

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
COURBEVOIE

(11) Nº de publication : **3 054 766**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)
(21) Nº d'enregistrement national : **16 57398**
(51) Int Cl⁸ : **H 04 R 1/10** (2016.01), **H 04 R 3/00**, **H 04 R 3/12**

(12)

BREVET D'INVENTION

B1

(54) ENSEMBLE A HAUT-PARLEUR A ARMATURE EQUILIBREE AMELIORE.

(22) Date de dépôt : 29.07.16.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.02.18 Bulletin 18/05.

(45) Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 12.07.19 Bulletin 19/28.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

(71) Demandeur(s) : CUSTOM ART - PIOTR GRANICKI — PL.

(72) Inventeur(s) : GRANICKI PIOTR.

(73) Titulaire(s) : CUSTOM ART - PIOTR GRANICKI.

(74) Mandataire(s) : Cabinet NETTER.



Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée amélioré

L'invention concerne le domaine de l'audio intra-auriculaire, et particulièrement le domaine des dispositifs basés sur les haut-parleurs à armature équilibrée.

5

Le domaine des écouteurs à haut-parleurs à armature équilibrée (également appelés écouteurs intra-auriculaires, également désignés par le terme IEMs en anglais) a connu un développement extraordinaire ces vingt dernières années. Ils ont permis de restituer des qualités de type haute-fidélité avec une grande sensibilité, en permettant un usage nomade d'excellence. Il s'en est suivi un grand développement des domaines d'utilisation des IEMs, du retour de scène aux audiophiles.

Initialement, les IEMs ne contenaient qu'un seul haut-parleur, en général du type à armature équilibrée, qui avait pour rôle de reproduire tout le spectre audio.

15 Progressivement, des IEMs à plusieurs haut-parleurs ont été produits, ce qui a permis d'améliorer la qualité de reproduction. Le développement des IEMs a été accompagné du développement de meilleures sources de son numériques, en particuliers de meilleurs lecteurs audio numériques (également désignés par le terme DAPs en anglais).

20 L'effet de l'impédance de sortie des amplificateurs pour haut-parleurs dans les lecteurs audio numériques, qui influence la qualité de reproduction du son par un IEM en affectant négativement la reproduction des fréquences dans la bande des basses compte parmi les défis techniques qui sont apparus dans le passé.

25 D'une manière générale, il est reconnu que la valeur de l'impédance d'un IEM doit être au moins égale à huit fois la valeur de l'impédance de sortie d'un DAP afin de ne pas altérer la reproduction de la musique par l'IEM.

Cela signifie que les clients sont soit contraints d'acheter des DAPs ayant une très basse impédance pour pouvoir avoir un choix étendu d'IEMs, soit restreints à un ensemble très limité d'IEMs qui ont une impédance suffisamment élevée lorsque l'impédance de sortie est grande, avec pour problème supplémentaire que les IEMs ayant une haute

impédance nécessitent plus de puissance des sources de son portables pour atteindre un niveau de pression sonore (SPL) identique, ce qui réduit leur autonomie. De manière classique, il est considéré que les téléphones intelligents (smartphones en anglais) ne sont pas adaptés pour alimenter les IEMs dont l'impédance dépasse les 100 ohms.

5

L'invention vient améliorer la situation. Cela est réalisé grâce à un ensemble à haut-parleur à armature équilibrée, comprenant un premier haut-parleur à armature équilibrée ayant une armature entourée par une bobine, ledit premier haut-parleur à armature équilibrée ayant deux prises pour relier des points d'extrémité respectifs de ladite bobine à un ensemble de câblage ayant un câble de signal positif et un câble de signal négatif, et la bobine comprend en outre un point intermédiaire qui est relié électriquement à l'un desdits points d'extrémité respectifs de telle sorte que la bobine est court-circuitée entre ledit point intermédiaire et ledit un desdits points d'extrémité respectifs.

10 15 Cet ensemble à armature équilibrée est avantageux car il est quasi insensible à l'impédance de sortie de l'amplificateur de son auquel il est relié. La Demanderesse a découvert que ceci est étonnamment obtenu car l'armature équilibrée selon la présente invention se comporte essentiellement comme une résistance, tandis qu'elles se comportent essentiellement de manière inductive dans les ensembles classiques.

20

Dans divers modes de réalisation, l'ensemble à haut-parleur à armature équilibrée peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- l'ensemble à armature équilibrée comprend en outre un deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant une armature entourée par une bobine, ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant trois prises pour relier des points d'extrémité respectifs de ladite bobine et/ou un point intermédiaire à l'ensemble de câblage, ledit premier haut-parleur à armature équilibrée et ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée étant câblés de telle sorte qu'un filtre passe-haut est réalisé au niveau de la sortie du premier haut-parleur à armature équilibrée,
- 25 30 - le point intermédiaire du premier haut-parleur à armature équilibrée est relié électriquement au point d'extrémité qui est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage,

- l'autre point d'extrémité du premier haut-parleur à armature équilibrée est raccordé à un point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée, le point intermédiaire du deuxième haut-parleur à armature équilibrée étant relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage, et l'autre point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée étant relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage,
 - l'ensemble à armature équilibrée comprend en outre un condensateur placé en série entre l'autre point d'extrémité du premier haut-parleur à armature équilibrée et le point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée,
- 10 - l'autre point d'extrémité du premier haut-parleur à armature équilibrée est raccordé au point intermédiaire du deuxième haut-parleur à armature équilibrée avec un condensateur placé en série entre eux, un point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage, et l'autre point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage,
- 15 - l'ensemble à armature équilibrée comprend en outre un deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant une armature entourée par une bobine, ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant trois prises pour relier des points d'extrémité respectifs de ladite bobine et/ou un point intermédiaire à l'ensemble de câblage, et ledit premier haut-parleur à armature équilibrée et ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée sont câblés de telle sorte qu'un filtre passe-bas est réalisé au niveau de la sortie du premier haut-parleur à armature équilibrée,
- 20 - le point intermédiaire du premier haut-parleur à armature équilibrée est relié électriquement au point d'extrémité qui est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage,
- 25 - l'autre point d'extrémité du premier haut-parleur à armature équilibrée est relié à un point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée, l'autre point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage, et le point intermédiaire du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage,
- 30 - l'autre point d'extrémité du premier haut-parleur à armature équilibrée et le point intermédiaire du deuxième haut-parleur à armature équilibrée sont reliés au câble de

signal négatif de l'ensemble de câblage, un point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage, et l'autre point d'extrémité du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié en série avec un condensateur au point intermédiaire du premier haut-parleur à armature équilibrée et au point d'extrémité qui est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage, une résistance étant en outre placée en série entre le câble de signal positif de l'ensemble de câblage et le point intermédiaire du premier haut-parleur à armature équilibrée,

- l'ensemble à haut-parleur à armature équilibrée comprend en outre un deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant une armature entourée par une bobine, ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant trois prises pour relier des points d'extrémité respectifs (12,14) de ladite bobine et/ou un point intermédiaire à l'ensemble de câblage, et ledit premier haut-parleur à armature équilibrée et ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée sont câblés de telle sorte qu'un filtre passe-bande est réalisé au niveau de la sortie du premier haut-parleur à armature équilibrée,

- un point d'extrémité du deuxième haut-parleur est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage, le point intermédiaire du premier haut-parleur est relié électriquement au point d'extrémité qui est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage, le point intermédiaire du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est en outre relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage, et les autres points d'extrémité (14, 24) du premier haut-parleur et le deuxième haut-parleur sont raccordés ensemble et sont reliés au câble de signal positif de l'ensemble de câblage avec un condensateur placé en série,

- le premier haut-parleur a trois prises chacune reliée à l'un des points d'extrémité respectifs de la bobine et au point intermédiaire, et la connexion électrique telle que la bobine est court-circuitée entre ledit point intermédiaire et ledit un desdits points d'extrémité respectifs (12, 14) est réalisée par câblage électrique des prises correspondantes,

- le premier haut-parleur a deux prises chacune reliée à l'un des points d'extrémité respectifs de la bobine, et la connexion électrique telle que la bobine est court-circuitée entre ledit point intermédiaire et ledit un desdits points d'extrémité respectifs (12, 14) est réalisée de manière interne à la bobine, et

- l'ensemble à haut-parleur à armature équilibrée comprend en outre un circuit d'entrée pour un signal en entrée, le câble de signal positif et le câble de signal négatif de l'ensemble de câblage étant respectivement couplés à une sortie positive et à une sortie négative du circuit d'entrée.

