(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 078 407***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **18 51572**

(51) Int Cl[8] : ***G 01 S 5/18*** *(2018.01), G 06 F 3/00, 17/10, G 08 B 21/02*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 23.02.18.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 30.08.19 Bulletin 19/35.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

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

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.) Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** CLEMENT NICOLAS et GAUDUIN BENOIT.

(73) **Titulaire(s) :** AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.) Société par actions simplifiée.

(74) **Mandataire(s) :** AIRBUS OPERATIONS SAS Société anonyme.

(54) PROCEDE DE MESURE DE L'ETAT DE VIGILANCE D'UN PILOTE.

(57) L'invention concerne un procédé de mesure de l'état de vigilance d'un pilote mis en œuvre par un dispositif de mesure. Le dispositif de mesure est configuré pour mesurer le temps entre lequel une onde sonore est émise par un haut-parleur arrangé dans le poste de pilotage de l'aéronef et est reçue par le microphone d'un casque d'un pilote et calculer les coordonnées d'une sphère centrée sur le haut-parleur et sur le périmètre de laquelle le microphone se situe.

Le calcul des points d'intersections d'au moins deux sphères centrées sur des haut-parleurs différents fournit des positions possibles du microphone dans l'espace du poste de pilotage. Ces positions sont celles de la tête du pilote lorsque le casque est utilisé par ce dernier.

Via la connaissance d'au moins une position possible de la tête du pilote dans le poste de pilotage, le dispositif de mesurer est configuré pour mesurer l'état de vigilance du pilote et alerter en cas d'un manque de vigilance avéré du pilote.

FR 3 078 407 - A1

PROCEDE DE MESURE DE L'ETAT DE VIGILANCE D'UN PILOTE

La présente invention concerne un procédé de mesure de l'état de vigilance d'un pilote au pilotage d'un aéronef.

L'incapacité d'un pilote au pilotage un aéronef se traduit par un comportement anormal du pilote pendant plusieurs secondes, en particulier marqué par un manque de vigilance du pilote qui peut être dû à un malaise physique ou psychologique (stress). Dès lors qu'une suspicion d'incapacité au pilotage existe, un plan d'action est initié pour remplacer ou assister le pilote afin de poursuivre le vol de l'aéronef dans des conditions optimales.

Durant un vol, l'état de vigilance d'un pilote est mesuré par un autre pilote, le contrôle au sol avec lequel le pilote est en contact radio permanent, ou encore par des capteurs portés par le pilote (capteurs cardiaques par exemple). Le port de tels capteurs durant plusieurs heures de vol peut incommoder les pilotes.

La présente invention a pour objectif de proposer un moyen de mesurer l'état de vigilance d'un pilote qui ne soit incommodant pour le pilote. A cet effet, l'invention concerne un procédé de mesure de l'état de vigilance d'un pilote d'un aéronef, l'aéronef comprenant un poste de pilotage dans lequel sont arrangés au moins un écran et une interface-homme machine, ainsi qu'au moins deux haut-parleurs, et au moins un casque comprenant un microphone prévu pour être utilisé par un pilote et au moins un écouteur, le microphone étant situé à proximité de la tête du pilote lorsque ce dernier utilise son casque, l'aéronef comprenant en outre une unité de communication audio configurée pour gérer les communications de l'aéronef et à laquelle sont connectés les haut-parleurs et le casque, ainsi qu'un dispositif de mesure de l'état de vigilance d'un pilote l'aéronef, dit dispositif de mesure, connecté à l'unité de communication audio et configuré pour mesurer le temps entre lequel une onde sonore est émise par un haut-parleur et est reçue par le microphone et calculer une pluralité de positions possibles du microphone autour du haut-parleur, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes suivantes :

- une étape E1 d'émission dans laquelle l'unité de communication audio émet un signal d'excitation électrique vers un haut-parleur ;
- une étape E2 de conversion dans laquelle le haut-parleur convertit le signal d'excitation en onde acoustique ;

- une étape E3 de réception dans laquelle le microphone capte l'onde acoustique et la convertit en signal électrique transmis vers l'unité de communication audio ;
- une étape E4 de calcul, dans laquelle le dispositif de mesure calcule la distance du haut-parleur au microphone et calcule les coordonnées d'une sphère centrée sur le haut-parleur et sur le périmètre de laquelle le microphone se situe ;

les quatre étapes E1-E4 étant mises en œuvre pour chaque haut-parleur à chaque fois qu'un signal d'excitation électrique est émis par l'unité de communication audio vers ledit haut-parleur,

- une étape E5 de détermination de la position du microphone mise en œuvre par le dispositif de mesure lorsque les coordonnées d'au moins deux sphères centrées sur des haut-parleurs différents ont été calculées, et dans laquelle le dispositif de mesure calcule les points d'intersection des sphères, lesdits points d'intersections étant des positions possibles du microphone et étant représentatives des positions possibles de la tête du pilote lorsque ce dernier utilise son casque,
- une étape E6 de mesure du mouvement du microphone, dans laquelle le dispositif de mesure mesure, pendant une durée prédéterminée, les mouvements d'au moins une position possible du microphone, dite position de détection, déterminée à l'étape E5 précédente,
- une étape E7 de détermination de manque de vigilance, dans laquelle le dispositif de mesure détermine que le pilote présente un manque de vigilance si le microphone s'est pas éloignée de la position de détection d'une distance prédéterminée pendant la durée prédéterminée ;
- une étape E8 d'alerte, mise en œuvre dans le cas où le dispositif de mesure a déterminé que le pilote présente un manque de vigilance, dans laquelle le dispositif de mesure génère un signal électrique indicatif d'un manque de vigilance.

Le procédé selon l'invention est non intrusif pour le pilote et permet de mesurer l'état de vigilance d'un pilote et de lancer une alerte dans le cas où le pilote manque de vigilance.

