

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt: 87402360.9

⑤ Int. Cl.4: **H 04 R 1/22**

⑱ Date de dépôt: 21.10.87

⑳ Priorité: 21.10.86 FR 8614583

④③ Date de publication de la demande:
08.06.88 Bulletin 88/23

④④ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES GB GR IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur: **Eloise-Pilleraut, Clément**
8-10 rue du Plateau
F-94700 Maisons-Alfort (FR)

Benoit, Claude
11, rue de Lorraine
F-92600 Asnières (FR)

Benoit, Vincent
11, rue de Lorraine
F-92600 Asnières (FR)

⑦② Inventeur: **Eloise-Pilleraut, Clément**
8-10 rue du Plateau
F-94700 Maisons-Alfort (FR)

Benoit, Claude
11, rue de Lorraine
F-92600 Asnières (FR)

Benoit, Vincent
11, rue de Lorraine
F-92600 Asnières (FR)

⑦④ Mandataire: **Rodhain, Claude et al**
Cabinet Claude Rodhain 30, rue la Boétie
F-75008 Paris (FR)

⑤④ Procédé de fractionnement de la restitution sonore de signaux modulés dans des transducteurs montés en parallèle, et jeux de transducteurs correspondants.

⑤⑦ Le domaine de l'invention est celui des enceintes acoustiques montées en sortie d'une source électrique, et chargées chacune de restituer un intervalle de fréquence donné d'un signal sonore.

L'objectif de l'invention est de fournir un procédé de fractionnement qui permet de se passer, le cas échéant, de circuit de filtrage ou équivalent.

Cet objectif est atteint à l'aide d'un procédé caractérisé en ce qu'il consiste à brancher au moins deux transducteurs ($T_{1,2}$; $T_{2,3}$) en parallèle sur la même source électrique, choisis de façon à faire travailler chacun sélectivement dans un intervalle de fréquence donné (F_1-F_2 ; F_2-F_3), chaque composante du signal étant sélectivement restituée pour l'essentiel en fonction de sa fréquence (f) dans le transducteur travaillant dans l'intervalle de fréquence correspondante, du fait que ledit transducteur y présente une zone d'impédance minimale.

L'invention trouve une application préférentielle pour les haut-parleurs électrodynamiques montés dans une cavité résonnante de Helmholtz, de préférence pour des fréquences inférieures à 150Hz.

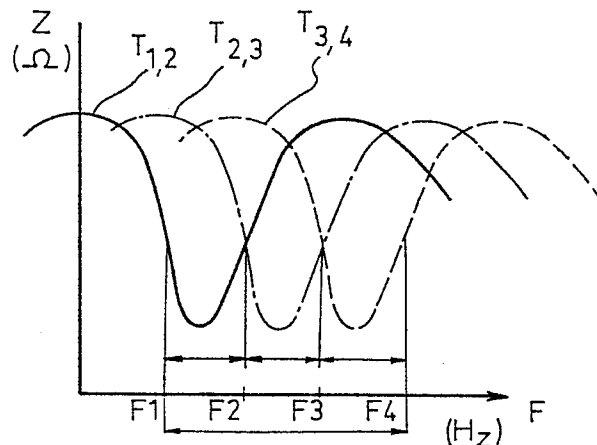


FIG. 5

Description

"Procédé de fractionnement de la restitution sonore de signaux modulés dans des transducteurs montés en parallèle, et jeux de transducteurs correspondants".

L'invention a pour objet un procédé permettant de restituer sélectivement un signal sonore fourni par une source électrique dans plusieurs transducteurs montés en parallèle, chaque transducteur étant spécialisé pour la restitution d'un intervalle de fréquence du spectre du signal. Le procédé consiste plus précisément à fractionner en fréquence à tout instant le signal sonore pour affecter chaque composante au transducteur optimisé pour l'intervalle de fréquence correspondant, sans utiliser de circuit additionnel de sélection tels que les circuits de filtrage ou autres.

L'invention a également pour objet tous jeux de transducteurs associés permettant la mise en oeuvre de procédé.

En matière de restitution de signaux audibles par transducteurs électro-acoustiques, notamment les transducteurs formés d'au moins un haut-parleur couplé à une charge acoustique, par exemple une enceinte résonnante, il est toujours avantageux d'utiliser plusieurs haut-parleurs, spécialisé chacun pour la restitution d'une bande du spectre sonore. En effet, la restitution d'un signal sonore audible dans la gamme maximale de 20 Hz à 20000 Hz par exemple, implique que le haut-parleur satisfasse à des caractéristiques contradictoires de temps de réponse et de déplacement de la partie mobile, qui varient d'une extrémité à l'autre du spectre sonore. La décomposition du spectre en plusieurs bandes permet d'éviter un affaiblissement des composantes du spectre situées aux extrêmes.

D'une manière générale, dans les systèmes à haute fidélité, on prévoit trois voix parallèles correspondant aux graves, aux médiums et aux aigus.

Les techniques mises en oeuvre jusqu'à présent pour l'obtention du fractionnement des fréquences reposent sur la conception et la réalisation des transducteurs d'une part, et le traitement du signal électrique en amont du transducteur. On connaît notamment les techniques consistant à :

- simplement exploiter les effets de limitation des fréquences résultant des caractéristiques intrinsèques des modes de construction particuliers des transducteurs (exemple : certains des haut-parleurs dits "boomers") ;
- l'adjonction de circuits spéciaux en amont du transducteur, tels que les circuits de filtrage, actifs ou passifs ;
- l'association aux haut-parleurs de charges acoustiques introduisant un facteur de sélectivité.

