

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 036 092

②1 N° d'enregistrement national : 15 54275

⑤1 Int Cl⁸ : B 64 C 11/32 (2016.01), F 01 D 7/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.05.15.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.11.16 Bulletin 16/46.

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) : SNECMA Société anonyme — FR.

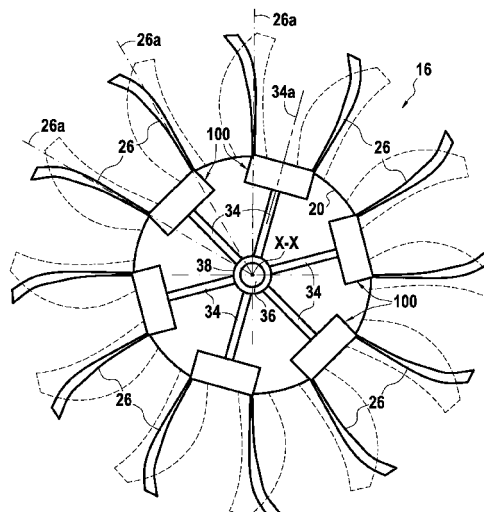
⑦2 Inventeur(s) : BOUDEBIZA TEWFIK, BELMONTE
OLIVIER, CHARIER GILLES, ALAIN, PATSOURIS
EMMANUEL, PIERRE, DIMITRI et REIGNER PIERRE-
ALAIN JEAN PHILIPPE.

⑦3 Titulaire(s) : SNECMA Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤4 DISPOSITIF A ARBRE RADIAL POUR LA COMMANDE DE L'ORIENTATION DES PALES DE SOUFFLANTE
D'UNE TURBOMACHINE A SOUFFLANTE NON CARENEE.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de commande de l'orientation des pales de soufflante d'une turbomachine à soufflante non carénée, comprenant au moins un ensemble de pales de soufflante (26) à orientation réglable, ledit ensemble étant solidaire en rotation d'un anneau rotatif (20) centré sur un axe longitudinal (X-X) et lié mécaniquement à un rotor de turbine, chaque pale de l'ensemble étant montée sur un support de pied de pale monté pivotant sur l'anneau rotatif, le dispositif comportant en outre au moins un arbre de commande radial (34) pour le réglage de l'orientation d'au moins deux pales adjacentes de l'ensemble, ledit arbre de commande étant solidaire en rotation de l'anneau rotatif et apte à pivoter autour d'un axe de l'arbre (34a) en étant couplé aux supports de pied de pale desdites au moins deux pales de l'ensemble pour régler leur orientation.



FR 3 036 092 - A1



Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des turbomachines équipées d'une ou deux soufflante(s) non carénée(s), et plus particulièrement à la commande de l'orientation des pales de soufflante(s) de ces turbomachines.

Un domaine privilégié d'application de l'invention concerne les turboréacteurs à hélices contrarotatives, appelés « Open Rotor » en anglais, qui comprennent deux hélices contrarotatives placées en aval (version « pusher » en anglais) ou en amont (version « puller » en anglais) du générateur de gaz. Toutefois, l'invention s'applique également aux turbopropulseurs à une ou plusieurs hélices propulsives.

Dans un turboréacteur à hélices contrarotatives, il est connu que l'orientation (ou calage) des pales qui forment ces hélices constitue l'un des paramètres permettant de gérer la poussée du turboréacteur, notamment en faisant fonctionner l'hélice toujours dans les meilleures conditions possibles. En effet, le régime des hélices est quasiment constant sur toutes les phases de fonctionnement, et c'est le calage des pales des hélices qui fait varier la poussée. Ce calage permet notamment de faire fonctionner l'hélice dans les meilleures conditions possibles. Ainsi, en phase de vol de croisière, on cherche à obtenir la plus faible puissance possible sur l'arbre de turbine qui est nécessaire pour une traction donnée à une vitesse de l'avion donnée, de sorte à obtenir le meilleur rendement (c'est-à-dire le rendement permettant de minimiser la consommation de carburant et d'augmenter la distance franchissable). A l'inverse, au décollage, la traction la plus forte possible est recherchée afin d'accélérer puis de faire décoller l'avion.

Le mécanisme de commande de l'orientation des pales des hélices du turboréacteur est généralement intégré à l'intérieur du moyeu portant les hélices. Plus précisément, l'orientation de chaque pale constituant les hélices est typiquement commandée par un arbre radial rotatif qui est relié à un vérin fixe centré sur l'axe longitudinal du turboréacteur par l'intermédiaire d'un palier de transfert de mouvement, le déplacement de la tige du vérin entraînant une rotation de l'arbre radial autour de son axe. On pourra notamment se référer au document WO 2013/050704 qui décrit un exemple de mise en œuvre d'une telle commande.

Par ailleurs, l'une des solutions envisagées pour améliorer le rendement propulsif de l'hélice d'un turboréacteur à hélices contrarotatives, qu'il soit en version « pusher » ou « puller », consiste à diminuer le rapport de moyeu des hélices, c'est-à-dire le rapport entre le diamètre pris au niveau du bas des pales de l'hélice et le diamètre pris au niveau de leur sommet. En effet, à même diamètre d'hélice donné, plus le rapport de moyeu est petit, plus le rendement propulsif augmente et la consommation en carburant associée diminue.

Cependant, diminuer le rapport de moyeu des hélices présente un certain nombre d'inconvénients. En particulier, si le rapport de moyeu diminue, il devient de plus en plus difficile, voire impossible, de monter les arbres radiaux destinés à la commande de l'orientation des pales par l'intérieur du moyeu portant l'hélice comme cela est le cas usuellement. En outre, plus le rayon de moyeu diminue, plus l'espace à l'intérieur du moyeu se réduit, ce qui tend à rendre le positionnement des arbres radiaux entre eux impossible.

Objet et résumé de l'invention

La présente invention a donc pour but principal de proposer un dispositif de commande de l'orientation des pales qui ne présente pas les inconvénients précités.

