



(11) **EP 1 837 862 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.09.2007 Bulletin 2007/39

(51) Int Cl.:
G10K 11/178 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07005657.7**

(22) Date de dépôt: **20.03.2007**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(72) Inventeur: **Marrot, Franck**
13600 La Ciotat (FR)

(74) Mandataire: **Renaud-Goud, Thierry**
GPI & Associes
EuroParc de Pichaury
1330, rue Guillibert de la Lauzière, Bât D1
13856 Aix-en-Provence Cédex 3 (FR)

(30) Priorité: **24.03.2006 FR 0602555**

(71) Demandeur: **EUROCOPTER**
13725 Marignane Cédex (FR)

(54) **Procédé et dispositif de traitement du bruit à bord d'un aéronef**

(57) L'invention concerne un dispositif de traitement du bruit dans la cabine (20) d'un aéronef, qui comporte :
- plusieurs microphones (22 à 24) respectivement fixés à des sièges (35) de la cabine;
- plusieurs haut-parleurs (26, 27);
- au moins une unité (28) de traitement arrangée pour recevoir des signaux de mesure de bruit délivrés par les microphones, et pour délivrer aux haut-parleurs des signaux de commande afin d'atténuer le bruit dans la cabine, l'unité de traitement comportant plusieurs modules

de traitement respectivement associés à l'un des microphones et/ou à l'un des haut-parleurs;
- un résonateur acoustique comportant un événement (29 à 31) couplé à une cavité (32) et reliant le haut-parleur à la cabine,

le résonateur acoustique comportant un événement (29 à 31) couplé à une cavité (32), le haut-parleur et son résonateur associé présentant une fréquence (33 ou 34) de niveau sonore (50, 500) maximum qui est inférieure à 1000 Hertz.

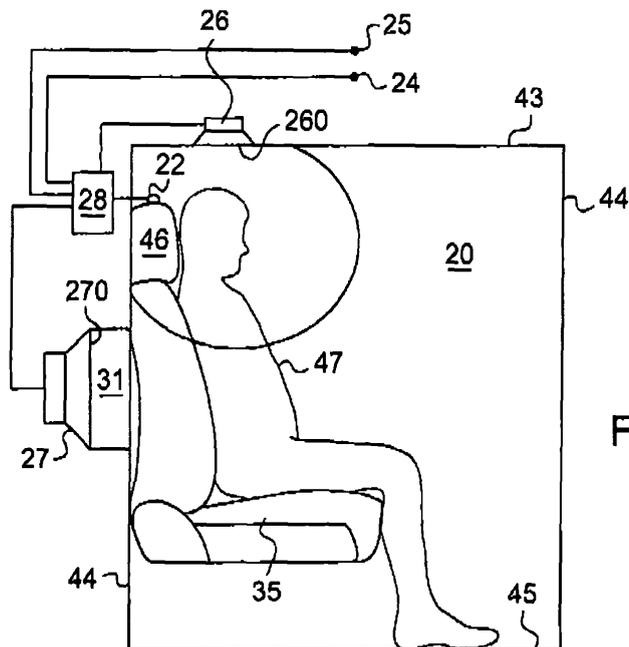


Fig.2

EP 1 837 862 A1

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé et à un dispositif destinés au traitement du bruit à bord d'un aéronef.

[0002] Le domaine technique de l'invention est celui de la fabrication de giravions.

[0003] La présente invention est plus particulièrement relative aux systèmes de traitement électronique du bruit, également nommés systèmes d'antibruit ou d'anti-bruit actif.

[0004] Les techniques d'anti-bruit consistent d'une façon générale à mesurer un bruit et à générer, en fonction de la mesure, une onde acoustique destinée à atténuer le bruit ; on distingue généralement les techniques rétroactives (« feed back ») où seul un capteur de mesure du bruit est utilisé, des techniques prédictives (« feel forward ») où un signal de référence (de corrélation) est également utilisé ; selon le document (« selection of active noise control strategy : two test cases », Jari Kataja et al, Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2004, 8-10 June 2004), des phénomènes psycho acoustiques devraient être pris en compte pour choisir la technique à utiliser.

[0005] Il a été proposé dans les brevets FR2769396 et US6224014 de réduire le bruit de raies à l'intérieur d'un hélicoptère en commandant un actionneur en fonction de mesures délivrées par un capteur acoustique ou vibratoire.

[0006] Il a été proposé dans les brevets FR2802328 et US6502043 d'utiliser en outre un capteur (de référence) effectuant une mesure corrélée avec une source de bruit, et de pondérer les signaux de mesure de bruit pour privilégier des zones déterminées de l'aéronef, par exemple à proximité de sièges de passagers.

[0007] Les actionneurs utilisés peuvent être des hauts parleurs ou des actionneurs piézo électriques, les capteurs pouvant être des microphones ou des accéléromètres. Les algorithmes utilisés pour minimiser les bruits ou vibrations peuvent être de type LMS ou RLMS (« Recursive Least Mean Square »).

[0008] Le brevet US5845236 propose d'utiliser un dispositif d'atténuation active en complément des résonateurs vibratoires.

[0009] Le brevet US5754662 propose de traiter séparément des fréquences basses et des fréquences supérieures aux fréquences basses, et de commander séparément deux actionneurs respectivement adaptés à ces fréquences basses et supérieures ; il est notamment proposé d'utiliser un caisson de graves pour les fréquences basses.

[0010] Le brevet EP1031136 décrit un système d'atténuation active du bruit à l'intérieur de la cabine d'un hélicoptère comportant une boîte de transmission et des pieds fixant la boîte à la structure de la cabine ; le système commande plusieurs vérins attachés à chaque pied pour appliquer au pied des contre vibrations, pour réduire des vibrations - dues à des pignons de la boîte - dont la fré-

quence est voisine de 700 Hz.

