

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 920 231**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **07 05907**

51) Int Cl⁸ : **G 05 D 1/06** (2006.01), **G 01 C 23/00**, **B 64 D 45/04**,
G 08 G 5/02

12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22) Date de dépôt : 20.08.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 27.02.09 Bulletin 09/09.

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 :

71) Demandeur(s) : **AIRBUS FRANCE Société par
actions simplifiée — FR et AIRBUS — FR.**

72) Inventeur(s) : **DAL SANTO XAVIER et JACOB
ARMAND.**

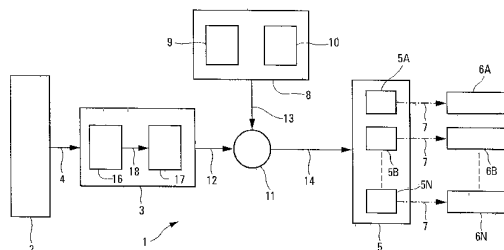
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : **CABINET BONNETAT.**

54) **PROCEDE ET DISPOSITIF DE PROTECTION AUTOMATIQUE D'UN AERONEF CONTRE UN ATTERISSAGE
DUR.**

57) Procédé et dispositif de protection automatique d'un
aéronef contre un atterrissage dur.

Le dispositif (1) comporte des moyens (3) pour calculer
des ordres de protection contre un atterrissage dur et des
moyens (5A, 5B, 5N) pour appliquer ces ordres à des sur-
faces de commande (6A, 6B, 6N) qui agissent sur la vitesse
verticale de l'aéronef.



FR 2 920 231 - A1



La présente invention concerne un procédé et un dispositif de protection automatique d'un aéronef, en particulier d'un avion de transport, contre un atterrissage dur.

5 Dans le cadre de la présente invention, on considère qu'un atterrissage est dur lorsque, lors d'un atterrissage, l'impact au sol de l'aéronef est réalisé à une vitesse verticale élevée risquant de mettre en danger les personnes à bord de l'aéronef et/ou risquant d'entraîner un endommagement ou une rupture de pièces ou d'organes de l'aéronef.

10 On sait que les manœuvres finales d'atterrissage sont des phases de vol qui présentent des risques élevés, dus notamment à la proximité du sol. Au caractère critique de cette situation peuvent s'ajouter des facteurs aggravants tels que des mauvaises conditions météorologiques ou une maniabilité réduite de l'aéronef, qui rendent le pilotage difficile et qui augmentent le risque de toucher le sol à une vitesse verticale élevée.

15 Lors d'un atterrissage dur, une inspection technique de l'aéronef, ainsi que le cas échéant le remplacement des pièces endommagées, sont nécessaires pour assurer la sécurité des vols suivants. Dans une telle situation, l'aéronef est donc immobilisé au sol jusqu'à ce que l'inspection et la maintenance technique soient terminées. Dans le domaine de l'aviation
20 commerciale, de telles opérations sont généralement longues et onéreuses. De plus, aux frais liés à l'incapacité de l'aéronef à voler immédiatement (dédommagement des annulations et des retards) peuvent également s'ajouter des problèmes de logistique (disponibilité des pièces de rechange).

25 Par ailleurs, la solution consistant à renforcer certaines pièces constitutives pour rendre l'aéronef plus robuste aux atterrissages durs,

présente l'inconvénient d'augmenter le poids et de diminuer ainsi les performances globales de l'aéronef.

La présente invention a pour objet de remédier aux inconvénients précités. Elle concerne un procédé pour protéger automatiquement un aéronef, lors d'un atterrissage, contre un atterrissage dur.

A cet effet, selon l'invention, ledit procédé est remarquable en ce que l'on réalise, de façon automatique et répétitive, la suite d'opérations successives suivante :

a) on mesure la vitesse verticale courante et la hauteur courante par rapport au sol de l'aéronef ;

b) à l'aide de ladite vitesse verticale courante et de ladite hauteur courante mesurées de l'aéronef, ainsi que d'une information de vitesse tenant compte d'une vitesse verticale de consigne prédéterminée qui est telle qu'un atterrissage dur est exclu si l'aéronef touche le sol à cette vitesse verticale de consigne, on engendre des premiers ordres pour commander des surfaces de commande qui agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef, lesdits premiers ordres étant tels que, lorsqu'ils sont appliqués auxdites surfaces de commande, l'aéronef touche le sol lors de l'atterrissage à ladite vitesse verticale de consigne ; et

c) on applique lesdits premiers ordres (qui représentent des ordres de protection) auxdites surfaces de commande.

