

JBL 2445 J - 2380

Siete stati di recente ad ascoltare un concerto rock di qualche importante gruppo musicale? Avete avuto la fortuna di visitare una discoteca americana o siete entrati in qualche studio di registrazione?

Se la risposta è affermativa siete pronti per leggere insieme a noi i risultati di un sistema JBL per medie ed alte frequenze, avendo una idea precisa del significato di un segnale acustico diretto, non riprodotto su disco o nastro.

Il driver 2445 J è veramente qualcosa di speciale: il diaframma è in titanio mentre la sospensione ha una costruzione originale e brevettata con tante imbutoie radiali a forma di diamanti romboidali. Ciò consente di sfruttare le notevoli proprietà meccaniche del titanio, pur mantenendo ampie possibilità di escursione. Il riasatore centrale ha tre feritoie anulari più una quarta vicinissima alla bobina mobile. Inutile dire che tutta la costruzione è di una esemplare raffinatezza, dalla calotta pressofusa posteriore, all'anello di protezione del grande magnete ceramico. La tromba 2380, molto leggera ed in materiale plastico espanso, è ideale per sistemi compatti. Trattasi di una Biradiale da montare a filo cassa, è molto corta e dopo un tratto iniziale quasi a sezione costante, terminante con feritoia verticale di forma rettangolare, si apre parecchio in senso orizzontale, assai meno in verticale.

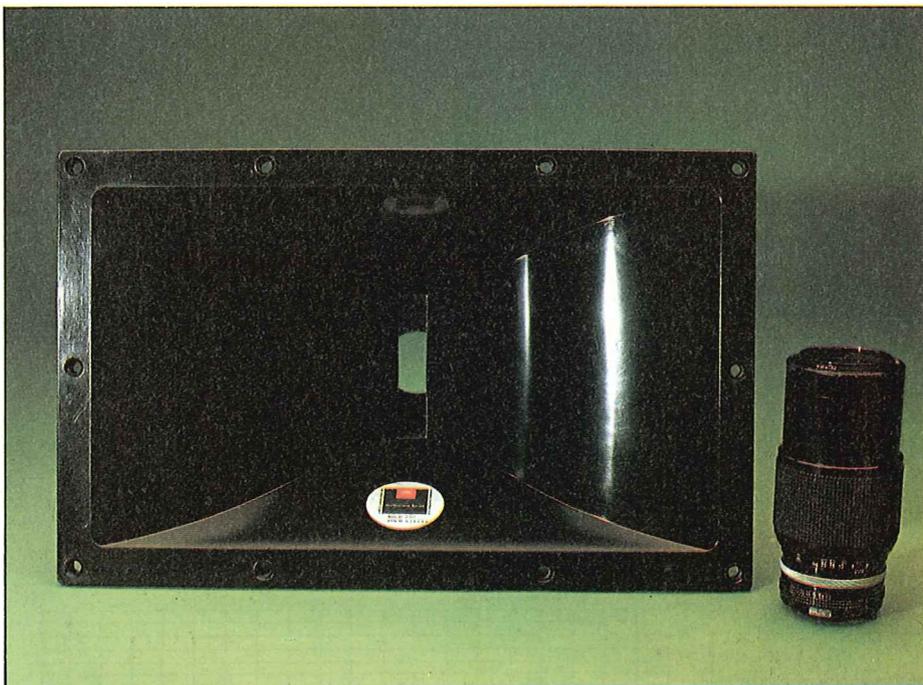
Basta, passiamo alle misure.

Prima la sensibilità notevole come al solito (per JBL): 108,2 dB con un watt di rumore rosa filtrato da 500 Hz a 16.000 Hz! La risposta è compresa entro 5 dB tra 500 e 9 kHz, poi scende dolcemente sulle alte, più bruscamente in basso per il taglio della tromba. Osservate ora la meraviglia delle dispersioni angolari.

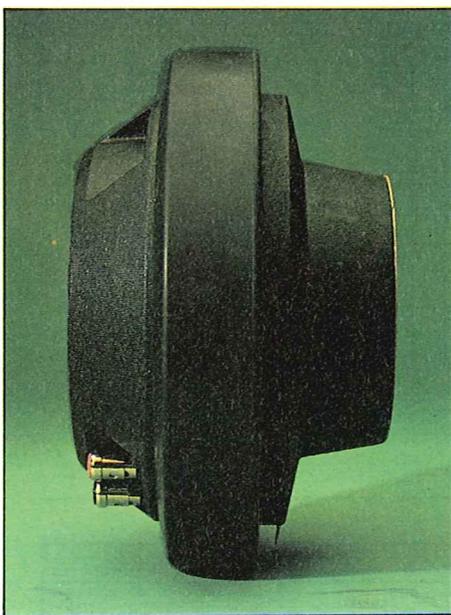
Le risposte su vari angoli sono quasi esattamente parallele tra loro sia in senso orizzontale che verticale. L'angolo di radiazione a -6 dB è di una disarmante costanza in senso orizzontale (100° - 120° tra 600 e 16.000 Hz). Anche la radiazione verticale (più stretta ovviamente) è ancora ben controllata. La massima pressione acustica supera i 124 dB tra 1 e 4 kHz ed è ancora oltre i 120 dB nella gamma di funzionamento. Si tratta in conclusione del miglior sistema di riproduzione per la gamma media e medio-alta dello spettro audio che fino ad ora ci sia capitato di provare. Sensibilissimo, efficientissimo, a radiazione veramente controllata, tiene una potenza notevole ed è destinato a durare per molti anni anche se impiegato al massimo.

