BREVET 3A DEPOSE LE 30 NOVEMBRE 1972 N° :

- 72 42 542 POUR LA FRANCE
- 209 390 POUR LE CANADA
- 468 868 POUR LES USA
- 53 787/74 POUR LE JAPON

72 42 542 - Asservissement de pression

SYNTHESE

L'asservissement de pression ou APF *(Acoustic Pressure Feedback)*

Le haut-parleur est un système mécanique qui engendre un son en se déplaçant. Ce déplacement est non linéaire (forme du haut-parleur, suspension, champs magnétique non uniforme) et le son est déformé. Aussi un haut-parleur ne peut reproduire des notes graves que s'il est enfermé dans une « boite » assez grande... En 1950 **C.A. Briggs**conseillait une enceinte en brique d'un mètre cube pour reproduire une pédale d'orgue de 16 pieds (32 Hz) !

Pour réduire ces dimensions fantastiques, les ingénieurs n'ont trouvé que des palliatifs (cavités, résonateurs, amortissements clos), mais avec ces systèmes le mouvement mécanique du haut-parleur n'est pas contrôlé, il est corrigé. Il y a fabrication de basses et non reproduction.

Messieurs **Brette** et **Perrin**, acousticiens français de l'Ecole Supérieure d'Electricité (E.S.E.), ont été les premiers en 1961 à proposer une enceinte à asservissement de pression, technique alors issue de l'aérospaciale. Plus tard la société **PHILIPS** a proposé l'enceinte « Motional Feedback » (ou M.F.B.) basée sur un accéléromètre piézoélectrique. En 1971, Monsieur **Daniel Dehay**, Président de la Société **3A**, Ingénieur E.S.E., réussissait la mise au point industrielle de l'asservissement de pression des enceintes acoustiques.

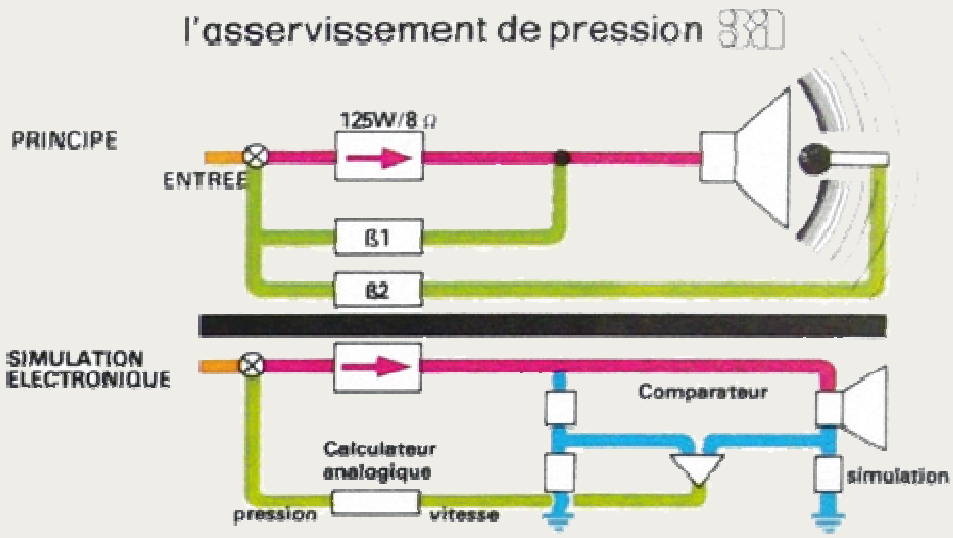
Cette découverte non seulement supprime les déformations du haut-parleur mais permet aussi de réduire la taille des enceintes au strict minimum. Tous les mouvements mécaniques du haut-parleur sont contrôlés électroniquement (asservis), tel que dans l'automobile avec les servo-freins, la direction assistée, dans l'industrie avec les machines outils programmées par ordinateur, ou dans l'aéronautique où les gouvernes et volets des avions sont assistés.

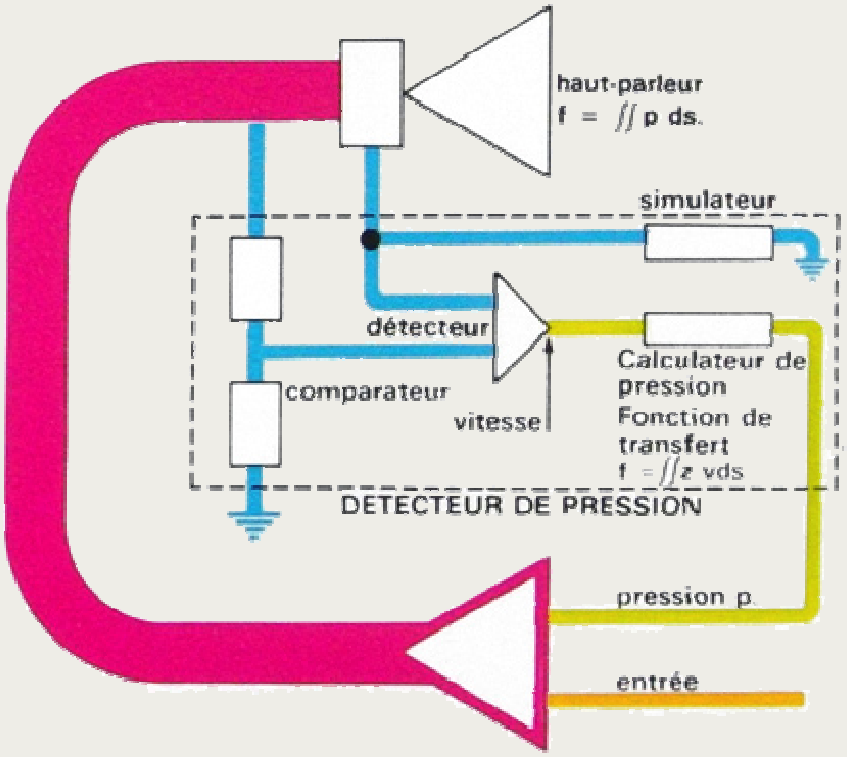
Ainsi l'idée de base était de supprimer les coffrets sonores et de les remplacer par un amplificateur qui contrôle le mouvement du haut-parleur. Pour cela un capteur électronique enregistre les mouvements de la membrane et ordonne à l'amplificateur dans l'enceinte de corriger les déformations liées au déplacement du haut-parleur. Ce procédé permet d'atteindre des performances incroyables dans des coffrets miniatures : Bande passante linéaire de 30 à 40 000 Hz avec 20 dm^3.

