



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
12.10.2022 Bulletin 2022/41

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H04R 29/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22167041.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H04R 29/001; H04R 29/005

(22) Date de dépôt: **06.04.2022**

(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**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **DELPLACE, Stéphane**
92500 RUEIL MALMAISON (FR)
• **BOURGOIN, Gilles**
92500 RUEIL MALMAISON (FR)
• **BERGER, Jérôme**
92500 RUEIL MALMAISON (FR)

(30) Priorité: **09.04.2021 FR 2103681**

(74) Mandataire: **Lavaud, Thomas et al**
Cabinet Boettcher
16, rue Médéric
75017 Paris (FR)

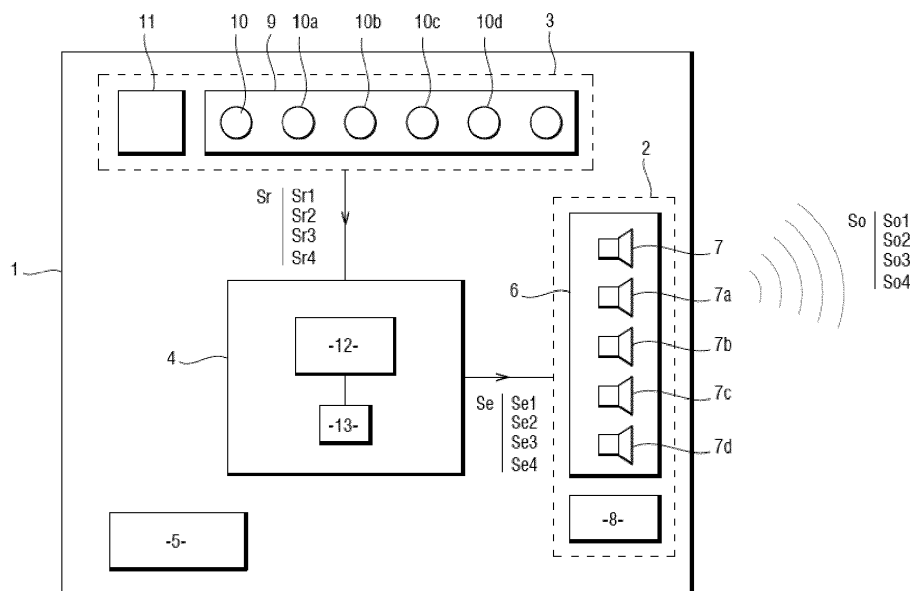
(71) Demandeur: **SAGEMCOM BROADBAND SAS**
92500 Rueil-Malmaison (FR)

(54) **PROCEDE D'AUTO-DIAGNOSTIC D'UN EQUIPEMENT DE RESTITUTION AUDIO**

(57) Procédé d'auto-diagnostic mis en œuvre dans un équipement de restitution audio (1) comportant une unité de restitution audio (2) comprenant au moins un haut-parleur (7) et une unité de capture audio (3) comprenant au moins un microphone (10), le procédé d'auto-diagnostic comportant les étapes de :
- acquérir ou produire des signaux audio de test émis (Se) et les diffuser via le ou les haut-parleurs (7) qui gé-

nèrent alors des signaux sonores de test (So) ;
- acquérir des signaux audio de test reçus (Sr) produits par le ou les microphones (10) et résultant d'une réception par le ou les microphones (10) des signaux sonores de test ;
- analyser les signaux audio de test reçus pour établir un premier diagnostic de l'unité de restitution audio (2) et un deuxième diagnostic de l'unité de capture audio (3).

Fig. 1



Description

[0001] L'invention concerne le domaine des équipements de restitution audio comprenant des haut-parleurs et des microphones.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0002] Il existe aujourd'hui un grand nombre d'équipements électroniques qui comprennent à la fois des haut-parleurs pour restituer des signaux audio, mais aussi des microphones pour capturer des signaux sonores. Parmi ces équipements, on trouve par exemple des enceintes connectées qui peuvent être utilisées pour mettre en œuvre des procédés de reconnaissance vocale.

[0003] Actuellement, lorsque l'utilisateur d'un tel équipement constate que son équipement présente un défaut acoustique, l'utilisateur n'a pas d'autre choix que de rapporter ou de renvoyer l'équipement au vendeur ou au Service Après-Vente du fabricant. L'équipement est alors testé par le Service Après-Vente qui, si cela est possible (et si cela est nécessaire), répare et/ou effectue une recalibration acoustique de l'équipement pour le rendre à nouveau opérationnel.

[0004] Cette solution est contraignante pour l'utilisateur car elle nécessite que l'équipement soit toujours sous garantie. Par ailleurs, l'utilisateur doit non seulement s'occuper du renvoi de l'équipement mais est de plus privé de son équipement pendant une certaine durée (sauf si le vendeur a proposé un remplacement immédiat lorsque le défaut acoustique a été signalé).

[0005] Cette solution est aussi contraignante pour le fabricant. En effet, il est fréquent que des défauts acoustiques proviennent non pas de l'équipement lui-même mais de la manière dont il est installé chez l'utilisateur. De plus, certains défauts acoustiques peuvent être réglés par une recalibration acoustique qui pourrait parfaitement être réalisée chez l'utilisateur. Le renvoi de l'équipement par l'utilisateur et les opérations qui en découlent sont donc souvent inutilement lourdes et coûteuses pour le fabricant.

OBJET DE L'INVENTION

[0006] L'invention a pour objet de réduire, pour l'utilisateur et le fabricant, les contraintes résultant de la survenue d'un défaut acoustique dans un équipement de restitution audio.

RESUME DE L'INVENTION

[0007] En vue de la réalisation de ce but, on propose un procédé d'auto-diagnostic mis en œuvre dans un équipement de restitution audio comportant une unité de restitution audio comprenant au moins un haut-parleur et une unité de capture audio comprenant au moins un microphone, le procédé d'auto-diagnostic comportant les étapes de :

- acquérir ou produire des signaux audio de test émis et les diffuser via le ou les haut-parleurs qui génèrent alors des signaux sonores de test ;
- acquérir des signaux audio de test reçus produits par le ou les microphones et résultant d'une réception par le ou les microphones des signaux sonores de test ;
- analyser les signaux audio de test reçus pour établir un premier diagnostic de l'unité de restitution audio et un deuxième diagnostic de l'unité de capture audio.

[0008] L'équipement de restitution audio peut donc mettre en œuvre un premier diagnostic de l'unité de restitution audio qui utilise l'ensemble de microphones, et un deuxième diagnostic de l'unité de capture audio qui utilise l'ensemble de haut-parleurs. Cet auto-diagnostic mutuel et complet est entièrement réalisé par l'équipement de restitution audio, de manière autonome, et ne nécessite donc pas d'équipements externes (tels qu'un banc de test). L'équipement de restitution audio peut ainsi corriger lui-même certains défauts acoustiques, par exemple en effectuant une recalibration acoustique ou en demandant à l'utilisateur de modifier le positionnement de l'équipement de restitution audio. On limite ainsi les retours au vendeur ou au fabricant des équipements de restitution audio. En cas de défaillance irrémédiable, l'auto-diagnostic permet de mieux cibler l'origine du défaut pour améliorer sa prise en charge.

[0009] Le procédé d'auto-diagnostic selon l'invention limite donc les contraintes, pour l'utilisateur et le fabricant, qui résultent de la survenue d'un défaut acoustique dans l'équipement de restitution audio.

