

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2019/012191 A1**

(43) Date de la publication internationale  
17 janvier 2019 (17.01.2019)

(51) Classification internationale des brevets :  
*B64C 27/12* (2006.01)      *B63H 3/00* (2006.01)  
*B64C 27/72* (2006.01)      *B64C 39/00* (2006.01)  
*B64C 11/44* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2018/000192

(22) Date de dépôt international :  
12 juillet 2018 (12.07.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

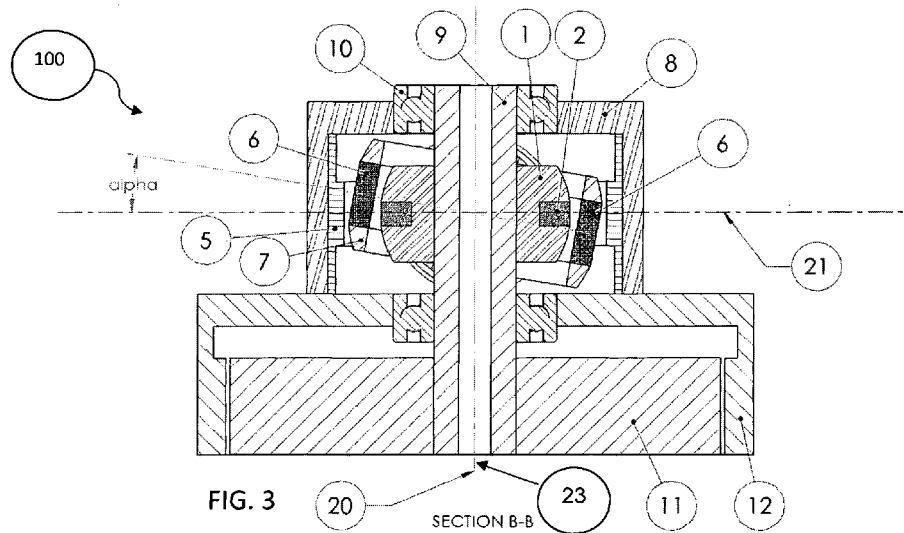
(30) Données relatives à la priorité :  
1700752      13 juillet 2017 (13.07.2017)      FR

(72) Inventeur; et  
(71) Déposant : **WILLINGER, Yann Raymond Albert**  
[FR/FR] ; 7 Place Princesse Palatine, 92600 Asnieres sur  
Seine (FR).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DEVICE FOR DIRECTLY CONTROLLING A BLADE BY MEANS OF AN ELECTROMECHANICAL ACTUATOR

(54) Titre : DISPOSITIF DE COMMANDE DIRECTE DE PALE PAR ACTIONNEUR ELECTROMÉCANIQUE



(57) Abstract: The present invention relates to a device for directly controlling a blade which comprises a stator (1), at least one blade support (7) composed of at least one curved magnet (6), the blade support (7) being secured to at least one blade (3) and pivotally coupled to the rotor (8) for varying the alpha angle of said blades with the excitation of the stator (1). The stator (1) is a partially spherical stator, the stator core (1) being the intersection of the blade axis (22) and the rotor axis (20), said stator being radially close to the magnets (3) to control the rotation of the blades (3) around the blade axis (22). A magnetic ring (5) holds the blades (3) in a neutral position, the system can be compared to a cyclically controlled mechanical oscillator, the frequency, phase and amplitude of the oscillation being controlled by said stator. Device providing a compact, lightweight and robust solution for controlling the direction of an aircraft.

[Suite sur la page suivante]



WO 2019/012191 A1

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

**Publiée:**

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

---

**(57) Abrégé :** La présente invention concerne un dispositif de commande directe de pale qui comprend un stator (1), au moins un support pale (7) composé d'au moins un aimant (6) courbe, le support pale (7) et solidaire de au moins une pale (3) et en liaison pivot par rapport au rotor (8) permettant la variation de l'angle alpha des dites pales avec l'excitation du stator (1). Le stator (1) est un stator partiellement sphérique, le centre du dit stator (1) étant l'intersection de l'axe pale (22) et de l'axe rotor (20), le dit stator est radialement proche des aimants (3) pour permettre de contrôler la rotation des pales (3) autour de l'axe pale (22). Une bague magnétique (5) maintient au neutre les pales (3), le système peut être assimilé à un oscillateur mécanique en commande cyclique, le dit stator va contrôler cette oscillation en fréquence, phase et amplitude. Dispositif offrant une solution compacte, légère et robuste pour l'orientation d'un aéronef.

- 1 -

**Dispositif de commande directe de pale par actionneur électromécanique**

La présente invention concerne un dispositif de commande de pale directe ainsi qu'un aéronef muni d'un tel système, et plus  
5 particulièrement mais non exclusivement un rotor principal de petit vecteur aérien, notamment de petit vecteur aérien à décollage verticale sans pilote et automatisé.

La commande de pas cyclique et de pas collectif des pales d'un rotor de type hélicoptère se fait dans l'état de la technique  
10 actuelle par l'intermédiaire d'un plateau cyclique et d'actionneurs permettant l'action de ce plateau cyclique.

Un ensemble de biellette et de pièces mécaniques est actionné de manière à avoir une incidence cyclique des pales pour générer un couple permettant l'orientation du vecteur.

Ce principe nécessite au moins deux actionneurs qui orientent la  
15 partie bloquée en rotation du plateau cyclique, qui par un ensemble de biellette va orienter les pales selon leurs positions angulaires suivant une fonction sinusoïdale.

La complexité de ces systèmes mécaniques, leurs poids limitent  
20 leurs applications pour des vecteurs aériens, surtout ceux de petite taille, notamment par la présence d'au moins deux actionneurs pour les plateaux cycliques.

Certains systèmes commandent directement les pales par des actionneurs couplés aux pales, l'alimentation en énergie et la  
25 commande de ces actionneurs en rotation avec le rotor sont problématiques, ils nécessitent soit des générateurs qui sont un poids additionnel soit des collecteurs électriques qui sont des contacts électriques. Les systèmes proposant une commande directe des pales par des systèmes électromécaniques, notamment des commandes de  
30 pas cyclique se font par une commutation complexe d'une pluralité d'électroaimant. Certains systèmes de commande directe des pales prévoient une ou plusieurs bobines pour la commande du pas cyclique des pales mais les systèmes proposés sont instables ou n'offre pas suffisamment d'interaction électromécanique pour assurer une commande  
35 directe de pale.

