



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
30.12.2009 Bulletin 2009/53

(51) Int Cl.:
H04R 9/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08290597.7**

(22) Date de dépôt: **23.06.2008**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA MK RS

(72) Inventeur: **Cazes-Bouchet, Arnaud**
42510 Balbigny (FR)

(74) Mandataire: **Richebourg, Michel François**
Cabinet Michel Richebourg
"Le Clos du Golf"
69 Rue Saint-Simon
42000 Saint Etienne (FR)

(71) Demandeur: **Focal-Jmlab (Sa)**
42350 La Talaudière (FR)

(54) **Nouveau transducteur de graves à moteur d'excitation pour haut-parleurs d'enceintes acoustiques permettant un ajustement du couplage entre le haut-parleur et le local d'écoute**

(57) Création d'un transducteur de grave capable d'offrir un niveau de grave réglable en niveau employant un moteur à excitation tout en maintenant un niveau de qualité élevé et en résolvant les problèmes connus d'un tel moteur, et tout en parvenant à une simplicité extrême d'utilisation.

Il devient possible de modifier la puissance magnétique du transducteur pour faire varier le niveau de grave et également de modifier l'alignement. Le champ magné-

tique peut également être plus puissant que les moteurs équipés d'aimant permanent.

L'échauffement est maîtrisé même à pleine puissance et les performances sont entre autres :

- extension en fréquence jusqu'à 20 - 30 Hz ;
- rendement élevé ;
- facteur de force (BL) élevé;
- QTS (qualité globale des paramètres qui permet d'ajuster le couplage du haut-parleur au local ou pièce d'écoute) ajustable et réglable.

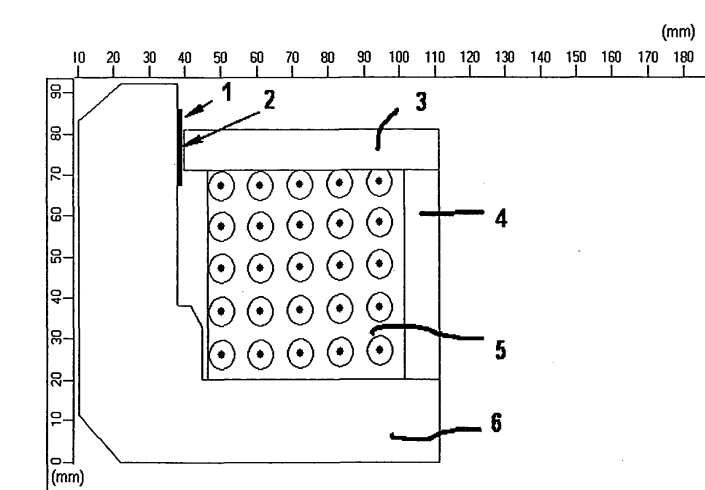


Fig. 3

Description**Secteur technique de l'invention :**

5 **[0001]** La présente invention concerne le secteur technique des enceintes acoustiques en particulier de haut et très haut de gamme et notamment de leur composant de type transducteur de graves pour haut-parleurs d'enceintes acoustiques.

Problème technique posé :

10 **[0002]** Dans le domaine des enceintes acoustiques, notamment de haut ou très haut de gamme, il est toujours inévitable de réaliser des compromis très difficiles entre des caractéristiques souvent antagonistes.

[0003] D'une façon générale, le transducteur « grave » constitue un élément très important dans la conception de tout système de reproduction acoustique.

15 **[0004]** Au sein d'un système de reproduction acoustique, le rôle du grave est de couvrir la bande de fréquence dans laquelle on trouve les premières harmoniques comprises entre 20 et 250 Hz.

[0005] Ce point est capital car ces harmoniques vont donner toute l'ampleur et la taille de l'instrument restitué.

[0006] En effet, l'oreille humaine étant un capteur « de type transitoire », c'est la perception de l'ensemble des harmoniques qui va donner au son restitué toute sa finesse, sa définition, sans traînage ni « coloration ».

20 **[0007]** Comme on le constate, peu d'enceintes acoustiques peuvent restituer fidèlement les fréquences inférieures à 35 Hz.

[0008] Ce transducteur de graves en effet est particulièrement sensible à la compression dynamique à fort niveau, au traînage, et peut présenter de très fortes colorations si celui-ci est mal étudié.

25 **[0009]** En 1995, le demandeur a créé l'enceinte de référence Grande Utopia™ qui aura un retentissement mondial. Pour la première fois, une enceinte acoustique arrive à reproduire toute la bande audible par l'oreille humaine (de 20 à 20 kHz) avec un niveau de distorsion particulièrement bas tout en conservant un rendement élevé.

[0010] Pour obtenir ces performances, le grave a été entre autres réparti entre deux haut-parleurs, un de très grand diamètre chargé dans un grand volume pour reproduire l'extrême-grave (fréquence inférieure à 70 Hz) et un deuxième haut-parleur plus petit pour le haut-grave (de 70 Hz à 250 Hz).

30 **[0011]** Ceci est principalement responsable des mensurations de l'enceinte puisqu'elle pèse environ 220 kg pour 1,80 m de hauteur.

[0012] La qualité de reproduction du grave de cette gamme d'enceintes FOCAL JMLAB™ a imposé un nouveau standard en matière de performances et de musicalité recherchées par les audiophiles.

35 **[0013]** Mais de telles performances imposent un grand nombre de contraintes puisqu'un grave de qualité ne peut être obtenu que par :

- l'appui d'un bon amplificateur assurant le bon contrôle du transducteur;
- un auditorium conçu pour recevoir cette grande enceinte et un emplacement éloigné des murs.