[0011] Le document WO03/073415 décrit un autre système dans lequel on utilise une pondération de signaux variable dans le temps pour éviter de saturer les actionneurs.

[0012] Le brevet EP917706 décrit un système d'atténuation du bruit adapté à un avion à deux moteurs.

[0013] Bien que ces systèmes présentent des qualités, leur intégration à un giravion se heurte à des problèmes complexes qui tiennent notamment au niveau élevé des bruits à atténuer, à la quantité élevée de « raies fines » dans le spectre du bruit à atténuer, qui sont situées dans une bande de fréquence allant jusqu'à 10000 Hz environ, et à la présence de « raies larges dans un tel spectre, en particulier aux fréquences situées dans une plage allant de 10 à 1000 Hz.

[0014] Un objectif de l'invention est de proposer un procédé et un dispositif de traitement du bruit à bord d'un aéronef - en particulier d'un giravion - qui soient améliorés et/ou qui remédient, en partie au moins, aux lacunes et inconvénients des systèmes connus dans ce domaine.

[0015] Conformément à un aspect de l'invention, il est proposé un dispositif de traitement du bruit dans la cabine d'un aéronef, qui comporte :

- plusieurs microphones respectivement fixés à des sièges de la cabine;
- plusieurs haut-parleurs;
- au moins une unité de traitement arrangée pour recevoir des signaux de mesure de bruit délivrés par les microphones, et pour délivrer aux haut-parleurs des signaux de commande afin d'atténuer le bruit dans la cabine, l'unité de traitement comportant plusieurs modules de traitement respectivement associés à l'un des microphones et/ou à l'un des haut-parleurs;
- au moins un résonateur acoustique couplé acoustiquement à un haut-parleur et à la cabine,

le résonateur acoustique comportant un évent couplé à une cavité, le haut-parleur et son résonateur associé présentant une fréquence de niveau sonore maximum qui est inférieure à 1000 Hertz.

[0016] Conformément à un autre aspect de l'invention, il est proposé un procédé d'atténuation du bruit en une ou plusieurs zones d'une cabine d'un aéronef, chaque zone étant équipée d'un capteur (microphone) de mesure du bruit et d'un haut parleur, à l'aide d'un dispositif d'atténuation relié au(x) capteur(s) et aux haut-parleur(s) et prévu (en particulier programmé) pour exciter le(s) haut-parleur(s) afin d'atténuer le bruit mesuré par le(s) capteur(s) ; l'aéronef est en outre équipé d'un ou plusieurs haut-parleur(s) supplémentaire(s) plus adapté(s) à l'émission de fréquences basses que le(s)dit(s) haut-parleur(s) équipant la (les) zone(a) de la cabine ; le pro-

cedé comporte les opérations suivantes :

- filtrage des signaux de mesure délivrés par les capteurs pour produire des signaux filtrés BF (basse fréquence) et des signaux filtrés MHF (moyenne et haute fréquence) ;
- élaboration d'un signal de commande de haut-parleur(s) propre au haut-parleur équipant chaque zone de la cabine ainsi qu'un signal de commande du (des) haut-parleur(s), en fonction des signaux filtrés et d'une pondération psychoacoustique, afin d'atténuer la sensation de bruit perçue par les occupants de la cabine ; et
- augmentation du niveau sonore du (des) haut-parleurs supplémentaires par un résonateur acoustique couplé au haut-parleur supplémentaire et à la cabine,

[0017] Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un procédé d'atténuation du bruit à bord d'un aéronef comportant une cabine équipée d'un ou plusieurs haut-parleur(s) et d'un ou plusieurs microphone(s) de mesure du bruit, dans lequel :

- on filtre les signaux du (des) microphone(s) pour extraire des composantes basse fréquence du bruit et on élabore un signal de commande d'un haut parleur au moins à partir des signaux filtrés, afin d'atténuer la sensation de bruit perçue par les occupants de la cabine.
- on couple le haut parleur à la cabine par l'intermédiaire d'un adaptateur acoustique améliorant l'efficacité du haut parleur aux basses fréquences.

[0018] Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un dispositif de traitement du bruit dans la cabine (pouvant inclure le cockpit) d'un giravion, qui comporte :

- au moins un microphone, de préférence fixé(s) à un (des) siège(s) ;
- au moins un haut-parleur ;
- une unité de traitement qui est connectée au(x) microphone(s) pour en recevoir des signaux de mesure de bruit, et qui est connectée au(x) haut-parleur(s) pour lui (leur) délivrer des signaux de commande permettant d'atténuer le bruit dans la cabine ;
- un adaptateur acoustique reliant un haut-parleur à la cabine, l'adaptateur comportant une cavité couplée acoustiquement au haut parleur ainsi qu'un conduit ou événement faisant communiquer la cavité et la cabine.

[0019] L'adaptateur comportant le conduit (événement) reliant la cavité à la cabine permet d'améliorer le rendement du haut-parleur au voisinage de fréquences (basses fréquences) qui sont de préférence inférieures à 1000 Hertz, en particulier situées dans une plage allant de 10 Hz environ jusqu'à 100 Hz environ, ou dans une plage allant de 30 Hz environ jusqu'à 300 Hz environ.

[0020] De préférence, le dispositif comporte plusieurs microphones et plusieurs haut-parleurs ; chaque événement peut présenter une forme sensiblement cylindrique ou évasée, convergente et/ou divergente.

