

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
5 octobre 2017 (05.10.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/168359 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F03D 3/06 (2006.01) *F03B 17/06* (2006.01)
B63H 1/08 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2017/051819

(22) Date de dépôt international :
30 mars 2017 (30.03.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
62/315,159 30 mars 2016 (30.03.2016) US
62/395,441 16 septembre 2016 (16.09.2016) US

(71) Déposant : **ADV TECH** [FR/FR]; Résidence Parc du Château, 34, rue Richard Wagner, 33700 Mérignac (FR).

(72) Inventeur : **CURUTCHET, Arnaud**; Résidence Parc du Château, 34, rue Richard Wagner, 33700 Mérignac (FR).

(74) Mandataire : **LE FORESTIER, Eric**; 22 rue du Plateau Saint-Antoine, 78150 Le Chesnay (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, 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.

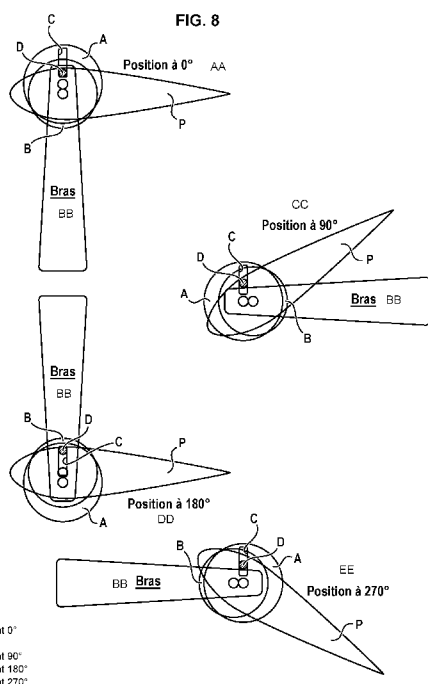
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, 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).

Publiée :

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

(54) Title : FLUIDIC ROTOR HAVING ORIENTABLE BLADES WITH IMPROVED BLADE CONTROL

(54) Titre : ROTOR FLUIDIQUE À PALES ORIENTABLES AVEC COMMANDE DE PALES PERFECTIONNÉE



(57) Abstract : In a rotating machine having a fluidic rotor, the rotor comprises at least one blade mounted on an arm rotating about a rotor shaft forming a main axis of the rotor, the rotor being held by a supporting structure in an orientation such that said axis is substantially perpendicular to the direction of flow of the fluid, the blade being mounted so as to pivot about an axis of rotation of the blade parallel to the main axis. The machine comprises means for generating a relative oscillation movement of the blade with respect to the arm at the axis of rotation of the blade, in order in this way to vary the inclination of the blade during the rotation of the rotor. Said means comprise, at the arm end, a mechanism comprising a first rotating element (A; B) known as the drive element and a second rotating element (B; A) known as the driven element, the elements being mounted on mutually parallel axes of rotation and separated by an inter-axis distance, the orientation of the drive element being controlled depending on the orientation of the rotor shaft while the orientation of the driven element determines the orientation of the blade, one of the rotating elements comprising a finger (D) spaced apart from its axis of rotation and the other rotating element comprising a groove (C) which receives the finger and in which the finger can slide. Application notably to wind turbines, to marine turbines and to nautical and aircraft propellers.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/168359 A1



Dans une machine tournante à rotor fluide, le rotor comprend au moins une pale montée sur un bras tournant autour d'un arbre de rotor formant un axe principal du rotor, le rotor étant maintenu par une structure porteuse dans une orientation telle que ledit axe soit essentiellement perpendiculaire à la direction du flux du fluide, la pale étant montée pivotante autour d'un axe de rotation de pale parallèle à l'axe principal. La machine comprenant des moyens pour générer un mouvement d'oscillation relatif de la pale par rapport au bras au niveau de l'axe de rotation de pale, pour ainsi faire varier l'inclinaison de la pale lors de la rotation du rotor. Lesdits moyens comprennent en bout de bras un mécanisme comprenant un premier élément tournant (A; B) dit élément entraînant et un deuxième élément tournant (B; A) dit élément entraîné, les éléments étant montés sur des axes de rotation parallèles entre eux et séparés d'une distance d'entraxe, l'orientation de l'élément entraînant étant commandée en fonction de l'orientation de l'arbre de rotor tandis que l'orientation de l'élément entraîné détermine l'orientation de la pale, l'un des éléments tournants comprenant un doigt (D) éloigné de son axe de rotation et l'autre élément tournant comprenant une gorge (C) recevant le doigt et dans laquelle le doigt peut coulisser. Application notamment aux éoliennes, aux hydroliennes et aux propulseurs nautiques et aériens.