Ainsi, grâce à l'invention, on contrôle, si nécessaire, la vitesse verticale de l'aéronef de sorte que ce dernier touche le sol (lors d'un atterrissage) au plus à une vitesse verticale de consigne, pour laquelle tout atterrissage dur est exclu, comme précisé ci-dessous, ce qui permet de remédier aux inconvénients précités.

De plus, le procédé de protection conforme à l'invention est mis en œuvre de façon automatique. Ainsi, on n'augmente pas la charge de travail du ou des pilotes de l'aéronef pour réaliser la protection.

En outre, dans un mode de réalisation préféré, on réalise, de plus, de façon répétitive, les opérations suivantes :

- 5 – on engendre des seconds ordres qui sont également destinés à commander lesdites surfaces de commande (qui agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef) ;
- on compare automatiquement une première vitesse verticale qui est engendrée lorsque lesdits premiers ordres sont appliqués auxdites surfaces de commande à une seconde vitesse verticale qui est engendrée
10 lorsque lesdits seconds ordres sont appliqués auxdites surfaces de commande ; et
- en fonction de cette comparaison :
 - si ladite seconde vitesse verticale est inférieure à ladite première vitesse verticale, on applique automatiquement lesdits seconds ordres auxdites surfaces de commande à ladite étape c) ; et
 - 15 ▪ si ladite seconde vitesse verticale est supérieure ou égale à ladite première vitesse verticale, on applique automatiquement lesdits premiers ordres auxdites surfaces de commande à ladite étape c).

Dans le cadre de la présente invention, lesdits seconds ordres peuvent être engendrés de façon usuelle, soit par un dispositif de pilotage
20 automatique, soit par un pilote par l'actionnement d'un organe de commande. Ainsi, grâce audit mode de réalisation préféré précité, tant que lesdits seconds ordres qui sont engendrés de façon usuelle sur l'aéronef, engendrent une (seconde) vitesse verticale qui reste inférieure à une (première) vitesse verticale relative à la protection contre un atterrissage dur,
25 on applique de façon usuelle ces seconds ordres à l'aéronef. La protection contre un atterrissage dur conforme à l'invention, qui a pour but d'appliquer lesdits premiers ordres à la place desdits seconds ordres, est donc uniquement mise en œuvre lorsqu'il existe un risque d'atterrissage dur. Aussi, tant qu'un tel risque est exclu, la présente invention n'in-

fluence pas la commande de la vitesse verticale de l'aéronef, qui est alors réalisée de façon usuelle.

Dans un mode de réalisation particulier, à l'étape b) :

- 5 – on détermine, à l'aide de ladite vitesse verticale courante mesurée, de ladite hauteur courante mesurée et de ladite information de vitesse, un ordre intermédiaire ; et
- on convertit cet ordre intermédiaire en angles de déflexion des dites surfaces de commande, qui représentent lesdits premiers ordres.

10 Dans ce cas, dans une première variante de réalisation préférée, on détermine, comme ordre intermédiaire, une valeur d'accélération verticale γ_z , et ceci à l'aide de l'expression suivante :

$$\gamma_z = (V_z^2 - V_{\text{cons}}^2) / (2.h)$$

dans laquelle :

- V_z est ladite vitesse verticale courante mesurée de l'aéronef ;
- 15 – V_{cons} est ladite information de vitesse qui correspond à ladite vitesse verticale de consigne ; et
- h est ladite hauteur courante mesurée.

En outre, dans une seconde variante de réalisation, on détermine, comme ordre intermédiaire, une valeur qui est proportionnelle à la différence entre la vitesse verticale courante mesurée et une valeur de vitesse verticale qui correspond à la vitesse verticale d'un profil de vitesse à ladite hauteur courante mesurée. Plus précisément, ledit profil de vitesse correspond à ladite information de vitesse, et il illustre la variation d'une valeur limite de vitesse verticale en fonction de la hauteur par rapport au sol, cette valeur limite de vitesse verticale étant égale à ladite vitesse verticale de consigne à une hauteur nulle.