[0021] Selon un mode de réalisation, deux événements respectivement associés à deux cavités (et à deux haut-parleurs) présentent deux fréquences respectives d'efficacité (de niveau sonore) maximum dont les valeurs diffèrent.

[0022] L'invention peut être mise en oeuvre par l'intermédiaire d'un programme.

[0023] Ainsi, selon un aspect de l'invention, il est proposé un programme de traitement de données correspondant à des mesures de bruit pour fournir des données de commande de haut-parleurs, qui est fixé sur un support - tel qu'une mémoire, amovible ou non - lisible par un calculateur ou processeur de l'unité de traitement embarquée ou destinée à être embarquée à bord de l'aéronef, et qui est arrangé pour effectuer, lorsqu'il est exécuté par ce calculateur ou processeur, des opérations d'un procédé selon l'invention.

[0024] D'autres aspects, caractéristiques, et avantages de l'invention apparaissent dans la description suivante, qui se réfère aux dessins annexés et qui illustre, sans aucun caractère limitatif, des modes préférés de réalisation de l'invention,

[0025] Sauf indication contraire, les termes « signal » et « donnée » sont considérés comme équivalents.

La figure 1 est un graphe illustrant un spectre du bruit produit par un hélicoptère, dont l'axe des fréquences portées en abscisse présente une échelle logarithmique, et dont l'axe des niveaux portés en ordonnée présente une échelle linéaire.

La figure 2 illustre schématiquement un premier mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

La figure 3 illustre schématiquement une variante de réalisation d'un adaptateur acoustique d'un dispositif selon l'invention.

La figure 4 est un graphe illustrant schématiquement les variations en fonction de la fréquence du niveau sonore d'un haut-parleur couplé à un adaptateur dans un dispositif selon l'invention.

La figure 5 illustre schématiquement un second mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

La figure 6 illustre schématiquement un troisième

mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention et son intégration à un hélicoptère partiellement représenté en vue éclatée.

La figure 7 illustre schématiquement des séquences d'opérations de programmes et procédés selon l'invention.

[0026] Par référence à la figure 1, le spectre 39 du bruit régnant dans la cabine d'un hélicoptère présente un niveau croissant jusqu'à atteindre un maximum 40 dépassant 100 décibels pour des fréquences voisines de 20 à 40 Hz ; le niveau présente une tendance générale (« bruit de fond ») décroissante pour les fréquences plus élevées, incluant des raies 41 « larges centrées sur des fréquences de l'ordre de 50 à 400 Hz, suivies de raies 42 « fines » centrées sur des fréquences de l'ordre de 500 à 10000 Hz.

[0027] Par référence à la figure 2, la cabine 20 est délimitée par des panneaux 43 de plafond, des panneaux 44 de cloison, et des panneaux 45 de plancher ; un siège 35 pourvu d'un appui-tête 46 équipe la cabine et reçoit un passager 47.

[0028] Un haut-parleur 26 est fixé au panneau 43 de sorte que la face avant de sa membrane 260 puisse rayonner directement dans la cabine. Un second haut-parleur 27 est fixé au panneau 44 par l'intermédiaire d'un conduit 31 ; la face avant de la membrane 270 du haut-parleur 27 s'étend à l'extrémité gauche du conduit 31 qui débouche dans la cabine par son extrémité droite.

[0029] Un microphone 22 est fixé à l'appui-tête 46 et est relié, comme les haut-parleurs 26 et 27, à une unité 28 de traitement de signaux et de données. Un capteur 25 - tel qu'un capteur tachymétrique sensible à la fréquence de rotation du rotor principal de l'hélicoptère - et/ou un microphone ou accéléromètre 24 sont également reliés à l'unité 28 pour lui délivrer un signal de référence.

[0030] Dans la configuration illustrée figure 5, le dispositif comporte deux microphones 22 et 23 servant à mesurer le bruit dans deux zones de la cabine où la sensation de bruit doit être minimisée. Chaque microphone est relié à l'unité 28 par un filtre 36 passe-bas et par un filtre 37 passe haut, de sorte que l'unité 28 reçoit sur ses entrées 281 des signaux de mesure de bruit filtrés, de fréquence basse, et reçoit sur ses entrées 282 des signaux de mesure de bruit filtrés, de fréquence moyenne et haute.

[0031] A titre d'exemple, la fréquence de coupure des filtres 36 et 37 peut être de l'ordre de 300 Hz à 600 Hz environ.

[0032] Les filtres 36, 37 peuvent être numériques et/ou intégrés à l'unité 28.

[0033] A partir des signaux délivrés par les capteurs 22 à 25, l'unité 28 élabore des signaux de commande qu'elle délivre sur ses sorties auxquelles sont reliés les hauts parleurs 26, 27.

[0034] Dans la configuration illustrée figure 5, une ca-

5 vité 32 s'étend en avant de la membrane de chaque haut-parleur 26, 27 ; en outre, chaque cavité 32 est respectivement reliée par un événement 29 tubulaire à la cabine 20.

[0035] Dans la configuration illustrée figure 3, la cavité 32 s'étend en arrière de la membrane 270 du haut-parleur 27 ; un événement 30 s'étend au travers de la paroi 44 séparant la cavité 32 de la cabine, et relie la cavité au volume de la cabine.

[0036] Le niveau sonore du haut-parleur aux basses fréquences, notamment au voisinage des fréquences 33 ou 34 n'est pas assez élevé pour permettre d'atténuer efficacement les raies larges 40, 41 (cf. fig. 1) de bruit de l'hélicoptère. La cavité et l'événement forment un résonateur acoustique (de type Helmholtz) reliant le haut-parleur à la cabine ; l'ensemble formé par le haut parleur et le résonateur constitue un système bass-reflex qui présente, comme illustré figure 4, une efficacité variable (50) en fonction de la fréquence.

