

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.01.24.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.07.25 Bulletin 25/28.

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 Simplifiées — FR.

72 Inventeur(s) : RUSSO Pierre-Louis.

73 Titulaire(s) : Airbus Operations (S.A.S.) Société par Actions Simplifiées.

54 ~~Marques~~ **Système avionique et procédé de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef.**

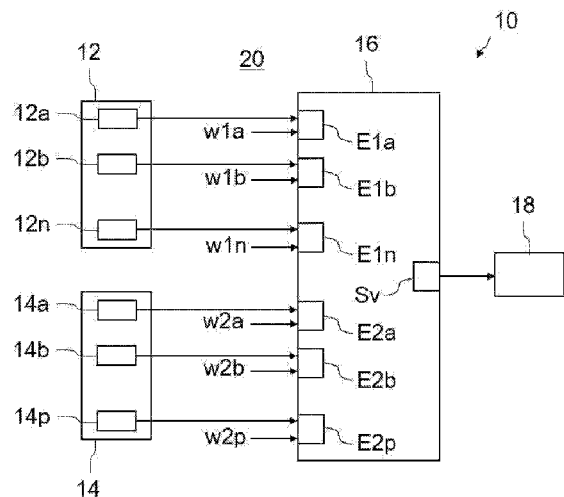
57 Système avionique et procédé de détection d'un arrêt

au sol d'un aéronef.

Le système avionique (10) de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef (1) est configuré pour :

- acquérir des premières informations d'arrêt au sol issues d'un premier ensemble (12) de sources d'informations (12a, 12b ... 12n) configurées pour déterminer les premières informations en fonction de signaux issus d'une centrale inertielle ;
- acquérir des deuxièmes informations d'arrêt au sol issues d'un deuxième ensemble (14) de sources d'informations (14a, 14b ... 14p) configurées pour déterminer les deuxièmes informations indépendamment de signaux issus d'une centrale inertielle ;
- associer un coefficient de pondération (w1a, w1b ... w1n, w2a, w2b ... w2p) à chacune des premières et des deuxièmes informations ;
- déterminer un statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, au moyen d'un voteur (16) recevant en entrée chacune des premières et deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé ; et
- transmettre le statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, vers un système utilisateur (18).

Figure pour l'abrégié : Fig. 2



Description

Titre de l'invention : Système avionique et procédé de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef.

[0001] L'invention est relative au domaine de la circulation des aéronefs au sol sur les aéroports, aussi appelée navigation aéroportuaire. Un aéronef comporte généralement un système d'aide à la navigation aéroportuaire qui permet notamment de fournir des informations à un système de pilotage automatique de l'aéronef et/ou d'afficher, sur un écran de navigation dans le cockpit de l'aéronef, une position courante de l'aéronef sur une carte de l'aéroport considéré. L'information de position courante utilisée pour cet affichage ou pour le pilotage automatique de l'aéronef est déterminée à bord de l'aéronef en agrégeant des informations issues de plusieurs sources d'information de l'aéronef telles par exemple qu'une centrale inertielle, un récepteur multimode recevant des signaux d'un système de navigation par satellites, un récepteur de signaux VOR ou DME, etc. La connaissance d'instantanés auxquels l'aéronef est arrêté au sol permet d'améliorer de façon sensible la précision de l'information de position courante de l'aéronef. Toutefois, cela requiert de savoir déterminer le plus fidèlement possible si l'aéronef est arrêté au sol ou bien s'il est en mouvement. Or la détermination de l'arrêt au sol de l'aéronef s'avère complexe dans la mesure où les signaux reçus par les récepteurs radiofréquences (système de navigation par satellites, systèmes VOR ou DME) sont susceptibles d'être affectés par des multi-trajets en zone aéroportuaire et où les signaux issus d'une centrale inertielle de l'aéronef peuvent être bruités. Une solution actuelle consiste à déterminer au moins deux indicateurs d'arrêt au sol déterminés à partir de différentes sources d'information, puis à déterminer un indicateur synthétique d'arrêt au sol correspondant à un ET logique desdits au moins deux indicateurs d'arrêt au sol. Il en résulte qu'une imprécision d'un seul indicateur parmi ces au moins deux indicateurs peut entraîner une imprécision de l'indicateur synthétique d'arrêt au sol. L'information de position courante de l'aéronef n'est pas dégradée, mais elle ne bénéficie pas de l'augmentation de sa précision permise par un indicateur d'arrêt au sol fiable.

Exposé de l'invention

[0002] La présente invention a notamment pour but d'apporter une solution à ce problème. Elle concerne un système avionique de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef, le système avionique étant embarqué à bord dudit aéronef et comprenant au moins un calculateur avionique configuré pour :

[0003] - acquérir des premières informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues d'un premier ensemble de sources d'informations, les différentes sources d'informations du premier

ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des premières informations au moins en fonction de signaux issus d'au moins une centrale inertielle de l'aéronef ;

- [0004] - acquérir des deuxièmes informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues d'un deuxième ensemble de sources d'informations, les différentes sources d'informations du deuxième ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des deuxièmes informations indépendamment de signaux issus d'une centrale inertielle de l'aéronef ;
- [0005] - associer un coefficient de pondération à chacune des premières et des deuxièmes informations ;
- [0006] - déterminer un statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, au moyen d'au moins un voteur recevant en entrée d'une part chacune des différentes premières informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé et d'autre part chacune des différentes deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé ; et
- [0007] - transmettre le statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, vers un système utilisateur.
- [0008] Ainsi, étant donné que le statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol est déterminé par un voteur, il est nécessaire qu'un nombre minimum d'entrées du voteur soient cohérentes entre elles pour déterminer un arrêt au sol de l'aéronef. De plus, le fait d'associer un coefficient de pondération à chacune des premières informations et des deuxièmes informations reçues sur les entrées du voteur permet de pondérer ces informations en fonction de degrés de confiance associés à ces informations. Le fait que d'une part les premières informations soient déterminées au moins en fonction de signaux issus d'au moins une centrale inertielle de l'aéronef et que d'autre part les deuxièmes informations soient déterminées indépendamment de signaux issus d'une centrale inertielle de l'aéronef, permet de garantir que les premières informations et les deuxièmes informations ne risquent pas d'être corrompues par une perturbation commune. Par conséquent, le système conforme à l'invention permet de déterminer avec fiabilité le statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol.
- [0009] Selon un mode de réalisation, l'au moins un voteur comprend un seul voteur.
- [0010] Selon un mode de réalisation, l'au moins un voteur comprend un premier étage comprenant d'une part un premier voteur recevant en entrée chacune des différentes premières informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé et un deuxième voteur recevant en entrée chacune des différentes deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé, ainsi qu'un deuxième étage comprenant un troisième voteur recevant en entrées au moins une sortie du premier voteur pondérée par un premier coefficient de pondération ainsi qu'au moins

une sortie du deuxième voteur pondérée par un deuxième coefficient de pondération.

