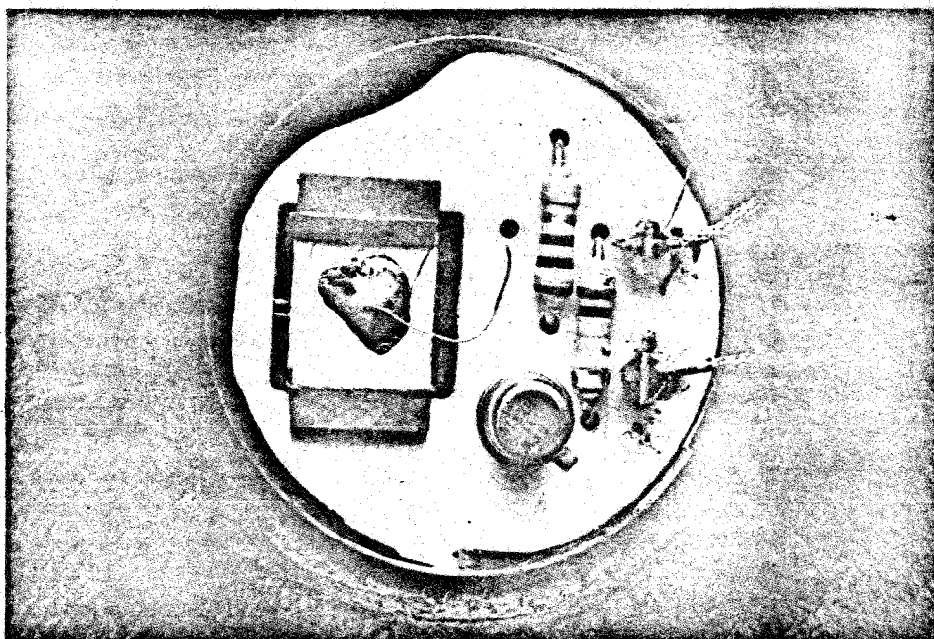


# Audio Test

## PHILIPS RH-532 "MFB"



Giancarlo Gandolfi \*

Costruttore: N. V. Philips Gloeilampenfabrieken - Eindhoven - Netherlands.  
Distributore: Philips Italiana, P.zza IV Novembre, 3 - 20124 Milano.  
Prezzo di listino: L. 200.000 + IVA.

### « PHILIPS RH 532 MFB »

La cassa amplificata PHILIPS RH 532 è stata presentata alla stampa specializzata internazionale nel Giugno 1973. Fin dalla sua prima apparizione sul mercato, ha destato un grande interesse nel pubblico degli appassionati di alta fedeltà. Questo interesse è anche, in gran parte, curiosità di conoscere cosa si nasconda dietro la sigla MFB (che significa Motional Feed Back, cioè controreazione di moto.)

La PHILIPS, con questo diffusore acustico, si propone di ottenere una riproduzione molto estesa fino alle frequenze più basse dello spettro udibile pur con dimensioni esterne della cassa assai ridotte e senza intaccare la resa acustica complessiva. Sono note infatti le difficoltà che si incontrano nel realizzare delle casse acustiche molto compatte e, nello stesso tempo, veramente HI-FI.

Prima di passare all'esame dei due esemplari di RH 532 che abbiamo avuto in prova, vogliamo tracciare un breve panorama storico sui vari sistemi di controreazione degli altoparlanti e sulle realizzazioni, in verità poche, di casse acustiche che sfruttano questi principi.

### Breve storia dei sistemi di controreazione di movimento

Il recente « Festival International du Son » di Parigi e l'apparizione sul mercato della cassa acustica PHILIPS, oggetto di studio nel presente articolo, hanno destato l'interesse del pubblico sui sistemi di asservimento degli altoparlanti. Si potrebbe erroneamente pensare che solo da pochi anni i progettisti di diffusori acustici abbiano pensato di compensare la scarsa risposta degli altoparlanti alle note più basse con una opportuna controreazione, che agisca sul circuito elettronico. In effetti, invece, i primi studi risalgono a ben 50 anni fa, solo che ora la tecnica mette a disposizione dei progettisti dei componenti meravigliosi, che un tempo non erano neppure pensabili (transistori a effetto di campo, materiali ceramici piezoelettrici ecc.) che permettono di approfondire e, possibilmente, concretizzare degli studi, che probabilmente anticipavano troppo i tempi e non trovavano la tecnica preparata.

Il primo studio pubblicato sullo argomento è del 1924 e porta la firma di P.G.A.H. Voigt.

Si tratta di una controreazione

di velocità; egli usò un circuito a ponte (ispirato al ponte di Maxwell) per ottenere una tensione proporzionale alla velocità di movimento del cono. Voigt fu anche il primo ad intuire che con questo sistema di controreazione era possibile ottenere una riduzione sensibile della distorsione.

Il passo successivo lo fece, due anni più tardi, A.F. Sykes, nel 1926. Egli descrisse l'uso di una bobina mobile ausiliaria, o anche un microfono, per prelevare sempre un segnale proporzionale alla velocità di spostamento della bobina mobile principale; l'argomento sarà ripreso da molti studiosi più tardi.

Il terzo studio di M. Trouton ottenne un brevetto nel 1928. Egli usò un pick-up ceramico per realizzare una controreazione proporzionale ad una ampiezza di spostamento. Trouton fu inoltre il primo a intuire che la controreazione più importante è probabilmente quella di accelerazione, poiché alle frequenze basse (quando l'altoparlante funziona come pistone rigido) la pressione acustica è direttamente proporzionale all'accelerazione, con cui si muove tutto il sistema rigido della bobina mobile e del cono.

(\*) Ingegnere progettista della R.C.F.

Questo Trouton dunque intuì nel 1928 il principio che oggi ispira la realizzazione della cassa acustica PHILIPS MFB 22RH532.

Comunque non è tanto importante quale delle tre grandezze legate al mito dell'altoparlante si riesce ad « estrarre » sotto forma di tensione elettrica, ma quale si utilizza per effettuare la controreazione.

E' infatti piuttosto semplice passare dall'uno all'altro di queste 3 grandezze, dato che sono legate dalle semplici ed arcinote formule:

$$V = \frac{dx}{dt} \quad A = \frac{dv}{dt} \quad \text{dove } X \text{ è lo}$$

spostamento, V la velocità e A la accelerazione.

Nel 1940, nella prima edizione del suo trattato di acustica, Olson accennò a due sistemi per ottenere una controreazione di moto.

Due studiosi olandesi, De Boer e Schenkel, nel 1948 pubblicarono uno studio generale sul « The Journal of Acoustical Society of America » intitolato « Electromechanical feedback », nel quale studiavano i sistemi di asservimento degli altoparlanti. Ricordiamo che De Boer, collaboratore dei laboratori PHILIPS di Eindhoven, ha pubblicato numerosi lavori su questo argomento.

Negli anni 1951 e 1952 diversi studiosi quali Tanner, W. Clemen-

ts, V.J. Childs analizzarono i parametri fondamentali dell'impedenza di moto degli altoparlanti e i loro studi furono ripresi nel 1958 da R.E. Werner (dei laboratori RCA) che pubblicò un articolo fondamentale sull'argomento « Loudspeakers and negative impedance », che ispirò i realizzatori del sistema conosciuto come « Servo Sound ».

Nel 1957 si ebbe una realizzazione commerciale del sistema, proposta da Sykes, per opera di M. Crowhurst, che realizzò un complesso di tre altoparlanti, ciascuno dei quali poteva essere asservito per mezzo di una bobina capacitrice.

Tale sistema si chiamava « Integrant », ma non ebbe alcun successo commerciale per il suo costo elevato.

Successivamente vi furono altri numerosi studi, ma sempre basati sulle idee originali di Voigt e Sykes. L'argomento interessa ancor oggi numerosi laboratori di ricerche acustiche in tutto il mondo.

La più recente commercializzazione di un sistema di asservimento del diffusore acustico, è la RH532 della PHILIPS, presentata alla stampa internazionale nel Giugno dello scorso anno, ma della quale non esiste ancora uno studio completo e dettagliato. Esistono solamente giudizi d'ascolto soggettivi, presentati su alcune riviste estere,

non suffragati da sufficienti dati tecnici per poterne esprimere un giudizio oggettivo.