[0037] Dans le cas où deux zones de la cabine sont traitées, chacune au moyen d'un haut-parleur, les deux haut-parleurs équipés de leur résonateur présentent un niveau sonore maximum pour la fréquence basse 33 ou 34 respectivement ; ces fréquences 33 ou 34 correspondent aux caractéristiques acoustiques des deux zones et sont généralement inférieures à 100 Hz. L'amplification obtenue permet d'atténuer efficacement les raies 40 ou 41.

[0038] Selon un mode de réalisation, un premier haut-parleur relié à la cabine par un premier adaptateur présente le niveau sonore 50, tandis qu'un second haut-parleur relié à la cabine par un second adaptateur présente le niveau sonore 500 ; on remarque que ces deux courbes (50 ou 500) de niveau sonore présentent des maximum pour deux fréquences de valeurs différentes.

[0039] Dans la configuration illustrée figure 6, le dispositif comporte un microphone 22 disposé dans le cockpit 200 de l'hélicoptère 21 et quatre autres microphones 22 fixés aux sièges (non représentés) équipant la cabine 201 principale ; un haut-parleur 27 solidaire de la paroi séparant le cockpit de la cabine permet d'atténuer le bruit dans le cockpit.

[0040] Six haut-parleurs 26 équipent un panneau d'habillage du plafond de la cabine 201 et un haut-parleur 27 équipe un panneau arrière de la cabine. Au moins un de ces haut-parleurs est utilisé pour la communication (interphone) entre l'équipage et les passagers.

[0041] Le dispositif comporte en outre deux capteurs (accéléromètres) 24, 25 de référence respectivement solidaires d'une structure 51 (« plancher mécanique ») recevant la boîte de transmission principale 52 de l'hélicoptère, et de cette boîte de transmission.

[0042] Le dispositif comporte également un résonateur ou vibreur électromécanique 53 solidaire de la structure de l'hélicoptère et commandé par l'unité 26 pour atténuer le bruit dans la cabine 200, 201 ; un capteur 25 de référence supplémentaire est fixé à proximité de ce résonateur et relié à une entrée de l'unité 28.

[0043] Par référence à la figure 5, l'unité 28 de traite-

ment des signaux délivrés par les capteurs comporte un module 38 de pondération psychoacoustique ; ce module réalise une pondération des signaux ou données de bruit entrant dans l'unité 28, et/ou une pondération des signaux ou données de commande des haut-parleurs ; cette pondération permet d'optimiser un ou plusieurs paramètres de confort acoustique, en particulier la sonie ou le niveau en dBA, dBG, ou dBSIL4.

[0044] Cette pondération peut être réalisée par un procédé ou programme exécuté par un processeur de l'unité 28 et comportant la séquence suivante (cf. figure 7) :

- l'acquisition ACQ des signaux de bruit délivrés par les capteurs 22 à 24 ;
- l'adaptation ALG des coefficients du filtre délivrant les signaux de commande des haut-parleurs, en fonction des signaux de bruits mesurés, en utilisant un algorithme de calcul LMS (ou RLMS) ;
- la génération COM des signaux de commande des haut-parleurs permettant de générer des ondes acoustiques en opposition de phase avec celles correspondant au bruit mesuré ;

tant que la génération des signaux de commande ne converge pas vers une solution stable, on reprend (branche 60) l'exécution de la séquence d'opérations ACQ/ALG/COM et, lorsque la stabilité est obtenue, la séquence se poursuit par :

- l'enregistrement GEL des coefficients des filtres ;
- le calcul SON de paramètres psychoacoustiques (sonie et acuité par exemple) en fonction des signaux de bruits mesurés ;
- le calcul et la mémorisation IND d'un indice ou niveau de confort acoustique ;

si l'indice de confort ainsi obtenu est supérieur ou égal à l'indice précédemment obtenu par la même séquence d'opérations, on reprend (branche 61) l'exécution de la séquence d'opérations (ACQ à IND), sinon, on remplace MOD les coefficients du filtre dernièrement enregistrés par ceux enregistrés précédemment, et on reprend (branche 62) l'exécution de la séquence complète d'opérations ACQ à MOD.

[0045] L'efficacité d'un dispositif selon l'invention résulte notamment de l'utilisation de haut-parleurs et adaptateurs acoustiques adaptés aux bandes de fréquence dans lesquelles le niveau de bruit correspond à une énergie importante ; cette efficacité peut être renforcée par la commande séparée de haut-parleurs adaptés aux basses fréquences d'une part, et de haut-parleurs adaptés aux moyennes et hautes fréquences d'autre part.

[0046] Par ailleurs, la mise en oeuvre d'une pondération psychoacoustique permet d'éviter d'atténuer inutile-

ment des composantes du bruit produisant une moindre sensation d'inconfort.

[0047] Ces caractéristiques contribuent à l'obtention d'un système moins lourd, mieux à même d'être embarqué à bord d'un aéronef.

