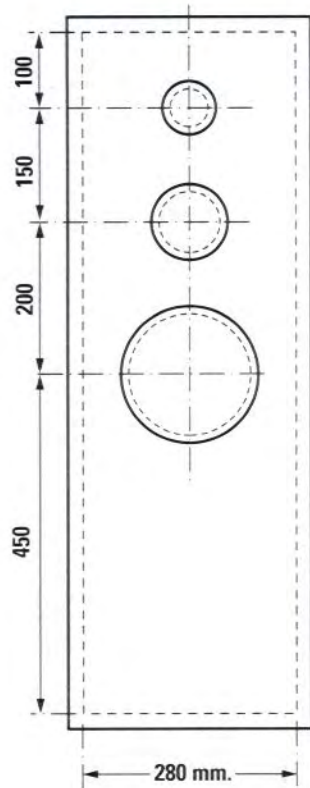


Fig.24 Cassa Acustica da 80 litri che potrete utilizzare per potenze anche superiori a 100 Watt. Poiché si usano tre altoparlanti, un Woofer un Midrange ed un Tweeter, dovrete inserire all'interno della cassa un filtro Cross-Over a 3 Vie.

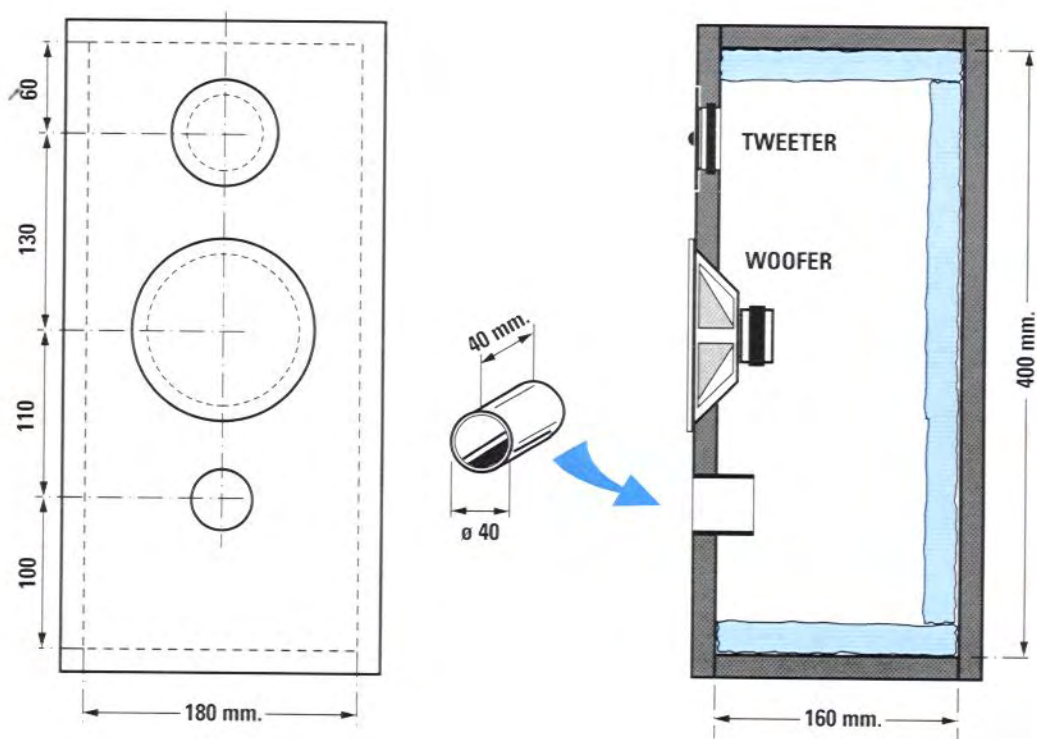
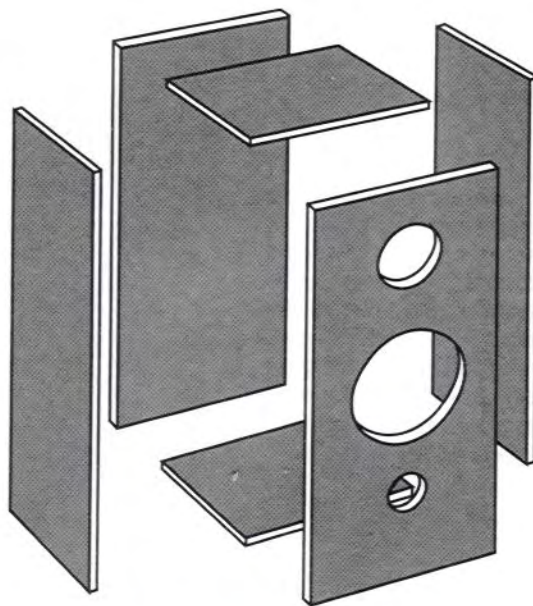