Titre

Rotor fluide à pales orientables avec commande de pales perfectionnée

Domaine de l'invention

5 La présente invention concerne d'une façon générale les rotors fluidiques à pales orientables destinées à travailler en milieu gazeux ou liquide, tant pour générer une énergie mécanique que pour propulser un mobile. Ces rotors s'appliquent notamment aux éoliennes, aux hydroliennes, aux propulseurs nautiques et aériens, ainsi qu'aux turbines en général.

10

Arrière-plan de l'invention

On connaît un tel rotor fluide à pales orientables notamment par les documents WO2014/006603A1 et WO2016/067251A1 au nom de la Demanderesse.

15 La structure de commande des pales décrite dans ce document, bien qu'elle soit effective pour atteindre le but visé de l'oscillation des pales au cours de la rotation du rotor, n'en reste pas moins d'une certaine complexité.

Résumé de l'invention

20 L'invention vise à améliorer la structure de commande décrite dans ce document et à apporter au moins un des avantages suivants : plus grande simplicité, plus grande robustesse, plus grande facilité de réglages, industrialisation plus facile, meilleur comportement à des vitesses de rotations élevées.

25 On propose ainsi une 1. Machine tournante à rotor fluide, le rotor comprenant au moins une pale montée sur un bras tournant autour d'un arbre de rotor formant un axe principal du rotor, le rotor étant maintenu par une structure porteuse dans une orientation telle que ledit axe soit essentiellement perpendiculaire à la direction du flux du fluide, la pale étant
30 montée pivotante autour d'un axe de rotation de pale parallèle à l'axe principal, la machine comprenant des moyens pour générer un mouvement

d'oscillation relatif de la pale par rapport au bras au niveau de l'axe de rotation de pale, pour ainsi faire varier l'inclinaison de la pale lors de la rotation du rotor, lesdits moyens comprenant en bout de bras un mécanisme comprenant un premier élément tournant dit élément entraînant et un
5 deuxième élément tournant dit élément entraîné, les éléments étant montés sur des axes de rotation parallèles entre eux et séparés d'une distance d'entraxe, l'orientation de l'élément entraînant étant commandée en fonction de l'orientation de l'arbre de rotor tandis que l'orientation de l'élément entraîné détermine l'orientation de la pale, l'un des éléments tournants
10 comprenant un doigt éloigné de son axe de rotation et l'autre élément tournant comprenant une gorge recevant le doigt et dans laquelle le doigt peut coulisser.

De façon préférée mais facultative, cette machine comprend les caractéristiques additionnelles suivantes, prises individuellement ou en
15 toutes combinaisons que l'homme du métier appréhendera comme étant techniquement compatibles :

- * ladite gorge est rectiligne.
- * ladite gorge est non rectiligne.
- * la distance entre les deux extrémités de la gorge est au moins égale
20 au double de la distance d'entraxe.

- * la machine comprend des moyens de réglage de la distance entre les axes de rotation des deux éléments.

- * la distance entre l'axe de rotation principal du rotor et l'axe de rotation de l'élément entraînant est constante.

- * la distance entre l'axe de rotation principal du rotor et l'axe de rotation de l'élément entraîné est constant.
25

- * les distances entre l'axe de rotation principal du rotor et les axes de rotation de l'élément entraînant et de l'élément entraîné, respectivement, sont égales, dans laquelle l'élément entraînant et l'élément entraîné sont
30 montés sur des supports susceptibles d'être ajustés angulairement.

- * l'ajustement angulaire est effectué autour de l'axe principal du rotor.

* le support pour l'élément entraîné est formé par le bras de la pale associée.

* la machine comprend des moyens de débrayage entre l'arbre de rotor et l'élément entraîné.

5 * les moyens de débrayage sont prévus entre l'arbre de rotor et un organe en prise avec l'élément entraînant.