[0010] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, dans lequel les signaux audio de test émis comprennent un premier signal émis diffusé par au moins un premier haut-parleur, et dans lequel les signaux audio de test reçus comprennent au moins un premier signal reçu produit par au moins un premier microphone, l'analyse comprenant l'étape de vérifier que le premier signal émis est bien présent dans le premier signal reçu.

[0011] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, comprenant l'étape de détecter une défaillance irrémédiable du premier haut-parleur si le premier signal émis n'est pas présent dans le premier signal reçu.

[0012] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, comprenant les étapes, si le premier signal émis est bien présent dans le premier signal reçu, de détecter un signal de bruit résiduel présent aussi dans le premier signal reçu, de vérifier si le signal de bruit résiduel a une fréquence supérieure à une fréquence prédéfinie et un niveau supérieur à un niveau prédéfini, la fréquence prédéfinie étant supérieure à une fréquence du premier signal émis et, si c'est le cas, de détecter un défaut d'étanchéité d'une enceinte acoustique de l'équipement de restitution audio intégrant le pre-

mier haut-parleur.

[0013] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, dans lequel le premier signal émis comprend un premier signal sinusoïdal ayant une fréquence inférieure à 100Hz.

[0014] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, dans lequel les signaux audio de test émis comprennent un deuxième signal émis diffusé par au moins un deuxième haut-parleur, et dans lequel les signaux audio de test reçus comprennent au moins un deuxième signal reçu produit par au moins un deuxième microphone, le deuxième signal émis comportant une succession de deuxième signaux sinusoïdaux présentant des deuxième fréquences distinctes et formant un balayage en fréquence, l'analyse comprenant les étapes, pour chaque deuxième signal sinusoïdal, de réaliser des mesures d'un niveau d'une fondamentale et de niveaux d'harmoniques du deuxième signal audio reçu, et de détecter un défaut acoustique du deuxième haut-parleur à partir desdites mesures.

[0015] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, comprenant l'étape de calculer un rapport entre une somme des niveaux des harmoniques et le niveau de la fondamentale, et de détecter le défaut acoustique à partir dudit rapport.

[0016] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, dans lequel les harmoniques sont les cinq premiers harmoniques du deuxième signal reçu, et dans lequel le défaut détecté est un défaut interne au deuxième haut-parleur.

[0017] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, dans lequel les harmoniques sont les harmoniques de rangs supérieurs à dix du deuxième signal reçu, et dans lequel le défaut détecté est un défaut de vibration se manifestant par la présence de premiers niveaux de vibration trop élevés à des premières fréquences de vibration.

[0018] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, comprenant les étapes, si un défaut de vibration est détecté, de demander à un utilisateur de déplacer l'équipement de restitution audio, puis d'émettre à nouveau le deuxième signal émis et d'analyser à nouveau le deuxième signal reçu pour évaluer des deuxième niveaux de vibration à des deuxième fréquences de vibration, puis de comparer les premiers niveaux de vibration avec les deuxième niveaux de vibration, et/ou les premières fréquences de vibration avec les deuxième fréquences de vibration, afin de déterminer si le défaut détecté provient d'un positionnement de l'équipement de restitution audio ou d'un défaut interne à l'équipement de restitution audio.

[0019] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, dans lequel les signaux audio de test émis comprennent un troisième signal émis diffusé par au moins un troisième haut-parleur, et dans lequel les signaux audio de test reçus comprennent au moins un troisième signal reçu courant produit par au moins un troisième microphone, l'analyse comprenant

les étapes de comparer le troisième signal reçu courant avec au moins un troisième signal reçu précédent qui a été précédemment enregistré, de détecter un défaut acoustique à partir de résultats de ladite comparaison, et d'effectuer une recalibration acoustique de l'équipement de restitution audio pour corriger ledit défaut acoustique.

[0020] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, dans lequel la recalibration acoustique comprend une modification de l'égalisation audio d'une voie audio intégrant le troisième haut-parleur.

[0021] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, dans lequel les signaux audio de test émis comprennent un quatrième signal émis diffusé via au moins un quatrième haut-parleur qui émet ainsi un signal sonore, le procédé d'auto-diagnostic comprenant l'étape de vérifier que le signal sonore a bien été reçu par des microphones testés.

[0022] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, comprenant l'étape, si au moins un premier microphone testé a bien reçu le signal sonore et si au moins un deuxième microphone testé n'a pas reçu le signal sonore, de détecter une défaillance irrémédiable du deuxième microphone testé.

[0023] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, comprenant l'étape, si aucun des microphones testés n'a reçu le signal sonore, de demander à un utilisateur de l'équipement de restitution audio s'il a entendu le signal sonore et :

- si ce n'est pas le cas, de détecter une défaillance irrémédiable du quatrième haut-parleur ;
- si c'est le cas, de détecter une défaillance irrémédiable des microphones testés.

[0024] On propose aussi un procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit, comprenant en outre les étapes, avant de demander à l'utilisateur s'il a entendu le signal sonore, d'émettre à nouveau le signal sonore en utilisant un cinquième haut-parleur différent du quatrième haut-parleur, et de détecter une défaillance irrémédiable du quatrième haut-parleur si le signal sonore est cette fois bien reçu par au moins un des microphones testés.

[0025] On propose aussi un équipement de restitution audio, comportant un composant de traitement, une unité de restitution audio comprenant au moins un haut-parleur, et une unité de capture audio comprenant au moins un microphone, le procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit étant mis en œuvre dans le composant de traitement.

[0026] On propose aussi un équipement de restitution audio tel que précédemment décrit, l'équipement de restitution audio étant une enceinte connectée.

[0027] On propose aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui conduisent le composant de traitement de l'équipement de restitution audio

tel que précédemment décrit à exécuter les étapes du procédé d'auto-diagnostic tel que précédemment décrit.

[0028] On propose aussi un support d'enregistrement lisible par ordinateur, sur lequel est enregistré le programme d'ordinateur tel que précédemment décrit.

[0029] L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit d'un mode de mise en œuvre particulier non limitatif de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0030] Il sera fait référence aux dessins annexés parmi lesquels :

[Fig. 1] la figure 1 représente une enceinte connectée dans laquelle est mis en œuvre le procédé d'auto-diagnostic selon l'invention ;

[Fig. 2] la figure 2 représente des étapes d'un premier diagnostic ;

[Fig. 3] la figure 3 représente des étapes d'un procédé de décision préalable à la mise en œuvre d'une phase de recalibration acoustique ;

[Fig. 4] la figure 4 représente des étapes d'un deuxième diagnostic.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0031] En référence à la figure 1, l'invention est ici mise en œuvre dans un équipement de restitution audio qui est en l'occurrence une enceinte connectée 1.

[0032] L'enceinte connectée 1 comprend une unité de restitution audio 2, une unité de capture audio 3, un module de traitement 4 et un module de communication 5.

[0033] L'unité de restitution audio 2 comporte un ensemble de haut-parleurs 6 comprenant au moins un, en l'occurrence une pluralité de haut-parleurs 7 intégrés dans une enceinte acoustique, ainsi que des composants électroniques 8 agencés pour traiter et transmettre des signaux audio émis aux haut-parleurs 7 qui les restituent en générant des signaux sonores. Les composants électroniques 8 comprennent notamment des amplificateurs. Les composants électroniques 8 forment plusieurs voies audio reliées chacune à un ou plusieurs haut-parleurs 7.