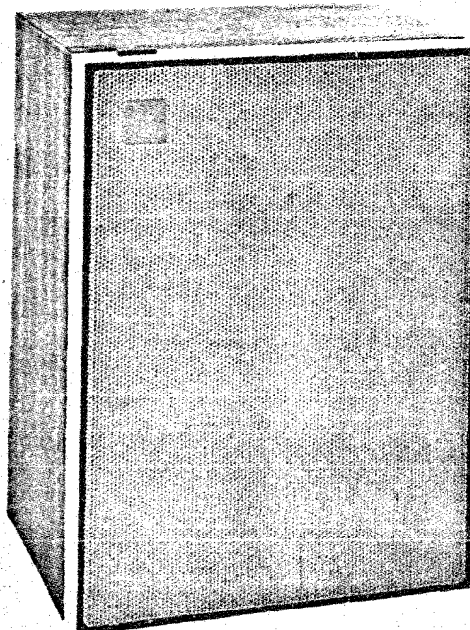
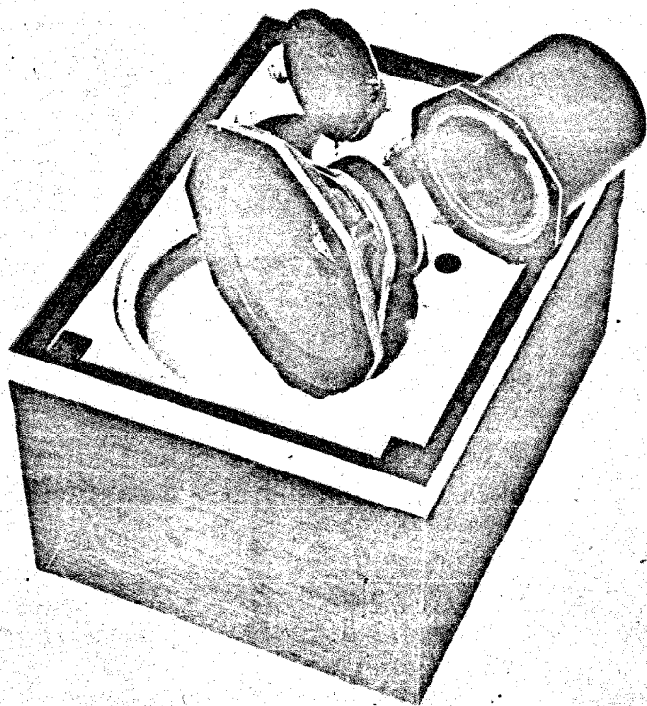
Noi vogliamo, con questo articolo, documentare, nella maniera più completa possibile, con i mezzi che la strumentazione e la tecnica moderna ci mettono a disposizione, questa, finora un pò misteriosa, RH532.

Nel frattempo, noi tecnici, ci sentiamo in dovere di ringraziare la PHILIPS per avere realizzato e commercializzato un prodotto così nuovo e così denso di interessanti soluzioni tecniche di assoluta avanguardia.

Ciò resta valido, qualunque sia il risultato commerciale della RH 532.

Ci auguriamo inoltre che anche altri, sull'esempio della PHILIPS, cerchino di dare pratica realizzazione agli studi fatti negli ultimi 50 anni sulle controreazioni di movimento o asservimenti degli altoparlanti.

Il problema dell'asservimento dell'altoparlante è nato dalla constatazione della oggettiva difficoltà di ottenere note basse sufficientemente « profonde » e a livello di pressione acustica abbastanza elevato, con casse e altoparlanti di limitate dimensioni (praticamente imposti dal fatto che l'alta fedeltà deve poter entrare in tutte le case e non rimanere in una ristretta cerchia di « superappassionati »).



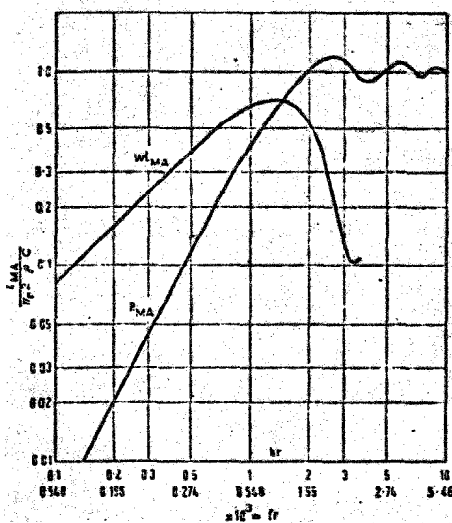


Fig. 1

### Riproduzione delle note basse

Uno dei problemi più gravi nella riproduzione Hi-Fi è quello di poter ottenere alle frequenze molto basse (comprese tra i 100 Hz e i 40 Hz) lo stesso livello di pressione acustiche delle frequenze superiori. Cerchiamo di spiegare il perché, con i tradizionali sistemi di riproduzione per mezzo di altoparlanti a cono, sia difficile produrre suoni a frequenza molto bassa.

Il suono è un cambiamento della pressione dell'aria ad una frequenza che è compresa nella gamma di risposta dell'orecchio umano, ed è in genere ottenuto trasformando l'energia elettrica in una vibrazione meccanica, che, trasmessa ad un cono, provoca dei cambiamenti di pressione dell'aria, cioè dei suoni.

Il segnale elettrico provoca un passaggio di corrente nella bobina mobile di un altoparlante, che è immersa in un campo magnetico

permanente; si genera così una forza assiale  $F = Bli$

$B$  = induzione nel traferro

$l$  = lunghezza della bobina mobile nel traferro

$i$  = corrente nella bobina mobile

Questa forza fa vibrare il cono, il quale provoca delle onde di compressione e di rarefazione nell'aria che, muovendosi alla velocità di 344 m/sec., raggiungono il nostro orecchio, provocando dei movimenti del timpano. L'aria agisce dunque come un mezzo per trasferire l'energia dal cono all'orecchio.

Poiché questa energia deriva dal movimento meccanico del cono, la presenza dell'aria agisce come una resistenza meccanica, che si oppone al movimento del cono stesso. Questa resistenza viene definita « resistenza meccanica di radiazione ( $R_{MA}$ ) ». Lo strato d'aria, inol-

$R_{MA}$

tre, adiacente al cono, si muove con il cono stesso per cui si ha una massa di radiazione  $L_{MA}$  con una

$R_{MA}$

conseguente reattanza di radiazione  $X_{MA} = 2\pi f L_{MA}$

$R_{MA}$

$R_{MA}$

In figura 1 viene mostrato l'andamento tipico di  $R_{MA}$  e  $X_{MA}$

$R_{MA}$   $R_{MA}$

per un altoparlante a cono, collocato in un diffusore acustico completamente chiuso.

Si vede chiaramente che alle frequenze più basse si ha una rapida caduta della  $R_{MA}$ . Nel caso di

$R_{MA}$

un diffusore completamente chiuso la  $R_{MA}$  è proporzionale al

$R_{MA}$

quadrato della frequenza

$$R_{MA} = K_1 f^2$$

$R_{MA}$

Poiché la potenza acustica irradiata da un simile sistema vibrante è  $P = V \cdot R_{MA}$ , dove la  $V$

$R_{MA}$

è la velocità di vibrazione del cono, per mantenere una pressione acustica costante, il cono si deve muovere a velocità progressivamente crescente al diminuire della frequenza, per compensare la diminuzione della resistenza di radiazione.

$R_{MA}$

$R_{MA}$

Poiché se  $V = \frac{K}{f}$   $P = \frac{K}{f} \times$

$K_1 f^2 = \text{cost.}$  nel caso di una cassa chiusa la velocità di spostamento del cono dovrà essere inversamente proporzionale al quadrato della frequenza.

