

(19)



(11)

EP 2 777 299 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
05.01.2022 Bulletin 2022/01

(51) Int Cl.:
G10K 11/00 (2006.01) H04R 3/00 (2006.01)
H04R 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **12783212.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2012/071948

(22) Date de dépôt: **06.11.2012**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2013/068359 (16.05.2013 Gazette 2013/20)

(54) **PROCÉDÉ DE RÉDUCTION DE VIBRATIONS PARASITES D'UN ENVIRONNEMENT D'UN HAUT-PARLEUR ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT ASSOCIÉ**

VERFAHREN ZUR REDUKTION PARASITISCHER VIBRATIONEN IN EINER UMGEBUNG EINES LAUTSPRECHERS UND DAZU GEEIGNETE VORRICHTUNG.

METHOD OF REDUCING PARASITIC VIBRATIONS IN AN ENVIRONMENT OF A LOUDSPEAKER AND APPARATUS SUITABLE THEREFOR.

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

- **ESNAULT, Thomas**
F-75019 Paris (FR)
- **SENIERES, Alexandre**
F-75002 Paris (FR)

(30) Priorité: **07.11.2011 FR 1160116**

(74) Mandataire: **Ipside**
29, rue de Lisbonne
75008 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:
17.09.2014 Bulletin 2014/38

(73) Titulaire: **Arkamys**
75017 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A2- 1 915 026 WO-A1-00/57673
JP-A- 2011 082 960 US-A- 6 111 960
US-A1- 2002 150 255 US-A1- 2008 175 409

(72) Inventeurs:
• **AMADU, Frédéric**
F-77500 Chelles (FR)

EP 2 777 299 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] Dans le domaine de l'acoustique des véhicules, les vibrations parasites audibles et indésirables des structures (panneaux de portes, feuilles d'étanchéités, tableau de bord) et des divers objets (câbles, visserie) couplés avec les haut-parleurs de façon mécanique et/ou acoustique sont appelées « rattling noise » ou « rattle noise », ce qu'on peut traduire par « bruit de grelot » ou « bruit de coup ». Les éléments couplés de manière mécanique et/ou acoustique appartiennent à ce qu'on appelle l'environnement du haut-parleur dans la suite du document.

[0002] Ce phénomène apparaît principalement quand les haut-parleurs émettent des basses fréquences audibles. Le bruit ressemble à des coups donnés dans les structures, ou à des vibrations de petits objets prisonniers des structures. Habituellement, pour réduire ce bruit, on peut :

- découpler mécaniquement les structures et les haut-parleurs, en intercalant des « silent blocs », des pièces de mousses ou des entretoises,
- découpler mécaniquement les structures entre elles, en insérant des blocs de mousse ou en réduisant les liens mécaniques aux jonctions,
- changer les propriétés mécaniques des structures, raideur masse et frottement, pour déplacer les fréquences de résonnance de certains modes
- retirer les objets qui sont mis en vibration par le champ sonore du haut-parleur, et qui peuvent se trouver en contact avec des surfaces et faire du bruit.

[0003] Le document US 2002 015255 décrit un procédé dit de « compensation des basses » applicable à un haut-parleur dont les dimensions sont trop faibles pour reproduire les basses fréquences. Ce procédé vise à produire un son riche en basse sans distorsion dudit son par le haut-parleur lui-même.

[0004] Le document WO 00/57673 décrit que des signaux audio de basse fréquence peuvent gêner des voisins de l'auditeur, et, afin de palier à ce problème, il existe des filtres à élimination de bande, mais l'élimination des signaux audio dans la bande de fréquence diminue la qualité de la perception pour l'auditeur. Le document propose de résoudre ce problème au moyen d'une combinaison d'un filtre à élimination et un générateur d'harmoniques.

[0005] L'invention concerne un procédé de réduction du « rattle noise » permettant de conserver la perception des basses fréquences du signal à diffuser ainsi que le dispositif de traitement associé.

[0006] L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine des appareils de diffusion sonore, tels que les télévisions numériques, les autoradios, ou les lecteurs de type MP3.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0007] Lorsqu'un haut-parleur fonctionne dans une certaine bande de fréquences inférieure à sa fréquence de coupure, des objets situés dans l'environnement auquel il est intégré, sont susceptibles d'entrer en vibration, ce qui génère des sons désagréables à l'oreille (le « rattle noise » précité). Cette bande de fréquence est appelée dans ce document « bande fréquentielle vibratoire ». On note également que la fréquence de coupure d'un haut-parleur dépend des caractéristiques intrinsèques du haut-parleur.