20

25

La présente invention concerne également un dispositif de protection automatique d'un aéronef, contre un atterrissage dur.

Selon l'invention, ledit dispositif est remarquable en ce qu'il comporte :

- des moyens pour mesurer automatiquement au moins la vitesse verticale courante et la hauteur courante de l'aéronef ;
- 5 - des moyens pour engendrer automatiquement, à l'aide de ladite vitesse verticale courante et de ladite hauteur courante, mesurées de l'aéronef, ainsi que d'une information de vitesse tenant compte d'une vitesse verticale de consigne prédéterminée qui est telle qu'un atterrissage dur est exclu si l'aéronef touche le sol à cette vitesse verticale de consigne, des premiers ordres destinés à commander des surfaces de commande
10 qui agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef, lesdits premiers ordres étant tels que, lorsqu'ils sont appliqués auxdites surfaces de commande, l'aéronef touche le sol lors de l'atterrissage à ladite vitesse verticale de consigne ; et
- 15 - des moyens pour appliquer automatiquement lesdits premiers ordres (qui représentent des ordres de protection) auxdites surfaces de commande.

En outre, dans un mode de réalisation préféré, ledit dispositif comporte de plus :

- 20 - des moyens, par exemple un dispositif de pilotage automatique ou un organe de commande qui est actionnable par le pilote, pour engendrer des seconds ordres qui sont également destinés à commander lesdites surfaces de commande (qui agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef) ;
- 25 - des moyens pour comparer automatiquement une première vitesse verticale qui est engendrée lorsque lesdits premiers ordres sont appliqués auxdites surfaces de commande à une seconde vitesse verticale qui est engendrée lorsque lesdits seconds ordres sont appliqués auxdites surfaces de commande ; et

– des moyens pour faire appliquer automatiquement auxdites surfaces de commande, en fonction de cette comparaison :

- si ladite seconde vitesse verticale est inférieure à ladite première vitesse verticale, lesdits seconds ordres ; et
- 5 ▪ si ladite seconde vitesse verticale est supérieure ou égale à ladite première vitesse verticale, lesdits premiers ordres.

On notera que le dispositif de protection automatique conforme à l'invention n'empêche pas l'aéronef d'atteindre le sol. De plus, il n'interfère pas sur le pilotage lors de manœuvres conduisant à des atterrissages conventionnels. Il interfère uniquement lorsqu'il existe un risque d'atterrissage dur. Ce dispositif de protection automatique vient donc
10 remplacer le pilotage lorsque celui-ci est trop difficile ou est déficient, sans pour autant modifier les habitudes prises par le pilote pour manœuvrer l'aéronef près du sol. En outre, ledit dispositif conforme à l'invention permet de protéger l'aéronef contre un atterrissage dur, sans pour autant
15 augmenter de manière significative la masse de ce dernier.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

20 La figure 1 est le schéma synoptique d'un dispositif de protection conforme à l'invention.

La figure 2 est un graphique qui illustre la variation d'une valeur limite de vitesse verticale en fonction de la hauteur par rapport au sol, valeur qui est utilisée dans un mode de réalisation particulier de l'invention.

25 Le dispositif 1 conforme à l'invention et représenté schématiquement sur la figure 1 est destiné à protéger de façon automatique un aéronef, en particulier un avion de transport, lors d'un atterrissage, contre un atterrissage dur.

Dans le cadre de la présente invention, on considère qu'un atterrissage est dur lorsque, lors de l'atterrissage, l'impact au sol de l'aéronef est réalisé à une vitesse verticale élevée risquant de mettre en danger les personnes à bord et/ou d'entraîner un endommagement ou une rupture de pièces ou d'organes de l'aéronef.

Selon l'invention, ledit dispositif 1 comporte :

- un ensemble 2 de sources d'informations, qui comporte des moyens usuels (non représentés spécifiquement) pour mesurer automatiquement la vitesse verticale courante de l'aéronef et des moyens usuels (également non représentés spécifiquement) pour mesurer automatiquement la hauteur courante de l'aéronef par rapport au sol ;
- une unité de calcul 3 qui est reliée par l'intermédiaire d'une liaison 4 audit ensemble 2 de sources d'informations et qui est destinée à engendrer automatiquement des premiers ordres permettant de commander la vitesse verticale de l'aéronef ; et
- un ensemble 5 de moyens d'actionnement 5A, 5B, ..., 5N qui sont associés respectivement à des surfaces de commande 6A, 6B, ..., 6N de l'aéronef, comme illustré par l'intermédiaire de liaisons 7 en traits mixtes, et qui sont formés de manière à appliquer automatiquement des ordres (de commande) reçus, et notamment lesdits premiers ordres, auxdites surfaces de commande 6A à 6N précisées ci-dessous, qui, dans le cadre de la présente invention, agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef.

Selon l'invention, ladite unité de calcul 3 est formée de manière à engendrer lesdits premiers ordres, à l'aide de la vitesse verticale courante et de la hauteur courante de l'aéronef, mesurées par ledit ensemble 2, ainsi que d'une information de vitesse (précisée ci-après) qui tient compte d'une vitesse verticale de consigne prédéterminée. Cette vitesse verticale de consigne est telle qu'un atterrissage dur est exclu si l'aéronef touche le

sol à ladite vitesse verticale de consigne. Cette vitesse verticale de consigne dépend donc de caractéristiques de l'aéronef (masse, type de structure, ...). De plus, selon l'invention, lesdits premiers ordres engendrés par l'unité de calcul 3 sont tels que, lorsqu'ils sont appliqués auxdites surfaces de commande 6A à 6N, l'aéronef touche le sol, lors de l'atterrissage, à ladite vitesse verticale de consigne.

Ainsi, le dispositif 1 conforme à l'invention contrôle, si nécessaire, la vitesse verticale de l'aéronef, de sorte que ce dernier touche le sol (lors d'un atterrissage) au plus à ladite vitesse verticale de consigne, pour laquelle tout atterrissage dur est exclu.

De plus, la protection conforme à l'invention est mise en œuvre de façon automatique par ledit dispositif 1, ce qui permet de ne pas augmenter la charge de travail du ou des pilotes de l'aéronef.

En outre, dans un mode de réalisation préféré représenté sur la figure 1, ledit dispositif 1 comporte de plus :

- des moyens 8 qui comprennent par exemple un dispositif de pilotage automatique 9 usuel et/ou un organe de commande 10 usuel, tel qu'un manche de commande par exemple, qui est susceptible d'être actionné par un pilote de l'aéronef. Ces moyens 8 sont formés de manière à engendrer, de façon usuelle, des seconds ordres qui sont également susceptibles de commander lesdites surfaces de commande 6A à 6N qui agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef ; et
- des moyens 11 qui sont reliés par l'intermédiaire de liaisons 12 et 13 respectivement à ladite unité de calcul 3 et auxdits moyens 8 et qui sont formés de manière :
 - à calculer automatiquement (si nécessaire) une première vitesse verticale qui est engendrée lorsque lesdits premiers ordres (déterminés par l'unité de calcul 3) sont appliqués auxdites surfaces de commande 6A à 6N et une seconde vitesse verticale qui est engen-

drée lorsque lesdits seconds ordres (déterminés par les moyens 8) sont appliqués auxdites surfaces de commande 6A à 6N ; et

- à comparer, entre elles, lesdites première et seconde vitesses verticales.

5 De plus, lesdits moyens 11 sont formés de manière à faire appliquer automatiquement auxdites surfaces de commande 6A à 6N, en fonction de cette comparaison :

- si ladite seconde vitesse verticale est inférieure à ladite première vitesse verticale, lesdits seconds ordres (correspondant à une commande
10 usuelle) ; et
- si ladite seconde vitesse verticale est supérieure ou égale à ladite première vitesse verticale (c'est-à-dire lors d'un risque d'atterrissage dur), lesdits premiers ordres (assurant une protection contre un atterrissage dur).

15 Pour ce faire, lesdits moyens 11 transmettent audit ensemble 5 de moyens d'actionnement 5A à 5N par l'intermédiaire d'une liaison 14, soit lesdits premiers ordres qui ont été engendrés par ladite unité de calcul 3, soit lesdits seconds ordres qui ont été engendrés de façon usuelle par lesdits moyens 8, par exemple par le dispositif de pilotage automatique usuel
20 9 ou suite à l'actionnement de l'organe de commande 10.

On notera que le dispositif de protection automatique 1 conforme à l'invention n'empêche pas l'aéronef d'atteindre le sol. De plus, il n'interfère pas sur le pilotage lors de manœuvres conduisant à des atterrissages conventionnels. Il interfère uniquement lorsqu'il existe un risque
25 d'atterrissage dur. Ce dispositif de protection automatique 1 vient donc remplacer le pilotage lorsque celui-ci est trop difficile ou est déficient, sans pour autant modifier les habitudes prises par le pilote pour manœuvrer l'aéronef près du sol. En outre, ledit dispositif 1 conforme à l'invention

permet de protéger l'aéronef contre un atterrissage dur, sans pour autant augmenter de manière significative la masse de ce dernier.

Dans le cadre de la présente invention :

- 5 – au moins certaines desdites surfaces de commande 6A à 6N peuvent représenter des gouvernes de profondeur de l'aéronef (en l'occurrence un avion) qui sont situées à l'arrière de cet avion. Une action sur ces gouvernes de profondeur entraîne donc un pilotage indirect de la vitesse verticale de l'avion ; et
- 10 – au moins certaines desdites surfaces de commande 6A à 6N peuvent représenter des spoilers qui sont montés, de façon usuelle, sur les ailes d'un avion. Ces spoilers ont un effet direct sur la portance, ce qui permet de contrôler la vitesse verticale de l'aéronef.

Dans un mode de réalisation particulier, lesdits moyens 3 comportent :

- 15 – des moyens 16 qui sont formés de manière à déterminer en temps réel, à l'aide de la vitesse verticale courante et de la hauteur courante, mesurées par l'ensemble 2, ainsi que de l'information de vitesse précisée ci-dessous, un ordre intermédiaire (ou valeur de commande) ; et
- 20 – des moyens 17 qui sont reliés par l'intermédiaire d'une liaison 18 auxdits moyens 16 et qui sont formés de manière à convertir cet ordre intermédiaire, en angles de déflexion desdites surfaces de commande 6A à 6N. Ces angles de déflexion représentent lesdits premiers ordres et sont transmis auxdits moyens d'actionnement 5A à 5N, lorsque lesdits premiers ordres engendrés par l'unité de calcul 3 sont utilisés pour
- 25 commander la vitesse verticale de l'aéronef.

Dans ce cas, dans une première variante de réalisation préférée, lesdits moyens 16 déterminent, comme ordre intermédiaire, une valeur d'accélération verticale γ_z , et ceci à l'aide de l'expression suivante :

$$\gamma_z = (V_z^2 - V_{\text{cons}}^2) / (2.h)$$

dans laquelle :

- V_z est ladite vitesse verticale courante de l'aéronef, mesurée par l'ensemble 2 ;
- V_{cons} est ladite information de vitesse qui correspond à ladite vitesse verticale de consigne ; et
- h est ladite hauteur courante de l'aéronef, également mesurée par l'ensemble 2.

Afin de convertir cette valeur d'accélération verticale γ_z en angles de déflexion des surfaces de commande 6A à 6N, les moyens 17 peuvent la multiplier par un gain qui dépend de caractéristiques de l'aéronef, telles que sa masse, sa vitesse, son équilibrage et/ou sa configuration géométrique. Cet ordre intermédiaire peut également être passé à travers une boucle automatique de stabilisation qui calcule alors lesdits premiers ordres qui sont nécessaires pour atteindre l'objectif d'accélération verticale correspondant.

En outre, dans une seconde variante de réalisation, les moyens 16 déterminent, comme ordre intermédiaire, une valeur qui est proportionnelle à la différence entre la vitesse verticale courante mesurée et une valeur de vitesse verticale qui correspond à la vitesse verticale d'un profil de vitesse PV à la hauteur courante mesurée. Plus précisément, ledit profil de vitesse PV correspond à ladite information de vitesse, et il illustre la variation d'une valeur limite de vitesse verticale V_z en fonction de la hauteur H de l'aéronef par rapport au sol. Cette valeur limite de vitesse verticale V_z est égale à ladite vitesse verticale de consigne V_{cons} à une hauteur nulle, comme représenté sur la figure 2. De plus, elle est égale à des vitesses V_1 et V_2 respectivement à des hauteurs H_1 et H_2 .

En outre, afin de garantir une action progressive du dispositif 1 conforme à l'invention, la valeur prise en compte du profil de vitesse PV

devient de plus en plus contraignante au fur et à mesure que l'aéronef se rapproche du sol (c'est-à-dire que la hauteur H tend vers zéro).