Les amplificateurs équipant les enceintes asservies 3A sont de conception industrielle. Tous les composants utilisés répondent aux normes professionnelles militaire (condensateurs électrolytiques ou au tantale, résistance à couche, circuits intégrés). Les circuits imprimés sont en verre epoxy, les transformateurs surdimensionnés sont imprégnés.

Chaque amplificateur est testé à la table vibrante pour éprouver les soudures et éviter les défauts de fabrication. Enfin, l'électronique est fiabilisée par 100 heures de fonctionnement à grande puissance (60 watts), permettant un déverminage des composants selon la technique des semi-conducteurs pour l'industrie spatiale.

La probabilité de panne de l'électronique est alors quasiment nulle.





Le système APF

1) - pont de vitesse

La vitesse est détectée par un système de pont de Maxwell, méthode connue pour mesurer les caractéristiques des haut-parleurs.

2) - calculateur analogique d'asservissement

Cet amplificateur à fonction de transfert Zm (impédance de rayonnement du haut-parleur) a été obtenu expérimentalement en comparant la pression acoustique réelle devant le haut parleur à la vitesse de déplacement de la bobine.

La composition vectorielle de ces deux grandeurs permet de déterminer la fonction en module et en phase. Un circuit électronique en rétroaction sur un amplificateur à très grand gain permet d'obtenir une image de Zm très fidèle.

La tension vitesse est appliquée à ce circuit et la tension de sortie est une simulation parfaite de la pression acoustique.

3) - Les résultats

L'amplificateur nécessaire pour la reproduction linéaire de 30 Hz est de 125 watts. La membrane du haut-parleur à cette fréquence se déplace de 2 cm pour une puissance électrique d'attaque de 5 watts, correspondant tout de même à un programme musical de 100 watts.

Ainsi, le système APF permet d'obtenir d'une enceinte miniature le même rendement dans le grave et l'extrême grave qu'avec des enceintes 15 à 20 fois plus volumineuses. La distorsion est extrêmement faible puisque difficilement mesurable à partir de 60 Hz. A 40 Hz, elle reste inférieure à 2%. Dans le même volume sans asservissement, une enceinte acoustique donnerait 8% de distorsion.

1 watt	30 Hz	40 Hz	50 Hz	80 Hz	100 Hz	250 Hz
Enceinte normale	18 %	7.8 %	5 %	3 %	1.9 %	2 %
Enceinte asservie de même volume	3 %	1.8 %	1.2 %	0.9 %	0.5 %	0.6 %

- Impédance d'entrée : 8 Ω
- Puissance nominale : 45 W
- Puissance maximale : 60 W
- Puissance de l'ampli intégré : 120 W
- Sensibilité (pour 1 W à 1 m) : 93 dB
- Courbe de réponse amplitude fréquence : 25 à 50 000 Hz
- Bande passante (±2 dB) : 30 à 40 000 Hz
- Fréquences de coupure : 300 - 5000 Hz

- Tweeter : à ruban plat symétrique « Équiphase » **FOSTER - RP16**

- Médium : à dôme 50 mm **FOSTER - DO50**

- Boomer : 25 cm asservi **SIARE - 25SPCR**

- Dimensions (H x L x P) : 46 x 30 x 21 cm
- Volume acoustique : 20 dm^3
- Poids unitaire : 22 kg

Réglage du registre grave par commutateur à 2 positions à l'avant :
- Écoute faible niveau (loudness)
- Écoute forte puissance

Étudiée pour contrôler les enregistrements en studio, l'**ANDANTE MASTER CONTROL TYPE 64** équipe dés 1980 les régies de Radio France (France-Inter, RFI et FIP), dans lesquelles elle fonctionnera quasi 24/24 jusqu'en 2005. Elle sera alors remplacée par la **GENELEC 1032**.

Le "modèle Radio France" est connu pour être équipé d'une prise XLR pour la modulation, dont le montage est ainsi fait : broche 1 pour le moins ; broche 3 pour le plus.

La TéléDiffusion de France (TDF) s'équipera également d'**ANDANTE MASTER CONTROL** dans les années 80.