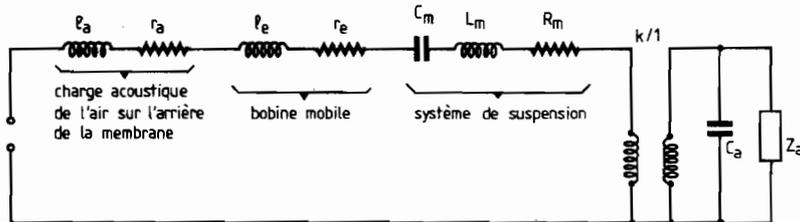


LES HAUT-PARLEURS A CHAMBRE DE COMPRESSION A PAVILLON A CONQUE



C_a = compliance de la chambre de compression
 Z_a = impédance de rayonnement
 k = rapport de transformation de vitesse

FIGURE 77. — Représentation analogique simplifiée du circuit mécanique d'un haut-parleur à chambre de compression.

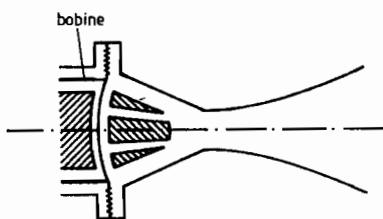


FIGURE 78
Moteur à chambre de compression pour haut-parleur d'aigu à dôme.

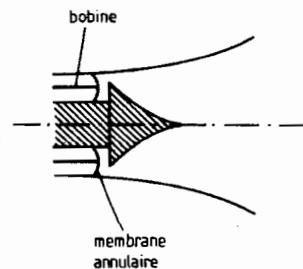


FIGURE 79
Moteur à chambre de compression pour haut-parleur d'aigu annulaire.

VII.1 – Systèmes à chambre de compression

Les haut-parleurs habituellement réservés aux registres médium et aigu sont équipés d'un moteur électrodynamique classique à membrane de petite dimension. Cette faible dimension ne

permettant pas une bonne adaptation à l'air ambiant, on a donc cherché à élever le rendement en améliorant l'adaptation, ce qui revient à insérer un transformateur dans le réseau analogique équivalent (voir fig. 77). En pratique, ceci est obtenu en disposant une cavité qui assure la liaison acoustique entre le diaphragme et l'air ambiant, le diaphragme étant, soit du type classique à dôme (fig. 78), soit du type annu-

laire (fig. 79). La cavité transforme alors les vibrations du diaphragme de forte pression et de petite vitesse en vibrations de petite pression et grande vitesse qui sont celles de l'air libre.

Par une théorie empruntée à Rocard et en tenant compte de la compressibilité de l'air, on aboutit à l'identité [22] :

$$\frac{V}{v} = \frac{S}{s} \cdot \frac{1}{1 + j\omega \frac{S}{sc}}$$

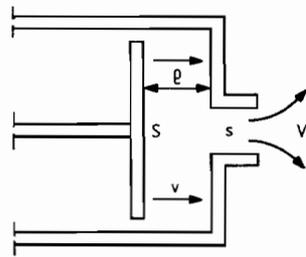


FIGURE 80
Principe de la transformation de vitesse due à l'existence d'une chambre de compression devant le diaphragme.

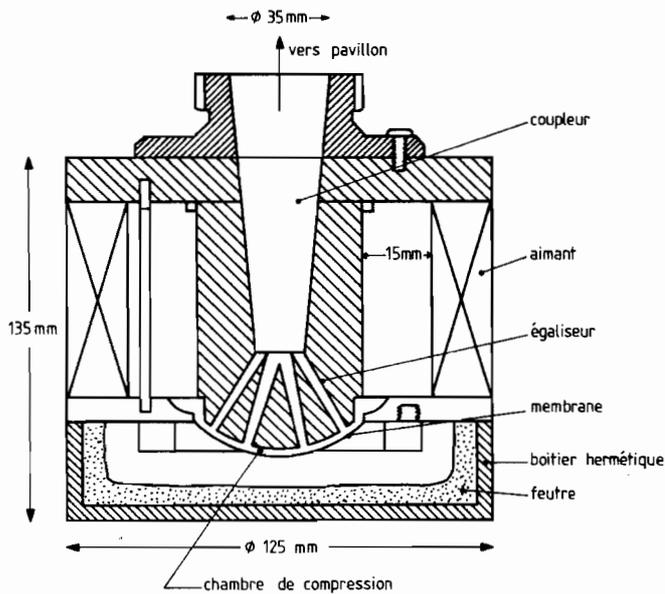


FIGURE 81. - Vue en coupe d'un moteur électrodynamique à chambre de compression (document ONKEN).