L'unité de calcul 3 peut également ajouter à la valeur intermédiaire précitée des retours de stabilisation.

REVENDICATIONS

1. Procédé de protection automatique d'un aéronef contre un atterrissage dur, lors d'un atterrissage,

caractérisé en ce que l'on réalise, de façon automatique et répétitive, la suite d'opérations successives suivante :

a) on mesure la vitesse verticale courante et la hauteur courante par rapport au sol de l'aéronef ;

b) à l'aide de ladite vitesse verticale courante et de ladite hauteur courante mesurées de l'aéronef, ainsi que d'une information de vitesse tenant

compte d'une vitesse verticale de consigne (V_{cons}) prédéterminée qui est telle qu'un atterrissage dur est exclu si l'aéronef touche le sol à

cette vitesse verticale de consigne (V_{cons}), on engendre des premiers ordres pour commander des surfaces de commande (6A, 6B, 6N) qui

agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef, lesdits premiers ordres étant tels que, lorsqu'ils sont appliqués auxdites surfaces de commande

(6A, 6B, 6N), l'aéronef touche le sol lors de l'atterrissage à ladite vitesse verticale de consigne (V_{cons}) ; et

c) on applique lesdits premiers ordres qui représentent des ordres de protection auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N).

20 2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que l'on réalise, de plus, de façon répétitive, les opérations suivantes :

– on engendre des seconds ordres qui sont également destinés à commander lesdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N) qui agissent

sur la vitesse verticale de l'aéronef ;

– on compare automatiquement une première vitesse verticale qui est engendrée lorsque lesdits premiers ordres sont appliqués auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N) à une seconde vitesse verticale qui est

engendrée lorsque lesdits seconds ordres sont appliqués auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N) ; et

– en fonction de cette comparaison :

- 5 ▪ si ladite seconde vitesse verticale est inférieure à ladite première vitesse verticale, on applique automatiquement lesdits seconds ordres auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N) à ladite étape c) ; et
- 10 ▪ si ladite seconde vitesse verticale est supérieure ou égale à ladite première vitesse verticale, on applique automatiquement lesdits premiers ordres auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N) à ladite étape c).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'à l'étape b) :

- 15 – on détermine à l'aide de ladite vitesse verticale courante mesurée, de ladite hauteur courante mesurée et de ladite information de vitesse, un ordre intermédiaire ; et
- 20 – on convertit cet ordre intermédiaire en angles de déflexion desdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N), qui représentent lesdits premiers ordres.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on détermine, comme ordre intermédiaire, une valeur d'accélération verticale γ_z , à l'aide de l'expression suivante :

$$\gamma_z = (V_z^2 - V_{\text{cons}}^2) / (2 \cdot h)$$

dans laquelle :

- 25 – V_z est ladite vitesse verticale courante mesurée de l'aéronef ;
- 30 – V_{cons} est ladite information de vitesse qui correspond à ladite vitesse verticale de consigne ; et
- 35 – h est ladite hauteur courante mesurée.

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on détermine, comme ordre intermédiaire, une valeur qui est proportionnelle à la différence entre la vitesse verticale courante mesurée et une valeur de vitesse verticale qui correspond à la vitesse verticale d'un profil de vitesse (PV) à ladite hauteur courante mesurée, et en ce que ledit profil de vitesse (PV) correspond à ladite information de vitesse et il illustre la variation d'une valeur limite de vitesse verticale (V_z) en fonction de la hauteur (H) par rapport au sol, cette valeur limite de vitesse verticale (V_z) étant égale à ladite vitesse verticale de consigne (V_{cons}) à une hauteur nulle.

6. Dispositif de protection automatique d'un aéronef contre un atterrissage dur, lors d'un atterrissage, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (2) pour mesurer automatiquement au moins la vitesse verticale courante et la hauteur courante de l'aéronef ;
- des moyens (3) pour engendrer automatiquement, à l'aide de ladite vitesse verticale courante et de ladite hauteur courante, mesurées de l'aéronef, ainsi que d'une information de vitesse tenant compte d'une vitesse verticale de consigne (V_{cons}) prédéterminée qui est telle qu'un atterrissage dur est exclu si l'aéronef touche le sol à cette vitesse verticale de consigne (V_{cons}), des premiers ordres destinés à commander des surfaces de commande (6A, 6B, 6N) qui agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef, lesdits premiers ordres étant tels que, lorsqu'ils sont appliqués auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N), l'aéronef touche le sol lors de l'atterrissage à ladite vitesse verticale de consigne (V_{cons}) ; et
- des moyens (5) pour appliquer automatiquement lesdits premiers ordres qui représentent des ordres de protection auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N).