Or, ces procédés connus comportent notamment trois types d'inconvénients majeurs qui nuisent au rendement des transducteurs électro-acoustiques et, par voie de conséquence, à la qualité de restitution du signal sonore.

Tout d'abord l'utilisation de circuits de filtrage entraîne des pertes de puissance du signal qu'il faut compenser par un surcroît d'amplification. Ceci nuit donc au rendement global de l'installation, et implique l'utilisation de composants travaillant à plus grande puissance, avec des exigences accrues de qualité pour éviter la distortion. De plus, les filtres eux-mêmes sont un facteur de distortion du signal, du fait de l'impossibilité de leur conférer une fonction de transfert parfaitement linéaire dans leur bande passante. Les filtres sont en outre sujets à des variations de leur caractéristique de réponse en fonction de la température ambiante, ou même de leur vieillissement.

En second lieu, les règles implicites adoptées jusqu'à présent en matière de restitution des signaux sonores en haute fidélité ont conduit à orienter la conception des enceintes électro-acoustiques dans une direction qui obère de plus en plus leur rendement.

En effet, le rendement d'un haut-parleur électrodynamique s'exprime sous la forme :

$$\eta = \frac{8R_i (\rho/2\pi v) (Bl)^2}{(M/S)^2 (Z_e + R_i)^2}$$

avec B induction dans la bobine,
M masse dynamique totale du système mobile,
S section du piston,
Z_e impédance électrique de la bobine mobile,
l longueur totale du fil constituant la bobine mobile,
v vitesse de déplacement de la membrane,
ρ masse volumique de la membrane,
R_i impédance interne de la source.

L'interprétation de ce résultat théorique reste toujours difficile, du fait que certaines conditions restent contradictoires. On peut dire pour simplifier qu'on a jusqu'à présent quasi-unanimement fait le choix de maximiser le produit Bl, en tenant le raisonnement que la valeur de ce produit varie dans le même sens que le rendement, et que son augmentation se traduit par un amortissement élevé favorable à une bonne réponse en régime transitoire.

Or, la maximisation du produit Bl n'est pas neutre vis à vis de l'impédance électrique Z_e de la bobine mobile, qui elle, influe défavorablement sur le rendement. Cette impédance est en effet liée à la longueur du fil l.

En outre, particulièrement dans le domaine des basses fréquences, les conditions d'utilisation des haut-parleurs conduisent à prévoir que pour certaines fréquences l'équipage mobile du haut-parleur se déplace sur une distance relativement grande, ce qui augmente la longueur de la bobine mobile, et donc indirectement son impédance Z_e .

Le troisième type d'inconvénients inhérent aux systèmes existants est relatif à la courbe de réponse des ensembles "enceinte + haut-parleur" actuellement réalisés. La forme typique de cette courbe de réponse est représentée en figure 1, courbe A. On constate qu'à partir de 50 Hz le niveau de restitution des fréquences est naturellement accidenté avant de se stabiliser approximativement au-dessus de 100 Hz. Jusqu'à présent, les moyens de correction utilisés pour linéariser cette courbe de réponse consistent généralement à jouer sur les caractéristiques de l'évent ou autre, à amortir fortement les phénomènes acoustiques parasites de l'enceinte, par exemple par bourrage de ses parois internes à l'aide d'un matériau "d'étouffement" (laine de verre), ou encore à jouer sur les paramètres du haut-parleur (notamment QTS et VAS selon les procédés de Thiele et Small). Or, on constate par la courbe B de réponse du transducteur obtenue, que ces techniques connues abaissent, au moins pour les fréquences basses, le niveau de la puissance sonore restituée par le transducteur : cet affaiblissement atteint plus de 5 dB ce qui est considérable.

La linéarisation de la courbe de réponse du haut-parleur, selon ces techniques, conduit donc à diminuer fortement le rendement de l'ensemble haut-parleur et enceinte, avec les inconvénients correspondants déjà mentionnés ci-dessus.

On connaît déjà notamment un "système de haut-parleur pour une reproduction sonore de haute qualité" tel que décrit dans le brevet allemand DE-35 06 139 délivré le 5 juin 1986 à Monsieur LUDENDORFF. Ce système consiste à brancher en parallèle plusieurs haut-parleurs munis chacun d'un condensateur assorti à la fréquence de résonance des haut-parleurs associés. Ce système antérieur aboutit, du fait de la présence des condensateurs, à diminuer le rendement des transducteurs par amortissement de certaines fréquences.

On connaît également un système d'enceintes acoustiques tel que décrit dans la demande de brevet français 77 06 227 déposé le 3 mars 1977 au nom de la Société MERCURIALE SPECIFIQUE ACOUSTIQUE. Le système décrit dans ce document antérieur a pour objet de régulariser la courbe de réponse d'un haut-parleur monté dans une enceinte acoustique, notamment au moyen de moyens mécaniques de décompression de la membrane du haut-parleur jumelés à un résonateur électrique. Là encore, la configuration proposée consiste à amortir la réponse du transducteur au niveau de la fréquence de résonance, et donc à en diminuer le rendement.

L'objectif de la présente invention est de pallier ces différents inconvénients des dispositifs existants.

Plus précisément, un premier objet de l'invention est de fournir un procédé de fractionnement d'un signal acoustique entre plusieurs transducteurs, sans aucun circuit ni aucune charge additionnelle, et donc pour un coût réduit et une fiabilité accrue.

