

## **Delle casse intelligenti: riflettono**

**La serie IV delle famose casse Direct-Reflecting di Amar Bose è stata presentata come il perfezionatissimo traguardo di una ricerca del suono reale iniziata più di venti anni fa. Le «filosofie» adottate e le considerazioni di psicoacustica coinvolte sono originali, le misure tecniche tradizionali rischiano di mostrare i loro limiti... ma alla fine, come «vanno»?**

DIFFUSORE ACUSTICO: BOSE 901/IV.

ALTOPARLANTI: 9 A GAMMA ESTESA da 11,5 CM.

MATRICOLA: 43 8648.

COSTRUTTORE: BOSE CO., FRAMINGHAM, MASSACHUSETTS (USA) 01701.

IMPORTATORE: BOSE ITALIA S.R.L., VIA ALESSANDRIA 199. ROMA.

GARANZIA: 5 ANNI.

REPERIBILITA': BUONA.

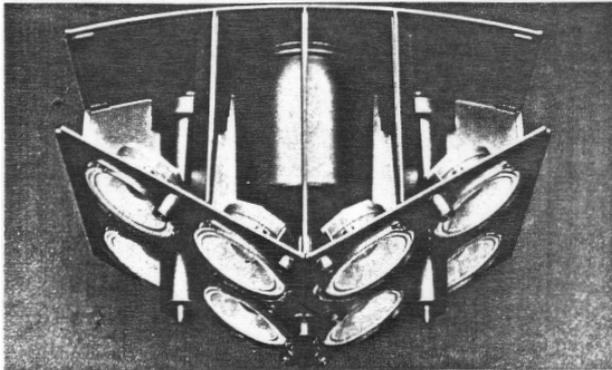
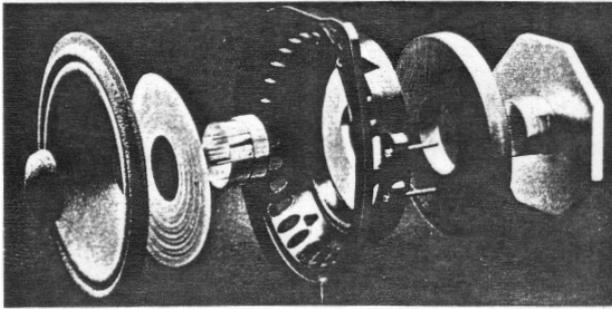
PREZZO MEDIO: 1.880.000.

La storia ufficiale della Bose Corporation ebbe inizio nel 1964, quando Amar G. Bose, professore al Massachusetts Institute of Technology, decise di proseguire le sue ricerche sulla riproduzione sonora, iniziate nel 1956, finalizzandole alla realizzazione di un prodotto industriale che funzionasse in accordo alle teorie originali sviluppate. Nacque così dapprima un modello di diffusore sperimentale, che fu anche prodotto successivamente in piccola serie, che compare ancora a volte in presentazioni tecniche della Bose; si trattava di una cassa avente forma di quarto di sfera che doveva essere collocata nell'angolo della stanza in modo che le riflessioni dalle tre pareti ne completassero l'immagine acustica, trasformandola in una ottima approssimazione di una sorgente sferica pulsante; gli altoparlanti utilizzati erano 22 a larga banda.

### **Nasce la 901**

Dalle esperienze condotte con tale diffusore e con registrazioni e misure effettuate direttamente in auditori e teatri A. Bose e i suoi collaboratori giunsero alla convinzione che la sensazione di ascolto in termini di equilibrio timbrico sia strettamente correlata con le caratteristiche spaziali di emissione della sorgente e conclusero che la miglior approssimazione dell'ascolto dal vivo si sarebbe dovuta ottenere con un diffusore che irradiasse la maggior parte dell'energia acustica verso le pareti del locale di ascolto e solo una piccola parte direttamente verso l'ascoltatore. Al diffusore sviluppato in accordo con questo principio fu data la qualifica (brevettata) di «Direct Reflecting», in contrapposizione con la definizione corrente di «direct radiating loudspeakers» usata per tutti i diffusori convenzionali a emissione frontale. Era nata la Bose 901, un diffusore acustico che avrebbe fatto parlare molto di se, nel bene e nel male, dotato di alcune caratteristiche del tutto originali e spauracchio di tutti i tecnici chiamati a giudicarlo. A causa della difficoltà di applicare alla 901 i normali metodi di misura e annessa necessità di diversa interpretazione dei risultati, prima di intraprendere la prova abbiamo ritenuto opportuno un incontro con il prof. Bose in persona; il resoconto dell'intervista registrata verrà pubblicato su uno dei prossimi numeri. La Bose 901 prima serie era una cassa chiusa utilizzando nove altoparlanti a gamma estesa montati in un piccolo mobile pentagonale e veniva fornita a corredo un apparecchio elettronico necessario alla equalizzazione della risposta, da collegarsi all'amplificatore. Il successo commerciale della 901 costituì un ottimo trampolino di lancio per la Bose Corporation, che in pochi anni ha raggiunto dimensioni ragguardevoli ed ha affiancato alla produzione del modello Top della serie anche altri diffusori più economici che adottano almeno in parte il principio Direct Reflecting e che hanno ricevuto anch'essi una buona accoglienza in tutto il mondo. Solo recentemente abbiamo visto il marchio Bose anche su una linea di casse per lo più economiche di tipo tradizionale, anche se una produzione di questo tipo era in corso già da

qualche anno. La 901, dalla prima commercializzazione avvenuta nel 1968 ad oggi ha subito numerosi ed importanti cambiamenti passando attraverso le serie I1, III ed ora IV.



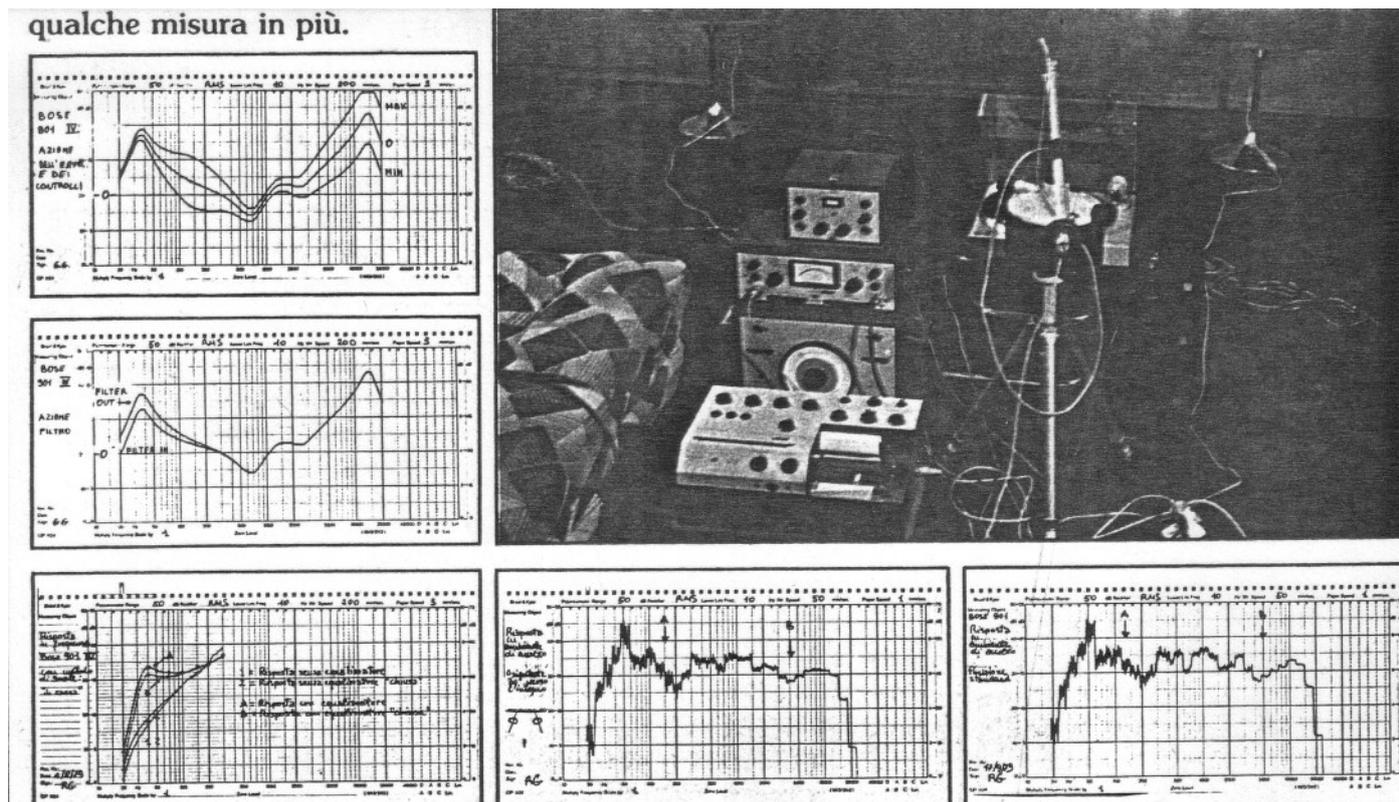
In alto l'«esplosivo» dello speciale altoparlante a gamma estesa utilizzato nella Bose 901 serie III; il componente della serie IV differisce per alcuni particolari di dettaglio. Nella foto sotto la struttura interna in plastica che realizza le nove camere separate e i tre tubi di accordo.