40 **[0014]** En effet, le grave est très sensible au local d'écoute, car le son généré par le transducteur de grave possède des longueurs d'onde assez proches des dimensions de la pièce. Ceci génère des noeuds et des ventres de pression dégradant très fortement la qualité du grave.

[0015] Ces éléments sont directement liés :

- 45
- à la dimension de la pièce,
 - à la position des enceintes,
 - à la position d'écoute,
 - à l'emplacement de diffuseur ou absorbant,
- 50
- à la forme de la pièce,
 - au passage d'une écoute en 4 Pi stéradians soit un rayonnement sphérique, à une écoute en pression si cette pièce est petite.

[0016] L'amplificateur lui aussi peut affecter le grave par ces caractéristiques :

- 55
- coefficient d'amortissement,
 - puissance,
 - capacité à fournir le courant nécessaire,

- bande passante, ...

[0017] Des campagnes de mesures sur les systèmes existants ont été réalisées : elles ont notamment permis de montrer que ces effets pouvaient dans des cas très défavorables faire varier le niveau de grave jusqu'à +/-6 dB sur les fréquences inférieures à 70 Hz.

[0018] Dans le souci d'aller plus loin dans la maîtrise du registre grave et d'offrir plus de flexibilité à l'utilisateur, FOCAL™ a décidé d'engager plus récemment une démarche centrée cette fois sur la possibilité de régler le niveau du transducteur de grave chargé de reproduire les fréquences inférieures à 70 Hz afin d'adapter l'enceinte à ces deux facteurs extérieurs qui sont la pièce et l'amplificateur.

[0019] Comme on le verra ci-dessous, FOCAL™ n'a pas souhaité utiliser une solution globalement connue, c'est-à-dire une électronique active (d'ailleurs aux qualités parfois douteuses, très critiquée par les audiophiles), mais plutôt d'agir dans ses recherches selon une approche radicalement originale directement au niveau du transducteur de grave en utilisant un moteur à excitation (c'est-à-dire moteur employant un électro-aimant).

[0020] Néanmoins les inventeurs ont remarqué un défaut d'ailleurs connu sur le moteur à excitation qui réside dans l'échauffement du moteur lorsqu'il est alimenté en continu.

[0021] C'est un inconvénient non négligeable et même très grave pour les puissances et paramètres visés par le Demandeur, puisque cette augmentation de température modifie les paramètres du transducteur en augmentant la résistance électrique de la bobine. Cet accroissement de température réduit également la tenue en puissance du transducteur.

[0022] L'un des objectifs de la présente invention est de parvenir à la création d'un transducteur de grave capable d'offrir un niveau de grave réglable en niveau, employant un moteur à excitation tout en maintenant un niveau de qualité élevé, et en résolvant les problèmes connus d'un tel moteur, et tout en parvenant à une simplicité extrême d'utilisation.

[0023] L'un des mérites des inventeurs est d'avoir persisté dans cette démarche originale, malgré les défauts sévères et connus d'un tel moteur, et un autre mérite est d'être parvenu à une solution.

Art antérieur :

[0024] Il existe de nombreuses solutions pour obtenir un grave réglable :

- Le filtre actif analogique ;
- La source en dipôle à rayonnement cardioïde soit un rayonnement contrôlé en forme de double coeur ;
- Le filtre actif numérique;
- Event réglable sur des charges de type bass-réflex ;
- Filtre passif ;
- Moteur utilisant un électro-aimant dit à « excitation ».

[0025] En dehors des enceintes actives, aucun fabricant ne propose un réglage du niveau du grave réel.

[0026] Certains contournent le problème en proposant un réglage pour baisser le niveau du médium ainsi que celui du « tweeter » (transducteur « aigu »).

[0027] Les enceintes équipées d'un filtre actif analogique offrent ainsi la possibilité de modifier le niveau de grave voire de corriger des défauts de l'enceinte. Mais le signal est alors dégradé par le passage dans une multitude de circuits correctifs électroniques, sources de perte d'informations et donc de transparence.

[0028] De plus, les modules d'amplificateur de puissance utilisés pour chacun des transducteurs sont très souvent d'une qualité très moyenne.

[0029] Le filtre actif numérique réduit le nombre de circuits traversés par le signal en traitant les corrections numériquement. La précision du calcul rentre en ligne de compte et vient limiter le système avec un nombre de décimales défini. Le signal est ensuite converti du numérique à l'analogique.

[0030] A l'écoute, le niveau de transparence n'atteint pas le niveau d'un unique très bon amplificateur connecté à une enceinte possédant un filtre passif équipé de très bons transducteurs.

[0031] On rappelle que la « transparence » est une notion très connue qui réside dans la capacité d'un système à restituer fidèlement un son sans distorsion, « coloration » ou effet dit « de voile », la coloration étant, en raison d'une reproduction non parfaite, une très légère modification du son reproduit par rapport au son émis, ce qui, pour un audiophile, donne à un instrument une certaine « coloration » différente de l'original.

[0032] Certains fabricants offrent la possibilité de modifier les paramètres de l'évent sur les charges de type « bass-reflex » (c'est-à-dire que l'on récupère l'onde arrière et on la renvoie en phase vers l'onde avant, ce qui peut sensiblement doubler le rendement), soit en modifiant la longueur de l'évent soit en le bouchant ou colmatant avec une mousse.

[0033] En modifiant sa longueur, on peut modifier la fréquence de résonance de l'évent. Ceci se traduit par un « boost » (accentuation de l'amplitude sur une zone de fréquences particulière) sur la fréquence de résonance (c'est-à-dire une augmentation du niveau de grave) mais les sons inférieurs à cette fréquence tendent rapidement vers un court-circuit acoustique (baisse de niveau de grave). Cela se traduit par un déséquilibre de la réponse du grave.