Le document WO2005/100154A1 (WAVE FRONT TECHNOLOGY PTY LTD) prévoit un control individuel des pales par un moteur pas à pas, l'alimentation des moteurs est effectuée par un alternateur ou de multiples alternateurs agencés concentriquement au rotor.

- 2 -

Le document US2015/0028597A1 (Sikorsky) prévoit un control individuel des pales avec un actionneur par pale dont l'alimentation nécessite au moins un collecteur électrique pour l'alimentation et la commande des actionneurs.

5 Le document EP2821344A1 (AIRBUS) prévoit un control individuel des pales qui interagissent avec des disques composés d'une pluralité d'électroaimants électriquement indépendants, ceux-ci pouvant agir comme moteur ou générateur, la commutation d'un disque par rapport à l'autre agit sur la rotation des pales permettant des commandes de pas collectif ou des commandes de pas cyclique.

10 le document WO02/096752A1 (Vogel HERIBERT) prévoit de modifier l'angle d'incidence des pales par l'intermédiaire de bobines, soit sur le rotor et en rotation avec celui-ci puis alimentées par contacts électriques, soit fixe au niveau de l'axe de transmission agissant sur l'incidence des pales par des renvois passant à l'intérieur de l'axe de transmission.

15 Le document FR2851932 (Jean Marie PIEDNOIR) prévoit la rotation d'un ensemble de deux pales opposées par l'intermédiaire de différents agencements de bobines, permettant des commandes de pas cyclique avec au moins une bobine.

L'une des problématiques des commandes directes de pales par un système électromécanique est de générer suffisamment de couple pour pouvoir commander et contrôler l'angle des pales, avec une amplitude suffisante, pour une inertie et un couple aéraulique donné des pales et du support pale. En particulier la commande directe de pas cyclique qui nécessite une oscillation des pales à une fréquence élevée de plusieurs dizaines voir centaines de hertz. L'oscillation est une variation d'un angle plus ou moins  $\alpha$  de l'angle des pales autour d'un pas neutre, elle crée un couple dépendant de l'inertie et de la fréquence d'oscillation des pales autour de l'axe de rotation des pales. Un couple aéraulique est également présent et peut varier en fonction de l'incidence et du profil des pales. Il est donc nécessaire d'avoir une inertie faible de la partie électromécanique en mouvement et un couple du système électromécanique élevé pour pouvoir contrôler cette oscillation en fréquence, en amplitude et en phase. La mesure de l'angle des pales est complexe dans un tel système et donc son asservissement, notamment l'asservissement de l'angle neutre des pales. Un système permettant un angle neutre et

- 3 -

stable sans actions électromécaniques est idéal et moins consommateur d'énergie.

Le dispositif selon l'invention comprend un rotor par  
5 commande directe de pale permettant des commandes de pas cycliques et  
des commandes de pas collectif par le biais d'un actionneur centrale,  
un stator partiellement sphérique positionné à la coïncidence des  
liaisons pivots du mécanisme, permettant un entre fer faible et  
constant entre aimants et stator, générant un couple important et une  
10 incidence neutre des pales au repos, permettant une oscillation  
cyclique efficace des pales, associant simplicité, légèreté et  
robustesse.

Le dispositif rotatif par commande directe de pales, particulièrement  
15 pour un aéronef à décollage vertical, ce dispositif rotatif  
comprenant :

- un rotor en rotation autour d'un axe rotor
- au moins un support pale en liaison essentiellement pivot avec le  
rotor en rotation autour d'un axe pale, un plan pale est défini  
20 passant par le dit axe rotor et passant par le dit axe pale .
- au moins une pale attachée au support pale
- un stator

Le dit stator est partiellement sphérique, il est composé d'au moins  
une bobine, le centre du dit stator est l'intersection de l'axe pale  
25 et de l'axe rotor. Le support pale est composé d'au moins un aimant  
dont la face interne est courbe, décalé de l'axe pale  
perpendiculairement au plan pale, radialement proche du stator pour  
permettre une interaction électromagnétique afin de contrôler l'angle  
des pales autour de l'axe pale.

30 Un plan rotor est définie perpendiculaire à l'axe rotor et passant  
par l'axe pale.

Dans une réalisation particulière les aimants sont radialement proche  
du stator dans le plan rotor.

Le dit aimant peut être une pièce ferromagnétique saturée  
35 magnétiquement par au moins un aimant permanent.

Le dit aimant peut aussi être un ensemble d'aimants permanents non  
courbe mais formant une courbe par leur assemblage.

- 4 -

La face externe du dit aimant est radialement proche, typiquement dans le plan rotor, d'une bague magnétique solidaire du rotor, pour permettre un maintien magnétique en position angulaire neutre de la rotation des pales. Agissant comme un ressort, le système peut être  
5 assimilé à un oscillateur mécanique en commande cyclique, l'énergie apportée pour contrôler cette oscillation est très faible autour de l'oscillation naturelle du système. La bague magnétique ferme le flux magnétique des dit aimants évitant ainsi les perturbations magnétiques, particulièrement problématique pour des aéronefs  
10 disposant de magnétomètre.

En commande cyclique le dit stator va contrôler cette oscillation en fréquence, phase et amplitude. Le contrôle de la fréquence est synchrone avec la vitesse de rotation du rotor, le contrôle de la phase contrôle la direction du couple en  
15 tangage/roulis, le contrôle de l'amplitude contrôle l'intensité du couple généré.

La bague magnétique peut être ferromagnétique, elle peut être composée d'aimants permanents, dit aimant rotor, permettant le maintien magnétique au neutre de la rotation des pales. La fonction  
20 peut être non linéaire selon la forme de la bague, elle est sans contact et sans phénomènes de fatigue et diminue l'inertie du dit support pales autour du dit axe pale étant donné que la bague magnétique est solidaire du rotor. Ce maintien au neutre assure la stabilité du système et améliore le rendement en commande de pas  
25 cyclique, la commande des pales peut grâce à cela être en boucle ouverte, l'ensemble pales et support pales aura donc une fréquence propre d'oscillation dépendant de leur inertie et du couple généré par l'attraction entre les aimants et la bague magnétique.

