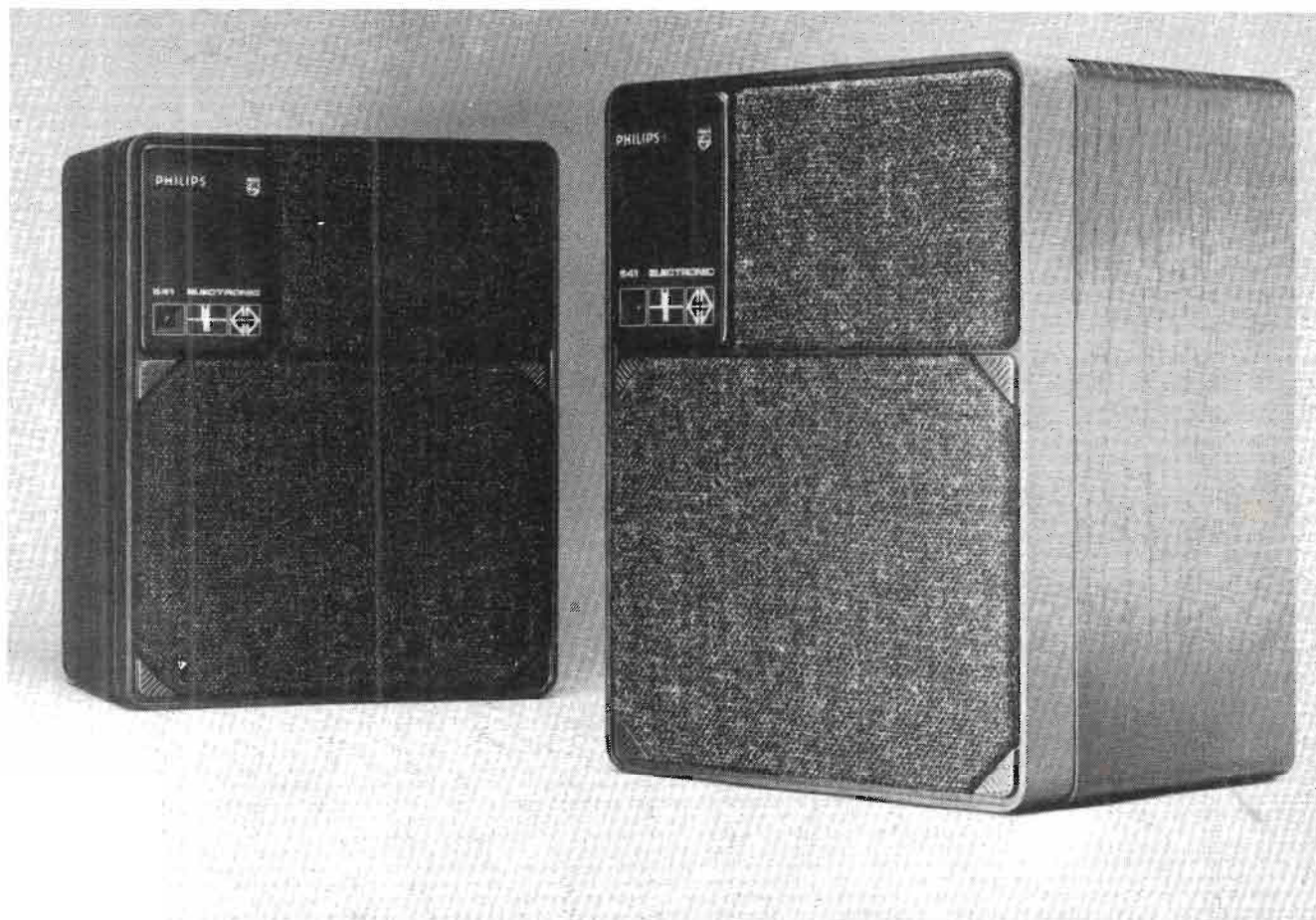


LES ENCEINTES ASSERVIES



PHILIPS RH 541

LES enceintes RH 541 de Philips sont les sœurs cadettes des 832 qui ont été présentées il y a maintenant près de deux ans. Ces enceintes font appel au même système d'asservissement MFB (Motional feed back) que les 832, principe qui est également repris pour les enceintes futures dont la taille sera supérieure à celle de la 832.

Enceinte asservie, cela signifie aussi que l'amplificateur de puissance est enfermé

dans l'enceinte acoustique, et que les enceintes devront être attaquées par un préamplificateur externe. Ce préamplificateur existe dans la gamme de Philips, sous diverses formes : soit combiné tuner, platine, stéréo : tétraphonique, type RH 832, le plus ancien de la gamme, maintenant suivi d'un préampli sans tuner, RH 551 et enfin d'un module de commande RH 743 composé d'un tuner à quatre gammes d'ondes GO, PO, OC MF, avec stations pré-réglées. Ces

trois « modules de commande » ont un niveau de sortie de 1 V efficace.

DESCRIPTION

L'enceinte asservie RH 541 est une enceinte à deux voies avec amplificateur incorporé. Puissance de l'amplificateur 30 W efficaces, réponse en fréquence : 35 à 20 000 Hz. Un haut-parleur de

17 cm équipé d'un accéléromètre, un tweeter de 2,5 centimètres, coupure de l'alimentation de l'enceinte par relais électronique. Volume de l'enceinte : 8 litres. Présentation : bois et métal, dimensions : hauteur 294, largeur 229 et profondeur 173 mm.

Pour cette enceinte, le bois est en réalité peint en noir et le métal est une matière plastique d'un beau gris sombre que vient égayer le rubis de la diode électroluminescente qui vous rappellera à la réalité

lorsque vous croirez être au beau milieu du Philharmonique de Berlin ou d'ailleurs.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Volume : 8 litres, volume acoustique : 4 litres, haut-parleurs : 1 woofer de 17 centimètres de diamètre type AD 7066/W4 MFB, 1 tweeter de 2,5 centimètres de diamètre type AD 0161/T8.