[0034] L'unité de capture audio 3 comporte un ensemble de microphones 9 comprenant au moins un, en l'occurrence une pluralité de microphones 10 ainsi que des composants électroniques 11 agencés pour acquérir et traiter des signaux audio reçus produits par les microphones 10 lorsque ceux-ci capturent des signaux sonores. Les composants électroniques 11 comprennent notamment un ou des convertisseurs analogiques numériques qui transforment les signaux audio analogiques produits par les microphones 10 en signaux numériques.

[0035] Le module de traitement 4 comprend un composant de traitement 12 qui est adapté à exécuter des instructions d'un programme pour mettre en œuvre le procédé d'auto-diagnostic selon l'invention. Le programme est stocké dans un module de mémoire 13 compre-

nant une ou des mémoires de différent type (volatile, non volatile) et relié ou intégré dans le composant de traitement 12. Le composant de traitement 12 est par exemple un processeur, un microcontrôleur, un DSP (pour *Digital Signal Processor*, que l'on peut traduire par « processeur de signal numérique »), ou bien un circuit logique programmable tel qu'un FPGA (pour *Field Programmable Gate Arrays*) ou un ASIC (pour *Application Specific Integrated Circuit*).

[0036] Le module de communication 5 met en œuvre une liaison sans fil utilisant ici un protocole Wi-Fi. Le module de communication 5 permet de relier l'enceinte connectée 1 à une passerelle résidentielle située dans l'habitation de l'utilisateur de l'enceinte connectée 1. L'enceinte connectée 1 peut ainsi être connectée à un réseau de communication (par exemple Internet) via son module de communication 5 et la passerelle résidentielle.

[0037] On note que la liaison pourrait être une autre liaison sans fil (par exemple une liaison *Bluetooth*), ou bien une liaison filaire.

[0038] Le procédé d'auto-diagnostic selon l'invention consiste à acquérir ou à produire des signaux audio de test émis Se et à les diffuser via le ou les haut-parleurs 7 qui génèrent alors des signaux sonores de test So. Le composant de traitement 12 acquiert des signaux audio de test reçus Sr produits par le ou les microphones 10 et résultant d'une réception par le ou les microphones 10 des signaux sonores de test. Le composant de traitement 12 analyse les signaux audio de test reçus Sr pour établir un premier diagnostic de l'unité de restitution audio 2 et un deuxième diagnostic de l'unité de capture audio 3.

[0039] Le composant de traitement 12 établit ainsi tout d'abord, dans le cadre du premier diagnostic de l'unité de restitution audio 2, un diagnostic portant sur un premier groupe de haut-parleurs testé et sur l'enceinte acoustique.

[0040] Le premier groupe de haut-parleurs testé comprend au moins un premier haut-parleur 7a de l'ensemble de haut-parleurs 6. Le premier groupe de haut-parleurs testé qui est ciblé par ce diagnostic peut comprendre un seul haut-parleur, tous les haut-parleurs, ou bien seulement certains haut-parleurs de l'ensemble de haut-parleurs 6.

[0041] La réalisation du diagnostic utilise au moins un premier microphone 10a de l'ensemble de microphones 9. A nouveau, il est possible d'utiliser un seul microphone, tous les microphones, ou bien seulement certains microphones de l'ensemble de microphones 9.

[0042] Pour établir le premier diagnostic, les signaux audio de test émis Se comprennent un premier signal émis Sel qui est diffusé via le ou les premiers haut-parleurs 7a du premier groupe de haut-parleurs testé. Le premier signal émis Sel est un signal pré-enregistré. Les signaux audio de test reçus Sr comprennent, pour chaque premier microphone 10a, un premier signal reçu Sr1 produit par ledit premier microphone 10a.

[0043] En référence à la figure 2, le composant de trai-

tement 12 produit et diffuse le premier signal émis Sel via le premier groupe de haut-parleurs testé (étape E1). Le premier signal émis Sel est diffusé successivement par chacun des premiers haut-parleurs 7a qui produisent chacun un premier signal sonore So1.

[0044] Le premier signal émis Sel comprend ici un premier signal sinusoïdal ayant une fréquence inférieure à 100Hz, ici égale à 50Hz. Le premier signal sinusoïdal est un sinus pur.

[0045] Pour chaque premier haut-parleur 7a, les premiers microphones 10a capturent le premier signal sonore So1 produit par ledit premier haut-parleur 7a (étape E2).

[0046] Puis, le composant de traitement 12 acquiert le premier signal reçu Sr1 produit par chaque premier microphone 10a.

[0047] Pour chaque premier signal reçu Sr1, le composant de traitement 12 vérifie si le premier signal reçu Sr1 est cohérent ou non avec le premier signal émis Sel (étape E3).

[0048] Si c'est le cas, le composant de traitement 12 lance une phase de recalibration acoustique, qui sera évoquée plus bas (étape E4).

[0049] Si ce n'est pas le cas, le composant de traitement 12 vérifie que le premier signal émis Sel est bien présent dans le premier signal reçu Sr1 (étape E5).

[0050] Si le premier signal émis Sel n'est pas présent dans le premier signal reçu Sr1, une défaillance irrémédiable du premier haut-parleur 7a est détecté (étape E6).

[0051] A l'étape E5, si le premier signal émis Sel est bien présent dans le premier signal reçu Sr1, le composant de traitement 12 analyse le premier signal reçu Sr1 pour détecter un signal de bruit résiduel présent aussi dans le premier signal reçu Sr1.

[0052] L'analyse est une analyse spectrale qui utilise une mesure spectrale du premier signal reçu Sr1.

[0053] La mesure spectrale présente un pic à la fréquence de la fondamentale, ainsi éventuellement que d'autres pics aux fréquences des harmoniques (multiples de la fondamentale).

[0054] En supprimant ces pics du spectre, le composant de traitement 12 obtient le spectre du signal de bruit résiduel, qui est normalement faible et tout au moins nettement inférieur aux pics précédents.

[0055] En cas de fuite, on constatera que le signal de bruit résiduel sera élevé : il s'agit du bruit des turbulences d'écoulement d'air des fuites.

[0056] Il suffira d'appliquer une vérification sur le niveau et le spectre de ce bruit pour vérifier qu'il y a fuite dans le produit (signal de bruit résiduel élevé), ou non.

[0057] Ainsi, le composant de traitement 12 vérifie si le signal de bruit résiduel a une fréquence supérieure à une fréquence prédéfinie et un niveau supérieur à un niveau prédéfini, la fréquence prédéfinie étant supérieure à une première fréquence du premier signal émis Sel (étape E7). Si c'est le cas, le composant de traitement 12 détecte un défaut d'étanchéité de l'enceinte acoustique (étape E8).

[0058] A l'étape E7, si le défaut d'étanchéité n'est pas détecté, le composant de traitement 12 lance une phase de recalibration acoustique (étape E9).

[0059] On a indiqué ici que chaque premier haut-parleur 7a émet le premier signal émis Sel successivement. Cependant, il est possible de faire émettre le premier signal émis Sel par plusieurs premiers haut-parleurs 7a simultanément. Dans ce cas, si un défaut est détecté, il est possible soit d'incriminer tous les premiers haut-parleurs 7a concernés, soit de faire réémettre le premier signal émis Sel par les premiers haut-parleurs 7a successivement pour identifier précisément le ou les premiers haut-parleurs 7a à l'origine du défaut.

