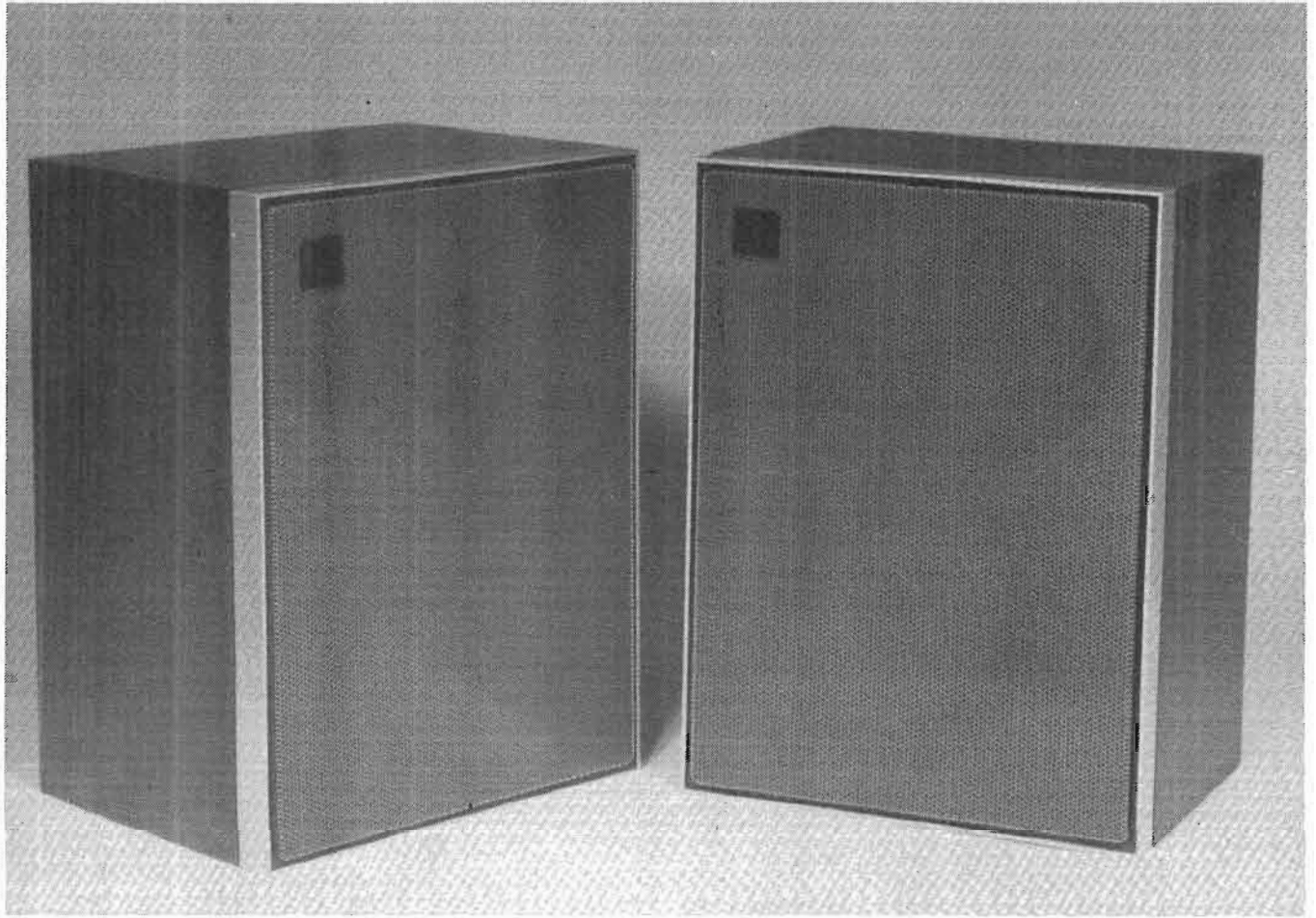


# LES ENCEINTES ACOUSTIQUES



## MFB RADIOLA "RA 532"

Les amplificateurs à transistors ont atteint un degré de perfection tel, voici déjà plusieurs années, qu'il n'est pas possible d'espérer une quelconque amélioration de la reproduction sonore en tentant de leur donner des performances supérieures.

Les constructeurs se sont donc trouvés confrontés aux difficultés dues aux maillons des extrémités de la chaîne, la platine tourne-disques, et les enceintes.

Il s'agit là de transformations de mouvements mécaniques en électricité, et vice versa, ce qui n'est pas simple, le mariage de ces deux techniques, mécanique et électronique n'étant jamais qu'un compromis, tout au moins pour les appareils des-

tinés au grand public, où la notion du prix de vente est nécessairement primordiale.

L'asservissement électronique des enceintes acoustiques a vu son intérêt relancé depuis 1973, moment où Philips a mis sur le marché ses enceintes MFB, de taille très réduite.