Revendications

1. Dispositif de traitement du bruit dans la cabine (20, 200, 201) d'un aéronef (21), qui comporte :
 - plusieurs microphones (22 à 24) respectivement fixés à des sièges (35) de la cabine ;
 - plusieurs haut-parleurs (26, 27) ;
 - au moins une unité (28) de traitement arrangée pour recevoir des signaux de mesure de bruit délivrés par les microphones, et pour délivrer aux haut-parleurs des signaux de commande afin d'atténuer le bruit dans la cabine, l'unité de traitement comportant plusieurs modules de traitement respectivement associés à l'un des microphones et/ou à l'un des haut-parleurs ;
 - au moins un résonateur acoustique (29 à 32) couplé acoustiquement à un haut-parleur et à la cabine,
- le résonateur acoustique comportant un évent (29 à 31) couplé à une cavité (32), le haut-parleur et son résonateur associé présentant une fréquence (33 ou 34) de niveau sonore (50, 500) maximum qui est inférieure à 1000 Hertz.
2. Dispositif selon la revendication 1 dans lequel la fréquence de niveau sonore maximum est située dans une plage allant de 10 Hz environ jusqu'à 100 Hz environ.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2 dans lequel la fréquence de niveau sonore maximum est située dans une plage allant de 20 Hz environ jusqu'à 300 Hz environ.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'évent présente une forme sensiblement cylindrique ou évasée, convergente et/ou divergente.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel deux événements respectivement associés à deux cavités et à deux haut-parleurs forment deux résonateurs présentant deux fréquences respectives (33 ou 34) de niveau sonore maximum dont les valeurs diffèrent.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, qui comporte un organe (36, 37) de filtrage des signaux délivrés par le(s) microphone(s), et plu-

sieurs modules de l'unité de traitement pour produire des signaux basse fréquence et des signaux moyenne et haute fréquence.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'unité de traitement comporte un organe (38) de pondération psychoacoustique des signaux reçus des microphones ou délivrés aux haut-parleurs. 5
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 qui comporte en outre un vibreur électromécanique (53) solidaire de la structure de l'hélicoptère et commandé par l'unité (28) pour atténuer le bruit dans la cabine.. 10
9. Procédé d'atténuation du bruit à bord d'un aéronef (21) comportant une cabine (20, 200, 201) équipée de plusieurs haut-parleurs (26, 27) et de plusieurs capteurs (22 à 24) de mesure du bruit, dans lequel : 20
- on filtre les signaux de chaque capteur pour extraire des composantes basse fréquence du bruit et on élabore un signal de commande d'un haut-parleur au moins à partir des signaux filtrés, afin d'atténuer la sensation de bruit perçue par des occupants de la cabine, 25
 - on couple le haut-parleur à la cabine par l'intermédiaire d'un résonateur (29 à 32) acoustique améliorant l'efficacité du haut-parleur aux basses fréquences, le résonateur acoustique comportant un évent (29 à 31) couplé à une cavité (32), le haut-parleur et son résonateur associé présentant une fréquence (33 ou 34) de niveau sonore (50, 500) maximum qui est inférieure à 1000 Hertz. 30 35
10. Procédé selon la revendication 9 d'atténuation du bruit en plusieurs zones de la cabine, chaque zone étant équipée d'un microphone et d'un haut-parleur, à l'aide d'un dispositif d'atténuation relié aux microphones et aux haut-parleurs et programme pour exciter les haut-parleurs afin d'atténuer le bruit mesure par les microphones, au moins un haut-parleur étant couplé acoustiquement à la cabine par l'intermédiaire d'un résonateur comportant une cavité et un évent, le procédé comportant les opérations suivantes : 40 45
- filtrage des signaux de mesure délivrés par les microphones pour produire des signaux filtrés BF (basse fréquence) et des signaux filtrés MHF (moyenne et haute fréquence) ; 50
 - élaboration d'un signal de commande de haut-parleur(s) propre au haut-parleur équipant chaque zone de la cabine, les signaux de commande des haut-parleurs étant élaborés en fonction des signaux filtrés et d'une pondération psy- 55

choacoustique afin d'atténuer la sensation de bruit perçue par des occupants de la cabine.

11. Programme de traitement de données de mesure de bruit à l'intérieur d'un aéronef, pour fournir des données de commande de haut-parleur(s) afin de réduire le bruit, qui est fixé sur un support lisible par un processeur embarqué à bord de l'aéronef, et qui est arrangé pour effectuer, lorsqu'il est exécuté par le processeur, des opérations d'un procédé selon l'une des revendications 9 ou 10. 10
12. Programme selon la revendication 11, qui est arrangé pour effectuer, lorsqu'il est exécuté par le processeur, une pondération psychoacoustique des données de mesure du bruit ou des données de commande de haut-parleur(s), 15
13. Programme selon la revendication 11 ou 12, qui traite parallèlement des données de mesure de bruit délivrées par plusieurs capteurs et/ou des données de commande de plusieurs haut-parleurs. 20
14. Programme selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, qui comporte un module de filtrage fréquentiel des données de mesure de bruit. 25
15. Programme selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, qui comporte un algorithme de minimisation de bruit de type LMS ou RLMS. 30
16. Programme selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, qui utilise des signaux délivrés par un capteur tachymétrique (25) sensible à la fréquence de rotation d'un rotor. 35