Ce but est atteint grâce à un dispositif de commande de l'orientation des pales de soufflante d'une turbomachine à soufflante non carénée, comprenant au moins un ensemble de pales de soufflante à orientation réglable, ledit ensemble étant solidaire en rotation d'un anneau rotatif centré sur un axe longitudinal et lié mécaniquement à un rotor de turbine, chaque pale de l'ensemble étant montée sur un support de pied de pale monté pivotant sur l'anneau rotatif, et qui, conformément à l'invention, comporte en outre au moins un arbre de commande radial pour le réglage de l'orientation d'au moins deux pales adjacentes de l'ensemble, ledit arbre de commande étant solidaire en rotation de l'anneau rotatif et apte à pivoter autour d'un axe de l'arbre en étant couplé aux supports de pied de pale desdites au moins deux pales de l'ensemble pour régler leur orientation.

Le dispositif de commande selon l'invention est remarquable notamment en ce qu'il prévoit de recourir à un même arbre de commande

radial pour le réglage de l'orientation d'au moins deux pales de soufflante adjacentes. Un tel arrangement permet d'introduire un décalage (dans le sens tangentiel) entre l'arbre de commande et les deux pales adjacentes de soufflante dont il commande l'orientation. Ainsi, l'arbre de commande
5 peut être monté par l'extérieur de l'anneau rotatif, et non par l'intérieur de celui-ci. De même, le nombre total d'arbres de commande devient bien inférieur au nombre total de pales de soufflante (réduction par 2 au moins), ce qui réduit les problèmes d'encombrement à l'intérieur de l'anneau rotatif. De la sorte, grâce à un tel arrangement, il est possible de
10 diminuer le rapport de moyeu de la soufflante de la turbomachine, et ainsi d'augmenter le rendement propulsif et de diminuer la consommation en carburant associée.

Par ailleurs, la réduction du nombre total d'arbres de commande grâce au dispositif selon l'invention permet de réduire le nombre de bras de carter tournant traversés par ces arbres de commande. Ainsi, le débit gazeux qui passe par la veine traversée par les bras de carter tournant s'en trouve augmenté.

De préférence, chaque arbre de commande est couplé aux supports de pied de pales par l'intermédiaire d'un système de transmission
20 situé au voisinage du pied desdites pales.

Le dispositif peut ainsi comprendre, pour chaque arbre de commande, un excentrique menant qui est monté à une extrémité extérieure de l'arbre de commande et un excentrique mené qui est monté sur chacun des deux supports de pied de pale et qui est relié à
25 l'excentrique menant par au moins une bielle.

De préférence également, l'excentrique menant et les deux excentriques menés ont des centres de rotation qui forment un triangle (c'est-à-dire qu'ils ne sont pas alignés entre eux). Grâce à cette disposition, dans le cas d'un turboréacteur de type « Open Rotor », il est
30 possible de créer un décalage axial entre la roue des arbres de commande et l'ensemble de pales de la soufflante, ce qui permet d'optimiser l'intégration mécanique du dispositif selon l'invention à l'intérieur du moteur. En particulier, grâce à cette disposition, dans le cas d'une turbomachine à deux soufflantes, il est possible de dé-corréler
35 l'écartement entre les deux roues d'arbres de commande et l'écartement

entre les deux ensembles de pales de soufflante et ainsi de réduire la longueur (et donc la masse) du moteur.

Alternativement l'excentrique menant et les deux excentriques menés peuvent avoir des centres de rotation qui sont alignés selon un même plan perpendiculaire à un axe moteur.

Les bielles du dispositif sont reliées aux excentriques menant et menés de préférence par des liaisons rotules.

Dans une application à un turbopropulseur à une seule hélice, chaque système de transmission peut comprendre un excentrique menant qui est monté à une extrémité extérieure de l'arbre de commande et un excentrique mené qui est monté sur chacun des deux supports de pied de pale, les excentriques menés étant reliés entre eux par une bielle et l'un des excentriques menés étant relié à l'excentrique menant par une autre bielle.

Selon une disposition, chaque arbre de commande est couplé aux supports de pied de pale d'au moins trois pales adjacentes de l'ensemble pour régler leur orientation, le support de pied de l'une des pales étant couplé à l'arbre de commande par un système de cannelures en prises en prise directe avec ledit arbre de commande et le support de pied des deux autres pales étant couplé à l'arbre de commande par un système d'excentriques menant/mené et de bielles.

Le dispositif peut comprendre en outre un vérin centré sur un axe longitudinal de la turbomachine et un système de transformation du mouvement axial du vérin en un mouvement de rotation de chaque arbre de commande autour de son axe.

L'invention a également pour objet une turbomachine à soufflante non carénée, comprenant au moins un ensemble de pales de soufflante à orientation réglable et au moins un dispositif de commande de l'orientation des pales tel que défini précédemment.

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 en coupe longitudinale d'un turboréacteur à hélices contrarotatives auquel s'applique l'invention ;

- la figure 2 est un schéma de principe d'un dispositif de commande selon un mode de réalisation de l'invention ;

5 - les figures 3A et 3B sont des schémas cinématiques partiels du dispositif de commande de la figure 2 selon une première variante de réalisation ;

- les figures 4A et 4B sont des schémas cinématiques partiels du dispositif de commande de la figure 2 selon une deuxième variante de réalisation ;

10

- la figure 5 est un schéma cinématique partiel d'un dispositif de commande selon une troisième variante de réalisation applicable plus particulièrement à la commande de l'orientation des pales d'une hélice unique d'un turbopropulseur ; et

15 - la figure 6 est un schéma de principe d'un dispositif de commande selon un autre mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de l'invention

L'invention s'applique à toute turbomachine équipée d'au moins
20 une soufflante non carénée, en particulier aux turbopropulseurs à une ou plusieurs hélices propulsives, ainsi qu'aux turboréacteurs à hélices contrarotatives (appelés « Open Rotor » en anglais) qui comprennent deux hélices contrarotatives placées en amont (en version « puller » en anglais) ou en aval (en version « pusher » en anglais) du générateur de gaz, comme le turboréacteur 2 de type « pusher » représenté de façon
25 schématique sur la figure 1.

De façon connue, le turboréacteur 2 comprend, d'amont en aval dans le sens d'écoulement du flux gazeux à l'intérieur d'une nacelle 4 du turboréacteur, un ou deux compresseurs 6 (selon l'architecture du
30 générateur de gaz à simple ou double corps), une chambre de combustion 8, une turbine haute-pression 10 (ou une turbine haute-pression et une turbine à pression intermédiaire selon ladite architecture), et une turbine basse-pression 12 qui entraîne de façon contrarotative, par l'intermédiaire d'un réducteur ou boîtier à trains épicycloïdaux 14, une hélice amont 16 et
35 une hélice aval 18 qui sont alignées coaxialement selon l'axe longitudinal

X-X du turboréacteur et qui sont disposées en aval de la chambre de combustion.

A cet effet, l'hélice amont 16 est solidaire d'un anneau rotatif 20 centré sur l'axe longitudinal X-X du turboréacteur et couplé en rotation à une sortie du réducteur 14 pour tourner dans un sens, tandis que l'hélice
5 aval 18 est solidaire d'un autre anneau rotatif 22 également centré sur l'axe X-X et couplé en rotation à une autre sortie du réducteur 14 pour tourner dans un sens opposé. Le couplage entre les sorties du réducteur et les anneaux rotatifs des hélices est connu et n'est donc pas détaillé ici.

10 Par ailleurs, les pales 26 de l'hélice amont 16 et les pales 28 de l'hélice aval 18 présentent chacune un pied qui est monté sur un support de pied de pale, respectivement 30, 32, ces supports de pied de pale étant quant à eux montées de façon pivotante sur l'anneau rotatif 20, 22 correspondant. Ainsi, une rotation des supports de pied de pale autour de
15 l'axe d'empilement des pales qu'ils portent permet de régler l'orientation de ces dernières (on parle également de changement de pas de calage des pales).

Le turboréacteur 2 comprend également un dispositif selon l'invention pour la commande de l'orientation des pales de chaque hélice
20 16, 18. Un tel dispositif pour la commande de l'orientation des pales 26 de l'hélice amont 16 est représenté de façon schématique sur la figure 2. Bien entendu, ce dispositif s'applique tout aussi bien à l'orientation des pales de l'hélice aval du turboréacteur.

Le dispositif de commande comprend notamment une pluralité
25 d'arbres de commande radiaux 34 (c'est-à-dire qui sont disposés radialement par rapport à l'axe longitudinal X-X du turboréacteur), chaque arbre de commande 34 étant prévu pour le réglage de l'orientation d'au moins deux pales adjacentes 26 de l'hélice amont 16. Ainsi, à titre purement illustratif, la figure 2 représente une hélice amont comprenant
30 douze pales 26 dont l'orientation est commandée par six arbres de commande radiaux 34.

Les arbres de commande 34 pour l'hélice amont 16 sont solidaires en rotation de l'anneau rotatif 20 entraînant en rotation ladite hélice et sur lequel sont montés les supports de pied de pale 30.

35 Le dispositif de commande comprend également des moyens pour faire pivoter chaque arbre de commande 34 autour de son axe 34a

et par rapport à l'anneau rotatif 20. Par « axe 34a de l'arbre », on entend ici l'axe de révolution de la partie cylindrique dudit arbre de commande.

Dans un mode de réalisation connu, ces moyens comprennent notamment un vérin fixe 36 centré sur l'axe longitudinal X-X du turboréacteur et un système de transformation du mouvement axial du vérin en un mouvement de rotation de chaque arbre de commande autour de son axe, par exemple un palier de transfert de mouvement 38. On pourra se référer à la demande de brevet WO 2013/050704 qui décrit un exemple de réalisation de tels moyens pour faire pivoter les arbres de commande autour de leur axe.

Les demandes de brevet français déposées par la Demanderesse le 12 mai 2015, intitulées respectivement « Arbre de commande radial pour dispositif de commande de l'orientation des pales de soufflante d'une turbomachine à soufflante non carénée et procédé de montage d'un tel arbre » et « Dispositif à bras de levier pour la commande de l'orientation des pales de soufflante d'une turbomachine à soufflante non carénée » décrivent d'autres variantes de réalisation des moyens de couplage pour faire pivoter chaque arbre de commande 34 autour de son axe 34a.

Le dispositif de commande comprend encore des systèmes de transmission 100 du mouvement de pivotement des arbres de commande 34 autour de leur axe 34a respectif en un pivotement des supports de pied de pale des deux pales adjacentes dont ils commandent chacun l'orientation.

Trois variantes de réalisation de ces systèmes de transmission 100 seront décrites ci-après en liaison avec les figures 3A-3B, 4A-4B et 5.

Les figures 3A-3B représentent une première variante de réalisation de la cinématique d'un système de transmission 100 du mouvement de pivotement d'un arbre de commande 34 en un pivotement des supports de pied de pale 30 de deux pales adjacentes 26 dont il commande l'orientation.

Dans cette première variante, l'arbre de commande 34 traverse l'anneau rotatif au niveau d'une liaison pivot 102. Un excentrique menant 104 (symbolisé sur les figures par un plateau) est centré sur une extrémité extérieure de cet arbre de commande et le support de pied de pale 30 des deux pales commandées par celui-ci sont montés chacun sur

un excentrique mené 106 (également symbolisé sur les figures par un plateau).

Chaque plateau (ou excentrique) mené 106 est relié au plateau menant 104 par une bielle 108 au moyen de deux liaisons rotules 110, 112 (une à chaque extrémité de la bielle 108). L'agencement des bielles 108 est configuré de telle sorte qu'un pivotement du plateau menant 104 autour de l'axe 34a de l'arbre de commande qui le porte provoque un pivotement correspondant dans le même sens des deux plateaux (ou excentriques) menés 106 autour de leur axe de révolution, ce dernier étant confondu avec un axe de calage 26a des pales correspondantes. Ainsi, un pivotement de l'arbre de commande 34 autour de son axe 34a entraîne une modification de l'orientation (i.e. un changement de pas de calage) des deux pales adjacentes 26 qu'il pilote.

Comme représenté plus précisément sur la figure 3B, les centres de rotation des plateaux menant et menés, respectivement O1 pour le plateau menant 104 et O2 pour les plateaux menés 106, de cette première variante ne sont pas alignés entre eux (selon une direction tangentielle Y-Y par rapport à l'axe longitudinal X-X du turboréacteur). Au contraire, ces centres de rotation forment un triangle dont les sommets sont les centres de gravité O1, O2 de ces plateaux 104, 106.

En d'autres termes, les centres O2 des plateaux menés 106 et le centre O1 du plateau menant 104 se situent respectivement sur un même premier plan perpendiculaire à l'axe moteur et sur un second plan décalé axialement par rapport au premier plan. Les trois centres des plateaux forment ainsi un triangle isocèle et les longueurs de bielles sont sensiblement égales au côté de ce triangle de sorte que le système permet d'avoir un mouvement de rotation symétrique (ou quasi-symétrique) entre deux pales consécutives.