### Un progetto esclusivo

La attuale Bose 901 serie IV ha una forma e delle dimensioni molto simili alla sua antenata, ma, anche se adotta lo stesso numero di altoparlanti con la stessa disposizione in due gruppi di quattro sulle due facce posteriori inclinate di 30° rispetto alla parete di fondo, più uno frontale, si tratta ormai di un diffusore completamente diverso. Il progetto e la costruzione dei singoli altoparlanti sono stati razionalizzati a) massimo per ottenere una sempre maggiore affidabilità e la massima efficienza; il volume interno della cassa è stato diviso in nove celle comunicanti con l'esterno tramite tre tubi di accordo che riducono drasticamente l'escursione dei coni nella zona intorno ai 30, 40 Hz aumentando notevolmente la dinamica accettabile dal sistema; l'equalizzatore si è evoluto ed adattato alle nuove esigenze. Mentre nel passaggio fra la serie III e la serie IV sono stati variati solo alcuni elementi di dettaglio, fra cui la caratteristica di equalizzazione della risposta, considerata più rispondente ora alle necessità previste dal progetto, il grande passo è stato compiuto con la introduzione della 901 serie III, sulle cui innovazioni vale la pena di soffermarsi. Anzitutto l'altoparlante, cui non è richiesta una particolare regolarità della risposta grazie alla scelta di compensarne gli squilibri con una curva complementare di equalizzazione, è stato reso più efficiente su tutta la gamma media grazie ad una nuova tecnica di costruzione della bobina e ad un campo magnetico più concentrato su di essa. In particolare il filo adottato è di alluminio a sezione rettangolare, avvolto di costa; fin qui non vi sarebbe una grande differenza con quanto già realizzato da altri costruttori, ma le tolleranze di lavorazione richieste per poter ridurre al massimo lo spazio di aria fra la bobina e le espansioni del circuito magnetico erano tali da convincere la Bose a sviluppare una propria tecnica di costruzione del filo con una macchina automatica computerizzata progettata e assemblata dai responsabili della stessa ditta. Per dare un'idea della precisione costruttiva raggiunta basti pensare che il filo libero della bobina avvolta, che viene ripiegato e fatto uscire dallo stesso lato del filo di inizio avvolgimento, viene accolto in una apposita fresatura della piastra frontale dell'altoparlante consentendo così di ridurre al massimo il traferro senza rischi di interferenze; in compenso l'orientamento di montaggio della bobina deve essere attuato con grande precisione. Il cono ha dimensioni maggiori di quello dell'altoparlante delle serie II ed il cestello è di plastica adatta a prevenire qualsiasi deformazione senza causare dispersioni del flusso magnetico; in pratica qualcosa di simile ad un cestello in lega di alluminio, ma di costo minore. La caratteristica pressoché esclusiva dell'altoparlante Bose, rispetto alle altre realizzazioni destinate ad applicazioni Hi-Fi di alto livello, è la costruzione quasi completamente automatizzata. Una linea di montaggio che prevede tutte le operazioni di assemblaggio, incollaggio, essiccazione e magnetizzazione finale ad impulso è assistita da sole tre o quattro persone che svolgono funzioni accessorie e di controllo; questo metodo dovrebbe garantire la massima uniformità di prestazioni fra tutti gli altoparlanti prodotti, che vengono comunque collaudati in modo completo prima del montaggio per mezzo di un sistema semiautomatico dotato di una logica per selezionare gli altoparlanti rigettati dividendoli secondo il tipo di difetto; questo sistema, cui è stato dato il nome di Syncorn, può essere adattato previa sostituzione di alcune schede anche al collaudo di altoparlanti di altri modelli Bose, come ad esempio la 501.

## Tanti bassi

La seconda grande novità introdotta per la prima volta nella serie III è il mobile in plastica pressofusa dotato di divisioni interne e dei tre condotti di accordo che realizzano il funzionamento battezzato «Acoustic Matrix». Esiste una grande e sommaria differenziazione fra i diffusori acustici esistenti che consente di dividerli in «casse chiuse» e «casse accordate»; la cassa chiusa è oggi nella stragrande maggioranza dei casi un diffusore a sospensione pneumatica. In questo tipo di cassa la risposta alle basse frequenze dipende dal volume del mobile, dalla presenza o meno di assorbitore acustico e da alcuni parametri tecnici del woofer; nella cassa accordata invece la risposta alle basse frequenze dipende anche dalle caratteristiche del sistema risonante costituito dal volume d'aria interno alla cassa e dalla particolare apertura in esso praticata. Normalmente il sistema di accordo ottiene di limitare l'escursione del cono del woofer su una certa gamma di frequenze ed estende il limite inferiore della risposta, ovvero eleva il livello di emissione di frequenze che si trovano nell'interno del limite della risposta della cassa alle basse frequenze. Chiudere l'apertura di un bass-reflex, per esempio, causa normalmente una notevole attenuazione della risposta alle basse frequenze e un aumento dell'escursione del woofer in una certa gamma. Questo quando la frequenza di accordo del sistema risonante è prossima a quella cui la cassa risuonerebbe se fosse chiusa; nel caso invece che l'accordo sia spostato ad una frequenza molto lontana da quel valore, l'unico effetto (o quasi) è un aumento dell'escursione dell'altoparlante senza apprezzabili variazioni del livello acustico emesso. Questo è proprio quanto è stato realizzato nella Bose 901, che ha una frequenza di risonanza di circa 140 Hz e una frequenza di accordo di circa 32 Hz. Con una frequenza di risonanza così alta e senza l'aiuto del sistema reflex, oltre che con altoparlanti tremendamente efficienti dal fattore di merito (Qt) bassissimo, la Bose 901 esibisce una risposta alle basse frequenze decrescente in misura tale da emettere ad esempio i 50 Hz ad un livello 13 dB inferiore ai 200 Hz, ma l'equalizzatore attivo le consegna una risposta enfatizzata di 11 dB alla stessa frequenza e il gioco è fatto. Per contro il sistema di accordo a bassissima frequenza limita come già detto l'escursione degli altoparlanti là dove potrebbe creare i maggiori problemi. I nove altoparlanti della 901 sono divisi in due gruppi di quattro, in cui ciascun altoparlante lavora in una sua camera separata ma i tubi di accordo sono uno per gruppo e si ha così un parziale accoppiamento acustico fra i diversi trasduttori, mentre l'altoparlante frontale è dotato di un proprio tubo di accordo indipendente.



I primi due grafici, in alto, mostrano l'azione dell'equalizzatore per le posizioni di zero, massimo e minimo dei controlli «medio-bassi» e «alti» (previsti per compensare le differenze di risposta causate da differenti ambienti di ascolto) e l'intervento del filtro bassi. Il grafico qui sopra mostra invece le curve di risposta alle basse frequenze della 901 rilevate con il metodo Small «in cassa», e corrette per l'azione dell'equalizzatore sia con tubi di accordo aperti che chiusi; la differenza fra le due condizioni di funzionamento, cui corrispondono grandi

## «Bose» come sistema

Gli acquirenti delle Bose 901 serie III si sono chiesti per diverso tempo a cosa servisse un misterioso terzo morsetto presente sul lato inferiore della cassa accanto ai due tradizionali di ingresso; non molto tempo fa il mistero è stato svelato con la presentazione di un nuovo ricevitore Bose dotato di una

serie di controlli del tutto particolari ed utilizzabili per il momento solo in abbinamento ai modelli 901 serie III e IV. **La installazione delle 901 prevede che due gruppi di quattro altoparlanti delle due casse emettano il suono verso la parete posteriore con un angolo tale da contribuire maggiormente al fronte sonoro che raggiunge l'ascoltatore dalla zona centrale della parete frontale;** gli altri due gruppi, per così dire «esterni», diffondono il suono verso la parete in modo che, con una corretta installazione, questo viene rimandato verso le pareti laterali per poi raggiungere l'ascoltatore come se provenisse da due zone più o meno coincidenti con gli angoli ai lati del fronte di ascolto. In un ambiente abbastanza riverberante e rispettando tutte le distanze reciproche casse-pareti-ascoltatore il risultato complessivo è quasi di un fronte unico di emissione abbastanza ben disperso ed omogeneo, nel quale è però ancora possibile distinguere abbastanza informazioni direzionali, soprattutto grazie all'emissione dei due altoparlanti frontali, da ricreare un buon effetto stereofonica. Si tratta però pur sempre di un compromesso, in cui alcuni gruppi orchestrali risultano più ampi che con due diffusori tradizionali, ma ancora talvolta non abbastanza da ricreare una sensazione reale, mentre la maggior parte degli strumenti solisti (ad esempio un pianoforte) risultano troppo «espansi» su tutto il fronte di emissione. Con il nuovo terzo collegamento previsto ed i particolari controlli del ricevitore Bose è possibile passare con gradualità dalla situazione di massima «apertura» del fronte sonoro (funzionanti solo gli altoparlanti «esterni» più quello frontale) al massimo raccoglimento nella zona centrale (funzionanti solo i due gruppi «interni»). La prova di ascolto che ho potuto condurre a giugno a Framingham nella sala dimostrativa Bose è stata convincente, il sistema funziona ed aggiunge nuova e desiderabile versatilità alla filosofia Direct-Reflecting.