7. Dispositif selon la revendication 6,
caractérisé en ce qu'il comporte de plus :

- 5 – des moyens (8) pour engendrer des seconds ordres qui sont également destinés à commander lesdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N) qui agissent sur la vitesse verticale de l'aéronef ;
- des moyens (11) pour comparer automatiquement une première vitesse verticale qui est engendrée lorsque lesdits premiers ordres sont appliqués auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N) à une seconde vitesse verticale qui est engendrée lorsque lesdits seconds ordres sont
10 appliqués auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N) ; et
- des moyens (11) pour faire appliquer automatiquement auxdites surfaces de commande (6A, 6B, 6N), en fonction de cette comparaison :
 - si ladite seconde vitesse verticale est inférieure à ladite première vitesse verticale, lesdits seconds ordres ; et
 - 15 ▪ si ladite seconde vitesse verticale est supérieure ou égale à ladite première vitesse verticale, lesdits premiers ordres.

8. Aéronef,
caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (1) tel que celui spécifié sous l'une des revendications 6 et 7.

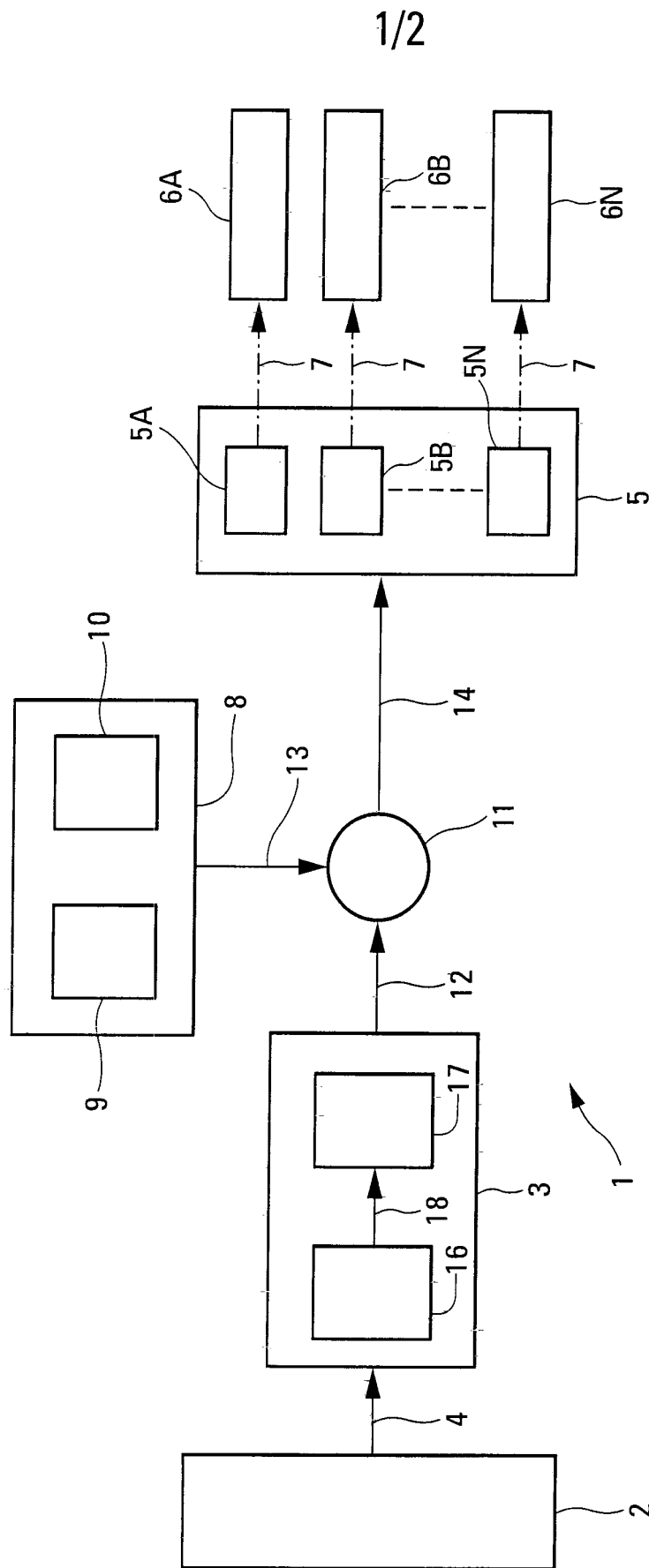


Fig. 1