Fig.25 Bass-Reflex Mignon da 11,5 litri che potrete utilizzare per potenze che non superino i 10 - 15 Watt. Per tarare questa cassa dovrete inserire dei tubi lunghi 30 - 40 - 50 - 60 mm, poi dovrete scegliere tra questi quello che farà abbassare al massimo la frequenza di risonanza (vedi fig.4).



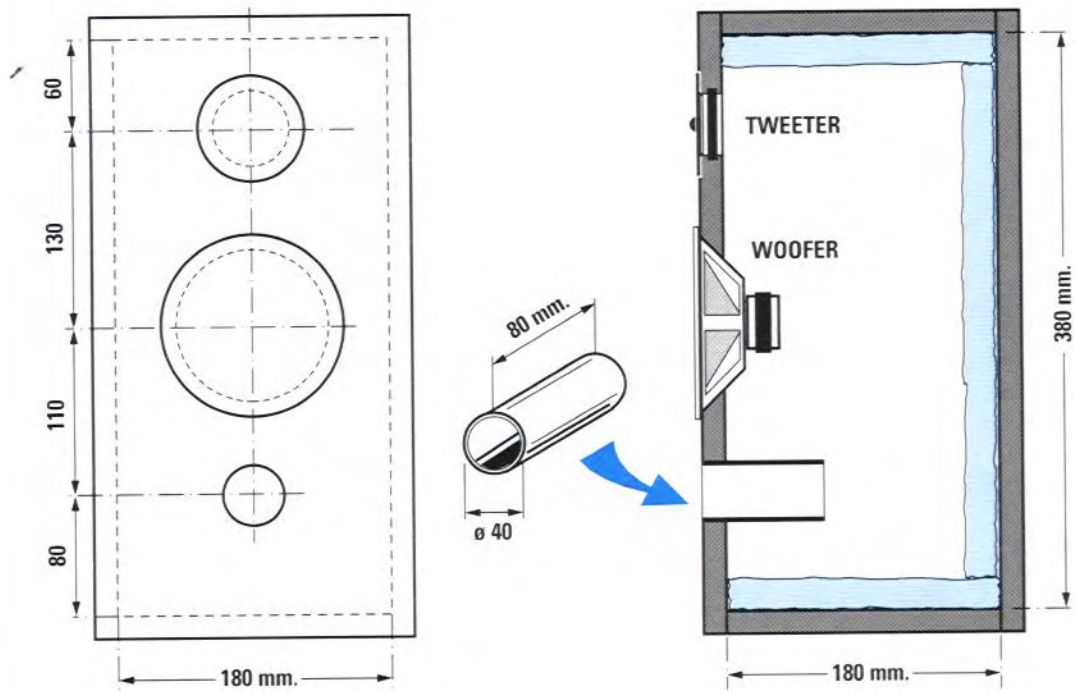
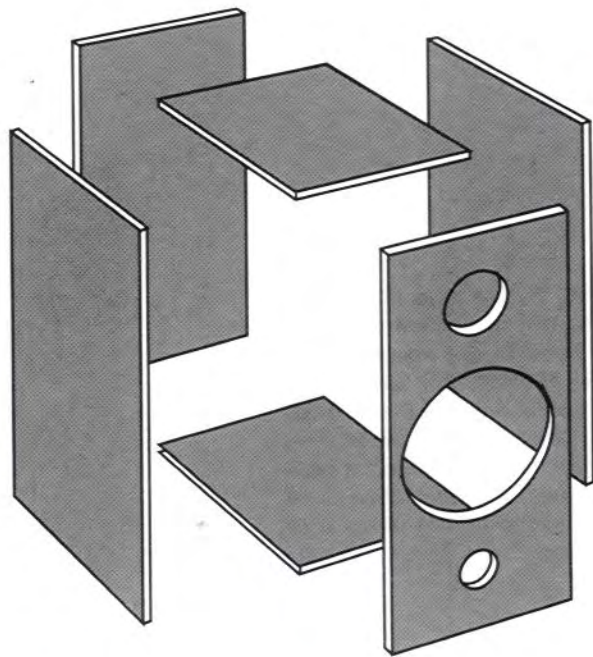