[0008] Une méthode connue pour éviter ce phénomène de vibrations est de supprimer, dans le signal à diffuser, la bande fréquentielle vibratoire engendrant les vibrations non désirées. Toutefois, l'inconvénient d'une telle méthode est qu'elle supprime du contenu basse fréquence de l'œuvre originale, ce qui en modifie sa perception par l'auditeur.

OBJET DE L'INVENTION

[0009] L'invention a pour but de remédier à cet inconvénient en proposant un procédé réduisant ou supprimant les vibrations parasites d'un objet dans l'environnement d'un haut-parleur tout en permettant de conserver la perception des basses fréquences du signal sonore original.

[0010] A cet effet, préalablement à la suppression de la bande fréquentielle vibratoire, des harmoniques issues de la partie basse fréquence du signal original sont générées et introduites dans la partie du signal sonore restituable par le haut-parleur. De cette manière, l'auditeur percevra, par reconstruction sonore faite par le cerveau, le son de la partie basse fréquence supprimée.

[0011] L'invention concerne donc un procédé de réduction de vibrations parasites dans l'environnement d'un haut-parleur tout en permettant de conserver la perception des basses d'un signal électrique de son, selon la revendication 1.

[0012] Selon une mise en oeuvre, le procédé comporte l'étape de décaler fréquentiellement des raies du spectre fréquentiel du signal d'harmoniques, de sorte que certaines harmoniques situées en dessous de la fréquence de coupure du haut-parleur sont décalées au-delà de ladite fréquence de coupure du haut-parleur pour une diffusion par le haut-parleur.

[0013] Selon une mise en oeuvre, le procédé comporte l'étape de compresser la dynamique de la partie basse fréquence du signal recombinaison après en avoir supprimé la bande fréquentielle vibratoire, de manière à augmenter la puissance perçue des raies spectrales du signal recombinaison situées autour de la bande fréquentielle vibratoire.

[0014] Selon une mise en oeuvre, le procédé comporte l'étape de générer plusieurs signaux d'harmoniques et de combiner les signaux d'harmoniques pour obtenir un signal dit signal global d'harmoniques, ce signal d'har-

moniques global étant combiné avec le signal sonore original pour obtenir le signal recombinaison.

[0015] Facultativement, dans cette dernière mise en œuvre, le procédé comporte l'étape de générer au moins un signal d'harmoniques à partir d'un signal d'harmoniques préalablement généré à partir de la bande basses fréquences du signal sonore original.

[0016] Selon une mise en œuvre, pour générer les harmoniques contenues dans le signal d'harmoniques, le procédé comporte une étape de supprimer ou de redresser temporellement la partie négative du signal de la bande basses fréquences et une étape de suppression de la composante continue ainsi créée.

[0017] L'invention concerne en outre un dispositif de traitement d'un signal sonore caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0018] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention. Elles montrent :

Figure 1 : une représentation schématique des blocs fréquentiels du dispositif de traitement selon l'invention ;

Figure 2 : une représentation schématique des blocs fréquentiels d'une variante de réalisation du dispositif de traitement selon l'invention suivant laquelle sont générés plusieurs types d'harmoniques ;

Figure 3 : une représentation schématique du profil du filtre réjecteur utilisé pour extraire la bande fréquentielle vibratoire du signal sonore à diffuser par le haut-parleur.

[0019] Les éléments identiques, similaires ou analogues conservent la même référence d'une figure à l'autre.

DESCRIPTION D'UN EXEMPLE DE REALISATION DE L'INVENTION

[0020] La Figure 1 montre un dispositif 1 réalisant un traitement sur un signal électrique de son dit signal sonore original S1. Le dispositif 1 permet de réduire le phénomène de vibration d'un environnement d'un haut-parleur tout en permettant de conserver la perception des basses fréquences du signal S1. Ce signal S1 peut être par exemple un signal de son droit ou gauche d'un signal stéréophonique. Un traitement analogue est réalisé sur l'autre signal du signal stéréophonique. Le dispositif 1 peut être intégré notamment à une télévision numérique, un autoradio, ou un lecteur de type MP3.

[0021] A cet effet, le dispositif 1 comporte un ensemble A de blocs fonctionnels assurant la génération et l'introduction d'harmoniques à l'intérieur du signal original S1 à partir d'une partie basse fréquences dudit signal original S1 ainsi qu'un ensemble B de blocs assurant l'extraction de la bande basse fréquence du signal sonore original générant des vibrations de l'environnement du haut-parleur, dite « bande fréquentielle vibratoire ». Cette bande fréquentielle vibratoire est identifiée par l'opérateur en appliquant au haut-parleur un signal à fréquence variable et en identifiant la bande de fréquences pour laquelle il perçoit « à l'oreille » des vibrations de l'environnement du haut-parleur. Cette bande vibratoire est située en dessous de la fréquence de coupure f_c du haut-parleur.