Ainsi, la roue portant les arbres de commande 34 pour l'hélice amont 16 du turboréacteur peut être décalée axialement (selon l'axe longitudinal X-X) par rapport à l'hélice amont. En appliquant également un décalage axial pour l'hélice aval 18 du turboréacteur, il est ainsi possible de dé-corréler l'écartement entre les deux roues d'arbres de commande et l'écartement entre les deux ensembles de pales de soufflante. Cette latitude permet d'optimiser l'intégration mécanique du dispositif de commande selon l'invention à l'intérieur du turboréacteur. En particulier,

grâce à cette première variante, il est possible de réduire la longueur (et donc la masse) du moteur.

Les figures 4A-4B représentent une deuxième variante de réalisation de la cinématique d'un système de transmission 100' du mouvement de pivotement d'un arbre de commande 34 en un pivotement des supports de pied de pale 30 de deux pales adjacentes 26 dont il commande l'orientation.

La deuxième variante de réalisation se distingue de la première précédemment décrite en ce que le centre de rotation O1' du plateau (ou excentrique) menant 104' et les centres de rotation O2' des deux plateaux (ou excentriques) menés 106' sont alignés selon une même droite (par rapport à la direction tangentielle Y-Y – voir la figure 4B). En d'autres termes, ces centres de rotation appartiennent au même plan perpendiculaire à l'axe moteur.

De même que dans la première variante, chaque plateau mené 106' est relié au plateau menant 104' par une bielle 108' au moyen de deux liaisons rotules 110', 112' (une à chaque extrémité de la bielle 108').

L'agencement de ces bielles 108' est également configuré de telle sorte qu'un pivotement du plateau menant 104' autour de l'axe 34a de l'arbre de commande 34 qui le porte provoque un pivotement correspondant dans le même sens des deux plateaux menés 106' autour de l'axe de calage 26a des pales 26 correspondantes. Ainsi, un pivotement de l'arbre de commande 34 autour de son axe 34a entraîne une modification de l'orientation (i.e. un changement de pas de calage) des deux pales adjacentes 26 qu'il pilote.

La figure 5 illustre schématiquement une troisième variante de réalisation de la cinématique d'un système de transmission 100'' du mouvement de pivotement d'un arbre de commande en un pivotement des supports de pied de pale de deux pales adjacentes 26 dont il commande l'orientation.

Cette troisième variante s'applique plus particulièrement à la commande de l'orientation des pales d'une hélice unique de turbopropulseur.

Dans cette troisième variante de réalisation, le système de transmission 100'' comprend, pour chaque arbre de commande, un plateau (ou excentrique) menant 104 qui est monté à une extrémité

extérieure de l'arbre de commande et un plateau (ou excentrique) mené 106 qui est monté sur chacun des deux supports de pied des deux pales adjacentes.

5 Les plateaux menés 106 sont ici reliés entre eux par une première bielle 118 (par l'intermédiaire de liaisons rotules 120), et l'un des plateaux menés est relié au plateau menant 104 par une seconde bielle 122 (également par l'intermédiaire de liaisons rotules 124).

10 L'agencement des bielles 118, 122 est configuré de telle sorte qu'un pivotement du plateau menant 104 autour de l'axe de l'arbre de commande qui le porte provoque un pivotement correspondant dans le même sens du plateau mené 106 couplé directement au plateau menant par la seconde bielle 122, ce pivotement provoquant un pivotement correspondant dans le même sens de l'autre plateau mené 106 par la première bielle 118.

15 De la sorte, un pivotement de l'arbre de commande autour de son axe entraîne une modification de l'orientation (ou un changement de pas de calage) des deux pales adjacentes 26 qu'il pilote.

20 On notera qu'ici les centres de rotation des plateaux menant et menés, respectivement O1 pour le plateau menant 104 et O2 pour les plateaux menés 106, ne sont pas alignés entre eux (présence d'un décalage axial entre les axes de rotation des arbres de commande et celui de l'hélice).

La figure 6 représente un schéma de principe d'un dispositif de commande selon un autre mode de réalisation de l'invention.

25 Dans cet autre mode de réalisation, applicable aussi bien à l'hélice amont 16 du turboréacteur qu'à son hélice aval, le dispositif de commande comprend également une pluralité d'arbres de commande radiaux 34', avec la différence que chaque arbre de commande 34' est ici couplé aux supports de pied de pale de trois pales adjacentes 26 de l'hélice 16 pour régler leur orientation (i.e. changer leur pas de calage).

30 Ainsi, à titre purement illustratif, la figure 6 représente une hélice amont 16 comprenant neuf pales 26 dont l'orientation est commandée par trois arbres de commande radiaux 34'. Ces arbres de commande 34' sont solidaires en rotation de l'anneau rotatif 20 entraînant en rotation l'hélice 16 et sur lequel sont montés les supports de pied de pale (non représentés sur la figure 6).

Les moyens pour faire pivoter chaque arbre de commande 34' autour de son axe 34'a et par rapport à l'anneau rotatif 20 sont identiques à ceux décrits en liaison avec le précédent mode de réalisation, à savoir qu'ils peuvent comprendre par exemple un vérin fixe 36 centré sur l'axe longitudinal X-X du turboréacteur et un palier de transfert de mouvement 38 pour transformer le mouvement axial du vérin 36 en un mouvement de rotation de chaque arbre de commande 34' autour de son axe.

On notera que pour un même triplet de pales adjacentes 26 dont l'orientation est commandée par un même arbre de commande 34', ce dernier est positionné radialement de sorte que son axe 34'a soit confondu avec l'axe de calage 26a de l'une des pales.

Le dispositif de commande comprend également des systèmes de transmission 100' du mouvement de pivotement des arbres de commande 34' autour de leur axe respectif 34'a en un pivotement des supports de pied de pale des trois pales dont ils commandent chacun l'orientation.

A cet effet, pour chaque arbre de commande 34', le support de pied de la pale dont l'axe de calage 26a est confondu avec l'axe 34'a de l'arbre de commande est couplé audit arbre par un système 114 de cannelures en prises directe avec l'arbre, et le support de pied des deux autres pales directement adjacentes à la précédente est couplé à l'arbre de commande par des systèmes 116 d'excentriques menant/mené et de bielles.