Depuis lors, près d'une dizaine de constructeurs se sont penchés sur ce problème et proposent également des modèles asservis.

Après une période de commercialisation de plus de 18 mois, il nous a semblé intéressant d'analyser les enceintes MFB et d'en tirer les enseignements très importants de cette forme d'asservissement originale.

### INTÉRÊT DE L'ASSERVISSEMENT DES ENCEINTES

Nous avons bien souvent dans nos colonnes analysé le

fonctionnement des enceintes. Celui-ci est quelque peu déroutant pour les mélomanes, qui après avoir choisi celles qui paraissent convenir le mieux à leurs oreilles en auditorium avec de nombreuses

écoutes, se trouvent désorientés en ne retrouvant pas le son initial choisi une fois les enceintes installées dans leur intérieur.

Il n'y a là rien que de très normal, le volume de la salle

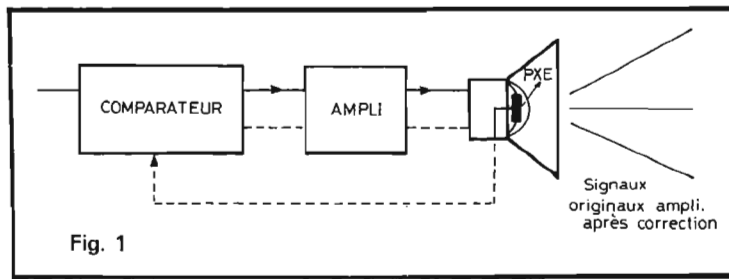
d'écoute, son ameublement, sa réverbération, sont autant de facteurs qui influent sur l'écoute, et amènent à faire travailler les haut-parleurs dans des conditions très variables selon la charge acousti-

que qui leur est appliquée et qui est constituée par leur environnement.

En outre, un phénomène très gênant se manifeste : la fréquence de résonance propre du haut-parleur, qui provoque une coloration et une distorsion harmonique souvent inacceptables entre 50 et 100 Hz, encore accentuées par un local d'écoute inadapté.

On tente, à l'aide des correcteurs de tonalité de l'amplificateur, de modérer la courbe de réponse sonore, de façon à limiter l'effet de la salle d'écoute, mais ce n'est là qu'une approche de la bonne solution.

Les haut-parleurs à faible rendement sont une autre solution au problème, en agissant sur tous les constituants des haut-parleurs et des enceintes, on rend la réponse acoustique à peu près linéaire, mais à quel prix, des puissances de 2 x 50 à 2 x 100 W sont alors nécessaires, le rendement acoustique étant de 3 %, 1 % ou moins encore,



l'encombrement reste important.

Comme il est plutôt délicat, voire impossible d'adapter le local aux enceintes choisies, les constructeurs se sont orientés vers l'asservissement, qui seul, permet de rendre l'enceinte indifférente à son environnement, c'est-à-dire qui restitue le son original.

L'asservissement élimine donc l'influence de la salle et de la fréquence de résonance sur l'enceinte, d'une façon tout à fait analogue à ce qui se produit sur une alimentation stabilisée en tension.

Cette dernière a sa tension verrouillée à une valeur déterminée, quelle que soit la valeur de la charge qu'elle ali-

mente, et quelle qu'en soit la nature, selfique ou capacitive, quelles que soient les variations de la tension du réseau dans une fourchette de  $\pm 15\%$ .

On règle les mouvements de la membrane, de façon à rendre aussi proches que possible leurs déplacements de ceux que doivent procurer les signaux de l'amplificateur.

Mais les difficultés de réalisation sont multipliées par le fait qu'il s'agit d'une régulation sur une pièce mobile, dont le poids est très réduit.