Conclusione: una meraviglia!

P.A.



JBL 2445 J - 2380



CHE COSA DICONO

JBL: le trombe biradiali sono studiate con il computer che sviluppa serie di polinomiali per disegnare i contorni del trasduttore.

Rileviamo in particolare la eccezionale dispersione orizzontale che elimina il famoso difetto che tante trombe manifestano in gamma media: la radiazione a fascio ristretto.

Il driver in ferrite A 2445 J impiega una membrana in titanio e non ha problemi di cancellazioni di fase.

Accetta il confronto solo con trasduttori provati nelle stesse condizioni.

Preferiamo lasciare la parola ai test tecnici oggettivi.

Costruttore: JBL Inc., 8300 Balboa Blvd. - CA 91329 Northridge - U.S.A.

Distributore: Linear Italiana, Via Arbe, 50 - 20154 Milano - Tel. 02/68.84.741.

Prezzo: 2445 J L. 1.035.000, 2380 L. 490.000.

CARATTERISTICHE DICHIARATE DAL COSTRUTTORE

JBL

DRIVER A COMPRESSIONE 2445 J

Bocca	49 mm
Impedenza	16 ohm
Potenza	100 W (500 Hz, 12 db/ottava) 150 W (1 kHz, 18 dB/ottava)
Sensibilità	111 dB
Efficienza	25%
Minimo crossover consigliato	500 Hz
Peso	13,6 kg

TROMBA 2380

Tipo	biradiale
Sviluppo	corto
Angolo superiore orizzontale (-6 dB)	100° (+23, -23) 500 ÷ 16000 Hz
Angolo superiore verticale (-6 dB)	40° (+11, -11) 2000 ÷ 16000 Hz
Fattore di direttività 10,7	1 k ÷ 16 kHz
Indice di direttività 10,3 dB	1 K ÷ 16 kHz
Minima frequenza di impiego	400 Hz
Minima frequenza di taglio	500 Hz
Sensibilità	112 dB
Peso	4,6 kg

JBL 2445J/2380

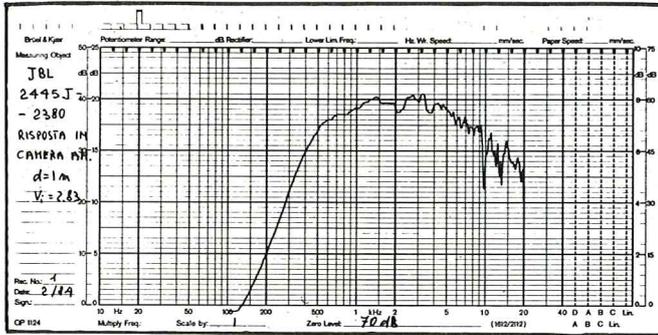
Matricola:
Risultati delle misure eseguite nei
laboratori dell'Istituto Alta Fedeltà.