5

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description des dessins qui suit, laquelle comprend des exemples donnés à titre illustratif et non limitatif, dessins sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue générique d'un IEM comprenant un ensemble à armature équilibrée selon l'invention,
- la Figure 2 montre une vue rapprochée du câblage de l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 1,
- la Figure 3 montre une réponse fréquentielle d'un haut-parleur à armature équilibrée câblé de manière classique lorsqu'il est relié à une source de son ayant une impédance de sortie élevée, et lorsqu'il est relié à une source de son ayant une impédance de sortie basse,
- la Figure 4 montre une courbe d'impédance et de phase du haut-parleur à armature équilibrée de la Figure 3, lorsqu'il est câblé de manière classique,
- la Figure 5 montre une courbe d'impédance et de phase du haut-parleur à armature équilibrée lorsqu'il est câblé comme représenté sur la Figure 2, ainsi que la courbe d'impédance de la Figure 4,
- la Figure 6 montre la réponse fréquentielle du haut-parleur à armature équilibrée de la Figure 3 câblé comme représenté sur la Figure 2, lorsqu'il est relié à une source de son ayant une impédance de sortie élevée, et lorsqu'il est relié à une source de son ayant une impédance de sortie basse,
- la Figure 7 montre une vue générique d'un ensemble à armature équilibrée comprenant un filtre passe-haut avec un haut-parleur à armature équilibrée câblé comme représenté sur la Figure 2,
- la Figure 8 montre la différence de réponse fréquentielle à la sortie du premier haut-parleur dans l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 7, et à la sortie du premier haut-parleur lorsqu'il est câblé de manière classique,

- la Figure 9 montre une courbe d'impédance et de phase de l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 7,
- la Figure 10 montre une vue générique d'un ensemble à armature équilibrée comprenant un filtre passe-bas avec un haut-parleur à armature équilibrée câblé comme représenté sur la Figure 2,
- la Figure 11 montre une courbe d'impédance et de phase de l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 10,
- la Figure 12 montre la différence de réponse fréquentielle à la sortie du premier haut-parleur dans l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 10, et à la sortie du premier haut-parleur dans un ensemble à armature équilibrée de la Figure 10 lorsque le premier haut-parleur est câblé de manière classique,
- la Figure 13 montre une vue générique d'un ensemble à armature équilibrée comprenant un filtre passe-bande avec un haut-parleur à armature équilibrée câblé comme représenté sur la Figure 2,
- la Figure 14 montre la réponse fréquentielle à la sortie du premier haut-parleur de l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 13 avec diverses valeurs de capacités,
- la Figure 15 montre la différence de réponse fréquentielle entre les deux courbes les plus hautes de la Figure 14,
- la Figure 16 montre une courbe d'impédance et de phase de l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 13,
- les Figures 17 et 18 montrent d'autres vues génériques d'un ensemble à armature équilibrée comprenant un filtre passe-haut avec un haut-parleur à armature équilibrée câblé comme représenté sur la Figure 2, et
- la Figure 19 montre une autre vue générique d'un ensemble à armature équilibrée comprenant un filtre passe-bas avec un haut-parleur à armature équilibrée câblé comme représenté sur la Figure 2.

Les dessins et la description ci-après contiennent, pour l'essentiel, des éléments de caractère certain. Ils pourront donc non seulement servir à mieux faire comprendre la présente invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

La Figure 1 montre une vue générique d'un IEM comprenant un ensemble à armature équilibrée 2 selon l'invention, et la Figure 2 montre une vue rapprochée du câblage de cet ensemble à armature équilibrée 2.

- 5 L'ensemble à armature équilibrée 2 comprend un circuit d'entrée 4 qui reçoit des câbles audio d'entrée d'une source de son, un ensemble de câblage 6, un haut-parleur à armature équilibrée 8 et un tube de son 10.

Le circuit d'entrée 4 traite le signal audio en entrée et l'adapte en fonction du circuit 10 aval. Dans certains cas, le circuit d'entrée 4 peut être un circuit de séparation qui traite le signal audio et le divise en des bandes de fréquences multiples introduites dans des haut-parleurs à armature équilibrée séparés, de sorte que chacun travaille sur une bande de fréquences spécifique. L'ensemble de câblage 6 a un câble de signal positif et un câble de signal négatif qui relient le circuit d'entrée 4 au haut-parleur à armature 15 équilibrée 8, dont la sortie est reliée au tube de son 10. Le tube de son 10 est la partie qui est introduite dans l'oreille de l'utilisateur pour transmettre le son. Dans certains modes de réalisation, particulièrement lorsque l'ensemble à armature équilibrée 2 comprend un unique haut-parleur à armature équilibrée, le circuit d'entrée 4 peut être omis et seul l'ensemble de câblage 6 reste.

20 Dans la suite, le haut-parleur à armature équilibrée 8 sera également appelé haut-parleur 8. Dans l'exemple décrit ici, le haut-parleur 8 est un receveur 2389 fabriqué par Sonion (marque enregistrée). Ce type de haut-parleur est du type « à trois prises ». Comme représenté sur la Figure 2, ceci signifie que l'ensemble de câblage 6 peut être 25 relié à trois prises, qui sont chacune reliées à une partie spécifique de la bobine du haut-parleur 8 :

- une première prise 12, située dans la partie la plus à gauche de la Figure 2, qui est reliée à une extrémité de la bobine du haut-parleur 8,
- une deuxième prise 14, située dans la partie la plus à droite de la Figure 2, qui est 30 reliée à l'autre extrémité de la bobine du haut-parleur 8, et
- une troisième prise 16, située entre la première prise 12 et la deuxième prise 14, et qui est reliée au milieu de la bobine du haut-parleur 8.

Dans un ensemble à haut-parleur à armature équilibrée classique, l'ensemble de câblage 6 est relié à deux des trois prises (c'est-à-dire à la première et la seconde, à la première et la troisième, ou à la seconde et la troisième), afin d'ajuster la réponse fréquentielle sonore du haut-parleur 8. En effet, si l'ensemble de câblage 6 est relié à la troisième prise, alors le signal ne traverse que la moitié de la bobine, ce qui change le son injecté dans le tube de son 10.

Selon l'invention, l'ensemble de câblage 6 est agencé d'une manière distincte :

- 10 - la première prise 12 est reliée au câble de signal positif de l'ensemble de câblage 6 qui est relié à la sortie positive du circuit d'entrée 4,
 - la deuxième prise 14 est reliée au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage 6 qui est relié à la sortie négative du circuit d'entrée 4, et
 - la troisième prise 16 est reliée à la première prise 12, ce qui crée un court-circuit entre
- 15 la première prise 12 et la troisième prise 16.

Cet agencement est extrêmement non conventionnel, car les courts-circuits sont d'habitude évités. La Demanderesse a non seulement découvert que ce court-circuit ne pose pas de problème dans cet agencement, mais également qu'il offre des avantages

20 conséquents qui seront détaillés plus bas en référence aux Figures 3 à 5.

La Figure 3 montre une réponse fréquentielle du haut-parleur 2389 utilisé dans les Figures 1 et 2 lorsqu'il est câblé de manière classique, lorsqu'il est relié à une source de son à impédance de sortie élevée et lorsqu'il est relié à une source de son à impédance de sortie basse.

Comme cela apparaît sur ces graphiques, la réponse du haut-parleur 2389 change de manière importante en fonction de l'impédance de la source de son. La réponse fréquentielle qui est mesurée lorsqu'il est relié à une source de son à impédance de sortie élevée est celle qui est la plus basse en deçà de 1 kHz et la plus haute au-delà de 1 kHz, tandis que celle qui est mesurée lorsqu'il est relié à une source de son à impédance de

sortie faible est celle qui est la plus haute en deçà de 1 kHz, et la plus basse au-delà de 1 kHz.

Il en résulte que, lorsqu'il est relié à une source à impédance élevée, le haut-parleur 2389 offrira un son avec beaucoup moins de basses jusqu'aux fréquences médiums (entre 20 Hz et 500 Hz, la différence de réponse fréquentielle est comprise entre 3 dB et 6 dB), et avec une quantité de hautes fréquences significativement supérieure (au-delà de 3,5 kHz, la différence de réponse fréquentielle est comprise entre 3 dB et 8 dB) que lorsqu'il est relié à une source à impédance faible.

10

La Figure 4 montre une courbe d'impédance et de phase du haut-parleur 2389 lorsqu'il est câblé de manière classique. Il apparaît clairement que l'impédance du haut-parleur varie grandement en fonction de la fréquence du signal en entrée, d'environ 8 ohms entre 10 Hz et environ 1 kHz, avec un pic à 40 ohms à environ 2,5 kHz, et ensuite une rampe de 8 ohms à 3 kHz jusqu'à 64 ohms à 20 kHz. Plus l'impédance varie, plus la réponse fréquentielle d'un haut-parleur sera sensible à l'impédance de sortie de la source de son, comme cela apparaît sur la Figure 3.

La courbe de phase correspondante est une rampe de 0° à 20 Hz jusqu'à 45° à 2 kHz, avec un creux jusqu'à -15° à 3 kHz, puis un plateau à environ 60° jusqu'à 20 kHz. L'angle de phase détermine à quel point le courant précèdera ou suivra la forme d'onde de tension dans un circuit réactif. Dans un circuit inductif, le courant suivra la tension, et l'angle de phase sera positif. Dans un circuit capacitif, le courant précèdera la tension, et l'angle de phase sera négatif. Cela signifie que ce haut-parleur aura une nature changeante (proche d'une résistance à 20 Hz, puis inductive à 2 kHz, capacitive à 3 kHz, puis capacitive à nouveau), ce qui causera des problèmes dans les agencements à plusieurs haut-parleurs.

Les Figures 3 et 4 montrent un problème typique des ensembles de haut-parleur à armature équilibrée : en fonction de l'impédance de sortie de la source de son à laquelle le haut-parleur à armature équilibrée est relié, la sortie sonore sera très différente.

Cela signifie que les utilisateurs auront beaucoup de mal à trouver la combinaison d'une source satisfaisante avec l'ensemble à haut-parleur à armature équilibrée à leur goût, s'ils arrivent à en trouver une tout court. Et du côté du concepteur, cela signifie une très grande incertitude concernant les opinions des clients, en raison du degré d'incertitude
5 sur l'influence de l'impédance de leur DAP sur la sortie sonore.