[0060] Pour caractériser un haut-parleur, il est possible d'utiliser un signal audio de test émis autre qu'un sinus pur, et par exemple un bruit rose ou un balayage en fréquence.

[0061] Un sinus pur à une fréquence médium (par exemple égale à 500 Hz) ne peut être utilisé que pour vérifier la présence d'un haut-parleur.

[0062] Un sinus pur à une fréquence basse (par exemple égale à 50 Hz) peut être utilisé pour vérifier la présence d'un haut-parleur et s'assurer que son enceinte acoustique est étanche.

[0063] Un bruit rose peut être utilisé pour vérifier la présence d'un haut-parleur et sa réponse en fréquence.

[0064] Un balayage en fréquence peut être utilisé pour vérifier la présence d'un haut-parleur, sa réponse en fréquence, son THD (pour *Total Harmonie Distortion* ou *Taux de Distorsion Harmonique* en français), et d'éventuelles vibrations parasites dans l'enceinte connectée 1.

[0065] La mise en œuvre du premier diagnostic de l'unité de restitution audio 2 peut donc consister à détecter d'autres défauts.

[0066] Le procédé d'auto-diagnostic peut établir un diagnostic d'un deuxième groupe de haut-parleurs testé comprenant au moins un deuxième haut-parleur 7b de l'ensemble de haut-parleurs 6. Le deuxième groupe de haut-parleurs testé qui est ciblé par ce diagnostic peut comprendre un seul haut-parleur, tous les haut-parleurs, ou bien seulement certains haut-parleurs de l'ensemble de haut-parleurs 6. Le ou les deuxièmes haut-parleurs 7b peuvent être les mêmes que le ou les premiers haut-parleurs 7a.

[0067] La réalisation du diagnostic utilise au moins un deuxième microphone 10b de l'ensemble de microphones 9. A nouveau, il est possible d'utiliser un seul microphone, tous les microphones, ou bien seulement certains microphones de l'ensemble de microphones 9. Le ou les deuxièmes microphones 10b peuvent être les mêmes que le ou les premiers microphones 10a.

[0068] Les signaux audio de test émis comprennent un deuxième signal émis Se2 qui est diffusé via le ou les deuxièmes haut-parleurs 7b du deuxième groupe de haut-parleurs testé. Les signaux audio de test reçus comprennent, pour chaque deuxième microphone 10b, un deuxième signal reçu Sr2 produit par ledit deuxième microphone 10b.

[0069] Ici, à nouveau, le deuxième signal émis Se2 est émis successivement par chaque deuxième haut-parleur 7b.

[0070] Le deuxième signal émis Se2 comporte ici une succession de deuxième signaux sinusoïdaux présentant des deuxième fréquences distinctes et formant un balayage en fréquence. Les deuxième signaux sinusoïdaux sont des sinus purs.

[0071] Les fréquences émises (c'est-à-dire les deuxième fréquences distinctes) sont par exemple comprises entre 31,25 Hz et 1 kHz, par tiers d'octave, c'est-à-dire : $31,25 \text{ Hz} \times 2^N$ ($N \times 1/3$).

[0072] Les fréquences pourraient bien sûr être différentes, et par exemple comprises entre 20 Hz et 2 kHz, par pas de facteur multiplicatif égal à 1,58 : 20 Hz, 31,7 Hz, 50,2 Hz, ..., 1,26 kHz, 2 kHz.

[0073] Chaque fréquence est par exemple émise pendant 500ms.

[0074] Pour chaque deuxième haut-parleur 7b, les deuxième microphones 10b capturent le deuxième signal sonore So2 produit par ledit deuxième haut-parleur 7b.

[0075] Le composant de traitement 12 acquiert le deuxième signal reçu Sr2 produit par chaque deuxième microphone 10b.

[0076] Le composant de traitement 12 met en œuvre une analyse spectrale qui, pour chaque deuxième signal sinusoïdal du deuxième signal émis Se2, c'est-à-dire pour chaque fréquence émise, consiste à réaliser des mesures d'un niveau d'une fondamentale et de niveaux d'harmoniques du deuxième signal audio reçu Sr2, et à détecter un défaut à partir desdites mesures. Le composant de traitement 12 calcule un rapport entre une somme des niveaux des harmoniques et le niveau de la fondamentale, et détecte un défaut à partir dudit rapport.

[0077] Le niveau de la fondamentale donne la réponse en fréquence de l'unité de restitution audio 2. Les harmoniques sont les multiples de la fondamentale.

[0078] La distorsion peut être calculée en prenant en compte les cinq premiers harmoniques du deuxième signal reçu Sr2. Dans ce cas, le défaut détecté est un défaut interne au deuxième haut-parleur 7b. Le défaut détecté est par exemple une détérioration de la membrane ou de la suspension, un défaut d'alignement de la bobine, etc.

[0079] Par ailleurs, le rapport entre la somme des niveaux des harmoniques supérieurs à dix et le niveau de la fondamentale (appelé « *Rub & Buzz* ») donne une indication sur la présence éventuelle de vibrations dans l'enceinte connectée 1, sur le même principe que la distorsion. La présence de vibrations a pour effet un THD dégradé.

[0080] Ainsi, le composant de traitement 12 peut détecter un défaut de vibration en calculant le rapport entre une somme des niveaux des harmoniques et le niveau de la fondamentale, les harmoniques prises en compte étant les harmoniques de rangs supérieurs à dix du deuxième signal reçu Sr2.

[0081] Le défaut détecté est un défaut de vibration se manifestant par la présence dans l'enceinte connectée 1 de premiers niveaux de vibration trop élevés à des premières fréquences de vibration. Chaque première fréquence de vibration est donc une fréquence émise, qui est associée à un premier niveau de vibration (rapport entre la somme des niveaux des harmoniques et le niveau de la fondamentale, c'est-à-dire de ladite première fréquence de vibration) trop élevé et symptomatique d'un défaut de vibration. Le composant de traitement établit donc une première liste de fréquences pour lesquelles le niveau de vibration est supérieur à un seuil prédéfini, qui est par exemple égal à 5%.

[0082] Si un défaut de vibration est détecté, le composant de traitement 12 utilise l'ensemble de haut-parleurs 6 pour communiquer avec l'utilisateur et lui demander de déplacer l'enceinte connectée 1.

[0083] Puis, le composant de traitement 12 diffuse à nouveau le deuxième signal émis Se2 via le deuxième haut-parleur 7b et analyse à nouveau le deuxième signal reçu Sr2 pour évaluer des deuxième niveaux de vibration à des deuxième fréquences de vibration. Les deuxième fréquences de vibration sont à nouveau les fréquences émises du signal Se2.

[0084] Le composant de traitement tente de détecter des deuxième niveaux de vibration trop élevés associés à des deuxième fréquences de vibration.

[0085] Le composant de traitement établit donc une deuxième liste de fréquences pour lesquelles le niveau de vibration est supérieur au seuil prédéfini.

[0086] Le composant de traitement 12 compare alors les premiers niveaux de vibration avec les deuxième niveaux de vibration, et/ou les premières fréquences de vibration avec les deuxième fréquences de vibration, afin de déterminer si le défaut détecté provient du positionnement de l'enceinte connectée 1 ou d'un défaut interne à l'enceinte connectée 1.