Le système 114 est un système connu de l'homme par lequel des cannelures portées par l'extrémité supérieure de l'arbre de commande 34' engrènent des cannelures correspondantes portées par le support de pied de la pale. Quant au système 116, il s'agit d'un mécanisme sensiblement identique à celui décrit en liaison avec les figures 4A-4B dans lequel l'extrémité supérieure de l'arbre de commande porte un plateau (ou excentrique) menant centré sur l'axe 34'a de l'arbre, ce plateau menant étant couplé (par des liaisons rotules) à deux plateaux (ou excentriques) menés liés chacun à l'une des deux pales adjacentes du triplet de pales.

Ainsi, un pivotement de l'arbre de commande 34' autour de son axe 34'a entraîne une modification de l'orientation (ou un changement de pas de calage) des trois pales adjacentes qu'il pilote, soit par le système

114 à cannelures, soit par le système 116 à excentriques menant/mené et bielles.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de commande de l'orientation des pales de soufflante d'une turbomachine à soufflante non carénée, comprenant au moins un ensemble (16, 18) de pales de soufflante (26, 28) à orientation réglable, ledit ensemble étant solidaire en rotation d'un anneau rotatif (20, 22) centré sur un axe longitudinal (X-X) et lié mécaniquement à un rotor de turbine (12), chaque pale de l'ensemble étant montée sur un support de pied de pale (30, 32) monté pivotant sur l'anneau rotatif, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un arbre de commande radial (34 ; 34') pour le réglage de l'orientation d'au moins deux pales adjacentes de l'ensemble, ledit arbre de commande étant solidaire en rotation de l'anneau rotatif et apte à pivoter autour d'un axe de l'arbre (34a ; 34'a) en étant couplé aux supports de pied de pale desdites au moins deux pales de l'ensemble pour régler leur orientation.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque arbre de commande est couplé aux supports de pied de pales par l'intermédiaire d'un système de transmission situé au voisinage du pied desdites pales.

3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel chaque système de transmission comprend un excentrique menant (104 ; 104') qui est monté à une extrémité extérieure de l'arbre de commande et un excentrique mené (106 ; 106') qui est monté sur chacun des deux supports de pied de pale et qui est relié à l'excentrique menant par au moins une bielle (108 ; 108').

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel l'excentrique menant (104) et les deux excentriques menés (106) ont des centres de rotation (O1, O2, O3) qui forment un triangle.

5. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel l'excentrique menant (104') et les deux excentriques menés (106') ont des centres de rotation (O1', O2', O3') qui sont alignés selon un même plan perpendiculaire à un axe moteur.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel les bielles (108 ; 108') sont reliées aux excentriques menant et menés par des liaisons rotules (110, 112 ; 110', 112').

5 7. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel chaque système de transmission comprend un excentrique menant (104) qui est monté à une extrémité extérieure de l'arbre de commande et un excentrique mené (106) qui est monté sur chacun des deux supports de pied de pale, les excentriques menés étant reliés entre eux par une bielle
10 (118) et l'un des excentriques menés étant relié à l'excentrique menant par une autre bielle (122).

8. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque arbre de commande (34') est couplé aux supports de pied de pale d'au moins
15 trois pales (26) adjacentes de l'ensemble (16) pour régler leur orientation, le support de pied de l'une des pales étant couplé à l'arbre de commande par un système (114) de cannelures en prises en prise directe avec ledit arbre de commande et le support de pied des deux autres pales étant couplé à l'arbre de commande par un système (116) d'excentriques
20 menant/mené et de bielles.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant en outre un vérin (36) centré sur l'axe longitudinal (X-X) de la turbomachine et un système de transformation (38) du mouvement axial
25 du vérin en un mouvement de rotation de chaque arbre de commande (34 ; 34') autour de son axe (34a ; 34'a).

10. Turbomachine (2) à soufflante non carénée, comprenant au moins un ensemble (16, 18) de pales de soufflante à orientation réglable
30 et au moins un dispositif de commande de l'orientation des pales selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

1/4

FIG.1

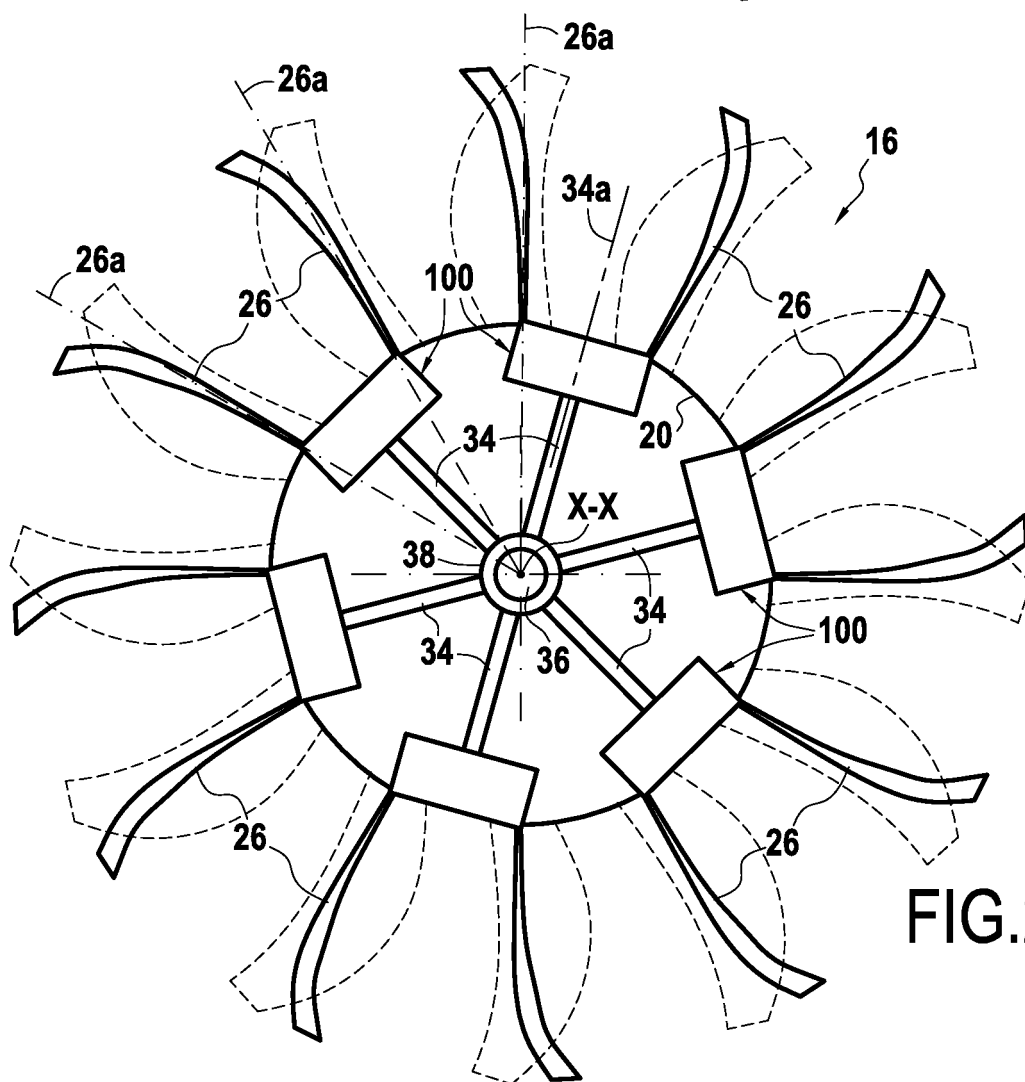
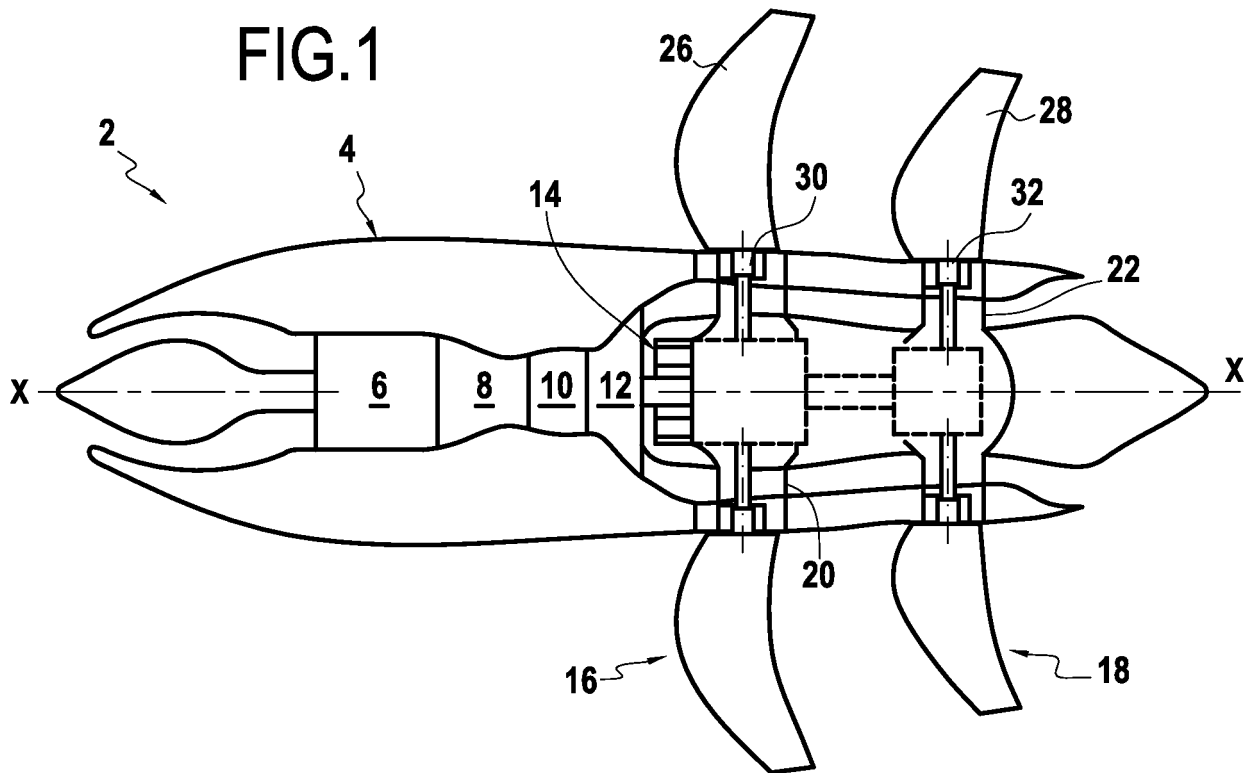
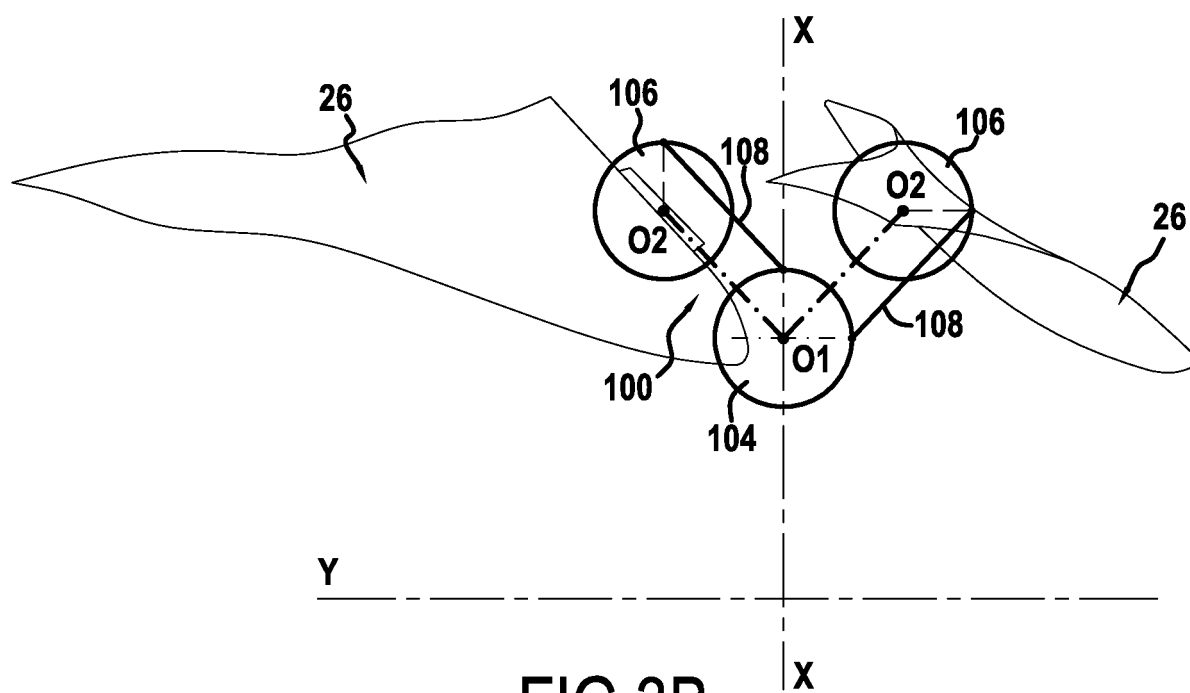
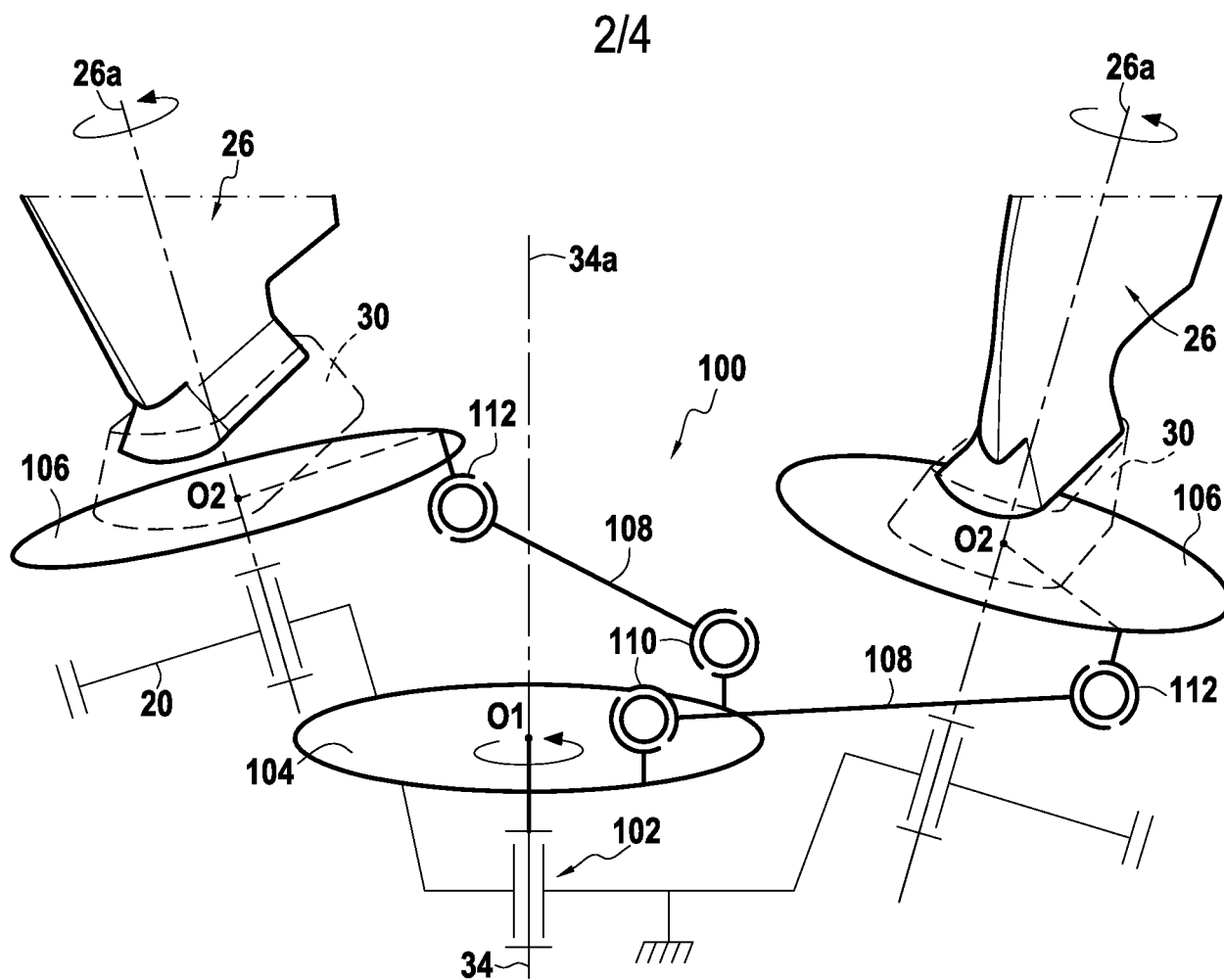


FIG.2



3/4

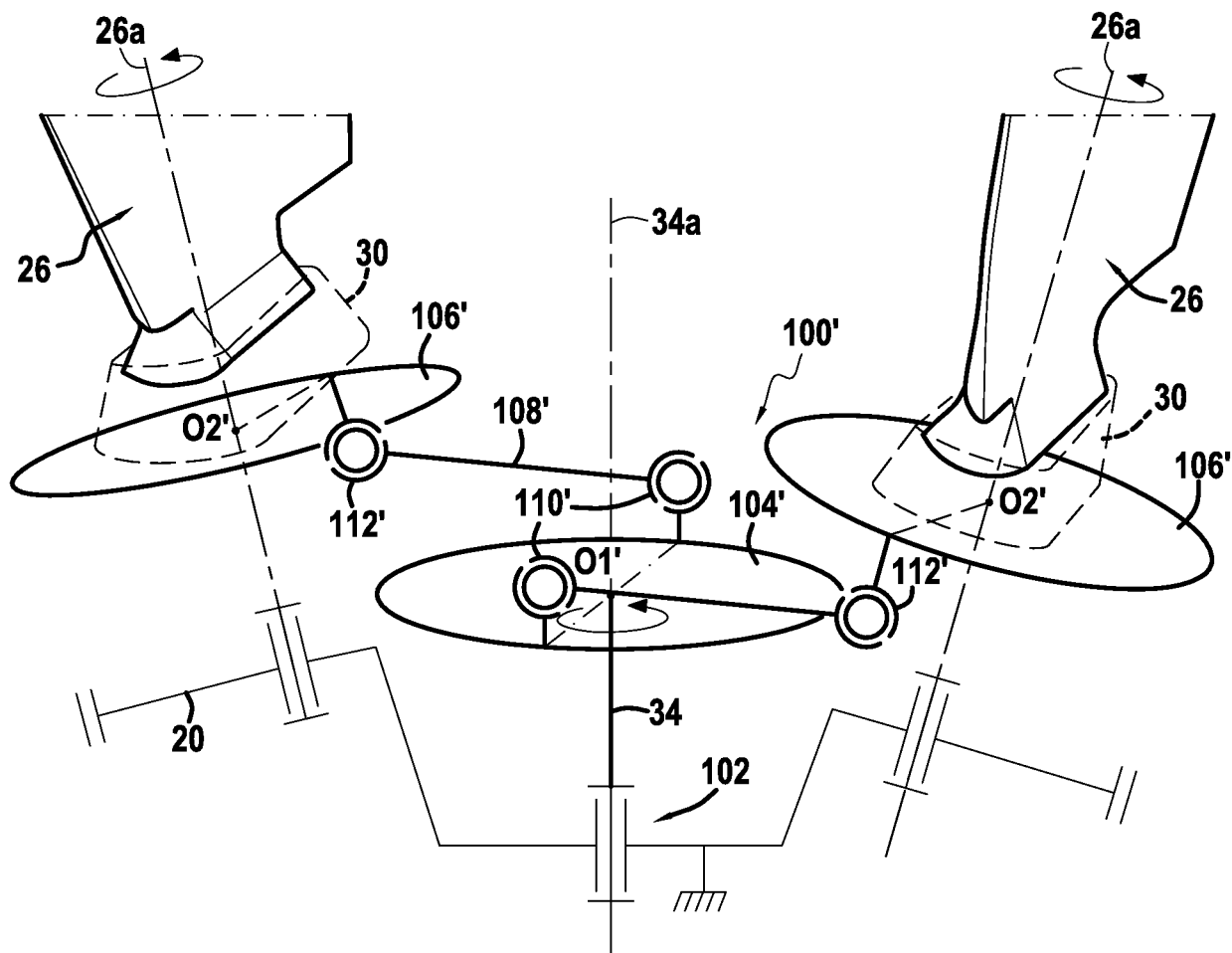


FIG. 4A

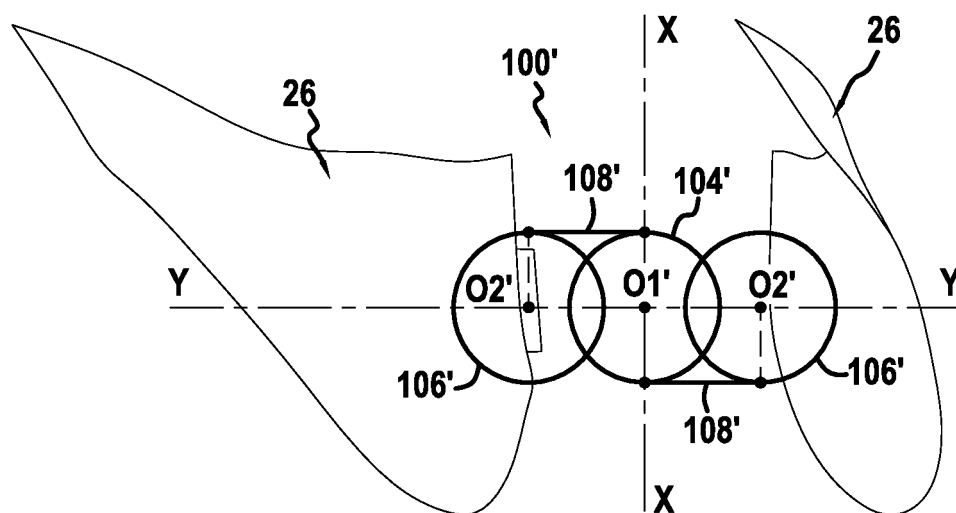


FIG. 4B



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

N° d'enregistrement
national

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

FA 810758
FR 1554275

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 A	GB 2 492 882 A (SNECMA [FR]) 16 janvier 2013 (2013-01-16) * abrégé * * page 6, ligne 14 - page 7, ligne 10 * * figures 1-3 *	1-3,5-10 4	B64C11/32 F01D7/00
X	----- WO 2010/136684 A1 (SNECMA [FR]; BELMONTE OLIVIER [FR]; BOSCO FRANCK EMMANUEL [FR]) 2 décembre 2010 (2010-12-02) * figures 1, 2, 3, 5 * -----	1,9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B64D B64C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 mars 2016		Estrela Calpe, Jordi	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1554275 FA 810758**

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 **01-03-2016**

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
GB 2492882	A	16-01-2013	FR 2977862 A1	18-01-2013
			GB 2492882 A	16-01-2013
			US 2013017087 A1	17-01-2013

WO 2010136684	A1	02-12-2010	CA 2763415 A1	02-12-2010
			CN 102448817 A	09-05-2012
			EP 2435302 A1	04-04-2012
			FR 2946010 A1	03-12-2010
			JP 5490879 B2	14-05-2014
			JP 2012528035 A	12-11-2012
			RU 2011154082 A	10-07-2013
			US 2012099987 A1	26-04-2012
			WO 2010136684 A1	02-12-2010



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 810758
FR 1554275

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 A	GB 2 492 882 A (SNECMA [FR]) 16 janvier 2013 (2013-01-16) * abrégé * * page 6, ligne 14 - page 7, ligne 10 * * figures 1-3 *	1-3,5-10 4	B64C11/32 F01D7/00
X	WO 2010/136684 A1 (SNECMA [FR]; BELMONTE OLIVIER [FR]; BOSCO FRANCK EMMANUEL [FR]) 2 décembre 2010 (2010-12-02) * figures 1, 2, 3, 5 *	1,9,10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64D B64C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 mars 2016		Estrela Calpe, Jordi	
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			

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1554275 FA 810758**

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 **01-03-2016**

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
GB 2492882	A	16-01-2013	FR 2977862 A1	18-01-2013
			GB 2492882 A	16-01-2013
			US 2013017087 A1	17-01-2013

WO 2010136684	A1	02-12-2010	CA 2763415 A1	02-12-2010
			CN 102448817 A	09-05-2012
			EP 2435302 A1	04-04-2012
			FR 2946010 A1	03-12-2010
			JP 5490879 B2	14-05-2014
			JP 2012528035 A	12-11-2012
			RU 2011154082 A	10-07-2013
			US 2012099987 A1	26-04-2012
			WO 2010136684 A1	02-12-2010