[0034] En bouchant l'évent le niveau de grave baisse de quelques décibels mais ceci ne résout que partiellement le problème.

[0035] Les filtres passifs sont positionnés entre l'amplificateur et le haut-parleur. Ils offrent des possibilités de réglage pour baisser le niveau, mais ne permettent pas de gagner du niveau.

[0036] Vers les années 1930, les premiers haut-parleurs n'utilisaient pas d'aimant permanent (qui n'était alors pas assez performant) mais un électro-aimant. Il offrait entre autres beaucoup de souplesse pour la mise au point des enceintes car les paramètres « Thiele et Small » n'étaient pas encore connus à cette époque. Ces haut-parleurs n'étaient pas étudiés pour reproduire du 20 Hz mais plutôt du haut-grave et du médium.

[0037] Le Demandeur offre sur ses enceintes la possibilité d'une utilisation en « biamplification passive ». Cela consiste à alimenter le haut-parleur grave par un deuxième amplificateur. Ceci procure d'excellentes caractéristiques mais impose au client l'achat d'un autre amplificateur avec entre autres la nécessité d'un réglage du gain. Le filtrage s'effectue toujours par le filtre de l'enceinte.

[0038] Récemment, le Demandeur a décidé d'orienter ses recherches vers un transducteur de grave équipé d'un moteur à excitation.

[0039] Les inconvénients très connus du moteur à excitation, notamment son échauffement très intense, ont écarté son emploi durant des décennies et il n'est plus utilisé sauf pour quelques productions très spéciales et avec des moyens de refroidissement exorbitants. On comprendra que l'on ne peut employer comme agent de refroidissement de l'azote liquide ou un agent de cette puissance réfrigérante, ni aucun système ultra-complexe ou volumineux, pour une production d'enceintes très haut de gamme mais qui restent « grand public » c'est-à-dire peuvent être produites raisonnablement de manière industrielle et pas seulement en laboratoire. Devant les difficultés rencontrées, le Demandeur a d'ailleurs été sur le point, après le lancement des recherches, d'abandonner lui aussi cette voie.

[0040] L'intérêt de pouvoir modifier la puissance magnétique du transducteur pour faire varier le niveau de grave et également de modifier l'alignement (forme de la réponse en fréquence à la coupure haute ou basse, ici basse, et qui est liée à la surtension du système couplé (ou facteur de qualité QF)) a été d'une grande importance pour l'invention. Le champ magnétique peut également être plus puissant que les moteurs équipés d'aimant permanent.

[0041] Les notions de transducteur, médium, aigu, graves, haut-graves, harmoniques, rang des harmoniques, bass-reflex, boost, puissance, tenue en puissance, rendement, résonance, distorsion, traînage, membrane, coloration (le fait de modifier le son exact d'un instrument donné en lui donnant, au passage dans le transducteur, une « coloration acoustique » très légèrement différente, que le mélomane détecte), bande passante, raccordement acoustique, couplage, alignement, transparence (capacité de rendre le son avec perfection et sans effet décelable de voile), point source, coupure, « waterfall » (courbe de réponse (en forme symbolique de « chute d'eau » en fréquence dans le temps: l'extinction d'une fréquence donnée - et de toutes les fréquences de la bande - doit être la plus rapide possible, pas de « traînage », et doit être idéalement instantanée, c'est-à-dire sans « accidents d'extinction » et donc sans apporter de « coloration à un instrument donné) et analogues sont parfaitement connues de l'homme de métier et ne seront pas autrement définies ici. Il s'agit de connaissances générales de l'homme du métier.

[0042] L'objectif de la présente invention est la création d'un transducteur de grave à moteur à excitation qui soit conforme aux exigences *très haut de gamme* de qualité, comme :

- extension en fréquence jusqu'à 20 - 30 Hz ;
- rendement élevé supérieur à 95 dB ;
- facteur de force (BL) élevé ;
- QTS (qualité globale des paramètres qui permet d'ajuster le couplage du haut-parleur au local ou pièce d'écoute) ajustable et réglable.

[0043] Un autre objectif à atteindre dans la voie de recherche choisie a été de concevoir un moteur à excitation ne comportant plus les inconvénients rédhibitoires connus, notamment un échauffement intense incompatible avec une production grand public.

[0044] Comme on le verra ci-dessous, l'invention concerne à la fois un nouveau transducteur de grave, un nouveau

moteur à excitation et également un nouvel usage (ou mode d'utilisation) de ce transducteur avec un « facteur de force » BL très largement supérieur (au moins doublé en général) par rapport à ce que l'on sait atteindre dans l'art antérieur, notamment de l'ordre de **25 à 35**, notamment **27 et 34** avec un prototype réalisé, contre au maximum **25** dans l'art antérieur (cette valeur de 25 n'étant atteinte **qu'en laboratoire** et qu'à un coût de réalisation exorbitant et par des réalisations techniquement très complexes et incompatibles avec une production industrielle haut de gamme « raisonnable »).

[0045] Des objectifs de la présente invention sont que pour rendre plus facile l'intégration d'enceinte de type Grande Utopia dans les différentes pièces d'écoute et avec différents amplificateurs, le transducteur d'extrême-grave doit pouvoir avoir un niveau réglable et répondre aux niveaux de performances suivants :

- Avoir la possibilité de modifier le niveau de grave de +3 dB - 3 dB par rapport au niveau actuel de 20 à 70 Hz - le haut-parleur étant filtré ;
- Maintenir le faible taux de distorsion sur la plage de fréquence utile ;
- Avoir une courbe de réponse linéaire de 20 Hz à 70 Hz, avec un amortissement rapide ;
- L'impédance minimale ne doit pas descendre en dessous de 2,5 ohms ;
- La mise en oeuvre du réglage doit être facile ;
- Maintenir le niveau de performance du transducteur y compris en échauffement/dilatation, même après plusieurs heures de fonctionnement du moteur à excitation ;
- Résoudre le problème très ardu de l'échauffement ;
- Le tout avec un encombrement et une complexité, et à un coût, accessibles pour une enceinte très haut ou haut de gamme mais qui doit rester « grand public ».