Fig.26 Bass-Reflex Mignon da 12 litri che potrete utilizzare per potenze che non superino i 20 - 25 Watt. Per tarare questa cassa dovrete inserire dei tubi lunghi 60 - 70 - 80 - 90 mm, poi dovrete scegliere tra questi quello che farà ridurre al massimo la frequenza di risonanza (vedi fig.4).



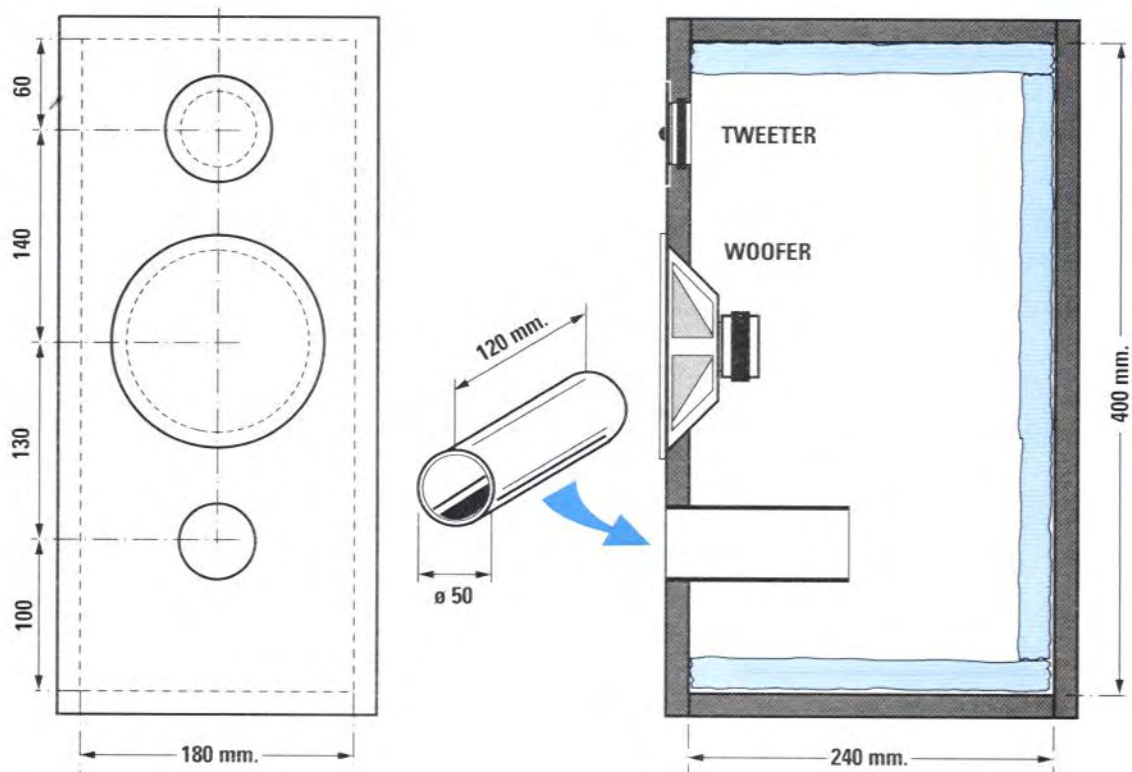
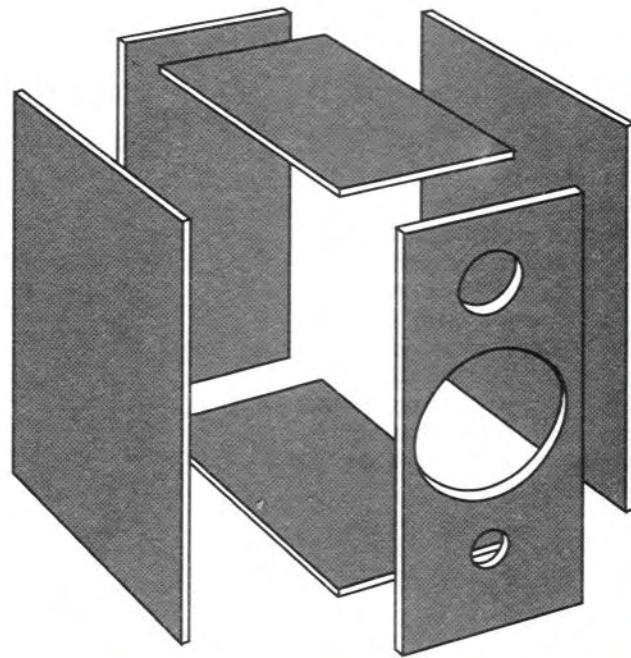