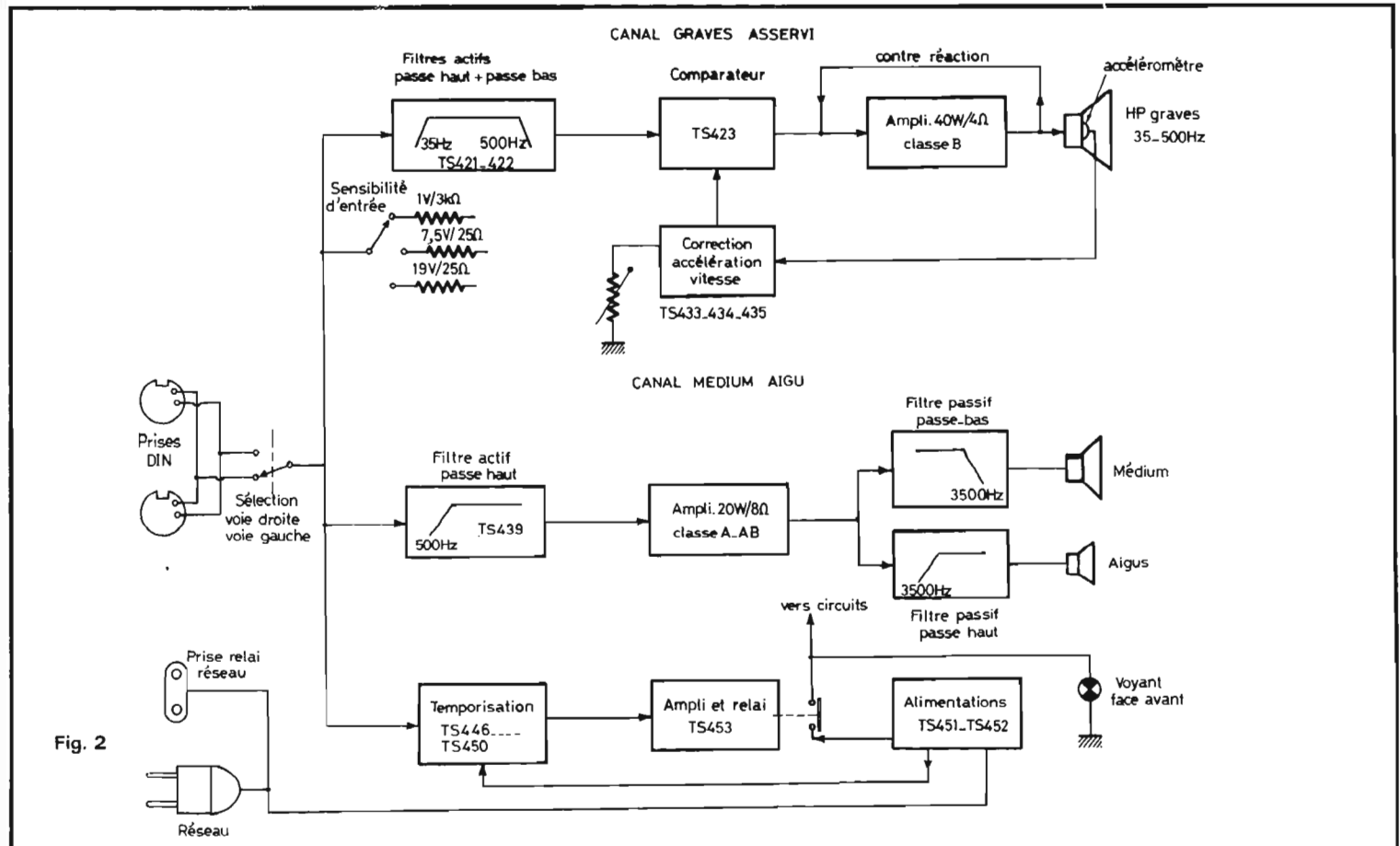
La solution apportée par Philips est originale, efficace et permet d'affranchir largement l'enceinte de son environnement, avec un volume très réduit.

## L'ASSERVISSEMENT DES HAUT-PARLEURS

Le haut-parleur transforme les signaux basse fréquence appliqués à sa bobine mobile en pressions acoustiques liées aux mouvements de sa membrane.

Ce phénomène bien connu n'est pourtant pas d'une fidélité remarquable. Le champ magnétique dans lequel baigne la bobine n'est pas constant tout au long de son déplacement, la masse de celle-ci n'est pas nulle, les lois de Lenz et de Laplace ne s'y marient pas harmonieusement. La rigidité de la membrane n'est que théorique, son mouvement n'est pas linéaire en fonction de la fréquence du signal appliqué à la bobine, et enfin, le saladier support n'offre qu'une rigidité approximative.

Bien que des progrès très sensibles aient été constatés, nous sommes loin sur les haut-parleurs actuels, des performances des amplificateurs.