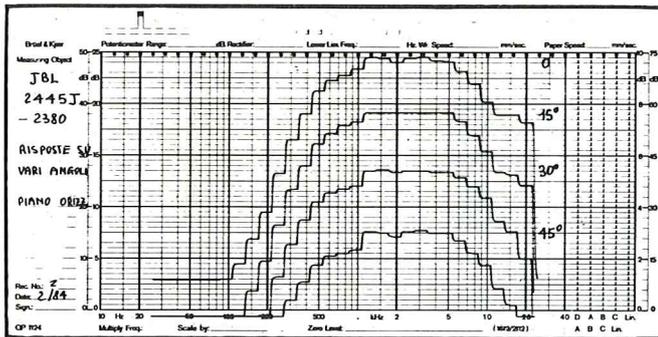
1 - Efficienza

Pac media a 1 metro con 2,83 volt all'ingresso Rumore rosa: 108,2 dB

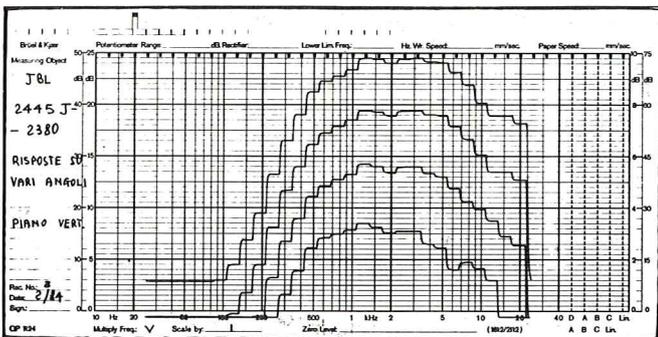
2 - Risposta in frequenza



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

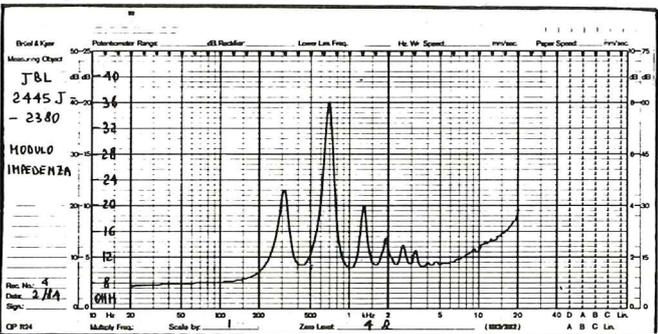


2b - In camera anecoica. Risposta in frequenza con rumore rosa filtrato a terzi d'ottava per varie angolazioni rispetto al microfono. Piano orizzontale



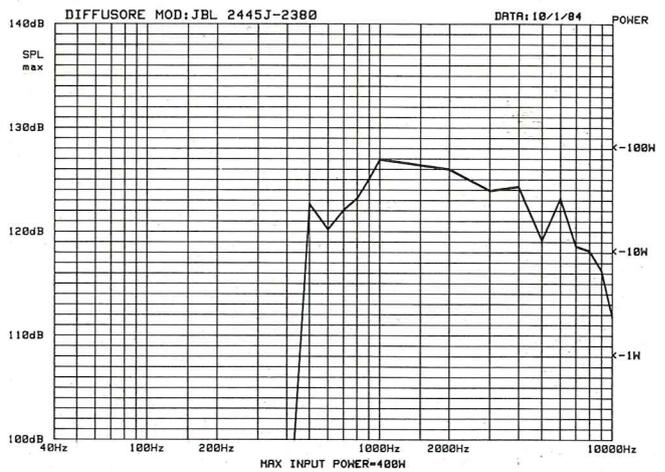
2c - In camera anecoica. Risposta in frequenza con rumore rosa filtrato a terzi d'ottava per varie angolazioni rispetto al microfono. Piano verticale.

3 - Impedenza



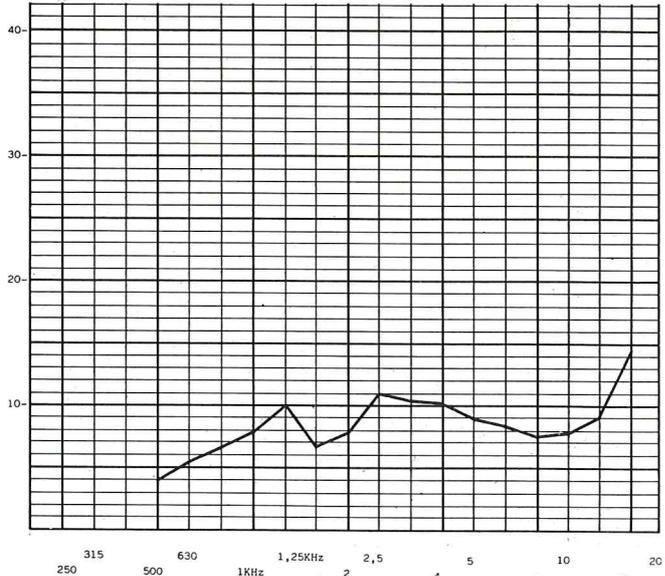
3a - Modulo

4 - PIM



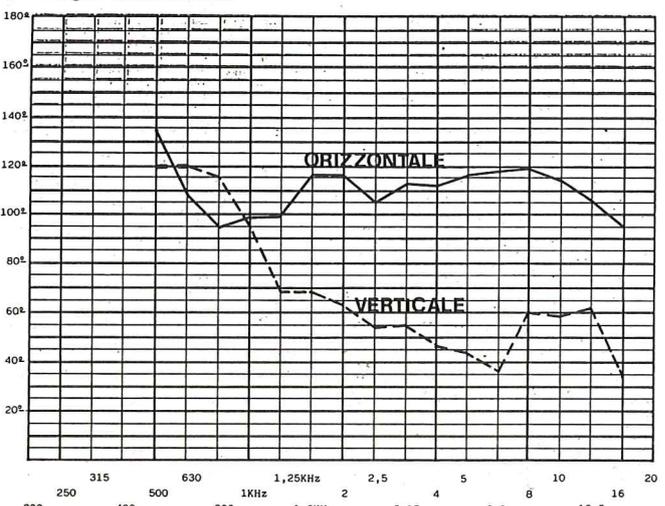
4a - Potenza istantanea massima in funzione della frequenza

5 - Fattore di direttività



5a - Fattore di direttività in funzione della frequenza

6 - Angoli di radiazione



6a - Angoli di dispersione a -6dB in funzione della frequenza.