L'invention concerne également un aéronef comprenant un poste de pilotage dans lequel sont arrangés au moins un écran et une interface-homme machine , ainsi qu'au moins deux haut-parleurs, et au moins un casque comprenant un microphone prévu pour être utilisé par un pilote de l'aéronef, le microphone étant situé à proximité de la tête du pilote lorsque ce dernier utilise son casque, l'aéronef comprenant en outre une unité de communication audio configurée pour gérer les communications de l'aéronef et à laquelle sont connectés les haut-parleurs et le casque, caractérisé en ce que l'aéronef comprend un dispositif de mesure de l'état de vigilance du pilote, dit dispositif de mesure, connecté à l'unité de communication audio et configuré pour :

- mesurer le temps entre lequel une onde sonore est émise par au moins un premier et un second haut-parleur et est reçue par le microphone d'un casque et calculer les coordonnées d'une première sphère centrée sur le premier haut-parleur et d'une seconde sphère centrée sur le second haut-parleur ;

- calculer les points d'intersection des sphères, lesdits points d'intersections étant des positions possibles du microphone du casque et étant représentatives des positions possibles de la tête du pilote lorsque ce dernier utilise son casque ;

- mesurer les mouvements d'au moins une desdits positions possibles du microphone.

Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels :

- la figure 1 représente un aéronef comportant un dispositif de mesure pour la mise en œuvre du procédé de mesure de l'état de vigilance d'un pilote selon un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 représente une vue d'un poste de pilotage de l'aéronef de la figure 1 dans lequel sont arrangés différents haut-parleurs utilisés dans la mise en œuvre du procédé de mesure de l'état de vigilance d'un pilote selon un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 3 est une vue d'un casque d'un pilote utilisé dans la mise en œuvre du procédé de mesure de l'état de vigilance d'un pilote selon un mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 4 est un diagramme représentant les différentes étapes du procédé de mesure de l'état de vigilance d'un aéronef selon un mode de réalisation de l'invention.

En référence avec les figures 1 et 2, un aéronef 10 comprend un poste de pilotage 20 dans lequel sont installés les sièges d'un premier et d'un second pilote (copilote) 24,15, différents écrans 21 et une interface homme-machine 22 (les écrans comprennent une interface homme-machine lorsqu'ils sont tactiles) avec lequel un pilote peut interagir pour donner des instructions aux composants de l'aéronefs.

L'aéronef comprend en outre des moyens de communications qui se composent d'une unité de communication audio 30 (Audio Management Unit) de type unité centrale ayant pour fonction de gérer les communications de l'aéronef, et qui est connectée pour cela à des antennes (non représentées) situées sur le fuselage de l'aéronef pour la réception ou l'émission de signaux électriques, à un système d'alerte 50 qui émet des signaux électriques d'alerte vers au mois un écran 21 dans le cas de la survenue d'une anomalie (exemple : alarme de décrochage, alarme incendie, ...), et à des transducteurs pour convertir des signaux électriques en ondes sonores ou inversement.

Les transducteurs sont arrangés dans le poste de pilotage 20 et comprennent :

- au moins deux haut-parleurs HP, par exemple agencés sur le plafond 26 ou sur des consoles 27,28 du poste de pilotage 20;
- pour chaque pilote, un microphone M et deux écouteurs 31,32 arrangés sur le casque C (boomset en anglais) de chaque pilote.

De manière connue, et en référence avec la figure 3, un casque C comprend un arceau F à chaque extrémité duquel est fixé un écouteur 31,32. Le microphone M est fixé à l'arceau F tout en étant déporté de ce dernier. En position d'utilisation, le pilote règle le casque de sorte que l'arceau F enveloppe le haut de sa tête T, avec un écouteur 31,32 situé devant chaque oreille, le microphone M étant lui situé devant la bouche du pilote.

Selon l'invention, l'aéronef 10 comprend un dispositif de mesure de l'état de vigilance d'un pilote de l'aéronef 40, dit dispositif de mesure, qui est configuré pour mesurer le temps entre lequel une onde sonore est émise par un haut-parleur HP et est reçue par le microphone M d'un casque et calculer les coordonnées d'une sphère centrée sur le haut-parleur HP et sur le périmètre de laquelle le microphone M se situe.

Le calcul des points d'intersections d'au moins deux sphères centrées sur des haut-parleurs HP différents fournit des positions possibles du microphone M dans l'espace du poste de pilotage 20. Ces positions sont celles de la tête du pilote T lorsque le casque C est utilisé par ce dernier.

Via la connaissance d'au moins une position possible de la tête T du pilote dans le poste de pilotage 20, le dispositif de mesure 40 est configuré pour mesurer l'état de vigilance d'un pilote de l'aéronef 10.

Le dispositif de mesure 40 est soit un module, intégré dans l'unité de communication audio 30, soit un module de type unité centrale, distinct de l'unité de communication audio 30 (comme illustré par la figure 1), et connecté à cette dernière ainsi qu'au système d'alerte 50.

En référence avec la figure 4, le procédé de mesure de l'état de vigilance d'un pilote mis en œuvre par le dispositif de mesure 40 va être explicité pour sa mise en œuvre dans un poste de pilotage d'aéronef 20 comprenant deux hauts parleurs HP. Un haut-parleur HP dédié au premier pilote est arrangé à proximité du siège 24 de ce dernier, et de manière symétrique selon un plan médian du fuselage de l'aéronef, un autre haut-parleur HP dédié au second pilote (copilote) est arrangé à proximité du siège 25 de ce dernier.

On considère uniquement le cas du microphone M du casque C du premier pilote, mais le procédé tel que décrit s'applique de manière identique pour chaque microphone M du pilote/copilote puisque les entrées des microphones M sont différenciées au niveau de l'unité de communication audio 30 de sorte que ladite unité peut différencier les signaux qu'elle reçoit des microphones M.

Dans une étape E1 d'émission, l'unité de communication audio 30 émet un signal d'excitation électrique Ssrc(t) vers un haut-parleur HP. Un signal d'excitation électrique émis par l'unité de communication audio vers un haut-parleur est par exemple :

- un signal reçu de l'extérieur de l'aéronef (autre aéronef, sol...) via une antenne ;
- un signal électrique d'alerte généré par le système d'alerte 50. Le signal électrique d'alerte est, par exemple, un signal, qui lorsqu'il sera convertit en onde acoustique, sera un bip, une tonalité, une alarme ; et
- un signal spécifique à la mesure de l'état de vigilance d'un pilote, qui est généré par le dispositif de mesure 40. Le signal spécifique est, par exemple, configuré pour être inaudible par les pilotes une fois convertit en onde acoustique.

Dans une étape E2 de conversion, le haut-parleur HP convertit le signal d'excitation Ssrc(t) en onde acoustique Pacc(t), puis dans une étape E3 de réception, le microphone M du casque C d'un pilote capte l'onde acoustique Pacc(t), et la convertit en signal électrique Smic(t) qui est transmise vers l'unité de communication audio 30.

A l'issue de l'étape E3, dans une étape E4 de calcul, le dispositif de mesure 40 calcule la distance du haut-parleur HP au microphone M du casque du pilote et calcule les coordonnées d'une sphère autour du haut-parleur HP dans sur le périmètre de laquelle le microphone se situe.

Dans le détail, le calcul de la distance et des coordonnées de la sphère comprend :

- a) le calcul du maximum de la fonction d'intercorrélation $R_{SsrcSmic}$ entre le signal d'excitation électrique Ssrc(t) et le signal électrique Smic(t) émis par un microphone ayant reçu l'onde acoustique Pacc(t) du haut-parleur HP, le maximum ainsi calculé représente le temps de propagation acoustique du signal d'excitation Ssrc1(t).
- b) le calcul de la distance du haut-parleur HP au microphone M, en multipliant le temps de propagation calculé par la célérité du son ; et
- c) la détermination des coordonnées de la sphère, rendue possible par le fait que haut-parleur HP a une position fixe et connue dans le poste de pilotage 20 (la position est enregistrée dans une mémoire du dispositif de mesure 40).

Les quatre étapes E1-E4 sont mises en œuvre pour l'autre haut-parleur HP. De manière générale, les quatre étapes E1-E4 sont mises en œuvre pour un haut-parleur à chaque fois qu'un signal d'excitation électrique Ssrc(t) est émis par l'unité de communication audio 30 vers ledit haut-parleur HP.

En fonction de la nature des signaux d'excitation électrique Ssrc(t), les quatre étapes E1-E4 sont mises en œuvre simultanément sur chacun des hauts parleurs HP (cas dans le cas d'une alerte ou d'une signal radio), ou peuvent être mises en œuvre de manière décalée lorsque les signaux d'excitation électrique Ssrc(t) sont des signaux spécifiques à la mesure de l'état de vigilance.

Dans une étape E5 de détermination de la position de microphone M mise en œuvre lorsque les coordonnées de deux sphères centrées sur deux haut-parleurs HP différents ont été calculées (c'est-à-dire à chaque fois qu'un cycle d'étapes E1 à E4 est réalisé pour un premier et un second haut-parleur HP), le dispositif de mesure 40 calcule les points d'intersection des sphères situées autour des deux haut-parleurs HP. Ces points d'intersections sont des positions possibles du microphone M dans l'espace du poste de pilotage.

Dans une étape E6 de mesure du mouvement du microphone, le dispositif de mesure 40 mesure, pendant une durée prédéterminée (par exemple, de l'ordre de 30s), les mouvements du microphone M en prenant pour référence une des positions possibles, dite position de détection, du microphone M, déterminée à l'étape E5 précédente. On notera que l'augmentation de la fréquence d'émission de signaux d'excitation électriques pour chaque haut-parleur augmente la précision de la mesure du mouvement du microphone.

Ensuite, dans une étape E7 de détermination d'incapacité, le dispositif de mesure 40 détermine que le pilote présente un manque de vigilance si le microphone M ne s'est pas éloigné de la position de détection d'une distance prédéterminée (de l'ordre de quelques centimètres, 2 cm par exemple) pendant la durée prédéterminée.

Si durant la durée prédéterminée, la tête du pilote s'est éloignée de la position de détection de la distance prédéterminée, alors le dispositif de mesure 40 reprend la mesure de l'état de vigilance à l' étape E5.

Au contraire, si durant la durée prédéterminée, la tête du pilote ne s'est pas éloignée de la position de détection de la distance prédéterminée, alors le dispositif de mesure 40, dans une étape E8 d'alerte, génère un signal électrique Salert indicatif d'un manque de vigilance du pilote.

Ce signal Salert est transmis à l'unité de communication audio 30 pour l'envoi d'un signal aux écouteurs du casque C du pilote pour lequel le dispositif de mesure 40 a mesuré un état de manque de vigilance. Le signal est dans ce cas prévu pour être transformé en son d'alarme audible par les écouteurs 31,32 du casque C du pilote et l'alarme est émise tant que le pilote n'accomplit pas une action prédéfinie, comme par exemple un mouvement de la tête, une interaction spécifique avec l'interface homme-machine 22, ...

En variante, le signal Salert est transmis au système d'alerte 50 pour l'affichage d'un message sur au moins l'un des écrans 21 du poste de pilotage 20. Le message est ostensible (par exemple clignotant, d'une couleur vive...) et comporte une instruction demandant au pilot/copilote d'accomplir une action (interaction demandée au pilote avec l'interface homme-machine 22) dans un délai prédéterminé (par exemple 30 secondes) afin de s'assurer qu'au moins un pilote est apte au pilotage. Si le pilote ou le copilote accomplit l'action demandée dans le délai, le dispositif de mesure 40 reprend la mesure de l'état de vigilance. En revanche si aucun pilote n'accomplit l'action, un signal est envoyé par le dispositif de mesure 40 vers une assistance au sol pour la mise en œuvre de mesures d'assistance, comme par exemple la prise de contrôle de l'aéronef à distance.

L'invention est particulièrement adaptée à une configuration de poste de pilotage 20 qui comprend plus de deux haut-parleurs HP. Si le poste de pilotage comprend un nombre n de haut-parleurs HP, les étapes E1 à E4 peuvent être effectuées pour chacun des n haut-parleurs. Puisque le nombre de points d'intersections de n sphères diminue à mesure que le nombre de haut-parleurs est important, la précision de la détermination de la position du microphone M est d'autant plus importante que le nombre de haut-parleurs HP est élevé. Ainsi, lorsque le poste de pilotage 20 comprend au moins 4 haut-parleurs, l'intersection de chacune des quatre sphères est un unique point.

Dans la description du procédé décrite ci-dessus, on a considéré que le pilote porte son casque C durant tout le vol, par exemple du fait d'une obligation formulée par sa compagnie aérienne. En variante, le dispositif de mesure 40 est configuré pour prendre en compte le fait que pour de longues durées de vol, le pilote peut avoir à enlever son casque C.

A cette fin, dans un mode de réalisation de l'invention, le casque C du pilote comprend un capteur de proximité 33 monté sur l'arceau F du casque et dont la zone de détection est orientée vers la partie concave du casque. Le capteur 33 génère un signal Sactiv comprenant l'information selon laquelle le casque C est porté par le pilote lorsque la tête T du

pilote se situe à proximité du capteur 33 (par exemple, moins de deux centimètres). En considérant un exemple dans une logique Booléenne où le signal Sactiv mis à 1 indique que la casque C est porté par le pilote, le dispositif de mesure40 recevant la sortie du capteur est apte à générer un signal électrique Salert uniquement lorsque le signal Sactiv est mis à 1

La description du procédé tel que décrit précédemment est alors modifiée en ce sens :

- qu'il comprend une étape EP de vérification de l'utilisation du casque C par le pilote, mis en œuvre en permanence par le dispositif de mesure 40, dans laquelle le dispositif de mesure 40 vérifie que le casque est porté par le pilote (réception d'un signal Sactiv mis à 1 en logique booléen considérée ici à titre d'exemple uniquement), ou n'est pas porté par le pilote (réception d'un signal Sactiv mis à 0).
- que l'étape E8 d'alerte est mise en œuvre à la condition supplémentaire que le casque C est porté par le pilote (soit Sactiv mis à 1).

Dans un mode de réalisation préférentiel de l'invention, lorsque les signaux d'excitations électrique Ssrc(t) sont des signaux spécifiques à la mesure de l'état de vigilance d'un pilote, l'unité de communication audio 30 génère un signal d'excitation électrique distinct pour chaque haut-parleur HP et ces signaux sont envoyées vers les différents haut-parleurs HP en décalé Il est ainsi possible de différencier chaque signal émis par un haut-parleur. Selon ce mode de réalisation, le mouvement du microphone est mesuré en continu et la mesure de l'état de vigilance est plus précise.

REVENDICATIONS

1) Procédé de mesure de l'état de vigilance d'un pilote d'un aéronef (10), l'aéronef comprenant un poste de pilotage (20) dans lequel sont arrangés au moins un écran (21) et une interface-homme machine (22), ainsi qu'au moins deux haut-parleurs (HP), et au moins un casque (C) comprenant un microphone (M) prévu pour être utilisé par un pilote et au moins un écouteur (31,32), le microphone (M) étant situé à proximité de la tête (T) du pilote lorsque ce dernier utilise son casque (C), l'aéronef (10) comprenant en outre une unité de communication audio (30) configurée pour gérer les communications de l'aéronef (10) et à laquelle sont connectés les haut-parleurs (HP) et le casque (C), ainsi qu'un dispositif de mesure (40) de l'état de vigilance d'un pilote l'aéronef, dit dispositif de mesure, connecté à l'unité de communication audio (30) et configuré pour mesurer le temps entre lequel une onde sonore est émise par un haut-parleur (HP) et est reçue par le microphone (M) et calculer une pluralité de positions possibles du microphone (M) autour du haut-parleur (HP), caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes suivantes :

   - une étape E1 d'émission dans laquelle l'unité de communication audio (30) émet un signal d'excitation électrique (Ssrc(t)) vers un haut-parleur (HP) ;
   - une étape E2 de conversion dans laquelle le haut-parleur (HP) convertit le signal d'excitation (Ssrc(t)) en onde acoustique (Pacc(t)) ;
   - une étape E3 de réception dans laquelle le microphone (M) capte l'onde acoustique (Pacc(t)) et la convertit en signal électrique (Smic(t)) transmis vers l'unité de communication audio (30) ;
   - une étape E4 de calcul, dans laquelle le dispositif de mesure (40) calcule la distance du haut-parleur (HP) au microphone (M) et calcule les coordonnées d'une sphère centrée sur le haut-parleur (HP) et sur le périmètre de laquelle le microphone (M) se situe ;

les quatre étapes E1-E4 étant mises en œuvre pour chaque haut-parleur (HP) à chaque fois qu'un signal d'excitation électrique (Ssrc(t)) est émis par l'unité de communication audio (30) vers ledit haut-parleur,

   - une étape E5 de détermination de la position du microphone (M) mise en œuvre par le dispositif de mesure (40) lorsque les coordonnées d'au moins deux

sphères centrées sur des haut-parleurs (HP) différents ont été calculées, et dans laquelle le dispositif de mesure (40) calcule les points d'intersection des sphères, lesdits points d'intersections étant des positions possibles du microphone et étant représentatives des positions possibles de la tête (T) du pilote lorsque ce dernier utilise son casque ;

- une étape E6 de mesure du mouvement du microphone (M), dans laquelle le dispositif de mesure (40) mesure, pendant une durée prédéterminée, les mouvements d'au moins une position possible du microphone (M), dite position de détection, déterminée à l'étape E5 précédente ;
- une étape E7 de détermination de manque de vigilance, dans laquelle le dispositif de le dispositif de mesure (40) détermine que le pilote présente un manque de vigilance si le microphone (M) s'est pas éloignée de la position de détection d'une distance prédéterminée pendant la durée prédéterminée ;
- une étape E8 d'alerte, mise en œuvre dans le cas où le dispositif de mesure (40) a déterminé que le pilote présente un manque de vigilance, dans laquelle le dispositif de mesure (40) génère un signal électrique (Salert) indicatif d'un manque de vigilance.

2) Procédé de détection selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans l'étape E4 de calcul mise en œuvre pour un haut-parleur (HP), le dispositif de mesure (40) :

a) calcule le maximum de la fonction d'intercorrélation ($R_{SsrcSmic}$) entre le signal d'excitation électrique (Ssrc(t)) de l'unité de communication audio (30) et le signal électrique (Smic(t)) provenant du microphone (M), le maximum ainsi calculé représentant le temps de propagation acoustique du signal d'excitation électrique ;

b) calcule la distance du haut-parleur (HP) au microphone (M); et

c) détermine les coordonnées de la sphère autour du haut-parleur (HP).

3) Procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que suite à l'étape E8 d'alerte, le signal électrique (Salert) indicatif d'un manque de vigilance du pilote est transmis à l'unité de communication audio (30), et en ce qu'a la

réception dudit signal électrique (Salert), l'unité de communication audio (30) émet un signal d'excitation électrique vers au moins un écouteur (31,32) du casque (C) pour l'émission d'un son d'alarme audible par le pilote.

4) Procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, l'aéronef (10) comprenant un système d'alerte (50) configuré, dans le cas de la survenue d'une anomalie, pour émettre des signaux électriques d'alerte et afficher des messages d'alerte sur ledit au moins un écran (21), caractérisé en ce que suite à l'étape E8 d'alerte, le signal électrique (Salert) indicatif d'un manque de vigilance du pilote est transmis au système d'alerte (50) pour l'affichage, sur le au moins un écran (21), d'un message demandant au pilote d'effectuer une action via l'interface homme-machine (22) dans un délai prédéterminé, et

- si un pilote accomplit l'action dans le délai, le dispositif de mesure (40) reboucle à l'étape (E5) de détermination de la position du microphone (M)
- si un pilote n'accomplit pas l'action dans le délai, un signal est envoyé par le dispositif de mesure (40) vers une assistance au sol pour la mise en œuvre de mesures d'assistance.

5) Procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 1 ou 4, le casque (C) comprenant un arceau (F) destiné à enserrer la tête (T) du pilote lorsque le casque est utilisé, et un capteur de proximité (33) monté sur l'arceau (F), une zone de détection dudit capteur (33) étant orientée vers une partie concave dudit arceau, le capteur (C) étant configuré pour générer un signal (Sactiv) comprenant l'information selon laquelle le casque (C) est utilisé lorsque la tête (T) du pilote est située en deçà d'une distance prédéterminée du capteur (33),

caractérisé en ce que le procédé comprend une étape EP de vérification de l'utilisation du casque (C) par le pilote, mis en œuvre en permanence par le dispositif de mesure (40), dans laquelle le dispositif de mesure (40) détermine si le casque (C) est utilisé ou non par le pilote en fonction de l'information contenue dans le signal (Sactiv) généré par le capteur (33),

et en ce que l'étape E8 d'alerte est mise en œuvre à la condition supplémentaire que le casque (C) est utilisé par le pilote.

6) Procédé de détection selon l'une quelconque des revendications 1 ou 5, l'aéronef (10) comprenant un système d'alerte (50) configuré, dans le cas de la survenue d'une anomalie, pour émettre des signaux électriques d'alerte et afficher des messages d'alerte sur ledit au moins un écran (21), caractérisé en ce qu'un signal d'excitation électrique émis par l'unité de communication audio vers un haut-parleur est un signal pris parmi :

- un signal reçu de l'extérieur de l'aéronef (10) ;
- un signal électriques d'alerte généré par le système d'alerte (50) ;
- un signal spécifique à la détection de l'incapacité d'un pilote, généré par le dispositif de mesure (40).

7) Aéronef (10) comprenant un poste de pilotage (20) dans lequel sont arrangés au moins un écran (21) et une interface-homme machine (22), ainsi qu'au moins deux haut-parleurs (HP), et au moins un casque (C) comprenant un microphone (M) prévu pour être utilisé par un pilote de l'aéronef, le microphone (M) étant situé à proximité de la tête (T) du pilote lorsque ce dernier utilise son casque (C), l'aéronef (10) comprenant en outre une unité de communication audio (30) configurée pour gérer les communications de l'aéronef (10) et à laquelle sont connectés les haut-parleurs (HP) et le casque (C), caractérisé en ce que l'aéronef comprend un dispositif de mesure (40) de l'état de vigilance du pilote, dit dispositif de mesure, connecté à l'unité de communication audio (30) et configuré pour :

- mesurer le temps entre lequel une onde sonore est émise par au moins un premier et un second haut-parleur (HP) et est reçue par le microphone (M) d'un casque (C) et calculer les coordonnées d'une première sphère centrée sur le premier haut-parleur (HP) et d'une seconde sphère centrée sur le second haut-parleur (HP) ;

- calculer les points d'intersection des sphères, lesdits points d'intersections étant des positions possibles du microphone (M) du casque et étant représentatives des positions possibles de la tête (T) du pilote lorsque ce dernier utilise son casque (C) ;

- mesurer les mouvements d'au moins une desdits positions possibles du microphone (M).

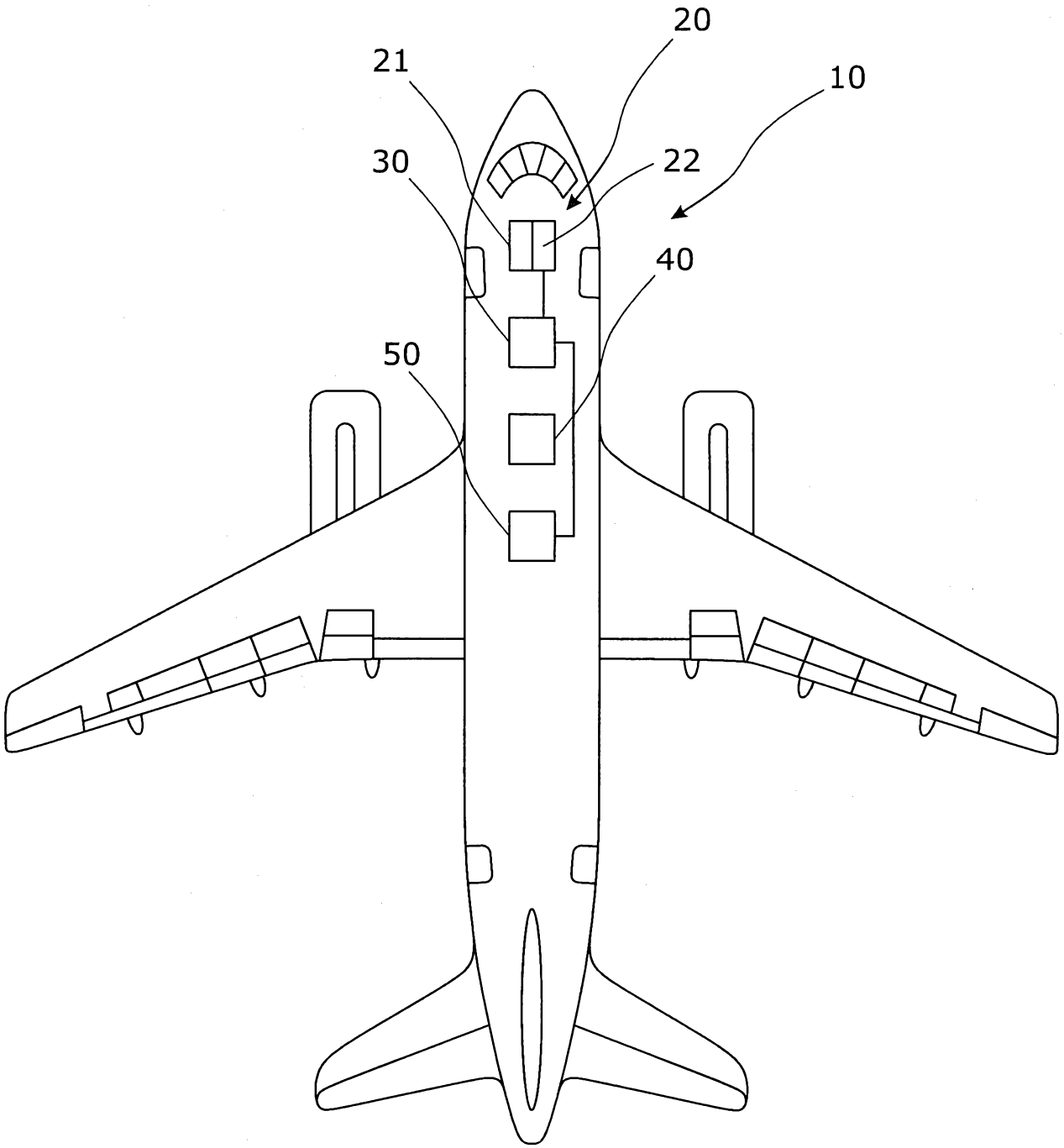


Fig. 1

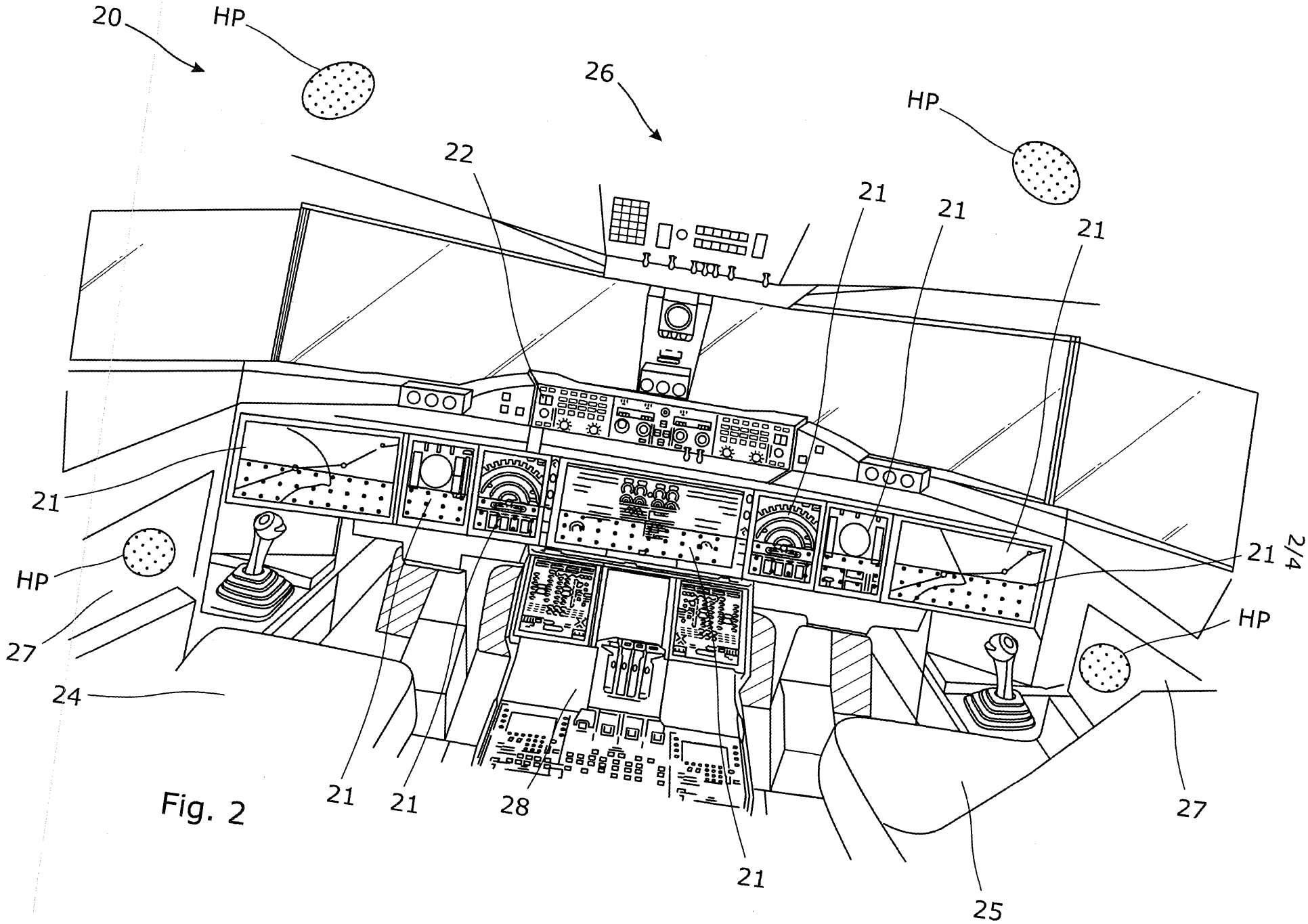


Fig. 2

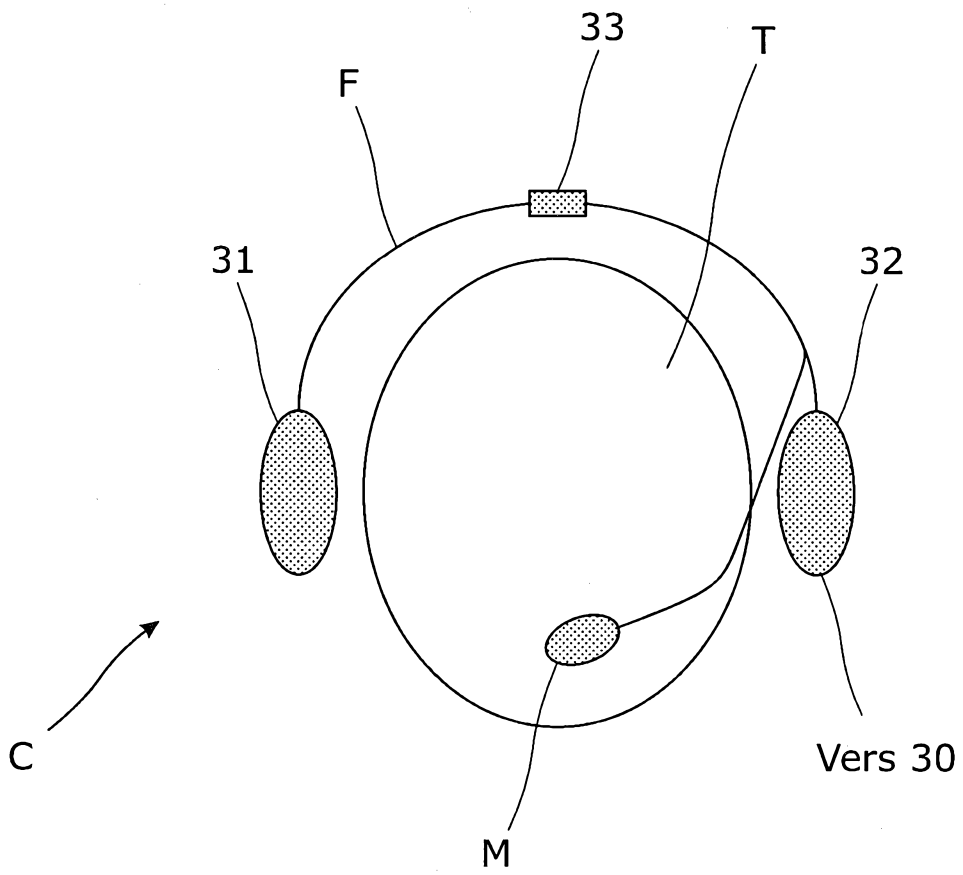


Fig. 3

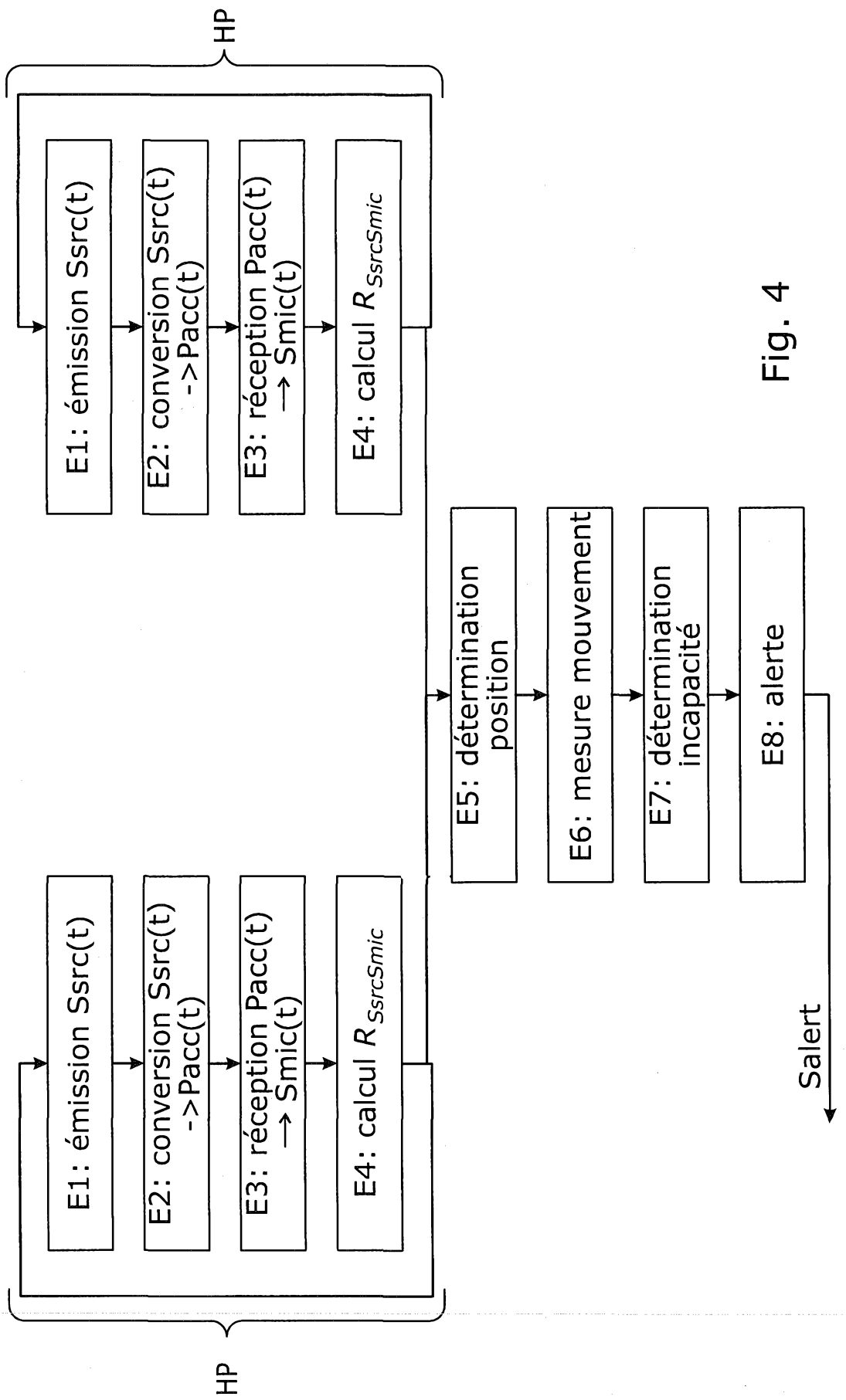

HP
E1: émission Ssrc(t)
E2: conversion Ssrc(t) ->Pacc(t)
E3: réception Pacc(t) → Smic(t)
E4: calcul $R_{SsrcSmic}$
HP
E1: émission Ssrc(t)
E2: conversion Ssrc(t) ->Pacc(t)
E3: réception Pacc(t) → Smic(t)
E4: calcul $R_{SsrcSmic}$
E5: détermination position
E6: mesure mouvement
E7: détermination incapacité
E8: alerte
Salert

Fig. 4

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 851985
FR 1851572

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	EP 2 434 465 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 28 mars 2012 (2012-03-28)	1,7	G01S5/18 G08B21/02
A	* phrase 3, alinéa 4 * * phrases 1-3, alinéa 23 * * phrase 2, alinéa 24 * * phrase 1, alinéa 25 * * figure 2 * -----	2-6	G06F3/00 G06F17/10
Y	US 2015/104038 A1 (KIM SUNG UN [KR]) 16 avril 2015 (2015-04-16)	1,7	
A	* figures 2-3, 4A * * phrase 1, alinéa 10 * * alinéa [0011] * * phrase 2, alinéa 13 * * alinéa [0030] * * phrase 1, alinéa 45 * * alinéas [0046], [0047] * * phrase 1, alinéa 48 * * dernière phrase, alinéa 52 * * phrase 1, alinéa 61 * -----	2-6	
A	WO 92/07346 A1 (LOGITECH INC [US]) 30 avril 1992 (1992-04-30) * figures 17,18 * * abrégé * * page 53, ligne 17 - page 54 * -----	1-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G08B G01S A61B B60K
A	US 5 339 259 A (PUMA SAMUEL C [US] ET AL) 16 août 1994 (1994-08-16) * figure 1 * * abrégé * * colonne 3, lignes 63-68 * -----	1-7	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
19 novembre 2018	Plathner, B

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1851572 FA 851985

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 19-11-2018
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2434465 A2	28-03-2012	EP 2434465 A2	28-03-2012
		EP 2933788 A2	21-10-2015
		US 2012075122 A1	29-03-2012
		US 2013323688 A1	05-12-2013
US 2015104038 A1	16-04-2015	CN 104554049 A	29-04-2015
		KR 101510340 B1	07-04-2015
		US 2015104038 A1	16-04-2015
WO 9207346 A1	30-04-1992	CA 2094615 A1	23-04-1992
		EP 0554346 A1	11-08-1993
		IE 913686 A1	22-04-1992
		JP H06502509 A	17-03-1994
		WO 9207346 A1	30-04-1992
US 5339259 A	16-08-1994	AUCUN	

EPO FORM P0465

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