Fig.1

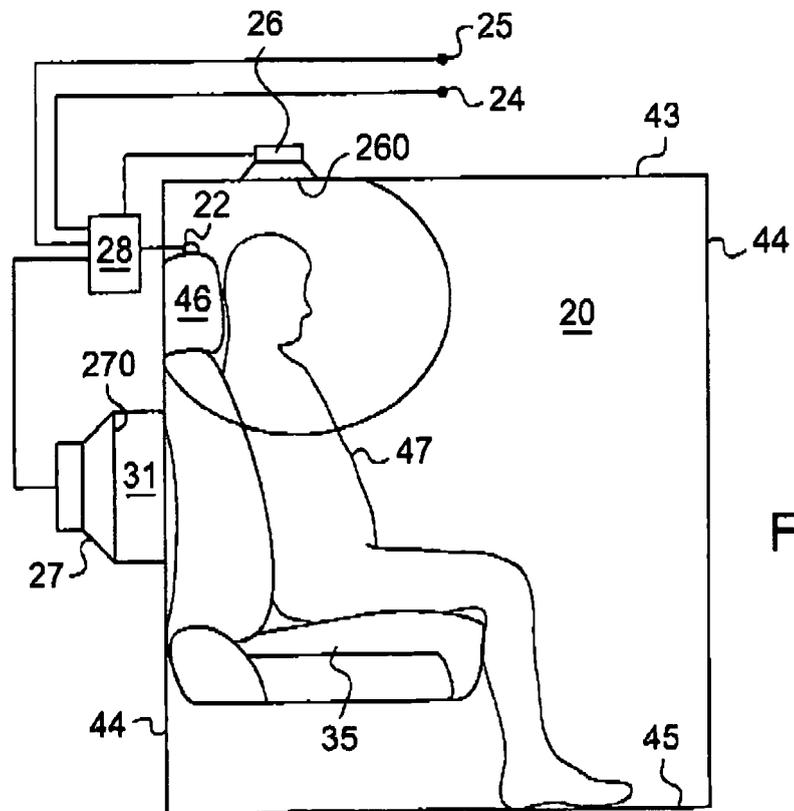
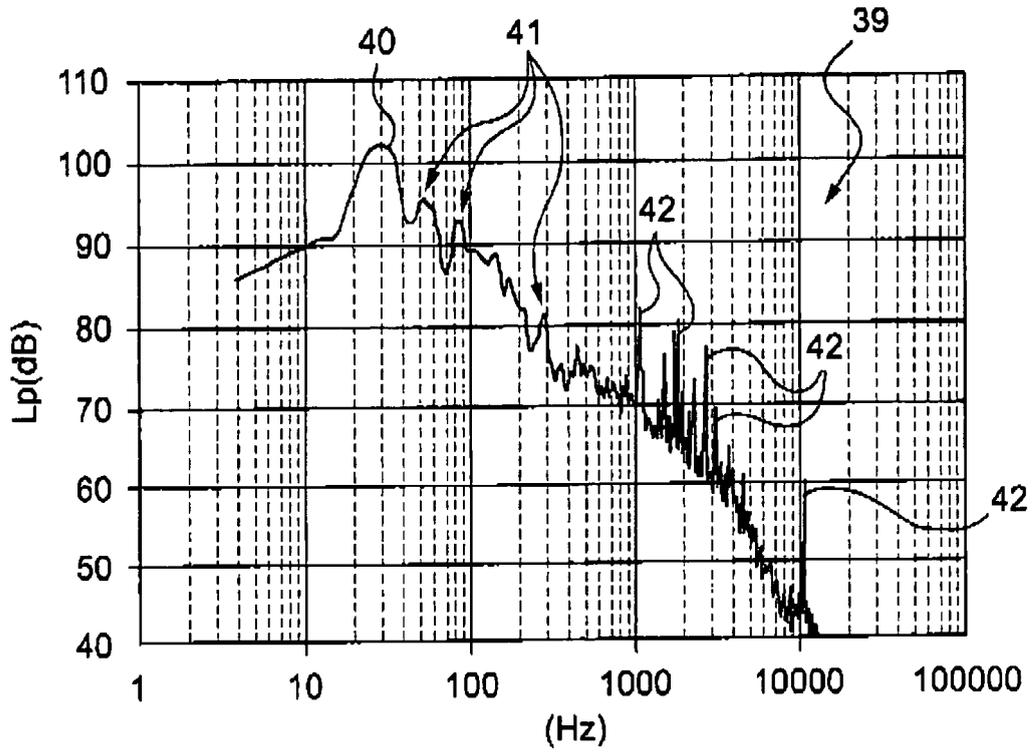
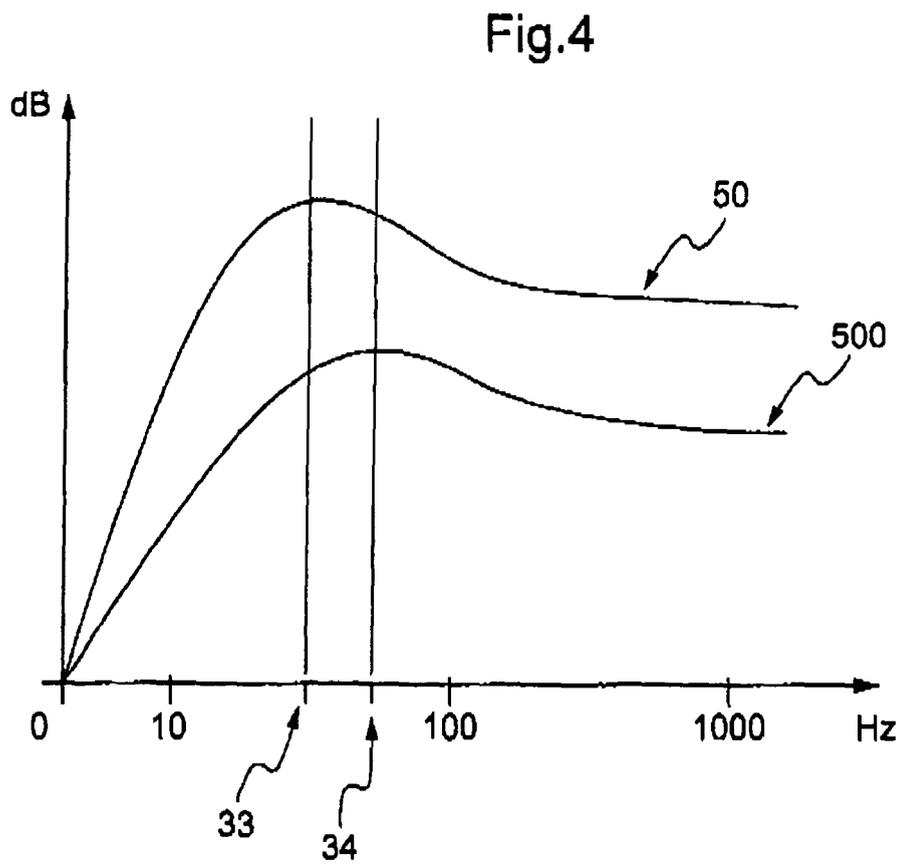