Le esigenze degli altoparlanti professionali sono ormai a tutti ben chiare e distinte da componenti simili per uso domestico: dinamica, alta sensibilità, ottima tenuta in potenza, robustezza ed affidabilità. Si è aggiunto negli ultimi tempi una nuova, sempre più richiesta, prestazione ed è la «radiazione costante alle varie frequenze» si ricercano cioè trombe capaci di mantenere una risposta uniforme su vari angoli, non solo sull'asse. Con il termine «altoparlanti» si intende, con similitudine alla lingua anglosassone, sia i trasduttori singoli che sistemi a più elementi (casse acustiche con woofer, mid e tweeter).

L'ultima volta che ci siamo visti, si è parlato dei woofer professionali indagando sulle prestazioni di cinque dispositivi validissimi, tra i migliori disponibili sul mercato. Ci stupirono le potenti strutture meccaniche, i diametri rilevanti delle bobine e l'alta tecnologia degli adesivi e dei materiali, ma in sostanza si trattava di trasduttori molto simili, concettualmente, a quelli impiegati per le note basse nella riproduzione hifi di casa. Questa volta ci occupiamo della riproduzione di medie e alte frequenze e ci imbattiamo in soluzioni del tutto diverse. Nelle casse hifi consumer si trovano midrange e tweeter a radiazione diretta, in prevalenza, con membrane di tipo conico o a forma di cupola. Le casse più sofisticate hanno angoli di radiazione amplissimi ed efficienze raramente superiori ai 90 dB per watt. Le AR9LS, tanto per fare un esempio notevole, forniscono 87,8 dB a un metro con un watt ma in compenso hanno un angolo di radiazione pari a 70° a 16 KHz e 110° a 8 KHz (-6dB).

Molto più raramente si incontrano altoparlanti

a tromba. In campo professionale, invece, accade il contrario: tutti i tweeter sono a tromba e così gran parte dei midrange. Per le sonorizzazioni all'aperto si impiegano persino i woofer con carico a tromba.

Quale la ragione di questo predominio delle trombe? Semplice: dove occorre contemporaneamente efficienza molto alta e radiazione sonora con angolazioni ben controllate, solo le unità dinamiche con carico a tromba possono risolvere il problema. Con la radiazione diretta (altoparlante con membrana direttamente accoppiata all'aria libera) si fatica ad arrivare a 90 dB SPL/1W con bassa distorsione, in qualche caso si ottengono 94 ÷ 95 dB a prezzo di qualche colorazione e con costi rilevanti, soltanto alcuni altoparlanti professionali raggiungono i 100 dB, ma a questo punto gli angoli di radiazione si restringono drammaticamente al crescere della frequenza. In gamma media si ha un sottilissimo raggio sonoro. I numeri parlano chiaro: nell'hifi di casa si parla di efficienza dell'ordine di frazioni per cento; il più efficiente altoparlante fin qui provato arriva all'8,28%, mentre è quasi normale che una tromba restituisca sotto forma di potenza acustica un quarto della potenza elettrica, che giunge ai suoi morsetti. La tromba è in effetti una sorta di trasformatore acustico che trasforma un'onda ad alta velocità e bassa pressione, che giunge nella gola di entrata, in una equivalente a bassa velocità ed elevatissima pressione, che fuoriesce dalla larga bocca finale. Più grande è la tromba migliore è l'adattamento alle basse frequenze, per cui si hanno trombe piccole per i tweeter, grandi in gamma media ed