#### Le prestazioni

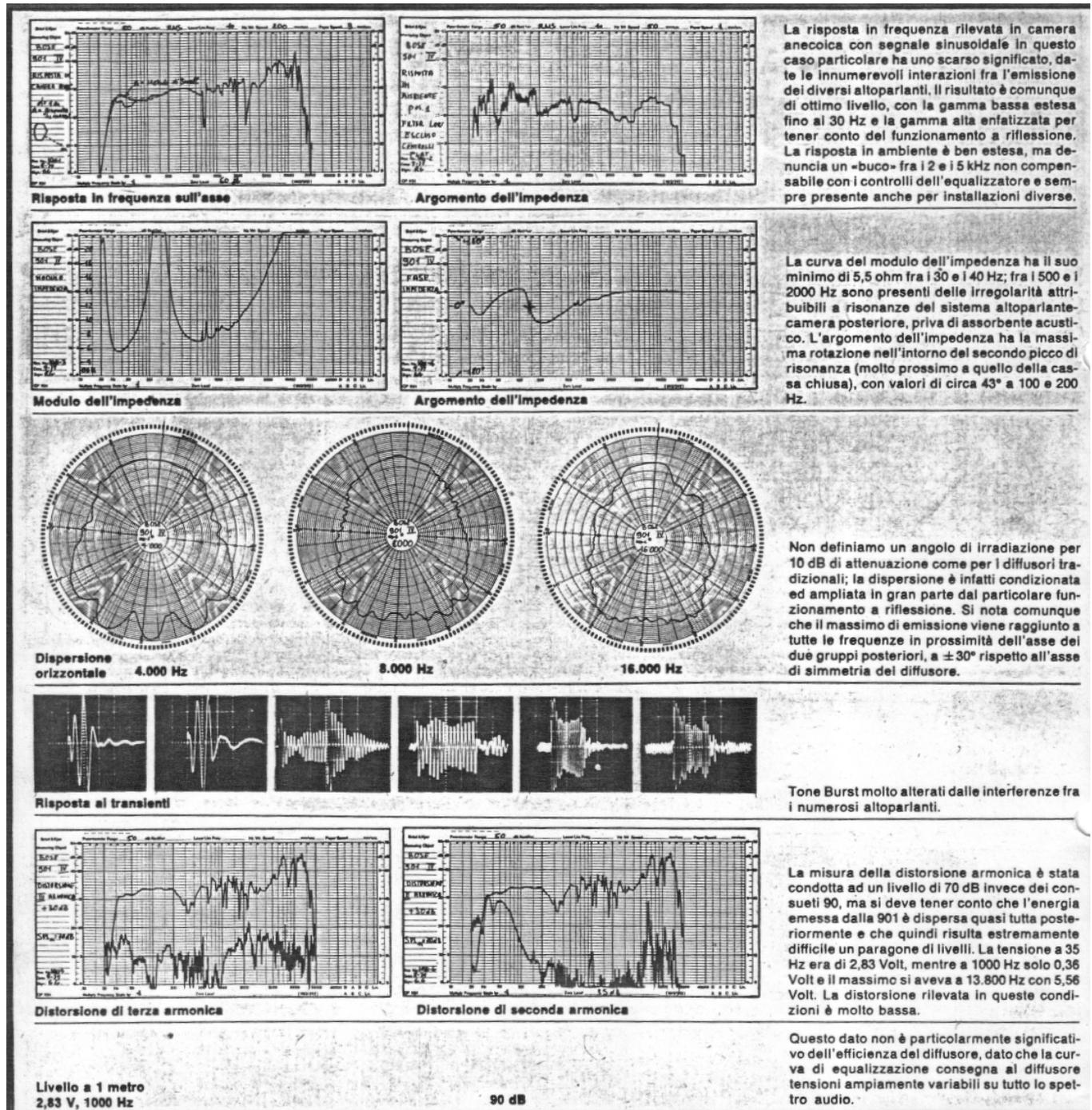
Il problema delle verifiche tecniche, con un prodotto così particolare in cui le prestazioni sono relativamente poco correlate alle tradizionali presentazioni delle principali misure presentate da Stereoplay, si è posto in modo drammatico. Da parte sua il costruttore si è limitato a dire che egli stesso non sapeva cosa consigliare e solo dopo molte insistenze ha confermato quanto peraltro variazioni nell'escursione degli altoparlanti, sono contenute in un paio di dB al di sotto dei 70-80 Hz. Oltre che nel consueto ambiente di prova le curve di risposta con rumore sono state rilevate anche nella stanza di ascolto mostrata nella foto, per due diverse orientazioni del diffusori: I grafici dimostrano andamenti sostanzialmente regolari, con una prevalenza delle frequenze più basse all'estremo inferiore (A) e una attenuazione ricorrente fra 13000 e 16000 Hz non compensabile con il controllo alti previsto (B), già dichiarato in altre occasioni e cioè che la potenza acustica emessa della 901 dovrebbe essere costante su tutta la gamma audio; eventuali variazioni dalla linearità della risposta rilevabile in un ambiente domestico dovrebbero essere compensabili, nella maggioranza dei casi, agendo sui controlli dell'equalizzatore, che intervengono come mostrato a pag. 106 sulla gamma alta più o meno come un controllo di tono e su quella medio-bassa come un controllo di banda a ridotto Q. Rimandiamo quindi alla tabella e ai commenti per una analisi delle misure presentate, mentre la consueta prova di ascolto condotta da tre ascoltatori presenterà le impressioni soggettive rilevate nel solito ambiente di prova. In conclusione la Bose 901 si presenta come un prodotto molto originale, realizzato con tecnologie moderne e utilizzando filosofie psicoacustiche particolarmente interessanti. Anche il progetto tecnico è sviluppato con notevole ingegno e il risultato si distingue notevolmente da ogni altra realizzazione della stessa categoria. In termini di prodotto commerciale offre poi una affidabilità ed una garanzia di costanza di prestazioni piuttosto elevata; per contro l'installazione è soggetta a vincoli precisi grazie ai quali il costruttore può sviluppare il progetto con meno gradi di indeterminazione e l'acquirente è maggiormente garantito del risultato finale nel suo ambiente. Il prezzo è adeguato alle caratteristiche del prodotto.

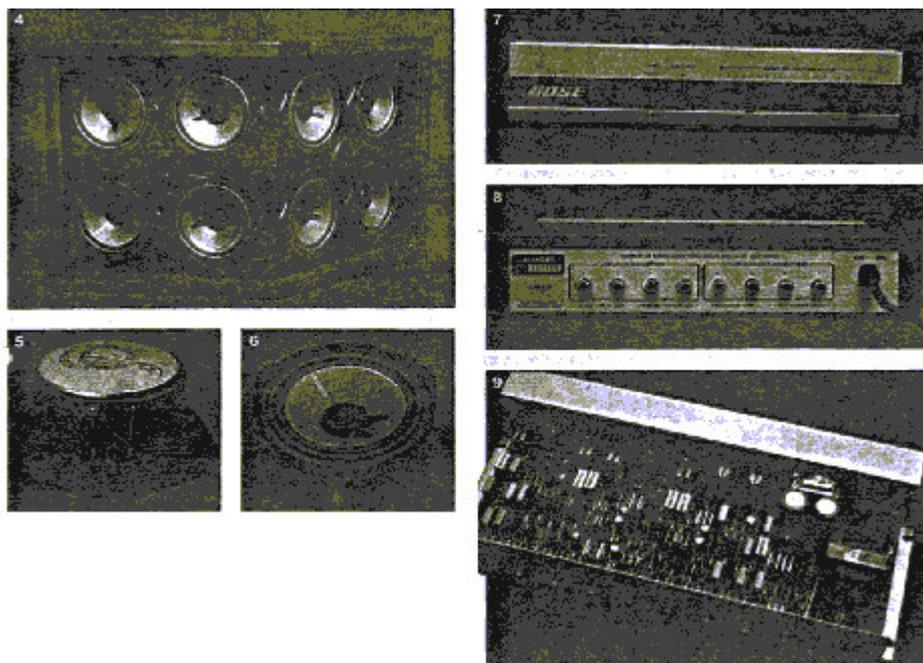
*R. Giussani*



Sotto al mobile della Bose 901 si trovano tre morsetti per il collegamento. Una targhetta avverte di utilizzare solo i terminali marcati + e - e di riferirsi al manuale di istruzioni per quello marcato 1. L'uso di questo morsetto è infatti riservato al collegamento allo speciale ricevitore Bose che consente il controllo delle dimensioni del fronte di emissione, come detto nel testo. La stessa targhetta avverte

anche che la 901 «deve» assolutamente funzionare in unione all'equalizzatore attivo appositamente previsto.





(1) nella foto grande a fronte il particolare della sezione di uscita di uno dei due tubi di accordo comunicanti con quattro camere ciascuno; il nucleo centrale a la forma raccordata servono per prevenire la formazione di rumorose turbolenze nel moto dell'aria che entra e esce dal diffusore. (2) Il nucleo centrale dei due tubi di accordo principali è fissato solo all'estremo interno, per evitare qualsiasi elemento possibile causa di rumore; la elasticità è tale da permettere di fletterlo senza pericolo di rotture. (3) La giunzione fra la struttura interna in plastica e la «scatola» esterna in legno è realizzata per mezzo di speciali fresature dotate di guarnizioni, ma il tutto è poi abbondantemente rinforzato con colla. (4) Questa è la «faccia» rivolta verso il muro, con gli otto altoparlanti responsabili del 90% di suono riflesso. (5) il magnete è largamente sovradimensionato per ottenere la elevata efficienza desiderata; un timbro garantisce dell'avvenuto collaudo. (6) Il costello in plastica viene fissato al mobile per mezzo di viti, ma è prevista la possibilità di adozione di un metodo rapido a scatto. (7) l'equalizzatore ha una curva di intervento leggermente differente da quella della serie III. (8) Le prese posteriori consentono il collegamento del registratore, originariamente collegato all'amplificatore tramite le prese di Tape Monitor ora utilizzato per l'equalizzatore. (9) Il montaggio dei componenti è su una unica piastra di circuito stampato che viene collaudato in tutte le sue funzioni prima del montaggio nel mobile con un sistema di controllo computerizzato.

**Da Suono n. 127 – novembre 1983**

### **Prova d'ascolto Bose 901**

Nonostante non sia la prima volta che ascolto questi diffusori, resto sorpreso, al primo accenno di fortissimo, nel constatare come diffusori di dimensioni così piccole (basti confrontarle con le Westminster) riescano a riprodurre senza scomporsi passaggi musicali piuttosto impegnativi, ma soprattutto come riescano a fornire una immagine sonora così ampia e profonda. In questo senso appare di notevole livello la riproduzione del coro (Carmina Burana), in cui la prospettiva sonora appare incredibilmente dilatata fino a dare un naturalissimo respiro sia all'orchestra che alla moltitudine di voci. **Se tale effetto appare molto apprezzabile nella riproduzione della grande orchestra, può forse creare qualche perplessità nella riproduzione degli strumenti solisti,** soprattutto perché in tale occasione si manifestano in maniera più evidente alcune caratteristiche intrinseche del sistema Bose, causate dal particolare principio di emissione, rispetto ai più tradizionali diffusori a radiazione diretta. In effetti è richiesto un minimo di assuefazione per riuscire ad apprezzare la particolarissima sonorità delle 901, caratterizzata da una gamma alta brillante e rifinita, senza risultare tagliente o troppo in primo piano. Notevolissima la potenza e la nitidezza riscontrabile in gamma bassa. L'organo ad esempio viene riprodotto in maniera impeccabile: estremamente profondo nei registri più bassi, molto limpido e trasparente in quelli superiori.

L'immagine sonora nel suo complesso appare leggermente pronunciata in corrispondenza delle ottave più profonde, ma i controlli presenti sull'equalizzatore consentono di variare entro i limiti piuttosto ampi l'equilibrio complessivo. Notevole la dinamica posseduta da questi diffusori che riescono nel complesso a fornire livelli di pressione più che sufficienti, nel caso di applicazioni domestiche, anche con un numero non particolarmente elevato di watt, ma se opportunamente pilotati sono in grado di restituire livelli sonori adatti a tutte le esigenze.

EM

### **Bose 901 V: l'ascolto**

Le Bose promettono, ormai da 15 anni, una realistica ricostruzione della scena acustica, con il rapporto suono diretto/suono riflesso stabilito nella stessa filosofia. Per raggiungere questa condizione però, fin dalla prima serie, è stato necessario posizionarle accuratamente, secondo quanto previsto dal costruttore.