[0087] Ainsi, s'il y a des fréquences en commun entre les listes obtenues pour chaque mesure (première liste pour la mesure avant le déplacement de l'enceinte, deuxième liste pour la mesure après le déplacement de l'enceinte), le composant de traitement considère qu'il y a un défaut de vibration à ces fréquences, qui est intrinsèque à l'enceinte connectée 1.

[0088] Par contre, si les vibrations apparaissent à des fréquences différentes, elles sont inhérentes au support et/ou à l'environnement de l'enceinte connectée 1.

[0089] Optionnellement pour la deuxième mesure, on peut se limiter à la liste des fréquences (première liste) qui ont été identifiées comme problématiques lors de la première mesure et ne tester que ces fréquences-ci. On décrit maintenant la phase de recalibration acoustique précédemment évoquée.

[0090] La phase de recalibration acoustique peut être mise en œuvre à tout moment, et par exemple de manière périodique, pour assurer que les performances de restitution audio de l'enceinte acoustique 1 sont optimales.

[0091] La phase de recalibration acoustique peut aussi

être mise en œuvre, comme on l'a vu, suite à la réalisation du premier diagnostic, c'est-à-dire aux étapes E4 et E9 : voir figure 2.

[0092] La phase de recalibration acoustique peut aussi être mise en œuvre lorsque l'existence d'un défaut acoustique est constatée par comparaison des derniers résultats avec ceux précédemment conservés. Le défaut acoustique en question peut consister en une réponse en fréquence incohérente, due par exemple à des vibrations, et nécessitant une recalibration afin de se rapprocher des caractéristiques acoustiques initiales.

[0093] La recalibration acoustique peut concerner un troisième groupe de haut-parleurs testé comprenant au moins un troisième haut-parleur 7c de l'ensemble de haut-parleurs 6. Le troisième groupe de haut-parleurs testé qui est concerné par cette recalibration peut comprendre un seul haut-parleur, tous les haut-parleurs, ou bien seulement certains haut-parleurs de l'ensemble de haut-parleurs. Le ou les troisièmes haut-parleurs 7c peuvent être les mêmes que le ou les premiers haut-parleurs 7a ou que le ou les deuxièmes haut-parleurs 7b.

[0094] On utilise à nouveau au moins un troisième microphone 10c de l'ensemble de microphones 9. Il est possible d'utiliser un seul microphone, tous les microphones, ou bien seulement certains microphones de l'ensemble de microphones 9. Le ou les troisièmes microphones 10c peuvent être les mêmes que le ou les premiers microphones 10a ou que le ou les deuxièmes microphones 10b.

[0095] Les signaux audio de test émis Se comprennent un troisième signal émis Se3 qui est diffusé via le ou les troisièmes haut-parleurs 7c du troisième groupe de haut-parleurs testé. Les signaux audio de test reçus comprennent, pour chaque troisième microphone 10c, un troisième signal reçu Sr3 produit par ledit troisième microphone 10c.

[0096] On décrit tout d'abord, en référence à la figure 3, un procédé de décision permettant de décider si la phase de recalibration acoustique doit être réalisée.

[0097] Lorsqu'un troisième signal sonore So3, produit par au moins un troisième haut-parleur 7c, est capturé par un troisième microphone 10c, le troisième microphone 10c produit un troisième signal reçu courant Sr3. Le troisième signal reçu courant est enregistré dans une mémoire non volatile du module de mémoire 13 (étape E10).

[0098] Le composant de traitement 12 vérifie si la mémoire contient au moins un troisième signal reçu précédent qui a été précédemment émis par le même troisième haut-parleur 7c (ou les mêmes troisièmes haut-parleurs 7c) et enregistré par le composant de traitement 12 (étape E11).

[0099] Si ce n'est pas le cas, le procédé de décision s'achève ; la phase de recalibration acoustique n'est pas réalisée (étape E12).

[0100] Si c'est le cas, le composant de traitement 12 analyse le troisième signal reçu courant en le comparant avec les troisièmes signaux reçus précédents stockés

dans la mémoire (étape E13).

[0101] Le composant de traitement 12 tente alors de détecter un défaut acoustique à partir des résultats de ladite comparaison (étape E14).

5 **[0102]** Si aucun défaut acoustique n'est détecté, le procédé de décision s'achève ; la phase de recalibration acoustique n'est pas réalisée (étape E15).

10 **[0103]** Si un défaut acoustique est détecté, le composant de traitement 12 effectue une recalibration de l'enceinte connectée 1 pour corriger ledit défaut acoustique (étape E16).

15 **[0104]** Dans le cas où le défaut acoustique détecté résulte de vibrations importantes dans une certaine bande de fréquences, le composant de traitement 12 peut décider de limiter le niveau des signaux audio émis dans cette bande de fréquences, si ladite bande de fréquences est suffisamment étroite. Ici, le composant de traitement 12 décide de limiter le niveau des signaux audio émis si la largeur de la bande de fréquences est inférieure à un seuil prédéterminé. Le seuil prédéterminé est par exemple égal à 1/6 d'octave.

20 **[0105]** La recalibration acoustique peut aussi comprendre une modification de l'égalisation audio d'une voie audio intégrant le troisième haut-parleur 7c concerné, de manière à obtenir la forme du spectre souhaitée (par exemple une réponse en fréquence plate).

25 **[0106]** On décrit maintenant le deuxième diagnostic, qui porte sur l'unité de capture audio 3.

30 **[0107]** Pour ce deuxième diagnostic, les signaux audio de test émis comprennent un quatrième signal émis Se4.

35 **[0108]** Le quatrième signal émis Se4 est diffusé via un quatrième groupe de haut-parleurs comprenant au moins un quatrième haut-parleur 7d de l'ensemble de haut-parleurs 6, qui émet ainsi un quatrième signal sonore So4.

40 **[0109]** En référence à la figure 4, pour mettre en œuvre le deuxième diagnostic, le composant de traitement 12 commence par régler le volume sonore de l'enceinte connectée 1 à un niveau prédéfini (par exemple 50% ou 100% du volume maximum) : étape E20. Cette étape est optionnelle.

45 **[0110]** Puis, le composant de traitement 12 utilise l'ensemble de haut-parleurs 6 pour demander à l'utilisateur de vérifier qu'aucun objet n'obstrue les entrées des microphones 10 de l'ensemble de microphones 9 ni les sorties des haut-parleurs 7 de l'ensemble de haut-parleurs 6 (étape E21). Cette étape est optionnelle.

50 **[0111]** Le composant de traitement 12 initialise la capture audio sur les microphones 10d qui sont les microphones testés (étape E22).

[0112] Le composant de traitement 12 diffuse le quatrième signal émis Se4 via le quatrième groupe de haut-parleurs (étape E23), qui produit un quatrième signal sonore So4.

55 **[0113]** Le composant de traitement 12 vérifie alors que le quatrième signal sonore So4 a bien été reçu par au moins un microphone testé (étape E24).

[0114] Si c'est le cas, le composant de traitement 12

vérifie que le quatrième signal sonore So4 a bien été reçu par tous les microphones testés (étape E25).

[0115] Si c'est le cas, le composant de traitement 12 met éventuellement en œuvre le premier diagnostic (si celui-ci n'a pas déjà été réalisé) : étape E26.