Un second objet de l'invention est de fournir un tel procédé qui permette d'optimiser l'emploi de chaque transducteur en n'en lui faisant restituer que les composantes du signal sonore se trouvant à l'intérieur d'une gamme de fréquence donnée où il dissipe une puissance minimale.

Cette zone optimale de fonctionnement correspond également notamment à un déplacement minimal de l'équipage mobile de chaque haut-parleur, et de façon relativement homogène sur toute sa gamme de fréquence de travail (figure 3).

Un objet complémentaire de l'invention est de fournir un procédé de choix des différents transducteurs montés en parallèle d'un jeu donné de restitution d'un signal sonore, afin que chacun d'eux travaille effectivement de manière optimale.

Ces objectifs ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite sont atteints à l'aide d'un procédé de restitution sonore de signaux électriques par transducteurs électro-acoustiques, notamment du type formés d'au moins un haut-parleur monté dans une enceinte résonnante et destinés à être branchés en sortie d'une source électrique, ce procédé consistant à brancher au moins deux transducteurs en parallèle sur ladite source, sans nécessité d'utilisation de filtres de sélection ou de correction additionnels le choix des transducteurs ainsi couplés étant réalisé de façon à faire travailler chacun sélectivement dans un intervalle de fréquence donné, les intervalles de fréquence de travail des transducteurs étant juxtaposés de manière à couvrir la gamme totale du signal sonore à restituer et chaque composante dudit signal étant sélectivement restituée pour l'essentiel en fonction de sa fréquence (f) dans le transducteur travaillant dans l'intervalle de fréquence correspondant du fait qu'il y présente une impédance minimale.

De façon avantageuse, le haut-parleur et l'enceinte résonnante sont choisis pour chaque transducteur de façon que l'intervalle de fréquence de travail affecté à ce transducteur corresponde à une zone d'impédance minimale pour ce transducteur par rapport à l'impédance offerte par les autres transducteurs sur le même intervalle, le jeu complet des transducteurs connectés en parallèle à la source étant constitué d'au moins deux transducteurs dont les zones respectives d'impédance minimale sont juxtaposées en fréquence.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention donné à titre non limitatif et des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente la courbe de réponse typique d'une enceinte résonnante munie d'un haut-parleur, sans correction (courbe A) et avec correction par techniques connues (courbe B);
- la figure 2 représente la variation de l'impédance cinétique d'un transducteur (HP + enceinte) pour illustrer le phénomène de surcouplage entre le HP et l'enceinte (zone A) exploité par l'invention,

- la figure 3 illustre le déplacement de l'équipage mobile du haut-parleur monté dans son enceinte en fonction de la fréquence, en correspondance avec la figure 2;
- la figure 4 schématise un jeu de deux transducteurs montés en parallèle, pour la reproduction de la voie basse d'un signal sonore;
- 5 - la figure 5 illustre le choix des différents transducteurs composant un jeu complet de restitution d'un spectre sonore suivant l'invention, en fonction de leurs zones optimales de fonctionnement respectives;
- la figure 6 illustre les niveaux de restitution du signal sonore en sortie de chacun des transducteurs d'un jeu complet de transducteurs suivant l'invention.

Le principe de fractionnement de l'invention repose sur l'idée nouvelle de spécialiser le fonctionnement de chaque transducteur dans une plage limitée du spectre de fréquence, pour laquelle d'une part la fidélité de restitution sonore est la plus élevée dans le transducteur considéré, et d'autre part, l'aiguillage des fréquences s'effectue automatiquement vers chaque transducteur.

Ce procédé est atteint lorsque deux conditions sont remplies :

- tout d'abord, chaque transducteur doit présenter une zone d'impédance minimale sur l'étendue B du spectre total du signal sonore à restituer.

Dans les fréquences basses, la composante significative de l'impédance Z est l'impédance cinétique Z_{em} . Cette impédance cinétique est liée au déplacement de l'équipage mobile du haut-parleur monté dans son enceinte.

L'invention consiste à choisir le haut-parleur et son enceinte de façon à provoquer un fort surcouplage acoustique entre le haut-parleur et l'enceinte. Ceci est notamment réalisé en couplant un HP et une enceinte de fréquences de résonance identiques ou voisines. On observe alors une zone A de forte diminution de l'impédance cinétique Z_{em} , (figure 2) pour une gamme de fréquence dans laquelle le déplacement de l'équipage mobile du HP monté dans son enceinte est minimal (figure 3). Du fait de la prépondérance de Z_{em} , la zone d'impédance Z minimale du transducteur correspond approximativement à la zone A de la figure 2. Selon l'invention cette zone A sera choisie pour la définition de la gamme de fréquence affectée au transducteur correspondant.

Le procédé selon l'invention s'applique préférentiellement aux fréquences basses, du fait du rôle particulier joué par Z_{em} . Mais il est clair que tout moyen permettant d'obtenir une zone d'impédance Z minimale autour d'une fréquence quelconque reste dans le cadre de l'invention. Cette condition ne s'accompagne en outre d'aucune autre exigence en ce qui concerne la régularité de la courbe de réponse du transducteur (haut-parleur + enceinte) pourvu que la zone A d'impédance minimal se distingue clairement.

- la seconde condition est que les différents transducteurs connectés en parallèle en sortie de la source électrique de modulation présentent des zones A d'impédance minimal qui soient compatibles. Cette condition est illustrée en figure 5, où l'on a représenté la façon dont s'effectue le fractionnement du spectre de fréquence compris entre F_1 et F_4 en trois plages de fractionnement de trois transducteurs interconnectés, en fonction de leur zone d'impédance Z minimale.