Fig.27 Bass-Reflex da 17 litri che potrete utilizzare per potenze che non superino i 50 Watt. Per tarare questa cassa dovrete inserire dei tubi lunghi 90 - 100 - 110 - 120 mm, poi dovrete scegliere tra questi quello che farà ridurre al massimo la frequenza di risonanza.



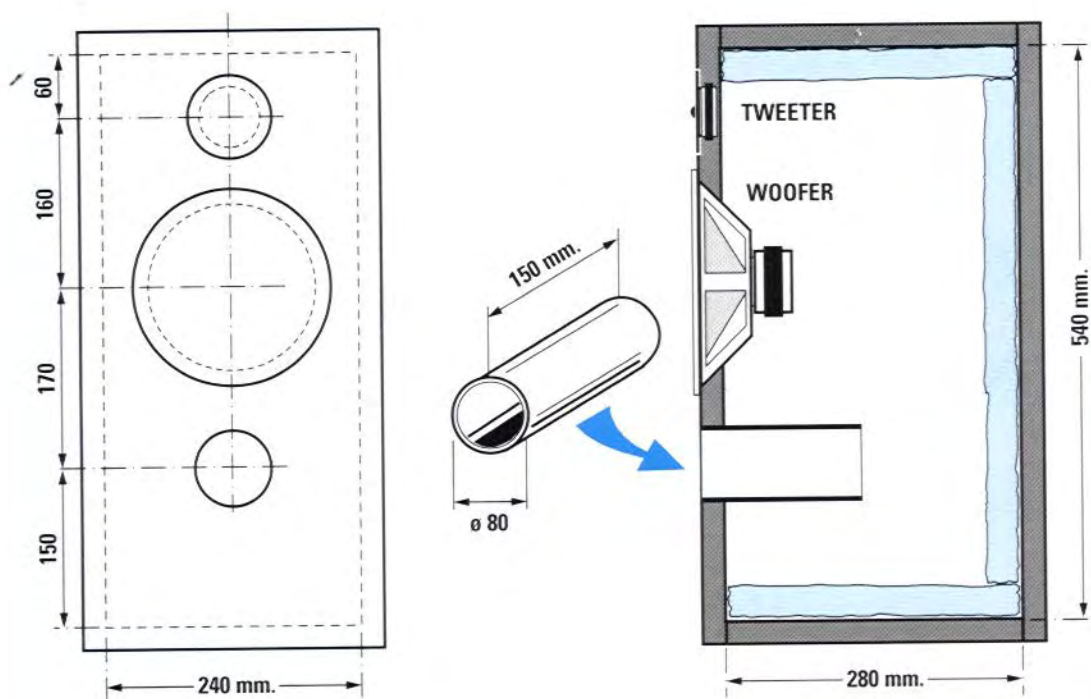
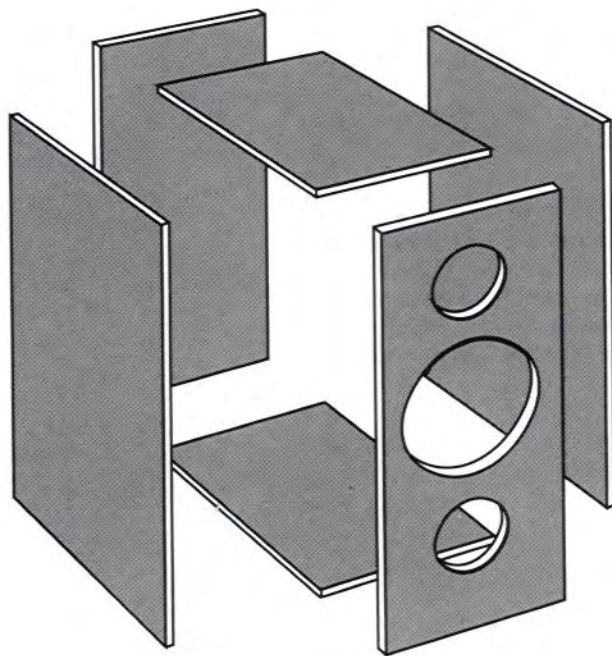