Una volta installate correttamente, si può passare all'ascolto. Il primo disco scelto è l'ormai classico disco test CD della Philips, che contiene numerosi brani di differenti generi e consente quindi di effettuare una panoramica d'assaggio delle caratteristiche sonore della cassa. A un primo ascolto non si notano particolari differenze rispetto alla precedente serie: e si confermano in pieno le sensazioni di «diffusione» sonora nell'ambiente presenti fin dalla «I», e di dinamica/potenza, diventate uno dei punti di forza delle 901 a partire dalla serie III. Queste caratteristiche colpiscono maggiormente se si considera che sono ottenute da una coppia di diffusori tutto sommato di piccole dimensioni.

Mi dimenticavo di dire che, al momento, i comandi dell'equalizzatore attivo sono in flat. In questa condizione passo ai dischi successivi, «specializzati» in alcuni generi. Per la classica, ecco due incredibili proposte; «113112» di Tschajkowsky e la «Fantastica» di Berlioz. Due straordinari campioni di timbri e livelli, oltre che, naturalmente, due brani favolosi. Con le 901 la resa è molto pulita e corretta in tutte le situazioni, e non ci sono assolutamente problemi nemmeno nei momenti più difficili, durante i picchi orchestrali. La sensazione è quella di essere avvolti nel suono, con una perfetta immersione dell'ascoltatore nell'esecuzione, anche per posizioni diverse da quella canonica, come promesso dalla filosofia Bose. **Rovescio della medaglia, una minore caratterizzazione dei singoli strumenti rispetto a diffusori a radiazione frontale di pari livello.** Questo, in definitiva, si traduce anche in un ascolto tutt'altro che faticoso, anzi rilassante, da godere comodamente sdraiati in poltrona con un eccellente brandy in mano.

La timbrica è decisamente corretta, come è facile verificare anche dal successivo ascolto dei brani d'organo e quindi da camera; forse ciò che manca leggermente nel primo caso è una maggiore corposità sui bassi e medio bassi, più evidentemente presente nella serie precedente, e probabilmente eliminata nell'attuale per raggiungere un risultato quanto più lineare possibile. Comunque, con i controlli è possibile personalizzare la resa fino ad ottenere il risultato desiderato.

Ed ecco il jazz, che con le 901 assume un tono intimo, soffuso, quasi da piccola sala-ritrovo di amici musicisti. Alzando il volume non si notano cedimenti, ed anzi aumenta il piacere d'ascolto. È ora la volta della cosiddetta musica leggera, con una nutrita serie di brani di diversi interpreti. Le caratteristiche sonore delle 901 sono apprezzabili in ogni frangente, anche se è evidente che il terreno ideale è «il più leggero della leggera», tipo Burt Bacarach (con un'eccellente performance) piuttosto che la disco dance più scatenata, che esige diffusori di impostazione nettamente sparata; è possibile avvicinarsi a queste caratteristiche agendo sull'equalizzatore. In conclusione, una coppia di casse che rinverdisce il successo delle serie precedenti, rispetto alle quali ha un pizzico di linearità e potenza in più. È adatta ad un gran numero di generi musicali e capace di ricreare una particolare sensazione sonora, un prodotto che senz'altro sarà apprezzatissimo dagli estimatori della casa americana, e non solo da questi.

SU.

# BOSE 901 V

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

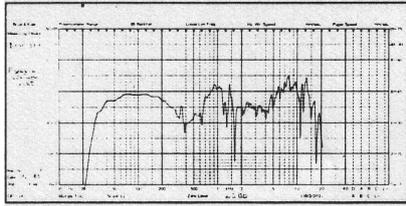


4 - PIM

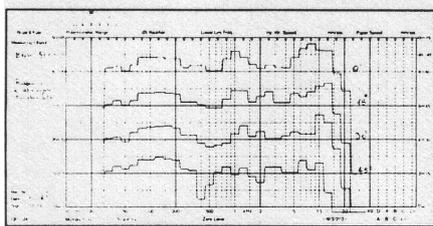
## 1 - Efficienza

Pac media a 1 metro con 2.83 volt all'ingresso.  
Rumore rosa: 78.4 dB (con equaliz.), 83.4 dB (senza equaliz.).

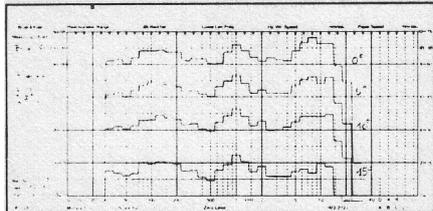
## 2 - Risposta in frequenza



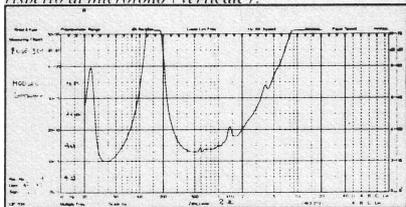
2a - In camera anecoica. Microfono a 1 metro. Tensione applicata ai morsetti 2,83 volt.



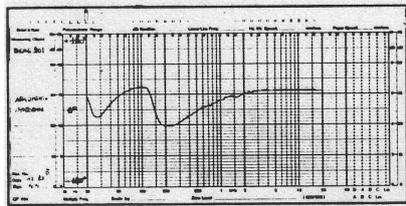
2b - In camera anecoica. Risposta in frequenza con rumore rosa filtrato a terzi d'ottava per varie angolazioni rispetto al microfono (orizzontale).



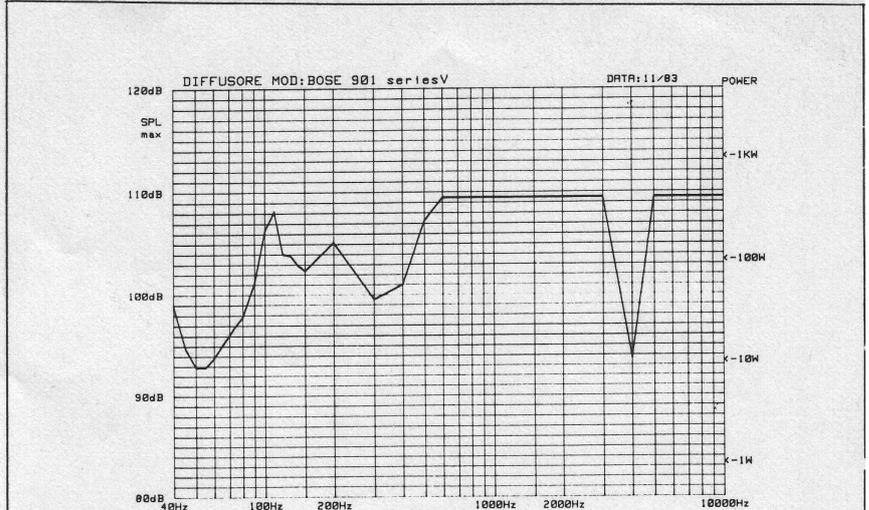
2c - In camera anecoica. Risposta in frequenza con rumore rosa filtrato a terzi d'ottava per varie angolazioni rispetto al microfono (verticale).



3a - Modulo.

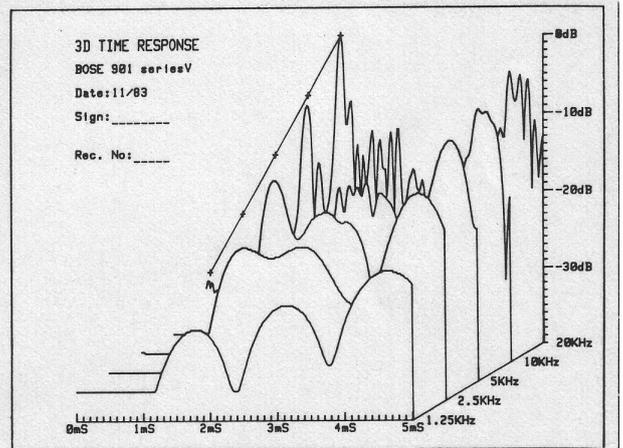


3b - Fase.



## TR delle Bose 901 V

L'impiego di un solo trasduttore a gamma estesa, sia pur sapientemente equalizzato, fa sì che la risposta nel dominio del tempo sia priva di difetti che troppo spesso caratterizzano i multivie, per l'interferenza tra gli altoparlanti e l'azione dei filtri di crossover. Si nota l'estrema nitidezza dell'impulso principale, soprattutto alle alte e medio-alte frequenze. Qualche effetto di diffrazione si nota nella ripetizione di picchi 12-14 dB sotto il principale. Un po' meno bene vanno le cose in gamma più bassa dove però è ben più discutibile il livello di percezione dei tempi di decadimento, spesso confusi con i tempi di riverberazione ambientali.



## Commento ai risultati delle misure

Premettiamo che con un diffusore come il Bose 901 **talune misure possono rivelarsi scarsamente significative** ed in ogni caso devono essere interpretate alla luce del fatto che tali diffusori, funzionanti secondo il principio del non si trovano a proprio agio in una camera anecoica. Inoltre, la presenza dell'equalizzatore fa sì che la potenza inviata agli altoparlanti non sia

lineare con la frequenza, il che complica ulteriormente la comprensione di alcuni risultati. Detto questo osserviamo che la risposta in camera anecoica mostra un andamento senza dubbio ampio, soprattutto in corrispondenza delle frequenze più profonde, ma poco regolare a causa di una sensibile depressione attorno ai 400 Hz, unitamente ad altre irregolarità, più o meno accentuate, nella gamma immediatamente superiore. Va ricordato, comunque, che durante l'esecuzione di tale misura, venivano violate due importanti condizioni di funzionamento fissate dal costruttore: collocazione ad angolo, in modo da garantire il desiderato valore dell'impedenza di radiazione ed irradiazione verso una parete degli 8 altoparlanti posti sui pannelli posteriori, in modo da evitare, tra l'altro, le sensibili interferenze ben visibili sul grafico in questione. Le risposte a vari angoli, sia su un piano orizzontale che verticale, mostrano ora andamento sensibilmente più regolare, pur confermando alcuni tratti caratteristici dell'emissione delle 901. Da sottolineare, in ogni caso, la notevole omogeneità delle varie curve di risposta, a conferma delle doti di emissione del sistema. L'assenza del filtro di crossover fa sì che le curve relative al modulo e alla fase dell'impedenza siano esenti da grossi problemi: le rotazioni di fase a 100 Hz e 200 Hz cadono in una zona ove il modulo ha valore molto alto. Considerazioni analoghe a quelle relative alla risposta in frequenza, vanno fatte per la curva della PIM, rilevata in camera anecoica in assenza dell'equalizzatore. In ogni caso si può affermare che in gamma attorno ai 100 Hz, laddove l'equalizzatore è ininfluente, si può contare su un livello di 110-113 con 400 W, mentre al di sotto dei 500 Hz il livello di pressione ottenibile è sensibilmente più basso.