Passando, per esempio, da 100 Hz a 50 Hz il cono si deve muovere a velocità 4 volte superiore per generare la stessa pressione acustica. A questo punto occorre vedere se il sistema meccanico permette al cono di continuare ad aumentare la sua velocità. A ciò infatti si oppongono:

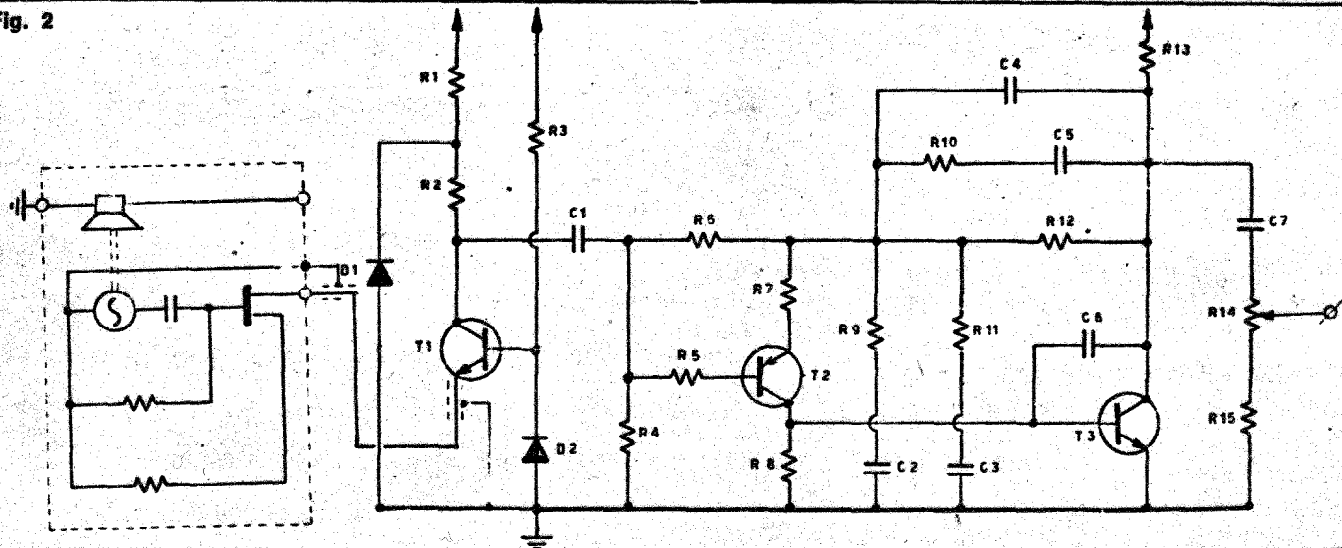
1) la bobina mobile che non deve mai uscire dal traferro, altrimenti si generano elevatissime distorsioni

2) la sospensione del cono

3) il centratore dell'altoparlante

Tanto più è piccolo il diametro del cono dell'altoparlante, tanto maggiore deve essere la sua velocità di spostamento, per generare la stessa pressione acustica, poiché la resistenza acustica diminuisce assai rapidamente col diminuire del diametro del cono. Per ot-

Fig. 2



tenere una risposta in frequenza molto estesa verso le note basse, pure con dimensioni ridotte, ma con sospensioni del cono talmente cedevoli, da permettere ampie escursioni al cono stesso la bobina mobile, sempre molto lunga, dava la certezza di non uscire mai dalle espansioni polari del circuito magnetico. In tal modo, si ottenne lo scopo di estendere la risposta verso le basse frequenze ma l'efficienza del sistema risultò molto bassa. E' vero che oggi sul mercato si trovano amplificatori di potenza sufficientemente elevata, per poter pilotare questo tipo di diffusori a bassa efficienza, ma è anche altrettanto vero che costano cifre proporzionalmente elevate in rapporto alla loro potenza, per cui si può concludere che questa ricerca dell'alta fedeltà, ottenuta con ridotte dimensioni delle casse acustiche, porta all'acquisto di apparecchiature piuttosto costose. Il fatto di poter ottenere una notevole qualità sonora, anche con impianti di dimensioni ridotte, ha largamente contribuito allo sviluppo dell'alta fedeltà tra le pareti domestiche.

Nel progettare il suo nuovo diffusore RH532 la PHILIPS è partita da un presupposto assai diverso, per ottenere lo stesso scopo finale.

Per avere una cassa acustica efficiente, e nello stesso tempo di ridotte dimensioni, bisogna accettare una rapida caduta della pressione acustica alle frequenze più basse (in fig. 7 mostriamo la curva di risposta del woofer della RH532 non amplificato, pilotato cioè da un amplificatore esterno, non dotato di alcuna controreazione acustica). La pendenza della curva di risposta è, al di sotto della frequenza di risonanza di 76 Hz di 12 dB/ottava e i punti a -5dB e -10dB sono, rispettivamente, 60 Hz e 48 Hz. A questo punto, ci troviamo di fronte ad un diffusore di ben scarse qualità; i progettisti della RH532, pensarono allora di derivare dall'altoparlante una tensione proporzionale alla pressione acustica e di comandare con essa un circuito elettronico apposito, che compensasse la mancata linearità nella risposta dell'altoparlante.

Alle frequenze basse si può considerare il cono sufficientemente rigido per comportarsi come un pi-