Fig.28 Bass-Reflex da 36 litri che potrete utilizzare per potenze che non superino i 100 Watt. Poiché la lunghezza del tubo dipende dalle caratteristiche del Woofer, dovrete inserire tubi lunghi 130 - 140 - 150 - 160 mm e tra questi scegliere quello che farà ridurre al massimo la sua frequenza di risonanza.



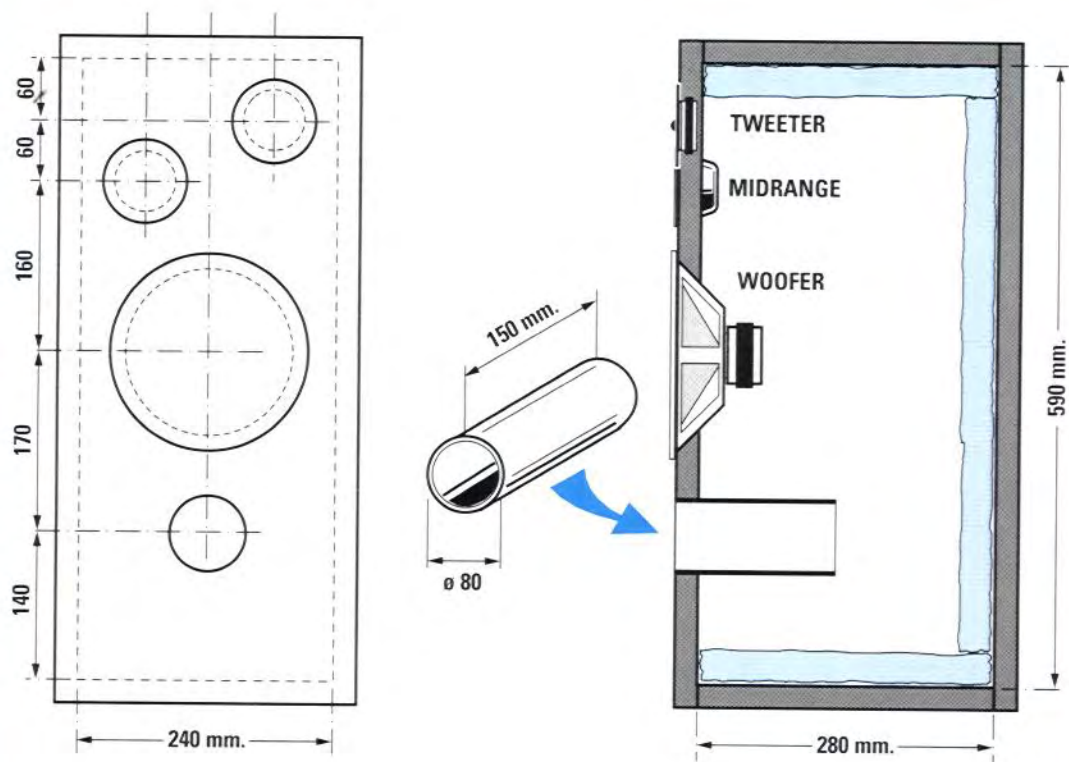
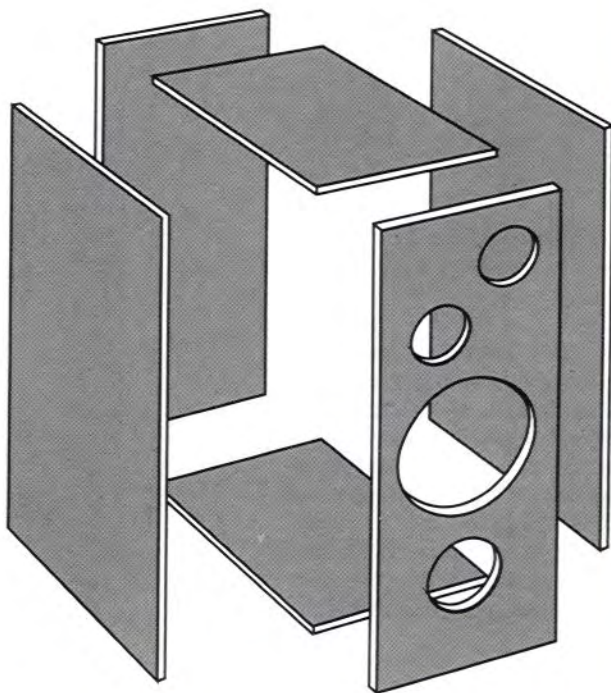


