

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 140 861  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
21 N° d'enregistrement national : 22 10710  
51 Int Cl<sup>8</sup> : B 64 C 13/28 (2023.01), B 64 C 27/56, 27/59, 27/06

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 17.10.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 19.04.24 Bulletin 24/16.

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) : Safran Electronics & Defense Société  
par actions simplifiée (SAS) — FR.

72 Inventeur(s) : LAWNICZAK Remi-Louis et VIRELI-  
ZIER Pierre.

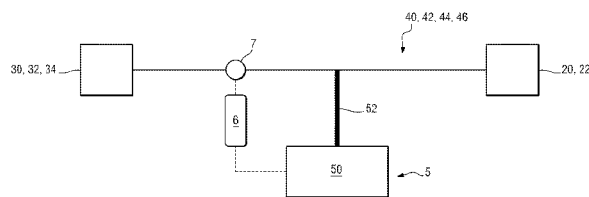
73 Titulaire(s) : Safran Electronics & Defense Société par  
actions simplifiée (SAS).

74 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

54 Ensemble pour un aéronef.

57 Le présent exposé concerne un ensemble pour un aéronef comprenant : un compensateur (5) comprenant : un châssis (50) prévu pour être monté fixe sur une cellule de l'aéronef ; et un actionneur (52) monté mobile sur le châssis (50) ; un système de transmission mécanique (40, 42, 44, 46) configuré pour transmettre un effort d'une part entre une commande de vol (30, 32, 34) de l'aéronef et une gouverne (20, 22) de l'aéronef, et d'autre part entre l'actionneur (52) et la gouverne (20, 22), le système de transmission mécanique (40, 42, 44, 46) étant dépourvu de servomoteur hydraulique ; et un système de contrôle (6) configuré pour piloter l'actionneur (52) en fonction d'un effort exercé sur la commande de vol (30, 32, 34) de sorte à contrôler un mouvement de la gouverne (20, 22) par rapport à la cellule (10, 14).

Figure pour l'abrégé : Fig. 2



FR 3 140 861 - A1



## **Description**

### **Titre de l'invention : Ensemble pour un aéronef**

#### **Domaine technique**

[0001] Le présent exposé concerne le domaine aéronautique. Plus précisément, le présent exposé concerne le contrôle des gouvernes d'un aéronef tel qu'un hélicoptère.

#### **ETAT DE LA TECHNIQUE**

[0002] Un pilote peut contrôler le déplacement d'un hélicoptère dans l'espace à l'aide de gouvernes reliées mécaniquement aux commandes du poste de pilotage. Certains hélicoptères sont, en outre, équipés de servomoteurs hydrauliques assurant l'interface entre les commandes et les gouvernes afin de réduire l'effort exercé par le pilote sur les commandes pour contrôler le déplacement de l'hélicoptère dans l'espace. Toutefois, la présence de servomoteurs hydrauliques alourdit l'hélicoptère, ce qui réduit son autonomie en vol. Pour pallier cet inconvénient, dans certains hélicoptères, les servomoteurs hydrauliques sont remplacés par des actionneurs électriques, qui sont plus légers. Toutefois, la présence d'actionneurs électriques pour piloter les gouvernes nécessite d'intégrer au système reliant les commandes aux gouvernes une électronique de puissance qui peut s'avérer complexe et coûteuse.

#### **EXPOSE GENERAL**

[0003] Un but du présent exposé est d'augmenter l'autonomie en vol d'un aéronef de manière fiable, simple et peu coûteuse.

[0004] Il est à cet effet proposé, selon un aspect du présent exposé, un ensemble pour un aéronef comprenant :

- un compensateur comprenant :
- un châssis prévu pour être monté fixe sur une cellule de l'aéronef ; et
- un actionneur monté mobile sur le châssis ;
- un système de transmission mécanique configuré pour transmettre un effort d'une part entre une commande de vol de l'aéronef et une gouverne de l'aéronef, et d'autre part entre l'actionneur et la gouverne, le système de transmission mécanique étant dépourvu de servomoteur hydraulique ; et
- un système de contrôle configuré pour piloter l'actionneur en fonction d'un effort exercé sur la commande de vol de sorte à contrôler un mouvement de la gouverne par rapport à la cellule.

[0005] Avantageusement, mais facultativement, l'ensemble peut comprendre l'une au moins des caractéristiques suivantes, prise seule ou dans une quelconque combinaison :

- il comprend en outre un capteur d'effort configuré pour mesurer une intensité de l'effort, le système de contrôle étant en outre configuré pour piloter l'actionneur en

fonction d'une mesure de l'intensité de l'effort réalisée par le capteur d'effort ;

- le système de contrôle est configuré pour piloter l'actionneur de sorte que :

si la mesure de l'intensité de l'effort est inférieure à un seuil d'intensité, le système de contrôle est prévu pour maintenir en position l'actionneur ; et

si la mesure de l'intensité de l'effort est supérieure au seuil d'intensité, le système de contrôle est prévu pour piloter une vitesse d'un mouvement de l'actionneur par rapport au châssis en fonction de l'intensité de l'effort ;

- il comprend en outre un interrupteur, dans lequel l'aéronef est configuré de sorte que l'effort entraîne une commutation de l'interrupteur d'un premier état à un deuxième état, le système de contrôle étant en outre configuré pour piloter l'actionneur en fonction d'une durée de commutation durant laquelle l'interrupteur est commuté dans le deuxième état ; et

- le système de contrôle est configuré pour piloter l'actionneur de sorte que :

si la durée de commutation est inférieure à un seuil de durée, le système de contrôle est prévu pour maintenir en position l'actionneur ; et

si la durée de commutation est supérieure au seuil de durée, le système de contrôle est prévu pour piloter une vitesse d'un mouvement de l'actionneur par rapport au châssis en fonction de la durée de commutation.

[0006] Selon un autre aspect du présent exposé, il est proposé un aéronef comprenant :  
une cellule ;

une gouverne montée mobile sur la cellule ;

une commande de vol montée mobile sur la cellule ; et

un ensemble tel que précédemment exposé, dans lequel le châssis est monté fixe sur la cellule.

[0007] Avantageusement, mais facultativement, l'aéronef peut comprendre l'une au moins des caractéristiques suivantes, prise seule ou dans une quelconque combinaison :

- la gouverne est l'une parmi : une gouverne de lacet, une gouverne de tangage et une gouverne de roulis ;

- la commande de vol est l'une parmi : un manche, un palonnier et un collectif ; et

- l'aéronef est un hélicoptère.

[0008] Selon un autre aspect du présent exposé, il est proposé un procédé de contrôle d'un aéronef comprenant :

une cellule ;

une gouverne montée mobile sur la cellule ;

une commande de vol montée mobile sur la cellule ;

un compensateur comprenant :

un châssis monté fixe sur la cellule ; et

un actionneur monté mobile sur le châssis ;

un système de transmission mécanique configuré pour transmettre un effort d'une part entre la commande de vol et la gouverne, et d'autre part entre l'actionneur et la gouverne, le système de transmission mécanique étant dépourvu de servomoteur hydraulique ;

le procédé de contrôle comprenant le pilotage de l'actionneur en fonction d'un effort exercé sur la commande de vol de sorte à contrôler un mouvement de la gouverne par rapport à la cellule.

## DESCRIPTION DES FIGURES

[0009] D'autres caractéristiques, buts et avantages ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

[0010] La [Fig.1] illustre schématiquement un aéronef.

[0011] La [Fig.2] illustre schématiquement une partie de l'aéronef.

[0012] La [Fig.3] est un organigramme illustrant une mise en œuvre du contrôle d'un aéronef.

[0013] Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

## DESCRIPTION DETAILLEE

[0014] La [Fig.1] illustre un aéronef **1** qui est un appareil capable de s'élever ou de circuler dans les airs.

[0015] L'aéronef **1** s'étend selon un axe longitudinal **X-X** et comprend une cellule **10, 14**, qui constitue la partie structurelle de l'aéronef **1**, et une voilure **12**.

[0016] La cellule **10, 14** comprend un fuselage **10** et un empennage **14**. Le fuselage **10** est la carcasse en forme de fuseau qui constitue le corps de l'aéronef **1** et dont la forme est prévue pour faciliter la pénétration de l'aéronef **1** dans l'air. Typiquement, le poste de pilotage (ou cockpit), prévu pour accueillir le pilote, est agencé au sein du fuselage **10**. L'empennage **14** est notamment configuré pour assurer la stabilité de l'aéronef **1**.

[0017] La voilure **12** est notamment configurée pour assurer la portance de l'aéronef **1**.

[0018] L'aéronef **1** comprend en outre au moins une gouverne **20, 22**, de préférence une pluralité de gouvernes **20, 22**, chacune montée mobile par rapport à la cellule **10, 14** et configurée pour produire et/ou contrôler un mouvement de l'aéronef **1** autour de son centre de gravité suivant au moins l'un de trois axes : l'axe de tangage **Y-Y**, l'axe de roulis **X-X** et l'axe de lacet **Z-Z**. Ces trois axes **X-X, Y-Y, Z-Z** forment un repère fixe relié au centre de gravité de l'aéronef **1**. Lorsque l'aéronef **1** est immobile au sol, l'axe de lacet **Z-Z** est confondu avec la direction verticale, orthogonale au sol, tandis que l'axe de tangage **Y-Y** et l'axe de roulis **X-X** appartiennent à un plan parallèle au sol, l'axe de roulis **X-X** étant parallèle à l'axe longitudinal **X-X** et l'axe de tangage **Y-Y** étant orthogonal à l'axe longitudinal **X-X**.

[0019] Par ailleurs, l'aéronef **1** comprend au moins une commande de vol **30, 32, 34**, de préférence une pluralité de commandes de vol **30, 32, 34**, chacune positionnée au sein du poste de pilotage afin d'être accessible au pilote. Les mouvements de l'aéronef **1** sont contrôlés par le pilote au moyen des commandes de vol **30, 32, 34**. A cet égard, l'aéronef **1** comprend un système de transmission **40, 42, 44, 46, 48** notamment configuré pour transmettre un effort entre les commandes de vol **30, 32, 34** et les gouvernes **20, 22**, et ce afin de commander un mouvement de la gouverne **20, 22** par rapport à la cellule **10, 14** en vue de produire et/ou contrôler un mouvement de l'aéronef **1** autour de son centre de gravité. Le système de transmission **40, 42, 44, 46, 48** peut être mécanique, hydraulique et/ou électrique, c'est-à-dire comprendre une pluralité de liaisons reliant les commandes de vol **30, 32, 34** aux gouvernes **20, 22**, les liaisons étant mécaniques, hydrauliques et/ou électriques.

[0020] En outre, l'aéronef **1** comprend au moins un compensateur **5**, de préférence une pluralité de compensateurs **5**. Chaque compensateur **5** comprend un châssis **50** monté fixe sur la cellule **10, 14** et un actionneur **52** monté mobile sur le châssis **50**, par exemple en rotation ou en translation par rapport au châssis **50**. Le châssis **50** peut prendre la forme d'un boîtier fixé au plancher du poste de pilotage et l'actionneur **52** être un bras monté à rotation autour d'un axe s'étendant à partir du châssis **50**. Le compensateur **5** peut en outre comprendre au moins un vérin agencé au sein du châssis **50** et dont la partie mobile est reliée à l'actionneur **52**, de sorte à démultiplier les efforts susceptibles d'être générés par l'actionneur **52** lorsqu'il se déplace par rapport au châssis **50**. Le vérin et/ou l'actionneur **52** peut être actionné par l'intermédiaire d'un moteur électrique. Alternativement, ou en complément, le compensateur **5** peut comprendre au moins un, voire plusieurs, organes de rappel mécaniques ou magnétiques, reliant le châssis **50** à l'actionneur **52** de sorte à en contrôler le mouvement et/ou la position par rapport au châssis **50**. De plus, le compensateur **5** peut comprendre un dispositif d'embrayage permettant de craboter et décraboter l'actionneur **52** des organes du compensateur **5** prévus pour contrôler son mouvement et/ou sa position. Le système de transmission **40, 42, 44, 46, 48** est également configuré pour transmettre un effort entre l'actionneur **52** et au moins une des gouvernes **20, 22** afin de commander un mouvement de la gouverne **20, 22** par rapport à la cellule **10, 14** en vue de produire et/ou contrôler un mouvement de l'aéronef **1** autour de son centre de gravité. De cette manière, les compensateurs **5** peuvent compenser, c'est-à-dire amortir, en tout ou partie, les efforts perçus par le pilote sur les commandes de vol **30, 32, 34** liés aux efforts aérodynamiques auxquels les gouvernes **20, 22** sont soumises. En d'autres termes, les compensateurs **5** offrent la possibilité de contrôler le retour d'efforts perçu par le pilote dans les commandes de vol **30, 32, 34**, et ce de manière précise. Enfin, les compensateurs **5** peuvent, chacun, maintenir et/ou placer au moins une des gouvernes

**20, 22** dans une position permettant l'équilibre de l'avion de sorte à assurer un pilotage automatique de l'aéronef **1** en maintenant la position imposée par le pilote autour du centre de gravité de l'aéronef **1**, quelles que soient la vitesse et la masse de l'aéronef **1**. A cet égard, les châssis **50** offrent un point d'ancrage des gouvernes **20, 22** sur la cellule **10, 14**, par l'intermédiaire du système de transmission **40, 42, 44, 46, 48**.

[0021] Le système de transmission **40, 42, 44, 46, 48** peut également comprendre au moins un organe d'actionnement linéaire **46**, de préférence une pluralité d'organes d'actionnement linéaire **46s**, chacun monté mobile par rapport à la cellule **10, 14**. Chaque organe d'actionnement linéaire **46** est configuré pour entraîner des mouvements de faible amplitude des gouvernes **20, 22** par rapport à la cellule **10, 14**, et ce à une fréquence élevée, afin d'améliorer la stabilité de l'aéronef **1** en vol. A cet égard, chaque organe d'actionnement linéaire **46** peut comprendre au moins un moteur électrique. Les organes d'actionnement linéaire **46s** sont prévus pour fonctionner sans que leur action ne soit ressentie par le pilote dans sa manipulation des commandes de vol **30, 32, 34**.

[0022] Par ailleurs, l'aéronef **1** comprend un système de contrôle **6**, illustré en [Fig.2], configuré pour piloter au moins l'un des actionneur **52** des compensateurs **5**, typiquement une position et/ou une vitesse d'un mouvement de l'actionneur **52** par rapport au châssis **50**. Le système de contrôle **6** peut typiquement comprendre un calculateur (ou processeur) configuré pour recevoir des informations et pour les traiter de sorte à transmettre une commande au compensateur **5**, typiquement au moteur électrique du compensateur **5**, pour piloter l'actionneur **52**. Le cas échéant, le système de contrôle **6** peut également être configuré pour piloter au moins l'un des organes d'actionnement linéaire **46**.

[0023] L'aéronef **1** illustré sur la [Fig.1] est un hélicoptère **1**.

[0024] La voilure **12** de l'hélicoptère **1** est tournante, c'est-à-dire qu'elle comprend au moins un rotor principal **20** monté mobile à rotation par rapport au fuselage **10**. A cet égard, le rotor principal **20** comprend une pluralité de pales **200**, chaque pale **200** présentant une forme aérodynamique et étant propre à être contrôlée, notamment en incidence, pour générer la portance nécessaire à la sustentation de l'hélicoptère **1** lors de la mise en rotation du rotor. En outre, la position du plan de rotation des pales **200** peut également être contrôlée pour commander un mouvement de l'hélicoptère **1** autour de l'axe de tangage **Y-Y** et de l'axe de roulis **X-X**. Dès lors, le rotor principal **20** constitue à la fois la gouverne de tangage et la gouverne de roulis de l'hélicoptère **1**.

[0025] L'empennage **14** de l'hélicoptère **1** comprend un rotor anti couple **22**, ou rotor de queue **22**, qui comprend également une pluralité de pales **220** présentant chacune une forme aérodynamique et étant également propre à être contrôlée, notamment en incidence, pour contrôler les mouvements de l'hélicoptère **1** autour de l'axe de lacet **Z-**

**Z**, l'axe de rotation du rotor de queue **22** étant orthogonal à l'axe de rotation du rotor principal **20**. Le rotor de queue **22** constitue donc la gouverne de lacet de l'hélicoptère **1**.

- [0026] Les commandes de vol **30, 32, 34** de l'hélicoptère **1** comprennent un manche **30**, qui est prévu pour s'étendre entre les jambes du pilote et permet de contrôler les mouvements de l'hélicoptère **1** autour de l'axe de tangage **Y-Y** et de l'axe de roulis **X-X**, notamment par pilotage de l'inclinaison du plan de rotation des pales **200** du rotor principal **20**, un palonnier **32**, de préférence deux pédales de palonnier **32**, qui permettent de contrôler les mouvements de l'hélicoptère **1** autour de l'axe de lacet **Z-Z**, notamment par pilotage de la vitesse de rotation du rotor de queue **22** et/ou de l'incidence des pales **220** du rotor de queue **22**, et un collectif **34** qui permet de contrôler les mouvement de l'hélicoptère **1** selon l'axe de lacet **Z-Z**, c'est-à-dire les mouvement d'élévation verticale de l'hélicoptère **1**, notamment par pilotage de la vitesse de rotation du rotor principal **20** et/ou de l'incidence des pales **200** du rotor principal **20**.
- [0027] La [Fig.1] illustre un système de transmission **40, 42, 44, 46, 48** mécanique qui comprend un ensemble de tringleries **40**, de câbles **42** et de guignols **44** reliés entre eux, aux commandes de vol **30, 32, 34**, aux compensateurs **5** et aux gouvernes **20, 22**. Dans un tel système de transmission **40, 42, 44, 46, 48**, les organes d'actionnement linéaire **46** sont, chacun, agencés sur un des câbles **42** de sorte à relier deux extrémités de câble **42** libres entre elles. En outre, l'extrémité libre du bras formé par l'actionneur **52** est reliée à au moins un des câbles **42**.
- [0028] La [Fig.1] illustre en outre que le système de transmission **40, 42, 44, 46, 48** mécanique peut comprendre au moins un servomoteur hydraulique **48**, de préférence une pluralité de servomoteurs hydrauliques **48**, par exemple un servomoteur hydraulique **48** relié au rotor de queue **22** et une pluralité de servomoteurs hydrauliques **48** reliés au rotor principal **20**. Les servomoteurs hydrauliques **48** sont configurés pour démultiplier l'effort transmis par le pilote aux commandes de vol **30, 32, 34** et/ou l'effort généré par l'actionneur **52**, lesquels efforts sont destinés à être transmis au rotor principal **20** et au rotor de queue **22**. De cette manière, le contrôle des gouvernes **20, 22** est facilité, notamment dans des conditions où les efforts aérodynamiques auxquels sont soumis les pales du rotor principal **20** et du rotor de queue **22** sont élevés, ce qui rend le contrôle de leur mouvement par rapport à la cellule **10, 14** particulièrement difficile.
- [0029] Le poids des servomoteurs hydrauliques **48** et des systèmes d'alimentation hydrauliques nécessaires à leur fonctionnement réduit l'autonomie en vol de l'hélicoptère **1**. C'est pourquoi il peut être prévu que le système de transmission **40, 42, 44, 46, 48** mécanique en soit dépourvu.

- [0030] Le cas échéant, il est toutefois nécessaire d'assurer la fonction des servomoteurs hydrauliques **48**, typiquement au moyen d'actionneurs électriques de puissance, qui présentent l'avantage de ne plus nécessiter la présence de systèmes d'alimentation hydrauliques, mais nécessitent l'intégration d'une électronique de puissance pilotée par les compensateurs **5** et/ou les organes d'actionnement linéaire **46**.
- [0031] Une autre manière d'assurer la fonction des servomoteurs hydrauliques **48** est d'utiliser au moins un des compensateurs **5** en adaptant le pilotage réalisé par le système de contrôle **6** de sorte à permettre au compensateur **5** de générer des efforts plus importants pour déplacer et/ou maintenir en position les gouvernes **20, 22** par rapport à la cellule **10, 14** sans que le ressenti haptique du pilote manipulant les commandes de vol **30, 32, 34** ne soit modifié.
- [0032] A cet égard, comme illustré sur la [Fig.2], le système de contrôle **6** est configuré pour piloter l'actionneur **52** du compensateur **5** en fonction d'un effort exercé sur la commande de vol **30, 32, 34** de sorte à contrôler un mouvement de la gouverne **20, 22** par rapport à la cellule **10, 14**. L'effort est exercé sur la commande de vol **30, 32, 34** par le pilote. Mais, au lieu d'être transmis à au moins une des gouvernes **20, 22** par le système de transmission **40, 42, 44, 46, 48** mécanique, il est mesuré pour piloter le compensateur **5** afin que ce soient les efforts exercés par l'actionneur **52** qui soient transmis aux gouvernes **20, 22** par le système de transmission **40, 42, 44, 46** mécanique en vue de les contrôler. De cette manière, outre ses fonctions de régulation de retour d'effort perçu par le pilote et de pilotage automatique pour maintenir l'équilibre de l'hélicoptère **1**, le compensateur **5** remplit la fonction d'assistance au pilotage manuel de l'hélicoptère **1** qui était auparavant remplie par les servomoteurs hydrauliques **48**.
- [0033] Pour ce faire, il peut être prévu que l'hélicoptère **1** comprenne un capteur d'effort **7** configuré pour mesurer une intensité de l'effort exercé sur la commande de vol **30, 32, 34**. Le système de contrôle **6** est alors configuré pour piloter l'actionneur **52** en fonction d'une mesure de l'intensité de l'effort réalisée par le capteur.
- [0034] Alternativement, ou en complément, il peut être prévu que l'hélicoptère **1** comprenne un interrupteur **7**. L'hélicoptère **1** est alors configuré de sorte que l'effort exercé sur la commande de vol **30, 32, 34** entraîne une commutation de l'interrupteur **7** d'un premier état à un deuxième état, typiquement l'effort exercé sur le manche **30** entraîne un mouvement du manche **30** qui entre en contact avec l'interrupteur **7** et le fait commuter. Le système de contrôle **6** est, dans ce cas, configuré pour piloter l'actionneur **52** en fonction d'une durée de commutation durant laquelle l'interrupteur **7** est commuté dans le deuxième état.
- [0035] La [Fig.3] illustre plus précisément la logique de pilotage de l'actionneur **52** du compensateur **5** qui est mis en œuvre par le système de contrôle **6** en fonction de l'effort exercé sur la commande de vol **30, 32, 34**, que le pilotage soit mis en œuvre en

fonction de l'intensité de l'effort mesurée par le capteur d'effort **7** ou de la durée de commutation durant laquelle l'interrupteur **7** est commuté dans le deuxième état.

- [0036] Si la mesure de l'intensité de l'effort est inférieure à un premier seuil d'intensité, ou si la durée de commutation est inférieure à un premier seuil de durée, le système de contrôle **6** est prévu pour maintenir l'actionneur **52** en position. En d'autres termes, tant que le pilote ne manifeste pas, par sollicitation des commandes de vol **30, 32, 34**, sa volonté de reprendre la main pour le contrôle des gouvernes **20, 22**, le compensateur **5** maintient au moins une des gouvernes **20, 22** en position par rapport à la cellule **10, 14**, que ce soit suivant une commande préalable reçue des commandes de vol **30, 32, 34** ou selon une logique de pilotage automatique.
- [0037] Si la mesure de la mesure de l'intensité de l'effort est supérieure au premier seuil d'intensité, ou si la durée de commutation est supérieure au premier seuil de durée, le système de contrôle **6** est prévu pour piloter une vitesse d'un mouvement de l'actionneur **52** par rapport au châssis **50** et/ou une position de l'actionneur **52** par rapport au châssis **50**, en fonction de l'intensité de l'effort mesurée ou, le cas échéant, de la durée de commutation. La position et/ou la vitesse de l'actionneur **52** détermine un effort exercé par l'actionneur **52** transmis par le système de transmission **40, 42, 44, 46** mécanique à au moins une des gouvernes **20, 22**. En d'autres termes, suivant la manière dont le pilote sollicite les commandes de vol **30, 32, 34**, le système de contrôle **6** pilote l'actionneur **52** pour que l'effort que l'actionneur **52** exerce sur l'au moins une des gouvernes **20, 22** soit un effort qui corresponde à ce que souhaite le pilote en sollicitant la commande de vol **30, 32, 34**. Le compensateur **5** remplace donc les servomoteurs hydrauliques **48** lors du pilotage manuel.
- [0038] La [Fig.3] illustre qu'un deuxième seuil d'intensité et/ou un deuxième seuil de durée, chacun, respectivement, supérieur au premier seuil d'intensité et au premier seuil de durée, peut être prévu. Dans ce cas, le premier seuil d'intensité, respectivement le premier seuil de durée, peut ne constituer qu'un seuil de détection pour le système de contrôle **6** qui est alors informé que le pilote souhaite passer du pilotage automatique par les compensateurs **5** à un pilotage manuel. Mais le pilotage de la vitesse et/ou de la position de l'actionneur **52** n'est mis en œuvre qu'une fois le deuxième seuil d'intensité, respectivement le deuxième seuil de durée, dépassé.
- [0039] Bien que les logiques de pilotage des compensateurs **5** aient été décrites en référence à un hélicoptère **1** dans le présent exposé, ceci n'est bien entendu limitatif. En effet, de telles logiques de pilotage des compensateurs s'appliquent à tout aéronef dont le système de transmission est mécanique et dépourvu de servomoteurs hydrauliques pour assister la commande des gouvernes.
- [0040] De même, les logiques de pilotage des compensateurs **5** décrites dans le présent exposé sont de préférence mises en œuvre pour le contrôle de la gouverne de lacet **22**,

laquelle subit des efforts aérodynamiques bien moindre que les gouvernes **20** de tangage et de roulis, surtout au sein d'un hélicoptère **1**.

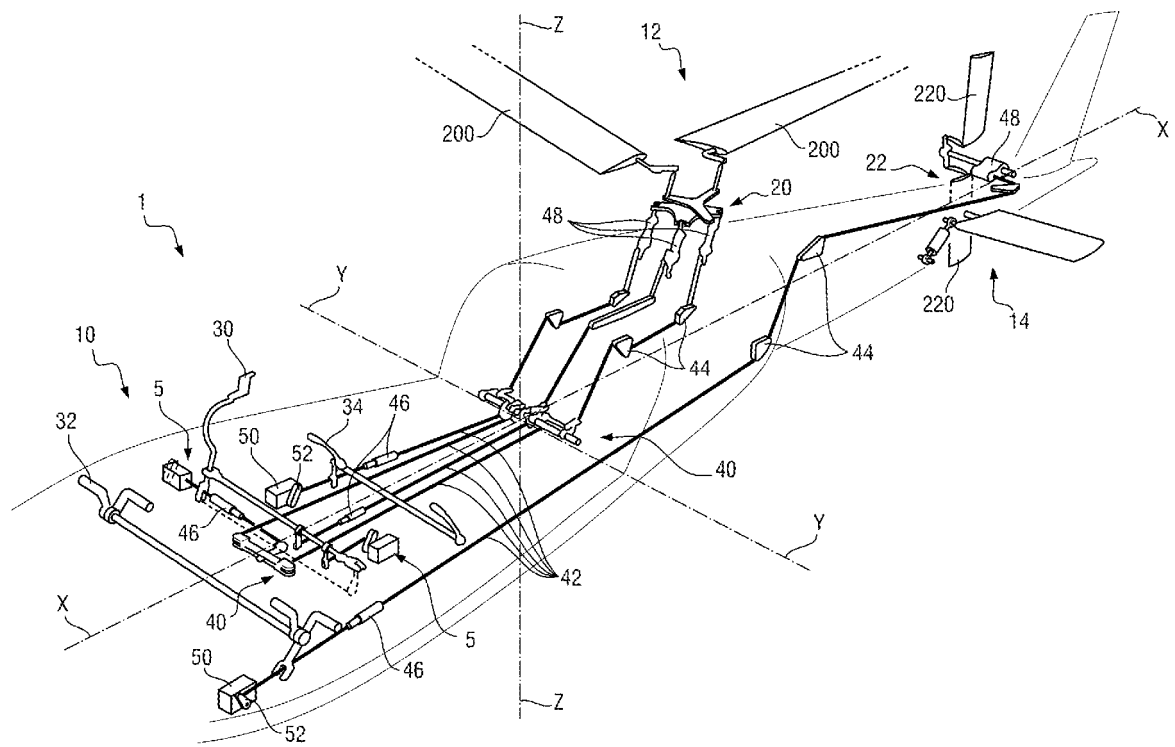
## Revendications

- [Revendication 1] Ensemble pour un aéronef (1) comprenant :
- un compensateur (5) comprenant :
  - un châssis (50) prévu pour être monté fixe sur une cellule (10, 14) de l'aéronef (1) ; et
  - un actionneur (52) monté mobile sur le châssis (50) ;
  - un système de transmission mécanique (40, 42, 44, 46) configuré pour transmettre un effort d'une part entre une commande de vol (30, 32, 34) de l'aéronef (1) et une gouverne (20, 22) de l'aéronef (1), et d'autre part entre l'actionneur (52) et la gouverne (20, 22), le système de transmission mécanique (40, 42, 44, 46) étant dépourvu de servomoteur hydraulique ; et
  - un système de contrôle (6) configuré pour piloter l'actionneur (52) en fonction d'un effort exercé sur la commande de vol (30, 32, 34) de sorte à contrôler un mouvement de la gouverne (20, 22) par rapport à la cellule (10, 14).
- [Revendication 2] Ensemble selon la revendication 1, comprenant en outre un capteur d'effort (7) configuré pour mesurer une intensité de l'effort, le système de contrôle (6) étant en outre configuré pour piloter l'actionneur (52) en fonction d'une mesure de l'intensité de l'effort réalisée par le capteur d'effort (7).
- [Revendication 3] Ensemble selon la revendication 2, dans lequel le système de contrôle (6) est configuré pour piloter l'actionneur (52) de sorte que :
- si la mesure de l'intensité de l'effort est inférieure à un seuil d'intensité, le système de contrôle (6) est prévu pour maintenir en position l'actionneur (52) ; et
  - si la mesure de l'intensité de l'effort est supérieure au seuil d'intensité, le système de contrôle (6) est prévu pour piloter une vitesse d'un mouvement de l'actionneur (52) par rapport au châssis (50) en fonction de l'intensité de l'effort.
- [Revendication 4] Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant en outre un interrupteur (7), dans lequel l'aéronef (1) est configuré de sorte que l'effort entraîne une commutation de l'interrupteur (7) d'un premier état à un deuxième état, le système de contrôle (6) étant en outre configuré pour piloter l'actionneur (52) en fonction d'une durée de commutation durant laquelle l'interrupteur (7) est commuté dans le deuxième état.

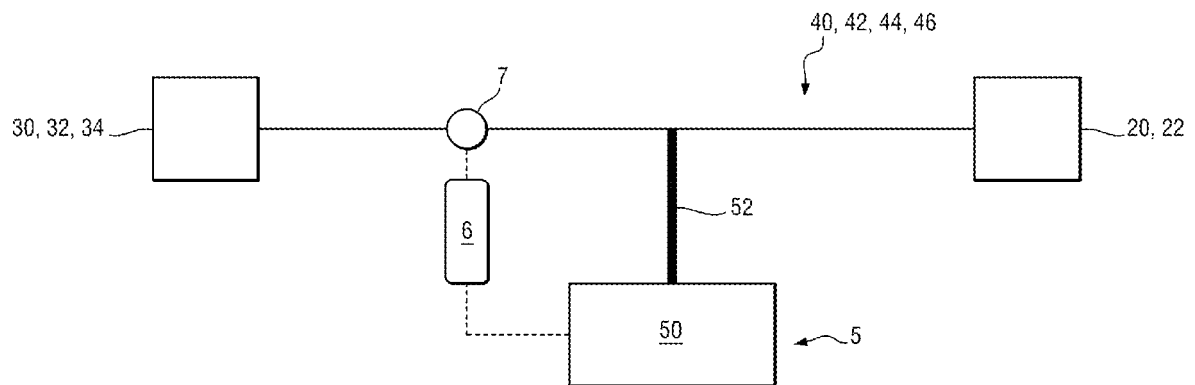
- [Revendication 5] Ensemble selon la revendication 4, dans lequel le système de contrôle (6) est configuré pour piloter l'actionneur (52) de sorte que :  
si la durée de commutation est inférieure à un seuil de durée, le système de contrôle (6) est prévu pour maintenir en position l'actionneur (52) ; et  
si la durée de commutation est supérieure au seuil de durée, le système de contrôle (6) est prévu pour piloter une vitesse d'un mouvement de l'actionneur (52) par rapport au châssis (50) en fonction de la durée de commutation.
- [Revendication 6] Aéronef (1) comprenant :  
une cellule (10, 14) ;  
une gouverne (20, 22) montée mobile sur la cellule (10, 14) ;  
une commande de vol (30, 32, 34) montée mobile sur la cellule (10, 14) ; et  
un ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le châssis (50) est monté fixe sur la cellule (10, 14).
- [Revendication 7] Aéronef (1) selon la revendication 6, dans lequel la gouverne (20, 22) est l'une parmi : une gouverne de lacet (22), une gouverne de tangage (20) et une gouverne de roulis (20).
- [Revendication 8] Aéronef (1) selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, dans lequel la commande de vol (30, 32, 34) est l'une parmi : un manche (30), un palonnier (32) et un collectif (34).
- [Revendication 9] Aéronef (1) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans lequel l'aéronef (1) est un hélicoptère.
- [Revendication 10] Procédé de contrôle d'un aéronef (1) comprenant :  
une cellule (10, 14) ;  
une gouverne (20, 22) montée mobile sur la cellule (10, 14) ;  
une commande de vol (30, 32, 34) montée mobile sur la cellule (10, 14) ;  
un compensateur (5) comprenant :  
un châssis (50) monté fixe sur la cellule (10, 14) ; et  
un actionneur (52) monté mobile sur le châssis (50) ;  
un système de transmission mécanique (40, 42, 44, 46) configuré pour transmettre un effort d'une part entre la commande de vol (30, 32, 34) et la gouverne (20, 22), et d'autre part entre l'actionneur (52) et la gouverne (20, 22), le système de transmission mécanique (40, 42, 44, 46) étant dépourvu de servomoteur hydraulique ;  
le procédé de contrôle comprenant le pilotage de l'actionneur (52) en fonction d'un effort exercé sur la commande de vol (30, 32, 34) de sorte

à contrôler un mouvement de la gouverne (20, 22) par rapport à la cellule (10, 14).

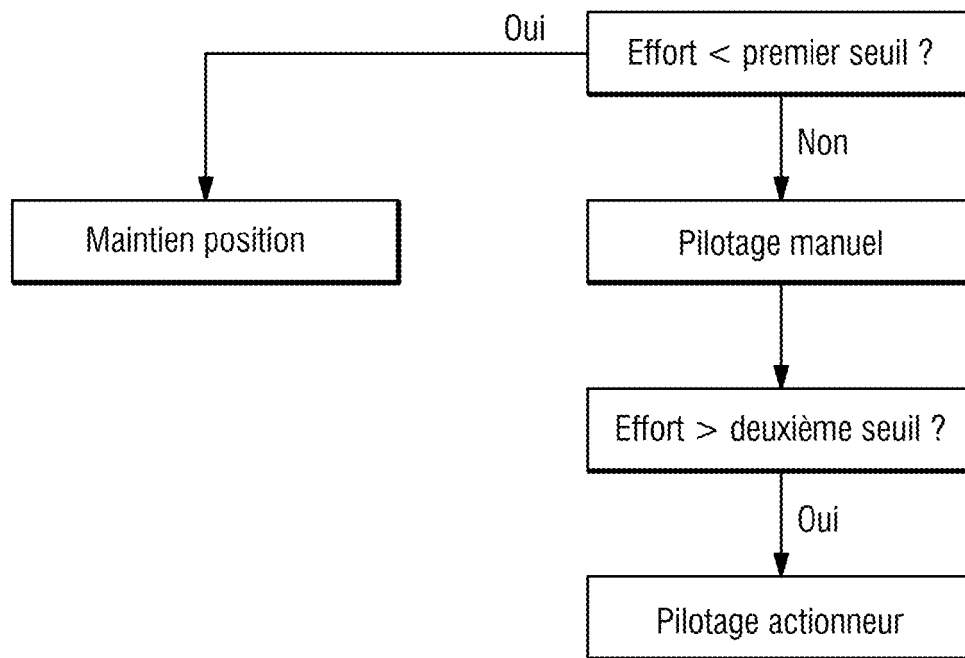
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement  
national

**FA 913646**  
**FR 2210710**

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>US 5 908 177 A (TANAKA YASUNARI [JP])</b><br><b>1 juin 1999 (1999-06-01)</b><br><b>* abrégé; figures 1,4 *</b><br><b>* colonne 1, ligne 58 - colonne 2, ligne 6 *</b><br><b>* colonne 4, lignes 12-17 *</b><br><b>* colonne 6, lignes 9-23 *</b><br><p style="text-align: center;">-----</p> | <b>1-3, 6-8, 10</b><br><b>4, 5</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>B64C13/28</b><br><b>B64C27/56</b><br><b>B64C27/59</b><br><b>B64C27/06</b>                                                  |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>FR 2 931 132 A1 (EUROCOPTER FRANCE [FR])</b><br><b>20 novembre 2009 (2009-11-20)</b><br><b>* abrégé; figures 1-3 *</b><br><b>* page 5, ligne 25 - page 6, ligne 9 *</b><br><b>* pages 13-17 *</b><br><p style="text-align: center;">-----</p>                                                | <b>1, 2, 6-10</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                               |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>US 2012/025014 A1 (DUYCK ARNAUD [FR] ET AL) 2 février 2012 (2012-02-02)</b><br><b>* abrégé; revendication 1; figure 1 *</b><br><b>* alinéa [0023] *</b><br><p style="text-align: center;">-----</p>                                                                                          | <b>1, 6-8, 10</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                               |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>FR 1 119 236 A (SFENA)</b><br><b>18 juin 1956 (1956-06-18)</b><br><b>* revendications 1,2; figure 1 *</b><br><p style="text-align: center;">-----</p>                                                                                                                                        | <b>1, 2, 6-8, 10</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b><br/><br/> <b>B64C</b> </div> |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                               |
| <b>10 mai 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Cesaro, Ennio</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                               |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>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.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                                                                               |

# **ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE** **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO.    FR 2210710    FA 913646**

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 **10-05-2023**  
 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<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| <b>US 5908177            A</b>                  | <b>01-06-1999</b>      | <b>JP            H0924898 A</b>         | <b>28-01-1997</b>      |
|                                                 |                        | <b>US            5908177 A</b>          | <b>01-06-1999</b>      |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| <b>FR 2931132            A1</b>                 | <b>20-11-2009</b>      | <b>FR            2931132 A1</b>         | <b>20-11-2009</b>      |
|                                                 |                        | <b>US            2009317252 A1</b>      | <b>24-12-2009</b>      |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| <b>US 2012025014        A1</b>                  | <b>02-02-2012</b>      | <b>BR            PI1013186 A2</b>       | <b>12-04-2016</b>      |
|                                                 |                        | <b>CN            102369139 A</b>        | <b>07-03-2012</b>      |
|                                                 |                        | <b>EP            2414230 A1</b>         | <b>08-02-2012</b>      |
|                                                 |                        | <b>FR            2943619 A1</b>         | <b>01-10-2010</b>      |
|                                                 |                        | <b>US            2012025014 A1</b>      | <b>02-02-2012</b>      |
|                                                 |                        | <b>WO            2010112513 A1</b>      | <b>07-10-2010</b>      |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| <b>FR 1119236            A</b>                  | <b>18-06-1956</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| -----                                           |                        |                                         |                        |