Brève description des dessins

10 D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés. Sur les dessins :

La Figure 1 est une vue schématique en élévation de côté d'une pale de rotor à pales orientables selon l'art antérieur,

15 La Figure 2 illustre schématiquement en vue de face et en éclaté deux éléments d'un dispositif de commande d'orientation de pales de rotor selon l'invention,

Les Figures 3A et 3B sont des vues schématiques respectivement de face et de profil de la coopération des éléments de la Figure 2 dans une première configuration,

Les Figures 4A et 4B sont des vues schématiques respectivement de face et de profil de la coopération des éléments de la Figure 2 dans une deuxième configuration,

25 La Figure 5 illustre la position mutuelle des éléments selon la deuxième configuration dans quatre positions angulaires,

La Figure 6 illustre en vue de face l'intégration du dispositif de commande des Figures 2 à 5 sur un bras de rotor à pales orientables,

La Figure 7 est une vue de profil de l'ensemble de la Figure 6,

30 La Figure 8 illustre la position mutuelle des différentes pièces de l'ensemble des Figures 7 et 8 dans quatre positions angulaires,

La Figure 9 donne un exemple de loi de calage angulaire obtenue avec le dispositif de commande d'orientation illustré sur les Figures 2 à 8,

La Figure 10 illustre en vue de face schématique une première partie d'un mécanisme de réglage d'amplitude de l'orientation des pales pouvant
5 être mis en œuvre dans un rotor à pales orientables,

La Figure 11 illustre en vue de face schématique d'une deuxième partie du mécanisme de réglage,

La Figure 12 illustre en vue de face schématique les deux parties du mécanisme de réglage d'amplitude dans une première position mutuelle,

10 La Figure 13 illustre en vue de face schématique les deux parties du mécanisme de réglage d'amplitude dans une deuxième position mutuelle, et

La Figure 14 illustre schématiquement un exemple d'un mécanisme de débrayage de la commande d'orientation des pales.

15 Description détaillée de formes de réalisation préférées

On se référera tout au long de la présente description au rotor tel que décrit dans la demande WO2014/006603A1, dont le contenu est à considérer comme faisant partie de la présente description. Le contenu de la demande WO2016/067251A1 au nom de la Demanderesse est également à considérer
20 comme faisant partie de la présente description.

En référence tout d'abord à la Figure 1, si l'on se place dans le plan PL d'une pale P du rotor (par rapport à la direction F du flux gazeux ou liquide, le mouvement est un mouvement oscillatoire autour d'un point de rotation PR situé sur la pale.

25 Les éléments de base mis en œuvre dans la présente invention sont illustrés sur la Figure 2 : deux éléments A et B sont entraînés l'un par l'autre en tournant sur des axes parallèles. L'élément A est pourvu d'une gorge ou fente C pratiquée sur un de ses rayons. L'élément B est pourvu d'un doigt D, éloigné à une distance x du centre du disque. Le doigt D est prévu pour
30 pouvoir coulisser dans la gorge ou fente C du disque A. On notera que la

gorge ou fente C est traversante ou non, et de forme rectiligne ou non suivant la cinématique que l'on souhaite produire.

On notera ici que les diamètres et même la forme des éléments A et B sont inopérants ici, seuls comptant la position du doigt D par rapport à son propre axe de rotation et la position et la géométrie de la fente C par rapport à son propre axe de rotation.

Sur les Figures 3A et 3B, les axes des éléments A et B sont confondus. L'un entraîne l'autre (et vice-versa) en phase, c'est à dire sans qu'il n'y a pas de décalage angulaire entre les deux éléments au cours de leur rotation.

Sur les Figures 4A et 4B, les axes des éléments A et B ne sont pas confondus (mais sont parallèles l'un à l'autre). Dans ce cas, l'élément A entraîne l'élément B (ou inversement), avec création d'un décalage angulaire de nature alternative entre les deux éléments au cours de la rotation.

On notera que pour que l'ensemble formé des éléments A et B puisse fonctionner, la longueur de déplacement du doigt D dans la gorge C doit pouvoir être le double de la distance DA de décalage entre les axes des éléments A et B, ce qui dicte la longueur de la gorge C pour qu'elle donne cette possibilité. Par ailleurs, la gorge C doit être assez large pour prévoir un jeu suffisant permettant le déplacement du doigt D dans ladite gorge en limitant les frottements. A cet égard, le doigt D peut être avantageusement être pourvu d'un roulement à billes pour assurer un bon glissement entre le doigt D et les parois de la gorge C. Ces parois peuvent par ailleurs être réalisées dans un matériau spécial prévu pour tenir à l'usure (traitement de surface, chromage, etc.). En variante, on peut prévoir pour la coopération fente/doigt un chariot à bille, une douille à bille, une glissière, etc.

La Figure 5 illustre la cinématique obtenue avec une fente rectiligne, et en particulier la loi de calage générée pour quatre positions angulaires. On considère ici l'élément A pourvu de la gorge C comme référence angulaire, et on suppose que c'est l'élément A qui entraîne l'élément B, en tournant dans le sens horaire sur la Figure 5 (le raisonnement inverse mène au même

résultat, au signe du décalage près). La loi de calage peut être résumée ainsi :

- position 0° : pas de décalage angulaire ;
- position à 90° : l'élément B est en retard de $-x^\circ$ par rapport à l'élément A ;
- position à 180° : pas de décalage angulaire ;
- position à 270° : l'élément B est en avance de $+x^\circ$ par rapport à l'élément A.

On comprend qu'en jouant sur les différents paramètres de la géométrie tels que la position, la forme et les dimensions de la gorge C, la position du doigt D par rapport à l'axe du disque B, la distance DA entre les axes de rotation des deux disques, un nombre infini de lois de calage différentes peut être obtenu. Des variations des lois de calage peuvent également être obtenues en choisissant de réaliser l'entraînement soit par l'élément portant la fente ou gorge, soit par l'élément portant le doigt.

Les lois de calage produites peuvent ainsi varier dans une vaste gamme en couvrant notamment des lois de type sinusoïdal et des lois de type trochoïdal.

A titre d'exemple, si l'on choisit une distance DA de 30mm entre les axes et de 50mm pour la position du doigt D par rapport au centre de rotation du disque B, l'amplitude du décalage angulaire x est de l'ordre de 36° .

On va maintenant décrire l'intégration du mécanisme dans un rotor du type général décrit dans WO2014/006603A1.

Dans ce document, la position angulaire de la nacelle lors de la rotation du rotor est assurée par l'intermédiaire d'une courroie (ou d'une chaîne, ou de renvois d'angles, ou de pignons) s'engrenant autour d'une poulie située sur l'axe principal de rotation du rotor, poulie fixe dans l'absolu (mais pouvant être pilotée en mode récupérateur d'énergie pour assurer la position des pales par rapport à la direction du flux, ou en mode propulseur pour diriger le flux généré).

Dans la présente invention selon un premier mode de réalisation, cette liaison mécanique entraîne l'élément A pourvu de la gorge C (selon un second mode de réalisation de l'invention, ce pourrait être l'élément B pourvu du doigt D).

5 La pale P que l'on souhaite commander est connectée directement ou indirectement à l'élément B pourvu du doigt D. Ainsi l'ensemble nacelle, vilebrequin, bielle, renvoi et tringle du rotor du document WO2014/006603A1 disparaît.

10 Les Figures 6 et 7 illustrent ce premier mode de réalisation : une courroie CR entraîne l'élément A, ici en forme de disque, et la pale P est solidaire en rotation de l'élément B, ici encore en forme de disque. La fente C est ici rectiligne.

15 On suppose ici que le rotor tourne dans le sens antihoraire (c'est-à-dire en mode récupérateur, le flux moteur, gazeux ou liquide, venant de la gauche). Quatre positions mutuellement espacées de 90° sont illustrées sur la Figure 8. On obtient un effet d'orientation de la pale P analogue à celui décrit dans WO2014/006603A1. Naturellement, le mécanisme formé des éléments A et B et des moyens d'entraînement de l'élément A sont reproduits en autant d'exemplaires qu'il y a de pales P sur le rotor.

20 On comprend aisément à la vue des Figures 6 à 8 la grande simplicité et la grande robustesse de la solution mécanique de la présente invention.

 On va maintenant expliciter la loi mathématique de déplacement angulaire de l'élément B par rapport à l'élément A (dans le cas d'une gorge droite et rectiligne).

25 Soit :

 R la distance du doigt D par rapport à l'axe de rotation de l'élément B,

 D la distance entre les axes de rotation des éléments A et B,

$x = R/D$,

α l'angle du disque A par rapport à la direction de référence Ox,

30 β l'angle du disque B par rapport à la direction de référence Ox.

On comprend que si le décalage D entre les axes de rotation des deux disques est nul, alors aucun décalage angulaire n'apparaît entre les disques au cours de la rotation ; dans le cas d'un rotor à N pales, les pales se retrouveraient dans ce cas parallèles les unes par rapport aux autres. Ceci
 5 peut avoir un intérêt pour arrêter le rotor.

Le décalage angulaire entre l'élément B et l'élément A lors de la rotation des disques est très proche d'une loi sinusoïdale dont l'amplitude est directement proportionnelle à la valeur de x, selon l'équation suivante :

$$\cos(\beta) = \frac{\cos^2(\alpha) - 1 + \cos(\alpha) \sqrt{\cos^2(\alpha) - 1 + x^2}}{x}$$

10 Le graphe de la Figure 9 illustre la loi de calage d'une pale repérée par rapport à la direction du flux (imaginons par commodité l'application éolienne) avec D=14mm, R=25,2mm, soit x =1,8.

On constate que la loi est très proche d'une loi sinusoïdale avec une amplitude ici de 33,75°.

15 On va maintenant aborder l'intégration des éléments dans le rotor et façon dont la loi de calage peut être réglée.

Si la position du doigt D est fixée par construction (même si selon un mode de réalisation la valeur R pourrait être variable), on comprend qu'il est intéressant de pouvoir contrôler la distance D entre les deux éléments A et B
 20 de manière à pouvoir ajuster la loi de calage en fonction de l'application et du régime de fonctionnement du rotor.

A titre d'exemple, en mode de fonctionnement éolien du rotor, il est pratique de pouvoir dégrader le rendement aérodynamique Cp à mesure que le vent forcé.

25 En mode propulseur il peut être souhaité de pouvoir faire varier la loi de calage en fonction du fonctionnement en basse ou en haute vitesse.

On observe sur les Figures 6 à 8 que les axes respectifs des disques A et B sont sur un même rayon du rotor qui les porte. Plus précisément, on observe que l'axe de rotation du disque A est plus éloigné de l'axe de
 30 rotation du rotor que l'axe de rotation du disque B (mais ce pourrait être

l'inverse : axe du disque A plus proche de l'axe du rotor que l'axe du disque B).

Pour faire varier la loi de calage en amplitude, on a vu plus haut qu'on pouvait simplement faire varier la distance entre les axes de rotation des deux disques. Selon ce premier mode de réalisation où les deux disques ont leur axe de rotation sur un même rayon du rotor qui les porte, on peut envisager plusieurs solutions :

- soit on fait varier la position de l'axe de rotation du disque B et donc de la pale, ce qui toutefois peut présenter une certaine complexité technique au niveau de la commande,

- soit on fait varier la position de l'axe de rotation du disque A ; dans ce cas également cela peut être complexe ; en effet, si ce disque est entraîné par une courroie (ou une chaîne) il faut maintenir la courroie en tension tout en maîtrisant le synchronisme entre le disque à la gorge et la poulie centrale ; et dans le cas d'une commande par renvois d'angle à 90°, il est possible d'avoir recours à des axes cannelés pour permettre le coulisement de la commande, mais là aussi techniquement cela peut s'avérer d'une certaine complexité ;

- soit encore on positionne l'axe de rotation du disque A à une distance r du centre de rotor, on positionne l'axe de rotation du disque B à la même distance r , et on monte les deux disques sur deux platines respectives que l'on peut décaler angulairement ; ainsi, pour faire varier la distance D on peut donc simplement décaler angulairement (par rapport à l'axe de rotation principal du rotor) les platines supportant les deux disques ; un avantage est que selon ce mode la distance r est fixe, et donc l'entraxe entre l'axe de rotation de chacun des disques A et B et le centre du rotor demeure fixe ; ceci permet d'éliminer les problèmes de tensions ou géométries variables des commandes par courroies, chaînes ou engrenages (cascade pignons ou renvois d'angles à 90°), et de garder une distance fixe entre les axes des pales et l'axe du rotor.

Les Figures 10 à 13 illustrent une mise en œuvre de cette troisième possibilité, avec un entraînement par courroie, pour une pale. Sur la Figure 10, on a illustré une platine P1 supportant le disque A muni de sa gorge C, ce disque A formant une poulie entraînée par la courroie CR. La courroie CR, montée sur une poulie fixe centrée sur l'axe du rotor et de même diamètre que la poulie A, maintient cette dernière dans une orientation absolue constante lors de la rotation du rotor.

Sur la Figure 11, on a illustré une platine P2 supportant l'élément B portant le doigt D, cet élément B entraînant la pale P.

Sur la Figure 12, les platines occupent des positions telles qu'il n'existe pas de décalage angulaire entre elles : la distance DA (distance entre les axes de rotation des éléments A et B) est nulle, et il n'est donc créé aucun décalage angulaire entre les deux éléments A et B au cours de la rotation du rotor.

Sur la Figure 13, les platines P1 et P2 ont été déplacées l'une par rapport à l'autre pour créer un décalage angulaire θ entre les deux ; la distance DA est alors non nulle, et la rotation du rotor produit un décalage angulaire entre les deux éléments A et B au cours de la rotation du rotor, de façon à faire varier l'orientation de la pale P en correspondance.