[0022] Plus précisément, l'ensemble A comporte un filtre passe-bas FLP1 appliqué au signal original S1 de manière à obtenir un signal S2 sonore original basse fréquence. Dans un exemple, la fréquence de coupure du filtre FLP1 est proche de la fréquence de coupure f_c du haut-parleur HP qui est de l'ordre de 100Hz.

[0023] Le signal S2 est ensuite appliqué en entrée d'un module H1 permettant de générer en sortie un signal S3 d'harmoniques. Les harmoniques contenues dans le signal S3 sont des multiples des fréquences du signal S2 sonore basse fréquence. Dans un exemple, on conserve uniquement les harmoniques de rang 1 et 2. Pour générer ces harmoniques, le module H1 supprime par exemple la partie négative du signal temporel S3 (module H1 dit « Half Wave rectifier » en anglais) ou redresse la partie négative du signal temporel S2 (module H1 dit « Full Wave rectifier »). Par « redresser », on entend multiplier par -1 les valeurs en gain négatives du signal sonore basse fréquence S2 sous forme temporel. Ensuite la composante continue ainsi créée est supprimée à l'aide d'un filtre passe haut dont la fréquence de coupure est très basse (de l'ordre de 20Hz).

[0024] Le signal S3 est appliqué en entrée d'un module D1 assurant un décalage fréquentiel des raies du spectre fréquentiel du signal d'harmoniques S3, de sorte que certaines harmoniques situées en dessous de la fréquence de coupure f_c du haut-parleur HP sont décalées au-delà de ladite fréquence de coupure f_c du haut-parleur. A cet effet, la fréquence de chacune des raies spectrales du signal S3 est multipliée par N entier, N valant de préférence 2. On garantit ainsi que la majorité des harmoniques générées seront situées dans la bande de fonctionnement optimale du haut-parleur HP. Au préalable, le signal S3 aura été de préférence égalisé à l'aide du module E1. On rappelle qu'en traitement du son, l'égalisation consiste à atténuer ou à accentuer une ou plusieurs bandes de fréquences composant le signal sonore.

[0025] Le signal d'harmonique ainsi décalé, référencé S4 sur les figures, est ensuite filtré au moyen d'un filtre passe-bas FLP'1 de manière à obtenir un signal S5 dit signal d'harmoniques réduit. Le filtre FLP'1 permet ainsi de supprimer les harmoniques dans la partie haute fréquence du signal S4 inutile à la restitution du signal de

basse. Dans un exemple, la fréquence de coupure du filtre passe-bas FLP'1 est supérieure à la fréquence de coupure f_c du haut-parleur HP. La fréquence de coupure de FLP'1 est comprise entre $2 \cdot f_c$ et $4 \cdot f_c$ ou est exactement égale à une de ces valeurs limites.

[0026] Après avoir été retardé par un module T à retard et le cas échéant égalisé par le module E2, le signal original S1 est appliqué, avec le signal S5 de préférence égalisé par le module E3 en entrée d'un dispositif C1 de combinaison. Dans un exemple, la combinaison des signaux consiste en une addition, échantillons par échantillons des signaux appliqués en entrée du dispositif C1. On note que le retard T appliqué correspond au temps de traitement du signal S1 par les modules FLP1, H1, E1, D1 et FLP'1. Ce retard T est par exemple de l'ordre de 10 échantillons.

[0027] On obtient en sortie du dispositif C1 un signal S6, dit signal recombinaison, traité ensuite par l'ensemble B assurant notamment la suppression de la bande fréquentielle vibratoire du signal sonore à diffuser.

[0028] Plus précisément, l'ensemble B comporte un filtre passe-haut FHPa et un filtre passe-bas FLPa appliqués au signal S6 de manière à obtenir respectivement un signal S7 recombinaison haute fréquence et un signal S8 recombinaison basse fréquence. Les fréquences de coupure des filtres FLPa et FHPa sont de préférence identiques. Ces fréquences de coupures sont choisies proches à la fréquence de coupure f_c du haut-parleur HP.