Le dit stator est un stator avec corps ferromagnétique, laminé  
30 ou non, il permet selon son excitation de commander l'angle des pales. Le centre du stator est coïncident avec l'intersection du dit axe pale et du dit axe rotor, cela permet la rotation de l'aimant autour de l'axe rotor mais également autour de l'axe pale, l'aimant aura donc une coordonnée sphérique de rayon fixe par rapport au  
35 stator. La sphéricité du stator et la courbure de l'aimant permettent d'assurer une distance minimale, typiquement de 0.1 à 1mm, entre l'aimant et le stator quelque soit la position de l'aimant, permettant une interaction efficace et de grande amplitude autour du dit axe pale. Le dit stator peut être rainuré parallèlement au dit  
40 plan rotor et contenir une bobine, cela simplifie le bobinage et la

-5-

fabrication du dit stator. Le stator peut être composé d'une ou plusieurs bobines coaxiales avec le dit axe rotor, le stator est dans ce cas bipolaire. Le flux magnétique peut aussi être contrôlé par plusieurs bobines distribuées sur la périphérie du stator, le stator  
5 peut être alors multipolaire, cela permet une distribution magnétique différente pour chaque bobine, cela permet d'avoir des commandes simultanées de pas cyclique et de pas collectif.

Les aimants peuvent être agencés de différentes manières, cela peut être un dipôle dont les pôles sont sur la face interne et  
10 externe d'un segment d'un anneau, ou un anneau bipolaire dont le flux est orienté radialement dans le cas d'un seul support pale.

Dans le cas d'un stator avec une bobine coaxiale, qui est donc bipolaire, si toutes les pales en liaison pivot avec le rotor ont des aimants de polarités similaires, elles auront toutes la même  
15 incidence, permettant des commandes de pas collectif agissant alors comme une hélice à pas variable. Si les pales ont des aimants de polarités opposés, elles auront une variation de l'incidence opposée en fonction de l'excitation du stator, générant ainsi en fonction de leurs positions autour du dit axe rotor des commandes de pas  
20 cyclique. Dans le cas d'une pale unique, on commande le pas cyclique mais également le pas collectif, qui combine dans ce cas les deux fonctionnements.

Le dispositif diminue drastiquement le nombre de pièces nécessaires à une commande de pas des pales, cinématiquement simple,  
25 la liaison pivot entre les pales et le rotor principal peut être assurée par des roulements, il y a donc ni frottement, ni biellette, ni plateau cyclique.

L'excitation du stator va entraîner la rotation alpha des pales dans un sens ou dans l'autre selon le sens du courant, l'intensité du  
30 courant va faire varier l'amplitude de la rotation alpha. Ce dispositif permet une commande simple et très rapide des pales, de manière sinusoïdale mais aussi toutes autres fonctions complexes permettant des commandes différentes à l'état de la technique  
35 actuelle.

L'oscillation autour d'une position neutre de l'angle des pales permet un asservissement simplifié de l'angle des pales, en fréquence, amplitude et phase, la seule donnée de la vitesse  
40 angulaire des pales est suffisante à cet asservissement. Une commande

- 6 -

asservit par la mesure de la Force Electro Motrice (FEM) permet un asservissement de la vitesse angulaire des pales. Il est possible de mesurer la FEM sur la ou les bobines permettant l'excitation du stator, néanmoins une ou des bobines dédiées à la mesure permettent  
5 une utilisation plus performante du dispositif.

Le stator peut être composé d'au moins une bobine de mesure coaxiale, permettant une mesure optimale de la FEM afin de déterminer l'angle des pales. Le stator peut être composé d'au moins une bobine  
10 de mesure situé sur la partie sphérique du stator afin de déterminer par la Force Electromotrice ou par induction la position des pales. Le fait que la ou les bobines permettant la mesure de la position des pales ou de l'angle des pales soit situées sur la partie sphérique diminue les perturbations magnétiques lié à l'excitation  
15 électromécanique du stator. Idéalement ces bobines de mesure sont des bobines de surface, en fil émaillé ou en circuit imprimé flexible. Le système peut aussi fonctionner en boucle ouverte.

En commande de pas cyclique une alimentation constante du dit stator pourra annuler les phénomènes de différence de pas statique  
20 entre deux pales communément appelé "tracking", pour une pale unique cela permet de commander le pas collectif.

La liaison pivot entre les pales et le rotor et la "raideur magnétique" de la rotation des pales assuré les aimants permet dans le cas d'une pale au moment aéraulique adéquat d'avoir une réaction  
25 au flux d'air transversal similaire à une liaison communément appelé liaison "K" qui permet de diminuer l'incidence de la pale avançant par rapport à la pale reculant dans un flux d'air transversal, cette caractéristique aide à la stabilité du dispositif et à sa robustesse en cas de vent transversal important.

Le dispositif selon l'invention permet de commander le pas  
30 cyclique, de commander le pas collectif, les prototypes réalisés montrent une grande réactivité, une faible consommation, une simplicité de fonctionnement, une grande compacité, un allègement du mécanisme et une bonne fiabilité.

Ce système est idéalement couple directement avec un moteur, offrant une solution compacte, légère et robuste pour l'orientation d'un vecteur aérien, notamment de petite taille sans pilote (RPA, drone, UAV). Le dispositif peut équiper des aéronefs,  
particulièrement des aéronefs à décollage verticale. Lorsque deux  
40 dispositifs équipent une voilure fixe, notamment lorsqu'ils sont

- 7 -

agencés de manière coaxial et en contra rotation, il est possible de commander des aéronefs qui comportent une voilure fixe et ainsi se soustraire des contrôles de surfaces.

5 Les dessins annexés illustrent l'invention :

La figure 1 représente en coupe, le dispositif de l'invention dans l'axe des pales, un stator partiellement sphérique avec une bobine coaxiale, un seul support pale avec deux aimants solidaires de deux pales, avec un angle alpha neutre et avec la représentation d'un  
10 moteur couple au dispositif.

La figure 2 représente en coupe BB, le dispositif de l'invention avec un seul support pale avec deux aimants solidaire de deux pales.

La figure 3 représente en coupe BB, le dispositif de l'invention avec un angle alpha.  
15

La figure 4 représente en coupe BB, le dispositif de l'invention avec un angle alpha inverse à la figure 3.