La Figure 5 montre la courbe d'impédance du haut-parleur 2389 lorsqu'il est câblé comme représenté sur la Figure 2, ainsi que sa courbe de phase. La courbe d'impédance du haut-parleur 2389 lorsqu'il est câblé de manière classique a été ajoutée à des fins de
10 comparaison.

Dans l'agencement selon l'invention, le haut-parleur 2389 présente une impédance presque plate – elle varie d'environ 4 ohms à 20 Hz jusqu'à environ 7 ohms à 20 kHz, et la réponse fréquentielle de la phase est presque plate, entre 0° et 10° au maximum.
15 Comme vu plus haut, la phase quasi-nulle signifie que le haut-parleur se comportera essentiellement comme une résistance.

Ces résultats sont totalement inédits par rapport aux ensembles à haut-parleur à armature équilibrée existants, et permettent d'offrir des ensembles à haut-parleur à
20 armature équilibrée qui sonneront de manière quasi-identique avec tous types d'impédances de sortie de source de son, comme représenté sur la Figure 6, qui montre la réponse fréquentielle du haut-parleur 2389 câblé comme représenté sur la Figure 2 lorsqu'il est relié à une source de son à impédance de sortie élevée (en dessous en deçà de 1 kHz, et au-dessus au-delà de 1 kHz) et lorsqu'il est relié à une source de son à
25 impédance de sortie basse (au-dessus en deçà de 1 kHz, et en dessous au-delà de 1 kHz). Ces courbes montrent que cet ensemble à haut-parleur à armature équilibrée sonnera quasiment de la même manière dans les deux cas.

La Demanderesse a découvert que les avantages de ce câblage s'étendent au-delà de
30 l'obtention d'une impédance et d'une phase uniformes. En fait, lorsqu'elle est utilisée dans des ensembles à plusieurs haut-parleurs à armature équilibrée, la Demanderesse a

découvert que l'invention permet de réaliser des filtres passe-haut et passe-bande d'une manière inédite à ce jour.

Cela est révolutionnaire car les filtres passe-haut et passe-bande sont traditionnellement
5 utilisés pour faire usage de régions spécifiques des réponses fréquentielles des haut-parleurs, afin de combiner les meilleures capacités de tous les haut-parleurs d'un ensemble à plusieurs haut-parleurs.

À ce jour, la seule manière de réaliser ces filtres reposait sur l'utilisation de circuits de
10 séparation dans le circuit d'entrée 4. Ces circuits de séparation sont des circuits électroniques à l'entrée de l'ensemble à haut-parleur à armature équilibrée qui « découpent » le signal audio en plusieurs bandes, et fournissent chaque bande à un ou plusieurs haut-parleurs de l'ensemble. Cependant, les circuits de séparation sont connus pour introduire des singularités dans la réponse fréquentielle, et pour créer des
15 problèmes de phases qui sont en général impossibles à corriger.

En référence à la Figure 7, la Demanderesse a découvert que, en utilisant un haut-parleur câblé comme représenté sur la Figure 2, un filtre passe-haut peut être réalisé. Pour cela, un autre haut-parleur 2389 fabriqué par Sonion (marque déposée) ayant trois prises numérotées 22, 24 et 26 est relié au haut-parleur 2389 ayant les trois prises numérotées 12, 14 et 16. Les deux haut-parleurs sont reliés en reliant les prises 12 et 22 ensemble. Le haut-parleur 2389 ayant les prises 12, 14 et 16 est câblé comme représenté sur la Figure 2 en court-circuitant les prises 14 et 16, et en les reliant au fil de l'ensemble de câblage 6 correspondant au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage 6. La prise 26 est également reliée au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage 6, tandis que la prise 24 est reliée au câble de signal positif de l'ensemble de câblage 6.

La Figure 8 montre la différence de la réponse fréquentielle du haut-parleur 2389 ayant
30 les prises 12, 14 et 16 dans un ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la Figure 7, et la réponse fréquentielle du même haut-parleur lorsqu'il est câblé de manière

classique. Cette courbe montre que l'ensemble de la Figure 7 se comporte comme un filtre passe-haut au-delà de 1 kHz sur ce haut-parleur 2389.

- La Figure 9 montre la réponse fréquentielle de l'impédance et de la phase de l'ensemble à haut-parleur de la Figure 7, montrant qu'elle reste largement plate, l'impédance variant de 5 ohms à 20 Hz jusqu'à 10 ohms à 20 kHz, et la phase restant presque plate, entre 0° et 15° au maximum. Cela signifie que l'ensemble à armature équilibrée sera cette fois encore insensible à l'impédance de sortie.
- 10 La Figure 10 est similaire à la Figure 7, sauf que le premier haut-parleur 2389 a été remplacé par un récepteur 2015 fabriqué par Sonion (marque enregistrée).
- De plus, le schéma électrique diffère en ce que :
- les prises 14 et 24 sont raccordées (au lieu des prises 12 et 22),
 - 15 - les prises 12 et 16 sont court-circuitées (au lieu des prises 14 et 16),
 - la prise 26 est reliée au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage 6,
 - la prise 22 et les prises 12 et 16 court-circuitées sont reliées au câble de signal positif de l'ensemble de câblage 6.
- 20 Il en résulte un filtre passe-bas à la sortie du haut-parleur 2015.

La Figure 11 représente la réponse fréquentielle de l'impédance et de la phase de l'ensemble à haut-parleur de la Figure 10, montrant qu'elle reste principalement plate, l'impédance variant de 5 ohms à 20 Hz jusqu'à 9 ohms à 20 kHz, et la phase restant presque plate, entre 0° et 10° au maximum.

La Figure 12 montre la différence de réponse fréquentielle du haut-parleur 2015 dans un ensemble à armature équilibrée selon la Figure 10 avec le haut-parleur 2015 câblé de manière classique, et la réponse fréquentielle du haut-parleur 2015 dans l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 10. Cette courbe montre que l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 10 se comporte comme un filtre passe-bas en deçà de 1 kHz.

Dans l'ensemble à armature équilibrée de la Figure 13, le premier haut-parleur câblé comme représenté sur la Figure 2 est un haut-parleur 2015, et le deuxième haut-parleur est un haut-parleur 2389. La Figure 13 est similaire à la Figure 10, sauf que :

- la prise 22 est reliée au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage 6,
- 5 - les prises 14 et 24 sont reliées (au lieu des prises 12 et 22),
- les prises 12 et 16 sont court-circuitées ensemble et reliées avec la prise 26 au câble de signal positif de l'ensemble de câblage 6, et
- un condensateur 28 est relié entre le câble de signal positif de l'ensemble de câblage 6 et le fil reliant les prises 14 et 24.

10

Un filtre passe-bande est obtenu en résultat, comme le montre la Figure 14.

La Figure 14 montre les réponses fréquentielles obtenues en sortie du haut-parleur 2015

en utilisant des capacités de valeurs respectives $2 \mu\text{F}$ (courbe la plus haute), $50 \mu\text{F}$

15 (courbe du milieu) et $100 \mu\text{F}$. Ici, le filtre passe-bande est effectif entre 1 kHz et 2 kHz .

La Figure 15 montre la différence de réponse fréquentielle entre la courbe la plus haute et celle du milieu, ce qui présente l'effet de la valeur de la capacité sur la pente du filtre passe-bas.

20

La Figure 16 montre que ce filtre est obtenu tout en maintenant l'impédance globalement plate (entre 5 ohms à 20 Hz et 7 ohms à 20 kHz), et une phase plate (entre 0° et 10°), ce qui signifie que, là encore, l'ensemble à armature équilibrée sera insensible à l'impédance de sortie.

25

Les Figures 17 et 18 montrent d'autres schémas génériques qui ont permis de réaliser un filtre passe-haut.

Sur la Figure 17:

- 30 - la prise 22 est reliée au câble de signal positif de l'ensemble de câblage 6,
- la prise 26 est raccordée à la prise 12, avec un condensateur 28 en série entre elles,
- la prise 24 est reliée au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage 6, et

- les prises 14 et 16 sont court-circuitées ensembles et reliées au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage 6.

La Figure 18 est identique à la Figure 7, sauf qu'un condensateur 28 a été mis en série
5 entre les prises 12 et 22 raccordées entre elles.

Les mesures de la Demanderesse ont montré qu'un filtre passe-haut est réalisé au niveau du haut-parleur ayant les prises 12, 14 et 16 des ensembles à armature équilibrée des Figures 17 et 18.

10

La Figure 19 montre un autre schéma générique, qui a permis de réaliser un filtre passe-bas.

Sur la Figure 19 :

- 15 - les prises 26 et 14 sont reliées au fil de l'ensemble de câblage 6 correspondant au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage 6,
 - la prise 22 est reliée au câble de signal positif de l'ensemble de câblage 6,
 - les prises 12 et 16 sont court-circuitées entre elles et la prise 24 est reliée en série avec un condensateur 28 à ce court-circuit, et
- 20 - les prises 12 et 16 sont reliées en série avec une résistance 30 au câble de signal positif de l'ensemble de câblage 6.

Les mesures de la Demanderesse ont montré qu'un filtre passe-bas est réalisé au niveau du haut-parleur ayant les prises 12, 14 et 16 dans l'ensemble à armature équilibrée de la
25 Figure 19.