[0029] Un filtre réjecteur Frej est appliqué sur le signal S8 recombinaison basse fréquence de manière à supprimer la bande fréquentielle vibratoire du signal S8. Ce filtre Frej dont le profil en traits discontinus est montré sur la Figure 3 présente les caractéristiques suivantes : une fréquence centrale f_0 , un gain d'atténuation H et un coefficient de qualité Q correspondant sensiblement à la largeur de la bande coupée. Ces valeurs sont bien entendu adaptées en fonction de l'amplitude de la bande fréquentielle vibratoire ainsi que de la largeur de cette bande fréquentielle vibratoire. Dans un exemple de réalisation, $f_0 = 60\text{Hz}$, $H = -12\text{dB}$, $Q = 5$ pour une bande fréquentielle vibratoire de l'ordre de 58 à 63Hz. En variante, le filtre réjecteur Frej est remplacé par un filtre passe-haut.

[0030] Le signal S9 obtenu en sortie du filtre réjecteur Frej est appliqué en entrée d'un module L1 apte à compresser le signal S9. La compression du signal S9 consiste à réduire la dynamique du signal basse fréquence, contenant des harmoniques générées, de manière à en augmenter la puissance perçue. A cet effet, les harmoniques situées autour de la bande fréquentielle vibratoire sont augmentées. Dans un exemple de réalisation, la dynamique du signal basse fréquence est comprimée de 12dB.

[0031] Le signal S10 comprimé obtenu en sortie du module L1 et le signal S7 recombinaison haute fréquence sont appliqués en entrée d'un module C2 de combinaison, tel qu'un sommateur. Préalablement à son application en entrée du module C2, le signal S10 est de préférence égalisé à l'aide d'un module E4. Dans un exemple,

la combinaison des signaux réalisée par le module C2 consiste, comme pour le module C1, en une addition, échantillons par échantillons des signaux appliqués en entrée du dispositif C2. Le signal sonore S11 obtenu en sortie du module C2 est un signal sonore appliqué en entrée du haut-parleur HP pour sa diffusion.

[0032] On note que les harmoniques obtenues à partir de la partie basse fréquence du signal S1 et introduites dans le signal sonore vont permettre à l'auditeur de percevoir les sons basses fréquences du signal original malgré la suppression d'une partie de ces sons (la bande fréquentielle vibratoire) tout en évitant la vibration de l'environnement du haut-parleur HP.

[0033] En variante, le module D1 de décalage fréquentiel peut être positionné en amont du module de génération d'harmonique, comme montré par la flèche pointillée.

[0034] La Figure 2 montre une réalisation du dispositif de traitement suivant laquelle sont générés plusieurs types d'harmoniques.

[0035] A cet effet, plusieurs modules H1-HN associés à des filtres passe-bas FLP1-FLPN sont branchés en parallèle ou en série les uns des autres. Les signaux issus des filtres passe-bas FLP1-FLP4 sont respectivement référencés S2, S2', S2'', S2'''. Les signaux d'harmoniques obtenus en sortie des modules H1-H4 sont respectivement référencés S3, S3', S3'', S3'''...

[0036] Dans le cas de deux systèmes de génération d'harmoniques H3 et H4 branchés en série, le signal d'harmoniques S3''' du module H4 branché en aval est obtenu à partir du signal d'harmoniques S3'' généré par le module H3 branché en amont.

[0037] Dans le cas où plusieurs systèmes H1-HN de génération d'harmoniques sont utilisés, les modules H1-HN mettent de préférence en œuvre différentes méthodes de génération d'harmoniques ou à tout le moins présentent, pour une même méthode, des paramètres de réglage différents les uns des autres.

[0038] Les signaux S3, S3', S3'', S3''' issus des systèmes de génération d'harmoniques H1-H4 sont appliqués en entrée d'un dispositif C3 de combinaison des signaux tels qu'un sommateur réalisant des opérations d'addition identiques à celles des sommateurs C1 et C2. De préférence, les signaux S3, S3', S3'', S3''' obtenus en sortie des systèmes H1-HN de génération d'harmoniques sont égalisés à l'aide de modules E1, E5, E6, E7 préalablement à leur application en entrée du dispositif C3 de combinaison. On obtient en sortie du dispositif C3 un signal S3g dit signal global d'harmoniques.

[0039] Les étapes de traitement subséquentes effectuées sur le signal S3g obtenu en sortie du dispositif de combinaison C3 sont identiques aux étapes de traitement réalisées sur le signal S3 issu du module H1 de la Figure 1. Autrement dit, mis à part l'augmentation du nombre de modules H1-HN de génération d'harmoniques, le reste du dispositif 1 demeure inchangé par rapport à celui représenté sur la Figure 1.