[0046] Le Demandeur a délibérément évité d'utiliser les résonances mécaniques qui pourtant augmentent artificiellement le niveau sonore (Notamment en utilisant une fréquence de résonance haute et «break up» (déformation de la membrane et éventuellement rupture) à 20 kHz non amorti) mais qui génèrent beaucoup de traînage (le traînage étant la réponse en fréquence à l'extinction d'un son : l'extinction des fréquences concernées devrait idéalement être instantanée, mais on peut noter des « accidents d'extinction » c'est-à-dire des fréquences qui tardent un peu trop à s'éteindre ; la courbe correspondante fréquence / temps est appelée « waterfall »).

[0047] Les exemples ci-dessous, et ce qui précède, montrent non seulement un puissant et continu effort de Recherche, de la part du Demandeur, tout en permettant de comprendre que les progrès sont difficiles et les innovations de plus en plus problématiques car il s'agit de technologies de pointe. Dans ce genre de domaines, souvent, même une « faible » amélioration d'une propriété peut représenter un effort inventif important et la lutte contre de nombreux préjugés techniques ou « historiques », et la difficulté de toujours permettre à des facteurs contradictoires ou incompatibles de travailler, finalement, au sein de la même innovation.

[0048] Comme on le verra ci-dessous, l'invention parvient dans ce contexte difficile à réaliser un « saut quantique ».

Résumé de l'invention :

[0049] L'invention concerne :

A un nouveau transducteur de graves caractérisé en ce qu'il comporte un moteur à excitation (c'est-à-dire comportant un électro-aimant), ce moteur étant lui même caractérisé par des optimisations difficiles des matériaux ferromagnétiques et des flux magnétiques et des capacités de réglages jusqu'alors inconnues ;

B l'utilisation du transducteur de graves tel que ci-dessus dans des enceintes acoustiques ;

C lesdites enceintes.

Description détaillée de l'invention :

[0050] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, et des exemples non limitatifs ci-

dessous.

Description des études, essais, prototypes, synthèses des essais,

5 informations tirés des essais et prototypes.

[0051] Le Demandeur a noté que lorsque le moteur à excitation est alimenté avec 60 W en continu à l'intérieur d'une enceinte, sa température peut monter très haut en température soit par exemple 97°C.

10 **[0052]** C'est un inconvénient très important voire rédhibitoire puisque cette augmentation de température augmente la résistance électrique du haut-parleur (+33%). De plus cela réduit d'autant la tenue en puissance du transducteur, autre inconvénient grave.

[0053] Il a fallu résoudre entre autres ces problèmes.

Mise au point du moteur à excitation selon l'invention.

15

(avec utilisation de simulations magnétiques)

Point avec les meilleures performances du prototype :

20

[0054]

- L'entrefer a été réduit au minimum : (il passe de 3,6 mm à 2 mm)

25

[0055] Cela a été possible en utilisant une bobine de haut-parleur à 2 couches de cuivre (soit 1500 tours pour une résistance électrique de 8,2 ohms) au lieu de 4.

- La forme de la bobine du moteur a été étudiée :

30

[0056] Une section carrée de la bobine offre la longueur de rebouclage (c'est-à-dire la longueur de la boucle magnétique) la plus petite. Cette modification réduit les fuites magnétiques.

- L'augmentation de l'épaisseur du métal dans les zones susceptibles de saturer a été étudiée :

35

[0057] Lorsque nous augmentons la puissance d'alimentation du moteur, nous avons remarqué que des zones étaient saturées : l'épaisseur de la plaque de fond passe donc selon l'invention de 10 mm à 20 mm, et la section du noyau passe de 22 mm à 28 mm.

[0058] Cf. Figures 1 à 4 annexées.

Figure 1 :

40

[0059] Lignes du flux magnétique induit par la bobine d'excitation. Dans l'entrefer, les lignes de champs magnétiques sont bien parallèles et symétriques.

Exemple de bobine de section carrée

45

[0060] On notera que d'autres sections de bobine sont possibles, et que la section carrée est seulement la solution très préférée car un autorise une longueur de boucle courte ; toutes les sections répondant à ce critère sont admissibles et l'homme de métier saura les extrapoler de l'enseignement de la section carrée.

50

Figure 2 :

[0061] Courbe d'intensité du champ magnétique dans l'entrefer du moteur obtenu avec une puissance d'alimentation électrique d'excitation de 90 W.

[0062] Le champ magnétique atteint 1,75 Teslas et 2,37e-5 Webers

55

[0063] (Performances presque doublées par rapport à un moteur utilisant un aimant permanent avec le même entrefer).

Figure 3 :

[0064] Représentation du moteur à excitation :

- 5 1 - Le trait noir épais représente la bobine du haut-parleur positionnée dans l'entrefer ;
- 2 - entrefer du moteur ;
- 3 - La plaque de champ (fer doux) ;
- 10 4 - cerclage de rebouclage magnétique (en fer doux) ;
- 5 - La zone repérée par des cercles représente l'orientation des fils de la bobine d'excitation (cuivre) ;
- 15 6 - plaque noyau (fer doux).

Figure 4 :

20 **[0065]** Représentation des zones où le champ magnétique est supérieur à 1,75 Teslas lorsque l'alimentation électrique de la bobine d'excitation est à 90 W. Elles permettent entre autres de visualiser les zones où le fer doux sature magnétiquement.