D'autres câblages d'armature équilibrée peuvent être envisagés en combinant un ou plusieurs des schémas décrits plus haut, et en introduisant une ou plusieurs résistances ou condensateurs en série avec la prise positive ou négative du premier ou du deuxième
30 haut-parleur, ou en court-circuitant la prise centrale et la prise négative du premier haut-parleur au lieu de la prise positive et de la prise centrale.

Ce qui est décrit ici par court-circuit peut être réalisé de fait en court-circitant les prises par soudure d'un fil, ou en fabriquant un haut-parleur incorporant directement ce court-circuit.

Revendications

1. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée, comprenant un premier haut-parleur à armature équilibrée ayant une armature entourée par une bobine, ledit premier haut-parleur à armature équilibrée ayant deux prises pour relier des points d'extrémité respectifs (12,14) de ladite bobine à un ensemble de câblage (6) ayant un câble de signal positif et un câble de signal négatif, dans lequel la bobine comprend en outre un point intermédiaire (16) qui est relié électriquement à l'un desdits points d'extrémité respectifs (12,14) de telle sorte que la bobine est court-circuitée (16) entre ledit point intermédiaire et ledit un desdits points d'extrémité respectifs (12,14).
5
2. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 1, comprenant en outre un deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant une armature entourée par une bobine, ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant trois prises pour relier des points d'extrémité respectifs (22, 24) de ladite bobine et/ou un point intermédiaire (26) à l'ensemble de câblage (6), dans lequel ledit premier haut-parleur à armature équilibrée et ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée sont câblés de telle sorte qu'un filtre passe-haut est réalisé au niveau de la sortie du premier haut-parleur à armature équilibrée.
15
20
3. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 2, dans lequel le point intermédiaire (16) du premier haut-parleur à armature équilibrée est relié électriquement au point d'extrémité (14) qui est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage (6).
25
4. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 3, dans lequel l'autre point d'extrémité (12) du premier haut-parleur à armature équilibrée est raccordé à un point d'extrémité (22) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée, dans lequel le point intermédiaire (26) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de
30

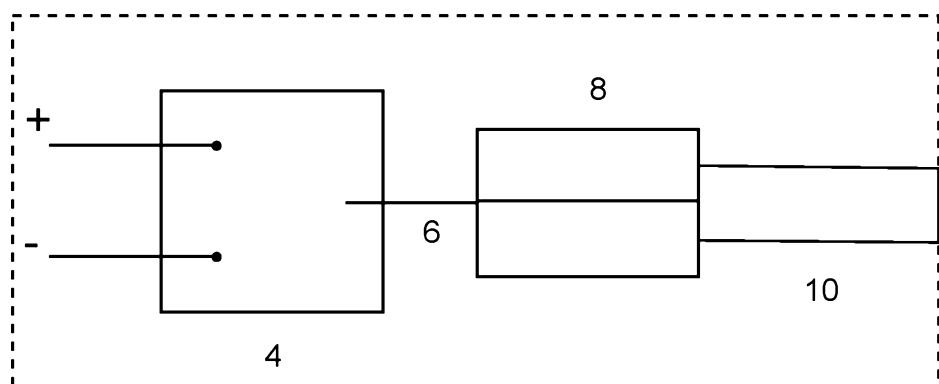
câblage (6), et dans lequel l'autre point d'extrémité (24) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6).

- 5 5. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 4, comprenant en outre un condensateur (28) placé en série entre l'autre point d'extrémité (12) du premier haut-parleur à armature équilibrée et le point d'extrémité (22) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée.
- 10 6. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 3, dans lequel l'autre point d'extrémité (12) du premier haut-parleur à armature équilibrée est raccordé au point intermédiaire (26) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée avec un condensateur (28) placé en série entre eux, dans lequel un point d'extrémité (24) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage (6), et dans lequel l'autre point d'extrémité (22) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6).
- 15 7. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 1, comprenant en outre un deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant une armature entourée par une bobine, ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant trois prises pour relier des points d'extrémité respectifs (22, 24) de ladite bobine et/ou un point intermédiaire (26) à l'ensemble de câblage (6), dans lequel ledit premier haut-parleur à armature équilibrée et ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée sont câblés de telle sorte qu'un filtre passe-bas est réalisé au niveau de la sortie du premier haut-parleur à armature équilibrée.
- 20 8. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 7, dans lequel le point intermédiaire (16) du premier haut-parleur à armature équilibrée est relié électriquement au point d'extrémité (12) qui est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6).
- 25
- 30

9. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 8, dans lequel l'autre point d'extrémité (14) du premier haut-parleur à armature équilibrée est relié à un point d'extrémité (24) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée, dans lequel l'autre point d'extrémité (22) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6), et dans lequel le point intermédiaire (26) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage (6).
10. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 8, dans lequel l'autre point d'extrémité (14) du premier haut-parleur à armature équilibrée et le point intermédiaire (26) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée sont reliés au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage (6), dans lequel un point d'extrémité (22) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6), et dans lequel l'autre point d'extrémité (24) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est relié en série avec un condensateur (28) au point intermédiaire (16) du premier haut-parleur à armature équilibrée et au point d'extrémité (22) qui est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6), une résistance (30) étant en outre placée en série entre le câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6) et le point intermédiaire (16) du premier haut-parleur à armature équilibrée.
11. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 1, comprenant en outre un deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant une armature entourée par une bobine, ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée ayant trois prises pour relier des points d'extrémité respectifs (12,14) de ladite bobine et/ou un point intermédiaire (16) à l'ensemble de câblage (6), dans lequel ledit premier haut-parleur à armature équilibrée et ledit deuxième haut-parleur à armature équilibrée sont câblés de telle sorte qu'un filtre passe-bande est réalisé au niveau de la sortie du premier haut-parleur à armature équilibrée.

12. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon la revendication 11, dans lequel un point d'extrémité (22) du deuxième haut-parleur est relié au câble de signal négatif de l'ensemble de câblage (6), dans lequel le point intermédiaire (16) du premier haut-parleur est relié électriquement au point d'extrémité (12) qui est relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6), dans lequel le point intermédiaire (26) du deuxième haut-parleur à armature équilibrée est en outre relié au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6), et dans lequel les autres points d'extrémité (14, 24) du premier haut-parleur et du deuxième haut-parleur sont raccordés ensemble et sont reliés au câble de signal positif de l'ensemble de câblage (6) avec un condensateur (28) placé en série.
- 10
13. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel le premier haut-parleur a trois prises chacune reliée à l'un des points d'extrémité respectifs de la bobine et au point intermédiaire, et dans lequel la connexion électrique telle que la bobine est court-circuitée (16) entre ledit point intermédiaire et ledit un desdits points d'extrémité respectifs (12, 14) est réalisée par câblage électrique des prises correspondantes.
- 15
14. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel le premier haut-parleur a deux prises chacune reliée à l'un des points d'extrémité respectifs de la bobine, et dans lequel la connexion électrique de telle sorte que la bobine est court-circuitée (16) entre ledit point intermédiaire et ledit un desdits points d'extrémité respectifs (12, 14) est réalisée de manière interne à la bobine.
- 20
15. Ensemble à haut-parleur à armature équilibrée selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un circuit d'entrée (4) pour un signal d'entrée, le câble de signal positif et le câble de signal négatif de l'ensemble de câblage (6) étant respectivement couplés à une sortie positive et à une sortie négative du circuit d'entrée (4).
- 30