### **LE «RIFLESSIONI» DI Bose**

*Abbiamo incontrato, presso gli stabilimenti di Framingham e Hopkinton nel Massachusetts, il Dr. Amar Gopal Bose ed i suoi più diretti collaboratori. Ecco una breve sintesi di ciò che ci hanno raccontato.*

### **LA STORIA DELL'AZIENDA**

Tutto iniziò nel 1956, quando un giovane professore del prestigioso "Massachusetts Institute of Technology" — l'istituto universitario conosciuto in tutto il mondo come MIT — decise di acquistare un sistema hi-fi basando i propri criteri di scelta esclusivamente sull'interpretazione dei dati tecnici forniti dai costruttori. Convinto di aver effettuato un ottimo acquisto, egli ascoltò a casa l'impianto da lui giudicato migliore, ma la prova d'ascolto lo deluse profondamente: il suono riprodotto dai diffusori, ed in particolare il violino (egli lo suonava da giovane) era ben lontano da quella profondità, nitidezza ed immediatezza, ancora tipiche di una rappresentazione dal vivo. Quel professore si chiamava Amar Gopal Bose, aveva da poco concluso il dottorato di ricerca presso il MIT, presso il quale operava da oltre tre anni. Il suo acquisto sbagliato lo convinse dell'esistenza di profonde differenze tra i suoni percepiti dal sistema auditivo umano e ciò che era possibile misurare e quantificare con degli strumenti di laboratorio.

Egli intuì che ciò che molte delle teorie che venivano fino ad allora usualmente adottate per la progettazione dei diffusori non erano corrette e si propose di dimostrarlo e di raggiungere soluzioni più efficaci. Per studiare meglio questi problemi egli inaugurò quindi presso il MIT un programma di ricerche nel campo della psicoacustica — la scienza che sta alla base della percezione sonora — che includeva anche la progettazione di nuovi tipi di diffusori. In questo periodo Bose approfondì la teoria della «sfera pulsante», e giunse alla realizzazione di uno strano prototipo, costituito da un ottavo di sfera avente 22 pollici di diametro, dotato di 22 piccoli altoparlanti identici e posizionato in corrispondenza dell'angolo costituito dalla confluenza tra il pavimento e due pareti. Questo diffusore includeva anche un amplificatore di potenza ed un sistema di equalizzazione ed anticipava molte delle soluzioni che stanno tuttora alla base di tutti i diffusori prodotti dalla Bose Corporation. Questa realizzazione incuriosì, nel 1959, il Dr. Jerome Wiesner (che divenne in seguito presidente del MIT) che diede al giovane Bose la possibilità di fruire dell'enorme potenziale tecnologico del MIT per approfondire le proprie ricerche: sulla teoria della sfera pulsante Bose condusse un programma di ricerche durato quattro anni, dimostrando la correttezza di quella che fu una sua intuizione. I risultati di tali ricerche ed i numerosi brevetti conseguiti anche nel settore dell'elettronica sfociarono, nel 1964, nella fondazione della Bose Corporation, che si occupò inizialmente soprattutto della progettazione di sistemi avanzati per l'amplificazione e la conversione di potenza. Il primo diffusore prodotto dalla Bose fu il 2201, direttamente derivato dall'ottavo di sfera costruito presso il MIT alcuni anni prima. Esso venne prodotto solamente in una cinquantina di esemplari, poiché appena un anno dopo la sua introduzione, nel 1967, Bose capì di essere in grado di realizzare un sistema più semplice e meno costoso, con prestazioni superiori. Nel 1968 videro infine la luce i primi esemplari del mitico diffusore a riflessione diretta 901, una pietra miliare nella storia della riproduzione sonora.

La tecnologia e la filosofia di progetto che sta alla base della 901 è oggi applicata anche a sistemi più economici quali le 601, 501, 301 e 201, così come nei sistemi can-stereo. Il modello più venduto in assoluto è la

301, ma è sempre la 901 — che dal 1968 ad oggi ha subito oltre 300 modifiche ed è stata completamente rivista ben cinque volte — ad offrire prestazioni tali da soddisfare le esigenze di realismo sonoro che hanno indotto Amar G. Bose ad occuparsi di questo settore. Lo staff tecnico della Bose, che nel '64 era costituito da 9 progettisti, consiste oggi di 60 elementi, tutti specialisti in diversi rami tecnici che vanno dall'elettronica, all'acustica, alla psicoacustica, all'informatica, alla tecnologie produttive. Tutti i dirigenti seguono direttamente le fasi di progettazione, costruzione e commercializzazione dei prodotti.

Il controllo di qualità è anch'esso oggetto di grande attenzione e l'intera produzione subisce un controllo individuale computerizzato. L'elaboratore "Syncom II" anch'esso progettato dalla Bose, assicura un controllo dell'uniformità qualitativa del prodotto difficilmente riscontrabile in altre aziende del settore. Il tutto è naturalmente sostenuto da un'efficiente politica commerciale. La Bose è riuscita da tempo ad assicurarsi non solo un ruolo di preminenza nel mondo dell'hi-fi, ma anche importanti contratti con la NASA e le forze armate per la progettazione e la realizzazione di sistemi elettronici di altissimo livello.

## **L'INTERVISTA**

**D — Quali sono gli elementi che stanno alla base della vostra filosofia costruttiva, così differente da quella della maggioranza delle aziende che producono diffusori?**

**R —** Sarebbe estremamente lungo sintetizzare in poche parole le intuizioni, i concetti e le ricerche che, dalla nascita della Bose Corporation ad oggi, stanno alla base di tutti i nostri prodotti. Uno degli aspetti che in particolare ci caratterizza e ci distingue dagli altri costruttori è ad esempio costituito dal fatto che non crediamo che si debba progettare un diffusore in funzione del conseguimento di certi parametri puramente strumentali. La risposta in frequenza lineare è ad esempio assai facile da ottenersi (basta usare un equalizzatore attivo, ad esempio), ma è probabilmente l'ultima cosa alla quale guardiamo. Noi ci preoccupiamo molto di più di elementi che secondo noi influenzano in modo sostanziale la realtà della riproduzione sonora, cerchiamo di ovviare ai limiti che derivano dall'utilizzazione di due soli diffusori di limitate dimensioni. **Uno dei nostri obiettivi primari è ad esempio l'ottenimento di una buona immagine stereofonica in un'area la più ampia possibile dell'ambiente d'ascolto**, ed è da questo presupposto che siamo giunti al sistema a riflessione che contraddistingue non solo la 901, ma tutta la gamma dei nostri diffusori.

**D — Quali sono gli aspetti dei quali avete tenuto maggiormente conto nella progettazione della nuova 901 V?**

**R —** La Serie V delle 901 è stata riprogettata al fine di ottimizzare le caratteristiche di efficienza, tenuta in potenza e dinamica che contraddistinguono questi diffusori sin dalla prima versione, in vista della diffusione delle sorgenti digitali.

**D — Ed in particolare, come avete affrontato il problema?**

**R —** Le modifiche apportate sono numerose. Ci siamo mossi su più fronti, intervenendo sulla struttura dello chassis, sulla membrana dei driver e riprogettando completamente l'equalizzatore. Il tutto naturalmente al fine di conseguire una più ampia dinamica e migliori prestazioni in termini di rapporto S/N, distorsione e tenuta in potenza.

**D — Per quale motivo le 901 utilizzano un solo tipo di altoparlante ed un sistema di equalizzazione attiva?**

**R —** Si tratta di due scelte che non necessariamente sono in relazione tra loro. Il motivo fondamentale per cui utilizziamo solo altoparlanti wide-range identici ha strettamente a che fare con l'ingegnerizzazione del prodotto: se dovessimo utilizzare woofer e tweeter convenzionali, dovremmo suddividere il tempo e gli sforzi destinati alla ricerca ed all'ottimizzazione del prodotto su più elementi e probabilmente non saremmo riusciti ad ottenere le prestazioni che in termini di materiali, resistenza alla temperatura, tenuta in potenza ecc., caratterizzano i nostri altoparlanti. Per quanto riguarda la seconda parte della domanda, siamo profondamente convinti che la via migliore per la progettazione di un diffusore sta nell'adozione di un'equalizzatore, anche se ciò non è —per motivi economici— possibile con qualsiasi diffusore. Ma anche il migliore diffusore può essere ulteriormente migliorato, in particolare in funzione delle caratteristiche dell'ambiente, dotandolo di un equalizzatore.

**D — Perché la Bose ha sempre dato tanta importanza all'efficienza?**

R — La maggioranza dei costruttori si concentrano in genere sulla risposta ed in alcuni casi sostengono che l'efficienza può essere tranquillamente sacrificata a favore della linearità e della cosiddetta "neutralità timbrica". Ma vi sono fattori dei quali è a nostro parere estremamente importante tenere conto in molti test il livello sonoro prodotto da diffusori a bassa efficienza è estremamente contenuto e l'amplificatore non è in grado di pilotarli adeguatamente per cui l'utilizzatore tende ad alzare il volume sino al clipping. Disporre di potenze maggiori comporta inoltre un notevole incremento dei costi.

**D — Quali sono i concorrenti che tenete in maggiore considerazione dal punto di vista dell'immagine e della tecnologia?**

R — In generale abbiamo considerazione per tutte le aziende più importanti con le quali siamo in concorrenza, ciascuna per un particolare settore. Da un punto di vista strettamente tecnologico a noi sembra che non vi siano grandi innovazioni e che la maggioranza dei diffusori siano ancora costruiti con criteri analoghi a quelli adottati nel 1950. Dovendo citare almeno un nome, questo potrebbe essere Roy Allison, e ciò non dovrebbe sorprendere; la sua filosofia è per certi aspetti assai simile alla nostra: si preoccupa dell'influenza dell'ambiente. Noi ci siamo però resi conto, sin dall'abbandono del sistema adottato per le storiche 2201, che porre i diffusori negli angoli della stanza non ha molto senso...

*a cura eli C Lupoli*



**BOSE-901/IV**

E' cosa ormai nota che è possibile operare una sorta di divisione in classi tra i diffusori acustici, prendendo via via come elemento discriminante un particolare aspetto tecnico che caratterizza in qualche modo il diffusore stesso. Veniamo così ad avere diffusori a sospensione pneumatica e diffusori a tromba, prendendo in esame il particolare sistema di « caricamento acustico» del woofer diffusori a radiazione frontale e omnidirezionali, se la nostra attenzione cade sul modo in cui l'energia acustica viene irradiata, diffusori ad una via o più vie, a seconda se l'intera gamma viene riprodotta da un solo altoparlante o da un numero superiore ad uno. E' chiaro che il numero di classi tende rapidamente ad infinito qualora si prendono in considerazione altri parametri, quali il peso del diffusore, il colore della griglia, il numero di viti usate o l'età del progettista, ma fortunatamente il numero di insiemi che possiamo formare prendendo in considerazione quei diffusori che appartengono contemporaneamente a più classi determinanti non è molto elevato. Fra questi il più popolato è sicuramente l'insieme che comprende i diffusori bookshelf (da scaffalatura) a tre vie con woofer in sospensione pneumatica di dimensioni medie, prezzo medio e prestazioni medie, mentre, continuando questa analogia algebrica, esiste anche un insieme che non è popolato (insieme vuoto) ed quello formato dai diffusori a tromba, da scaffalatura, a 7 vie, attivi.

C'è invece un piccolo gruppo che si gode, in beata solitudine, il titolo di unico appartenente ad un insieme. Il che significa che gli aspetti peculiari del suo progetto sono tali e tanti da renderlo dissimile, sulla carta, e quindi non assimilabile a nessuna delle tipologie cui abbiamo accennato prima. Sempre sulla carta i più « dissimili » di tutti sono certamente i diffusori Bose 901 i quali apparterebbero all'insieme dei diffusori a riflessione, a radiazione compensata (il termine è nostro e spiegheremo in seguito che cosa intendiamo), ad una via, ad alta efficienza, con equalizzatore attivo e controllo di livello interbanda.

Questo diffusore o meglio questo sistema è giunto in questi giorni alla IV serie passando attraverso sostanziali miglioramenti dal punto di vista soprattutto tecnologico, ma lasciando immutata rispetto alla prima serie quella che potremmo chiamare la filosofia di progetto. Ed è proprio qui che le differenze finora formali con gli altri diffusori, assumono tutti i crismi della sostanzialità, e di una rilevanza tale che le posizioni teoriche che sono dietro i Bose 901, sono antitetiche con quelle espresse dalla stragrande maggioranza degli altri costruttori. Per mettere in luce i punti di divergenza e le motivazioni dei medesimi chiameremo direttamente in causa l'ideatore di questo sistema, il dottor Amar Bose, e spiegheremo qual è il suo punto di vista così come lo si deduce dai suoi rarissimi articoli (2 in tutto) e dalle cose dette in occasione della presentazione della 3' serie.

### **La storia dei Bose 901**

Si può dire che tutto cominciò per caso. Infatti nel lontano 1956 il dottor Bose, non immaginando minimamente quali conseguenze sarebbero scaturite da questo fatto, decise di comperare un impianto hi-fi. Come tutti coloro che possiedono una certa cultura scientifica, ricordiamo che all'epoca era già laureato in ingegneria elettronica e lavorava al MIT, egli operò la sua scelta solo in base alle specifiche tecniche e non tenendo in alcuna considerazione quanto andavano dicendo le riviste specializzate dell'epoca, decise di acquistare i diffusori che avessero avuto, sulla carte, la più piatta risposta in frequenza. Fu talmente deluso del risultato che pensò di approfondire il problema per proprio conto e facendo uso di quel minimo di possibilità in quanto a strumentazione che il MIT gli metteva quotidianamente a disposizione, iniziò una serie di ricerche sul diffusore ideale. Arriviamo così al 1964 quando al dottor Bose e ai suoi collaboratori sembrò finalmente di aver messo le mani su qualcosa di concreto: un sistema di altoparlanti in grado di suonare allo stesso modo di una sfera pulsante ideale. L'oggetto in questione era composto da 22 altoparlanti tutti uguali, disposti sulla superficie di una sfera delimitata da tre piani perpendicolari. Per stabilire il grado di somiglianza tra il suono di questo diffusore e quello della sfera ideale, che proprio per definizione non era noto, si decise di operare il confronto simulando al calcolatore il comportamento della sfera pulsante. La delusione fu sicuramente tanta quando ci si accorse che il sistema appena realizzato e che possedeva in sommo grado tutti gli attributi determinanti ai fini di una perfetta riproduzione musicale (risposta in frequenza, risposta ai transitori, distorsione e caratteristiche direzionali), suonava in maniera non dissimile dagli altri diffusori.

A questo punto fu presa una decisione coraggiosa che sarà determinante sul futuro sviluppo delle ricerche, e cioè che i parametri di cui sopra erano responsabili della qualità sonora fino ad un certo punto, oltre il quale qualsiasi tentativo di migliorarli non avrebbe avuto nessun effetto sulla resa acustica finale. In altre parole ci doveva essere qualche altra grandezza cui l'orecchio era molto sensibile e che fino a quel momento era stata trascurata. Furono fatti studi e ricerche in varie direzioni, finché si arrivò ad un episodio cruciale che diede un indirizzo preciso a tutta la ricerca di quegli anni.

Durante l'esecuzione di registrazioni effettuate con la tecnica della testa artificiale, nella quale, ricordiamo, si fa uso di due microfoni collocati all'altezza delle orecchie di una testa artificiale che simula nelle fattezze quella umana piazzata nella sala in cui avviene la registrazione dal vivo, si notarono enormi differenze, in fase di ascolto, a seconda che il segnale inviato alla cuffia dell'ascoltatore fosse binaurale o monoaurale. Nel primo caso, infatti, all'auricolare sinistro giungeva il segnale prelevato dal microfono posto nell'orecchio sinistro della testa artificiale ed altrettanto per l'auricolare destro, ed il suono appariva trasparente e cristallino, mentre nel secondo caso ai due auricolari giungeva lo stesso segnale precedentemente mescolato e la riproduzione diventa subito aspra e stridula.

E' chiaro che le differenze notate non erano in alcun modo attribuibili a variazioni della risposta in frequenza o di quella ai transistori dell'apparecchiatura usata, ma dipendevano solamente dal tipo di segnale usato (binaurale o monoaurale). Al dottor Bose e compagni questo esperimento dimostrava una volta di più che i parametri fino ad allora ritenuti determinanti (risposta in frequenza, risposta ai transistori, distorsione) non potevano spiegare le differenze riscontrate all'ascolto nell'esperimento di cui sopra (ed infatti rimanevano inalterati in entrambi i casi), ma che queste erano dovute a qualche altra grandezza, fino ad allora ignorata, che veniva a modificarsi passando dalla riproduzione binaurale a quella monoaurale.

L'esperimento venne spiegato nel modo seguente: ciascun microfono della testa artificiale registra le informazioni circa la composizione spettrale del campo sonoro così come si presentano in prossimità dell'orecchie dell'ascoltatore, e cioè dopo che le onde acustiche emesse dalla sorgente abbiano subito varie riflessioni sulle pareti o sugli altri oggetti posti nella stanza, siano state in vario modo assorbite dalle superfici di incidenza e siano state diffratte dagli ostacoli incontrati sul loro percorso. Se si tiene conto quindi che il segnale registrato su ciascun canale non è altro che la risultante dei processi sopra descritti, appare chiaro che i valori della pressione acustica e delle altre grandezze che caratterizzano il campo sonoro, presentano valori differenti in prossimità delle orecchie dell'ascoltatore. Tali differenze, oltre ad essere motivate dai vari tempi di percorrenza dovuti ai fenomeni di cui sopra, sono dovute alle inevitabili diffrazioni che avvengono attorno alla testa dell'ascoltatore. Una volta che questi segnali vengono applicati agli auricolari di una cuffia, il nostro ascoltatore, dopo una elaborazione del segnale musicale effettuata dal cervello, ne estrae una serie di informazioni importantissime per la ricostruzione delle dimensioni spaziali del campo sonoro. E' bene sottolineare che queste informazioni di carattere spaziale sono in massima parte contenute non nella porzione di segnale musicale che è comune ai due orecchi, ma in quella che presenta diversità di vario genere tra un orecchio e l'altro.

E' bene soffermarci un momento su questo punto perché, Bose a parte, siamo personalmente convinti che questo aspetto sia della massima importanza. Facciamo un rapidissimo esempio sul meccanismo attraverso il quale noi siamo in grado di localizzare nello spazio una sorgente acustica.

Prima ipotesi: sorgente in campo libero esattamente sull'asse dell'ascoltatore ad una certa distanza da esso. I tempi di percorrenza delle onde che arrivano alle orecchie del nostro sperimentatore sono uguali in quanto sono uguali le distanze tra la sorgente e le orecchie dell'ascoltatore. In questo caso il numero di informazioni che il cervello è in grado di estrarre dai segnali presenti sui due canali auditivi è lo stesso, per cui il nostro ascoltatore deduce che la sorgente è situata esattamente davanti a sé. Esaminiamo ora il caso precedente nell'ipotesi in cui la sorgente non sia in campo libero, ma si trovi al centro di una stanza, ma sempre di fronte all'ascoltatore. Ci chiediamo in che modo la presenza delle pareti modifichi il contenuto d'informazione presente nel messaggio emesso dalla sorgente. Se essa non è esageratamente direzionale, alle orecchie del nostro ascoltatore arriveranno due tipi diversi di messaggi acustici: il primo rappresentato dalle onde dirette, che giungono senza subire nessuna riflessione, ed il secondo dato da quelle onde che

essendo state riflesse giungono a destinazione con un certo ritardo temporale. Mentre le onde dirette, allo stesso modo del caso precedente, contengono di per sé quelle informazioni atte ad individuare la posizione e la distanza della sorgente, le onde riflesse contribuiscono, grazie ai ritardi dovuti ai diversi tempi di percorrenza, a ricreare nel giusto modo le proprietà spaziali del campo sonoro. Tutto ciò è di un'importanza capitale in stereofonia, dove, per riprodurre con sufficiente realismo musica registrata, quel che più conta non è assolutamente l'esatta identificazione delle sorgenti reali (i diffusori), ma la precisa collocazione nello spazio delle sorgenti virtuali (strumenti) e le dimensioni del campo sonoro da essi generato.

Torniamo velocemente al nostro racconto che volge ormai ai suoi epiloghi. Dopo aver appurato l'enorme importanza giocata dai ritardi temporali dovuti alla riflessione, non restava altro che studiare più in dettaglio il modo in cui si propaga il campo sonoro in una sala da concerto. Fu affrontato soprattutto il problema dell'esatta percentuale di suono diretto e riflesso durante una esecuzione dal vivo, ed ancora una volta furono trovati risultati che, seppure già noti, mettevano in altra luce le cognizioni precedenti sulla riproduzione del suono. Si notò infatti che durante una riproduzione dal vivo, gli strumenti musicali emettevano onde sonore sotto diverse direzioni, ed esse, dopo essere state riflesse dalle pareti e dalle superfici della sala, giungevano alle orecchie degli ascoltatori sotto moltissimi angoli. Inoltre la stragrande maggioranza dell'energia acustica irradiata nello spazio giungeva all'ascoltatore per mezzo delle onde riflesse, e solo una minima parte veniva trasportata da quelle dirette.

In altre parole il contenuto energetico del campo riverberato è molto superiore a quello del campo diretto, il quale è dominante soltanto per ascoltatori molto vicini agli strumenti. Anche in questo caso, accanto a cose già note, ma forse mai sufficientemente chiarite, quale il fatto che in una sala da concerto il primo violino e lo spettatore della 53° fila non sentiranno allo stesso modo questo strumento, emergono in modo sempre più chiaro problemi per quel periodo completamente nuovi. In particolare, il fatto che l'ambiente d'ascolto altera in modo così determinante la riproduzione musicale porta alle seguenti conclusioni: innanzitutto qualsiasi tentativo di linearizzare la risposta del solo diffusore senza prendere in esame le reciproche interazioni con l'ambiente d'ascolto non risolve in modo definitivo i problemi più importanti, e secondariamente che la posizione della sorgente rispetto all'ambiente non è indifferente, ma deve essere determinata in base alle caratteristiche della sorgente stessa. E siamo ormai all'avvenimento: nel 1968 esce il Bose 901. A 11 anni di distanza si sono avvicinati quattro modelli che non hanno tolto o aggiunto niente al discorso concettuale finora riportato, ma che viceversa hanno fatto registrare notevolissimi passi avanti dal punto di vista tecnologico, che trovano il loro momento di sintesi nella IV serie.

## **Il progetto**

Una volta trovati i presupposti concettuali che dovevano servire da struttura portante del progetto dei nuovi diffusori, bisognava correttamente operare quelle scelte di carattere tecnico atte a consentire il raggiungimento degli obiettivi finali. Le soluzioni trovate, alcune delle quali costituiscono a tutto oggi quanto di più moderno si possa escogitare in questo campo, riuscirono a risolvere in modo brillante tutti i problemi posti direttamente sul tappeto. Il primo nodo da sciogliere riguardava il modo con cui il diffusore avrebbe dovuto irradiare il suono nello spazio. E' chiaro che per far giungere alle orecchie dell'ascoltatore il giusto numero di informazioni atte a ricreare le dimensioni del campo sonoro, le onde acustiche sarebbero dovute giungere sotto angoli molto diversi in modo da possedere l'una rispetto all'altra il corretto ritardo temporale.

Questo dato rendeva improponibile la soluzione della radiazione diretta, in quanto in questo modo le onde riflesse sono in proporzione limitata rispetto a quelle dirette e per giunta diminuiscono progressivamente all'aumentare della frequenza. Si pensò allora che gli altoparlanti non dovessero emettere il suono frontalmente, ma che esso dovesse giungere all'ascoltatore dopo essere stato riflesso dalle pareti della stanza. Inoltre per garantire che le onde riflesse giungessero da molte direzioni si decise che gli altoparlanti non dovessero essere disposti su una superficie parallela alla parete su cui avveniva la prima riflessione ma su pannelli angolati rispetto ad essa e a circa 120° tra loro. Da queste prime considerazioni emergono già alcuni fatti: il primo è che per consentire la riflessione sulla parete di fondo i diffusori non dovevano essere poggiati contro di essa, né, per lo stesso motivo, contro le pareti laterali (è sottinteso che un ragionamento analogo è valido per il pavimento o per il soffitto). In secondo luogo, a causa della angolazione dei pannelli posteriori, il diffusore veniva ad assumere la forma di un pentagono. Il terzo aspetto ri-

guarda il tipo di altoparlanti. Se si fosse fatto uso di altoparlanti tradizionali, cioè ciascuno specializzato nella riproduzione di un certo intervallo di frequenze, sarebbero sopraggiunte notevoli complicazioni. Infatti ciascun tipo di altoparlante (woofer, midrange, tweeter) sarebbe dovuto essere presente su ciascun piano di emissione acustica, cioè il pannello frontale e i due posteriori. Ma ciò non sarebbe bastato. Infatti la presenza di un solo tweeter, cioè di una sola sorgente, su uno dei pannelli posteriori, non avrebbe in nessun modo garantito una sufficiente dispersione delle onde acustiche con la conseguente differenza di tempi di percorrenza. Dal momento che lo stesso discorso è valido per gli altri altoparlanti, la soluzione del problema sarebbe stata quella di un aumento delle dimensioni dei pannelli stessi. Se a questi si aggiunge che l'energia acustica irradiata direttamente doveva rappresentare l'11 % del totale, mentre quella riflessa l'89%, si comprende come questa soluzione era irrealizzabile. Per superare il doppio ostacolo del rapporto tra energia riflessa e diretta (circa 8:1) e della necessità di ricreare onde riflesse sotto più direzioni, fu deciso di usare altoparlanti di piccole dimensioni (12 cm di diametro) e di sistemarli uno sul pannello frontale e 4 per parte sui pannelli posteriori, facendoli lavorare tutti sull'intera gamma audio. Questa soluzione se da una parte solleva il progettista da un gravoso compito, come quello della progettazione della rete di filtraggio, porta con sé nuovi problemi, in quanto si richiede da parte degli altoparlanti una risposta piatta tra i due estremi dell'intervallo di riproduzione.

E' noto che un altoparlante a cono da 12 cm è ben lungi dal soddisfare questa condizione in quanto già al di sotto dei 300 Hz mostra notevoli cedimenti di pressione, e lo stesso dicasi al di sopra dei 3000 Hz. La soluzione adottata fu quella di corredare il sistema di un equalizzatore attivo che correggesse la caduta di pressione acustica inviando agli altoparlanti, limitatamente nella zona in questione, una maggiore potenza elettrica. In altre parole questo equalizzatore ha una curva di risposta esattamente speculare a quella dei soli altoparlanti, in modo che la loro risultante sia perfettamente lineare. L'entità del suo intervento sarà quindi tanto maggiore a quelle frequenze dove la diminuzione della potenza acustica irradiata è più sensibile, e cioè a basse ed alte frequenze. Il nostro resoconto termina qui, consci di aver volutamente tralasciato tutti gli aspetti tecnici del problema, tra cui l'«Acoustic Matrix » e le colonne d'aria reattive, che meriterebbero un'analisi particolareggiata, e le cui funzioni di base sono state già descritte in AV/11 Inverno 76/77.

## **Descrizione**

Ciascun diffusore ha una forma vagamente pentagonale con un ingombro di 31 cm (altezza) x 52,5 cm (larghezza) x 32,5 cm (profondità), ed ospita 9 altoparlanti tutti uguali, di 12,5 cm di diametro, con una impedenza complessiva di 8 Ohm. Il sistema completo è composto da due diffusori e da un equalizzatore attivo che va inserito tra pre e finale, o tra i collegamenti tapemonitor di un amplificatore integrato. I due diffusori vanno sistemati contro una parete riflettente a distanza compresa tra i 10 ed i 40 cm dalla parete di fondo e tra i 50 ed i 100 cm da quelle laterali. Sull'equalizzatore, oltre al deviatore per il ripristino dell'ingresso tape-monitor da esso occupato, sono presenti un deviatore a pulsante per attenuare la risposta a bassissima frequenza e due potenziometri a cursore che intervengono nella gamma medio bassa ed in quella alta. Prezzo del sistema: L. 1.200.000. (cioè la coppia, IVA compresa).

## **Risultati delle misure**

La Bose dichiara testualmente che le misure tradizionali di risposta in frequenza, risposta ai transitori e distorsione non sono eseguibili su questi diffusori in quanto il sistema è stato progettato per una risposta in potenza costante. Da parte nostra abbiamo ritenuto opportuno eseguire le stesse misure cui vengono sottoposti gli altri diffusori, perché solo in questo modo la prova in sé conserva una sua validità, e quando questo non è stato possibile, approfittando anche di una certa flessibilità offerta dalla nostra strumentazione, abbiamo operato quelle variazioni che potessero meglio mettere in evidenza talune caratteristiche del diffusore stesso. Così, temendo in un primo momento che la curva di pressione con il segnale sinusoidale sarebbe stata troppo influenzata dalle riflessioni con le pareti, abbiamo effettuato questa misura inviando ai diffusori rumore bianco successivamente analizzato con filtro a banda costante. Le curve riportate in fig. 1 si riferiscono alla risposta al rumore bianco con entrambi i diffusori in funzione nelle posizioni consigliate, e per 5 diverse posizioni del microfono su un arco di circonferenza con centro sull'asse dei diffusori stessi. Come si può osservare le curve sono praticamente coincidenti, il che significa che il sistema emette energia acustica in modo perfettamente isotropo, e mostrano un andamento sorprendentemente lineare. Il picco attorno ai 50 Hz è provocato da una risonanza dell'ambiente, mentre il rialzo di tutta la zona compresa tra i 25 Hz ed i 70 Hz, rispetto alla restante gamma, è dovuto alla eccessiva

larghezza del filtro del nostro analizzatore. Nel tentativo di fornire risultati direttamente confrontabili con altre prove, abbiamo ripetuto la stessa misura alimentando le casse con segnale sinusoidale. Contrariamente a quanto pensavamo, abbiamo ottenuto una curva (fig. 2) che per linearità e regolarità fa invidia ai migliori diffusori a radiazione diretta. Questi due grafici ci consentono subito di fare alcune osservazioni. Il grafico di fig. 2, oltre a mettere in luce una profonda e molto gagliarda riproduzione delle frequenze più basse, deducibili dal gradino attorno ai 30 Hz, mostra la pressoché totale assenza di qualsiasi avvallamento od esaltazione nell'intervallo dai 100 Hz ai 600 Hz. Ciò sta a significare che, contrariamente ai diffusori tradizionali la cui risposta in questa zona viene grandemente influenzata dalla posizione rispetto alle pareti, la disposizione consigliata tiene conto sia del problema della diffusione dell'energia acustica, sia della minimizzazione delle aberrazioni sonore causate da un'errata collocazione rispetto alle pareti. In fig. 3 sono mostrate le variazioni apportate dall'equalizzatore sulla curva di pressione con il rumore bianco, mentre in fig. 4 è riportata la risposta elettrica complessiva dei controlli dell'equalizzatore stesso. Da queste curve è possibile notare come le sue possibilità d'intervento lo rendano molto dissimile sia dai controlli di tono, sia dagli equalizzatori ad ottave, con i quali non è possibile riottenere correzioni e variazioni di questo tipo. Inoltre sembra che tutti i motivi di novità rispetto alla 3' serie, siano condensati in questo equalizzatore che, oltre ad usare nuovi circuiti integrati rispetto ai transistori del modello precedente, consente regolazioni più flessibili rispetto all'acustica dell'ambiente in cui le casse vengono installate. Le misure sull'equalizzatore terminano con il grafico di fig. 5 che mostra l'attenuazione della diafonia dei due canali, che, come si può vedere, sta abbondantemente al di sotto dei 50 dB. In fig. 6 è mostrata la curva d'impedenza del sistema, caratterizzata da due massimi che, contrariamente a quanto siamo abituati a vedere, non stanno ad indicare che ci troviamo di fronte ad un sistema reflex. Infatti il picco attorno ai 150 Hz è dovuto alla risonanza degli altoparlanti, mentre quella di minore entità centrato sui 22 Hz è provocato dalle risonanze della massa acustica nelle colonne reattive. Questi dispositivi, presenti anche nella terza serie, non hanno la funzione, come i condotti delle casse accordate, di incrementare la risposta verso le frequenze più profonde, ma solamente quella di controllare l'escursione delle membrane in una zona in cui i coni devono compiere oscillazioni molto ampie.

Infatti in un sistema chiuso l'escursione dei coni, affinché l'altoparlante riproduca lo stesso livello di pressione acustica, deve aumentare a mano a mano che la frequenza diminuisce. Ciò comporta che a basse frequenze esso si porti rapidamente in una zona in cui le sospensioni non sono più lineari, il flusso concatenato con la bobina mobile non è più costante ecc., con conseguente aumento della distorsione. La presenza delle colonne fa sì che nella zona in cui l'escursione del cono dovrebbe aumentare, l'aria in esse contenuta si muova in opposizione di fase rispetto ai coni degli altoparlanti, con conseguente diminuzione delle oscillazioni di quest'ultimi. La cosa è ben sintetizzata nel grafico di fig. 7, che mostra l'escursione della membrana con e senza colonne reattive al variare della frequenza., secondo le misure effettuate dalla Bose stessa. I risultati comunque sono più che evidenti dall'esame di fig. 8, in cui sono mostrati gli spettri di distorsione per la coppia

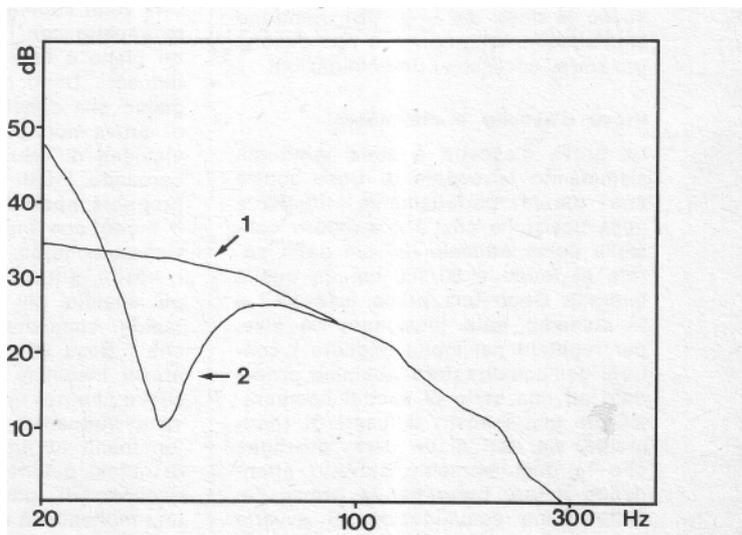


Fig. 7: escursione del cono: 1. Senza la colonna d'aria reattiva; 2. Con la colonna d'aria reattiva

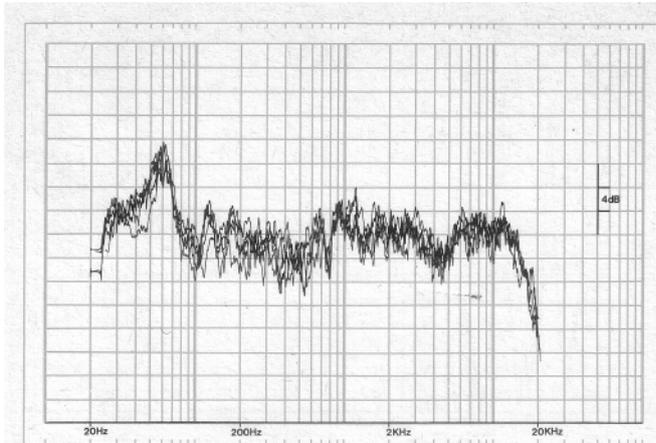


Fig. 1: curva di pressione in ambiente (rumore bianco)

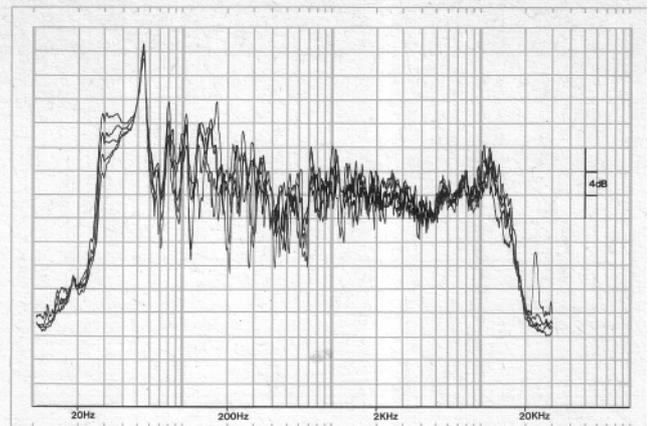


Fig. 2: curva di pressione in ambiente (sinusoidale)

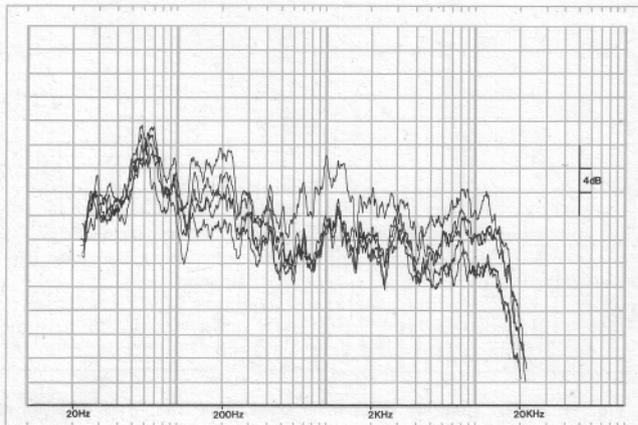


Fig. 3: risposta al variare dei controlli (rumore bianco)

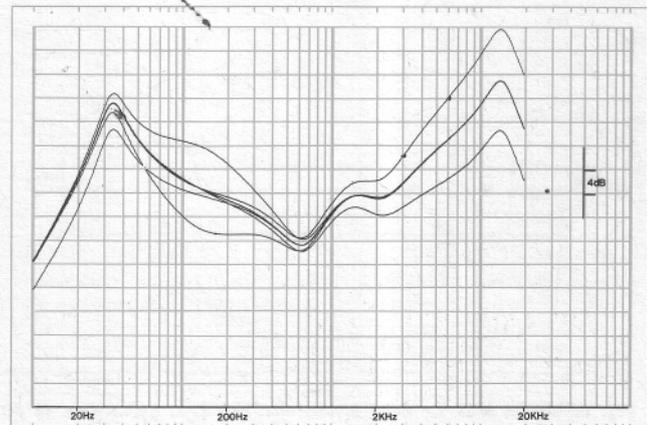


Fig. 4: panoramica delle risposte elettriche dell'equalizzatore

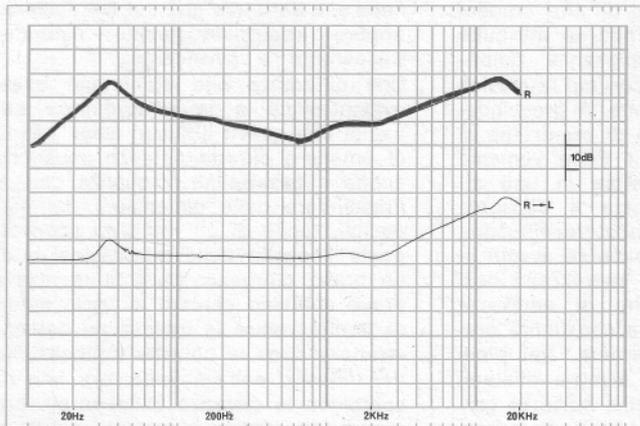


Fig. 5: attenuazione di diafonia tra i canali dell'equalizzatore

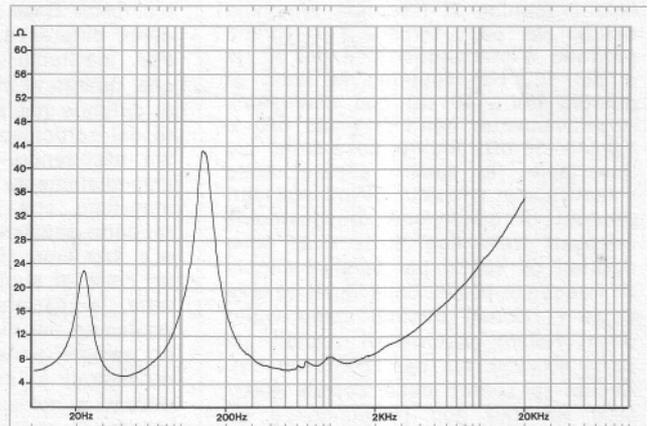


Fig. 6: curva d'impedenza nell'intervallo di trasferimento