Amplificateur 30 W efficaces ; distorsion inférieure à 1 % ; 20 W efficaces ; distorsion inférieure à 0,1 %.

Gamme de fréquences : 14 Hz à 50 000 Hz. Filtre d'aiguillage : 1 400 Hz.

Raccordement : prise DIN pour entrée et sortie audiofréquence.

Sensibilité d'entrée : 1 V sur 10 000 Ω pour raccordement à préamplificateur, 7,5 V sur 100 Ω , pour raccordement à un ampli, 19 V sur 100 Ω , toujours pour raccordement à un ampli.

Relais de coupure d'alimentation : temps d'établissement : moins de une seconde, temps de maintien après la disparition du signal : plus de 2 minutes.

Semi-conducteurs : 19 transistors, 14 diodes.

Alimentation : 110 à 240 V, 50 et 60 Hz.

Par leur présentation d'abord, les 541 diffèrent sensiblement des 532. Ces dernières comme vous l'avez vu récemment ont reçu une façade métallique qui ici a fait place à un tissu. Le bois couleur naturel a, ici, été teinté de noir. Cette finition est très propre et donne un aspect technique que les autres enceintes n'ont pas. Nous avons eu l'occasion de voir à Berlin une enceinte genre 832 habillée de noir, couleur qui serait la dernière découverte de Philips en matière d'esthétique. Cette couleur est passe-partout (Braun a pris cette option depuis longtemps) et

permet de dissimuler les enceintes dans des coins sombres. Les grilles de tissu sont fixées par du Velcro et s'enlèvent facilement pour laisser apparaître les deux haut-parleurs (il y a une grille par transducteur). L'arrière de l'enceinte est fermé par une plaque d'aluminium qui sert aussi de refroidisseur aux transistors de puissance, ce chassis est monté sur charnières, un connecteur le relie à l'enceinte (raccord des haut-parleurs, du capteur (fil blindé) et de la diode électroluminescente. La face arrière possède une prise permettant de brancher le câble venant du préamplificateur, la seconde enceinte sera reliée à la première par l'intermédiaire d'un cordon identique fourni avec l'enceinte. Un poussoir permet d'aiguiller le signal de droite ou de gauche sur l'enceinte. Il faudra donc faire attention à cette commutation, chaque enceinte est attaquée par un cordon stéréophonique pouvant transmettre le signal de gauche ou de droite.

Un autre commutateur choisit la sensibilité et un bouton rouge type poussoir met l'enceinte sous tension. L'alimentation se fait par l'intermédiaire d'un câble normal. Chaque enceinte dispose également d'un répartiteur d'adaptation de la tension secteur au réseau local.

ETUDE DU SCHEMA

Le schéma se scinde en deux parties, une relativement simple puisqu'il ne s'agit que d'un amplificateur alternatif qui détecte le signal d'entrée et charge un condensateur, ce système sert à la mise sous tension de l'amplificateur de puissance. L'alimentation est en permanence sous tension, ou plus exactement dès que la touche de mise en marche a été actionnée. Ce commutateur électronique utilise les transistors TS 446, 447, 448 en amplificateurs avec diode

d'écrêtage la détection se fait par la diode D 470 qui charge un condensateur de 330 μ F. TS 451 et 52 sont montés en trigger, la tension de collecteur de TS 452 est transmise via la diode D 472 au transistor TS 453 qui commande un relais électromécanique.

La partie amplificatrice est nettement plus complexe, en effet, elle comporte en plus des éléments traditionnels de l'amplificateur, une série de circuits de correction corrigant les pertes de rendement dues aux faibles dimensions du coffret et aussi compensant la réponse propre du transducteur piézo électrique situé au cœur du haut-parleur de basse.

Dès l'entrée, un premier filtre, R 565, C 496 coupe les fréquences supérieures à 150 kHz. On trouve ensuite un filtre passe-haut utilisant le condensateur de liaison C 497, R 567 et C 498 servent de passe-haut R 570 et C 499 atténuent les fréquences au-dessus de 400 Hz. A la sortie de TS 424, un dernier filtre passe-bas est constitué de R 576, R 574 et C 501.

L'amplificateur de puissance lui-même n'est pas linéaire, son réseau de contre-réaction, constitué de R 556, R 590, C 511, R 589 et C 510 lui donne une courbe adaptée à l'enceinte. Les derniers éléments dont la courbe de réponse n'est pas linéaire sont le capteur et son préamplificateur. Le préamplificateur doit atténuer les fréquences situées au-dessus de la zone d'asservissement et compenser les tensions de sortie. Un filtre passe-bas est constitué par la résistance de collecteur de TS 438 et le condensateur C 530. Les autres circuits RC sont montés en contre-réaction entre collecteur et base de RS 439. La tension d'asservissement est réglable, le taux de contre-réaction de l'asservissement est fonction de la position de R 630. L'amplificateur de puissance est à symétrie complémentaire, on notera ici que malgré l'emploi de Darlington en sor-