S = section de la cavité
s = section à l'embouchure
c = célérité du son.

Aux basses fréquences, où l'on peut négliger le terme en $j\omega$, il vient simplement :

$$V = \frac{S}{s} v$$

où V est la vitesse de sortie de l'air supposé incompressible (fig. 80).

En notant :

$$\frac{V}{v} = \frac{S}{s} = k$$

Dans l'analogie acoustique choisie, les impédances dans la cavité et à l'extérieur s'écrivent :

$$Z \text{ (dans la cavité)} = \frac{F_1}{v}$$

F_1 = force appliquée sur le piston.

$$z \text{ (à l'extérieur)} = \frac{F_2}{V}$$

F_2 = force récupérée à l'extérieur.

A pression constante p, on a :

$$F_1 = pS$$

$$F_2 = ps$$

$$\text{soit : } F_2 = \frac{S}{s} F_1$$

d'où, finalement :

$$z = \frac{F_2}{V} = \frac{s}{S} \frac{v}{V} Z$$

soit :

$$z = \frac{Z}{k^2} \text{ avec } k = \frac{S}{s}$$

On dispose donc bien d'un rapport de transformation d'impédance qui améliore l'adaptation ($k > 1$).

Aux fréquences élevées où le terme $j\omega$ cesse d'être négligeable, la cavité joue le rôle d'un véritable shunt acoustique qui limite le rendement dans l'aigu (voir schéma équivalent de la figure 77). On est conduit à limiter l'épaisseur de la chambre de compression et par là

même limiter l'excursion de l'équipage mobile.

L'ensemble se comporte finalement comme une structure passe-bande (effet 6 dB/octave) dont les coupures sont situées généralement au voisinage de 400 Hz et 15 000 Hz dans la plupart des réalisations commerciales dont la figure 81 montre un exemple typique.

On notera la présence, habituelle dans ce type de haut-parleur, d'un réseau acoustique jouant le rôle d'égaliseur de phase. Cette disposition existait déjà dans les premières réalisations de haut-parleurs pour cinémas, dont le fameux Western Electric « 555 », mais tout récemment on a perfectionné la compensation aux fréquences élevées en dotant la surface en regard de la membrane d'un véritable poli optique, tout en soignant à l'extrême le positionnement des différentes pièces.

Pour répondre à un critère de rendement énergétique élevé, on dote toujours de tels moteurs d'aimants surdimensionnés du type ALNICO (intensité magnétique globale supérieure à 200 000 maxwells). On peut alors atteindre des sensibilités aujourd'hui proches de 120 dB par watt à 1 m (1) à la condition de compléter la chambre de compression d'un pavillon qui améliore à la fois la directivité et l'adaptation d'impédance acoustique aux basses fréquences. C'est pourquoi les réalisations commerciales associent toujours pavillons et chambres de compression avec des combinaisons multiples, choisies en fonction de critères tels que rendement, linéarité, directivité ou largeur de bande.

Pour obtenir des pressions acoustiques élevées, les auteurs s'efforcent de minimiser les pertes qui sont par ordre d'importance :

- 1° pertes par effet Joule liées à la partie réelle de l'impédance présentée par la bobine mobile ;
- 2° pertes par frottement interne dans la suspension et dans la membrane (énergie de déformation) ;
- 3° pertes par courants de Foucault et par hystérésis dans les pièces polaires ;
- 4° pertes par effet de peau dans le conducteur mobile.

Le tableau V ci-après montre l'importance relative de ces pertes dans le cas d'un moteur à chambre de compression adopté comme source sonore pour un sondeur ionosphérique (SODAR).