1/7



2

Fig.1

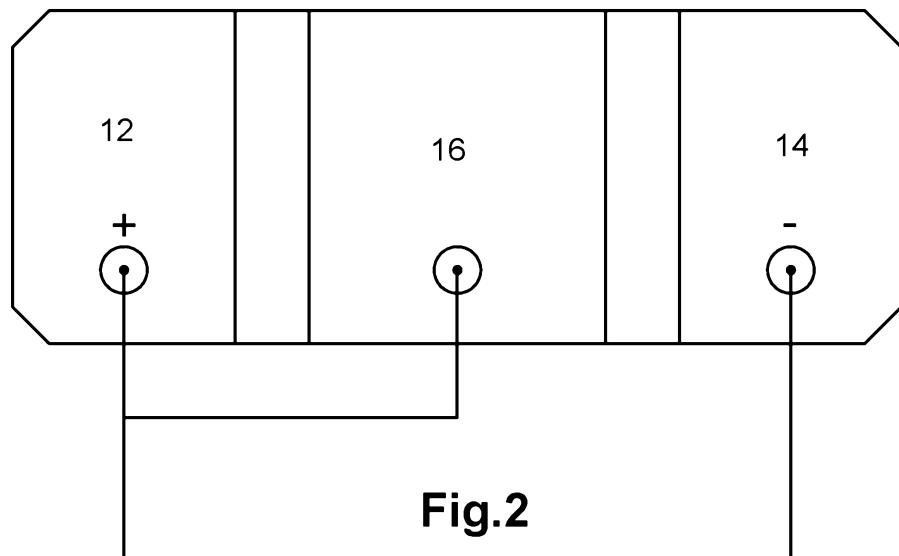


Fig.2

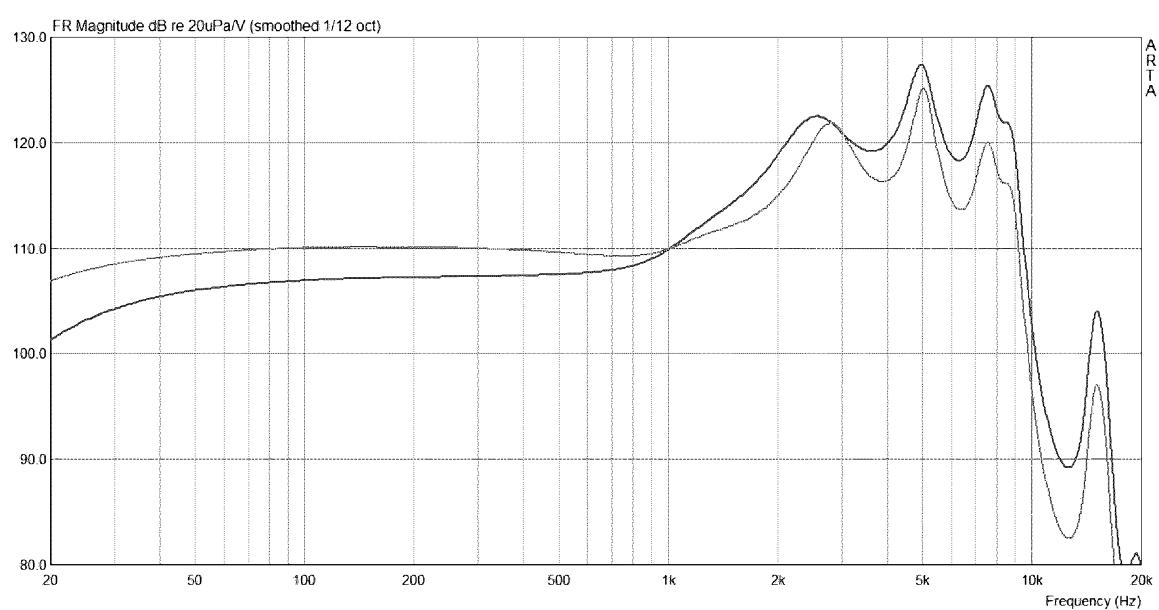


Fig.3

2/7

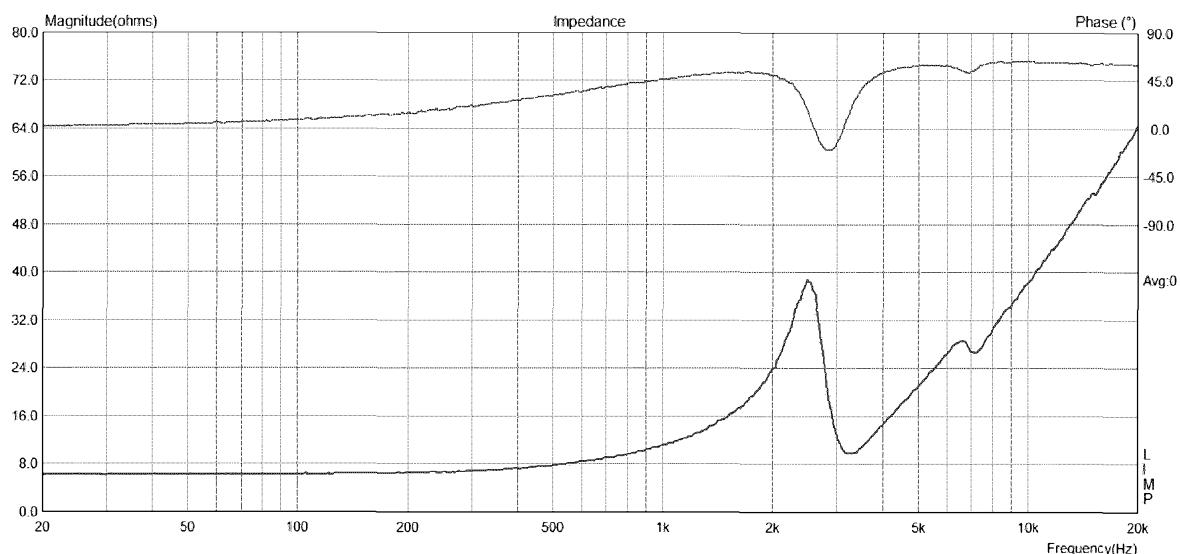


Fig.4

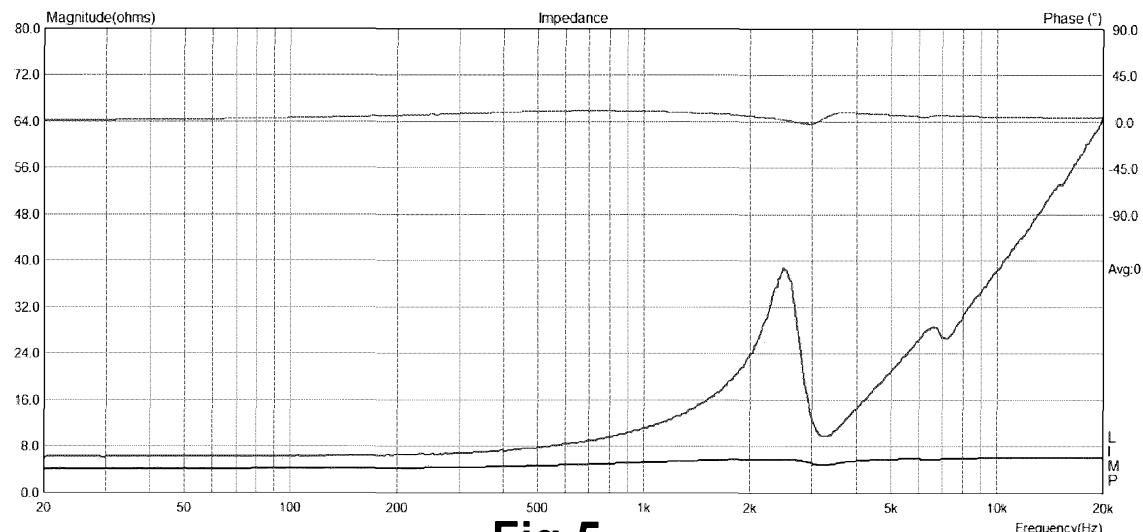