En effet, le fait que, pour chaque composante de fréquence f du signal à restituer, il existe un haut-parleur dont l'impédance Z à cette fréquence soit minimale par rapport aux autres haut-parleurs montés directement en parallèle, a pour conséquence que cette composante va être préférentiellement restituée dans ce haut-parleur. Plus précisément, le transducteur considéré va prélever une fraction prépondérante de courant I , et donc consommer une fraction prépondérante de la puissance P fournie par la source électrique

$$\langle P \rangle = \operatorname{Re} \left(\frac{1}{T} \int_0^T \tilde{Z} \tilde{I}^2 (\tau) \cdot d\tau \right) \quad (2)$$

avec : $\langle P \rangle$ puissance moyenne consommée,
 $\operatorname{Re} (\dots)$ partie réelle de ...
 T période du signal

Afin que cette sélection automatique des fréquences s'effectue sur toute l'entendu du spectre sonore à restituer, il est nécessaire qu'à nouveau, deux conditions soient remplies :

- les plages $F_1 - F_2$, $F_2 - F_3$; $F_3 - F_4$ de fréquence de travail des transducteurs parallélisés $T_{1,2}$, $T_{2,3}$, $T_{3,4}$ respectivement, doivent être juxtaposées pour couvrir l'ensemble du spectre $F_1 - F_4$ du signal sonore à restituer, sans affaiblissement préjudiciable d'une fréquence quelconque du signal;
- pour permettre la sélectivité, il faut en outre que le transducteur affecté à chaque intervalle de fréquence présente une impédance Z plus faible que l'impédance offerte dans cette même gamme par tous les autres transducteurs du jeu complet de transducteurs suivant l'invention.

De façon avantageuse, l'intervalle de fréquence $F_1 - F_2$, $F_2 - F_3$, $F_3 - F_4$ dévolu à chaque transducteur $T_{1,2}$; $T_{2,3}$; $T_{3,4}$ est approximativement centré autour de la fréquence pour laquelle il présente une impédance Z minimale.

L'invention a été réalisée sur un prototype dans lequel quatre enceintes munies chacune d'un haut-parleur ont été montées directement en parallèle à la sortie d'une source de modulation unique.

Les transducteurs ont été choisis de façon à reproduire sélectivement les bandes de fréquence respectives suivantes : 31 à 40 Hz; 40 à 60 Hz; 60 à 85 Hz; 85 à 120 Hz.

Chacun des transducteurs était constitué par un haut-parleur du type électrodynamique, couplé à une cavité résonnante de Helmholtz, de façon que pour chaque ensemble, la fréquence de résonance du haut-parleur et celle de la cavité résonnante soient identiques ou voisines.

La valeur de cette fréquence de résonance a été choisie, pour chaque transducteur, dans la zone centrale de la bande de fréquence qui lui était affectée.

Le tableau suivant reproduit les caractéristiques de chacun des haut-parleurs et de la cavité correspondante :

TRANSDUCTEURS		:	CAVITE	
:	Résonance	:	Volume	Event sans col
:	(Hz)	:	(l)	surface (dm ²)
:	:	:	:	:
:	(Hz)	:	:	:
N°1 :	35	:	240	1,3
N°2 :	48	:	130	1,4
N°3 :	75	:	75	1,4
N°4 :	105	:	25	1,5

Bien entendu, le nombre de transducteurs montés en parallèle ne constitue pas une limitation de l'invention. D'une façon avantageuse, toutefois, l'invention trouve une application préférentielle pour la restitution des fréquences basses, inférieures à 150 Hz. En effet, c'est dans cette gamme de fréquence que l'on rencontre le plus de problèmes en haute fidélité, particulièrement pour la restitution d'un signal à haute puissance. A cet égard, le procédé selon l'invention qui permet d'améliorer le rendement des systèmes électro-acoustiques, et spécialise chaque transducteur dans une plage de fréquence où il présente une impédance minimale, fournit une solution optimale à ces problèmes.

L'invention a pour avantage de ne plus nécessiter l'utilisation de dispositifs additionnels de filtrage ou de correction pour le fractionnement en fréquence du signal à restituer dans les différents transducteurs de sortie. Toutefois, il est clair que dans certaines applications, on pourra utiliser le procédé de l'invention en coopération avec des dispositifs de filtrage de correction électriques ou acoustiques. Il est également possible d'utiliser plusieurs amplificateurs de puissance en coopération avec un même jeu de transducteurs suivant l'invention, les amplificateurs travaillant soit sur la totalité de la gamme de fréquence des signaux à reproduire, soit sélectivement sur une partie seulement de cette gamme. Un même amplificateur peut alimenter un seul transducteur ou encore plusieurs transducteurs du jeu de transducteurs considéré. En outre, les dispositifs additionnels de filtrage ou de correction peuvent être soit insérés dans, soit constitués par, le ou les amplificateur(s) de puissance placé(s) directement en amont des transducteurs.

L'invention a également pour avantage de régulariser la courbe d'impédance du système complet de transducteurs, en améliorant l'interface amplificateur/système transducteur. En effet, alors que, dans le système classique, la charge de l'amplificateur, peut varier dans un rapport de 1 à 10 pour la restitution de fréquences autour de la fréquence de résonance, le couplage des transducteurs selon l'invention permet de limiter les variations de charge dans un rapport de 1 à 2 environ pour le mode de réalisation décrit.