[0116] Suite à l'étape E25, si au moins un premier microphone testé a bien reçu le quatrième signal sonore So4 et si au moins un deuxième microphone testé n'a pas reçu ledit quatrième signal sonore So4, le composant de traitement 12 détecte une défaillance irrémédiable du ou des deuxièmes microphones testés (étape E27).

[0117] Suite à l'étape E24, si aucun des microphones testés n'a reçu le quatrième signal sonore So4, le composant de traitement 12 demande à l'utilisateur s'il a entendu le quatrième signal sonore So4 (étape E28).

[0118] Si ce n'est pas le cas, le composant de traitement 12 détecte une défaillance irrémédiable d'un premier sous-système appartenant à l'unité de restitution audio 2 et comprenant le quatrième groupe de haut-parleurs (étape E29).

[0119] Par contre, si l'utilisateur a bien entendu le quatrième signal sonore So4, le composant de traitement 12 détecte une défaillance irrémédiable d'un deuxième sous-système appartenant à l'unité de capture audio 3 et comprenant les microphones testés (étape E30).

[0120] Optionnellement, suite à l'étape E23 ou à l'étape E24, si un ou plusieurs microphones testés n'ont pas reçu le quatrième signal sonore So4, le composant de traitement 12 peut utiliser l'ensemble de haut-parleurs 6 pour demander à l'utilisateur de vérifier qu'aucun objet n'obstrue les entrées des microphones 10 de l'ensemble de microphones 9 ni les sorties des haut-parleurs 7 de l'ensemble de haut-parleurs 6 (si cette vérification n'a pas déjà été réalisée). Si c'est le cas, le deuxième diagnostic est relancé.

[0121] Optionnellement, suite à l'étape E24, si aucun des microphones testés n'a reçu le quatrième signal sonore So4, le composant de traitement, avant de demander à l'utilisateur s'il a entendu le quatrième signal sonore So4, émet à nouveau le quatrième signal sonore So4 en utilisant un cinquième haut-parleur différent du quatrième haut-parleur. Le composant de traitement détecte une défaillance irrémédiable du quatrième haut-parleur si le signal sonore So4 est cette fois bien reçu par au moins un des microphones testés.

[0122] On note qu'il est parfaitement possible de mettre en œuvre le deuxième diagnostic avant le premier diagnostic. Dans ce cas, on utilisera pour le premier diagnostic uniquement les microphones 10 pour lesquels le deuxième diagnostic n'a pas détecté de défaut.

[0123] L'invention permet donc de mettre en œuvre un auto-diagnostic mutuel en utilisant l'ensemble de microphones 9 pour établir le premier diagnostic de l'unité de restitution audio 2, et en utilisant l'ensemble de haut-parleurs 6 pour établir le deuxième diagnostic de l'unité de capture audio 3.

[0124] Le premier diagnostic et le deuxième diagnostic peuvent être mis en œuvre de manière périodique, en

testant à chaque fois tous les haut-parleurs 7 ou seulement certains haut-parleurs 7, et en testant à chaque fois tous les microphones 10 ou seulement certains microphones 10.

[0125] La mise en œuvre régulière du procédé d'auto-diagnostic permet de résoudre la problématique de la modification de l'environnement de l'enceinte connectée 1 : déplacement de l'enceinte connectée 1, objet posé à proximité, etc.

[0126] En ce qui concerne les microphones 10, on note qu'il est possible, au cours de la mise en œuvre du premier diagnostic (portant sur les haut-parleurs 7), de tester les premiers microphones 10a. Par exemple, suite à l'étape E2 visible sur la figure 2, on peut prévoir de comparer entre eux les premiers signaux reçus Sr1 produits par les premiers microphones 10a. Si le premier signal reçu Sr1 produit par l'un des premiers microphones 10a est incohérent par rapport aux autres premiers signaux reçus Sr1 produits par les autres premiers microphones 10a, le composant de traitement 12 détecte une défaillance du premier microphone 10a en question.

[0127] L'enceinte connectée 1 peut transmettre au fabricant, via le module de communication 5, les résultats des tests réalisés. Ces informations peuvent être remontées vers une base de données pour permettre un traitement statistique des données.

[0128] L'invention réduit au maximum les interactions avec l'utilisateur. Cependant, lorsqu'un défaut est détecté, l'enceinte connectée 1 peut parfaitement informer l'utilisateur de la présence et de la nature de ce défaut, et peut le guider pour tenter éventuellement de corriger ce défaut. Le fabricant peut aussi éventuellement contacter l'utilisateur pour l'aider à résoudre certains problèmes remontés par l'enceinte connectée 1.

[0129] L'invention permet donc de détecter la défaillance irrémédiable d'un ou plusieurs haut-parleurs 7, la défaillance irrémédiable d'une ou plusieurs voies audio (amplificateur, etc.), la défaillance irrémédiable d'un ou plusieurs microphones 10. L'invention permet aussi d'informer l'utilisateur et/ou d'informer de façon pro-active le Service Après-Vente, et de mettre à jour les données statistiques produit.

[0130] L'invention permet en outre de détecter une utilisation sous-optimisée de l'unité de restitution audio 2 (modification de l'environnement utilisateur, vieillissement naturel des éléments audio, etc.). L'invention peut aussi proposer à l'utilisateur d'effectuer une recalibration acoustique afin de profiter dans le temps pleinement des caractéristiques et performances de son enceinte connectée 1.

[0131] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

[0132] L'équipement de restitution audio dans lequel est mise en œuvre l'invention n'est bien sûr pas nécessairement une enceinte connectée, mais peut être tout équipement électronique intégrant un ou des haut-

parleurs et un ou des microphones : passerelle résidentielle, boîtier décodeur, assistant vocal, tablette, *smartphone*, etc.

[0133] Les signaux audio de test émis peuvent être préenregistrés, générés par le composant de traitement 12, ou bien obtenus depuis le réseau via le module de communication 5.

Revendications

1. Procédé d'auto-diagnostic mis en œuvre dans un équipement de restitution audio (1) comportant une unité de restitution audio (2) comprenant au moins un haut-parleur (7) et une unité de capture audio (3) comprenant au moins un microphone (10), le procédé d'auto-diagnostic comportant les étapes de :

- acquérir ou produire des signaux audio de test émis (Se) et les diffuser via le ou les haut-parleurs (7) qui génèrent alors des signaux sonores de test (So) ;

- acquérir des signaux audio de test reçus (Sr) produits par le ou les microphones (10) et résultant d'une réception par le ou les microphones (10) des signaux sonores de test ;

- analyser les signaux audio de test reçus pour établir un premier diagnostic de l'unité de restitution audio (2) et un deuxième diagnostic de l'unité de capture audio (3) ;

les signaux audio de test émis (Se) comprenant un premier signal émis (Sel) diffusé par au moins un premier haut-parleur (7a), et les signaux audio de test reçus comprenant au moins un premier signal reçu (Sr1) produit par au moins un premier microphone (10a), l'analyse comprenant l'étape de vérifier que le premier signal émis est bien présent dans le premier signal reçu (Sr1),

le procédé comprenant en outre les étapes, si le premier signal émis (Sel) est bien présent dans le premier signal reçu (Sr1), de détecter un signal de bruit résiduel présent aussi dans le premier signal reçu (Sr1), de vérifier si le signal de bruit résiduel a une fréquence supérieure à une fréquence prédéfinie et un niveau supérieur à un niveau prédéfini, la fréquence prédéfinie étant supérieure à une fréquence du premier signal émis (Sel) et, si c'est le cas, de détecter un défaut d'étanchéité d'une enceinte acoustique de l'équipement de restitution audio (1) intégrant le premier haut-parleur (7a).

2. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 1, comprenant l'étape de détecter une défaillance irrémédiable du premier haut-parleur (7a) si le premier signal émis (Sel) n'est pas présent dans le premier signal reçu (Sr1).

3. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 1, dans lequel le premier signal émis (Sel) comprend un premier signal sinusoïdal ayant une fréquence inférieure à 100Hz.

4. Procédé d'auto-diagnostic selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les signaux audio de test émis (Se) comprennent un deuxième signal émis (Se2) diffusé par au moins un deuxième haut-parleur (7b), et dans lequel les signaux audio de test reçus (Sr) comprennent au moins un deuxième signal reçu (Sr2) produit par au moins un deuxième microphone (10b), le deuxième signal émis (Se2) comportant une succession de deuxième signaux sinusoïdaux présentant des deuxième fréquences distinctes et formant un balayage en fréquence, l'analyse comprenant les étapes, pour chaque deuxième signal sinusoïdal, de réaliser des mesures d'un niveau d'une fondamentale et de niveaux d'harmoniques du deuxième signal audio reçu (Sr2), et de détecter un défaut acoustique du deuxième haut-parleur (7b) à partir desdites mesures.

5. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 4, comprenant l'étape de calculer un rapport entre une somme des niveaux des harmoniques et le niveau de la fondamentale, et de détecter le défaut acoustique à partir dudit rapport.

6. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 5, dans lequel les harmoniques sont les cinq premiers harmoniques du deuxième signal reçu (Sr2), et dans lequel le défaut détecté est un défaut interne au deuxième haut-parleur (7b).

7. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 5, dans lequel les harmoniques sont les harmoniques de rangs supérieurs à dix du deuxième signal reçu (Sr2), et dans lequel le défaut détecté est un défaut de vibration se manifestant par la présence de premiers niveaux de vibration trop élevés à des premières fréquences de vibration.

8. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 7, comprenant les étapes, si un défaut de vibration est détecté, de demander à un utilisateur de déplacer l'équipement de restitution audio (1), puis d'émettre à nouveau le deuxième signal émis (Se2) et d'analyser à nouveau le deuxième signal reçu (Sr2) pour évaluer des deuxième niveaux de vibration à des deuxième fréquences de vibration, puis de comparer les premiers niveaux de vibration avec les deuxième niveaux de vibration, et/ou les premières fréquences de vibration avec les deuxième fréquences de vibration, afin de déterminer si le défaut détecté provient d'un positionnement de l'équipement de restitution audio (1) ou d'un défaut interne à l'équipement de restitution audio (1).

9. Procédé d'auto-diagnostic selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les signaux audio de test émis (Se) comprennent un troisième signal émis (Se3) diffusé par au moins un troisième haut-parleur (7c), et dans lequel les signaux audio de test reçus (Sr) comprennent au moins un troisième signal reçu courant (Sr3) produit par au moins un troisième microphone (10c), l'analyse comprenant les étapes de comparer le troisième signal reçu courant (Sr3) avec au moins un troisième signal reçu précédent qui a été précédemment enregistré, de détecter un défaut acoustique à partir de résultats de ladite comparaison, et d'effectuer une recalibration acoustique de l'équipement de restitution audio (1) pour corriger ledit défaut acoustique. 5
10. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 9, dans lequel la recalibration acoustique comprend une modification de l'égalisation audio d'une voie audio intégrant le troisième haut-parleur (7c). 10
11. Procédé d'auto-diagnostic selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les signaux audio de test émis comprennent un quatrième signal émis (Se4) diffusé via au moins un quatrième haut-parleur (7d) qui émet ainsi un signal sonore (So4), le procédé d'auto-diagnostic comprenant l'étape de vérifier que le signal sonore (So4) a bien été reçu par des microphones testés. 25
12. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 11, comprenant l'étape, si au moins un premier microphone testé a bien reçu le signal sonore (So4) et si au moins un deuxième microphone testé n'a pas reçu le signal sonore, de détecter une défaillance irrémédiable du deuxième microphone testé. 30
13. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 11, comprenant l'étape, si aucun des microphones testés n'a reçu le signal sonore (So4), de demander à un utilisateur de l'équipement de restitution audio s'il a entendu le signal sonore et : 40
- si ce n'est pas le cas, de détecter une défaillance irrémédiable du quatrième haut-parleur ; 45
 - si c'est le cas, de détecter une défaillance irrémédiable des microphones testés.
14. Procédé d'auto-diagnostic selon la revendication 13, comprenant en outre les étapes, avant de demander à l'utilisateur s'il a entendu le signal sonore (So4), d'émettre à nouveau le signal sonore en utilisant un cinquième haut-parleur différent du quatrième haut-parleur, et de détecter une défaillance irrémédiable du quatrième haut-parleur si le signal sonore (So4) est cette fois bien reçu par au moins un des microphones testés. 50 55
15. Equipement de restitution audio, comportant un composant de traitement (12), une unité de restitution audio (2) comprenant au moins un haut-parleur (7), et une unité de capture audio (3) comprenant au moins un microphone (10), le procédé d'auto-diagnostic selon l'une des revendications précédentes étant mis en œuvre dans le composant de traitement (12).
16. Equipement de restitution audio selon la revendication 15, l'équipement de restitution audio étant une enceinte connectée (1).
17. Programme d'ordinateur comprenant des instructions qui conduisent le composant de traitement (12) de l'équipement de restitution audio (1) selon l'une des revendications 15 ou 16 à exécuter les étapes du procédé d'auto-diagnostic selon l'une des revendications 1 à 13.
18. Support d'enregistrement lisible par ordinateur, sur lequel est enregistré le programme d'ordinateur selon la revendication 17.

Fig. 1

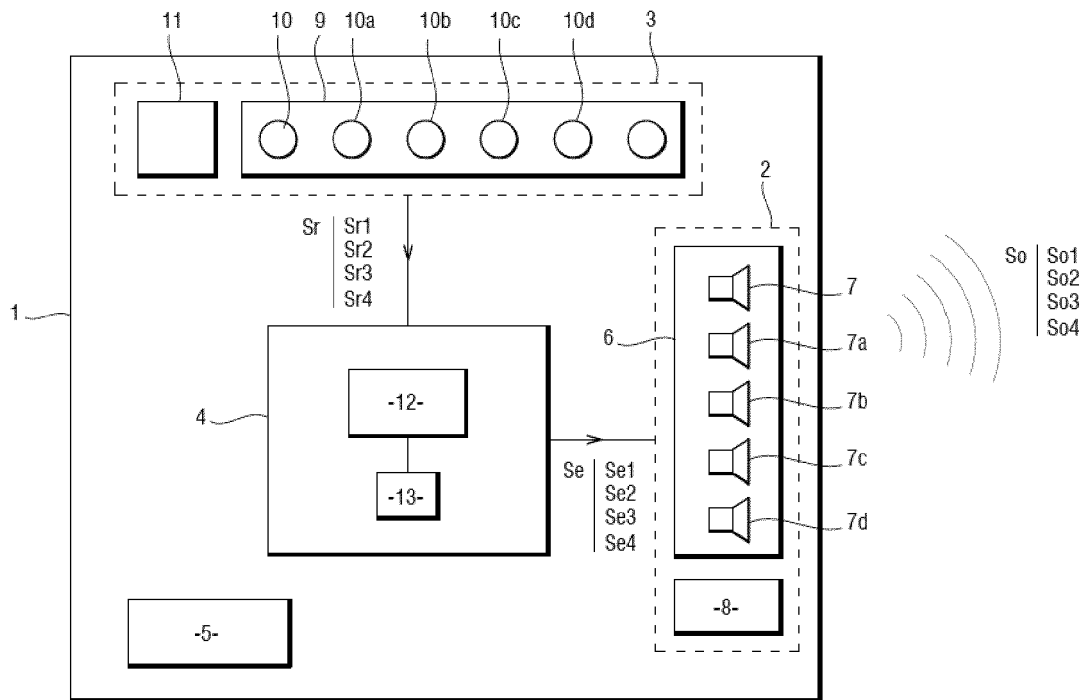


Fig. 2

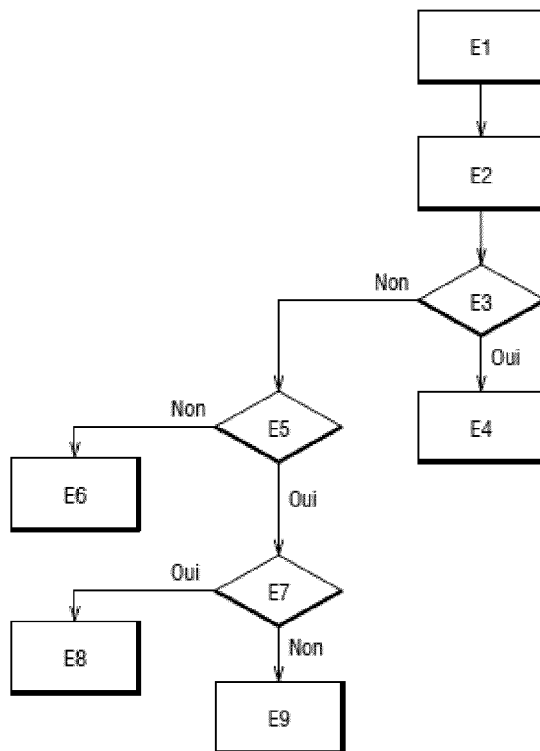


Fig. 3

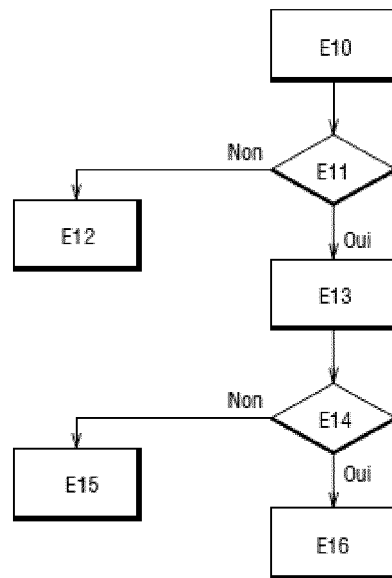
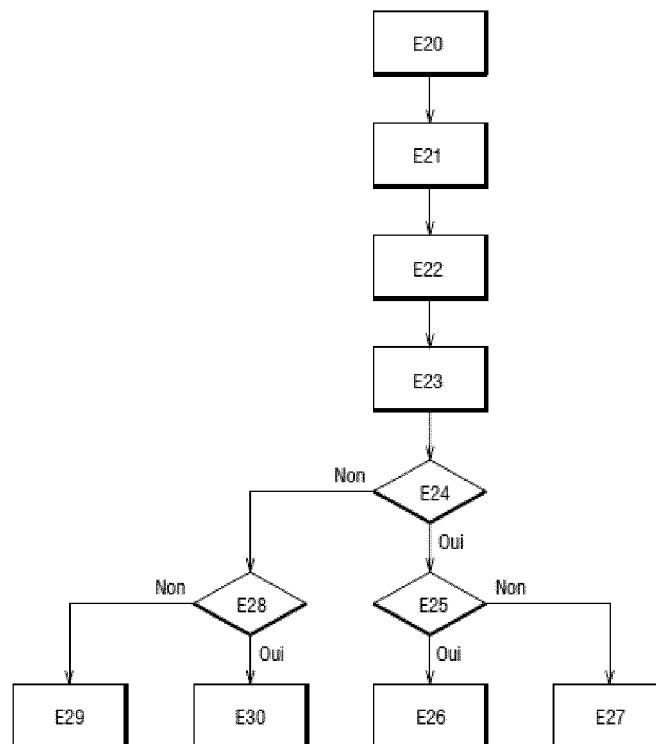


Fig. 4





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 16 7041

5

10

15

20

25

30

35

40

45

1

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	CN 108 430 026 A (GUANGZHOU AIMYUNION NETWORK TECH CO LTD) 21 août 2018 (2018-08-21)	1-7, 9-18	INV. H04R29/00
A	* alinéas [0007] - [0043], [0066] - [0126] *	8	
Y	KLIPPEL ET AL: "Evaluation of Audio Performance over Product Life", AES CONVENTION 142; MAY 2017, AES, 60 EAST 42ND STREET, ROOM 2520 NEW YORK 10165-2520, USA, 11 mai 2017 (2017-05-11), XP040687405, * Sections 1 et 3.4 *	1-7, 9-18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H04R
Y	"Sound system equipment - Part 21: Acoustical (output-based) measurements", IEC 60268-21:2018, IEC, 3, RUE DE VAREMBÉ, PO BOX 131, CH-1211 GENEVA 20, SWITZERLAND, 7 novembre 2018 (2018-11-07), pages 1-77, XP082013922, * Section 21 *	4-7	
Y	CN 109 379 689 A (OPPO GUANGDONG MOBILE TELECOMMUNICATIONS CO LTD) 22 février 2019 (2019-02-22) * alinéa [0038] *	6	
Y	US 2018/213340 A1 (PERRIN DUSTIN [US] ET AL) 26 juillet 2018 (2018-07-26) * alinéa [0023] *	7	
Y	JP 2007 124203 A (YAMAHA CORP) 17 mai 2007 (2007-05-17) * alinéa [0027] - alinéa [0046]; figure 2 *	9, 10	
		-/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 16 août 2022	Examineur Joder, Cyril
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			



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 16 7041

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 2017/289717 A1 (LITTLE RICHARD [US]) 5 octobre 2017 (2017-10-05) * alinéa [0055] - alinéa [0084]; figures 5A, 5B *	16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 16 août 2022	Examineur Joder, Cyril
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

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

EP 22 16 7041

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-08-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 108430026 A	21-08-2018	AUCUN	
CN 109379689 A	22-02-2019	AUCUN	
US 2018213340 A1	26-07-2018	CN 110771180 A	07-02-2020
		DE 112018000543 T5	10-10-2019
		JP 6802386 B2	16-12-2020
		JP 2020506601 A	27-02-2020
		KR 20190131020 A	25-11-2019
		US 2018213340 A1	26-07-2018
		WO 2018140705 A1	02-08-2018
JP 2007124203 A	17-05-2007	JP 4882338 B2	22-02-2012
		JP 2007124203 A	17-05-2007
US 2017289717 A1	05-10-2017	US 2017289717 A1	05-10-2017
		US 2018270594 A1	20-09-2018

EPO FORM P0460

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