- [0011] Selon un mode de réalisation, l'au moins un voteur comprend une sortie correspondant à un vote de type médiane.
- [0012] Selon un mode de réalisation, l'au moins un voteur comprend une sortie configurée pour fournir un statut de l'aéronef correspondant à son arrêt au sol lorsqu'une minorité des premières et deuxièmes entrées pondérées correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef, cette minorité étant supérieure à un seuil prédéterminé. De façon particulière, ladite sortie correspond à un vote de type premier quartile.
- [0013] Selon un mode de réalisation, l'au moins un voteur comprend une sortie configurée pour fournir un statut de l'aéronef correspondant à son arrêt au sol lorsqu'une majorité des premières et deuxièmes entrées pondérées correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef, cette majorité étant supérieure à un seuil prédéterminé. Ce seuil prédéterminé est choisi inférieur à 100% (cent pourcents), en particulier inférieur ou égal à 90% (quatre-vingt dix pourcents). De façon particulière, ladite sortie correspond à un vote de type troisième quartile.
- [0014] L'invention est également relative à un procédé de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef, le procédé étant mis en œuvre par un système avionique embarqué à bord dudit aéronef et comprenant au moins un calculateur avionique, le procédé comprenant :
- [0015] - une étape d'acquisition de premières informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues d'un premier ensemble de sources d'informations, les différentes sources d'informations du premier ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des premières informations au moins en fonction de signaux issus d'au moins une centrale inertielle de l'aéronef ;
- [0016] - une étape d'acquisition de deuxièmes informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues d'un deuxième ensemble de sources d'informations, les différentes sources d'informations du deuxième ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des deuxièmes informations indépendamment de signaux issus d'une centrale inertielle de l'aéronef ;
- [0017] - une étape d'association d'un coefficient de pondération à chacune des premières et des deuxièmes informations ;
- [0018] - une étape de détermination d'un statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, au moyen d'au moins un voteur recevant en entrée d'une part chacune des différentes premières informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé et d'autre part chacune des différentes deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé ; et
- [0019] - une étape de transmission du statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, vers un système utilisateur.

[0020] L'invention est également relative à un aéronef comprenant un tel système avionique de détection d'un arrêt au sol de l'aéronef.

Description des modes de réalisation

[0021] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures annexées.

[0022] La [Fig.1] illustre un aéronef équipé d'un système avionique de détection d'un arrêt au sol conforme à un mode de réalisation de l'invention.

[0023] La [Fig.2] illustre de façon schématique un système avionique de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef, conforme à un mode de réalisation de l'invention.

[0024] La [Fig.3] illustre de façon schématique un mode de réalisation d'un voteur d'un système avionique de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef, conforme à un mode de réalisation de l'invention.

[0025] La [Fig.4] illustre de façon schématique un mode de réalisation d'un voteur d'un système avionique de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef, conforme à un mode de réalisation de l'invention.

[0026] La [Fig.5] illustre un procédé de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef, conforme à un mode de réalisation de l'invention.

[0027] La [Fig.6a] et la [Fig.6b] illustrent le fonctionnement d'un voteur d'un système avionique de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef conforme à un mode de réalisation de l'invention.

[0028] La [Fig.7] illustre le fonctionnement d'un voteur d'un système avionique de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef conforme à un autre mode de réalisation de l'invention.

[0029] L'aéronef 1 représenté sur la [Fig.1] comprend un système avionique 10 de détection d'un arrêt au sol de l'aéronef tel que représenté de façon schématique sur la [Fig.2]. Ce système comprend un voteur 16 implémenté dans un calculateur avionique 20 de l'aéronef. Le voteur 16 est par exemple implémenté de façon logicielle par le calculateur avionique 20. Selon un autre exemple, le voteur est implémenté dans un circuit logique du calculateur avionique, tel qu'un circuit logique programmable ou un circuit logique de type FPGA. Le voteur 16 comprend un ensemble de premières entrées E1a, E1b ... E1n reliées chacune à une source d'information, respectivement 12a, 12b ... 12n, d'un premier ensemble 12 de sources d'information. Les différentes sources d'informations du premier ensemble 12 de sources d'information sont configurées pour déterminer chacune des premières informations d'arrêt au sol de l'aéronef au moins en fonction de signaux issus d'au moins une centrale inertielle de l'aéronef. Le voteur 16 comprend également un ensemble de deuxièmes entrées E2a, E2b ... E2p reliées chacune à une source d'information, respectivement 14a, 14b ...

14p, d'un deuxième ensemble 14 de sources d'information. Les différentes sources d'informations du deuxième ensemble 14 de sources d'information sont configurées pour déterminer chacune des deuxièmes informations d'arrêt au sol de l'aéronef indépendamment de signaux issus d'une centrale inertielle de l'aéronef. Le voteur 16 comprend au moins une sortie Sv. La sortie Sv est reliée à un système utilisateur 18 embarqué dans l'aéronef. Selon un mode de réalisation, le système utilisateur 18 correspond à un système de navigation aéroportuaire en lien avec un système de pilotage automatique de l'aéronef ou avec un système d'affichage dans un cockpit 3 de l'aéronef, par exemple de type CDS (« Cockpit Display System » en anglais), comprenant au moins un écran d'affichage dans le cockpit de l'aéronef. L'écran d'affichage correspond notamment à un écran de navigation (« Navigation Display » en anglais) prévu pour afficher une représentation de l'aéronef localisée à une position courante de l'aéronef sur une carte d'un aéroport sur lequel circule l'aéronef. Selon un autre mode de réalisation, le système utilisateur 18 comprend un dispositif portable prévu pour être utilisé par un membre d'équipage de l'aéronef, tel par exemple qu'un dispositif portable de type EFB (« Electronic Flight Bag » en anglais). Le dispositif portable de type EFB est par exemple configuré pour mettre en œuvre une application de navigation aéroportuaire. Le système avionique 10 de détection d'un arrêt au sol de l'aéronef est par exemple implanté dans une baie avionique 2 de l'aéronef. Le calculateur avionique 20 correspond par exemple à un calculateur de gestion de vol de l'aéronef de type FMS (« Flight Management System » en anglais) ou à un calculateur de gestion de navigation aéroportuaire de l'aéronef.

[0030] Même si le mode de réalisation de l'invention est décrit dans le cas de deux ensembles 12 et 14 de sources d'information, l'invention n'est pas limitée à un tel nombre d'ensembles de sources d'information. Le voteur 16 peut ainsi comporter des entrées reliées à trois (ou davantage) ensembles de sources d'informations, par exemple un ensemble de sources d'information de type inertiel, un ensemble de sources d'informations de type radionavigation, un ensemble de sources d'informations correspondant à des systèmes divers, etc.