La figure 5 représente en coupe BB, un deuxième mode de réalisation, le dispositif de l'invention avec deux supports pales avec chacun un aimant de même polarité solidaire d'une pale, avec un angle alpha positif pour toutes les pales.  
20

En référence à ces dessins, l'axe (9) est fixe, les roulements (10) permettent la rotation du rotor (8) qui entraîne en rotation autour de l'axe (9) le ou les supports pales (7) et les pales (3).  
25

Le support pale (7) et les pales (3) sont en liaison pivot par rapport au rotor (8) par l'intermédiaire des roulements (4), sa rotation angulaire est limitée d'un angle + ou - alpha qui correspond à la variation de l'angle d'une pale par rapport à son pas neutre. Dans le cas d'une commande de pas cyclique avec deux pales solidaires (FIG 1,2,3,4), lorsqu'une pale augmente d'un angle alpha, son opposé est diminué du même angle, permettant ainsi des commandes de pas cyclique.  
30

Le stator (1) est ferromagnétique, de forme sphérique, il est composé d'une bobine (2), selon le sens du courant, la partie supérieure sera en pôle nord et la partie inférieure en pôle sud dans un sens et inversement dans le sens opposé du courant.  
35

Selon les figures 1,2,3 et 4 le support pale (7) est composé de deux aimants (6) de pôles opposés, un pôle nord et un pôle sud, de sorte que lorsque le stator (1) est alimenté, un des aimants soit attiré par la partie supérieur du stator (1) et que l'autre aimant  
40

- 8 -

soit attiré par la partie inférieure du dit stator provoquant ainsi la rotation du support pale (7) et des pales (3) d'un angle  $+ \text{ ou } - \alpha$  (FIG.3 et FIG.4).

5 Dans la figure 5, les pôles sont similaires, de sorte que lorsque le stator (1) est alimenté, tous les aimants sont attirés par la partie supérieure ou inférieure du dit stator selon le sens du courant provoquant ainsi la rotation des supports pale (7) et des pales (3) d'un angle  $\alpha$  (FIG.5) ayant pour effet des commandes de pas collectif.

10 La bague magnétique (5) est ferromagnétique, elle permet de boucler le flux magnétique des aimants (6) évitant ainsi les perturbations magnétiques.

La bague magnétique (5) assure également la position neutre du support pale (7), les aimants (6) étant attirés par la bague magnétique (5), la forme de la dite bague magnétique permet une "raideur magnétique" de la rotation du support pale (7) agissant comme un ressort.

La figure 6 montre la bague magnétique composée d'aimant rotor (61) afin de générer une attraction magnétique sur les aimants (6).

20 La figure 7 montre un stator bipolaire, optimisé pour générer un couple maximum, la bobine mesure (24) permet de mesurer, par la Force Electro Motrice, la vitesse angulaire des pales (3) autour de l'axe pale.

Les figures 8,9,10,11 montrent le stator avec plusieurs bobines distribuées sur la périphérie du dit stator (1), cela permet de commander plusieurs pales indépendamment, et éventuellement de générer un couple moteur autour de l'axe (9) en interaction avec les aimants (6) et avec les aimants rotor (61).

30 les figures 12, 13 montrent le dispositif sans stator, avec des aimants rotor (61) permettant un couple moteur autour de l'axe (9), les aimants (6) permettent la commande en angles des supports pale (7).

Le dispositif selon l'invention est idéalement couplé à un moteur, le rotor (8) couple au rotor moteur (12) et l'axe (9) couplé au stator moteur (11).

35 Le dispositif suivant l'invention est particulièrement destiné au petit aéronef à décollage vertical, type hélicoptère ou aile fixe à décollage verticale. Le dispositif peut également être utilisé pour des vecteurs aérien multi rotors ou pour des rotors de queues d'hélicoptères.

40

## REVENDEICATIONS

- 1) Un dispositif (100) de commande directe de pales, particulièrement pour un aéronef, le dit dispositif rotatif (100)  
5 comprenant :
- un rotor (8) en rotation autour d'un axe rotor (20)
  - au moins un support pale (7) composé d'au moins un aimant (6), le dit support pale (7) est en liaison essentiellement pivot avec le rotor (8) et en rotation autours d'un axe pale (22),  
10 un plan pale (23) est définit passant par le dit axe rotor (20) et passant par le dit axe pale (22)
  - au moins une pale (3) attachée au support pale (7)
  - un stator (1)
- caractérisé en ce que** le dit stator (1) est partiellement sphérique,  
15 il est composé d'au moins une bobine (2), le centre du dit stator (1) est l'intersection de l'axe pale (22) et de l'axe rotor (20), la face interne du dit aimant (6) est courbe, il est décalé de l'axe pale (22) perpendiculairement au plan pale (23) radialement proche du stator (1) pour permettre une interaction électromagnétique afin de  
20 contrôler l'angle des pales (3) autour de l'axe pale (22).
- 2) Dispositif (100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la face externe du dit aimant (6) est radialement proche d'une bague magnétique (5) solidaire du rotor (8), pour permettre un maintien magnétique en position angulaire neutre de la rotation des  
25 pales (3).
- 3) Dispositif (100) selon la revendication 2 **caractérisé en ce que** la bague magnétique (5) est composé d'au moins un aimant rotor (61).
- 4) Dispositif (100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le dit aimant (3) est une pièce ferromagnétique saturée magnétiquement par au moins un aimant permanent.  
30
- 5) Dispositif (100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la Force Electro Motrice des bobines (2) permettant l'excitation du stator est mesurée afin de déterminer la position des pales (3).  
35
- 6) Dispositif (100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le stator (1) présente au moins une bobine mesure (24) coaxial à l'axe rotor (20) permettant une mesure de la Force Electromotrice afin de déterminer l'angle des pales (3).
- 7) Dispositif (100) selon la revendications 1 **caractérisé en ce que** au moins une bobine mesure (24) est situé sur la partie sphérique  
40

- 10 -

du stator (1) afin de déterminer par la Force Electro Motrice ou par induction la position des pales (3).

8) Dispositif (100) selon la revendications 7 **caractérisé en ce que** la ou les bobines mesure (24) sont des bobines de surface, en fil  
5 émaillé ou en circuit imprimé flexible.

9) Dispositif (100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le dit stator (1) est composée de plusieurs bobines (2) distribuées sur la périphérie du dit stator (1).

10) Dispositif (100) selon la revendication 9 **caractérisé en ce que** les bobines (2) du stator (1) sont commutées de manière à générer un couple autours de l'axe rotor (20) en interaction avec les aimants (6) et avec les aimants rotor (61).

11) Dispositif (100) selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'**un moteur est directement couplé au dispositif.

15 12) Aéronef à décollage verticale comportant au moins un dispositifs (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

13) Aéronef selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'il** comporte une voilure fixe.

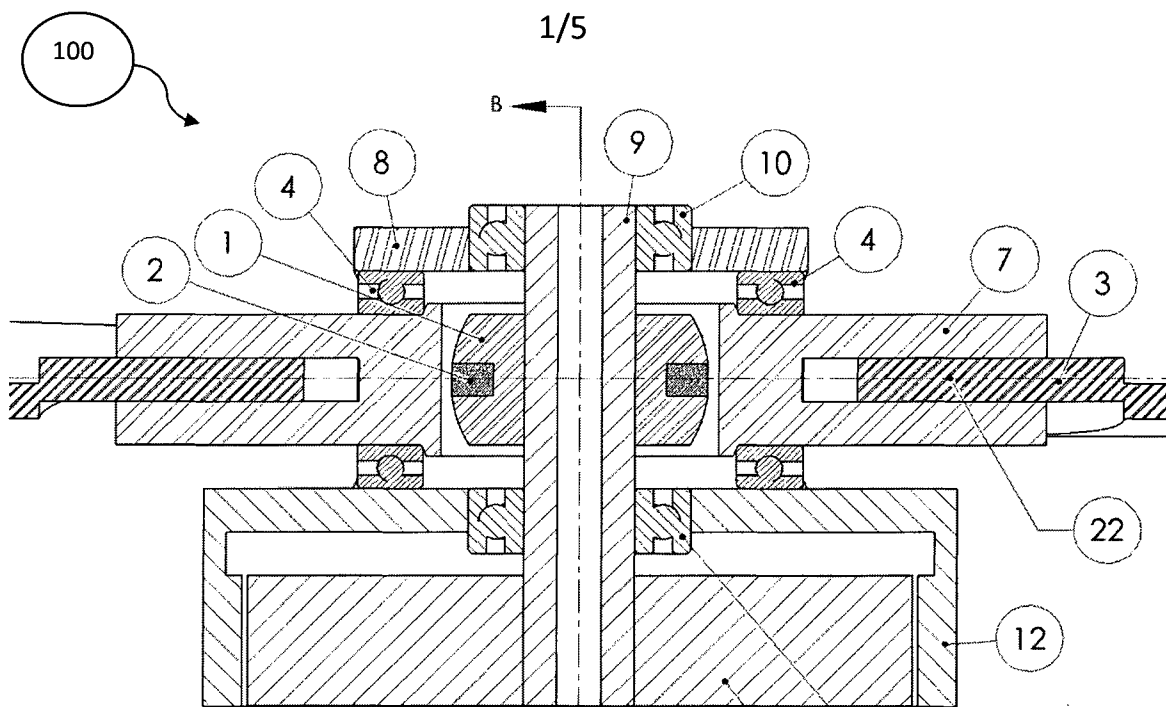


FIG. 1

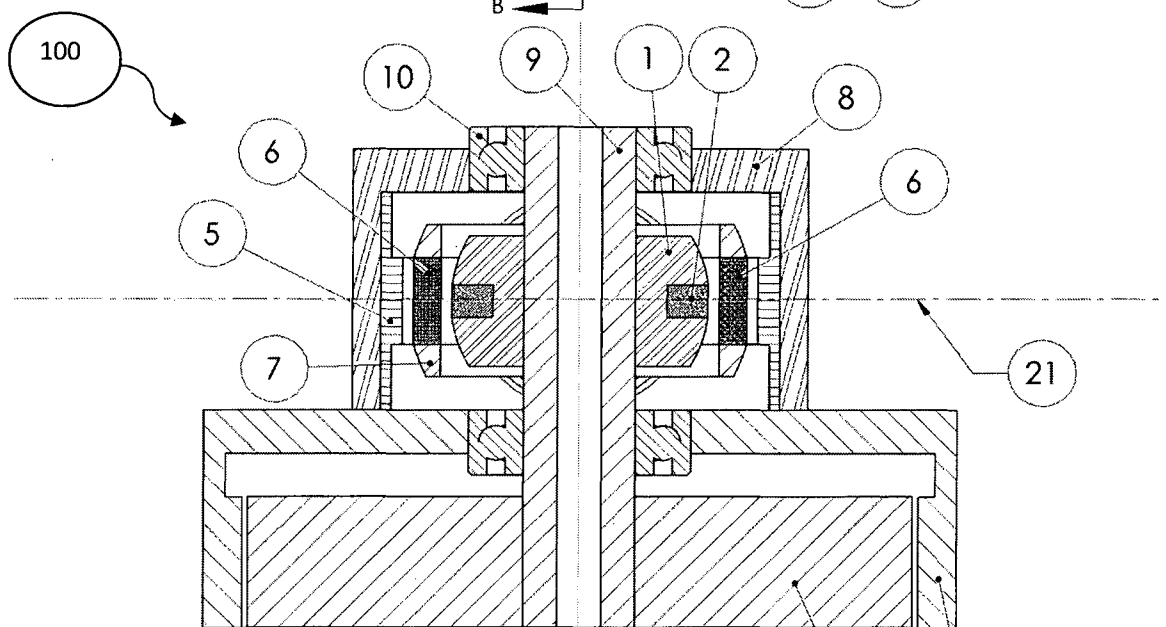
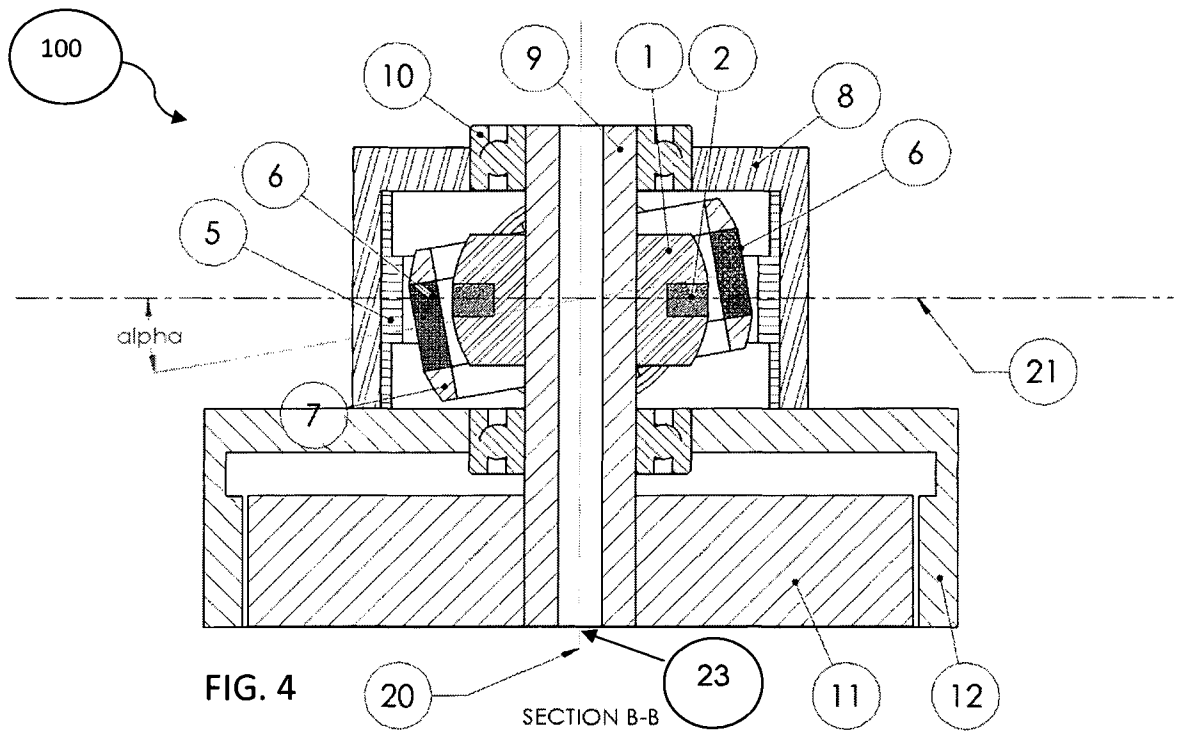