Fig.29 Bass-Reflex da 39 litri a 3 Vie che potrete utilizzare per potenze anche maggiori a 100 Watt. Come già sapete la lunghezza del tubo dipende dalle caratteristiche del Woofer, quindi dovrete inserire dei tubi lunghi 130 - 140 - 150 - 160 mm e tra questi scegliere quello che farà ridurre al massimo la frequenza di risonanza.



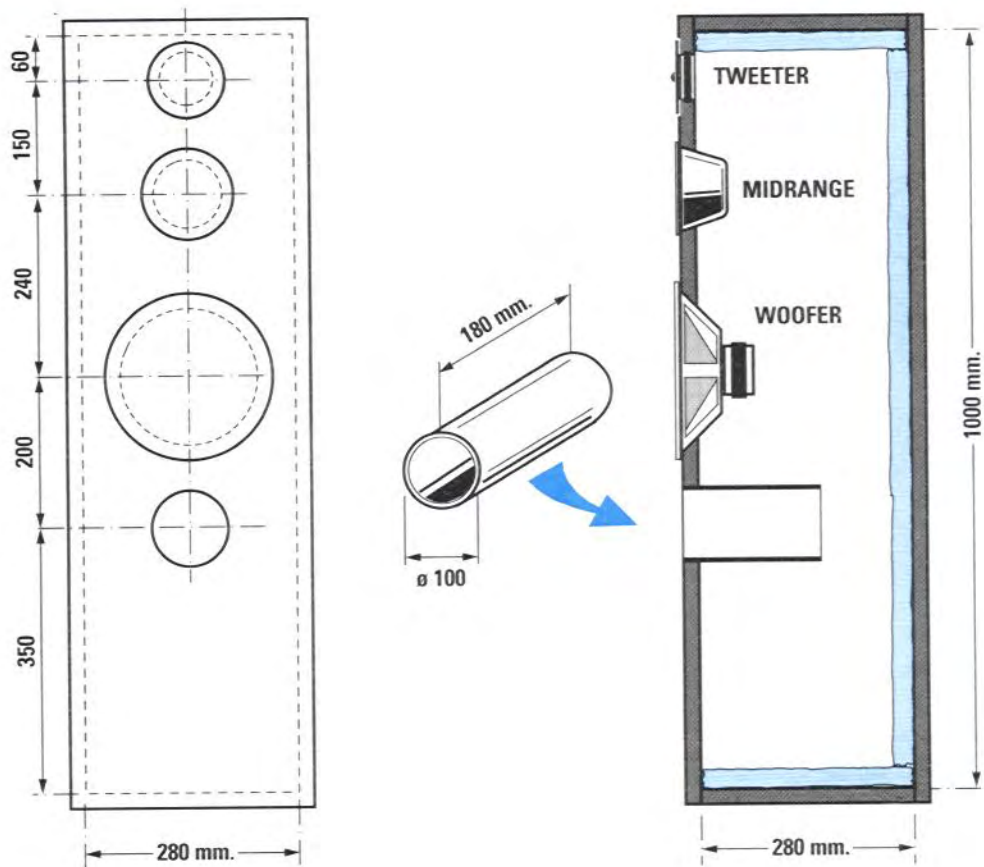


Fig.30 Bass-Reflex professionale da 78 litri a 3 Vie. Poiché la lunghezza del tubo risonatore dipende dalle caratteristiche del Woofer consigliamo di provare tubi lunghi 160 - 170 - 180 - 190 mm e tra questi scegliere quello che farà ridurre al massimo la frequenza di risonanza (vedi fig.4).