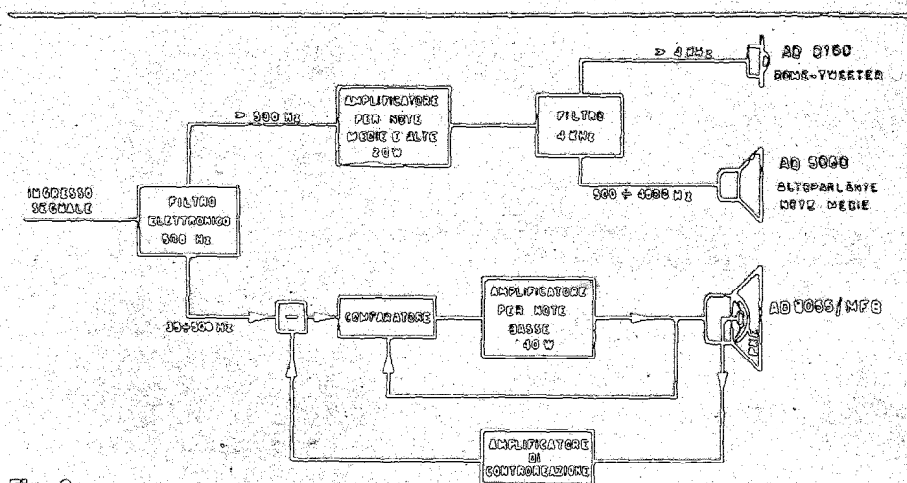


Fig. 3

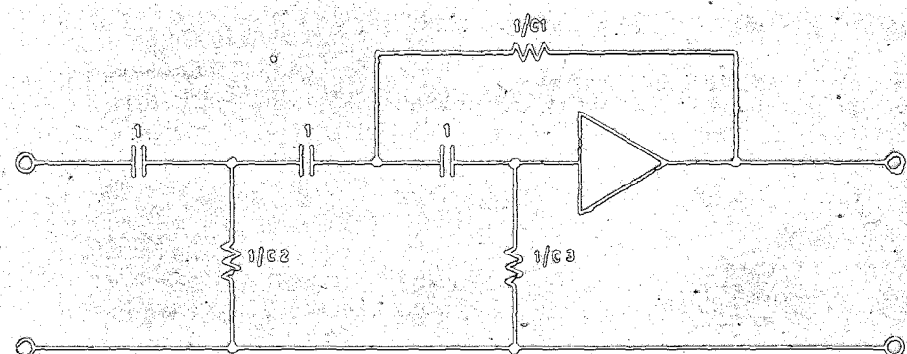


Fig. 4

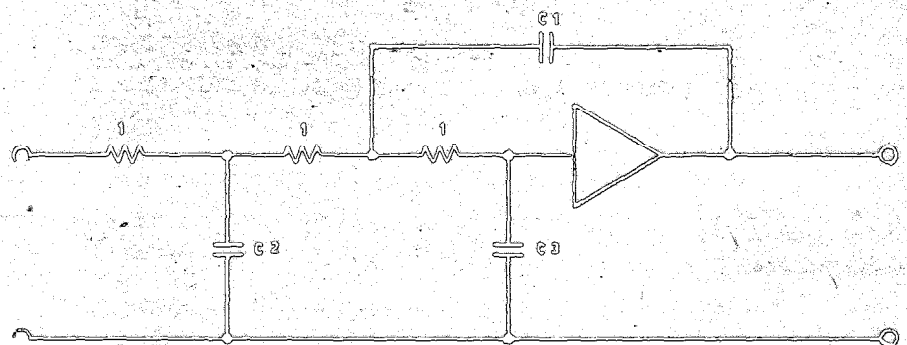


Fig. 5

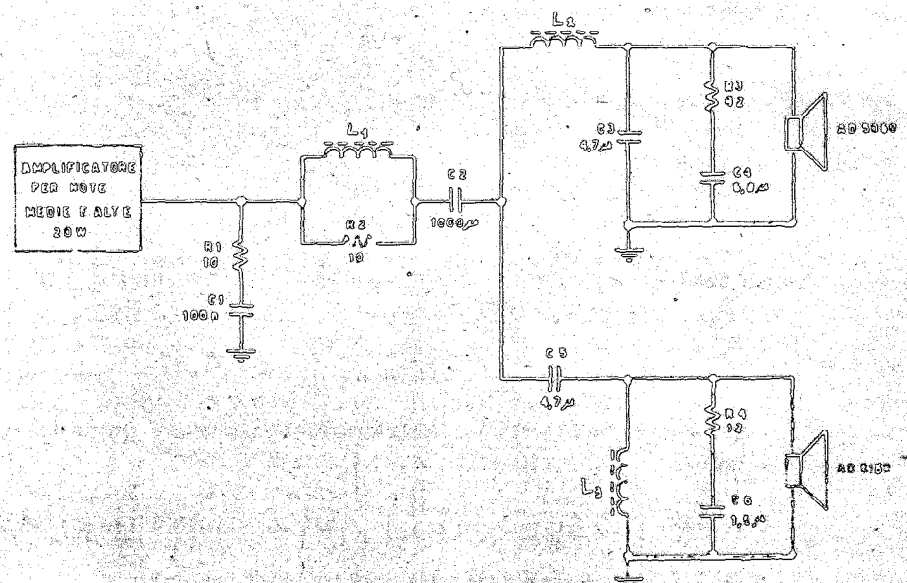


Fig. 6



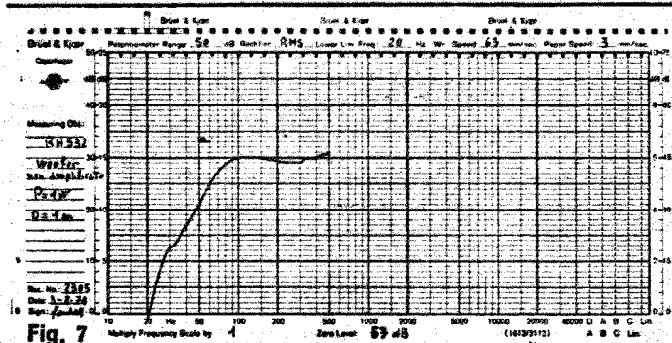


Fig. 7

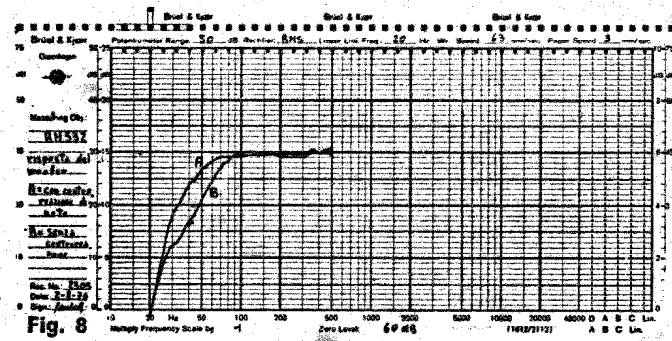


Fig. 8

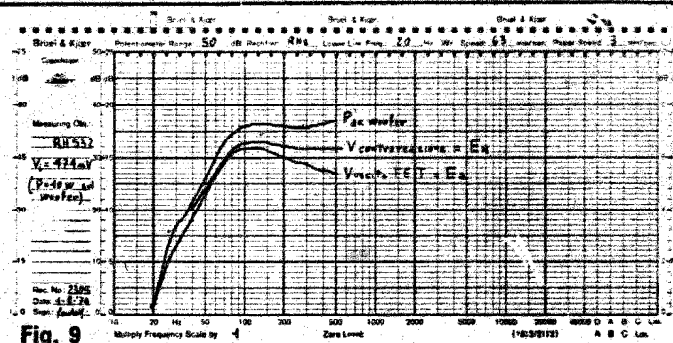


Fig. 9

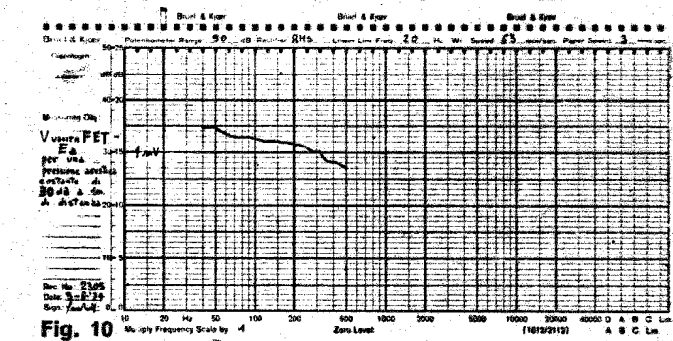


Fig. 10

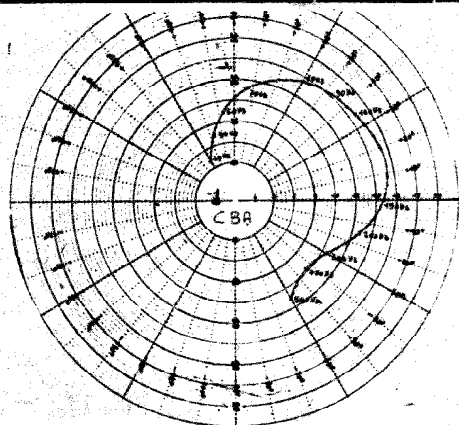


Fig. 11 DIAGRAMMA DI NIQUIST

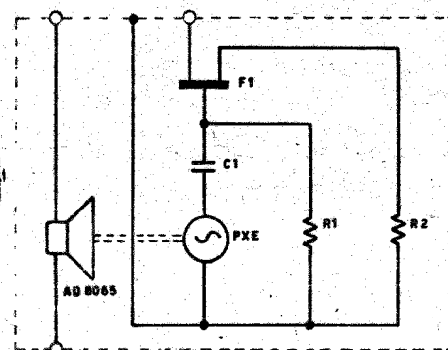


Fig. 12

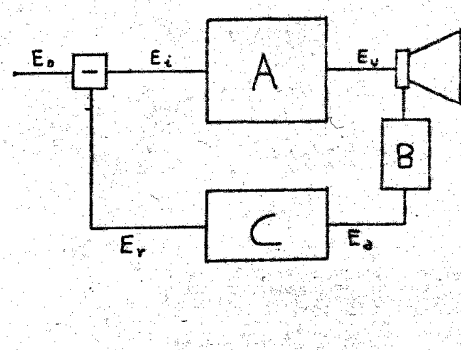


Fig. 13

stone vibrante; a queste frequenze, infatti, le onde trasversali, che si muovono lungo il cono, viaggiano a velocità assai elevate (decine di migliaia di m/sec.) e raggiungono il bordo della membrana stessa in un tempo brevissimo, per cui si può considerare che queste onde trasversali siano trascurabili. Con questo presupposto è noto che la pressione acustica generata dall'altoparlante è proporzionale alla sua accelerazione. Se si riesce ad ottenere una tensione proporzionale alle accelerazioni del cono si può costruire un sistema di controreazione per linearizzare non la tensione di ingresso dell'altoparlante ma la variazione della sua accelerazione con la frequenza. Questa tensione, proporzionale all'accelerazione, « comanda » in un certo senso l'amplificazione del circuito elettronico. La grossa novità del sistema è appunto questa: linearizzazione della accelerazione (cioè

della pressione acustica); infatti siamo abituati a trovare, nei circuiti elettronici, tantissime controreazioni, ma tutte tendono a rendere costante la tensione di uscita dell'amplificatore stesso al variare della frequenza.

La RH532 non possiede certamente un amplificatore lineare, ma lo è invece il sistema amplificatore+altoparlante. Lo schema di principio del funzionamento della « controreazione di accelerazione » è mostrato in fig.13 dove:

$E_u$  = tensione di ingresso dello altoparlante

$E_a$  = tensione generata dal trasduttore di accelerazione (cioè da quel componente che trasforma le accelerazioni in tensioni proporzionali ad esse)

$E_r$  = tensione di controreazione (è la tensione  $E_a$  amplificata ed eventualmente corretta nel suo andamento con la frequenza)

$E_i$  = tensione all'ingresso dello

amplificatore, uguale alla differenza tra la tensione  $E_0$  e quella di controreazione  $E_r$ .

Con questo sistema di controreazione, quando l'altoparlante tende a generare una pressione acustica inferiore, la tensione di controreazione  $E_r$  tende a diminuire. Poiché la tensione d'ingresso dell'amplificatore,  $E_i$ , è uguale alla differenza tra  $E_0$  ed  $E_r$ , quando la pressione acustica tende a diminuire,  $E_i$  aumenterà facendo aumentare anche la corrente nella bobina mobile dell'altoparlante.

In questo modo la diminuzione di pressione genera una reazione dell'amplificatore, che tende ad annullarla.

Il cuore di questo sistema di asservimento dell'altoparlante è il trasduttore di accelerazione. Nella RH 532 esso è costituito da una piccola piastrina di PIEZOSSIDO del peso di 0,5 gr. collocata all'estre-

mità del supporto della bobina mobile dell'altoparlante, in prossimità del punto di attacco del cono sul mandrino della bobina stessa, in maniera tale che si possa muovere solidale con tutta la parte vibrante del woofer.