Fig.5

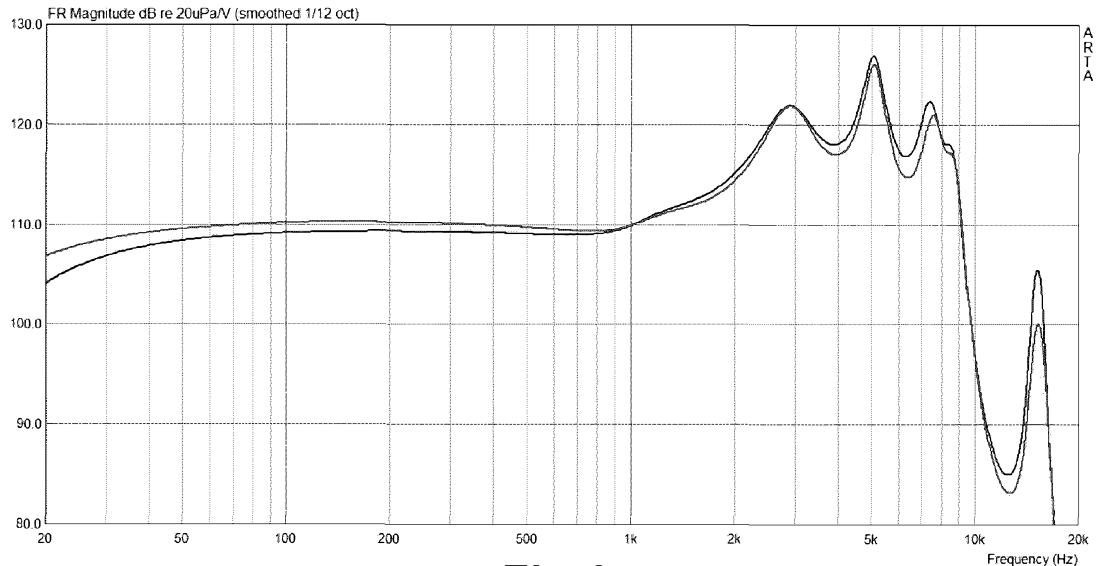


Fig.6

3/7

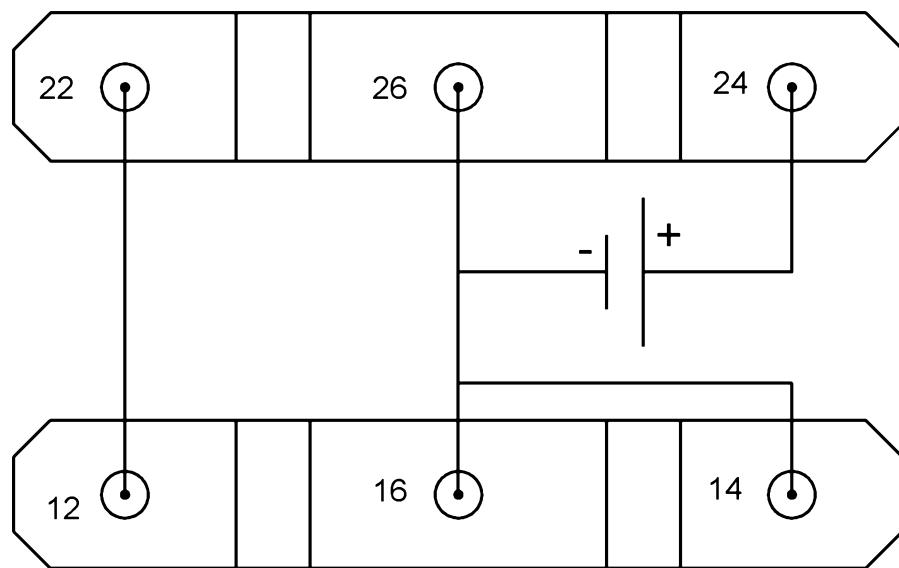
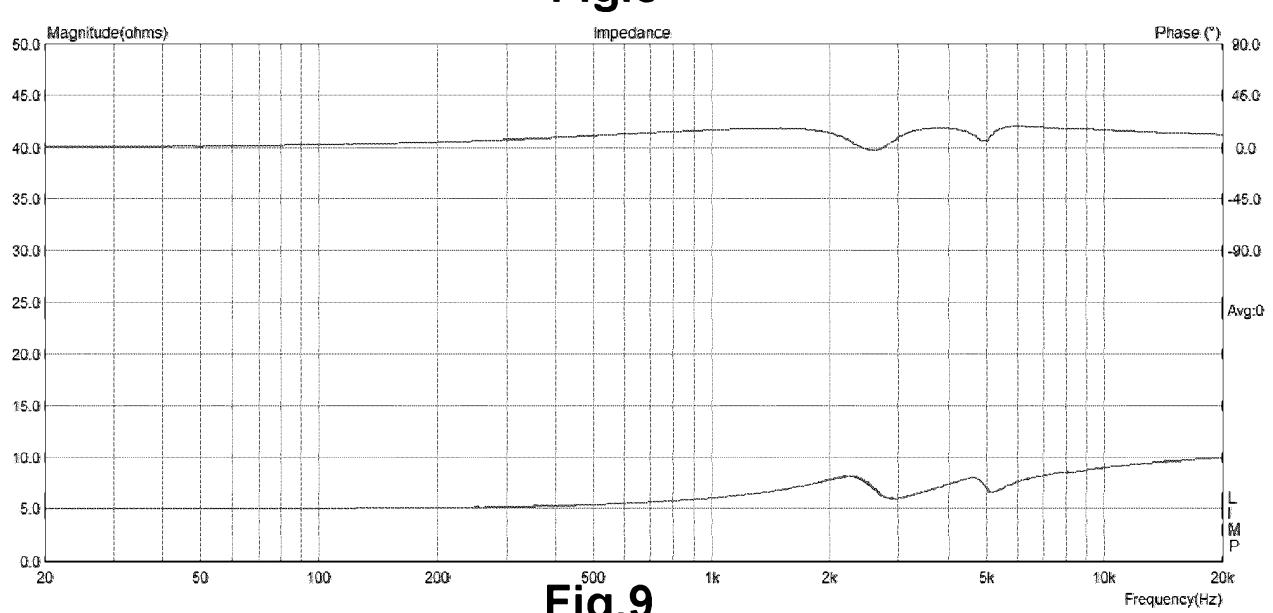
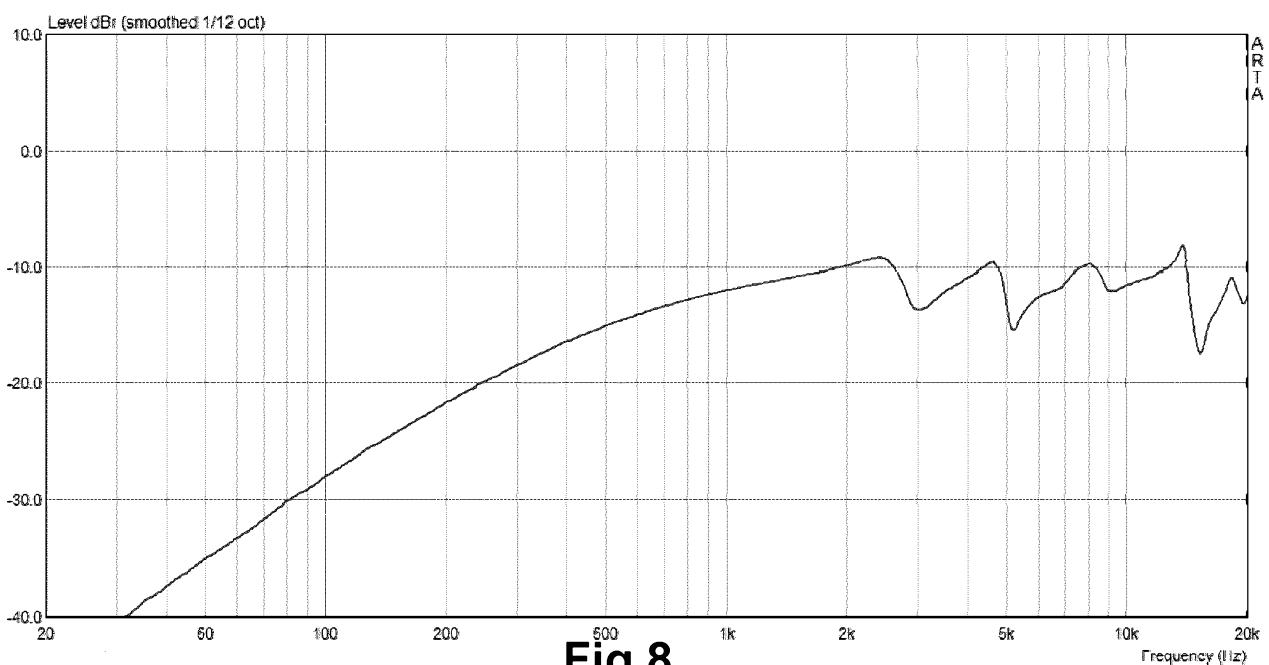