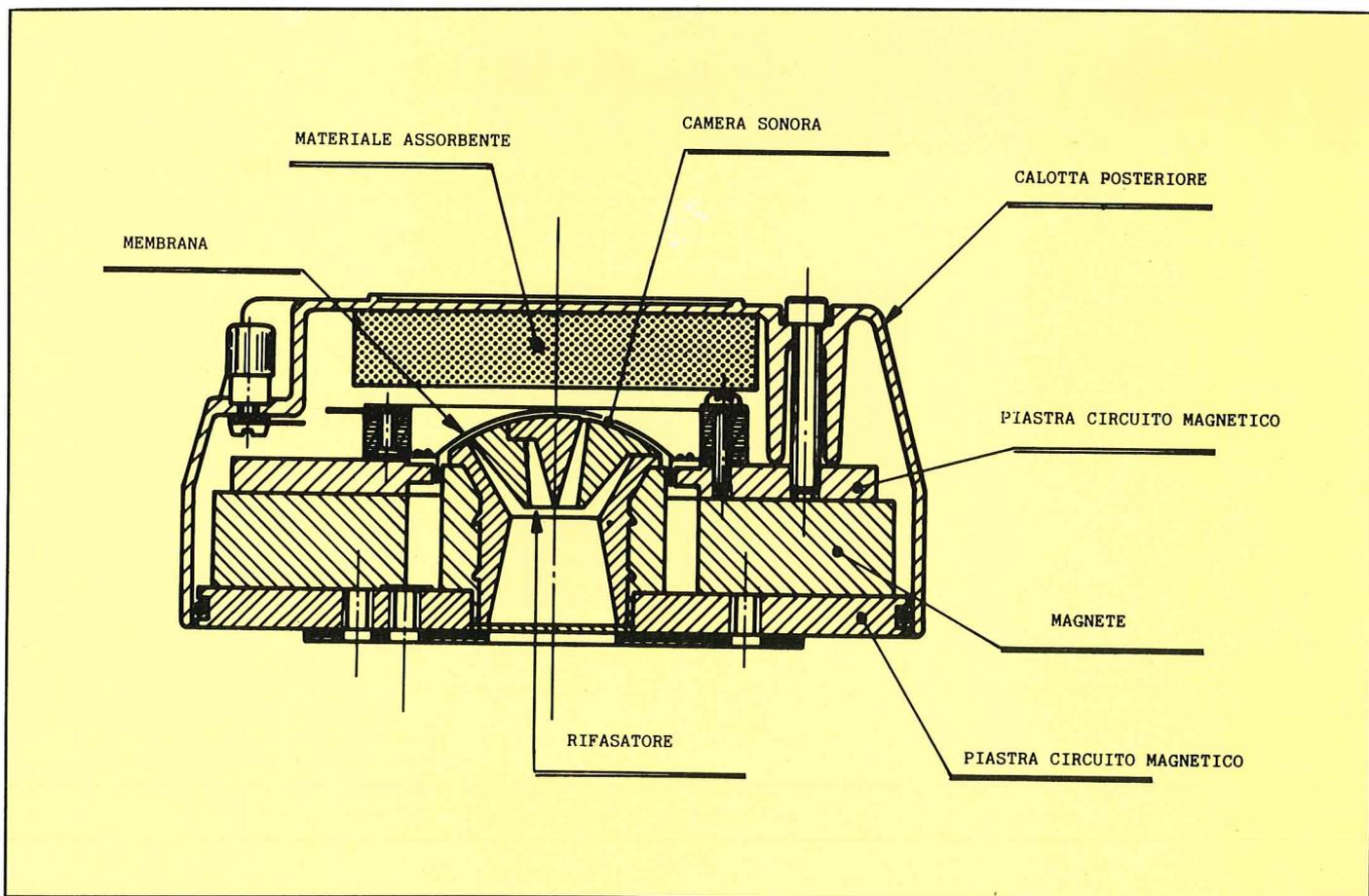
enormi per le basse.

La sagomatura delle pareti della tromba influenza poi la sua dispersione angolare, cioè l'emissione sonora su vari angoli rispetto all'asse. Vi è stato uno sviluppo notevole al riguardo passando da sistemi molto tradizionali ed assai poco controllati, alle trombe multicellulari per giungere in epoca più moderna alle cosiddette trombe «A Direttività Costante» che, come dice chiaramente il nome, mantengono una radiazione sonora abbastanza costante anche al variare della frequenza. Questa è stata una evoluzione assai importante, consentendo la realizzazione di casse acustiche di cui è facile prevedere il comportamento in ambienti semiriverberanti nonché l'area che sono in grado di coprire.

Non si deve infatti assolutamente credere che per realizzare i migliori impianti di rinforzo degli strumenti e della voce (in inglese PA, ossia Public Address) siano necessari trasduttori a massima dispersione angolare. Anzi le tecniche moderne richiedono precise e costanti (al variare della frequenza) coperture angolari, in maniera da indirizzare il fascio sonoro verso le aree da rinforzare, evitando accuratamente di colpire quelle terribili pareti riflettenti i cui echi disturbano e deturpano il segnale principale fino a renderlo inintelligibile.

Vedrete qui di seguito come alcune ditte si distinguano per l'attiva ricerca nel settore ed alcune trombe eccellono per la direttività molto costante.

Fig. 1 - Vista in sezione di un driver per frequenze medio-alte.



DIRETTIVITÀ

Quando la sorgente sonora è posta all'esterno può essere sufficiente l'esame dei cosiddetti diagrammi polari per valutare quale sarà il risultato acustico della radiazione ad una certa distanza e con una certa angolazione. All'interno è necessario aggiungere qualche informazione concernente la potenza acustica irradiata, per poter calcolare gli effetti di rinforzo delle pareti riflettenti.

Occorre quindi calcolare un numero che indichi, per ciascuna frequenza, il grado di direttività, senza mostrare completamente il diagramma polare relativo. Questo numero si chiama Fattore di

Direttività Q , quando espresso in decibel, indice di direttività.

Fattore di Direttività Q Il fattore di direttività è il rapporto tra l'intensità sonora sull'asse del radiatore, ad una certa distanza γ dallo stesso, e l'intensità che produrrebbe nello stesso punto una sorgente sonora puntiforme avente identica potenza sonora complessiva. Ovviamente il fattore di direttività assumerà sempre valori maggiori di uno ed in realtà sarà funzione della frequenza f . È bene dunque scrivere $Q(f)$, che significa Q variabile con f .