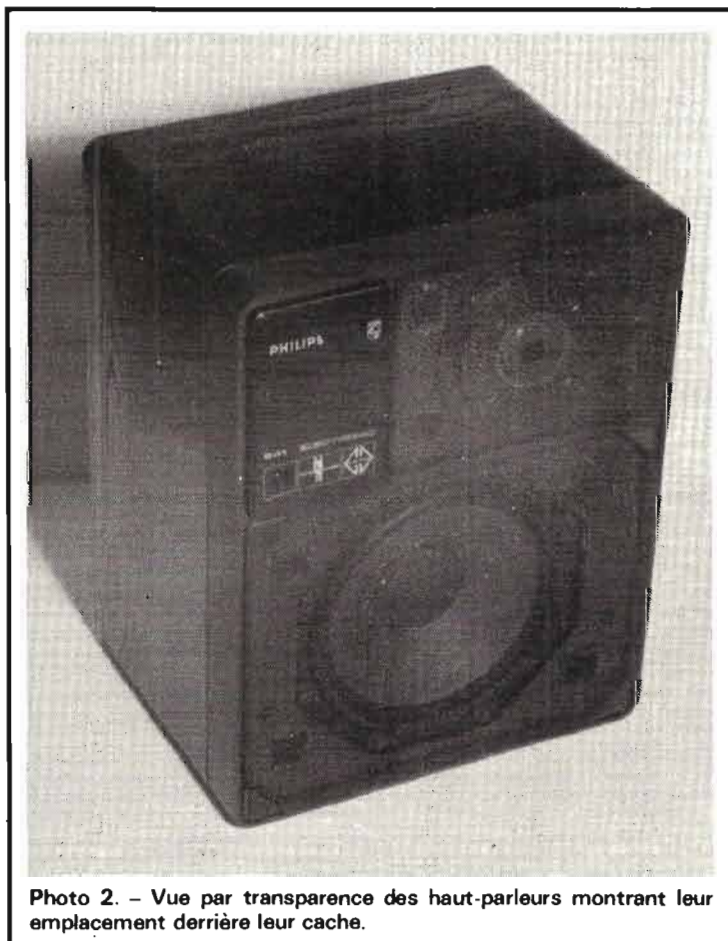


Photo 2. - Vue par transparence des haut-parleurs montrant leur emplacement derrière leur cache.

Les condensateurs de liai-



son C 522 se chargent alors lentement, au travers du haut-parleur de grave, lui épargnant les surcharges.

Le haut-parleur de grave est un modèle spécial. Sa membrane est épaisse, ce qui permet de réduire sensiblement le taux de distorsion ; d'autre part, son noyau est bague,

cette formule évite les augmentations d'impédance avec la fréquence, augmentations qui réduiraient les effets du filtre passe-bas et feraient varier la charge de l'amplificateur. Outre ces particularités, il y a évidemment un capteur piézo-électrique associé à un transistor à effet de champ, nous

avons déjà suffisamment parlé dans nos colonnes de cette formule pour ne pas y revenir. Le médium/tweeter est à dôme, le constructeur a installé sur la grille de nylon frontale une pastille de papier collé, ce « traitement de membrane » serait destiné à améliorer la répartition spatiale

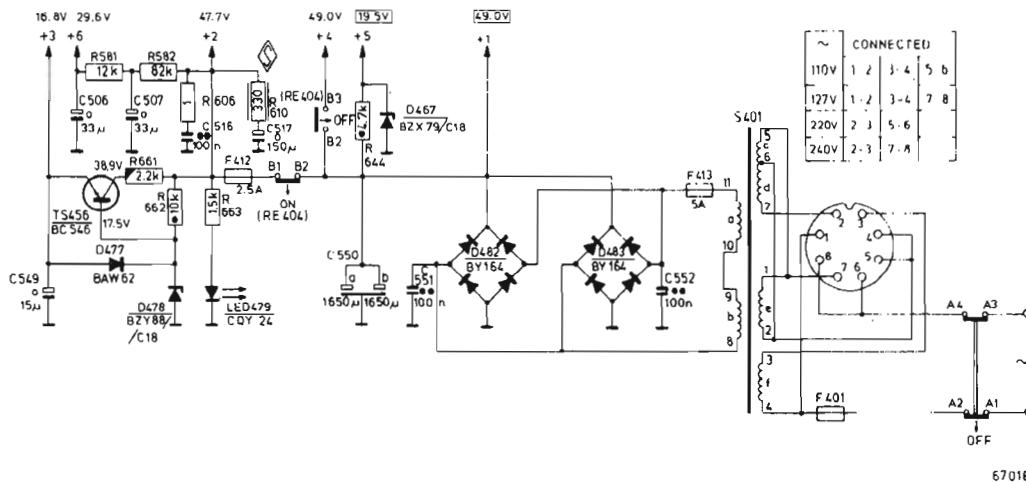
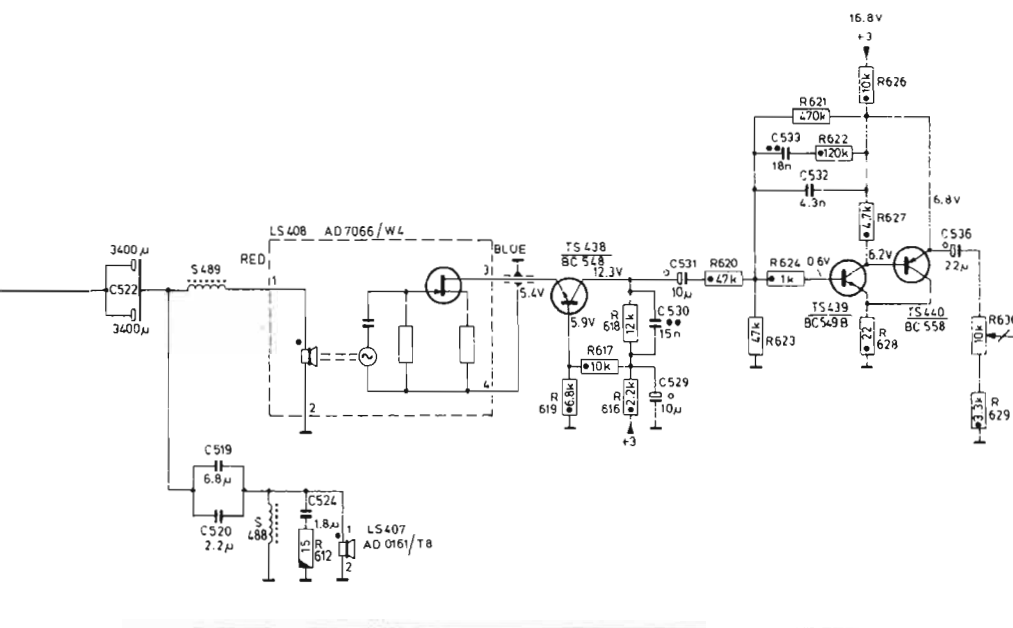
des sons. A la différence de la 532, ce haut-parleur couvre une gamme plus étendue, dans le cas de la 532, il était accompagné par un haut-parleur de médium, ces deux haut-parleurs étaient attaqués par amplificateur séparé.