[0066] On voit que les modifications apportées ont permis d'obtenir un champ magnétique de 1,75 teslas pour une puissance d'alimentation de 90 W

25 **[0067]** Avant ces modifications, le champ était de seulement 1,1 teslas.

Réalisation et Performances d'un prototype

30 **[0068]** Le tableau UNIQUE ANNEXE résume les résultats : (température, champs magnétique, performance du HP, produit concurrent).

35

40

45

50

55

Tableau récapitulatif des performances du moteur à excitation
(optimisation du rendement du moteur)

Puissance électrique de l'alimentation du moteur	multiferrite d'origine	9W	16W	20W	40W	60W	90W	1000W
champ magnétique	0,93 T	0,93 T	1,22 T	1,37 T	1,83 T	1,71 T	1,75 T	1,87 T
Température du noyau mesurée après 48H d'alimentation (alimenté en continu et dans l'enceinte, temp. stabilisé)	20°			50°		97°		

Simulation à partir du HP actuellement utilisé sur la G Utopia

(même entrefer, même hauteur de plaque de champs, même bobine simple couche fil plat - 6ohms)

BT (T/A)	18.5	24	27	32.14	33.82	34.84	37
Ons	0.42	0.26	0.21	0.15	0.14	0.13	0.12
Sensibilité	92.7 dB	92.8 dB	95.9 dB	97.4 dB	97.8v	98.1 dB	98.6 dB
sensibilité à 30Hz (avec filtre)	87.5 dB	89 dB	89.56 dB	90.23 dB	90.37 dB	90.5 dB	90.61 dB
1-3dB (avec filtre)	41.15 Hz	39.13 Hz	37.86 Hz	35.23 Hz	34.19 Hz	33.51 Hz	32 Hz

Face à l'autre moteur excitation

38EX - Ferlin	32W - 1.26T - BL 25.39
FOCAL	16W - 1.26T - BL 24.67
	32W - 1.57T - BL 30.82

400-Suprevox	65W - 1.6T (commercial) - BL 18.5
FOCAL	36W - 1.6T - BL 33.82
	65W - 1.72T - BL 34.02

-> le rendement est pratiquement le double (cela permet aussi d'avoir plus de performance)

[0069] On voit que :

Le champ magnétiques :

[0070] Avec seulement 9 W d'alimentation nous avons obtenu un champ magnétique identique à celui du moteur multiferrite (0,93 teslas). Le champ maximal avec 90 W atteint bien 1,75 T soit une **augmentation de 88 % du champ**.
[0071] Le rendement est très supérieur à la première version (art antérieur) du moteur puisqu'il fallait 60 W pour obtenir

EP 2 139 266 A1

le champ magnétique du multiferrite contre 9 W **seulement** pour cette nouvelle version selon l'invention.

Mesure de températures :

- 5 [0072] Pas de changement car la masse du moteur et la dissipation thermique de l'enceinte restent inchangées.
[0073] Très bonne performance du HP (haut-parleur) : (de 9 W - > 90 W)
- BL (facteur de force) passe de 18,5 (art antérieur) à 34,84 (pour une résistance électrique du transducteur de 6 ohms) ;
 - 10 - QTS passe de 0,42 à 0,13 ;
 - Rendement passe de 92,7 à 98,6 dB (98,1 dB à 90 W.);
 - Rendement du grave à 30Hz passe de 87,5 dB à 90,5 dB ;
 - 15 - Fréquence de coupure à - 3 dB passe de 41,15 Hz à 33,51 Hz.

Meilleur rendement du moteur que l'art antérieur connu :

- 20 [0074] Ce nouveau moteur fournit le même champ magnétique avec **2 fois moins de puissance électrique appliquée.**

Taux de distorsion à 100 Hz, 1 W :

- 25 [0075]
- Haut-parleur d'origine : 0,35 % à 1 % ;
 - Haut-parleur avec moteur à excitation avec l'alimentation à 5 Volts : 0,33 %;
 - 30 - Haut-parleur avec moteur à excitation avec l'alimentation à 25 Volts : 0,22 %.

[0076] Les mesures montrent que plus on augmente le champ magnétique plus le taux de distorsion baisse.

[0077] L'ensemble de ces améliorations a permis de réduire la puissance d'alimentation du moteur.

- 35 [0078] Malgré cette importante augmentation du rendement du moteur, il est néanmoins souhaitable que le moteur ne soit pas alimenté en permanence ; en effet il est souhaitable de pouvoir utiliser les nouvelles performances du moteur jusqu'à son maximum, soit 90 W.

[0079] Il est donc prudent que l'alimentation du moteur soit coupée après utilisation par le Client.

Alimentation du moteur à excitation

40

Création d'une alimentation avec détection automatique du signal, temporisée et ultra fiable

[0080] Il est extrêmement important de noter que c'est cette alimentation qui permet de régler la puissance électrique fournie à l'électro-aimant (notamment de 0,4 W à 90W) (soit notamment de 1,75 Volts à 30 Volts).

45

- essai avec une régulation en courant: (sur du signal musical)
Bizarrement il a été constaté des problèmes d'ondulation électrique sur le courant ainsi que sur la tension électrique (soit 2 000 mV). Ce défaut est audible.
Il est probable que la forte inductance du moteur induit une importante rotation de phase du courant qui est non compatible avec une régulation électronique en courant.
- 50 Par contre, la très grande inductance du moteur (320 mH) suffit à auto réguler le courant. Seule la tension doit être régulée.

55

- essai avec une régulation en tension

[0081] Une valeur de 100mV d'ondulation a été noté. Ce qui est un très bon résultat

[0082] Des problèmes de tenue en température du régulateur ont été mesurés : 70 - 80 °C malgré d'importants radiateurs. Cela représente un risque important de destruction des composants électroniques, incompatible avec no-

tamment la garantie de dix ans du constructeur.