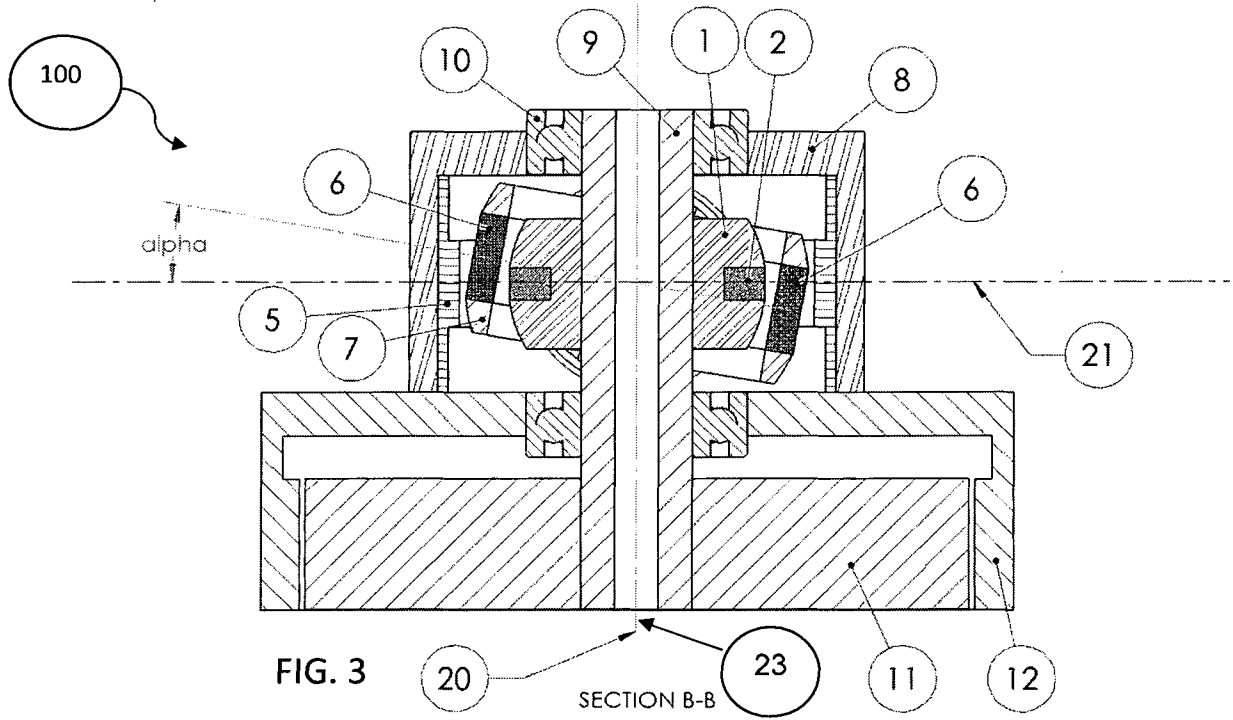
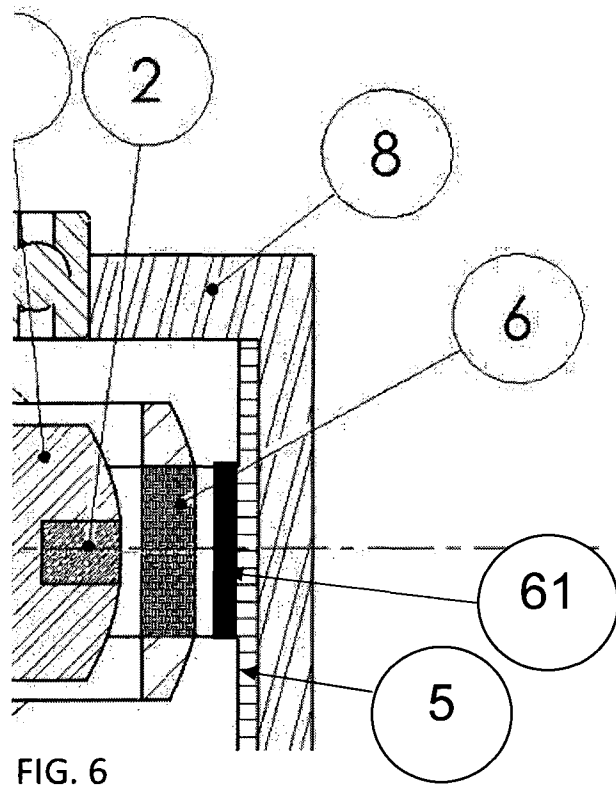
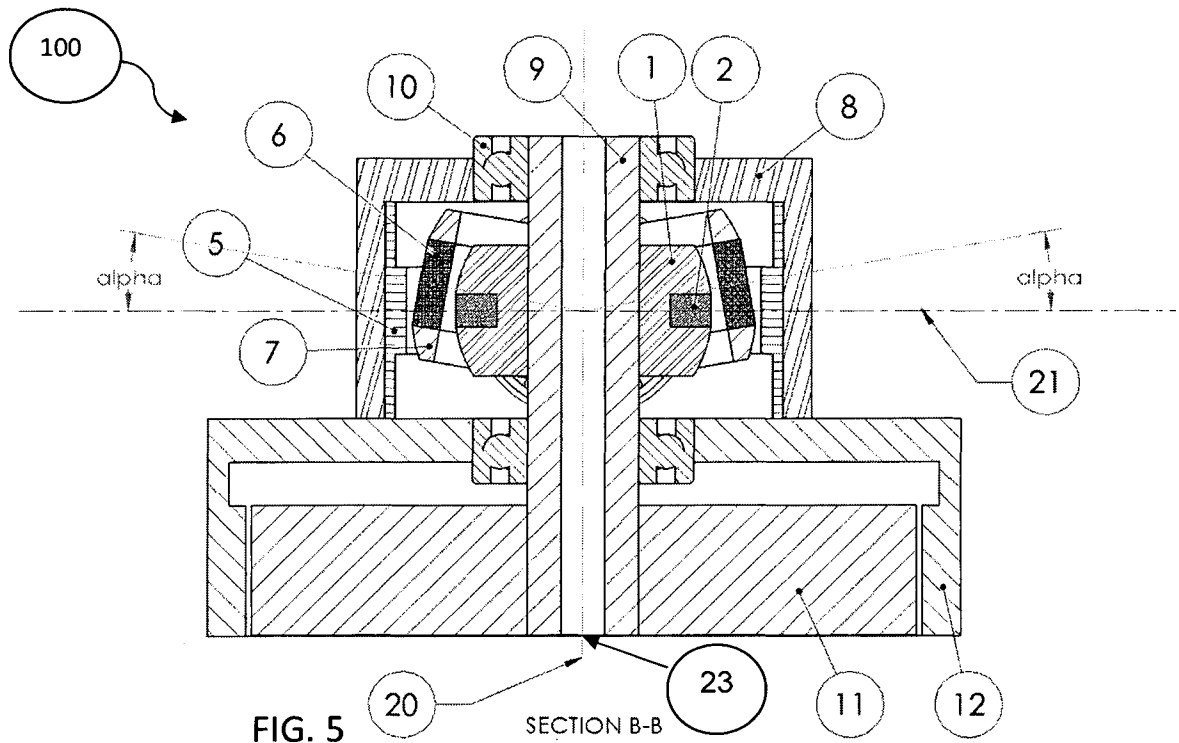