Revendications

1. Procédé de réduction de vibrations parasite d'un environnement d'un haut-parleur tout en permettant de conserver la perception des basses d'un signal (S1) électrique de son, dit signal sonore original, destiné à être diffusé après traitement par ledit haut-parleur (HP) ayant une fréquence de coupure (fc),

le procédé comportant les étapes suivantes :

- identifier une bande de fréquences faisant entrer l'environnement du haut-parleur (HP) en vibrations, dite bande fréquentielle vibratoire,
- isoler une bande (S2) basses fréquences du signal (S1) sonore original ayant comme borne haute une fréquence proche de la fréquence de coupure (fc) du haut-parleur (HP),
- générer au moins un signal d'harmoniques (S3) à partir de la bande basses fréquences (S2) du signal (S3) sonore original isolée, et
- combiner le signal (S1) sonore original et le signal (S3) d'harmoniques pour obtenir un signal recombinaison (S6),

le procédé **caractérisé en ce qu'il** comporte l'étape de:

- supprimer la bande fréquentielle vibratoire d'une bande basse fréquence du signal recombinaison (S6) au moyen d'un filtre passe-bas (FLPa) puis d'un filtre réjecteur (Frej) puis combiner le signal obtenu (S9), après compression dudit signal obtenu (S9), avec un signal recombinaison hautes fréquences (S7) obtenu à partir du signal recombinaison (S6) au moyen d'un filtre passe-haut (FHPa) pour obtenir un signal diffusable par le haut-parleur (HP).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte l'étape de décaler fréquentiellement des raies du spectre fréquentiel du signal d'harmoniques (S3), de sorte que certaines harmoniques situées en dessous de la fréquence de coupure (fc) du haut-parleur (HP) sont décalées au-delà de ladite fréquence de coupure (fc) du haut-parleur (HP) pour une diffusion par le haut-parleur.
3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** comporte l'étape de compresser la dynamique de la partie basse fréquence du signal recombinaison (S6) après en avoir supprimé la bande fréquentielle vibratoire, de manière à augmenter la puissance perçue des raies spectrales du signal recombinaison (S6) situées autour de la bande fréquen-

tielle vibratoire.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte l'étape de générer plusieurs signaux (S3, S3', S3'', S3''') d'harmoniques et de combiner les signaux d'harmoniques pour obtenir un signal dit signal global d'harmoniques (S3g), ce signal d'harmoniques global (S3g) étant combiné avec le signal sonore original pour obtenir le signal recombinaison (S6).
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'il** comporte l'étape de générer au moins un signal (S3''') d'harmoniques à partir d'un signal d'harmoniques (S3'') préalablement généré à partir de la bande basses fréquences (S2) du signal sonore original (S1).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** pour générer les harmoniques contenues dans le signal d'harmoniques (S3, S3', S3'', S3'''), il comporte l'étape de supprimer ou de redresser temporellement la partie négative du signal de la bande basses fréquences et une étape de suppression de la composante continue ainsi créée.
7. Dispositif de traitement d'un signal sonore **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens adaptés pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 6.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verringerung parasitärer Schwingungen einer Umgebung eines Lautsprechers unter Ermöglichung der Beibehaltung der Wahrnehmung der Bässe eines elektrischen Signals (S1) eines Schalls, Original-Schallsignal genannt, das dazu bestimmt ist, nach Verarbeitung durch den Lautsprecher (HP), der eine Grenzfrequenz (fc) aufweist, ausgestrahlt zu werden, wobei das Verfahren die folgenden Schritte beinhaltet:
- Identifizieren eines Bandes an Frequenzen, welches die Umgebung eines Lautsprechers (HP) an Schwingungen eintreten lässt, welches Schwingungsfrequenzband genannt wird,
 - Isolieren eines Bandes (S2) an Niederfrequenzen aus dem Original-Schallsignal (S1), das als obere Grenze eine Frequenz nahe der Grenzfrequenz (fc) des Lautsprechers (HP) aufweist,
 - Erzeugen mindestens eines Oberschwingungssignals (S3) ausgehend von dem Band an Niederfrequenzen (S2) des isolierten Original-Schallsignals (S3), und