[0083] Il a fallu résoudre ce problème, qui avait été anticipé et qui avait fait abandonner cette technologie depuis des décennies.

5 - essai avec un transformateur + un redressement simple

[0084] Des ondulations légèrement supérieures à la version régulée ont été mesurées (200 mV) mais elles sont acceptables. De plus elles peuvent encore être réduites en augmentant les capacités de filtrage.

[0085] Les écoutes n'ont relevé aucun défaut audible.

10 **[0086]** Cette alimentation passive possède l'avantage de ne pas chauffer et de bien résister aux surtensions électriques.

[0087] Le Demandeur a volontairement écarté la solution pourtant connue et avantageuse des alimentations à découpage pour les raisons suivantes : bruit électrique, alimentations moins fiables que les alimentations traditionnelles.

15 **[0088]** Un détecteur de signal électrique détecte la « présence » du son et permet l'allumage automatique de l'alimentation du moteur. Elle assure également l'arrêt après 15 minutes d'inactivité.

[0089] Elle permet d'éviter que le moteur soit alimenté en permanence. Nous pouvons ainsi utiliser le moteur à pleine puissance sans que le moteur chauffe. Ceci en jouant avec l'importante inertie thermique du moteur et sur le rendement élevé du moteur.

[0090] Soit une augmentation de seulement +30°C pour 2 heures de fonctionnement à pleine puissance.

20 **[0091]** Matériels employés :

- MLSSA (système de mesure acoustique - mesure de courbe réponse et d'impédance).

25 • DAAS (système de mesure acoustique - mesure de distorsion).

- Gaussmètre (mesure magnétique).

- KLIPPEL (mesure de la température en fonction de la puissance).

30 • Oscilloscope (mesure électrique).

[0092] Logiciels :

- LSPCAD5,25TM (simulation acoustique).

35 • GEMINITM (simulation magnétique).

Revendications

40 **1.** Moteur à excitation, c'est-à-dire comportant un électro-aimant, pour utilisation dans des enceintes acoustiques, **caractérisé en ce qu'il comporte :**

- un entrefer réduit au minimum ;
- 45 - la longueur de rebouclage, c'est-à-dire la longueur de la boucle magnétique, la plus petite ;
- une augmentation de l'épaisseur de la plaque de fond ;
- et une augmentation de la section du noyau ;
- ainsi qu'une alimentation qui permet de régler la puissance électrique fournie à l'électro-aimant, notamment de 0,4 W à 90 W, soit notamment de 1,75 à 30 volts.

50 **2.** Moteur à excitation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que :**

- l'entrefer est de 2 mm ;
- la bobine comporte seulement 2 couches de cuivre soit 1 500 tours pour une résistance électrique de 8,2 ohms ;
- 55 - l'épaisseur de la plaque de fond est de 28 mm ;
- la section du noyau est de 20 mm.

3. Moteur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la section de la bobine est de forme carrée ou similaire.

EP 2 139 266 A1

4. Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** avec seulement 9 W d'alimentation on obtient un champ magnétique de 0,93 teslas et, avec 90 W, on obtient 1,75 teslas.

5. Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** son alimentation comporte un transformateur plus redressement simple et pilote ledit réglage.

6. Moteur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** son alimentation comporte, de plus, un détecteur de signal électrique qui détecte la « présence » du son et permet l'allumage automatique de l'alimentation du moteur et assure également l'arrêt après un temps prédéterminé, notamment 15 minutes, d'inactivité.

7. Transducteur de grave pour enceintes acoustiques, **caractérisé en ce qu'il** est équipé d'un moteur à excitation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

8. Transducteur selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** permet de modifier sa puissance magnétique pour faire varier le niveau de grave et également de modifier l'alignement, notamment la forme de la réponse en fréquence à la coupure basse, ceci grâce à une alimentation électrique qui permet de modifier la puissance électrique d'alimentation de l'électro-aimant, par exemple de 0,4 W à 90 W, soit 1,75V à 30 V.

9. Transducteur selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé par** les paramètres suivants :

- extension en fréquence jusqu'à 20 - 30 Hz ;
- rendement élevé supérieur à 95 dB ;
- facteur de force, BL, très élevé ;
- QTS, qualité globale des paramètres qui permet d'ajuster le couplage du haut-parleur au local ou pièce d'écoute, ajustable et réglable.
- possibilité de modifier le niveau de grave de + 3 dB à - 3 dB ; par rapport au niveau actuel de 20 à 70 Hz - le haut-parleur étant filtré ;
- un faible taux de distorsion sur la plage de fréquence utile ;
- une courbe de réponse linéaire de 20 Hz à 70 Hz, avec un amortissement rapide ;
- une impédance qui ne descend pas en dessous de 2,5 ohms.

10. Nouveau mode d'utilisation du transducteur selon l'une quelconque des revendications 7 à 9 avec :

- un « facteur de force » BL de l'ordre de **25 à 35**, notamment **27 et 34** pour un transducteur possédant une résistance électrique de 6 ohms.
- QTS de 0,13 ;
- rendement de 98,6 dB ;
- rendement du grave à 30 Hz de 90,5 dB ;
- fréquence de coupure à - 3 dB de 33,51 Hz.