FABRICATION

L'enceinte est construite avec soin ; les collages des compartiments sont bien étanches, le constructeur a pris beaucoup de précautions de ce côté, ce qui n'empêche pas l'air de s'infiltrer insidieusement par le joint entre la façade en matière plastique et le bois. Fuite de peu d'importance ; qui ne s'entend que lors d'essais à très basse fréquence. Le circuit imprimé unique couvre une bonne partie de la face arrière, les résistances sont montées verticalement, les composants lourds sont callés et supportent très bien les vibrations de l'ensemble. Pas de condensateurs qui s'entrechoquent, ni de vibrations mécaniques parasites, ce qui prouve le soin mis pour réaliser les études mécaniques. L'installation d'un amplificateur dans une enceinte n'est pas une chose simple. Détail signalé par une sérigraphie : l'appareil est tropicalisé.

ESSAIS

Une enceinte asservie ne se teste pas comme les autres, sur le plan auditif, il est toujours possible de la comparer avec une enceinte classique ; essayez de comparer celle-là avec une enceinte de 4 litres, vous verrez alors quelle est l'importance de l'asservissement. L'asservissement est en effet intéressant pour les enceintes de faible volume, enceintes avec lesquelles il n'est pas possible, sans artifice, l'asservissement en est



un, d'obtenir une réponse étendue aux fréquences basses. L'asservissement à d'autres fonctions que nous verrons plus loin. Pour effectuer des essais comparatifs, nous avons fait à chaque fois deux mesures, l'une avec l'asservissement en service, la seconde sans asservissement, en introduisant un isolant entre le curseur du potentiomètre ajustant le niveau de contre-réaction et la piste de carbone, ce qui perturbe un peu seulement le comportement de la chaîne.

Nous avons étudié l'évolution en fonction de la fréquence du signal qui était envoyé sur les haut-parleurs, donc le signal disponible à la sortie de l'amplificateur ; nous avons également relevé la courbe du courant traversant le haut-parleur de basses en fonction de la fréquence, nous avons également effectué quelques mesures de distorsion, aussi bien pour l'enceinte acoustique que pour l'amplificateur. Nous avons également établi une courbe de réponse de l'enceinte en fonction de la fréquence, mesure qui, n'a qu'un rôle comparatif : d'un côté enceinte asservie, d'autre



Photo 4. – Détail de l'enceinte S41 : le haut-parleur de basses : quatre fils de sortie, collés sur la membrane ; deux pour la bobine mobile, deux pour le capteur.

part sans asservissement. Compte-tenu des conditions de la mesure (effectuée en local semi-reverbérant) il n'est évidemment pas possible d'en déduire de critère de qualité définitif pour l'enceinte.

CAPTEUR D'ASSERVISSEMENT

L'asservissement de cette enceinte couvre une gamme

de fréquences comprise entre l'extrême basse jusqu'à environ 400 Hz. La courbe 1 représente la tension que l'on tire du capteur piézo-électrique, tension mesurée sur le curseur du potentiomètre. Nous avons effectué deux mesures, la première avec MFB en service, la seconde MFB débranché.

Nous n'aborderons pas ici les mérites respectifs des systèmes d'asservissement en déplacement en vitesse ou

encore en accélération, ces trois données sont liées mathématiquement et seules les imperfections techniques des haut-parleurs et des enceintes créent des différences dans les résultats obtenus. Nous voyons ici ce qui se passe au niveau de l'électronique et du haut-parleur de basses.

Lorsque le MFB est débranché, les amplitudes du mouvement de la membrane sont plus importants que lorsque l'asservissement est en service. Cela se traduit par la courbe supérieure qui présente un sommet arrondi. Par contre, une fois l'asservissement en place, on relève, entre 40 et 200 Hz une zone pratiquement linéaire. On notera également la réduction de l'amplitude. Ces mesures sont difficiles à interpréter en valeur absolue, elles tiennent en effet compte de toutes les compensations dues aux circuits électroniques et aussi de la réponse mécanique propre du capteur à inertie. La fréquence de résonance du haut-parleur, monté dans cette enceinte est de 100 Hz environ, ce qui sera confirmé plus loin. Nous n'avons pas