La figure 6 illustre schématiquement les niveaux de sortie des trois transducteurs T_{1,2}; T_{2,3}; T_{3,4} associés, en fonction de la fréquence.

On note que les niveaux sonores de sortie correspondent à un maximum, pour chaque transducteur, dans la zone de fréquence qui lui est affectée. De plus, les niveaux sonores de sortie doivent être définis de façon qu'ils tiennent compte des cumuls des niveaux. Plus précisément, chaque composante de fréquence f du signal sonore est restituée pour l'essentiel par le transducteur de la bande de fréquence correspondante. Toutefois, chaque transducteur restitue également, de façon affaiblie, les composantes du signal dont les fréquences se trouvent en dehors de son intervalle de travail. Le niveau total de restitution de chaque composante résulte donc du cumul de sa restitution par l'ensemble des transducteurs.

En conséquence, afin de tenir compte de ce cumul, le niveau de sortie maximale P₁ du transducteur T_{1,2} est supérieur au niveau de sortie P₂ des transducteurs T_{2,3} ; T_{3,4}. Il est également possible de réaliser un ajustement encore plus précis, en associant un niveau maximal spécifique et différent pour chaque transducteur T_{1,2} ; T_{2,3} ; T_{3,4}, les différences de réglage de chaque transducteur étant notamment liées à la dissymétrie de chaque courbe de réponse. Dans tous les cas, l'objectif est d'ajuster ces niveaux sonores maximaux de sortie de chaque transducteur de façon à obtenir un niveau cumulé de restitution du signal sonore qui soit sensiblement constant sur toute la gamme de fréquence de ce signal.

En conclusion, le procédé selon l'invention a pour avantage essentiel d'utiliser de façon optimale chaque transducteur dans une zone de fréquence de travail où il cumule plusieurs propriétés très positives :

- déplacement minimal de l'équipage mobile, et donc impédance cinétique faible;
- rendement maximal, car la puissance perdue est minimale du fait que chaque transducteur fonctionne en surtension sous faible impédance (proche de ce qu'on appelle sa "valeur nominale d'impédance", relevée généralement à 400 Hz ou à 1000 Hz), dans la zone de fréquence de travail;
- 5 - effet de sélectivité naturelle, par affectation automatique de chaque fréquence, pour l'essentiel, au transducteur correspondant.

10 Revendications

1) Procédé de restitution sonore de signaux électriques par transducteurs électro-acoustiques, notamment du type formés chacun d'au moins un haut-parleur monté dans une enceinte résonnante, et destinés à être branchés en sortie d'une source électrique,

15 procédé caractérisé en ce qu'il consiste à brancher au moins deux transducteurs ($T_{1,2}$; $T_{2,3}$) en parallèle sur ladite source électrique, sans nécessité d'utilisation de filtres de sélection ou de correction additionnels;

le choix des transducteurs ($T_{1,2}$; $T_{2,3}$) ainsi connectés étant réalisé de façon à faire travailler chacun sélectivement dans un intervalle de fréquence donnée (F_1-F_2 ; F_2-F_3), les intervalles de fréquence de travail des transducteurs étant juxtaposés de manière à couvrir la gamme totale (F_1-F_3) du signal sonore à restituer, et

20 chaque composante dudit signal étant sélectivement restituée, en fonction de sa fréquence (f), pour l'essentiel dans le transducteur travaillant dans l'intervalle de fréquence correspondant, du fait que ledit transducteur présente dans cet intervalle une impédance (Z) minimale.

2) Procédé de restitution sonore de signaux électriques de fréquences inférieures à 150 Hz environ par transducteurs électro-acoustiques, notamment du type formés chacun d'au moins un haut-parleur monté dans une enceinte résonnante, et destinés à être branchés en sortie d'une source électrique, procédé caractérisé en ce qu'il consiste à brancher au moins deux transducteurs ($T_{1,2}$; $T_{2,3}$) en parallèle sur ladite source électrique, sans nécessité d'utilisation de filtres de sélection ou de correction additionnels.

Le choix des transducteurs ($T_{1,2}$; $T_{2,3}$) ainsi connectés étant réalisé de façon à faire travailler chacun sélectivement dans un intervalle de fréquence donnée ($F_1 - F_2$; $F_2 - F_3$), les intervalles de fréquence de travail des transducteurs étant juxtaposés de manière à couvrir la gamme totale ($F_1 - F_3$) du signal sonore à restituer, et

35 chaque composante dudit signal étant sélectivement restituée, en fonction de sa fréquence (f), pour l'essentiel dans le transducteur travaillant dans l'intervalle de fréquence correspondant, du fait que ledit transducteur présente dans cet intervalle une impédance cinétique (Z_{em}) minimale.

3) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'intervalle de fréquence affecté à chaque transducteur est approximativement centré autour de la fréquence pour laquelle il présente une impédance (Z), une impédance cinétique (Z_{em}) respectivement, minimale.

4) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le transducteur ($T_{1,2}$; $T_{2,3}$) affecté à chaque intervalle ($F_1 - F_2$; $F_2 - F_3$) présente une impédance (Z), une impédance cinétique (Z_{em}) respectivement, plus faible que l'impédance offerte dans ce même intervalle par tous les autres transducteurs du jeu complet de transducteurs montés en parallèle sur la source électrique.

45 5) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on ajuste le niveau sonore maximal (P_1, P_2) de sortie de chaque transducteur ($T_{1,2}$; $T_{2,3}$) de façon à obtenir un niveau cumulé de restitution du signal sonore qui soit sensiblement constant sur toute la gamme de fréquence ($F_1 - F_3$).