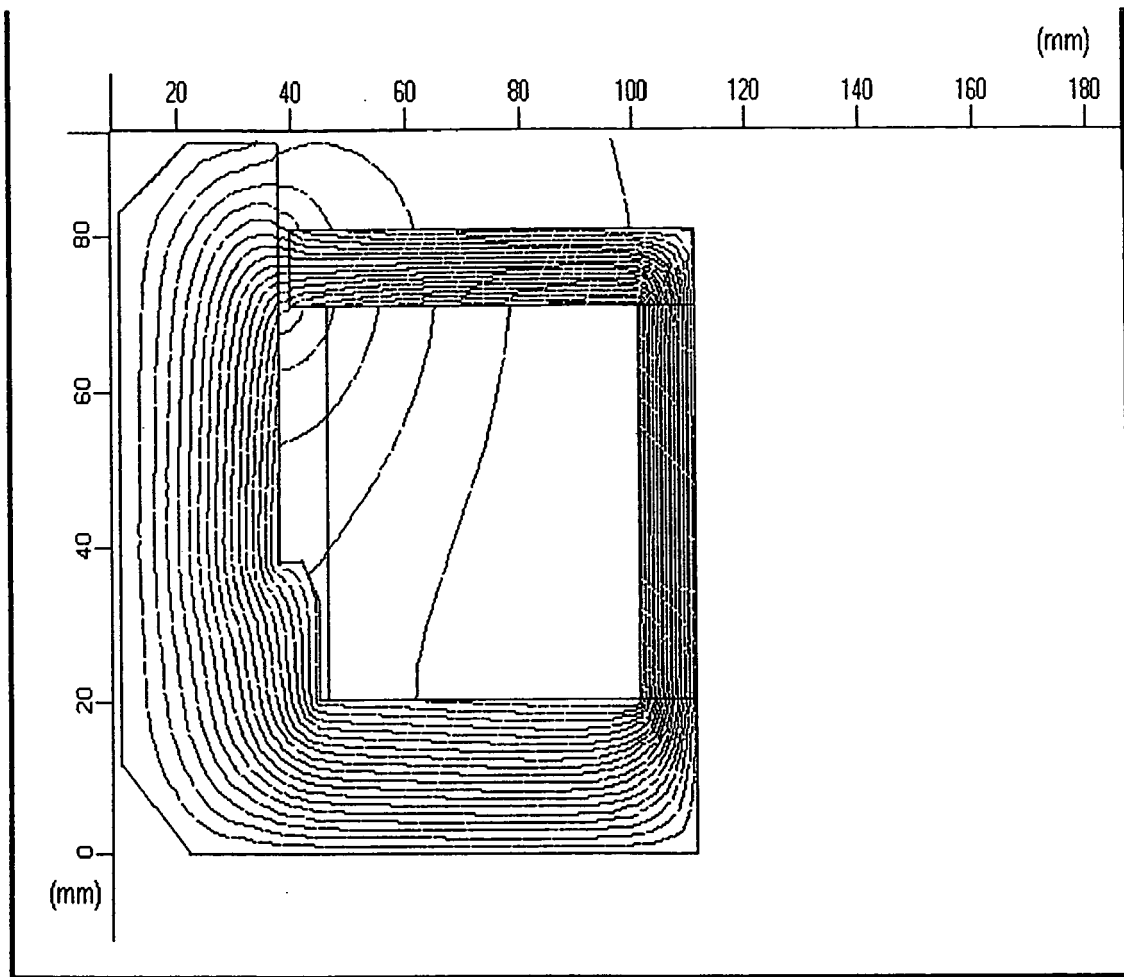
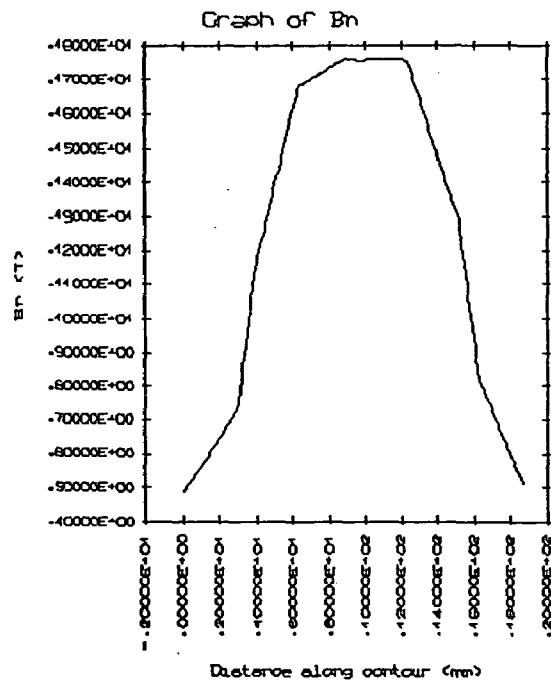