[0031] Le voteur 16 est en outre configuré pour associer un coefficient de pondération w_{1a} , w_{1b} ... w_{1n} , respectivement w_{2a} , w_{2b} ... w_{2p} , à chacune des premières entrées E1a, E1b ... E1n, respectivement à chacune des deuxièmes entrées E2a, E2b ... E2p. Dans le mode de réalisation illustré sur la [Fig.3], le voteur 16 comprend un étage de pondération 16a ainsi qu'un étage de vote 16b. De façon particulière et non limitative de l'invention, les coefficients de pondération correspondent à des nombres entiers prédéfinis et dans l'étage de pondération 16a, chaque entrée est dupliquée en fonction du coefficient de pondération qui lui est associé. Dans l'exemple illustré sur la [Fig.3], le coefficient de pondération w_{1a} associé à l'entrée E1a est égal à 3. Par conséquent,

l'entrée E1a est triplée, de telle façon que l'étage de vote 16b reçoit 3 fois des informations reçues par l'entrée E1a. Le coefficient de pondération w_{1b} associé à l'entrée E1b est égal à 2. Par conséquent, l'entrée E1b est doublée, de telle façon que l'étage de vote 16b reçoit 2 fois des informations reçues par l'entrée E1b. Le coefficient de pondération w_{2a} associé à l'entrée E2a est égal à 5. Par conséquent, l'entrée E2a est quintuplée, de telle façon que l'étage de vote 16b reçoit 5 fois des informations reçues par l'entrée E2a. Les coefficients de pondération w_{1n} , w_{2b} , w_{2p} associés respectivement aux entrées E1n, E2b, E2p sont chacun égaux à 1. Par conséquent, l'étage de vote 16b reçoit une seule fois des informations reçues respectivement par les entrées E1n, E2b, E2p. L'étage de vote 16b est configuré pour réaliser un vote en fonction des informations qu'il reçoit sur ses différentes entrées. Les coefficients de pondération étant des nombres entiers prédéfinis, l'étage de pondération 16a correspondant à ce mode de réalisation peut être implémenté aussi bien dans un circuit logique (par exemple un FPGA) que de façon logicielle. Comme indiqué précédemment, ce mode de réalisation n'est pas limitatif de l'invention. D'autres modes de réalisation peuvent par exemple être mis en œuvre de façon logicielle dans le calculateur avionique. En particulier :

- [0032] - les coefficients de pondération peuvent être aussi bien des nombres entiers que des nombres réels ;
- [0033] - le voteur 16 peut aussi ne pas comprendre un étage de pondération 16a, les coefficients de pondération étant alors appliqués directement en tant que coefficients multiplicateurs des différentes entrées dans un étage de vote ;
- [0034] - etc.
- [0035] Dans un mode particulier de réalisation représenté sur la [Fig.4], le voteur 16 comprend un premier étage comprenant d'une part un premier voteur V1 recevant en entrée chacune des différentes premières informations pondérée par le coefficient de pondération w_{1a} , w_{1b} ... w_{1n} qui lui est associé et un deuxième voteur V2 recevant en entrée chacune des différentes deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération w_{2a} , w_{2b} ... w_{2p} qui lui est associé, ainsi qu'un deuxième étage comprenant un troisième voteur V3 recevant en entrées au moins une sortie S1a du premier voteur V1 pondérée par un premier coefficient de pondération w_{3a} ainsi qu'au moins une sortie S1b du deuxième voteur V2 pondérée par un deuxième coefficient de pondération w_{3b} . L'au moins une sortie Sv du voteur 16 correspond à au moins une sortie du troisième voteur V3. Bien que non obligatoirement, au moins l'un des voteurs V1, V2, V3 peut par exemple être conforme au mode de réalisation précité tel qu'illustré sur la [Fig.3].
- [0036] Selon une première alternative, l'au moins un voteur 16 est configuré de telle façon que sa sortie Sv corresponde à un vote de type médiane. La médiane est déterminée par

rapport aux premières et deuxièmes entrées pondérées.

- [0037] Selon une deuxième alternative, l'au moins un voteur 16 est configuré pour fournir à sa sortie Sv un statut de l'aéronef correspondant à son arrêt au sol lorsqu'une minorité des premières et deuxièmes entrées pondérées correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef, cette minorité étant supérieure à un seuil prédéterminé. Le seuil prédéterminé est par exemple choisi de telle façon que le vote soit de type premier quartile, c'est-à-dire que la sortie Sv correspond à un statut de l'aéronef correspondant à son arrêt au sol lorsqu'au moins 25% des premières et deuxièmes entrées pondérées correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef.
- [0038] Selon une troisième alternative, l'au moins un voteur 16 est configuré pour fournir à sa sortie Sv un statut de l'aéronef correspondant à son arrêt au sol lorsqu'une majorité des premières et deuxièmes entrées pondérées correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef, cette majorité étant supérieure à un seuil prédéterminé. Le seuil prédéterminé est par exemple choisi de telle façon que le vote soit de type troisième quartile, c'est-à-dire que la sortie Sv correspond à un statut de l'aéronef correspondant à son arrêt au sol lorsqu'au moins 75% des premières et deuxièmes entrées pondérées correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef.
- [0039] En fonctionnement, le système avionique 10 de détection d'un arrêt au sol de l'aéronef 1 met en œuvre un procédé de détection d'un arrêt au sol de l'aéronef, tel que celui illustré sur la [Fig.5]. Le procédé comprend une étape 31 (libellée E1 sur la figure), d'acquisition de premières informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues du premier ensemble 12 de sources d'informations, les différentes sources d'informations 12a, 12b ... 12n du premier ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des premières informations au moins en fonction de signaux issus d'au moins une centrale inertielle de l'aéronef.
- [0040] Le procédé comprend également une étape 32 (libellée E2 sur la figure), d'acquisition de deuxièmes informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues du deuxième ensemble 14 de sources d'informations, les différentes sources d'informations 14a, 14b ... 14p du deuxième ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des deuxièmes informations indépendamment de signaux issus d'une centrale inertielle de l'aéronef. Les premières et deuxièmes étapes peuvent être mises en œuvre dans un ordre indifférent, voire être mises en œuvre concurremment.
- [0041] Le procédé comprend une étape 33 (libellée E3 sur la figure), d'association d'un coefficient de pondération w_{1a} , w_{1b} ... w_{1n} , w_{2a} , w_{2b} ... w_{2p} à chacune des premières et des deuxièmes informations.
- [0042] Le procédé comprend une étape 34 (libellée E4 sur la figure), de détermination d'un statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, au moyen de l'au moins un voteur 16 recevant en entrée d'une part chacune des différentes premières informations pondérée

par le coefficient de pondération qui lui est associé et d'autre part chacune des différentes deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé. Le fait d'associer un coefficient de pondération à chacune des différentes premières informations et à chacune des différentes deuxièmes informations permet de réaliser un vote, au moyen du voteur 16, en tenant compte d'un poids plus ou moins important pour chacune des différentes informations. Dans un mode de réalisation, les coefficients de pondération sont prédéterminés et sont choisis de façon à tenir compte de la précision et/ou de la fiabilité de chacune des sources d'information et/ou d'une importance accordée à chacune des sources d'information. Dans un autre mode de réalisation, les coefficients de pondération sont déterminés en temps réel en fonction de valeurs de précision des différentes sources d'information, ces valeurs de précision étant calculées en temps réel par au moins un système avionique embarqué à bord de l'aéronef.

[0043] Le procédé comprend ensuite une étape 35 (libellée E5 sur la figure), de transmission du statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, déterminé à l'étape 34, vers le système utilisateur 18. Lorsque le système utilisateur 18 correspond à un système de navigation aéroportuaire, le système de navigation aéroportuaire peut ainsi utiliser le statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol pour déterminer une information de position courante de l'aéronef sur la surface de l'aéroport avec une meilleure précision.

[0044] De façon particulière, les différentes premières informations et deuxièmes informations sont des informations de type logique pouvant prendre une première valeur (par exemple « 1 » ou « VRAI ») lorsque l'information considérée correspond à un arrêt au sol de l'aéronef, ou une deuxième valeur (par exemple « 0 » ou « FAUX ») lorsque l'information considérée correspond à un mouvement au sol de l'aéronef. A l'étape 34, lorsque la sortie du voteur 16 correspond à un vote de type médiane, cette sortie, elle-même de type logique, prend la première valeur (par exemple « 1 » ou « VRAI ») lorsqu'au moins la moitié des différentes entrées pondérées ont pour valeur ladite première valeur, c'est-à-dire correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef. La [Fig.6a] et la [Fig.6b] illustrent le fonctionnement du voteur 16 mettant en œuvre un vote de type médiane. Sur ces figures, l'étape de vote 16b comporte 13 entrées (résultant de la pondération par l'étape de pondération 16a). Le vote étant un vote de type médiane, la sortie Sv du voteur 16 prend la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») lorsqu'au moins 7 desdites 13 entrées ont pour valeur la première valeur. Dans la configuration illustrée sur la [Fig.6a], seules les entrées E1a et E2b du voteur 16 reçoivent des informations correspondant à la première valeur (« 1 » ou « VRAI »). Les autres entrées reçoivent des informations correspondant à la deuxième valeur (« 0 » ou « FAUX »). L'entrée E1a étant triplée par l'étape de pondération 16a, 4 des entrées de l'étape de vote 16b reçoivent la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») et les 9

autres entrées de l'étage de vote 16b reçoivent la deuxième valeur (« 0 » ou « FAUX »). Par conséquent, puisque le nombre d'entrées de l'étage de vote 16b recevant la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») est inférieur à 7, la sortie Sv du voteur 16 prend la deuxième valeur (« 0 » ou « FAUX »).

[0045] Dans la configuration illustrée sur la [Fig.6b], les entrées E1a, E1b, E1n et E2b du voteur 16 reçoivent des informations correspondant à la première valeur (« 1 » ou « VRAI »). Les autres entrées reçoivent des informations correspondant à la deuxième valeur (« 0 » ou « FAUX »). L'entrée E1a étant triplée et l'entrée E1b étant doublée par l'étage de pondération 16a, 7 des entrées de l'étage de vote 16b reçoivent la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») et les 6 autres entrées de l'étage de vote 16b reçoivent la deuxième valeur (« 0 » ou « FAUX »). Par conséquent, puisque le nombre d'entrées de l'étage de vote 16b recevant la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») est au moins égal à 7, la sortie Sv du voteur 16 prend la première valeur (« 1 » ou « VRAI »).

[0046] A l'étape 34 encore, lorsque la sortie du voteur 16 correspond à un vote de type premier quartile, cette sortie prend la première valeur (par exemple « 1 » ou « VRAI ») lorsqu'au moins 25% (un quart) des différentes entrées pondérées ont pour valeur ladite première valeur, c'est-à-dire correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef. La [Fig.7] illustre le fonctionnement du voteur 16 mettant en œuvre un vote de type premier quartile. Sur cette figure, la configuration des entrées est similaire à celle illustrée sur la [Fig.6a]. L'étage de vote 16b comportant 13 entrées (résultant de la pondération à l'étage de pondération 16a) la sortie Sv prend la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») lorsqu'au moins un quart des 13 entrées ont pour valeur la première valeur. Un quart des 13 entrées correspond à 3,25 qu'il convient d'arrondir au nombre entier supérieur, soit 4 entrées, puisque les coefficients de pondération correspondent à des nombres entiers. Comme déjà expliqué en relation avec la [Fig.6a], 4 des entrées de l'étage de vote 16b reçoivent la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») et les 9 autres entrées de l'étage de vote 16b reçoivent la deuxième valeur (« 0 » ou « FAUX »). Par conséquent, puisque le nombre d'entrées de l'étage de vote 16b recevant la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») est au moins égal à 4, la sortie Sv du voteur 16 prend la première valeur (« 1 » ou « VRAI »).

[0047] A l'étape 34 encore, lorsque la sortie du voteur 16 correspond à un vote de type troisième quartile, cette sortie prend la première valeur (par exemple « 1 » ou « VRAI ») lorsqu'au moins 75% (trois quarts) des différentes entrées pondérées ont pour valeur ladite première valeur, c'est-à-dire correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef. Dans le cas d'un étage de vote 16b comportant 13 entrées (résultant de la pondération à l'étage de pondération 16a) la sortie Sv prend la première valeur (« 1 » ou « VRAI ») lorsqu'au moins trois quarts des 13 entrées ont pour valeur la première valeur. Trois quarts des 13 entrées correspond à 9,75 qu'il convient d'arrondir au

nombre entier supérieur, soit 10 entrées, puisque les coefficients de pondération correspondent à des nombres entiers.

- [0048] Un voteur réalisant un vote de type médiane est plus particulièrement adapté lorsque la sortie du voteur 16 est utilisée par une application de navigation aéroportuaire considérée comme moyennement critique au sens de la sûreté de fonctionnement. Cette application peut ainsi profiter de manière aussi opportune que possible d'une amélioration de la précision de localisation de l'aéronef.
- [0049] Un voteur réalisant un vote de type premier quartile est plus particulièrement adapté lorsque l'utilisation de la sortie du voteur 16 est considérée comme non critique au sens de la sûreté de fonctionnement. Par exemple, la sortie du voteur 16 est utilisée par un système d'affichage de la position de l'aéronef à destination des passagers via un système de divertissement de type IFE (« In-Flight Entertainment » en anglais).
- [0050] Un voteur réalisant un vote de type troisième quartile est plus particulièrement adapté lorsque la sortie du voteur 16 est utilisée par une application considérée comme critique au sens de la sûreté de fonctionnement. Par exemple, la sortie du voteur 16 est utilisée par un système de navigation aéroportuaire prévu pour garantir un haut niveau de précision et d'intégrité, ce système de navigation aéroportuaire étant relié à un système de pilotage automatique de l'aéronef auquel il transmet des informations de façon à permettre un pilotage automatique de l'aéronef.
- [0051] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, le voteur 16 comprend au moins deux sorties Sv1 et Sv2, correspondant à des types de votes différents. Par exemple, la sortie Sv1 correspond à un vote de type médiane et la sortie Sv2 correspond à un vote de type premier quartile ou de type troisième quartile. Les statuts de l'aéronef fournis par ces au moins deux sorties sont transmis à des systèmes utilisateurs différents dont des niveaux de sensibilité à des erreurs de détection d'un arrêt au sol de l'aéronef sont différents.

Revendications

- [Revendication 1] 1) Système avionique (10) de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef (1), le système avionique étant embarqué à bord dudit aéronef et comprenant au moins un calculateur avionique (20) configuré pour :
- acquérir des premières informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues d'un premier ensemble (12) de sources d'informations (12a, 12b ... 12n), les différentes sources d'informations du premier ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des premières informations au moins en fonction de signaux issus d'au moins une centrale inertielle de l'aéronef ;
 - acquérir des deuxièmes informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues d'un deuxième ensemble (14) de sources d'informations (14a, 14b ... 14p), les différentes sources d'informations du deuxième ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des deuxièmes informations indépendamment de signaux issus d'une centrale inertielle de l'aéronef ;
 - associer un coefficient de pondération ($w_{1a}, w_{1b} \dots w_{1n}, w_{2a}, w_{2b} \dots w_{2p}$) à chacune des premières et des deuxièmes informations ;
 - déterminer un statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, au moyen d'au moins un voteur (16) recevant en entrée d'une part chacune des différentes premières informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé et d'autre part chacune des différentes deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé ; et
 - transmettre le statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, vers un système utilisateur (18).
- [Revendication 2] 2) Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'au moins un voteur (16) comprend un seul voteur.
- [Revendication 3] 3) Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'au moins un voteur (16) comprend un premier étage comprenant d'une part un premier voteur (V1) recevant en entrée chacune des différentes premières informations pondérée par le coefficient de pondération ($w_{1a}, w_{1b} \dots w_{1n}$) qui lui est associé et un deuxième voteur (V2) recevant en entrée chacune des différentes deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération ($w_{2a}, w_{2b} \dots w_{2p}$) qui lui est associé, ainsi qu'un deuxième étage comprenant un troisième voteur (V3) recevant en entrées au moins une sortie (S1a) du premier voteur pondérée par un

premier coefficient de pondération (w3a) ainsi qu'au moins une sortie (S1b) du deuxième voteur pondérée par un deuxième coefficient de pondération (w3b).

[Revendication 4]

4) Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'au moins un voteur (16) comprend une sortie (Sv) correspondant à un vote de type médiane.

[Revendication 5]

5) Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'au moins un voteur (16) comprend une sortie (Sv) configurée pour fournir un statut de l'aéronef correspondant à son arrêt au sol lorsqu'une minorité des premières et deuxièmes entrées pondérées correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef, cette minorité étant supérieure à un seuil prédéterminé.

[Revendication 6]

6) Système selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite sortie (Sv) correspond à un vote de type premier quartile.

[Revendication 7]

7) Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'au moins un voteur (16) comprend une sortie (Sv) configurée pour fournir un statut de l'aéronef correspondant à son arrêt au sol lorsqu'une majorité des premières et deuxièmes entrées pondérées correspondent à un arrêt au sol de l'aéronef, cette majorité étant supérieure à un seuil prédéterminé.

[Revendication 8]

8) Système selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite sortie (Sv) correspond à un vote de type troisième quartile.

[Revendication 9]

9) Procédé de détection d'un arrêt au sol d'un aéronef, le procédé étant mis en œuvre par un système avionique (10) embarqué à bord dudit aéronef et comprenant au moins un calculateur avionique (20), le procédé comprenant :

- une étape d'acquisition (31) de premières informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues d'un premier ensemble (12) de sources d'informations (12a, 12b ... 12n), les différentes sources d'informations du premier ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des premières informations au moins en fonction de signaux issus d'au moins une centrale inertielle de l'aéronef ;

- une étape d'acquisition (32) de deuxièmes informations d'arrêt au sol de l'aéronef issues d'un deuxième ensemble (14) de sources d'informations (14a, 14b ... 14p), les différentes sources d'informations du deuxième ensemble de sources d'informations étant configurées pour déterminer chacune des deuxièmes informations indépendamment de signaux issus d'une centrale inertielle de l'aéronef ;

- une étape d'association (33) d'un coefficient de pondération (w_{1a} , w_{1b} ... w_{1n} , w_{2a} , w_{2b} ... w_{2p}) à chacune des premières et des deuxièmes informations ;
- une étape de détermination (34) d'un statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, au moyen d'au moins un voteur (16) recevant en entrée d'une part chacune des différentes premières informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé et d'autre part chacune des différentes deuxièmes informations pondérée par le coefficient de pondération qui lui est associé ; et
- une étape de transmission (35) du statut de l'aéronef relatif à son arrêt au sol, vers un système utilisateur (18).

[Revendication 10] 10) Aéronef (1), caractérisé en ce qu'il comprend un système avionique (10) de détection d'un arrêt au sol de l'aéronef, selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

[Fig. 1]

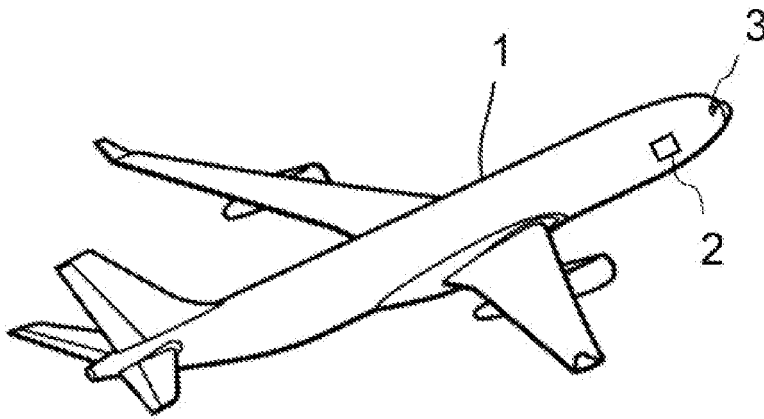


Fig. 1

[Fig. 2]

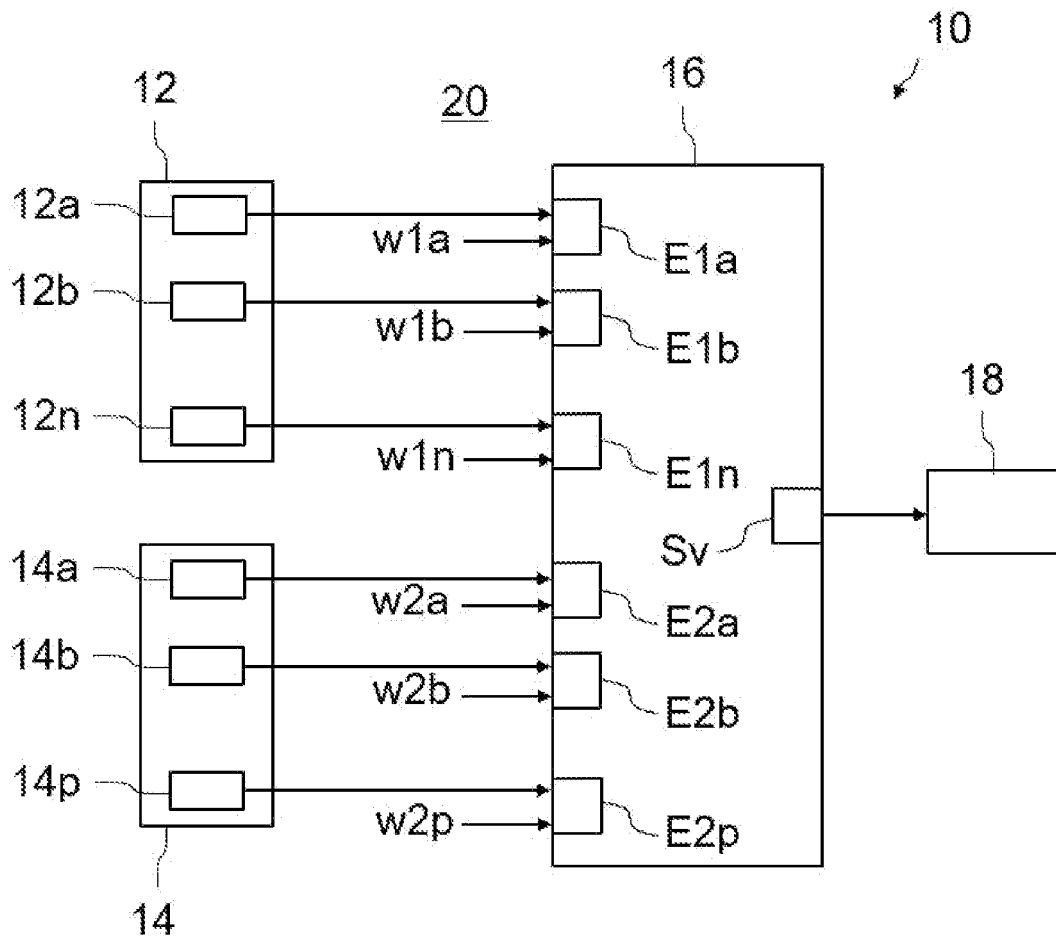


Fig. 2

[Fig. 3]

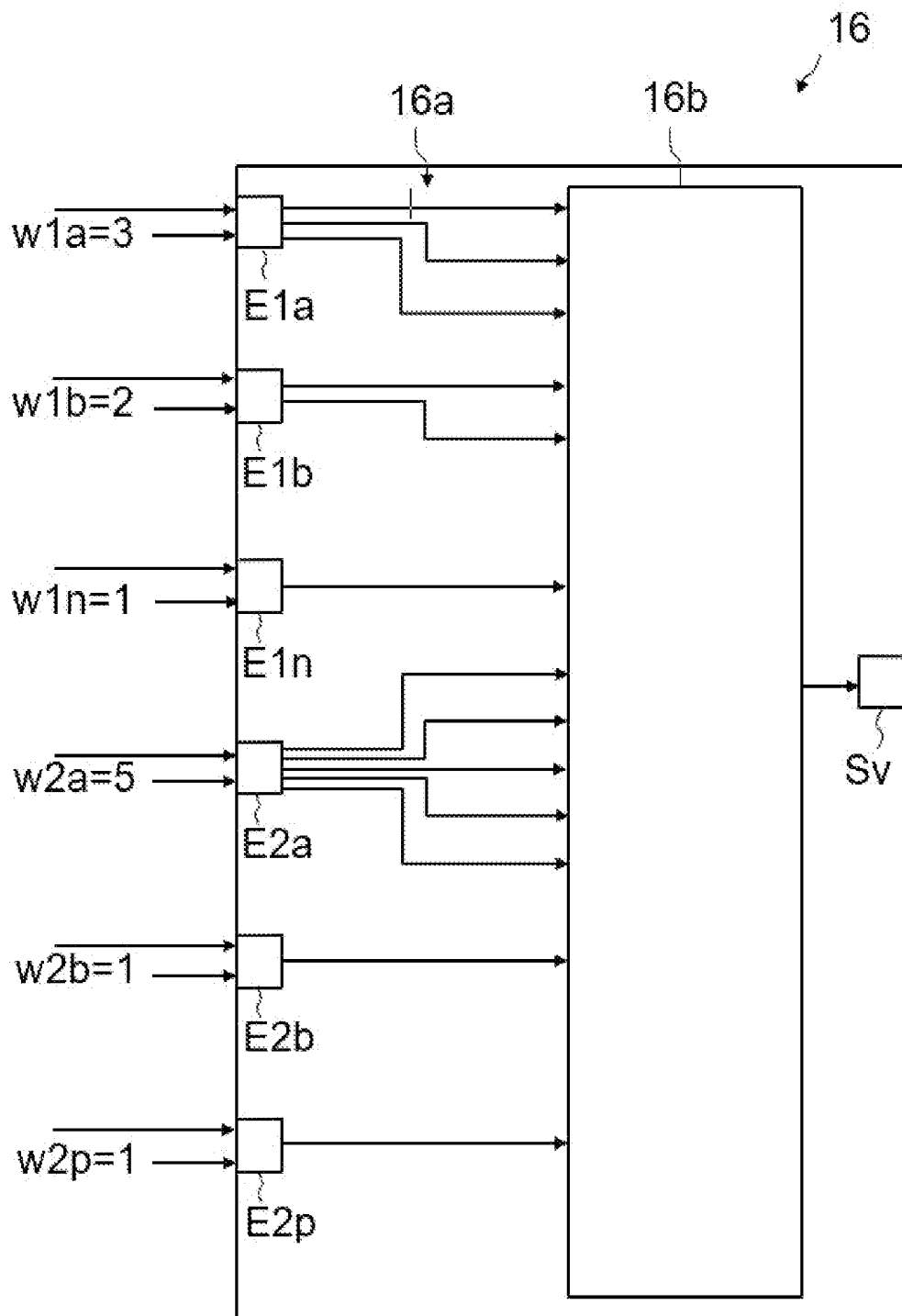


Fig. 3

[Fig. 4]

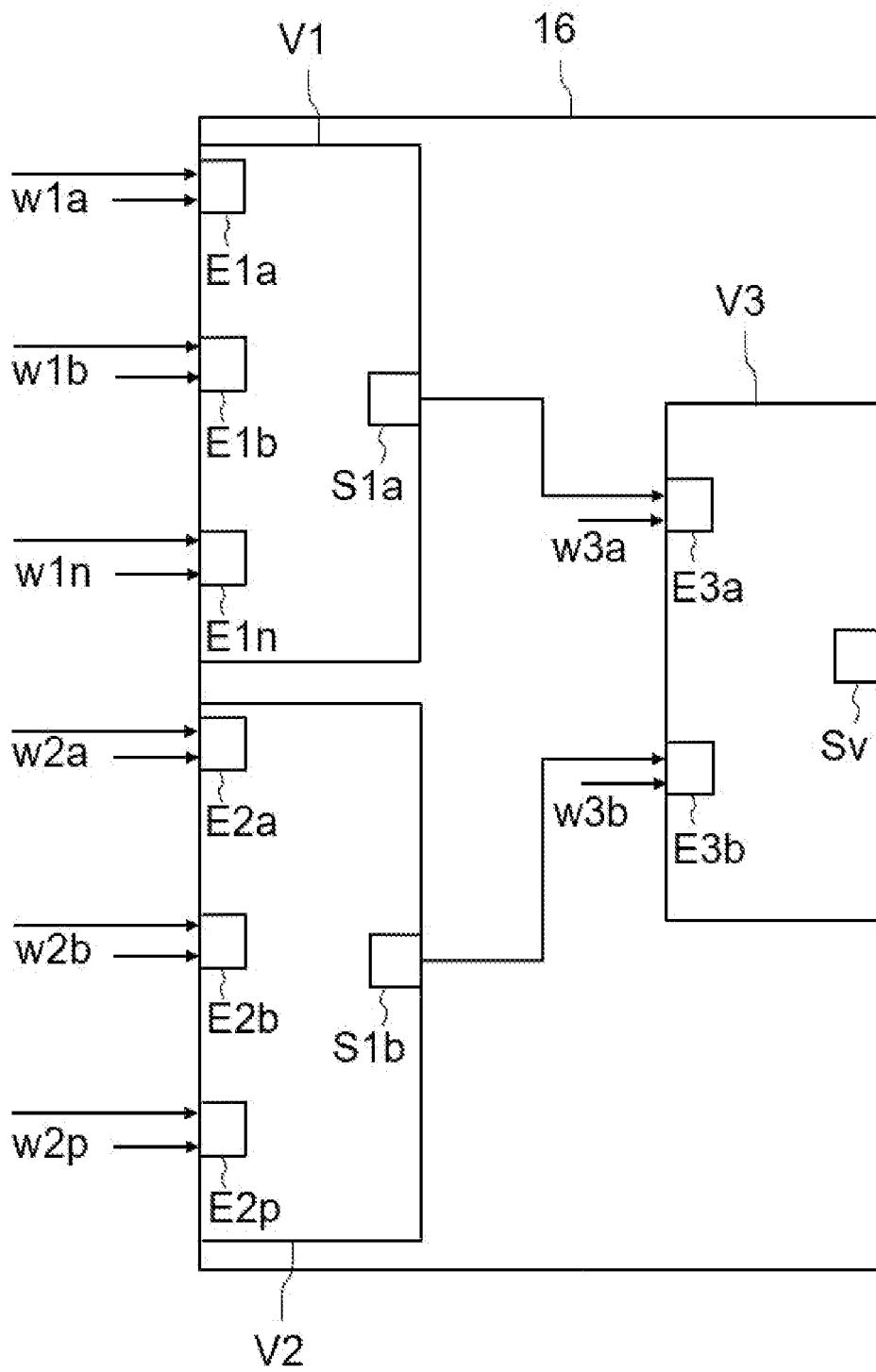


Fig. 4

[Fig. 5]

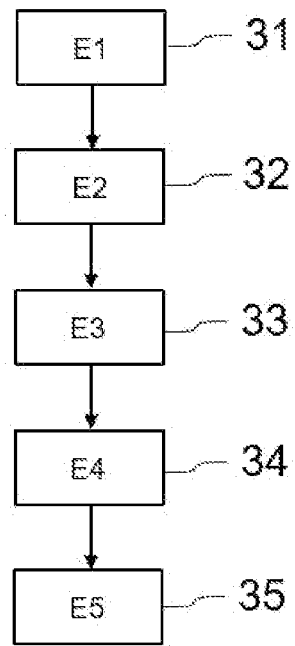


Fig. 5

[Fig. 6a]

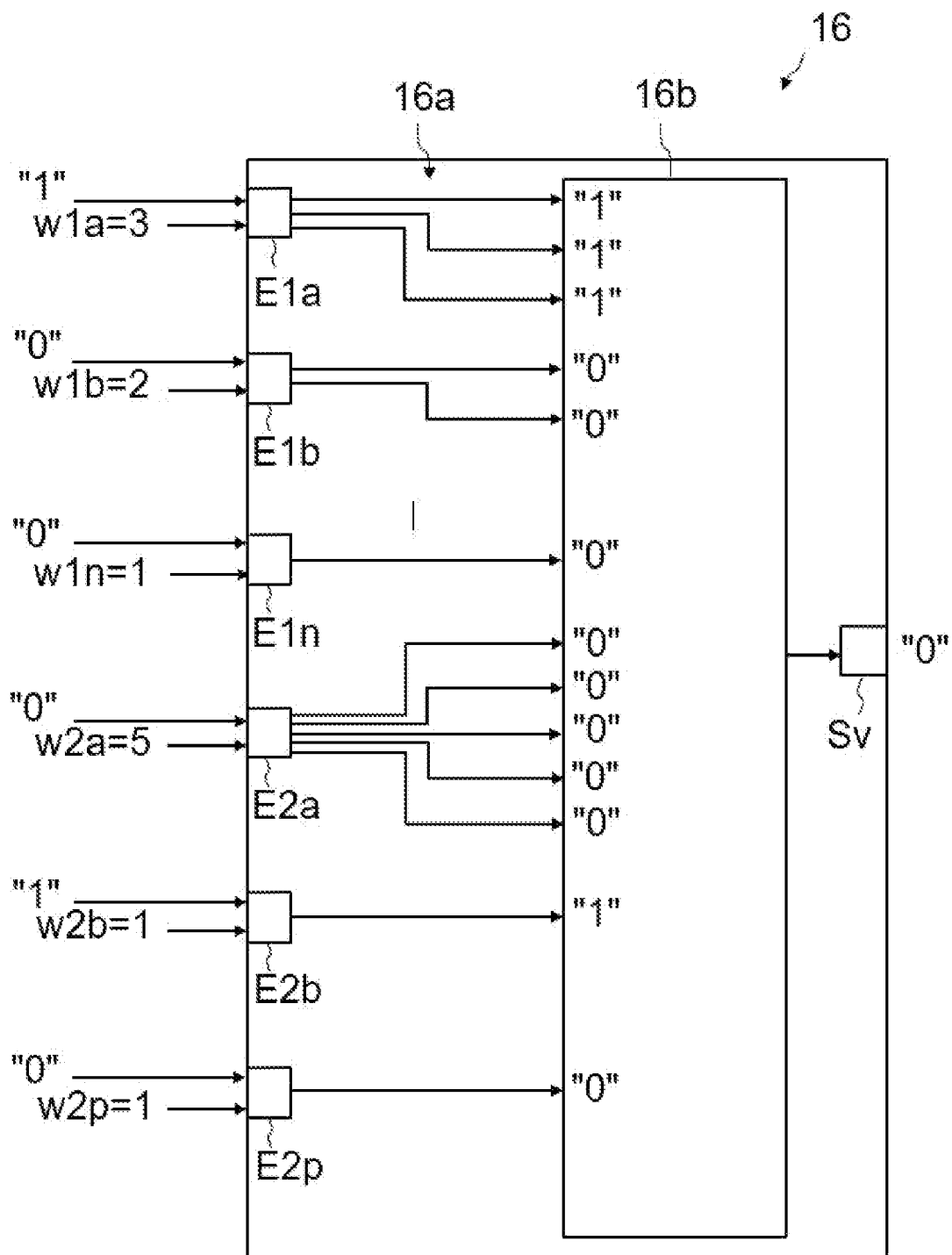


Fig. 6a

[Fig. 6b]

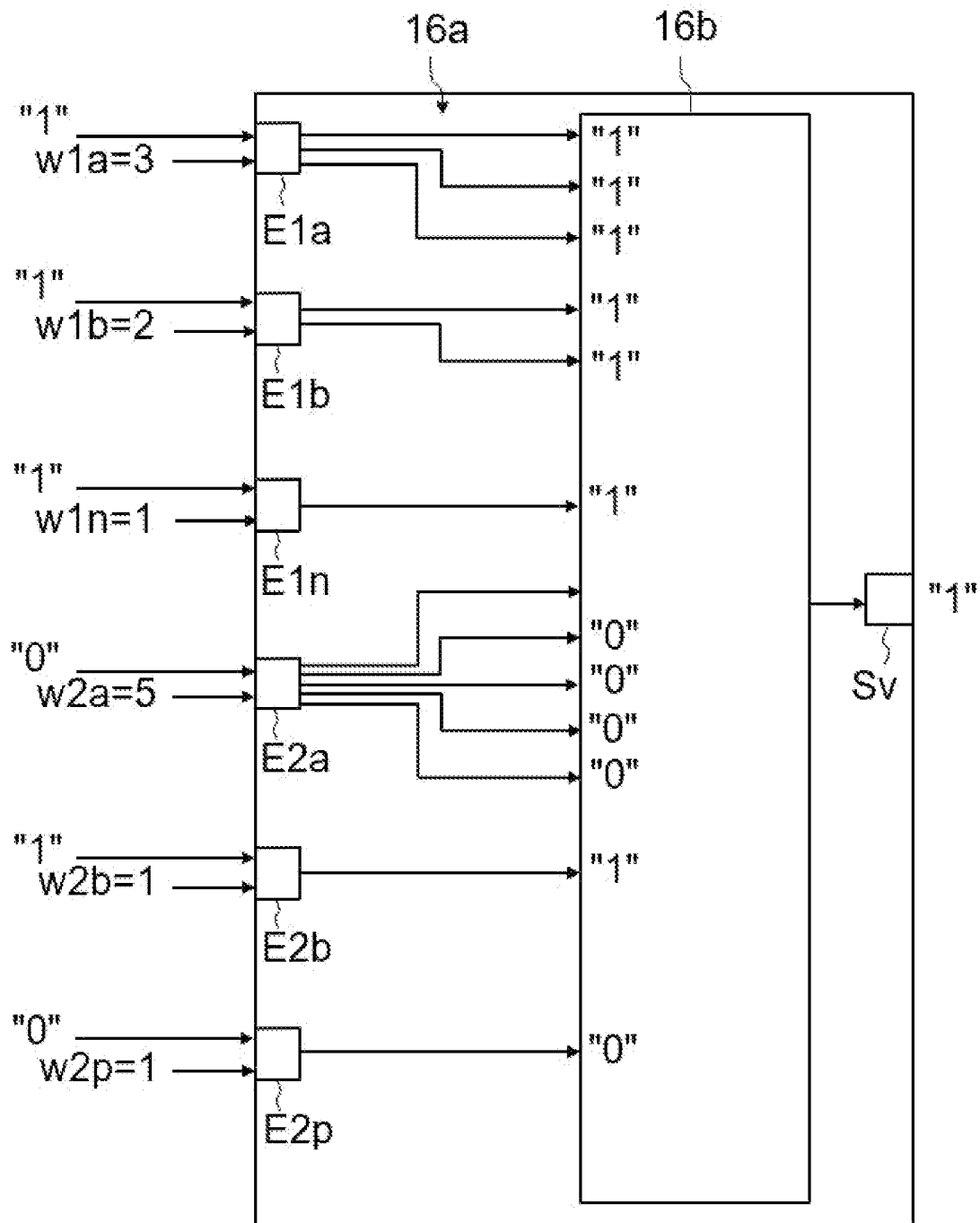


Fig. 6b

[Fig. 7]

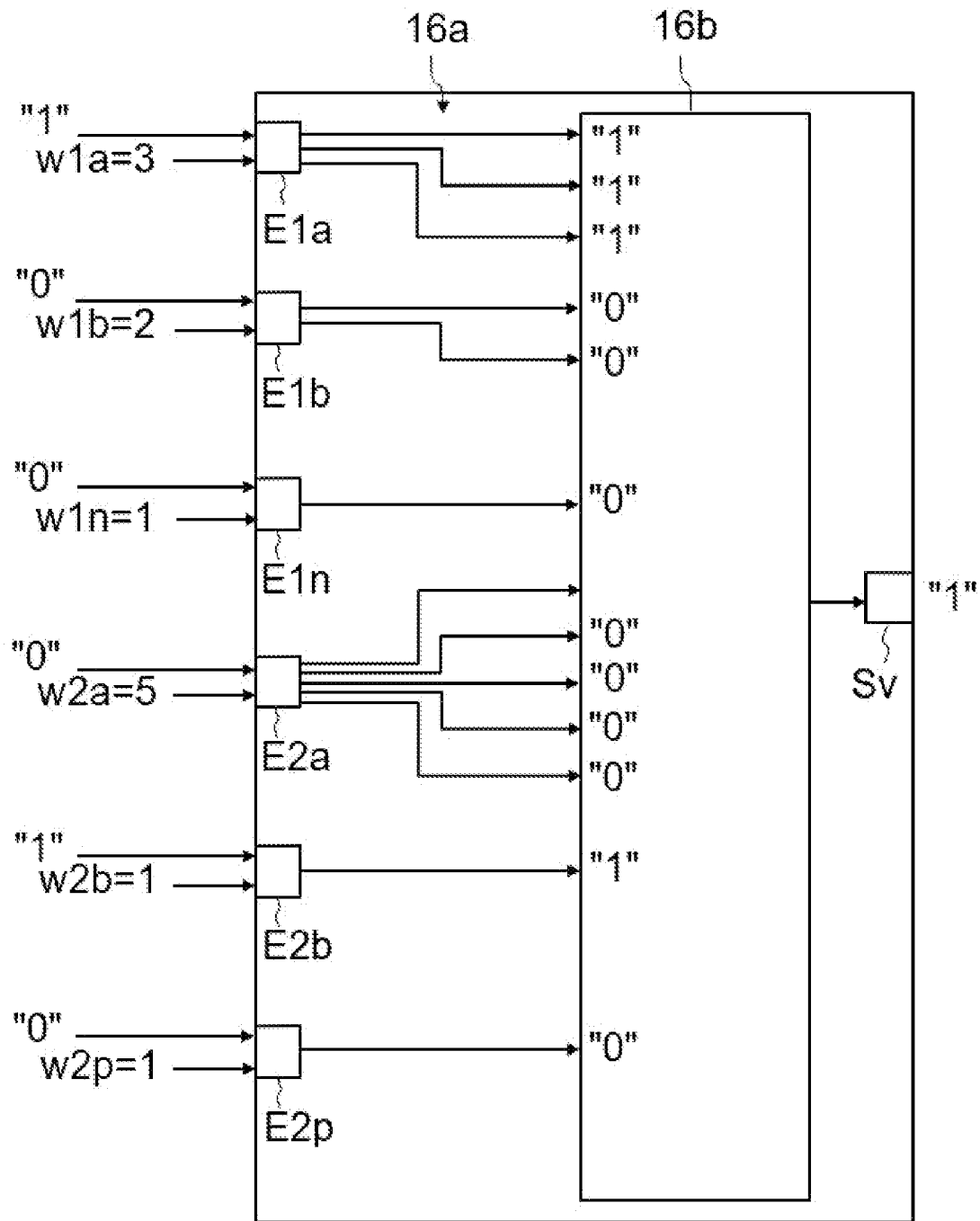


Fig. 7



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 927643
FR 2400104

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		
X	US 2010/152929 A1 (MANFRED MARK T [US] ET AL) 17 juin 2010 (2010-06-17) * abrégé * * alinéas [0005], [0016], [0019] - [0020], [0024] * -----	1-10	G08G 5/06
X	US 2008/294306 A1 (HUYNH JEAN-PHILIPPE [FR] ET AL) 27 novembre 2008 (2008-11-27) * abrégé * * alinéas [0008], [0015] - [0022], [0030], [0046] - [0049] * -----	1-10	
X	US 2023/368677 A1 (LA CIVITA MARCO [ES] ET AL) 16 novembre 2023 (2023-11-16) * abrégé * * alinéas [0026] - [0029], [0046] * -----	1-10	
X	EP 4 027 170 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 13 juillet 2022 (2022-07-13) * abrégé; exemple 3 * * alinéas [0011] - [0013], [0016], [0020] * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G08G G01P
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 juin 2024		Berland, Joachim	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		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.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2400104 FA 927643**

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 **13 - 06 - 2024**
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
US 2010152929 A1	17-06-2010	AUCUN	

US 2008294306 A1	27-11-2008	FR 2916530 A1	28-11-2008
		US 2008294306 A1	27-11-2008

US 2023368677 A1	16-11-2023	CN 117041878 A	10-11-2023
		EP 4276789 A1	15-11-2023
		US 2023368677 A1	16-11-2023

EP 4027170 A1	13-07-2022	CN 114755677 A	15-07-2022
		EP 4027170 A1	13-07-2022