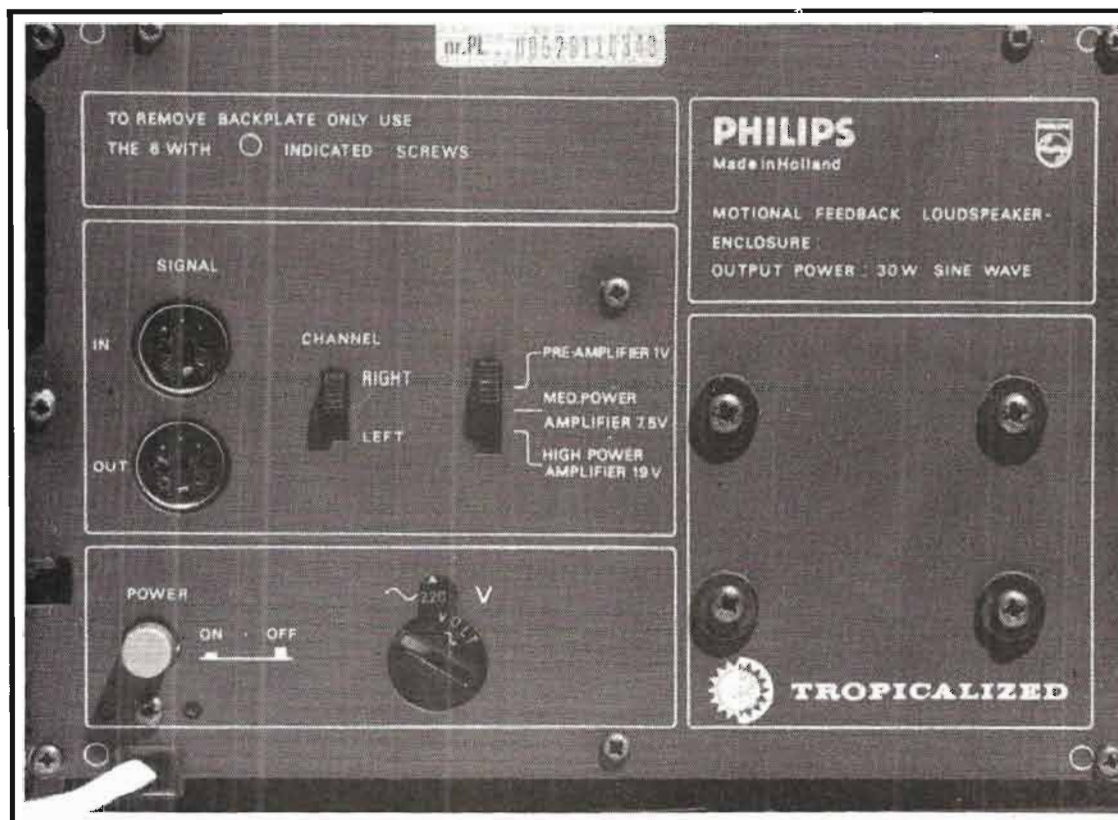


Photo 3. – La face arrière de la 541 : prise d'entrée et de sortie du signal audio, commutateur gauche/droite, sélecteur de sensibilité, sélecteur de tension et la mention « tropicalisé ».

abordé ici le problème de phase entre la sortie du capteur et les mouvements de la membranes.

REPONSE EN FREQUENCE DE L'AMPLIFICATEUR

La courbe 2 a été tracée, comme les autres courbes en utilisant un analyseur fonctionnant en tiers d'octave, l'enceinte étant attaquée en bruit rose. Les deux courbes ont été alignées entre elles pour tenir compte du fait que l'introduction de la contre-réaction modifie le gain de l'ensemble. Il s'agit ici encore de montrer la différence due à l'intervention de l'asservissement. La courbe supérieure est celle de l'amplificateur sans asservissement. Cette courbe n'est pas linéaire, le relèvement artificiel permet de compenser la « faiblesse acoustique » due aux petites dimensions de l'enceinte. La courbe supérieure est celle qui correspond aux circuits de compensation introduits par le constructeur, dans toute la chaîne. Une fois l'asservissement en service, la courbe devient linéaire entre pratiquement 100 Hz et 10 kHz, toute la préaccentuation située entre 80 Hz et 300 Hz a disparu.

Ces courbes montrent que le système d'asservissement, qui détecte les mouvements de la membrane réduit l'amplitude de la tension appliquée au haut-parleur lorsque ce dernier est capable par ses caractéristiques mécaniques (proximité de la résonance) d'avoir une amplitude suffisante pour assurer une reproduction à un niveau convenable. Autrement dit, lorsque le haut-parleur travaille au-dessous de sa fréquence de résonance, 100 Hz environ, le rendement du haut-parleur diminue, dans cette gamme de fréquence, entre 25 Hz et 80 Hz le niveau de tension appliqué aux enceintes augmente lorsque la fréquence diminue, ce

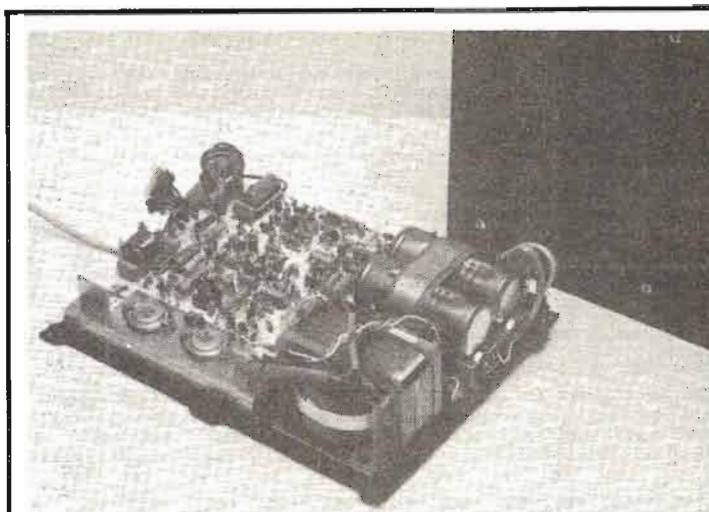


Photo 5. - La photo classique : la section électronique de l'enceinte S41. Transformateur à circuit en C, condensateurs doubles, transistors de sortie sur radiateur d'aluminium en contact avec la face arrière. Les petits éléments sont rassemblés sur un unique circuit imprimé, les plus lourds sont collés.

qui compense la perte de rendement du boomer. On retrouve d'ailleurs dans la section de courbe avec asservissement, l'inverse de celle du transducteur (lorsque l'asservissement n'est pas en service (fig. 1).