Fig. 1



Integral of $B_n = 2.371986e-5$ Wb

Fig. 2

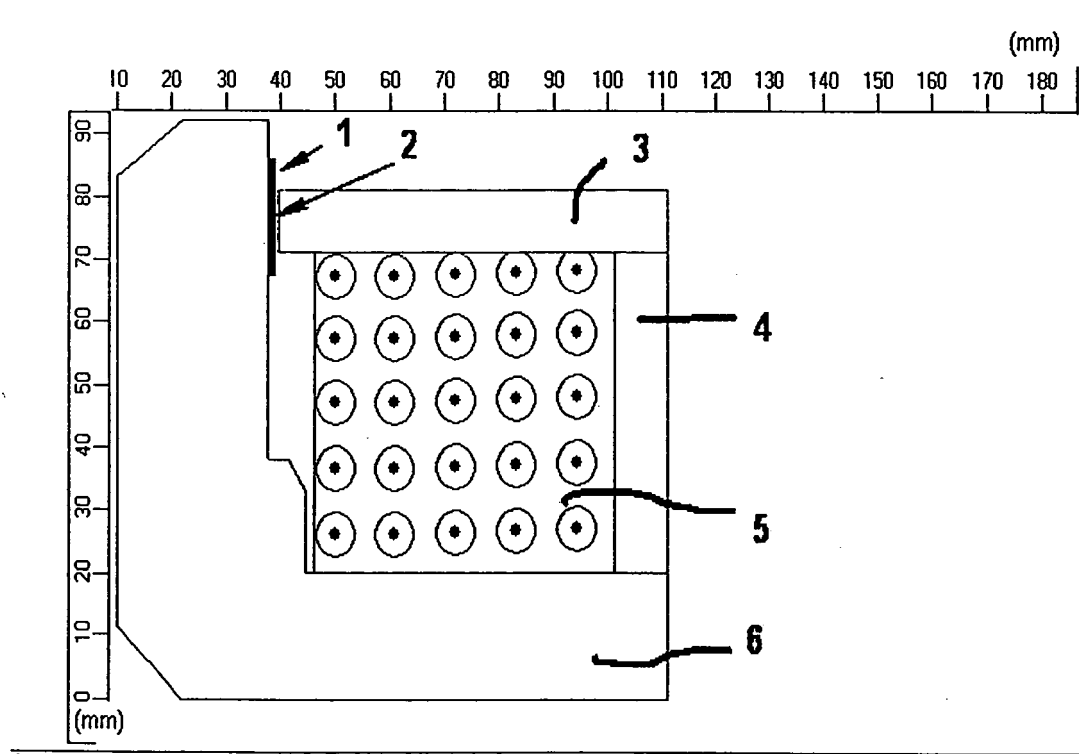


Fig. 3

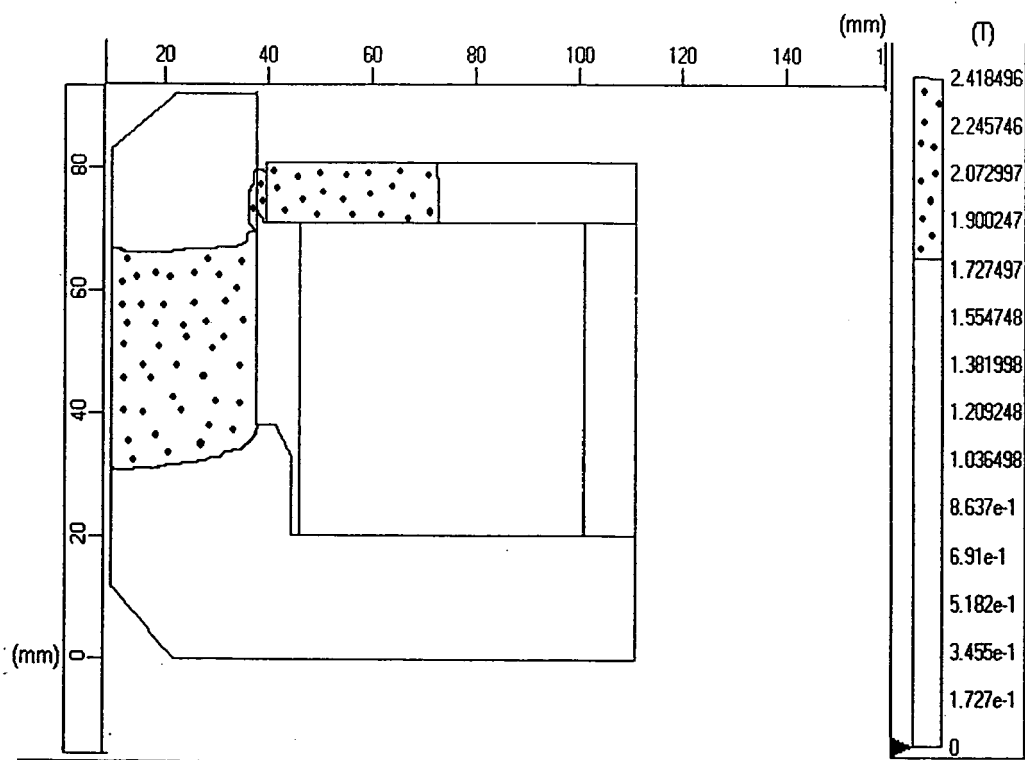


Fig. 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 08 29 0597

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 6 639 994 B1 (PRONI LUCIO [US] ET AL) 28 octobre 2003 (2003-10-28) * figures 1,6 * * colonne 2, ligne 45 - ligne 50 * * colonne 4, ligne 8 - ligne 26 * * colonne 4, ligne 41 - ligne 55 * * colonne 7, ligne 13 - ligne 43 *	1-10	INV. H04R9/02
A	US 2 295 483 A (KNOWLES HUGH S) 8 septembre 1942 (1942-09-08) * le document en entier *	1-10	
A	US 1 976 868 A (VOORHEES HAROLD R) 16 octobre 1934 (1934-10-16) * le document en entier *	1-10	
A	US 4 896 360 A (KNIGHT ROBERT S [GB]) 23 janvier 1990 (1990-01-23) * colonne 7, ligne 58 - colonne 8, ligne 4 *	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H04R
3 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 20 octobre 2008	Examineur Guillaume, Mathieu
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 29 0597

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

20-10-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6639994	B1	28-10-2003	AU 8491601 A WO 0215639 A2	25-02-2002 21-02-2002
US 2295483	A	08-09-1942	AUCUN	
US 1976868	A	16-10-1934	AUCUN	
US 4896360	A	23-01-1990	AU 604902 B2 AU 1671788 A CA 1300728 C EP 0293205 A2 GB 2205218 A IN 171466 A1 NZ 224811 A	03-01-1991 01-12-1988 12-05-1992 30-11-1988 30-11-1988 24-10-1992 29-01-1990

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82