6) Jeu de transducteurs connectés électriquement en parallèle sur la même source permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

7) Jeu de transducteurs selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque transducteur est constitué d'au moins un haut-parleur couplé à une cavité résonnante, le ou les haut-parleurs et la cavité résonnante étant choisis de façon à ce que le ou les équipage(s) mobile(s) présentent un déplacement minimal dans l'intervalle de fréquence qui est affecté au transducteur.

8) Jeu de transducteurs selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque transducteur est constitué d'au moins un haut-parleur électrodynamique monté dans une cavité résonnante de Helmholtz, les fréquences de résonance du ou des haut-parleurs et de la cavité résonnante d'un même transducteur étant identiques ou voisines.

9) Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, et d'un jeu de transducteurs selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, pour la restitution des fréquences sonores inférieures à 150 Hz.

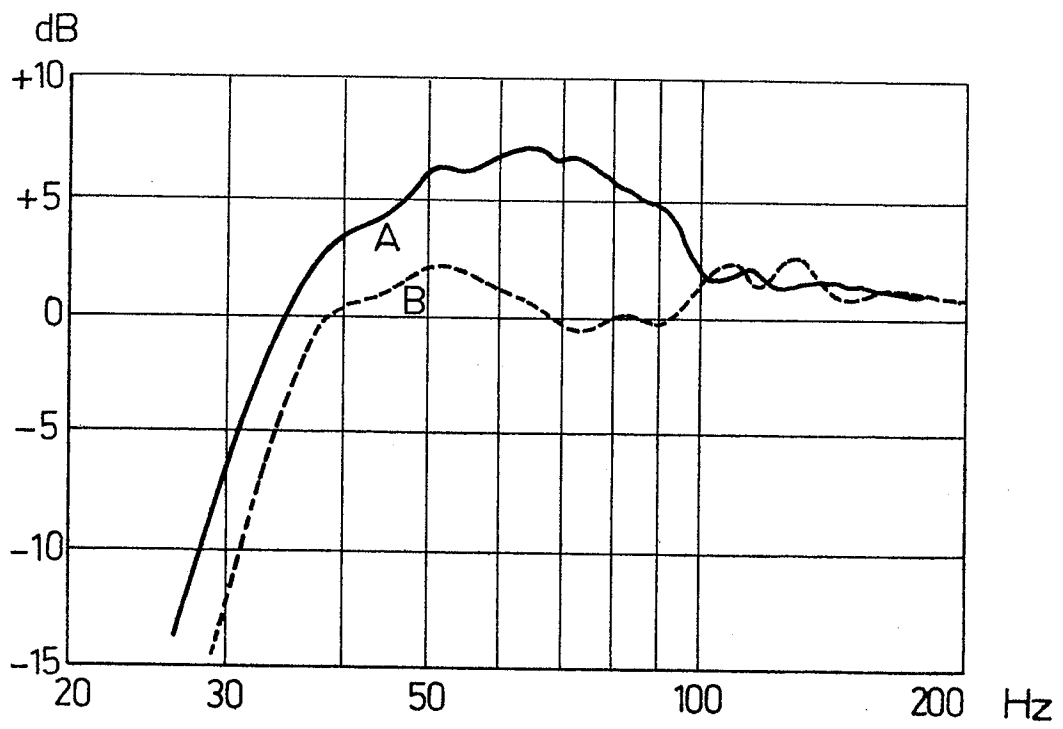
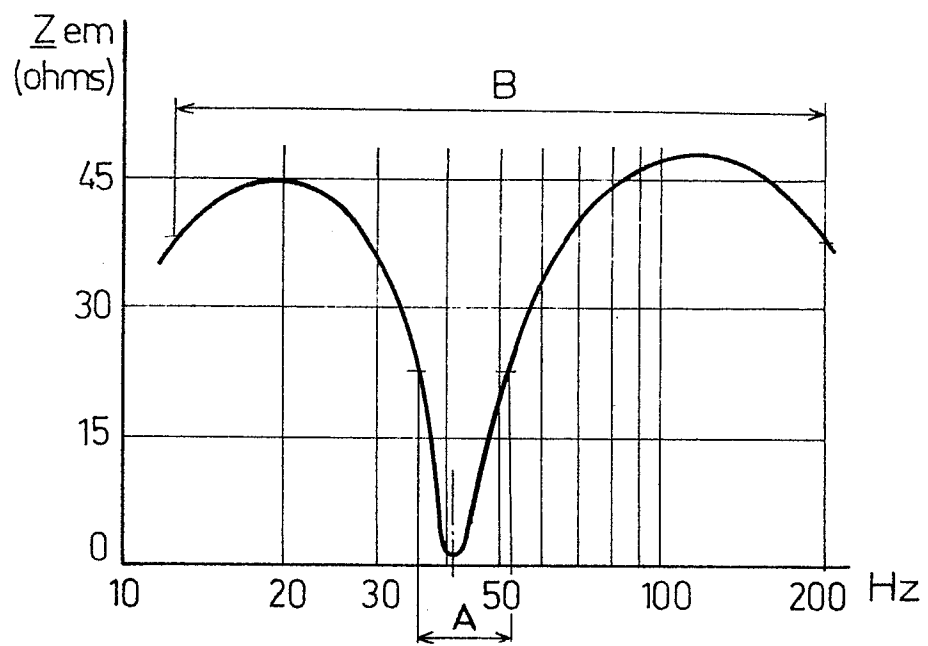
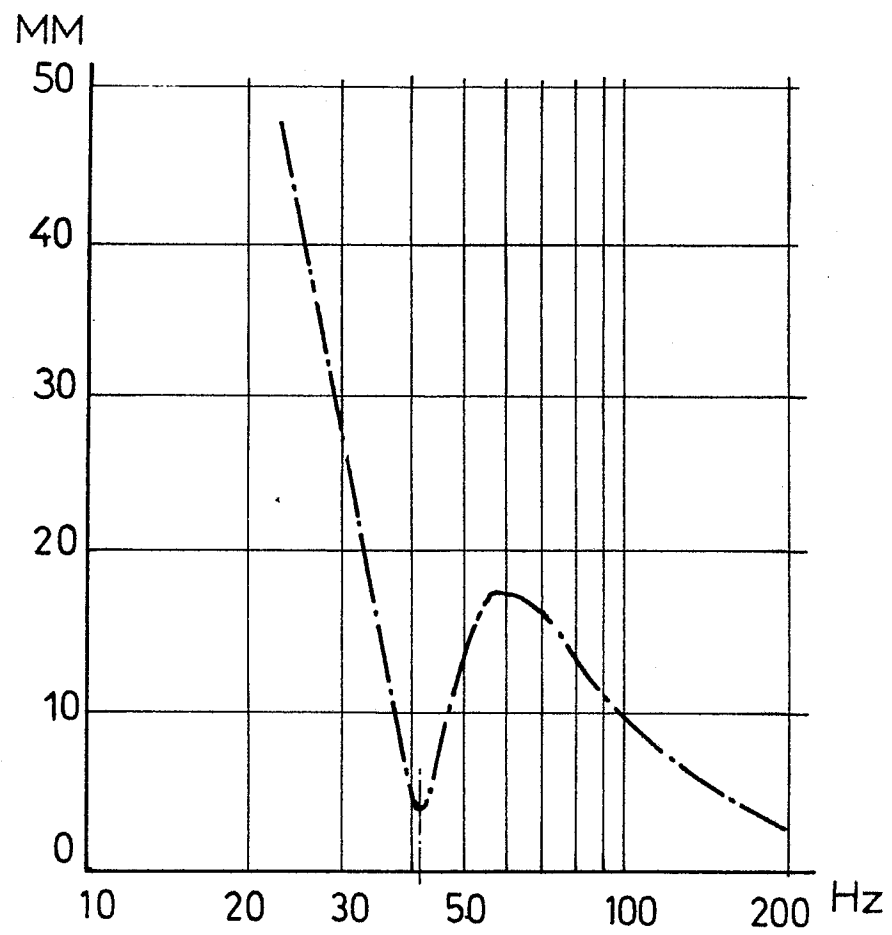
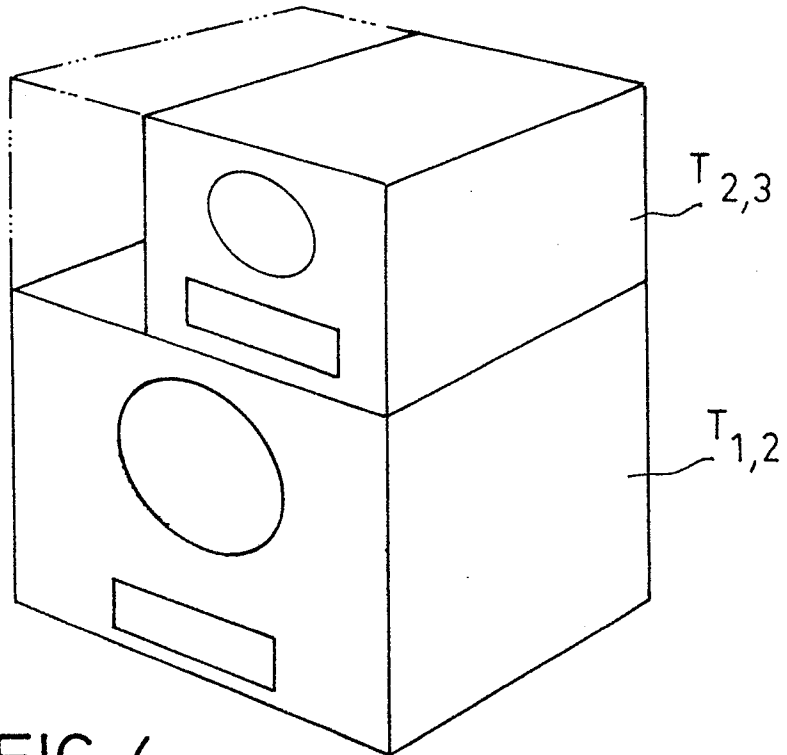
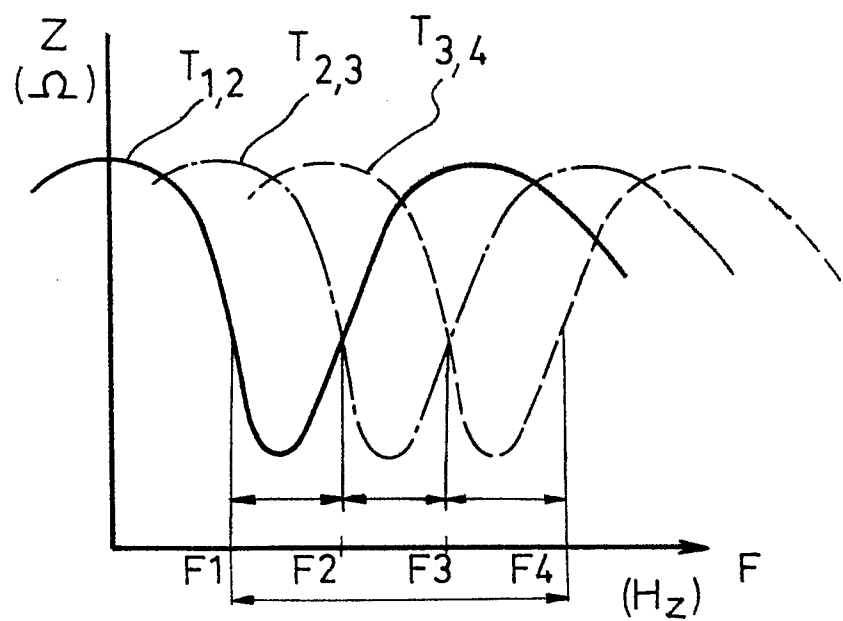
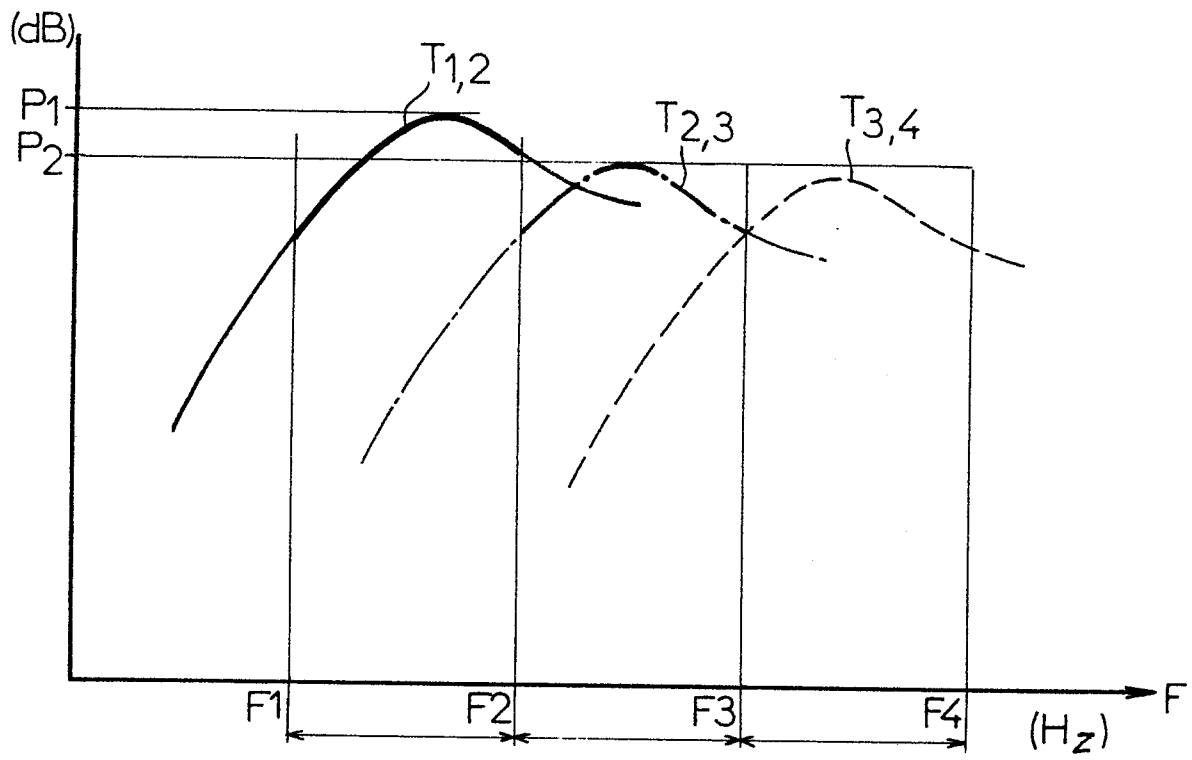