I piezossidi, sono materiali ceramici piezoelettrici, adatti alla conversione dell'energia meccanica in elettrica e viceversa. La loro caratteristica piezoelettrica, si ha solo quando essi vengono polarizzati e solo nel senso della polarizzazione. Nel caso in esame, la piastrina PXE è polarizzata in senso assiale, reagisce cioè solo alle accelerazioni che hanno la stessa direzione dell'asse della bobina mobile. Vi sono diversi tipi di piezossidi, la piastrina montata sul woofer della RH532, è costituita da PXE 5, si tratta cioè di uno ZIRCONATO TITANATO di PIOMBO ad alta sensibilità e stabilità con la temperatura.

La massa ridotta di questo trasduttore è tale da non influenzare in maniera apprezzabile, il funzionamento dell'altoparlante. Il dischetto è fissato con 2 blocchetti di gomma per evitare che possa captare vibrazioni parassite.

Una opportuna schermatura serve al duplice scopo di evitare l'interferenza di segnali spurii indesiderati e la perturbazione che l'aria potrebbe provocare sull'elemento stesso.

Su ciascun lato del dischetto è depositata una goccia di stagno ben calibrata per tenere i fili di collegamento in posizione ed assicurare un peso ben preciso.

La piastrina di piezossido è, in definitiva, un generatore di segnale capacitivo, che deve essere chiuso verso massa per assicurare una risposta costante in frequenza. A tal fine si utilizza la resistenza  $R_i$  da 10 M. A questo punto non si può prelevare il segnale e portarlo direttamente all'amplificatore perchè l'alta impedenza del generatore provocherebbe un rumore inaccettabile del circuito. Nella RH 532 troviamo infatti, sotto la calotta copripolvere del woofer, un circuito stampato, con un foro centrale per alloggiare il PXE, che comprende i componenti mostrati in fig. 2. Il FET viene utilizzato come adattatore di impedenza (alta impedenza d'ingresso e bassa impedenza d'uscita); il fatto che

il segnale venga prelevato dal « DRAIN » rende superfluo un terzo filo di collegamento.

In fig. 10 mostriamo come varia la tensione di uscita del FET (indicata come  $E_a$  nello schema di controreazione di fig. 13) al variare della frequenza per una pressione acustica costante di 90 dB. Poichè tutte le premesse, per un corretto funzionamento della controreazione di accelerazione, si fondano sul fatto di avere un segnale proporzionale alla pressione acustica, occorrerà un circuito che compensi l'andamento non lineare di  $E_a$ . Questo circuito è indicato in fig. 2, in cui si vede che, ad un primo stadio di amplificazione lineare con  $T_1$  in connessione « base comune » (il suo guadagno è 39), seguono due stadi ( $T_2$  e  $T_3$ ) dotati di controreazione variabile in frequenza ( $C_4$ ,  $R_{10}$ ,  $C_5$ ,  $R_{12}$ ). L'effetto di questa correzione appare evidente in fig. 9, nella quale si mostra l'andamento della pressione acustica generata dall'altoparlante, non controreazionato, l'andamento della tensione di uscita dal FET ( $E_a$ ) e quello della tensione di controreazioni ( $E_r$ ). L'effetto della controreazione sulla risposta del woofer AD8065 è mostrato in maniera eloquente in fig. 8: la curva B si riferisce alla risposta del woofer senza controreazione, mentre la curva A mostra l'andamento della risposta del woofer amplificato.

L'efficienza dell'altoparlante, nelle note medio-basse (da 500 Hz a 100 Hz) non cambia sostanzialmente, mentre le frequenze in cui la pressione acustica cade da 5 dB a 10 dB passano, rispettivamente, la prima da 60 Hz a 40 Hz e la seconda da 48 Hz a 32 Hz. L'area compresa tra le due curve, corrisponde alla maggiore energia acustica irradiata dal woofer asservito nella maniera sopra descritta.

Si potrebbe a questo punto pensare che sarebbe stato possibile ottenere lo stesso effetto con una opportuna elaborazione della risposta dell'amplificatore (un controllo toni un po' speciale). Ciò è giustissimo se si pensa che l'unico effetto

della controreazione sia quello di linearizzare la risposta in frequenza, mentre invece un effetto altrettanto importante è quello di ridurre in maniera considerevole la distorsione, cosa non realizzabile con un semplice controllo toni. Un altro effetto molto interessante della controreazione di accelerazione, è la diminuzione della frequenza di risonanza dell'altoparlante e lo aumento del fattore di merito « Q » dello stesso. Sappiamo che l'altoparlante è costituito da una certa massa « m » (cono + bobina mobile) messa in movimento, come abbiamo già visto, da una forza

$$F = B \dot{x}$$

L'equazione del moto dell'altoparlante è simile a quella di un sistema elastico vibrante e si può scrivere:  $F = ma + rv + sx$

Questo sistema vibrante ha una frequenza di risonanza

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{m}} \quad \text{ed un fattore di merito } Q = \frac{ms}{r}$$

che il fattore di merito « Q » indica il grado di smorzamento (damping) del sistema. Tanto più grande è questo Q, tanto minore è lo smorzamento del sistema. Poiché la tensione di controreazione, proporzionale alla accelerazione, si sottrae al segnale di ingresso dello amplificatore, essa tenderà a ridurre la corrente circolante nella bobina mobile, generando in tal modo una forza  $F^1 = m^1 a$  che si oppone a « F », per cui si ha:

$$F - m^1 a = ma + rv + sx$$

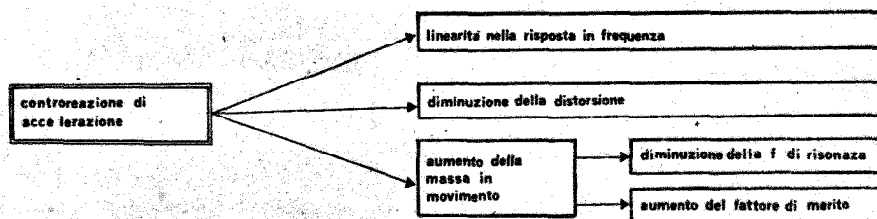
$$F = (m + m^1) a + rv + sx$$

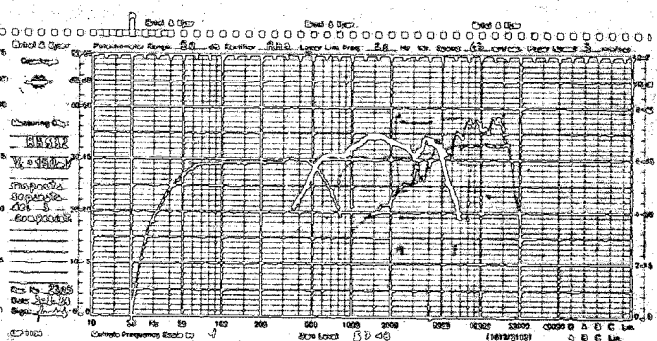
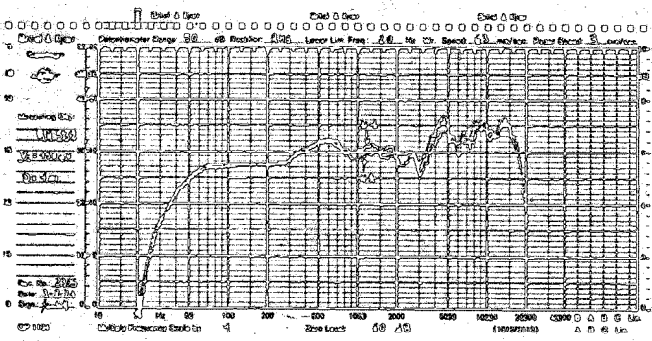
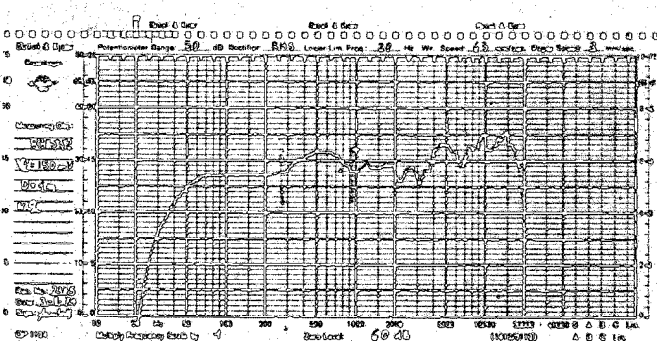
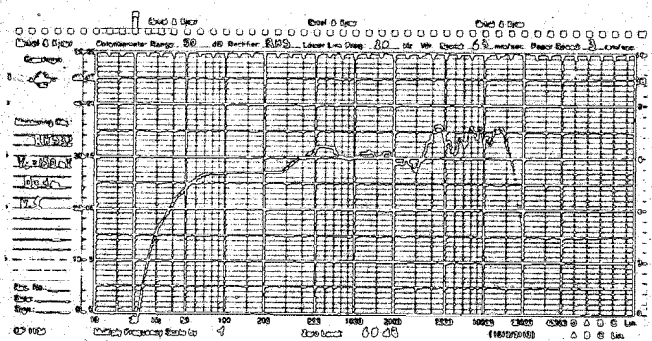
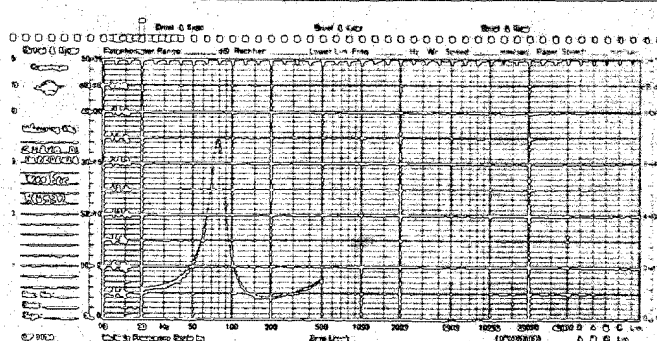
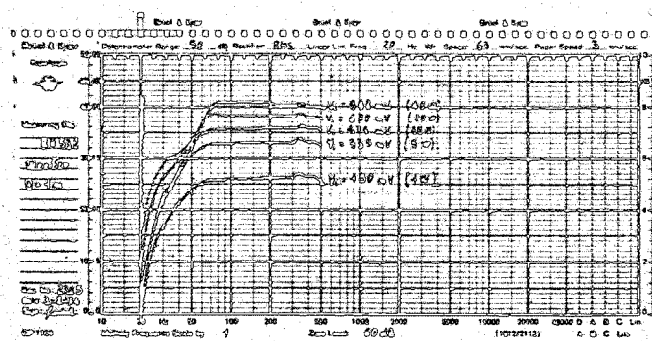
L'effetto della controreazione è dunque, un aumento fittizio della massa in movimento, variabile con la frequenza ( $m^1$ ).

I nuovi parametri del sistema so-

$$\text{no } f_0^1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{m+m^1}} \quad \text{e} \\ Q^1 = \frac{(m+m^1)s}{r}$$

Si può quindi notare che, come





avevamo premesso, la frequenza di risonanza diminuisce e il fattore di merito aumenta.

### Stabilità

In ogni sistema, dotato di controreazione, il problema più grave è quello della stabilità. Se il segnale diretto e quello in controreazione fossero sempre in rapporto costante di fase tra loro, il problema della stabilità non si porrebbe neppure. Vediamo però che cosa potrebbe accadere in un sistema di controreazione come quello che stiamo esaminando. Facendo sempre riferimento allo schema di fig. 13, possiamo scrivere le seguenti semplici formule:

$$\begin{aligned}
 E_u &= AE_i & E_i &= E_u - E_r \\
 E_u &= A(E_u - E_r) & \text{poiché però} & \\
 E &= CE & E &= CBE_u \\
 \text{per cui } E_u &= A(E_u - CBE_u) \\
 E_u(1 + CBA) &= AE_u
 \end{aligned}$$

il guadagno complessivo del sistema sarà:

$$G = \frac{E_u}{E_i} = \frac{A}{1 + CBA}$$

Se, per effetto delle rotazioni di fase, il prodotto CBA assumesse il valore  $-1$ , il guadagno complessivo del sistema tenderebbe a diventare infinitamente grande, cioè si avrebbe una condizione di instabilità.

Con un semplice esame all'oscilloscopio, abbiamo notato che, nel sistema di controreazione della RH 542, effettivamente il rapporto di fase tra  $E_u$  ed  $E_r$  varia al variare della frequenza. Abbiamo allora tracciato il diagramma di Nyquist della funzione CBA per controllare le condizioni di stabilità del sistema (fig. 11). Possiamo notare come la curva si mantenga sempre distante dal punto di instabilità, anzi non interseca neppure l'asse su cui esso giace, segno evidente che non solo

il sistema non è mai instabile, ma addirittura il segnale di controreazione non è mai in opposizione di fase con quello diretto.

I punti che più si avvicinano alla instabilità sono quelli relativi alle frequenze più basse (40 Hz) e alle più alte (500 Hz). È proprio questa la ragione per cui la PHILIPS ha tagliato le frequenze al di sotto dei 35 Hz e al di sopra dei 500 Hz, con due filtri elettronici a notevole pendenza.

### Descrizione generale della RH 532

La RH 532 è divisa in due parti: una comprende il sistema dei tre altoparlanti e l'altra è costituita dalla parte elettronica con i due amplificatori di potenza, il sistema dei filtri divisori di frequenza ed il sistema di controreazione. Tutti i circuiti elettronici, con i relativi comandi, sono fissati sul portello me-

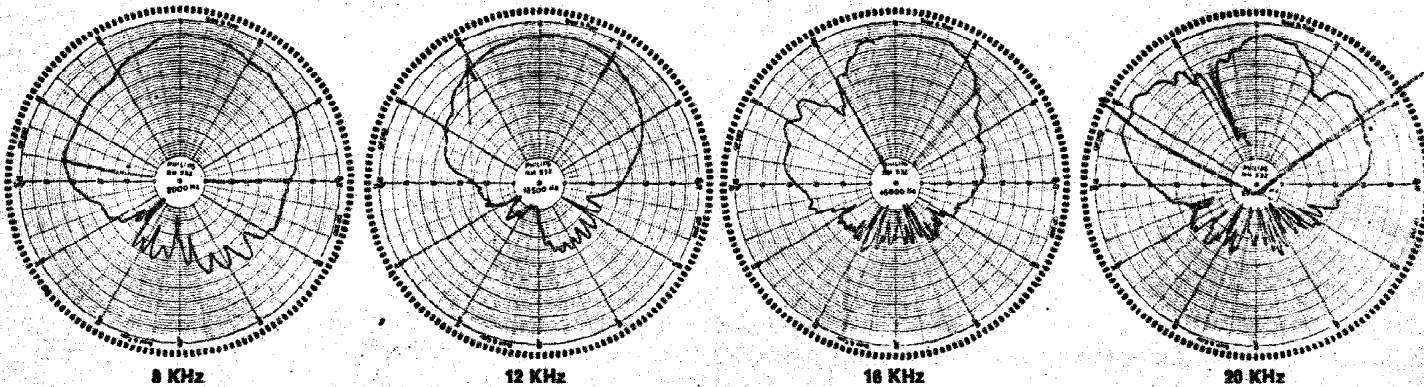
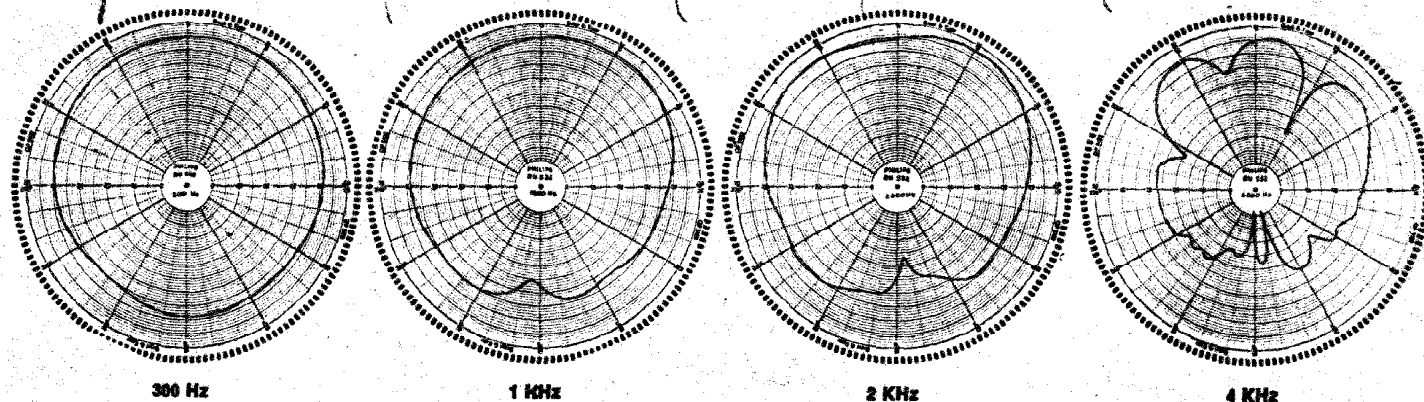
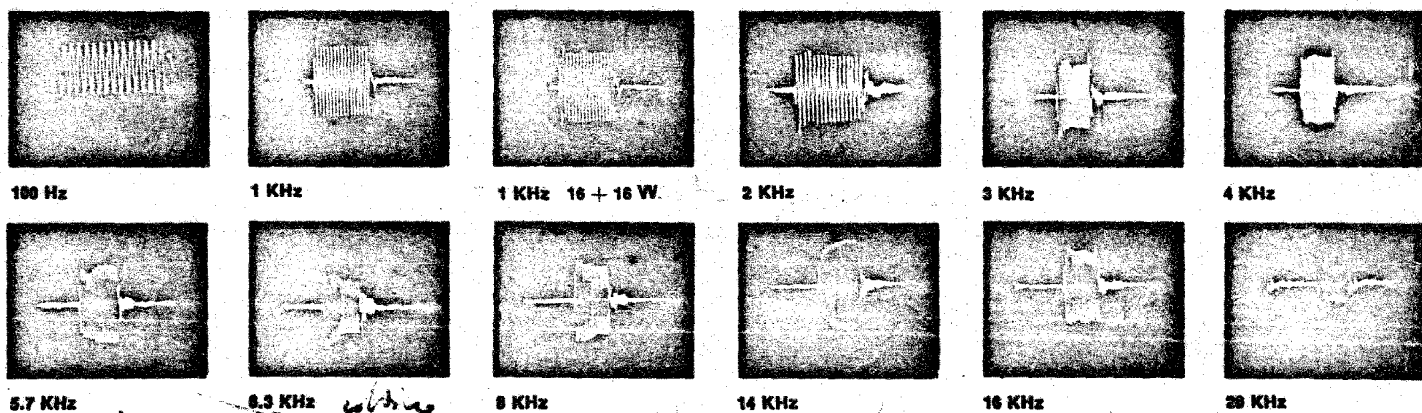
tallico posteriore, che funge da dissipatore degli stadi di potenza. Lo schema generale è mostrato in Fig. 10. Il segnale di ingresso (che può venire sia da un preamplificatore che da un amplificatore di potenza) viene mandato ad un filtro elettronico, provvede ad inviare le frequenze al di sotto dei 500 Hz ad un amplificatore di potenza da 40 W per le note basse, e quelle superiori ad un amplificatore, di potenza più ridotta (20 W), per le note medie e acute. Il filtro passa-basso a 500 Hz segue lo schema di fig. 11, mentre quello passa-alto, che è la sua immagine è mostrato in fig. 12. All'uscita dell'amplificatore da 20 W si ha un filtro di tipo tradizionale (fig. 13) con crossover 4 KHz del tipo LC-CL. I gruppi RC in parallelo ai due altoparlanti per

le note medie e alte servono a correggerne l'impedenza (notiamo che il gruppo RC in parallelo al « Tweeter », presente nella versione originale, è stato successivamente tolto. L'induttanza  $L^1$  all'uscita dell'amplificatore da 20 W ha il ben noto effetto di smorzamento. All'ingresso dell'amplificatore per le note basse troviamo un filtro passa alto a 35 Hz, reso necessario dal fatto che altrimenti la controreazione agirebbe anche a frequenze subsoniche, senza alcun miglioramento apprezzabile d'ascolto, ma con l'introduzione di segnali spuri a bassissima frequenza (rumble ecc.).

I due amplificatori di potenza utilizzano schemi molto tradizionali: l'amplificatore da 40 W è una classe B (dobbiamo tener presente

che non amplifica segnali al di sopra di 500 Hz). I transistori finali sono del tipo « Darlington » alimentati con + 57 V, sia nell'amplificatore da 40 W che in quello da 20 W. La differente potenza d'uscita dei due amplificatori, pur con la stessa tensione di alimentazione, è dovuta al fatto che l'impedenza di carico è di 4  $\Omega$  per l'amplificatore delle note basse e di 8  $\Omega$  per quello delle note medie e acute. Naturalmente è indispensabile la presenza dei condensatori di accoppiamento con gli altoparlanti. Questo fatto non deve far pensare che si tratti di due amplificatori di modeste prestazioni, poiché non è ancora stata dimostrata la superiorità del sistema con alimentazione sdoppiata.

Una caratteristica molto interes-





sante di questa cassa amplificata è il sistema di accensione e di spegnimento automatico. Il segnale di ingresso, opportunamente amplificato, viene mandato a un Trigger di Scmitt, che, una volta sbloccato, eccita un relé che dà alimentazione agli stadi di potenza. Per sbloccare questo « trigger » basta un segnale d'ingresso dell'ordine di 1,-1,5 mV. Un apposito circuito di ritardo fa sì che, se manca il segnale all'ingresso dell'apparecchio, esso non si spenga subito, ma dopo circa 3 minuti. L'accensione, invece, è pressoché istantanea ( $\approx 1$ s). Sempre sul pannello posteriore vi è, naturalmente, anche un interruttore generale, che, data la presenza dell'interruttore automatico, il cliente potrebbe anche dimenticare in posizione « on » senza danneggiare l'apparecchiatura.

### Dimensioni

Le dimensioni della RH 532 sono veramente « supercompatte »; 378 x 283 x 212 mm per un volume totale di appena 15 litri. Il volume della parte riservata agli altoparlanti è di 9 litri. Pensiamo di trovarci di fronte ad un esempio quasi-limite di compattezza.

### Altoparlanti

I tre altoparlanti della RH 532 sono di normale produzione PHILIPS, il solo woofer è stato leggermente modificato per potervi alloggiare il trasduttore PXE. Il woofer è il modello AD 8605 W4; è un 8, a 4 di impedenza (la resistenza della bobina mobile è 3,35  $\Omega$ ), la sua frequenza di risonanza è 29 Hz ed è dotato di un magnete ceramico di FERROXDURE 300 R del peso di 450 gr.; il mid-range è il modello AD 5060 e si tratta di un 5" avente una impedenza di 8  $\Omega$ . La sospensione del cono è in tela trattata con speciale sostanza gommosa per eliminare le porosità e togliere le vibrazioni. Il tweeter è il conosciutissimo AD 0160, è del tipo « dome », molto usato anche da tanti altri costruttori di diffusori acustici.

### Impianto HI-FI con RH 532

Trattandosi di casse amplificate, che possono quindi essere pilotate direttamente da un preamplificatore, l'impianto tradizionale HI-FI

MISURE DISTORSIONE IN CAMERA ANECHOICA  
Pac. a 1 m. centro cassa a 500 Hz = 95 dB Distorsione III armonica (II armonica)

CASSA TIPO	FREQUENZA											Vin
	40	60	80	100	120	250	500	1000	2000	4000	8000	
RH 532 N.1	30 (4,0)	5,6 (3,2)	2 (3)	1,1 (3)	1 (3,1)	1,2 (4,2)	0,3 (2,8)	1 (2,2)	0,6 (2,2)	0,2 (2,4)	— (2,3)	—
RH 532 N.2	18 (4,0)	4 (5,4)	1,6 (2,4)	1 (4,3)	0,9 (4,3)	0,7 (2,4)	0,2 (2,3)	0,9 (2,4)	0,7 (2,3)	0,2 (2,2)	— (2,4)	—

MISURE DISTORSIONE IN CAMERA ANECHOICA  
Pac. a 1 m. centro cassa a 500 Hz = 90 dB Distorsione III armonica (II armonica)

CASSA TIPO	FREQUENZA											V in
	40	60	80	100	120	250	500	1000	2000	4000	8000	
RH 532 N.1	5,2 (4,7)	1,9 (2,8)	1,1 (4,3)	0,6 (4,4)	0,7 (4,4)	0,9 (2,8)	0,3 (4)	0,7 (2,2)	0,5 (2,2)	0,1 (2,3)	— (2,2)	—
RH 532 N.2	5 (6,3)	1,7 (3,4)	0,9 (4,3)	0,5 (4)	0,6 (4,3)	0,6 (4,3)	0,2 (2,2)	0,7 (2,2)	0,6 (2,2)	0,1 (2,2)	— (2,3)	—

viene sostanzialmente modificato. Sul pannello comandi posteriore, un apposito commutatore a pulsante permette di desensibilizzare (con la inserzione di una semplice resistenza) l'ingresso in maniera tale che possa essere pilotato da un amplificatore di potenza. Questa soluzione è commercialmente molto valida, perché permette, a chi possiede già un impianto stereo, di sostituire solamente le casse, senza alcuna altra modifica alla « catena » HI-FI.

In fig. 14 è mostrata la tipica disposizione di un impianto stereo e di uno a quattro canali. I cavi di normale dotazione alle casse RH 532 facilitano notevolmente il compito di chi deve realizzare l'impianto; con un minimo di attenzione e alcune semplici precauzioni è praticamente impossibile commettere errori. I connettori di ingresso e di uscita sono a norme (DIN 41524). Ogni cassa ha una presa ausiliaria di corrente con la quale se ne può alimentare un'altra. Se, per pilotare le RH 532, si usa un preamplificatore, si possono collegare da 15 a 60 casse amplificate, per canale, a seconda dell'impedenza di uscita del preamplificatore stesso. Se invece si usa un amplificatore di potenza, con uscita a 4  $\Omega$ , a questo si possono collegare 7 Box MFB.

### Osservazioni sui risultati delle misure

Tutte le misure sono state fatte su due esemplari di RH 532, che, per semplicità, chiameremo N. 1

(corrisponde alla cassa che porta il numero di matricola PLI 0753) e N. 2 (numero di matricola PL 10760).

Quando non vi sono apprezzabili differenze tra le due casse, il test non porterà alcuna indicazione di numero.

### Risposta in frequenza

Per tracciare una curva di risposta, che potesse essere paragonata con quella di casse non amplificate, abbiamo mandato, all'ingresso delle RH 532, un segnale tale da avere 1 W di potenza sugli altoparlanti. Dopo avere constatato che questo segnale era di 149 mV. per la cassa N. 1 e di 151 mV. per la N. 2, abbiamo scelto il valore medio di 150 mV., per tracciare le curve di confronto.

Le RH 532 hanno un andamento **molto regolare**, la riproduzione delle note basse è straordinariamente estesa, per casse di queste dimensioni. Non si notano nella curva di risposta picchi o buchi particolari. L'unico appunto che si può fare è una enfasi un poco eccessiva sulle frequenze al di sopra dei 4 K Hz. Il tweeter, a nostro parere, ha una efficienza un poco eccessiva, che andrebbe attenuata. Con i normali controlli di tono degli amplificatori, non è possibile agire sulle frequenze più alte senza intaccare le medie.

### Bilanciamento

Le due casse provate mostrano un andamento del tutto simile tra

oro; praticamente uguali al di sotto dei 500 Hz, non si discostano tra loro per più di 2 dB, anche da 500 Hz a 5 KHz.

Nella valutazione, a nostro parere molto positiva, di questa prova, occorre tener conto del fatto che abbiamo provato il complesso amplificatore+altoparlante, per cui il bilanciamento è relativo a tutta la catena.

La prova è stata fatta con la stessa tensione di ingresso per i due box.

### Interazione tra i tre altoparlanti

Il crossover tra woofer e midrange è pressoché perfetto (merito indubbiamente del filtro elettronico a 500 Hz). Una certa interazione si nota, tra il midrange e il tweeter, tra i 3 KHz e i 5 KHz.

### Efficienza

L'efficienza del sistema è veramente ottima, soprattutto in rapporto all'estensione della risposta in frequenza.

Mandando un segnale all'ingresso dell'amplificatore, tale che sulla cassa, la pressione acustica media è di 90 dB a 1 m. di distanza.

### Risposta ai transitori

Il midrange dimostra di comportarsi molto bene a questa prova veramente impegnativa, soprattutto per un altoparlante a cono. Non eccezionale, in alcuni punti, il risultato del tweeter. La risposta in frequenza e quella ai transitori dimostrano che si tratta di un tweeter dotato di membrana « rigida ».

### Diagrammi polari

Mostrano una ampia dispersione angolare, anche se i diagrammi a frequenze medie e alte mettono in evidenza una certa asimmetria di disposizione dei componenti, rispetto all'asse della cassa.

### Limite di potenza

Abbiamo già diffusamente esaminato che l'effetto della controreazione di movimento è quello di estendere la risposta in frequenza di un altoparlante fino alle note più basse dello spettro udibile.

Questo fatto potrebbe però portare a troppo facili illusioni. Cer-

chiamo di spiegarci meglio: se, per effetto della controreazione, la Pressione acustica è aumentata, per esempio a 40 Hz, di 7 dB, ciò non significa certo che l'altoparlante sia miracolosamente diventato più efficiente ma solamente che, mentre l'amplificatore eroga, per esempio, 1 W a 100 Hz ne eroga 5 a 40 Hz. Non dobbiamo dunque pensare che i 40 W dell'amplificatore siano pienamente sfruttabili su tutto lo spettro di frequenze, ma possiamo considerare che, poiché proprio a 40 Hz si ha il massimo incremento di efficienza nel rapporto 1:5 (+7 dB) la potenza dell'amplificatore, effettivamente utilizzabile, sia circa 8 W.

Questo fatto è messo in evidenza dalla serie di curve di risposta del woofer, per diversi livelli del segnale di ingresso. Da queste curve si può vedere che già per un segnale di ingresso di 474 mV. (corrispondente ad una potenza di 10 W. alle frequenze medie) si ha una risposta più limitata alle frequenze basse, che si restringe ulteriormente, aumentando il livello del segnale di ingresso. Ci si potrebbe chiedere a questo punto quale differenza vi sia tra una RH 532, che ha una efficienza di 90 dB, ma una potenza massima effettiva di 8 W, ed una cassa a bassa efficienza (83 dB) pilotata da un amplificatore da 40 W.

Per quel che riguarda le frequenze più basse evidentemente non c'è alcuna differenza, mentre per frequenze superiori a 75 Hz la resa acustica della RH 532 è 7 dB superiore. La maggiore pressione acustica, ottenibile dalle MFB, si riferisce dunque a quella gamma di frequenze alle quali la controreazione acustica non porta alcun incremento di pressione. Ricordiamo il parallelo, già fatto in precedenza, con l'azione di un controllo toni speciali: sappiamo che, quando si agisce su un controllo toni, nel senso della esaltazione di certe frequenze, la potenza massima, nella gamma di frequenze non corretta dai toni, diminuisce di tanti dB quanti sono quelli della esaltazione stessa. L'indicazione che viene fornita dalla PHILIPS, relativa al segnale di ingresso, necessario per poter ottenere la massima potenza dalla RH 532 (1 V nella posizione « PRE AMPLIFIER »), va interpretata in questo modo: per frequenze superiori a 75 Hz il massimo segnale di ingresso è di 1 V (in

effetti noi abbiamo misurato 948 mV), mentre per frequenze inferiori il valore va via via decrescendo fino a raggiungere i 423 mV (—7 dB) a 40 Hz.

Occorre fare molta attenzione a questa limitazione del massimo segnale « input », poiché può accadere (ne abbiamo avuto una diretta esperienza personale) che, mandando all'ingresso dell'amplificatore un segnale troppo elevato e continuo, a frequenza bassa, si rompano i transistori finali di potenza BDX 65 A e BDX 64 A (che, negli esemplari da noi esaminati, erano stati sostituiti dagli equivalenti MOTOROLA MJ 3001 e MJ 2502).

### Distorsione

I dati di distorsione, relativi a due pressioni acustiche, prese come standard (90 e 95 dB a 500 Hz), sono riportati nelle due tabelle. Da esse appare chiaro, ancora una volta, l'incapacità del woofer di erogare forti pressioni acustiche a bassissime frequenze. Buoni, invece, il comportamento del « midrange » e del « tweeter ». La distorsione si mantiene abbastanza bassa per 90 dB di pressione acustica.

### Conclusioni

Ciascuno, esaminando le risposte della RH 532 ai vari test cui è stata sottoposta, può trarre conclusioni sugli aspetti positivi e negativi della medesima. Si tratta infatti di valutazioni oggettive basate su misure eseguite con strumenti di laboratorio e non valutazioni soggettive d'ascolto, che possono variare da individuo a individuo e lasciano sempre adito a dubbi e perplessità. Vorremmo solo, a questo punto, mettere in evidenza il fatto che nessuno fino ad ora aveva sottoposto le MFB a test così completi e severi; occorrerà tenerne conto nello stilare un giudizio conclusivo sulle RH 532.

### Bibliografia

1) J. A. Klaassen e S. H. de Koning « Contre reactio de mouvement dans les haut-parleurs », da Philips technical review, vol. 29 n. 5.

2) « Motional feedback loudspeaker », da Wireless World, Sept. '73

3) H. D. Harwood « Motional feedback in loudspeakers » da Wireless World, March '74.