Fig.7



4/7

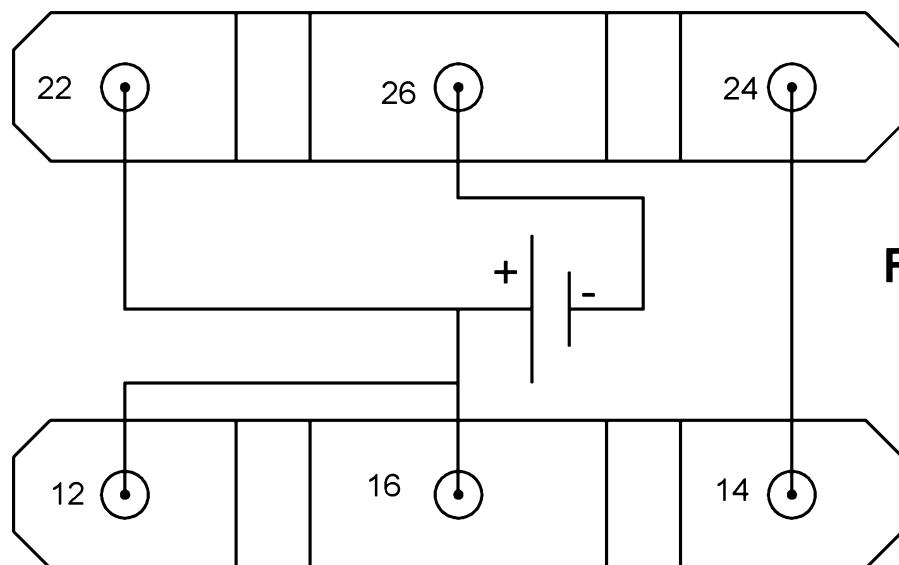


Fig.10

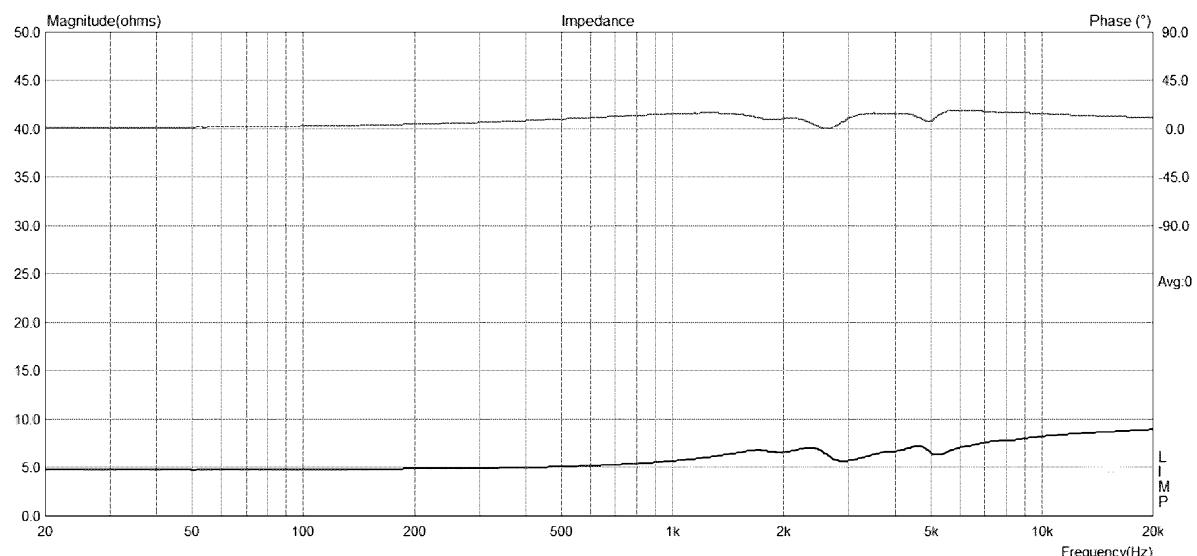


Fig.11

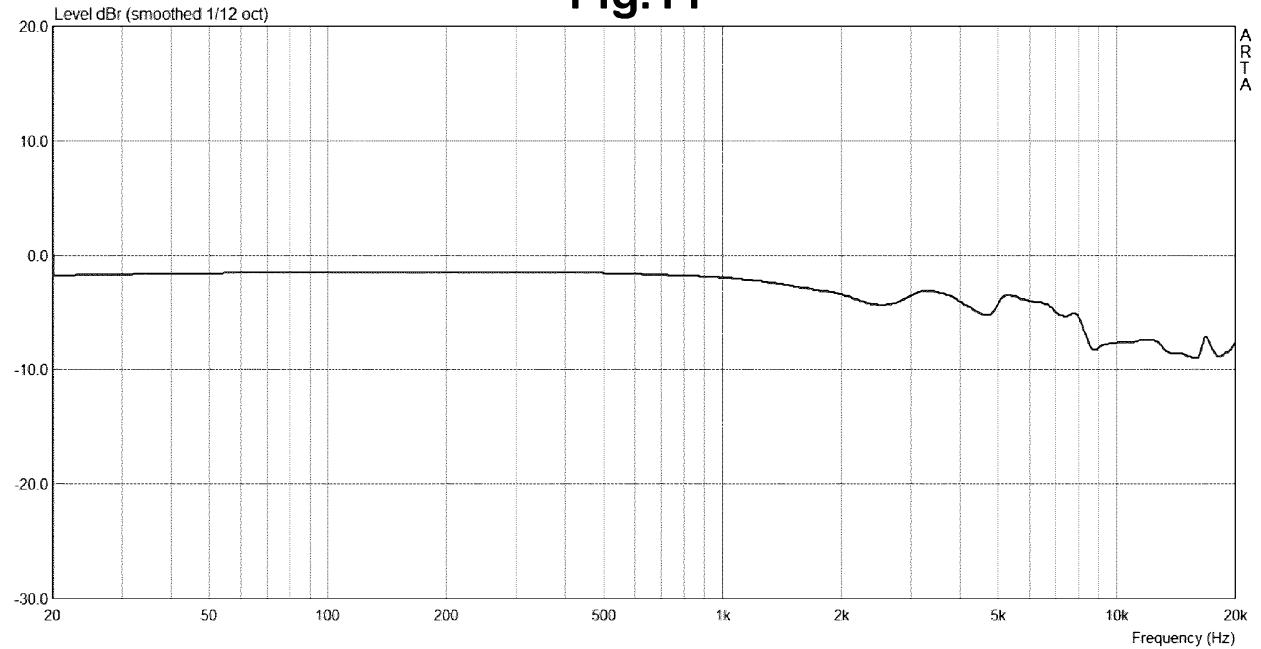


Fig.12

5/7

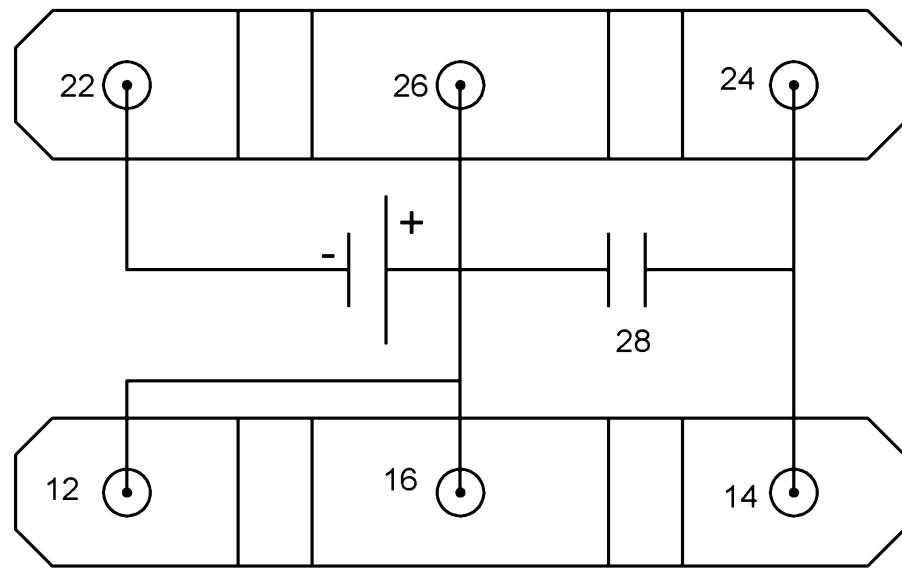


Fig.13

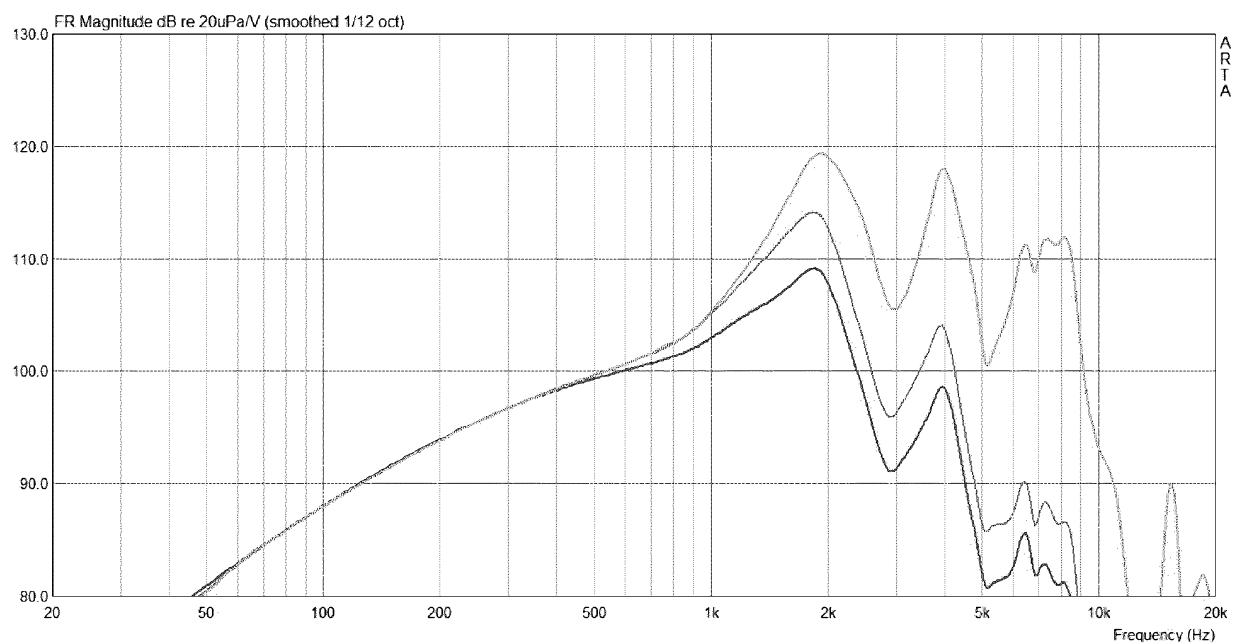
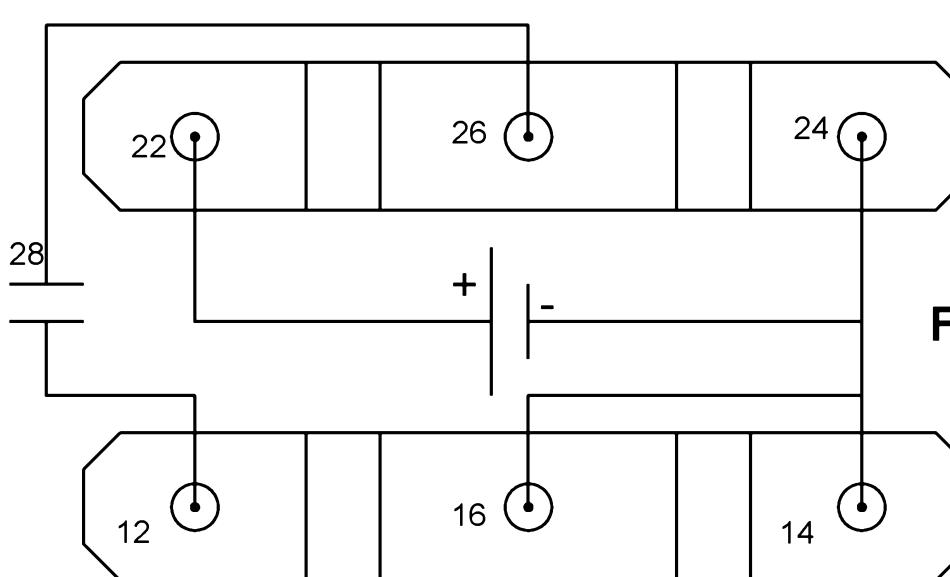
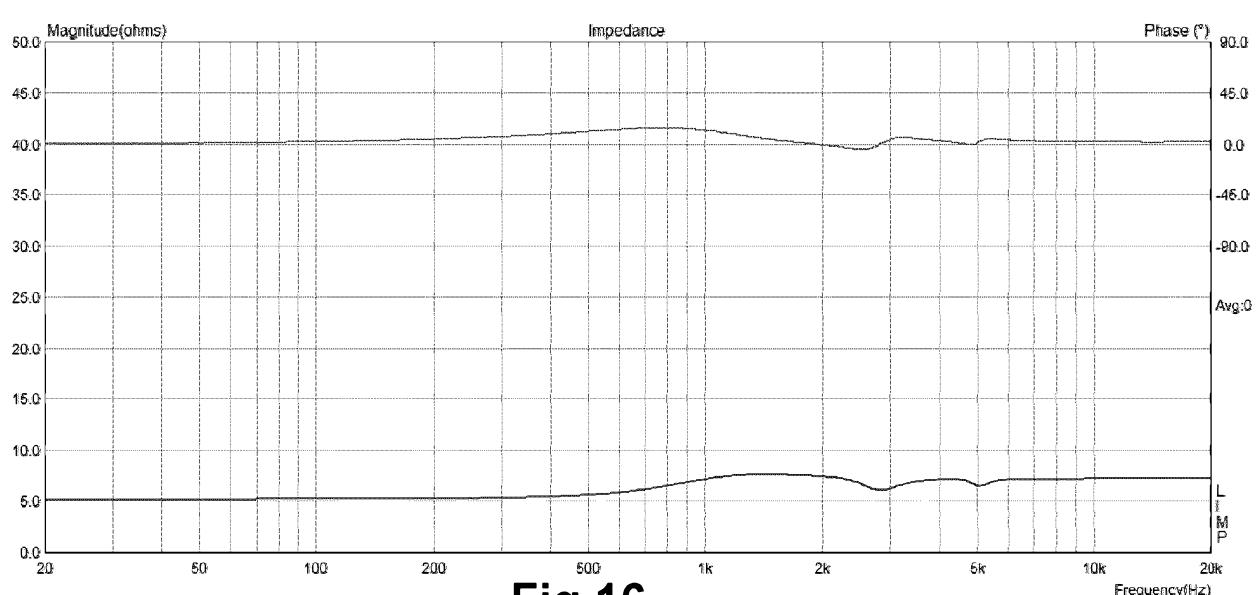
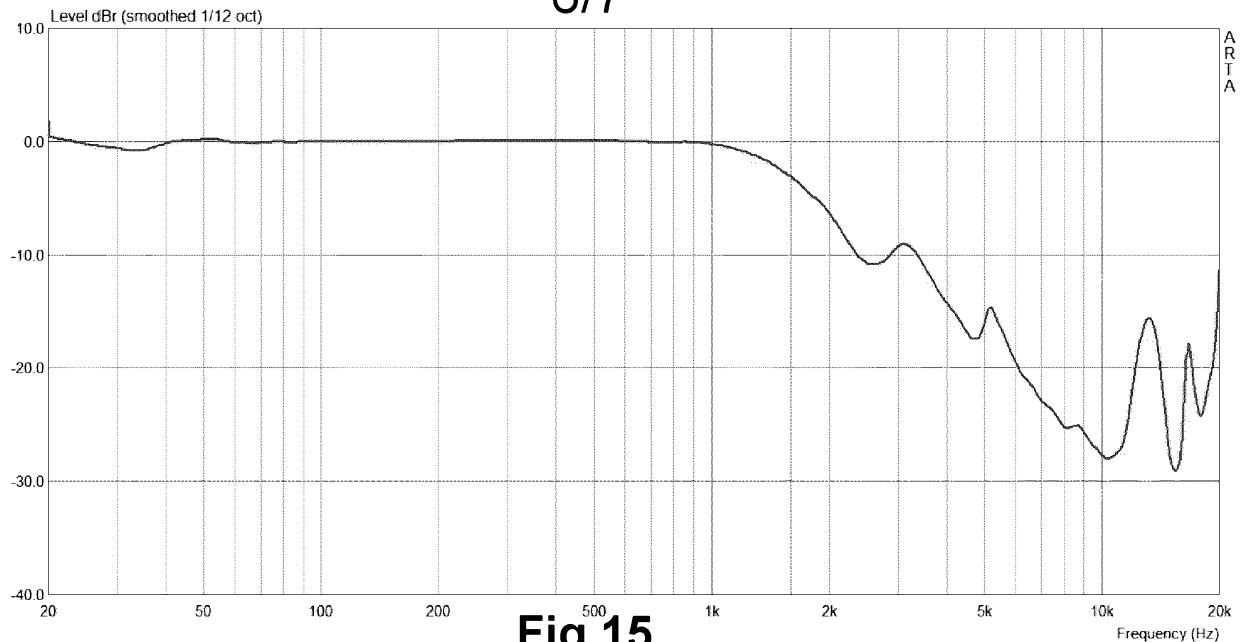
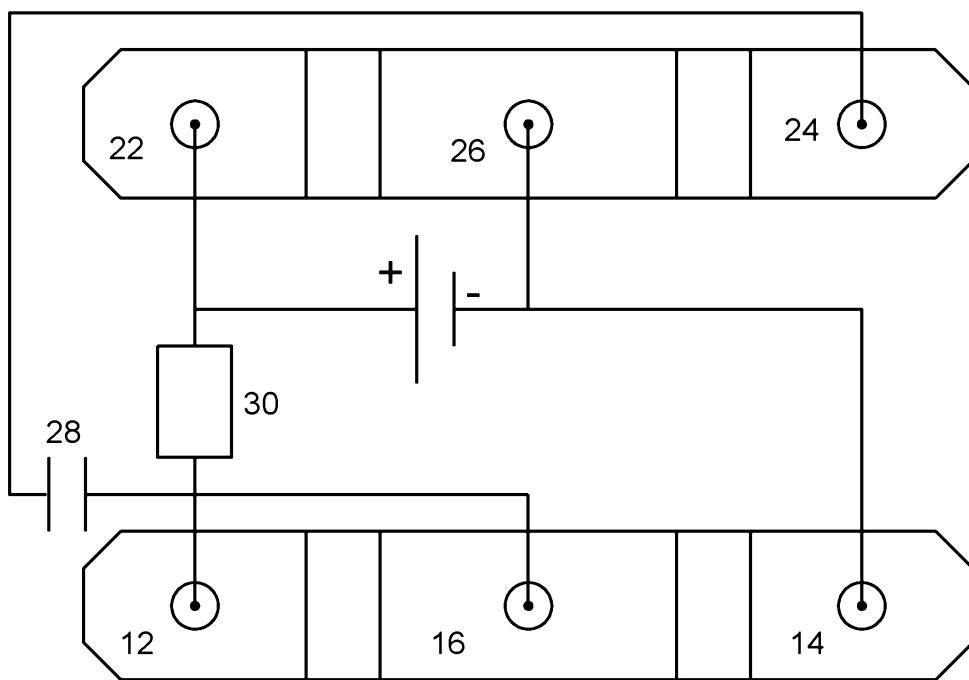
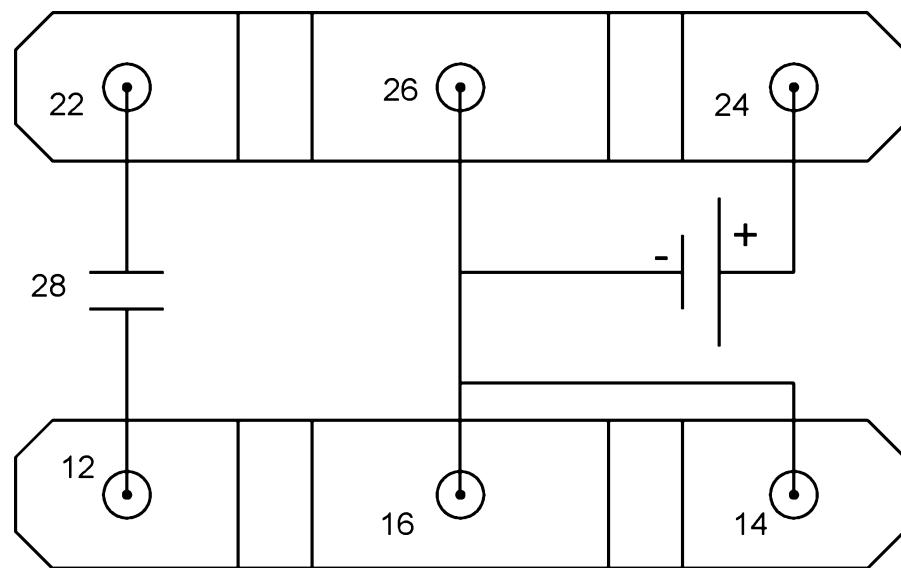


Fig.14

6/7





RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

Sonian: "Data Sheet Receiver 2389", , 20 janvier 2015 (2015-01-20), XP055358331, Extrait de l'Internet: URL:<http://www.sonion.com/wp/wp-content/uploads/2389-3002874.pdf> [extrait le 2017-03-23]

US 2 380 869 A (QUAM JAMES P) 31 juillet 1945 (1945-07-31)

JP 2011 040933 A (AUDIO TECHNICA KK) 24 février 2011 (2011-02-24)

US 2012/008814 A1 (ALWICKER MICHAEL JOSEPH [US] ET AL) 12 janvier 2012 (2012-01-12)

US 2006/008110 A1 (VAN HALTEREN AART Z [NL]) 12 janvier 2006 (2006-01-12)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT