

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

3 001 196

②1 N° d'enregistrement national : **13 50501**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 64 D 27/26 (2013.01)**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21.01.13.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.07.14 Bulletin 14/30.

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) : SNECMA — FR.

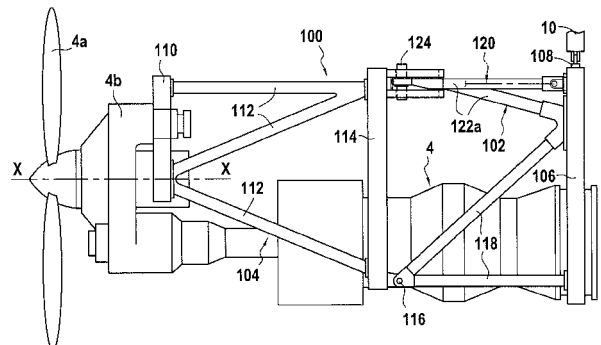
⑦2 Inventeur(s) : GALLET FRANCOIS.

⑦3 Titulaire(s) : SNECMA.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE
Société civile.

⑤4 STRUCTURE DE SUSPENSION A GEOMETRIE VARIABLE D'UN TURBOPROPULSEUR SUR UN ELEMENT STRUCTUREL D'UN AERONEF.

⑤7 L'invention concerne une structure de suspension (100) à géométrie variable d'un turbopropulseur (4) sur un élément structurel d'un aéronef, comprenant un arceau arrière (102) destiné à être fixé sur un élément structurel d'un aéronef et un arceau avant (104) destiné à supporter une partie avant du turbopropulseur, l'arceau avant étant relié à l'arceau arrière, d'une part par une liaison pivot (116) apte à permettre un basculement vertical de l'arceau avant par rapport à l'arceau arrière, et d'autre part par un ressort de rappel (120) apte à empêcher le basculement de l'arceau avant en deçà d'une poussée de seuil prédéterminée du turbopropulseur.



FR 3 001 196 - A1



5 Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des turbopropulseurs d'aéronef à hélice non carénée. Elle vise plus précisément l'accrochage de ces turbopropulseurs sur un élément structurel des aéronefs.

10 De façon connue, un turbopropulseur d'avion est une turbomachine aéronautique dont la poussée principale est générée par une hélice non carénée positionnée à l'avant du moteur. Un tel turbopropulseur peut par exemple être monté sur une aile de l'avion par l'intermédiaire d'une structure de suspension, cette dernière devant
15 notamment supporter les efforts de poussée du moteur et du couple de rotation de l'hélice.

Lors des différentes phases de vol de l'aéronef, telles que le décollage et la phase de montée, l'hélice du turbopropulseur subit un flux d'air ayant une incidence non nulle. En effet, lors de ces phases de vol, le
20 flux d'air n'est plus parallèle à l'axe de rotation de l'hélice du turbopropulseur.

Or, cette incidence engendre de nombreux inconvénients, notamment en termes de baisses de rendement de l'hélice et de nuisances acoustiques. En outre, une telle incidence donne lieu à un moment
25 aérodynamique sur l'hélice qui charge fortement la structure mécanique du turbopropulseur. Pour y remédier, cette structure doit être renforcée, ce qui implique une pénalité de masse.

Objet et résumé de l'invention

30 Il existe donc un besoin de pouvoir disposer d'une structure de suspension de turbopropulseur qui permette de limiter l'incidence vue par l'hélice lors des phases de décollage et de montée de l'aéronef propulsé par ce turbopropulseur.

Conformément à l'invention, ce but est atteint grâce à une
35 structure de suspension à géométrie variable d'un turbopropulseur sur un élément structurel d'un aéronef, comprenant un arceau arrière destiné à

être fixé sur un élément structurel d'un aéronef et un arceau avant destiné à supporter une partie avant du turbopropulseur, l'arceau avant étant relié à l'arceau arrière, d'une part par une liaison pivot apte à permettre un basculement vertical de l'arceau avant par rapport à l'arceau arrière, et
5 d'autre part par un ressort de rappel apte à empêcher le basculement de l'arceau avant en deçà d'une poussée de seuil prédéterminée du turbopropulseur.

Tant que la poussée du turbopropulseur reste inférieure à la poussée de seuil, le ressort de rappel empêche tout basculement vers
10 l'avant du turbopropulseur (car celui-ci est supporté uniquement par le berceau avant). Le turbopropulseur reste dans une position horizontale. En revanche, lorsque la poussée du turbopropulseur dépasse la poussée de seuil, le turbopropulseur va basculer vers l'avant sous l'effet de cette poussée. En tarant le ressort de rappel de manière adéquate, il est donc
15 possible de permettre au turbopropulseur de s'incliner vers l'avant lors de certaines phases de vol de l'aéronef. En particulier, il est possible de permettre un basculement vers l'avant du turbopropulseur uniquement lors des phases de décollage et de montée de l'aéronef (correspondant aux phases pour lesquelles la poussée du turbopropulseur est la plus
20 importante), le turbopropulseur restant dans sa position nominale à l'horizontal pendant les autres phases de vol. Un tel basculement du turbopropulseur permet ainsi de réduire fortement l'incidence vue par l'hélice du turbopropulseur pendant ces phases critiques de vol.

Par ailleurs, une telle structure de suspension à géométrie
25 variable est relativement simple de conception et compatible avec les efforts qu'elle supporte (notamment la poussée du turbopropulseur et le couple de rotation de l'hélice). Notamment, cette structure de suspension ne nécessite pas d'apport extérieur de puissance ni de système de régulation dédié, seule la poussée du turbopropulseur gère directement la
30 position de celui-ci. Une telle structure de suspension est donc fiable et à faible coût de maintenance. De plus, le ressort de rappel ramène naturellement le turbopropulseur vers une position horizontale qui est sa position nominale, ce qui permet de limiter les conséquences des cas de pannes moteur.

35 De préférence, la structure de suspension comprend en outre des moyens pour empêcher tout déplacement latéral de l'arceau avant par

rapport à l'arceau arrière. Une telle caractéristique visant à empêchant tout mouvement latéral du berceau avant lors de son basculement permet à l'arceau arrière de reprendre le couple de rotation de l'hélice qui est transmis à l'élément structurel de l'aéronef sur lequel est fixé le turbopropulseur. La géométrie variable de la structure de suspension est ainsi insensible au couple de rotation de l'hélice du turbopropulseur.

Ainsi, l'arceau arrière peut comprendre au moins une tige munie d'une roulette apte à coulisser dans une rainure axiale qui est pratiquée dans l'arceau avant de façon à empêcher tout déplacement latéral de l'arceau avant par rapport au berceau arrière.

Dans ce cas, la rainure de l'arceau avant peut être fermée à ses extrémités axiales de façon à limiter l'amplitude angulaire du basculement du l'arceau avant. De plus, la tige peut comprendre deux branches formant un V ouvert vers l'arrière, la roulette étant positionnée au niveau d'une intersection des branches de la tige. L'arceau arrière peut comprendre deux tiges positionnées angulairement de part et d'autre du ressort de rappel.

Le ressort de rappel peut comprendre un amortisseur hydraulique contrôlé par une vanne pour permettre un blocage en position de l'arceau avant sur commande du pilote. L'amortisseur permet d'obtenir un mouvement de basculement de l'arceau avant qui soit progressif et qui ne donne pas lieu à des phénomènes de résonance.

De plus, la présence de la vanne commandée par le pilote permet à celui-ci de bloquer le ressort de rappel – et donc l'arceau avant – en position. Ceci est notamment utile lors des phases de roulage au sol de l'aéronef avant décollage pour lesquelles le turbopropulseur est à pleine poussée mais l'hélice de celui-ci est orthogonale au flux d'air (ce n'est qu'au décollage proprement dit que le pilote commande la vanne pour permettre le basculement du turbopropulseur). De même, le recours à une telle vanne permet d'éviter que le turbopropulseur ne ballote en cas de fortes turbulences.

De préférence, le ressort de rappel possède une raideur qui est calculée de sorte que son effort de rappel soit supérieur à une poussée du turbopropulseur correspondant à une phase de vol en régime de croisière de l'aéronef et inférieur à une poussée du turbopropulseur correspondant à une phase de décollage et montée de l'aéronef.

De préférence également, l'arceau arrière est dépourvu de moyens pour supporter le turbopropulseur.

L'invention a aussi pour objet un aéronef comprenant au moins un turbopropulseur monté sur un élément structurel par une structure de suspension à géométrie variable.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue schématique d'un avion propulsé par des turbopropulseurs qui sont fixés sous les ailes de l'avion par des structures de suspension conformes à l'invention ;
- les figures 2 et 3 sont des vues schématiques de côté d'une structure de suspension de la figure 1 dans deux positions différentes ;
- les figures 4 et 5 sont des vues partielles et de dessus de la structure de suspension correspondant aux figures 2 et 3 ; et
- la figure 6 représente une variante de réalisation du ressort de rappel de la structure de suspension conforme à l'invention.

Description détaillée de l'invention

La figure 1 représente de façon très schématique un avion 2 qui est propulsé par quatre turbopropulseurs 4 fixés sous les ailes 6 de l'avion. Plus précisément, la nacelle 8 de ces turbopropulseurs est fixée sur les ailes de l'avion par l'intermédiaire de longerons (non représentés sur la figure 1).

De façon connue en soi, les turbopropulseurs 4 comprennent chacun une hélice 4a positionnée à l'avant du moteur et entraînée en rotation autour d'un axe X-X par une turbine (non représentée), un boîtier réducteur 4b étant intercalé entre l'arbre de la turbine et l'arbre de rotation X-X de l'hélice notamment pour augmenter le couple qui est appliquée à celle-ci.

Les figures 2 et 3 représentent de façon plus précise la fixation de ces turbopropulseurs sur les ailes de l'avion. Chaque turbopropulseur 4 est suspendu à une structure de suspension 100 conforme à l'invention,

celle-ci étant fixée sur une aile de l'avion par l'intermédiaire des longerons 10.

La structure de suspension 100 selon l'invention est à géométrie variable. Elle comprend notamment un arceau arrière 102 qui est fixé à l'aile de l'avion par l'intermédiaire des longerons 10, et un arceau avant 104 qui est mobile en rotation par rapport à l'arceau arrière.

L'arceau arrière 102 comporte un cadre 106 s'étendant dans un plan transversal et dont la forme évoque celle d'un « fer à cheval ». Le cadre 106 est muni de moyens classiques de fixation aux longerons 10, tels que par exemple des chapes de fixation 108. Il est en revanche dépourvu de moyens pour supporter une quelconque partie du turbopropulseur 4.

L'arceau avant 104 n'est pas directement fixé à l'aile de l'avion. Il comporte un cadre avant 110 ayant une forme de fer à cheval s'étendant dans un plan transversal et sur lequel est fixée une partie avant du turbopropulseur (par exemple le boîtier réducteur 4b). Cette fixation (non représentée sur les figures) est réalisée à l'aide de moyens d'attache conventionnels, par exemple par des bielles de suspension s'étendant radialement depuis une surface interne du cadre avant 110 vers l'intérieur de celui-ci.

Le cadre avant 110 de l'arceau avant est par ailleurs relié par l'intermédiaire d'une pluralité de tiges 112 à un cadre principal 114 s'étendant dans un plan transversal. Ce cadre principal présente également une forme de fer à cheval.

De plus, l'arceau avant 104 de la structure de suspension 100 selon l'invention est relié à l'arceau arrière 102 par une liaison pivot apte à permettre un basculement vertical de l'arceau avant par rapport à l'arceau arrière.

Dans l'exemple représenté sur les figures, chaque extrémité libre inférieure du cadre principal 114 de l'arceau avant est ainsi munie d'un pivot 116 autour duquel s'articule en rotation l'extrémité d'une tige 118 dont l'extrémité opposée est fixée au cadre 106 de l'arceau arrière. Cette articulation permet un pivotement vers l'avant de l'arceau avant 104 (qui n'est pas fixé à l'aile de l'avion) par rapport à l'arceau arrière 102.

L'arceau avant 104 de la structure de suspension est également relié à l'arceau arrière 102 par un ressort de rappel 120 apte à empêcher

le basculement de l'arceau avant en deçà d'une poussée de seuil prédéterminée du turbopropulseur.

5 Plus précisément, le ressort de rappel 120 a une extrémité fixée au cadre 106 de l'arceau arrière (dans sa partie médiane supérieure, entre ses extrémités libres inférieures) et une extrémité opposée fixée au cadre principal 114 de l'arceau avant (dans sa partie médiane supérieure, entre ses extrémités libres inférieures munie des pivots).

10 Le ressort de rappel 120 est taré de sorte à empêcher tout basculement de l'arceau avant 104 tant que la poussée du turbopropulseur n'a pas atteint une poussée de seuil prédéterminée. De préférence, le ressort de rappel possède une raideur qui est calculée de sorte que son effort de rappel soit supérieur à une poussée du turbopropulseur correspondant à une phase de vol en régime de croisière de l'avion et inférieur à une poussée du turbopropulseur correspondant à une phase de décollage et de montée de l'avion.

15 Ainsi, lors de toutes les phases de vol de l'avion à l'exception du décollage et de la montée (par exemple en phase de vol en régime de croisière), le ressort de rappel 120 retient l'arceau avant 104 de la structure de suspension 100 de sorte que celle-ci est dans la position non basculée représentée par la figure 2. Dans cette position, le turbopropulseur 4 est dans une position purement horizontale.

20 En revanche, lors des phases de décollage et de montée de l'avion qui correspondent aux phases de vol de l'avion pendant lesquelles l'hélice 4a du turbopropulseur 4 est susceptible de subir un flux d'air avec une incidence non nulle, le ressort de rappel 120, soumis à la force de traction exercée par le turbopropulseur au travers de la structure de suspension, ne peut plus retenir l'arceau avant de la structure de suspension. Le turbopropulseur étant fixé uniquement à l'avant sur l'arceau avant, celui-ci bascule vers l'avant par rapport à l'arceau arrière dans la position représentée par la figure 3. Dans cette position, le turbopropulseur 4 penche donc vers l'avant, ce qui permet de limiter l'incidence vue par son hélice 4a.

30 Lors du basculement de l'arceau avant, il est également prévu d'empêcher tout déplacement latéral de l'arceau avant 104 par rapport à l'arceau arrière 102.

35

A cet effet, comme notamment représenté sur les figures 4 et 5, le cadre 106 de l'arceau arrière 102 comprend, au niveau de sa partie médiane supérieure, au moins une tige 122 munie d'une roulette 124 apte à coulisser dans une rainure axiale 126 qui est pratiquée dans le cadre principal 114 de l'arceau avant.

Plus précisément, il est prévu deux tiges 122 disposées angulairement de part et d'autre du ressort de rappel 120, chacune de ces tiges 122 étant formée de deux branches 122a formant un V ouvert vers l'arrière, la roulette 124 de ces tiges étant positionnée au niveau de l'intersection des branches.

De plus, la rainure 126 pratiquée dans le cadre principal 114 de l'arceau avant est fermée à ses deux extrémités axiales de façon à limiter l'amplitude angulaire du basculement de l'arceau avant. Ainsi, sur la figure 4, l'arceau avant est représenté dans sa position non basculée, tandis que la figure 5 le montre dans sa position basculée. La longueur de cette rainure permet de déterminer l'amplitude du basculement.

Dans un mode de réalisation représenté sur la figure 6, le ressort de rappel 120' reliant le cadre 106 de l'arceau arrière au cadre principal 114 de l'arceau avant comprend un amortisseur hydraulique 128 qui est contrôlé par une vanne 130. La vanne est commandée par le pilote de l'avion qui peut ainsi décider de bloquer l'arceau avant en position par rapport à l'arceau arrière.

Un tel blocage en position de l'arceau avant peut être commandé par le pilote lors des phases de roulage au sol de l'avion avant son décollage à proprement dit (le turbopropulseur est à pleine poussée mais l'hélice est toujours orthogonale au flux), ou en cas de fortes turbulences pour éviter tout ballotement du turbopropulseur.

REVENDEICATIONS

1. Structure de suspension (100) à géométrie variable d'un turbopropulseur (4) sur un élément structural (6) d'un aéronef (2),
5 comprenant un arceau arrière (102) destiné à être fixé sur un élément structural d'un aéronef et un arceau avant (104) destiné à supporter une partie avant du turbopropulseur, l'arceau avant étant relié à l'arceau arrière, d'une part par une liaison pivot (116) apte à permettre un basculement vertical de l'arceau avant par rapport à l'arceau arrière, et
10 d'autre part par un ressort de rappel (120 ; 120') apte à empêcher le basculement de l'arceau avant en deçà d'une poussée de seuil prédéterminée du turbopropulseur.

2. Structure selon la revendication 1, comprenant en outre des
15 moyens pour empêcher tout déplacement latéral de l'arceau avant par rapport à l'arceau arrière.

3. Structure selon la revendication 2, dans laquelle l'arceau
20 arrière (102) comprend au moins une tige (122) munie d'une roulette (124) apte à coulisser dans une rainure axiale (126) qui est pratiquée dans l'arceau avant de façon à empêcher tout déplacement latéral de l'arceau avant par rapport au berceau arrière.

4. Structure selon la revendication 3, dans laquelle la rainure
25 (126) est fermée à ses extrémités axiales de façon à limiter l'amplitude angulaire du basculement du l'arceau avant.

5. Structure selon l'une des revendications 3 et 4, dans laquelle
30 la tige (122) comprend deux branches (122a) formant un V ouvert vers l'arrière, la roulette (124) étant positionnée au niveau d'une intersection des branches de la tige.

6. Structure selon l'une quelconque des revendications 3 à 5,
35 dans laquelle l'arceau arrière comprend deux tiges (122) positionnées angulairement de part et d'autre du ressort de rappel (120).

7. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle le ressort de rappel (120') comprend un amortisseur hydraulique (128) contrôlé par une vanne (130) pour permettre un blocage en position de l'arceau avant sur commande du pilote.

5

8. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le ressort de rappel possède une raideur qui est calculée de sorte que son effort de rappel soit supérieur à une poussée du turbopropulseur correspondant à une phase de vol en régime de croisière de l'aéronef et inférieur à une poussée du turbopropulseur correspondant à une phase de décollage et montée de l'aéronef.

10

9. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle l'arceau arrière (102) est dépourvu de moyens pour supporter le turbopropulseur.

15

10. Aéronef (2) comprenant au moins un turbopropulseur (4) monté sur un élément structurel (6) par une structure de suspension (100) à géométrie variable selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

20

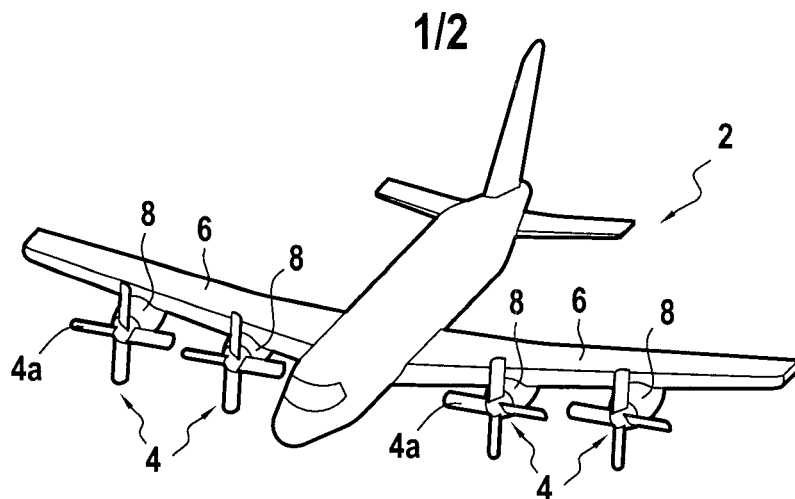


FIG. 1

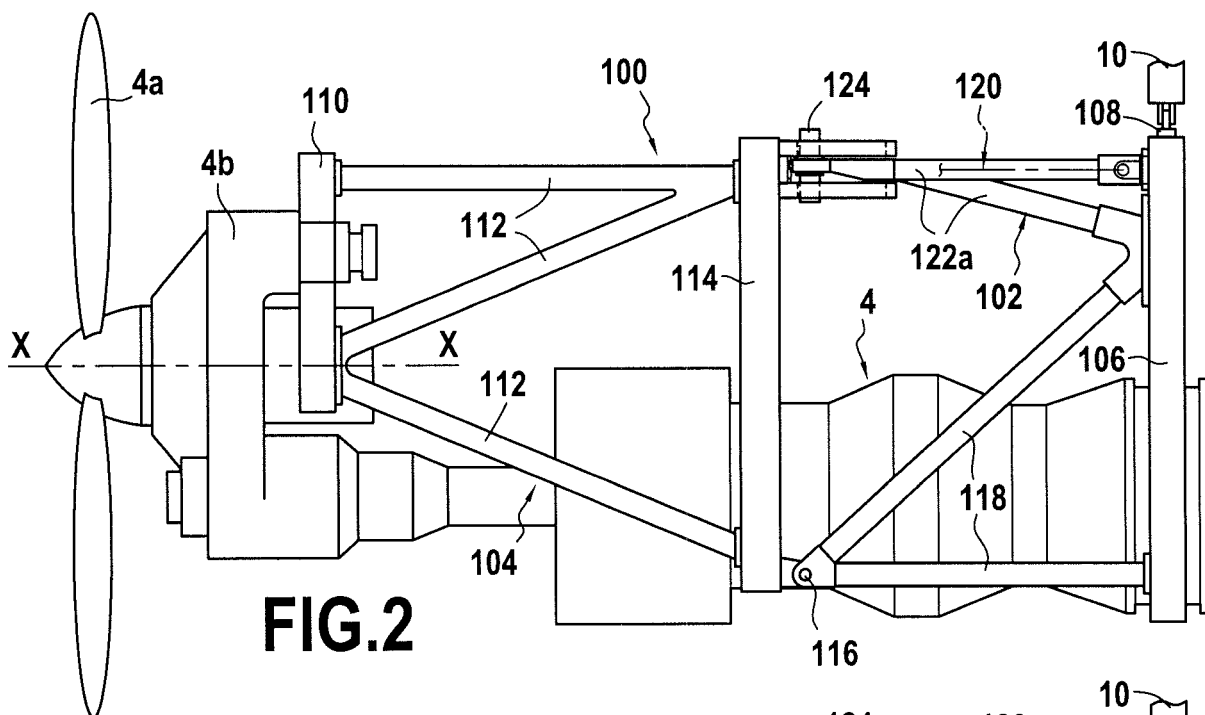


FIG. 2

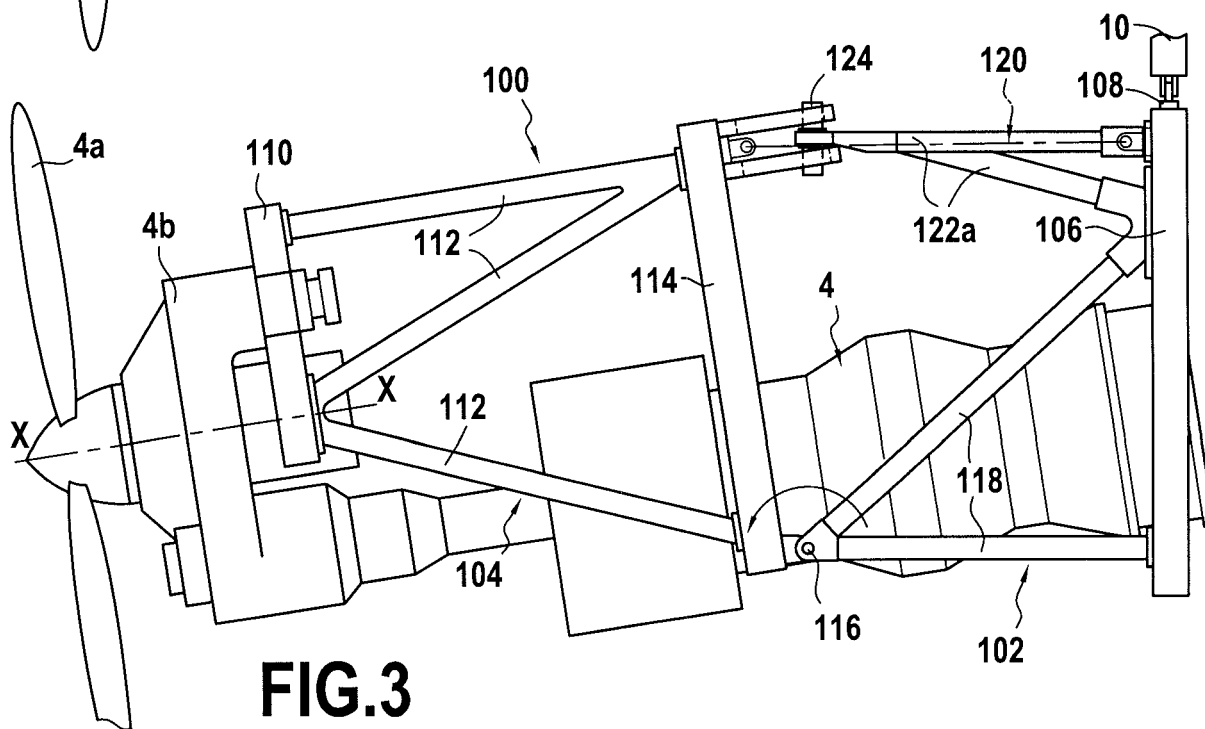


FIG. 3

2/2

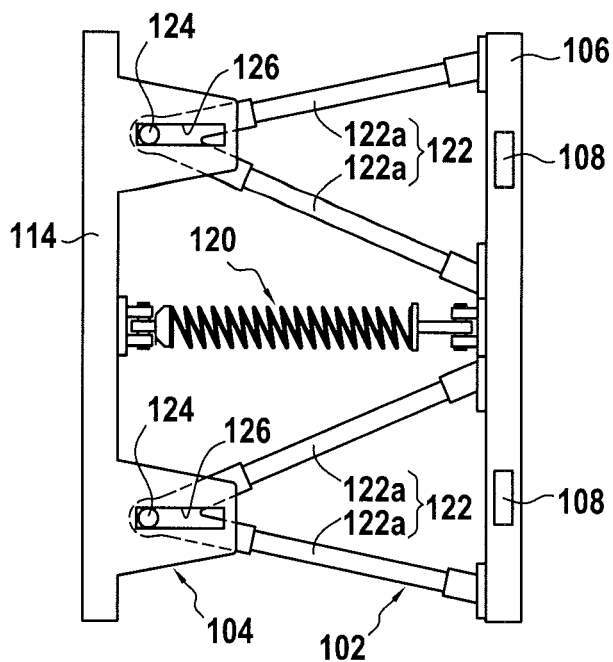


FIG. 4

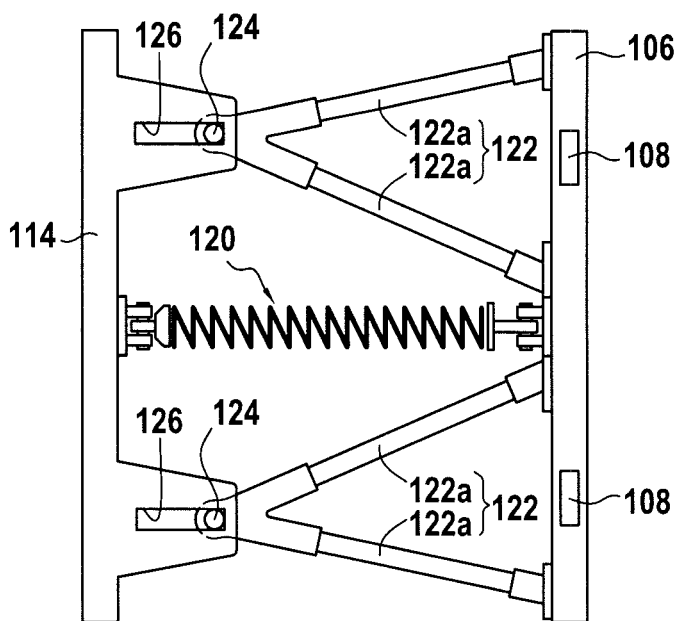


FIG. 5

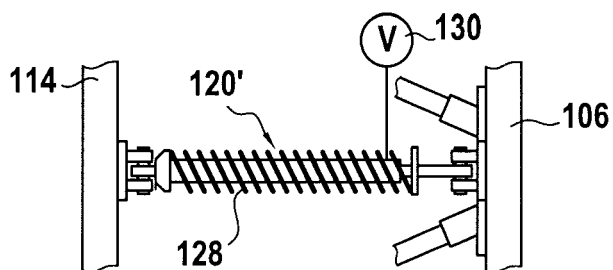


FIG. 6



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 775379
FR 1350501

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		
A	US 2011/259996 A1 (VETTERS DANIEL KENT [US] ET AL) 27 octobre 2011 (2011-10-27) * alinéas [0029] - [0032]; figures 3,4 *	1-10	B64D27/26
A	FR 2 942 205 A1 (AIRBUS FRANCE [FR]) 20 août 2010 (2010-08-20) * abrégé; figures *	1-10	
A	EP 1 607 330 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 21 décembre 2005 (2005-12-21) * abrégé; figures *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 septembre 2013		Salenty, Gérard	
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	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
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 1350501 FA 775379**

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 **25-09-2013**

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 2011259996 A1	27-10-2011	CA 2797835 A1	26-01-2012
		EP 2563663 A1	06-03-2013
		US 2011259996 A1	27-10-2011
		WO 2012011996 A1	26-01-2012

FR 2942205 A1	20-08-2010	EP 2398706 A2	28-12-2011
		FR 2942205 A1	20-08-2010
		US 2012018577 A1	26-01-2012
		WO 2010094878 A2	26-08-2010

EP 1607330 A1	21-12-2005	EP 1607330 A1	21-12-2005
		GB 2415468 A	28-12-2005
		US 2006012091 A1	19-01-2006