	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Pertes par effet Joule	47 %	64 %	48 %
Pertes dans la suspension et dans la membrane	12 %	19 %	16 %
Pertes par courants de Foucault et hystérésis	5 %	10 %	24 %
Pertes par effet de peau et pertes diélectriques	65 %	98 %	98 %
Total des pertes	65 %	98 %	98 %

Tableau V – Répartition des pertes de compression de puissance nominale

électriques dans un moteur à chambre de 100 W.

On remarque l'importance des pertes aux fréquences élevées et plus particulièrement les pertes par courant de Foucault et hystérésis, ainsi que les pertes mécaniques dans le système vibrant. L'augmentation du rendement dans l'aigu ne s'obtient qu'au prix d'une optimisation poussée du circuit magnétique et de l'ensemble membrane-suspension.

Des précautions doivent enfin être prises contre la distorsion par non-linéarité due à la charge acoustique dissymétrique exercée sur la membrane et par l'effet de raidissement dû à la grande vitesse d'écoulement de l'air. La tenue à haute température impose le recours à des matériaux indéformables :

- soit métalliques (beryllium ou titane),

mais les membranes sont alors très difficiles à presser (il faut jusqu'à 12 pressages successifs pour mouler une membrane d'épaisseur 20μ) ;

- soit en matériau phénolique ou époxyde, faciles à mouler, mais exigeant un contrôle strict de la composition chimique, avant polymérisation. Une technique classique consiste à réaliser solidairement bobine et membrane à partir de feuilles de toile de verre imprégnées d'une résine polymérisée à chaud et sous pression.

A défaut de pouvoir charger symétriquement la membrane (c'est le cas du haut-parleur à ruban), on se contente d'ajuster le volume arrière de façon à accorder le circuit constitué de la capacité C_a et de l'inductance L_a à la fréquence de coupure supérieure définie plus haut.

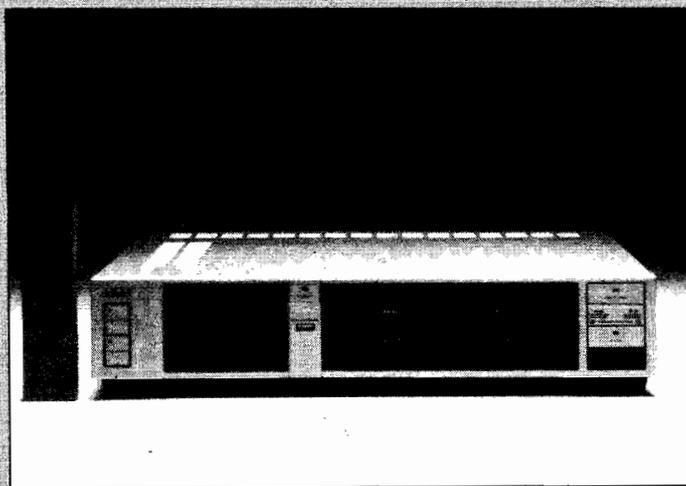
(A suivre.)
P. LOYEZ

(1) Soit environ 20 dB de plus qu'avec un moteur classique à membrane à rayonnement direct.

BLOC-NOTES

4 PROGRAMMES SUR 4 SEMAINES

Le magnétoscope Akai VS303S est un modèle VHS Secam L (le nôtre) à ligne extraplate et commandes et chargement frontaux. Son fonctionnement est très silencieux, aussi bien en ce qui concerne les commandes que les mouvements de bande. Il intègre évidemment le système de dialogue interactif cher à la marque japonaise. Il permet de mémoriser quatre programmes sur quatre semaines plus un jour, et possède une touche fin de programme utile pour programmer la fin d'un enregistrement commencé en direct. L'horloge et la mémoire sont préservées en cas



de coupure de courant. Le compteur numérique en temps réel indique le temps restant de bande. La recherche avant et arrière s'effectue à cinq fois la vitesse normale. Akai annonce une définition de 220 lignes et un rapport signal sur bruit vidéo de 43 dB. La télécommande infrarouge est fournie et le boîtier Akai/ Canal Plus permettant d'enregistrer cette chaîne via son décodeur comme une chaîne classique est disponible en option.

Distribution : Akai France, 46 à 52, rue Arago, 92800 Puteaux.