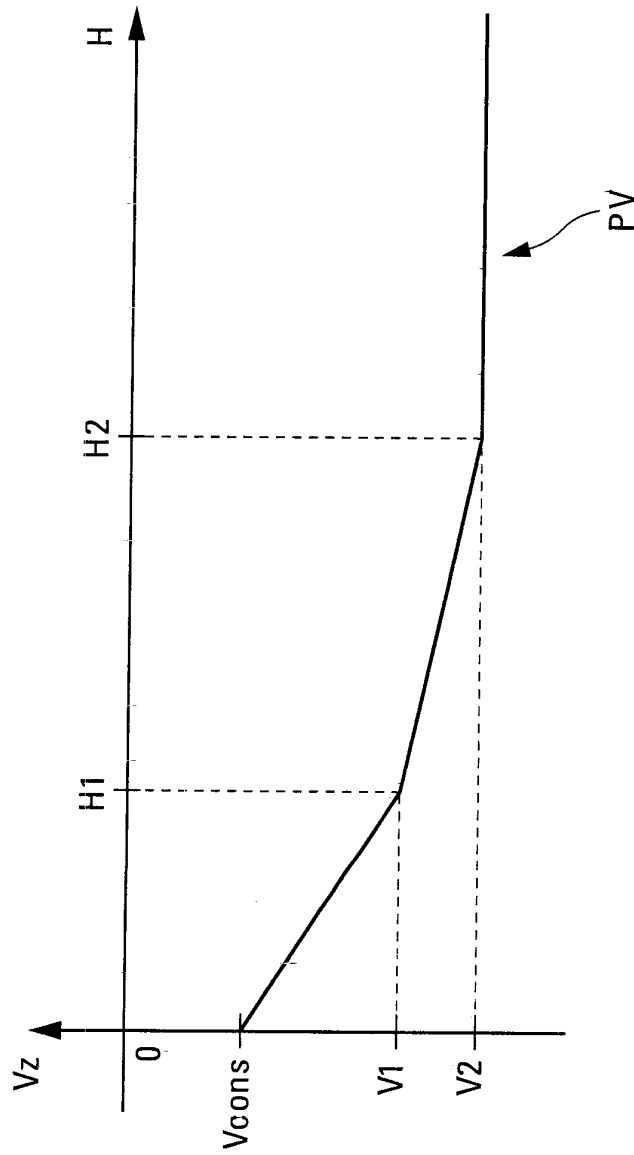


Fig. 2

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
 national

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

FR 697839
 FR 0705907

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	EP 0 708 393 A (HONEYWELL INC [US]) 24 avril 1996 (1996-04-24)	1-3,6-8	G05D1/06 G01C23/00 B64D45/04 G08G5/02
A	* le document en entier * -----	4,5	
X	US 4 357 661 A (LAMBREGTS ANTONIUS A ET AL) 2 novembre 1982 (1982-11-02)	1,6,8	
A	* colonne 1, ligne 46 - colonne 5, ligne 30; figures 1,2 *	2-5,7	G05D G08G B64D
A	US 2007/016343 A1 (HANEL MARTIN [DE]) 18 janvier 2007 (2007-01-18) * le document en entier * -----	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G05D G08G B64D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		10 mars 2008	Vañó Gea, Joaquín
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0705907 FA 697839**

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 10-03-2008

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 0708393 A	24-04-1996	DE 69520641 D1 DE 69520641 T2 US 5826834 A	17-05-2001 13-09-2001 27-10-1998
US 4357661 A	02-11-1982	DE 3166395 D1 EP 0034874 A2	08-11-1984 02-09-1981
US 2007016343 A1	18-01-2007	DE 102005032849 A1 EP 1744232 A1	25-01-2007 17-01-2007