- Kombinieren des Original-Schallsignals (S1) und des Oberschwingungssignals (S3), um ein rekombinantes Signal (S6) zu erhalten, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es den folgenden Schritt beinhaltet:
- Löschen des Schwingungsfrequenzbandes aus einem Niederfrequenzband des rekombinanten Signals (S6) anhand eines Tiefpassfilters (FLPa), danach eines Sperrfilters (Frej), danach Kombinieren des erhaltenen Signals (S9), nach dem Komprimieren des erhaltenen Signals (S9), mit einem rekombinanten Signal (S7) an Hochfrequenzen, das aus dem rekombinanten Signal (S6) anhand eines Hochpassfilters (FHPa) erhalten wird, um ein durch den Lautsprecher (HP) ausstrahlbares Signal zu erhalten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es den Schritt der Frequenzverschiebung der Linien des Frequenzspektrums des Oberschwingungssignals (S3) derart beinhaltet, dass bestimmte Obertöne, die sich unterhalb der Grenzfrequenz (f_c) des Lautsprechers (HP) befinden, über die Grenzfrequenz (f_c) des Lautsprechers (HP) hinaus für eine Ausstrahlung durch den Lautsprecher versetzt werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es den Schritt des Komprimierens des Dynamikbereichs des Niederfrequenzteils des rekombinanten Signals (S6) beinhaltet, nachdem daraus das Schwingungsfrequenzband herausgelöscht worden ist, um die wahrgenommene Leistung der Spektrallinien des rekombinanten Signals (S6), die sich um das Schwingungsfrequenzband herum befinden, zu erhöhen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es den Schritt des Erzeugens von mehreren Oberschwingungssignalen (S3, S3', S3'', S3''') und des Kombinierens der Oberschwingungssignale beinhaltet, um ein globales Oberschwingungssignal (S3g) genanntes Signal zu erhalten, wobei dieses globale Oberschwingungssignal (S3g) mit dem Original-Schallsignal kombiniert wird, um das rekombinante Signal (S6) zu erhalten.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es den Schritt des Erzeugens von mindestens einem Oberschwingungssignal (S3''') ausgehend von einem zuvor erzeugten Oberschwingungssignal (S3'') aus dem Band von Niederfrequenzen (S2) des Original-Schallsignals (S1) beinhaltet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zum Erzeugen der in dem Oberschwingungssignal (S3, S3', S3'', S3''') enthaltenen Oberschwingungen den Schritt des Löschens oder des vorübergehenden Aufrichtens des negativen Teils des Signals des Bandes an Niederfrequenzen und einen Schritt des Entferns der so erstellten Gleichkomponente beinhaltet.
7. Vorrichtung zur Verarbeitung eines Schallsignals, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel beinhaltet, die zur Umsetzung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 angepasst sind.

Claims

1. Method for reducing parasitic vibrations of a loudspeaker environment while allowing to maintain the perception of the low frequencies of an electric sound signal (S1), called original sound signal, intended to be broadcast after processing by said loudspeaker (HP) having a cut-off frequency (f_c),

the method including the following steps:

- identifying a frequency band that causes the environment of the loudspeaker (HP) to vibrate, called vibration frequency band,
- isolating a low frequency band (S2) of the original sound signal (S1) having as upper limit a frequency close to the cut-off frequency (f_c) of the loudspeaker (HP),
- generating at least one harmonic signal (S3) from the isolated low frequency band (S2) of the original sound signal (S3), and
- combining the original sound signal (S1) and the harmonic signal (S3) to obtain a recombined signal (S6),

the method **characterised in that** it includes the step of:

- removing the vibration frequency band of a low frequency band from the recombined signal (S6) by means of a lowpass filter (FLPa) and subsequently a rejection filter (Frej), then combining the signal (S9) obtained, after compression of said signal (S9) obtained, with a highfrequency recombined signal (S7) obtained from the recombined signal (S6) by means of a high-pass filter (FHPa) to obtain a signal that can be broadcast by the loudspeaker (HP) .

2. Method according to claim 1, **characterised in that** it includes the step of frequently offsetting lines of the frequency spectrum of the harmonic signal (S3),

so that some harmonics located below the cut-off frequency (fc) of the loudspeaker (HP) are offset beyond said cut-off frequency (fc) of the loudspeaker (HP) for broadcast by the loudspeaker.

5

3. Method according to claims 1 or 2, **characterised in that** it includes the step of compressing the dynamic of the low frequency portion of the recombined signal (S6) after having removed the vibration frequency band, in such a way as to increase the perceived power of the spectral lines of the recombined signal (S6) located around the vibration frequency band.

10

4. Method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** it includes the step of generating a plurality of harmonic signals (S3, S3', S3'', S3''') and combining the harmonic signals to obtain a signal called global harmonic signal (S3g), this global harmonic signal (S3g) being combined with the original sound signal to obtain the recombined signal (S6).

15

20

5. Method according to claim 4, **characterised in that** it includes the step of generating at least one harmonic signal (S3''') from a harmonic signal (S3'') previously generated from the low frequency band (S2) of the original sound signal (S1).

25

6. Method according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** to generate the harmonics contained in the harmonic signals (S3, S3', S3'', S3'''), it includes the step of removing or of temporarily correcting the negative portion of the signal of the low frequency band and a step of removing the continuous component thus created.