FIG. 1

FIG. 2FIG. 3

FIG. 4FIG. 5

FIG. 6



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
D,Y	DE-C-3 506 139 (LUDENDORFF) * Colonne 1, ligne 55 - colonne 3, ligne 55; figures 1,2 *	1-9	H 04 R 1/22
Y	US-A-3 845 246 (OUVRIER) * Colonne 1, ligne 55 - colonne 2, ligne 48; figures 1,2 *	1-9	
D,A	FR-A-2 382 821 (MERCURIALE SPECIFIQUE ACOUSTIQUE) * Page 1, ligne 1 - page 4, ligne 38; figures 1-7 *	1-9	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 8, no. 181, 21 août 1984, page 37 E 261; & JP-A-59 72 293 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24-04-1984 * Résumé *	1,2	
A	ALTA FREQUENZA, vol. 43, no. 12, décembre 1974, pages 689E-1023 - 698E-1032; H. MAYR: "Theory of low-frequency loudspeakers" * Page 1024-690E, colonne de droite, ligne 36 - page 1028-694E, colonne de droite, ligne 21; figures 1-8 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	RADIO FERNSEHEN ELEKTRONIK, vol. 30, no. 1, 1981, pages 45-48, Berlin, DE; U. GLET: "Gegenkopplung elektrodynamischer Wandler" * Page 45, colonne de gauche, lignes 1-41; page 47, colonne de droite, lignes 37-59; figures 1-5,11,12 *	1	H 04 R
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	26-01-1988	DELANGUE P.C.J.G.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			