Indice di direttività. È pari a dieci volte il logaritmo in base 10 del fattore di direttività

$$DI = 10 \log_{10} Q$$



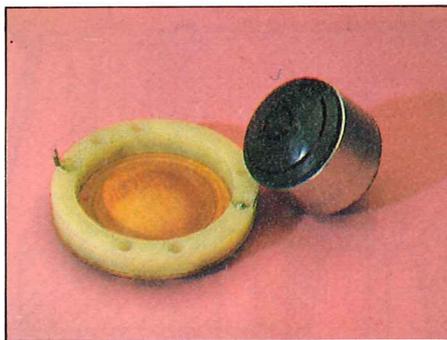
Notevoli i diametri delle bobine mobili, per poter dissipare potenze elevate. I supporti delle bobine sono normalmente rigidi e sottili e molto resistenti al calore, mentre l'avvolgimento è generalmente realizzato in alluminio.

Il diaframma ha sempre una forma a cupola. In genere è realizzato con tela bachelizzata (foto), ma nelle realizzazioni più prestigiose vengono usati anche alluminio, boron o titanio.

La distorsione

Allora le trombe rappresentano un sistema ideale per generare onde sonore potenti ed irradiarle ove si desidera? Non esiste, lo abbiamo detto tante volte, il trasduttore perfetto; esistono piuttosto tante varianti che ottimizzano alcune prestazioni. Anche le trombe «pagano» l'alta efficienza ed il controllo di radiazione con una distorsione sempre pericolosamente presente e che soltanto i progettisti più esperti riescono a contenere in limiti accettabili.

Le cause di distorsione sono varie e vanno dal sovraccarico d'aria, alla eccessiva escursione della membrana, al flusso magnetico non lineare, alle vibrazioni spurie della membrana. Prima di tutto si nota che la membrana, muovendosi con moto, per esempio, sinusoidale, provoca una variazione sempre sinusoidale del volume d'aria ad essa adiacente; ciò si traduce, per la nota legge fisica che lega pressione e volume, in una variazione «Non Sinusoidale», cioè distorta, della pressione. Nelle trombe esponenziali sono state sviluppate equazioni di «Olson e Beranek», nelle quali si nota che la percentuale di distorsione aumenta all'aumentare del rapporto



tra la frequenza esaminata e la frequenza di taglio. Un tweeter non deve dunque possedere frequenza di taglio troppo bassa, se si vuole che distorca poco. Un sistema a gamma estesa dovrà invece avere f_c più ridotto quindi distorcerà di più sulle alte.

Per ridurre la distorsione si può aumentare l'area della gola, ma alle alte frequenze risulterà difficile il rifasamento completo. Ricordiamo anche che l'efficienza, in particolare alle alte frequenze, aumenta se si riduce l'area della gola in

rapporto alle dimensioni della membrana. Osserviamo ora un altro fenomeno fisico.

La camera sonora, con il suo volume d'aria V , introduce un elemento non lineare (capacità C) che si comporta in maniera diversa alle varie frequenze. Alle basse frequenze il volume d'aria è come un fluido incompressibile (ωC ridotto) e l'aria dal diaframma passa direttamente alla gola della tromba. Alle alte frequenze l'aria diviene incompressibile (ωC elevato) e la reattanza meccanica dello spazio d'aria assume valori bassissimi.

Le sospensioni della membrana assumono poi un ruolo importantissimo poiché le forti escursioni, che si hanno alle basse frequenze, provocano evidenti non linearità. Sospensioni troppo rigide generano terribili componenti di terza armonica.

Poiché le trombe sono viziata già in partenza (non linearità dell'aria) da una componente prevalente di seconda armonica, che d'altra parte molti test d'ascolto tendono a definire come poco influente sulla qualità complessiva della riproduzione e poiché il settore professionale sembra essere un po' più tollerante al riguardo, privilegiando altre prestazioni, abbiamo deciso di portare il limite di distorsione per la seconda armonica al dieci per cento.

La «maschera» limite completa, ricordiamolo a chi ci segue da poco, resta così definita: 10% (II), 3% (III), 1,7% (IV) e 1% (V). La misura della PIM serve a definire, frequenza per frequenza, quali sono i massimi livelli di pressione sonora, sempre restando al di sotto delle distorsioni prima indicate. Poiché la sensibilità del trasduttore è già definita, facile dedurre anche la potenza istantanea massima. Con la PIM misuriamo dunque contemporaneamente pressione e potenza massima.

Se una tromba, che ha 110 dB di sensibilità media (SPL a 1m con 1W), propone una PIM di 123 dB vuol dire che può accettare, a quella frequenza, una potenza pari a: $123 - 110 = 23$ dB sopra 1 W = 200 W.