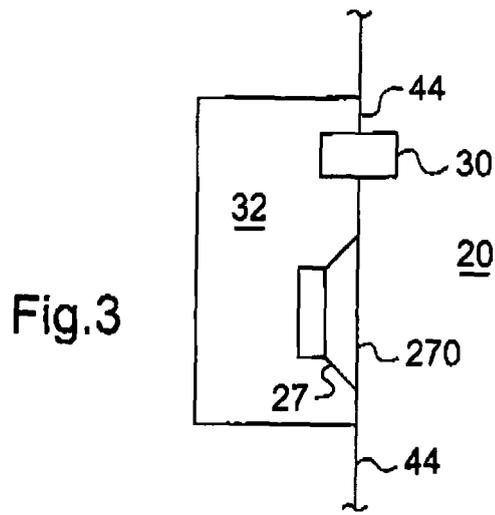
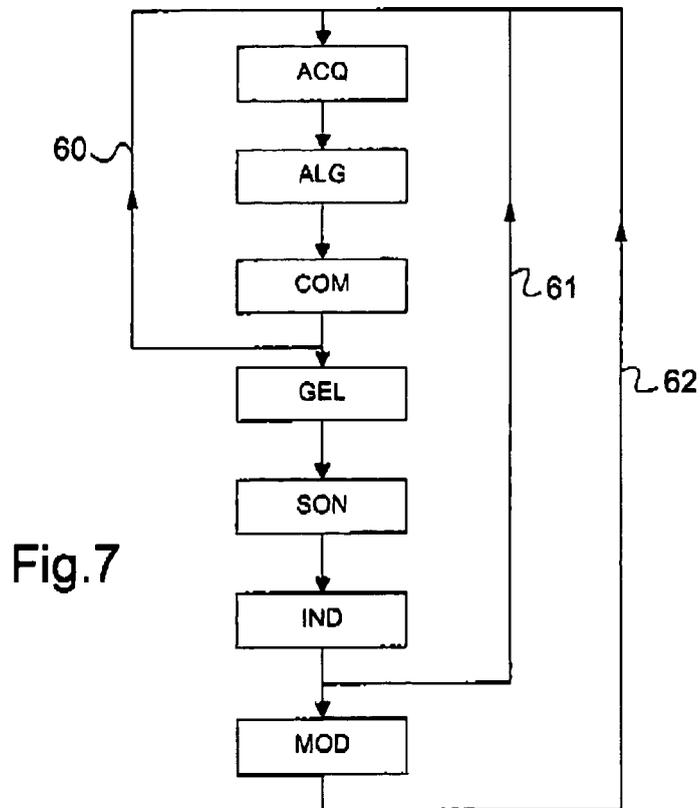
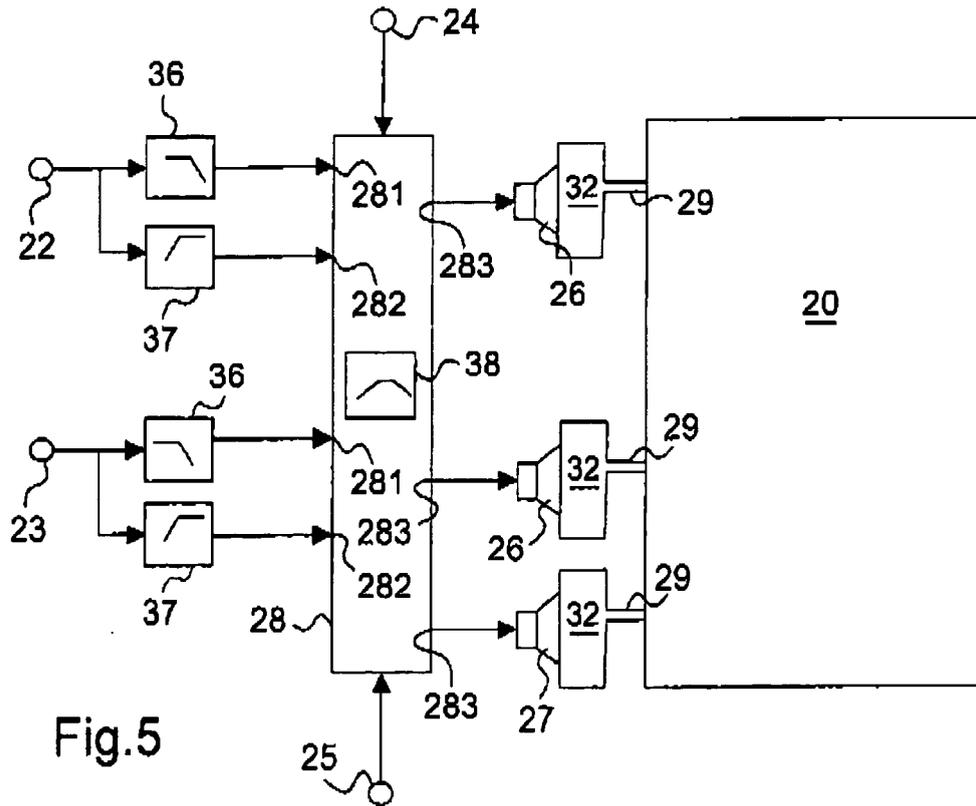