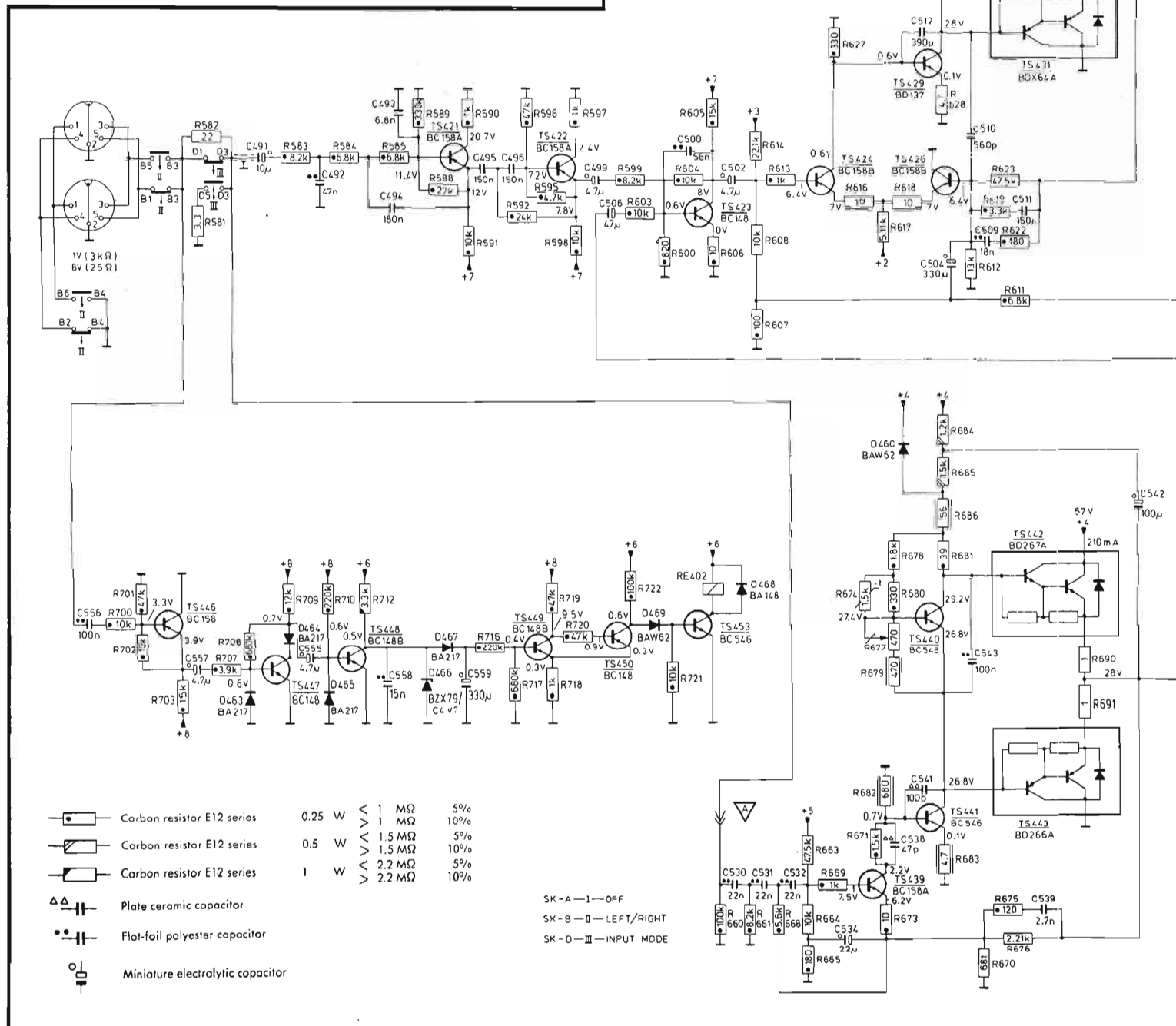


Les premiers essais destinés à rendre les mouvements de la membrane conformes aux signaux appliqués à la bobine mobile, à l'aide d'un asservissement électronique, ont été réalisés dès 1931 chez Siemens, chez R.C.A. (Professeur Longway) et en U.R.S.S. en 1932 (Professeur Kourklistchew).

L'asservissement sur un haut-parleur doit avoir pour effet de rendre aussi rigoureusement proportionnel que possible les déplacements de la membrane, à la forme et l'amplitude des signaux appliqués sur la bobine.

L'idée originale de Philips a été de prendre l'information accélération de la membrane, d'où l'on tire par simple intégration la vitesse de celle-ci, pour contrôler son déplacement et rendre celui-ci linéaire par l'application d'un signal de correction à l'entrée de l'amplificateur.

Cet asservissement est appliquée au haut-parleur de graves, voie où se manifeste de façon désastreuse la fréquence de résonance et permet d'éliminer pratiquement celle-ci, tout en étendant vers l'extrême grave sa courbe de réponse (fig. 1).



## PRÉSENTATION

L'enceinte MFB RA 532 est du type 3 voies, avec asservissement sur le H.P. graves. Le coffret d'encombrement très réduit, volume 15 litres, contient deux amplificateurs de puissance, l'un de 40 watts sur la voie grave asservie, le second de 20 W pour le H.P. médium et le tweeter.

L'architecture des circuits est donnée figure 2 ; le H.P. grave a 20 cm de diamètre, le médium 13 cm, le tweeter 2,5 cm.

La courbe de réponse est très linéaire entre 35 Hz et 20 kHz, les fréquences de raccordement des filtres sont à 500 Hz (filtres actifs) et 4 kHz (filtres passifs).

Le taux de distorsion harmonique est inférieur à 0,1 % sur les deux amplificateurs, entre 5 Hz et 2 kHz, à 30 W pour la voie grave, entre 500 Hz et 20 kHz à 15 W pour le médium aigu.

Le signal d'entrée aboutit à deux prises DIN 5 broches, l'attaque peut être faite à partir d'un préamplificateur (1 V/3 k $\Omega$ ) ou directement à partir de la sortie d'un amplificateur (7,5 ou 19 V/25  $\Omega$ ) en commutant la sensibilité choisie.

Les enceintes peuvent être employées indifféremment sur le canal gauche ou droit, un inverseur permet le choix de la voie sélectionnée. En outre, le groupement en parallèle de plusieurs enceintes est possible, la puissance que l'on peut installer sans difficultés

Fig. 4.

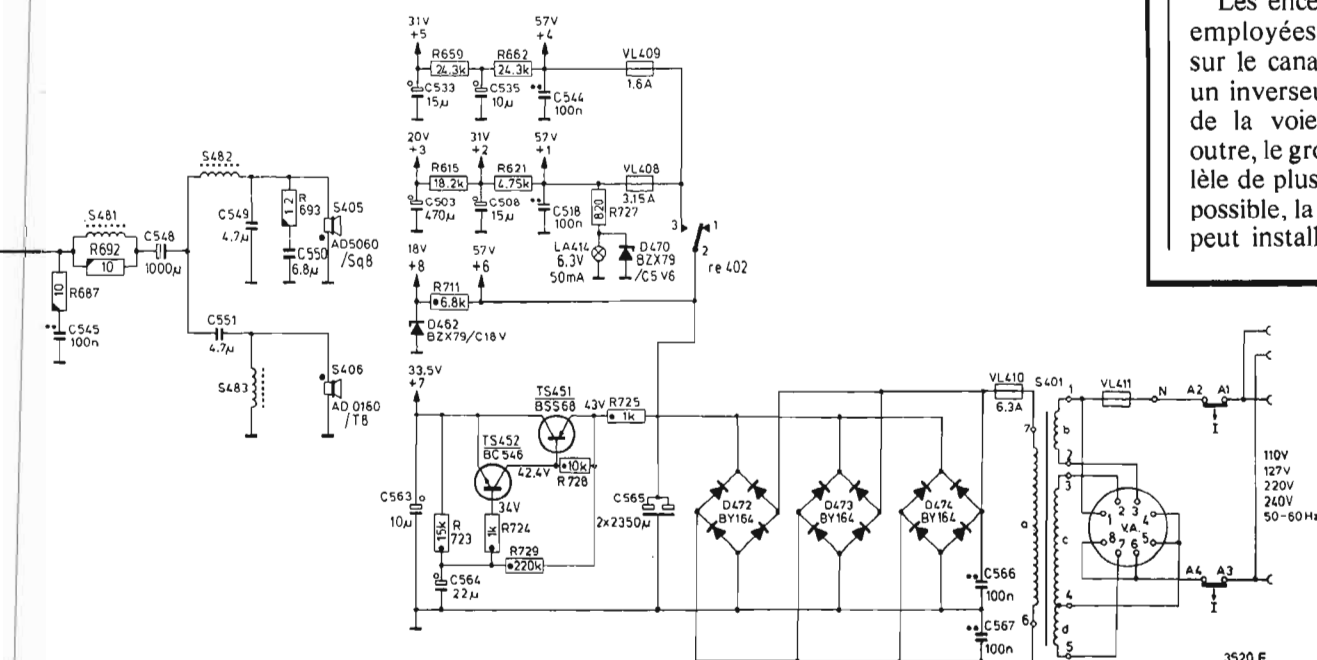
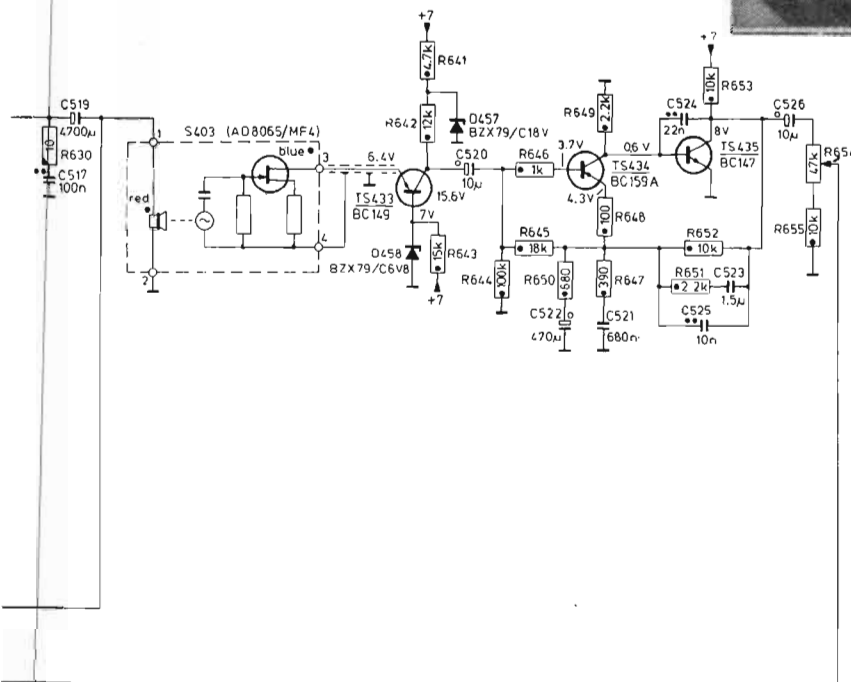
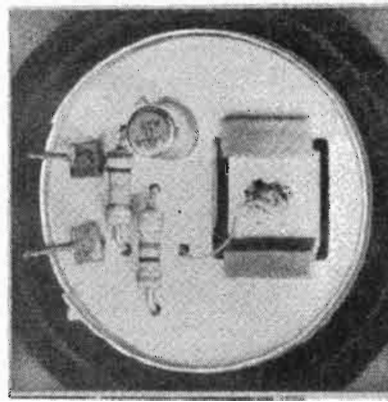


Fig. 3

se monte à plusieurs kilowatts (3 600 W indiqués par le constructeur).

Chaque enceinte possédant son alimentation autonome, est raccordée au réseau. Un interrupteur est disposé au dos de l'appareil, cependant, comme il serait fastidieux de mettre successivement en route les enceintes à chaque fois que l'on désire s'en servir, un dispositif de veille est installé, qui déclenche celui-ci lorsqu'un signal se présente, et alimente les circuits des amplificateurs.

Le poids et l'encombrement sont réduits à des valeurs qui permettent une installation facile sans apporter de gêne dans le local d'écoute ; 378 x 283 x 212 mm, 12 kg.

### DESCRIPTION DES CIRCUITS

Nous pouvons décomposer le schéma général de la figure 3 en 4 sections pour l'analyse : l'amplificateur de graves, le système d'asservissement, l'amplificateur médium-aigus, la temporisation.

Le signal d'entrée est dirigé simultanément vers les deux amplificateurs et le temporisateur.

**A l'entrée de l'amplificateur de graves**, un filtre actif à deux étages est installé. Le premier, TS 421 filtre passe-bas a une pente de 18 dB par octave, le second, TS 422 filtre passe-haut a une pente de 12 dB par octave. L'ensemble forme un filtre de bande 35 Hz-500 Hz qui limite la zone de fonctionnement du canal graves.

Le signal d'entrée ainsi filtré est appliqué à l'étage comparateur TS 423, recevant par ailleurs le signal de correction issu de l'équipage mobile du haut-parleur.

Le signal corrigé sort de TS 423, il attaque l'amplificateur de puissance comportant un étage différentiel sur son entrée, TS 424-TS 425. Les étages de sortie sont des Darlington intégrés, le signal de contre-réaction classique est renvoyé sur TS 425.

**L'asservissement** de la membrane est piloté par un petit accéléromètre monté avec son adaptateur d'impédance sur un circuit imprimé solidaire de la bobine mobile (fig. 4).

L'accéléromètre est un élément piézo-électrique, réversible en présence d'une tension à ses bornes il se déforme (cas des microphones à ultrasons)

soumis à une contrainte sur ses faces, une tension apparaît à ses bornes. L'accéléromètre étant solidaire de la bobine mobile, voit donc apparaître à ses bornes une tension de forme et d'amplitude proportionnelle à son mouvement.

Ce signal contient deux informations, l'accélération et la vitesse, cette dernière extraite par intégration, dans le circuit d'asservissement.

Le transistor fet monté sur l'équipage mobile est couplé à TS 433, l'ensemble formant un adaptateur d'impédance. Afin de se protéger contre les variations de la tension d'alimentation, qui se répercuteraient sur le signal issu de l'accéléromètre, on filtre et régule les tensions base et collecteur de TS 433 à l'aide de diodes zener.

Le signal est ensuite amplifié par les étages TS 434-TS 435, ce dernier monté en intégration de Miller. L'information est alors dosée par le potentiomètre ajustable R 654 et dirigée vers l'étage comparateur, comme une vulgaire contre-réaction.

Mais cette contre-réaction est sélective, la courbe de réponse de TS 434-TS 435 est modelée par le réseau disposé entre ces deux étages de façon à ce qu'elle compense la bosse

due à la fréquence de résonance du haut-parleur.

L'ensemble amplificateur + asservissement donne une réponse linéaire entre 35 Hz et 500 Hz, la coupure à 35 Hz est imposée pour éviter des phénomènes d'accrochage avec les signaux parasites dus au rumble des platines.