30

35

7. Device for processing a sound signal **characterised in that** it includes means adapted to implement the method according to one of claims 1 to 6.

40

45

50

55

1

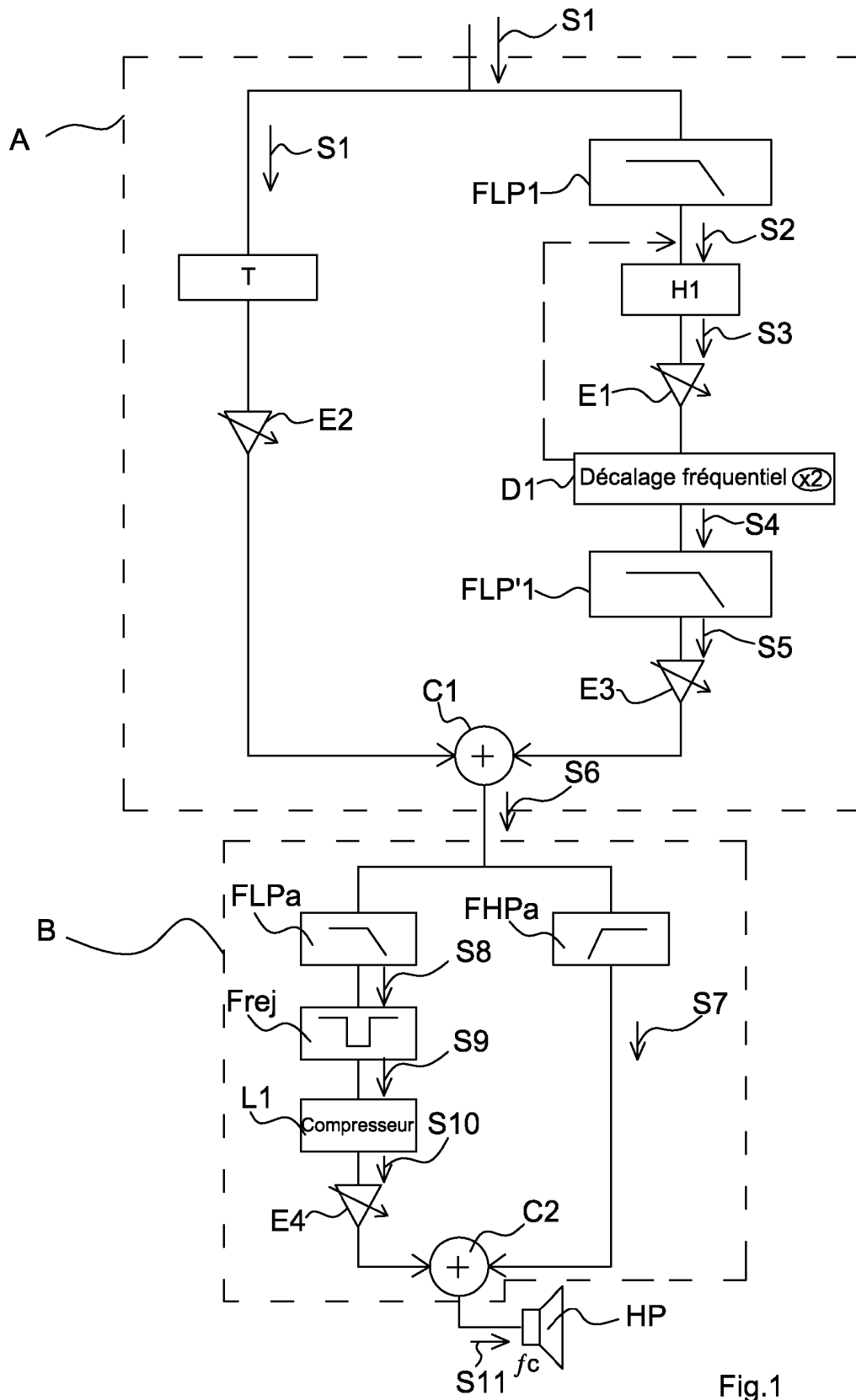