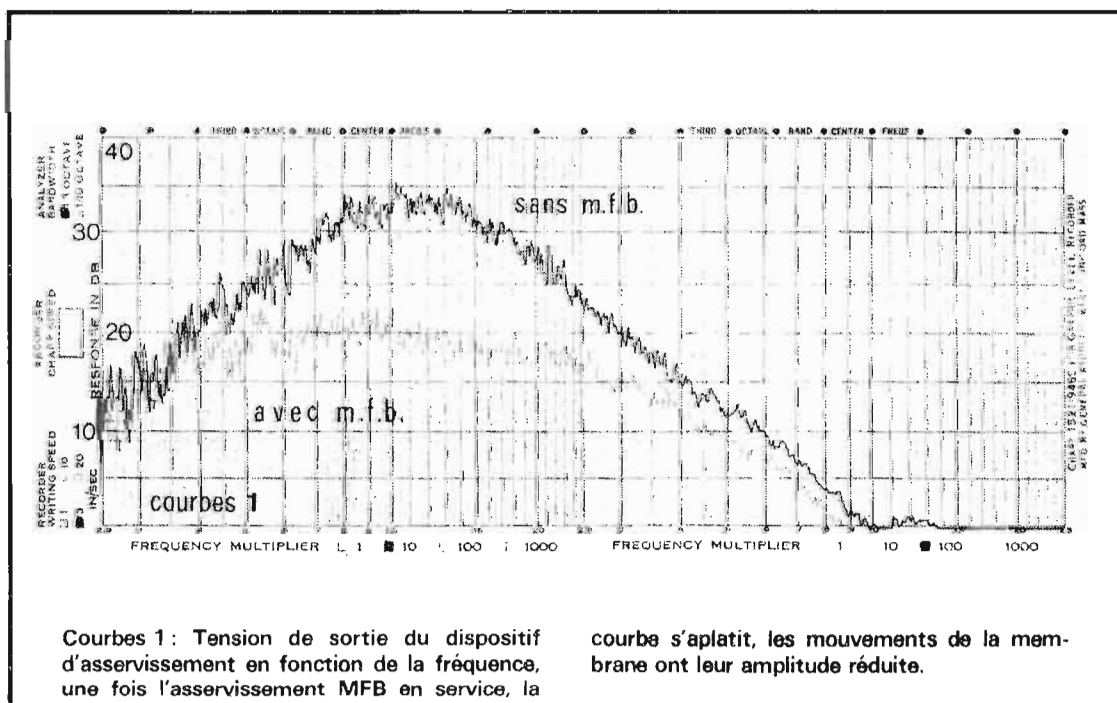
FREQUENCE DE RESONANCE DE L'ENCEINTE ASSERVIE

A la fréquence de résonance d'un haut-parleur, son impédance croît. Les ampli-

cateurs à transistor sont des générateurs de tension, lorsque la fréquence d'attaque atteint la fréquence de résonance du haut-parleur, la tension de sortie de l'amplificateur ne peut pratiquement pas varier, mais comme la tension reste constante, le courant absorbé par le haut-parleur diminue. Nous avons effectué le relevé du courant, sans donner la valeur de son intensité, en intercalant une résistance de très petite valeur en série avec les fils du haut-parleur de basse. La courbe 3 donne l'évolution du courant avec la

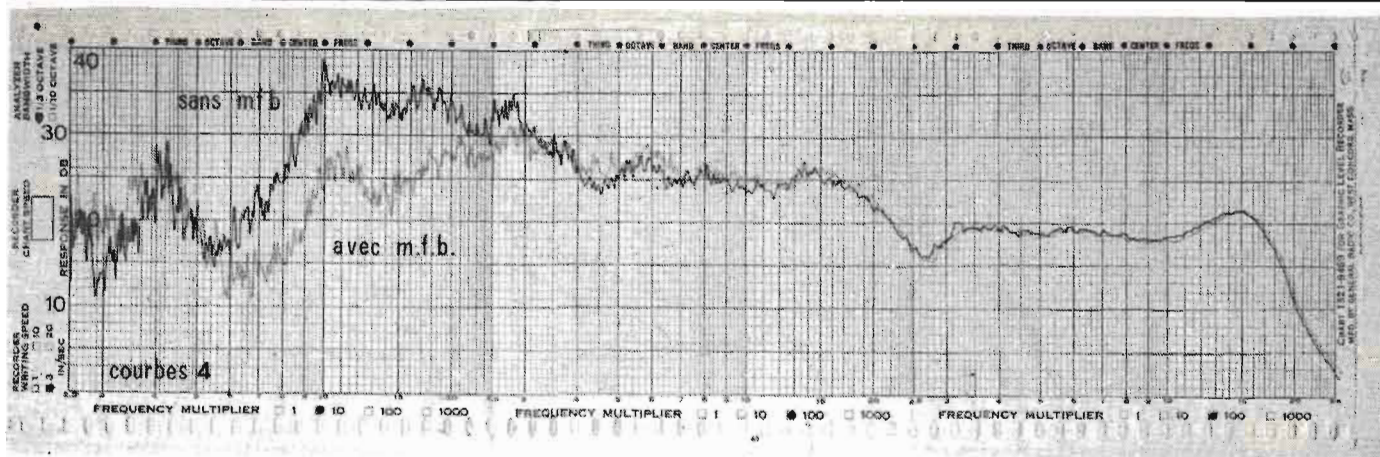
fréquence, uniquement dans le haut-parleur de basses, le creux du à la fréquence de résonance du haut-parleur est bien visible, et contrairement à ce qui est annoncé souvent, on peut constater que la fréquence de résonance du haut-parleur de basses ne se modifie pratiquement pas lorsque l'asservissement est en service. Par contre, pour une même excitation à 300 Hz (courbes confondues) on s'aperçoit que le niveau est diminué de 5 dB à 200 Hz, 11 dB à 100 Hz tandis qu'à 50 Hz les courbes se confondent et qu'au dessous, l'asservissement soumet une tension supérieure au haut-parleur (5 dB environ). L'asservissement a donc permis de réduire la puissance au voisinage de la résonance, plus que ne l'aurait fait la simple augmentation de l'impédance de l'enceinte. Le résultat de l'application de l'asservissement n'est donc pas une diminution de la fréquence de résonance mais plutôt l'élimination non de la résonance, les courbes prouvent qu'elle existe, mais de ses effets.

Sans asservissement, la diminution de courant à la résonance est de 6 dB environ, par rapport à 150 Hz, avec l'asservissement, cette



Courbes 1: Tension de sortie du dispositif d'asservissement en fonction de la fréquence, une fois l'asservissement MFB en service, la

courbe s'aplatit, les mouvements de la membrane ont leur amplitude réduite.



Courbes 4 : Courbes de réponses amplitude/fréquence relevées avec et sans MFB. Sans MFB, l'effet de la préaccentuation des bas-

ses se fait sentir. Avec l'asservissement, on a régularisé la courbe de réponse qui est maintenant plus linéaire.

diminution est de 9 dB, d'où un gain approximatif de 3 dB, qui suffit pour supprimer presque totalement la coloration de l'enceinte.

DISTORSION

L'une des vertus essentielles de l'asservissement est de supprimer ou plutôt de réduire le taux de distorsion harmonique. Il y a plusieurs sources de distorsion harmonique dans une enceinte. Les suspensions ne sont pas linéaires, l'air n'est pas non plus linéaire, le circuit magnétique a des dimensions finies si bien que pour les fortes elongations, la bobine mobile a ten-

dance à sortir du champ. De plus, le cône n'est pas toujours très rigide, il est susceptible de se déformer et d'apporter de la distorsion. Ce dernier type de distorsion ne peut être corrigé par l'asservissement, le capteur est situé au niveau de la bobine mobile et si ce type de distorsion se produit, il ne se répercutera pas obligatoirement jusqu'à la bobine mobile.

Les autres distorsions dues aux diverses non linéarités se situent au niveau de la bobine mobile. Par exemple, pour les fortes excursions, il y aura une sorte d'écrêtage, une limitation des mouvements de la bobine mobile, la bobine ralentira et la tension de sortie du capteur diminuera. Résultat immédiat, la tension de

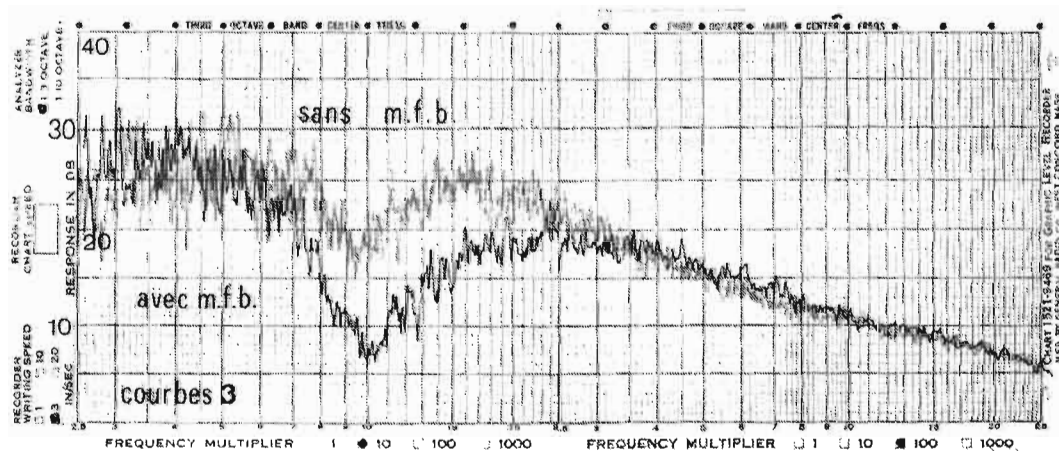
contre-réaction du MFB sera réduite et l'amplificateur débitera une tension plus importante qui tendra à rétablir les mouvements normaux. A chaque extrémité de la course du haut-parleur, l'amplificateur délivrera une tension expansée.

Pour mettre ce phénomène en chiffres, nous avons mesuré le taux de distorsion harmonique de l'amplificateur avec et sans MFB, le tout à la fréquence de 40 Hz, donc une fréquence très basse pour laquelle en principe, le taux de distorsion d'une enceinte classique est très élevé. Pour une puissance de 10 W de l'amplificateur, le taux de distorsion mesuré à la sortie de l'amplificateur était de 1 % avec

l'asservissement et de 0,08 % sans l'asservissement. Ces chiffres pourraient paraître paradoxaux si nous n'avions pas cette sorte de « prédistorsion » introduite par le système d'asservissement.

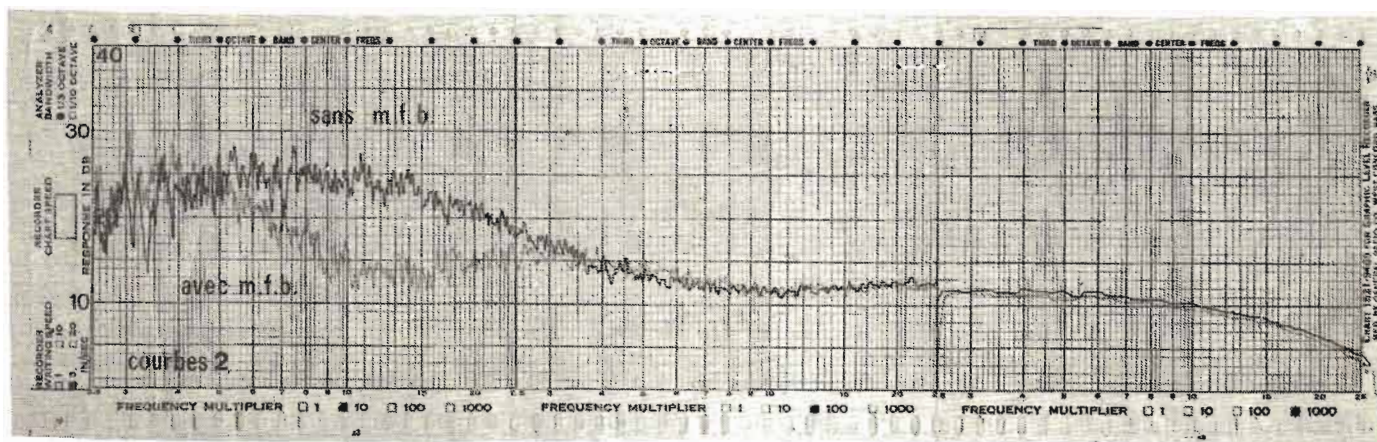
Pour confirmer cette amélioration, nous avons fait une analyse harmonique de la distorsion qui a donné les résultats suivants : sans asservissement : 3 % d'harmonique 3, 1 % d'harmonique 5.