**L'amplificateur médium-aigu** est précédé d'un filtre actif passe-haut, laissant passer les signaux à partir de 500 Hz, rôle assuré par l'étage TS 439 et son réseau. L'amplificateur comporte en sortie des étages Darlington intégrés complémentaires, comme sur le canal graves. Son point de fonctionnement à basse puissance est déterminée en classe A, puis au-dessus de 1 W il passe en classe AB.

En sortie deux filtres passifs classiques sont chargés d'aiguiller les signaux. Leur point d'inflexion se situe vers 3 500 Hz, de façon à faire travailler le H.P. médium entre 500 et 3 500 Hz et le tweeter au-dessus de 3 500 Hz. Notons que la contre-réaction globale est réinjectée sur le collecteur de TS 439, qui filtre les signaux au-dessous de 500 Hz.

**La temporisation** emploie une cascade d'étages, TS 446... TS 450, amplifiant le signal BF provenant de l'entrée, puis le redressant, pour agir sur le transistor TS 453 qui commande le relais via la bascule TS 449 - TS 450. En l'absence de signal, celui-ci est au repos. Lorsqu'une tension se présente sur l'entrée, le relais colle, l'alimentation est appliquée à l'ensemble des circuits de puissance. Seule la temporisation et les préamplificateurs restent sous tension continuellement, ce qui est logique.

Pour éviter la coupure de l'alimentation pendant l'échange d'un disque, le trigger de Schmitt TS 449 - TS 450 a sa période ajustée pour une durée de l'ordre de 2 minutes, au-delà de laquelle le relais RE 402 se met au repos et coupe l'alimentation.

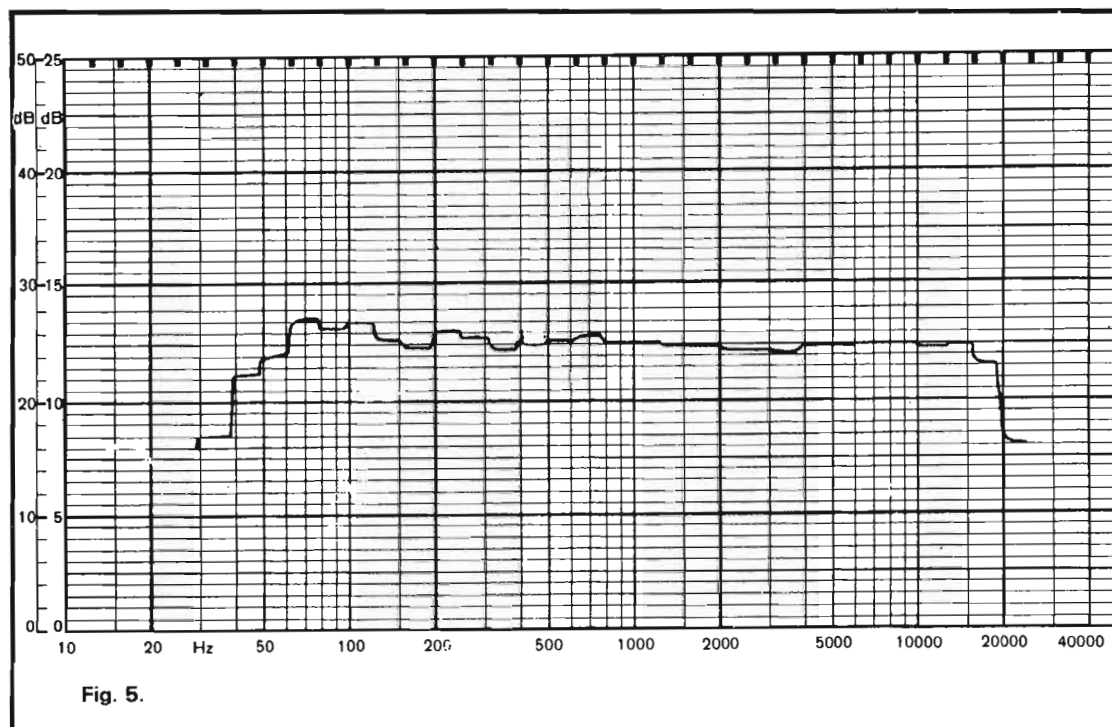


Fig. 5.

L'alimentation est stabilisée électroniquement pour les petits étages simplement filtrée pour les amplificateurs de puissance. La protection de ces derniers est assurée par des fusibles.

## MESURES

Il n'est pas possible de soumettre l'ensemble enceintes et amplificateurs aux procédures de mesures classiques.

Nous n'avons pu que mettre en évidence la puissance par le relevé de la tension aux bornes du H.P. grave, et celle en sortie du canal médium aigu.

Sur la voie grave, à 400 Hz, la puissance atteint largement 44 W, à 30 W le taux de distorsion harmonique reste inférieur à 1 % pour toutes les fréquences entre 35 Hz et 500 Hz.

Sur la voie médium-aigu, à 15 W, le taux de distorsion harmonique reste inférieur à 0,4 % entre 500 Hz et 20 kHz, alors que la puissance maximale atteint 23 W à 1 kHz.

Les chiffres de distorsion harmonique peuvent paraître élevés. Ce n'est qu'une impression, car ils sont obtenus avec des amplificateurs chargés par les haut-parleurs, et non sur résistance pure comme c'est le cas sur les autres amplificateurs lors des mesures.

A titre de curiosité nous avons testé comparativement un bon amplificateur de 2 x 40 W/4 Ω, classe de distorsion 0,1 % sur résistance, en le chargeant sur une enceinte 3 voies de bonne qualité ; d'un prix voisin de 1 000 F. Le taux de distorsion relevé à 100 Hz était de 8 %.

La distorsion des enceintes MFB est donc très faible, pratiquement inexistante à l'écoute, comme nous le verrons plus loin.

Nous avons tenté de relever la courbe de réponse sonore de l'enceinte à l'aide d'un sonomètre, mais cette mesure très délicate ne peut être menée à bien qu'en chambre sourde et non en

appartement, où tout bruit parasite vient fausser les résultats. Nous donnons figure 5 la courbe relevée en chambre sourde par le constructeur.

L'asservissement a prouvé son efficacité de la façon suivante : vers 80 Hz, asservissement en fonction, on relève le niveau de sortie. Asservissement déconnecté du comparateur, le signal a son niveau qui augmente de façon importante. L'exploration en fréquences entre 35 et 200 Hz asservissement coupé et en service confirme ce qui est énoncé ci-dessus.

## ÉCOUTE

Nous avons raccordé les MFB en sortie d'un préamplificateur puis d'un amplificateur. Aucune difficulté n'a été rencontrée pour l'adaptation des niveaux et des impédances, grâce aux commutations 1-7,5-19 V.

La qualité sonore des MFB est très bonne, sans coloration, le registre est fidèle, les sons sont nets ; ce sont là de très remarquables résultats pour des enceintes de si petite taille.

L'asservissement joue un rôle réel dans les graves, cette enceinte est à classer dans le haut de gamme.

## CONCLUSION

Grouper les amplificateurs dans le coffret de l'enceinte est nécessaire ici à cause de l'asservissement. La MFB possède des qualités sonores tout à fait remarquables, l'asservissement remplit bien le rôle qui lui est imparti. Cette technique est très prometteuse, elle permet de réduire le diamètre du H.P. grave et par là le volume de l'enceinte, elle la rend pratiquement indépendante des qualités acoustiques du local d'écoute.

J. BERCHATSKY



# SOMMERKAMP®

LE PLUS IMPORTANT SPECIALISTE D'EUROPE

dans le domaine de radiotéléphones importés du Japon de ses propres chaînes de montage.

Les marchands en gros ainsi que les magasins spécialisés commandent leur stock directement au dépôt géant.



TS 737, 5 W Mobile, homologué PTT



SOMMERKAMP FT-224 Transceiver, 1/10 W, 24 canaux FM, tous équipés de cristaux pour des répéteurs européens et des canaux simplex. Le transceiver idéal pour le radio-amateur F1 n'opérant pas en CW.



TS 600 G, 5 W Mobile, homologué PTT

SOMMERKAMP Transceiver FT 277 E, nouveau modèle muni du fameux "speech processor" utilisant la méthode haute fréquence pour l'obtention d'une modulation profonde. 160 m à 10 m + 11 m et 10 MHz WWW. BLU/AM/CW sur 110 à 220 Volts alternatif et 12 Volts continu, vernier de réception commutable, soufflerie, haut-parleur incorporé etc., livré avec micro à main et fiches d'antenne.



SOMMERKAMP Récepteur OC, FR 50 B pour SWL. 80 à 10 m + une autre bande à votre choix. Double changement de fréquence. Compagnon de l'émetteur FL 50 B. Réception de BLU/AM/CW. Antiparasites déclenchable, générateur d'étalement etc.



SOMMERKAMP FR : 101, récepteur 160 m à 10 m et 11 m, 2 m incorporé, 6 gammes pour SWL O.C. LSB-USB-CW-AM-FM.

Adressez vos commandes aux commerçants spécialisés

FRANCE :

SERCI, 11, Bd. St-Martin, 75003 PARIS - 887.72.02

L'ONDE MARITIME, 28, Bd. du Midi, 06150 CANNES-LA-BOCCA - 47.44.30

R. VIDAL, 37, rue Goudard, 13 MARSEILLE - 48.18.37

BELGIQUE :

STEREOHOUSE, FRANS VAN DE VELDE, ON6VV, Kortrijksefoortstr, 219 B. 900 GENT.

## SOMMERKAMP ELECTRONIC SAS

CH-6903 LUGANO P.O. BOX 176 SUISSE