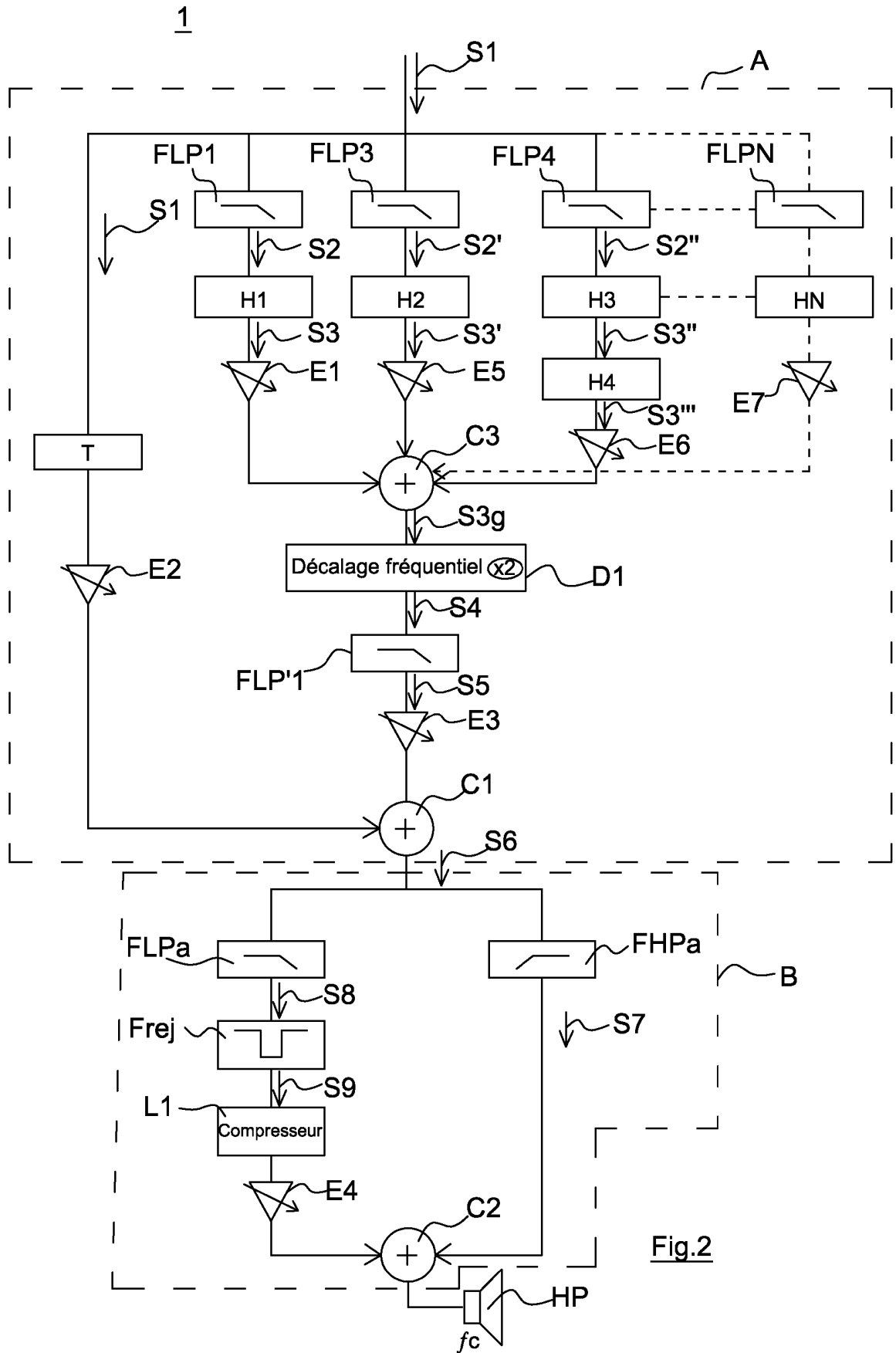


Fig.1



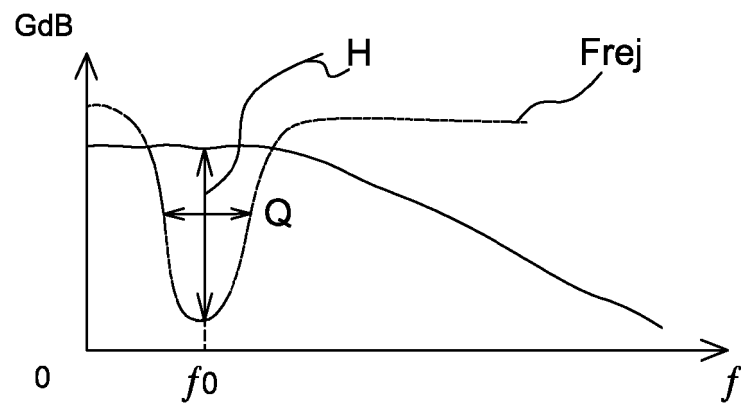


Fig.3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2002015255 A [0003]
- WO 0057673 A [0004]