ALTRE MISURE

Risposta in frequenza

Come al solito la misura viene condotta in camera anecoica. Si invia un segnale sinusoidale di intensità pari a 2,83 V e si rileva l'andamento di pressione ad un metro di distanza, lungo l'asse, dal bordo anteriore della tromba stessa. La tromba ideale è quella più lineare nella gamma che interessa. I buchi molto stretti sono ovviamente assai meno pericolosi di quelli larghi.

Risposte su vari angoli

Sempre in camera anecoica, questa volta a terzi d'ottava, si rilevano le risposte piazzando il microfono, di volta in volta, su assi che formano angoli ben precisi con l'asse principale: 15° - 30° - 45° in senso orizzontale 5° - 10° - 20° in senso verticale. Le trombe migliori sono quelle che hanno sempre la stessa curva per qualsiasi angolo compreso entro certi valori.

Modulo d'impedenza

È il classico rilievo dell'andamento del modulo di impedenza. La misura mette in evidenza le risonanze fondamentali (tromba e unità) indicando già i valori minimi di taglio. Va pure osservato il modulo minimo, per capire quale

amplificatore possa meglio pilotare il sistema. Angoli A—6 dB
Poiché spesso i diagrammi polari si leggono male o con poca attenzione ed inoltre è impossibile pubblicarli tutti, riteniamo estremamente utile sottoporre all'attenzione del lettore un grafico che riporti, in funzione della frequenza, gli angoli di dispersione (orizzontali e verticali) con attenuazione di 6 dB. Ovviamente le trombe a direttività costante avranno curve molto prossime a rette orizzontali. Le altre si impenneranno verso le alte frequenze.

Fattori di direttività

Il fattore di direttività Q, da non confondersi con il fattore di merito degli altoparlanti, indica, ci mancherebbe fosse diversamente, quanto è direttivo il trasduttore. Più è alto Q, più direttivo è il componente. Più il Q si avvicina ad uno (valore limite invalicabile) più è panoramica la tromba.

Il Q è variabile con la frequenza.

Se una tromba è «a direttività costante» la curva della funzione Q (f) si avvicinerà ad una retta orizzontale.

Nelle trombe tradizionali il fattore cresce enormemente man mano si sale in frequenza.

Come misurano la direttività

Vediamo come le varie ditte affrontano il problema della direttività o per meglio dire come comunicano ai clienti e agli operatori i dati relativi ai loro trasduttori.

RCF

Nel set di caratteristiche tecniche più completo vengono indicati gli angoli di dispersione orizzontale e verticale, corrispondenti alle attenuazioni di 10 e 6 dB. Nel retro dello stesso foglio vengono indicate le risposte polari, verticali ed orizzontali, a 2, 4, 8, 16 kHz. Ciò vale sia per le trombe a gamma estesa che per i tweeter. Documentazione di buon livello, molto chiara e molto omogenea. Consente facili confronti. Esiste un catalogo ristretto con la semplice indicazione degli angoli.

Electrovoice

Esistono tante documentazioni a vari livelli. Anche qui nel caso più semplice si indicano gli angoli di radiazione, orizzontali e verticali, a —6 dB di segnale. Si ritrova pure il fattore di direttività medio e l'indice di direttività medio.

VOCABOLARIETTO

Tromba (Horn). È un trasduttore acustico, che trasforma l'area ridotta del diaframma in una larga area con impedenza di radiazione quasi resistiva.

Bocca (Mouth). La grande apertura terminale della tromba (bocca) deve avere un perimetro sufficiente così che la impedenza di radiazione sia sufficiente in tutta la gamma di frequenze che interessano.

Esponenziale (Exponential Horn). La sezione longitudinale aumenta con legge esponenziale in molte trombe: $S = S_0 e^{mx}$

Frequenza di taglio (Cutoff Frequency) Al di sotto di questa frequenza non c'è trasmissione di potenza lungo la tromba.

Rifasatore (Phase Correction Plug) dispositivo si-

Il materiale più largamente usato per i magneti è quello ceramico o ferrite (foto). Quasi mai trovano impiego i potentissimi e costosissimi magneti in alnico o in samario cobalto (500.000 L. al kg).

Lo sforzo EV, quanto a documentazioni tecniche, è enorme e del massimo livello. Nei depliant specifici per trombe pro troviamo: fattori di direttività alle varie frequenze, angoli di radiazione a —6 dB sempre alle varie frequenze, risposte orizzontali e verticali a $\pm 10^\circ$, $\pm 20^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 40^\circ$, $\pm 50^\circ$.

Come se non bastasse si trovano i diagrammi polari per tutti i terzi di ottava da 315 a 16000 Hz! Non si potrebbe pretendere proprio nulla di più. Encomiabile sforzo, che speriamo tutti cerchino di emulare, per consentire al cliente una scelta meditata e ragionata.

Il problema può forse esser quello di ottenere questi preziosissimi fogli tecnici (è lo stesso per tutte le ditte).