FIG. 2

SECTION B-B

2/5





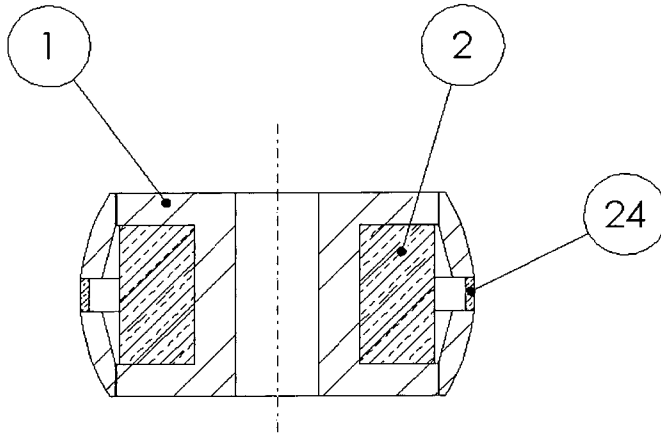


FIG. 7

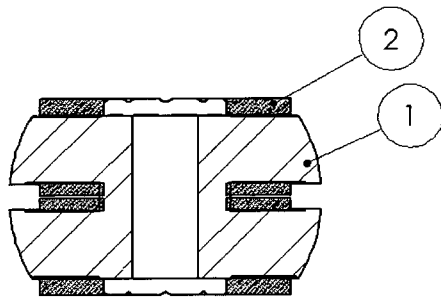


FIG. 8

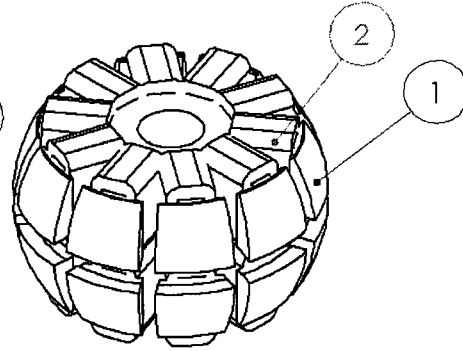


FIG. 9

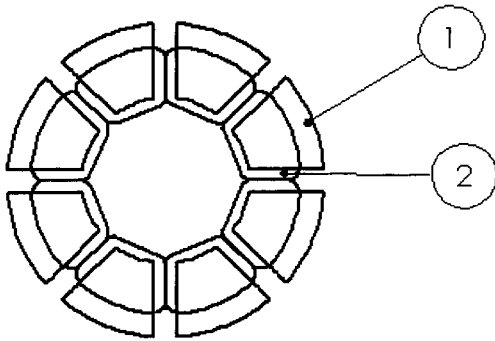


FIG. 10

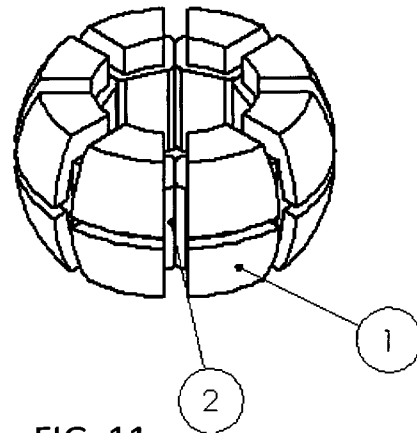
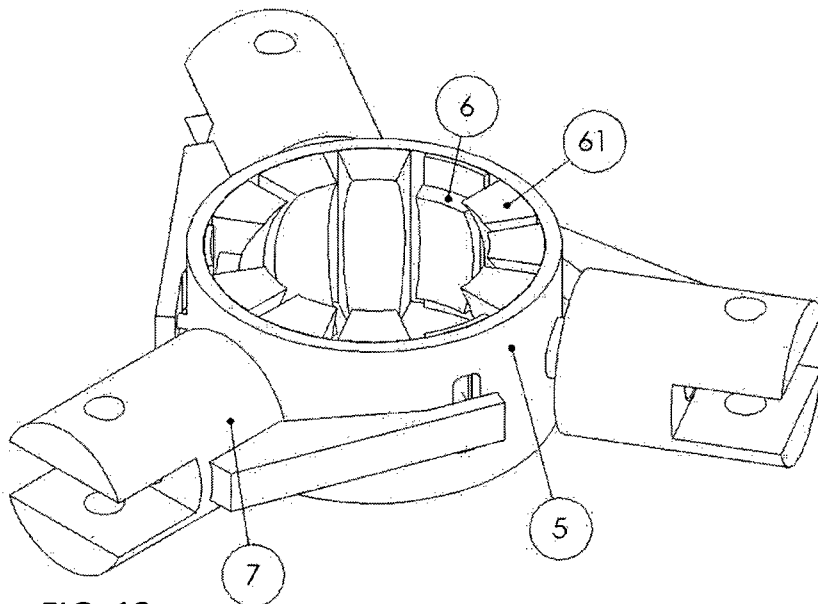
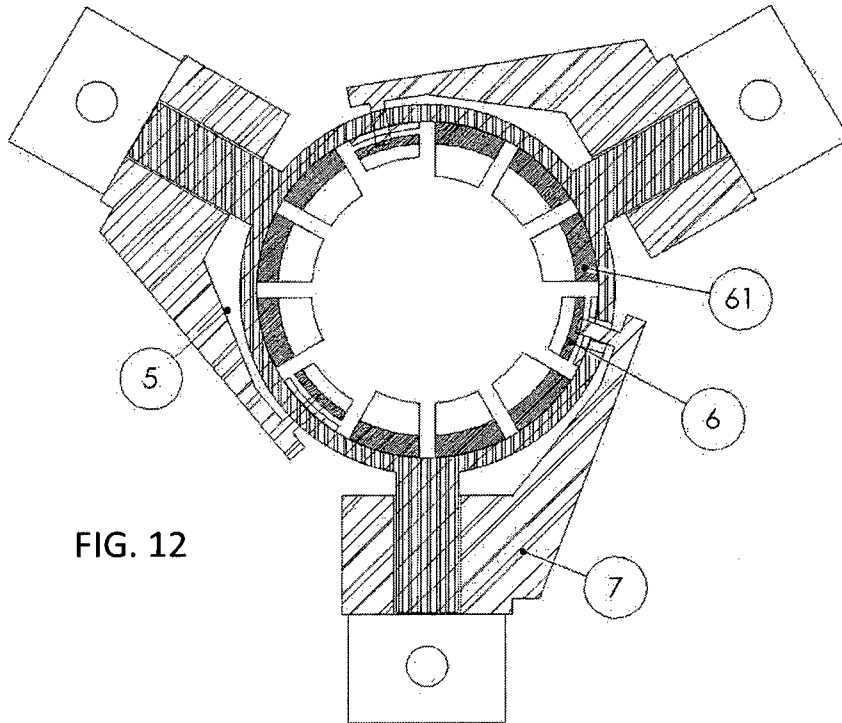


FIG. 11



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2018/000192

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. B64C27/12 B64C27/72 B64C11/44 B63H3/00  
 ADD. B64C39/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 B64C B63H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 648 345 A (WHAM JOHN L [US] ET AL) 10 March 1987 (1987-03-10) figures 2,3	1-13
A	US 5 282 719 A (MCCARTY FREDERICK B [US] ET AL) 1 February 1994 (1994-02-01) the whole document	1-13
A	EP 2 821 344 A1 (AIRBUS HELICOPTERS DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 7 January 2015 (2015-01-07) cited in the application the whole document	1-13
A	FR 2 851 932 A1 (PIEDNOIR JEAN MARIE [FR]) 10 September 2004 (2004-09-10) cited in the application the whole document	1-13
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 September 2018	25/09/2018

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Duval, Yann
--	---------------------------------------

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2018/000192

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014/061369 A1 (SCHANK TROY C [US]) 6 March 2014 (2014-03-06) the whole document -----	1-13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2018/000192

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 4648345	A	10-03-1987	CA 1266204 A EP 0215629 A2 JP S6296197 A NO 863601 A US 4648345 A	27-02-1990 25-03-1987 02-05-1987 11-03-1987 10-03-1987
-----				
US 5282719	A	01-02-1994	NONE	
-----				
EP 2821344	A1	07-01-2015	EP 2821344 A1 KR 20150004268 A US 2015225078 A1	07-01-2015 12-01-2015 13-08-2015
-----				
FR 2851932	A1	10-09-2004	FR 2851932 A1 WO 2004080557 A1	10-09-2004 23-09-2004
-----				
US 2014061369	A1	06-03-2014	CA 2823463 A1 EP 2703284 A1 US 2014061369 A1	28-02-2014 05-03-2014 06-03-2014
-----				

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/000192

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. B64C27/12      B64C27/72      B64C11/44      B63H3/00 ADD. B64C39/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B64C B63H		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 648 345 A (WHAM JOHN L [US] ET AL) 10 mars 1987 (1987-03-10) figures 2,3 -----	1-13
A	US 5 282 719 A (MCCARTY FREDERICK B [US] ET AL) 1 février 1994 (1994-02-01) le document en entier -----	1-13
A	EP 2 821 344 A1 (AIRBUS HELICOPTERS DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 7 janvier 2015 (2015-01-07) cité dans la demande le document en entier -----	1-13
A	FR 2 851 932 A1 (PIEDNOIR JEAN MARIE [FR]) 10 septembre 2004 (2004-09-10) cité dans la demande le document en entier -----	1-13
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  11 septembre 2018	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  25/09/2018	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Duval, Yann	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/000192

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2014/061369 A1 (SCHANK TROY C [US]) 6 mars 2014 (2014-03-06) le document en entier -----	1-13

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/000192

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4648345	A	10-03-1987	CA 1266204 A	27-02-1990
			EP 0215629 A2	25-03-1987
			JP S6296197 A	02-05-1987
			NO 863601 A	11-03-1987
			US 4648345 A	10-03-1987
-----				
US 5282719	A	01-02-1994	AUCUN	
-----				
EP 2821344	A1	07-01-2015	EP 2821344 A1	07-01-2015
			KR 20150004268 A	12-01-2015
			US 2015225078 A1	13-08-2015
-----				
FR 2851932	A1	10-09-2004	FR 2851932 A1	10-09-2004
			WO 2004080557 A1	23-09-2004
-----				
US 2014061369	A1	06-03-2014	CA 2823463 A1	28-02-2014
			EP 2703284 A1	05-03-2014
			US 2014061369 A1	06-03-2014
-----				