Avec l'asservissement, l'harmonique 3 est passé à 1 %, soit une amélioration de 10 dB environ. L'harmonique 5 est passé à 0,5 %. Les harmoniques impaires rejoignent alors les harmoniques paires qui ne sont pas ou à un



Courbes 3 : Courant dans le boomer en fonction de la fréquence. L'augmentation de l'impédance à la résonance se traduit par une diminution du courant, on voit qu'une fois l'asservissement en

service, la résonance n'a pas été modifiée, l'asservissement réduit la puissance appliquée au boomer à la fréquence de résonance.



Courbes 2 : Tension de sortie de l'amplificateur de la 541 en fonction de la fréquence. Sans l'asservissement, on relève les fréquences graves à partir de 300 Hz environ, lorsque l'asser-

vissement est en service, le relèvement des graves ne s'opère qu'au dessous de la fréquence de résonance du boomer.

degré moindre influencés par l'asservissement.

Ces mesures ont été faites dans des conditions particulières, nous avons pris une fréquence très basse, pour mieux mettre en évidence l'amélioration apportée par l'asservissement. En valeur absolue, un taux de distorsion de 1 % à 40 Hz est une performance exceptionnelle que seule un asservissement ou encore un haut-parleur de haute qualité pouvait permettre d'atteindre.

COURBE DE REPONSE

Ces courbes, nous le reprecisons n'ont pas de valeur qualitative, elles sont là pour rendre compte de l'effet de l'asservissement. Elles ont été faites dans des conditions éloignées de celles d'une écoute, avec un micro placé très près de l'enceinte. Ce qui permet d'expliquer certaines irrégularités, en particulier dans le haut médium.

La courbe supérieure a été relevée sans l'asservissement ; le relèvement des basses est ici provoqué par les circuits de préaccentuation qui ont été installés par le constructeur, la courbe, de 100 Hz à 1 000 Hz est sensiblement voisine de la courbe de

réponse de l'amplificateur mesuré seul.

L'asservissement réduit les accidents de la courbe, au-dessous de 400 Hz, la chute au-dessous de la fréquence de résonance est fortement atténuée, l'asservissement a permis de gagner près de 10 dB au-dessous de la fréquence de résonance. L'enceinte asservie descend mieux en fréquence que son homologue, utilisant les mêmes transducteurs mais non asservie *. Aux très basses fréquences, il n'est pas possible d'affirmer que la réponse descend jusqu'à 25 Hz, ce qui semble être le cas sur ces courbes. La proximité de l'enceinte et du micro y est certainement pour quelque chose.

CONCLUSIONS

Asservissement ou système traditionnel ? La réponse est simple, une bonne enceinte traditionnelle vaut une enceinte asservie, à condition que ses haut-parleurs soient

* Si on voulait réaliser une enceinte sans asservissement, on n'utiliserait pas les mêmes boomer !

correctement conçus. Ceci est valable pour les enceintes d'un volume conséquent. Pour les petites enceintes, la solution de l'asservissement, tel que l'a conçu Philips, avec tout le potentiel technique que cette firme a à sa disposition, s'impose, sauf si on peut se permettre de sacrifier le rendement, ce qui s'est fait chez certains constructeurs d'Outre-Rhin ; à Berlin, cette année, plusieurs firmes offraient des enceintes dont le volume était nettement inférieur à celui de la 541 de Philips. Incontestablement, ces enceintes asservies sont d'un rapport qualité/prix convenable, si toutefois on prend la précaution d'acheter un préamplificateur sans ampli de puissance, il faut se rappeler que les amplificateurs sont compris dans les enceintes et que si vous voulez acheter un amplificateur de puissance de 2 fois 30 W, cela coûterait, si cela existait (sans préampli) au moins 1 000 F. Enlevez 1 000 F au prix de la paire d'enceintes, et vous aurez le prix de l'asservissement et des composants acoustiques. L'asservissement n'est pas si cher que cela, après tout. Philips a le mérite de l'avoir introduit en grande série sous une forme faisant appel à des techniques originales et aussi efficaces. Si maintenant vous n'appréciez pas sa présentation, considérez leur taille,

c'est un autre de leurs atouts et non des moindres.

Réduction sensible du taux de distorsion, élimination de la coloration propre due à la résonance voilà deux particularités que nous avons pu mettre facilement en évidence. L'écoute révèle une certaine brillance frisant parfois l'agressivité, cette brillance est partiellement atténuée par une grille de tissu qui lui permet de retrouver un meilleur équilibre. Pour les basses, on notera la propreté, la netteté de la réponse et une absence d'effet de tonneau. Asservissement plus préaccentuation, telle semble être la solution au problème des mini-enceintes, quand il s'agit de sortir du matériel industriel.

Etienne LEMERY

Avec la collaboration du laboratoire de Delta Magnetics pour les mesures à l'analyseur 1/3 d'octave.