Gauss

Nel catalogo generale vengono semplicemente indicati gli angoli di dispersione orizzontali e verticali, senza un chiaro riferimento ai decibel

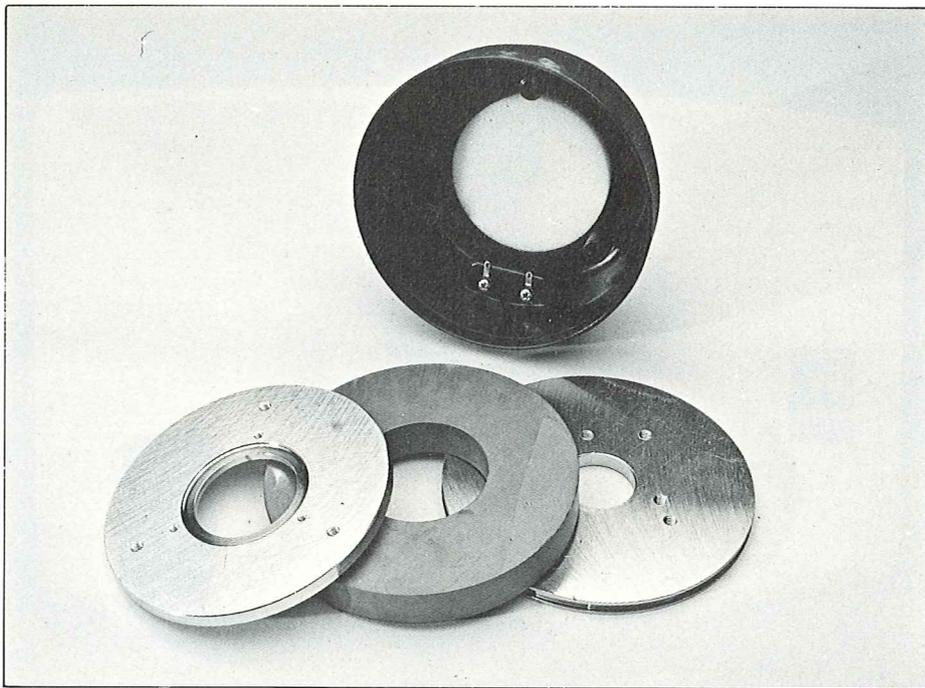
stemato nella camera di compressione per ridurre al minimo gli effetti causati dalle differenze di percorso tra i vari punti della membrana e la bocca d'uscita dell'unità.

Bocca dell'unità (Driver throat) È la sezione d'uscita dell'unità dinamica.

Gola della tromba (Horn throat) È la sezione d'entrata della tromba.

Sviluppo (Rate of Flare) È la legge con cui aumenta la sezione della tromba. Le più comuni sono: Hypex, Conica, Esponenziale, e Parabolica;

Diaframma (Diaphragm) È la membrana vibrante, cui viene collegata la bobina immersa in un campo magnetico. Ha sempre la forma di una cupola. In genere è realizzata con tela bachelizzata, alluminio, titanio, boron o altri materiali metallici sofisticati.



di attenuazione (6, 10 o altri). Un po' scarsa la documentazione tecnica.

JBL

Beh, qui siamo di fronte ad una miriade di fogli e dati tecnici ai vari livelli. Nel prospetto generale, come al solito, vi sono soltanto gli angoli di dispersione (quanti dB sotto?). Il documento tecnico specifico per il trasduttore reca gli angoli di copertura con l'indicazione della frequenza relativa e finalmente scopriamo che la misura si riferisce a 6 dB di attenuazione. Poi vi sono, su due soli diagrammi, le risposte polari fino a 16 KHz, per la verità puramente indicative perché raccolte in uno spazio un po' ristretto.

Ma non è finita qui. Un altro grafico riporta gli angoli di radiazione a —6 dB, non più solo come tabelle, ma dettagliati, frequenza per frequenza. JBL presenta una novità (studiata anche da Electrovoice): le linee di contorno isobariche, cioè le linee che raccolgono i ponti a pressione costante (—3 dB, —6 dB, —9 dB, —12 dB, —15 dB). Il test è condotto a 1, 2, 4 e 8 kHz.

Pensate sia tutto?

No, perché la casa californiana vi da anche le risposte in frequenza a 0, 15°, 30°, 45°, e 60° sia orizzontali che verticali.

JBL si farà anche pagare, ma costruisce componenti di primissima qualità e assai ben documentata e referenziata.

Fostex nel settore della registrazione magnetica la documentazione tecnica Fostex è molto ricca e dettagliata, mentre per trombe e unità ben poco arriva in Europa. Si riesce a sapere soltanto un generico angolo di radiazione orizzontale, ma non si sa con quanti dB di attenuazione.

Come si può notare le documentazioni sono tutt'altro che omogenee o standardizzate. Uno degli scopi del nostro lavoro è quello di presentare risultati ottenuti su vari trasduttori, con identiche metodologie di misura, per consentire facili confronti e facilitare la scelta per l'utente finale.

Paolo Alessandrini