Fig.2





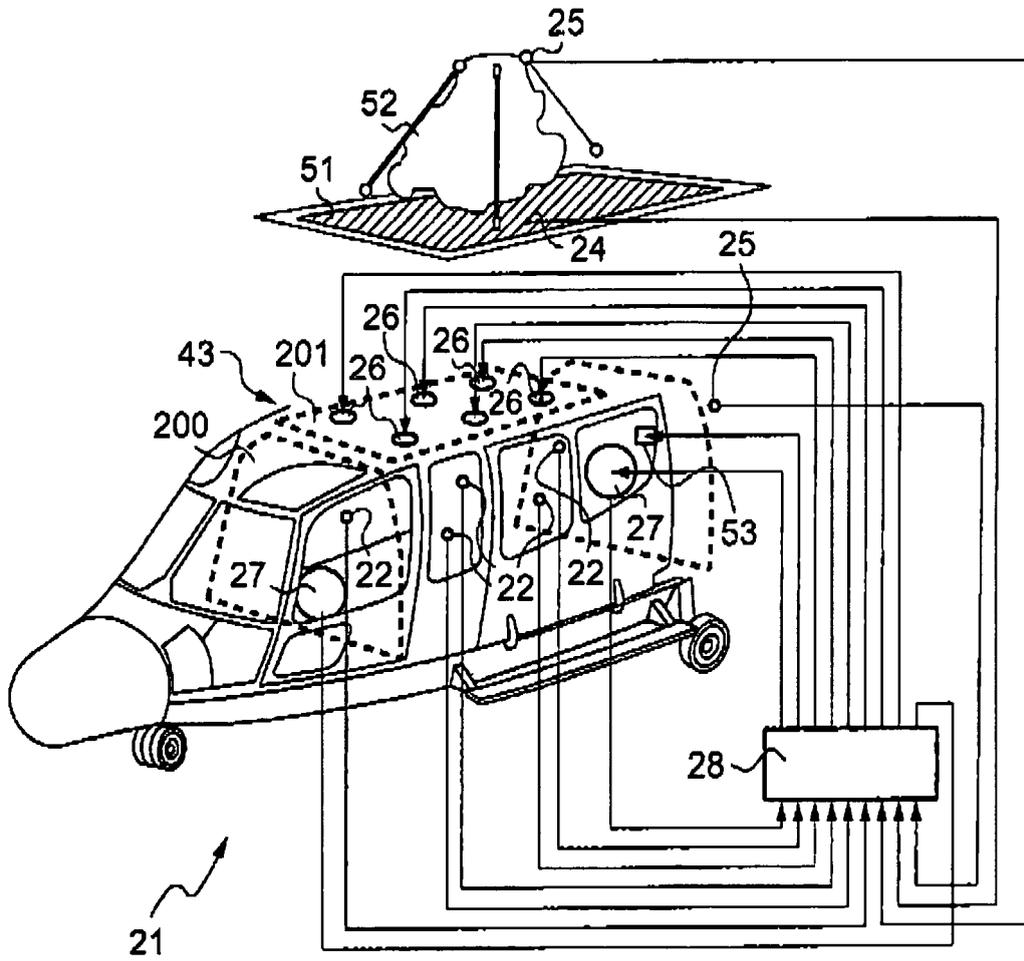


Fig.6



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 5 778 081 A (PATRICK WILLIAM P [US]) 7 juillet 1998 (1998-07-07) * le document en entier *	1-16	INV. G10K11/178
Y	DE 42 26 885 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 17 février 1994 (1994-02-17) * le document en entier *	1-16	
D,A	WO 96/17340 A (LORD CORP [US]) 6 juin 1996 (1996-06-06) * page 2, ligne 12 - ligne 22 * * page 9, ligne 14 - ligne 21 * * page 11, ligne 23 - page 12, ligne 15; revendication 1 *	1,9,10, 12,14,16	
D,A	WO 03/073415 A (SIKORSKY AIRCRAFT CORP [US]) 4 septembre 2003 (2003-09-04) * revendication 1 *	1,8,11, 13,15	
A	WO 96/03945 A (NOISE CANCELLATION TECH [US]) 15 février 1996 (1996-02-15) * revendication 1; figure 4 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G10K
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		25 juin 2007	Lorne, Benoît
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	
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		& : membre de la même famille, document correspondant	

5

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 07 00 5657

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.

25-06-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5778081	A	07-07-1998	AUCUN	
DE 4226885	A1	17-02-1994	EP 0586831 A2	16-03-1994
WO 9617340	A	06-06-1996	DE 69522708 D1	18-10-2001
			DE 69522708 T2	11-07-2002
			EP 0795169 A1	17-09-1997
			US 5754662 A	19-05-1998
WO 03073415	A	04-09-2003	AU 2002244172 A1	09-09-2003
WO 9603945	A	15-02-1996	CA 2195401 A1	15-02-1996
			DE 69531739 D1	16-10-2003
			DE 69531739 T2	08-07-2004
			EP 0773760 A1	21-05-1997
			US 5568557 A	22-10-1996

EPO FORM P0460

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

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

- FR 2769396 [0005]
- US 6224014 B [0005]
- FR 2802328 [0006]
- US 6502043 B [0006]
- US 5845236 A [0008]
- US 5754662 A [0009]
- EP 1031136 A [0010]
- WO 03073415 A [0011]
- EP 917706 A [0012]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **JARI KATAJA et al.** selection of active noise control strategy : two test cases. *Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2004*, 08 Juin 2004 [0004]