Le réglage de la position angulaire mutuelle des deux platines entraîne donc une modification de la loi de calage.

Dans une réalisation basique, ce réglage peut être réalisé de manière statique au montage du rotor : par exemple, la platine P1 est munie de trous oblongs permettant de régler une fois pour toutes le décalage angulaire, en fonction des conditions et des contraintes de l'application désirée.

Dans certaines applications on préfère un réglage actif, où un dispositif de commande est apte à régler, en temps réel ou tout au moins avec une réactivité appropriée, le décalage angulaire entre les deux platines P1 et P2 pour avoir la meilleure loi de calage dans des conditions de fonctionnement données.

Dans une forme de réalisation, des actionneurs électriques directement installés sur les platines peuvent être utilisés, ceci impliquant d'amener une commande électrique depuis le support du rotor par l'intermédiaire de collecteurs tournants. On peut également prévoir un système avec
5 commande sans fil pour piloter directement les actionneurs, ces derniers pouvant être alimentés soit par de petites génératrices entraînées par exemple par les courroies et organes associés (ou chaînes, renvois d'angle, etc.), soit par un dispositif photovoltaïque.

Une solution préférée est toutefois de réaliser une commande
10 purement mécanique à partir du centre du rotor jusqu'à chaque platine P1 ou P2 pour en assurer le réglage. Une architecture pour réaliser cela peut consister à un axe coulissant (translation) à l'intérieur de l'axe de rotation principal du rotor, le dit axe étant entraîné en translation soit par un actionneur (électrique, hydraulique, etc.) piloté par électronique, soit par un système
15 purement mécanique du type régulateur de Watt. L'autre extrémité de cet axe de commande peut être reliée à un plateau cyclique monté sur roulement (l'axe de commande ne tourne pas avec le rotor, tandis que le plateau cyclique tourne avec le rotor). De ce plateau cyclique peuvent partir des chapes et rotules et renvois permettant de venir commander la position
20 de chaque élément A par rapport à chaque élément B associé.

On va maintenant décrire une autre solution pour réaliser le réglage de la distance DA entre les axes de rotation des éléments A et B. Selon celle-ci, le disque A pourvu de la gorge C est maintenu avec une l'orientation angulaire fixe par rapport à la poulie centrale du rotor et est monté sur un
25 chariot lui permettant de coulisser le long du bras du rotor de manière à diminuer ou augmenter la distance DA entre les axes de rotation des éléments A et B, via une commande ramenée au centre du rotor ou par l'intermédiaire d'actionneurs appropriés.

Les chaînes ou les courroies ne pouvant en tant que telles faire face à
30 cette variation de distance, une solution pour rendre ce réglage possible est un système de transmission à renvoi d'angle avec axe cannelé.

Il est toutefois possible de recourir à une solution à courroie ou chaîne avec un système de mise en tension asservi.

Dans le cas notamment d'une application éolienne, une machine selon l'invention comprend avantageusement un dispositif de sécurité pour amener son rendement aérodynamique à zéro de manière à pouvoir gérer les conditions de tempête, ou encore pour en assurer la maintenance. Une approche pour mettre en œuvre cette sécurité consiste à libérer les mécanismes d'asservissement des pales de manière à ce que celles-ci deviennent libres sur leur axe respectif et se comportent comme des girouettes, annulant ainsi le moment qu'elles pourraient exercer sur le rotor. Un autre but est de pouvoir réenclencher simplement le système de commande sans avoir à régler à nouveau la loi de calage des pales.

la libération des mécanismes des pales est assurée en libérant les poulies agencées sur l'axe du rotor et qui entraînent les courroies (ou les pignons qui entraînent les chaînes). En référence à la Figure 14, ceci peut être réalisé en prévoyant qu'une poulie ou pignon P d'entraînement d'une courroie ou d'une chaîne possède une gorge G1, tandis que l'arbre central AC du rotor est pourvu d'une gorge G2. La référence CL désigne une clé apte à coulisser le long de l'axe AC dans la gorge formée conjointement par les gorges G1 et G2. à la fois par la gorge de l'axe et par la gorge de la poulie.

Le déclenchement de la clé CL peut être réalisé par une unité de commande électronique en réponse à des signaux de capteurs, ou encore en utilisant un système mécanique déclenché à partir d'une certaine vitesse de rotation du rotor, par exemple un système utilisant la force centrifuge type pendule de Watt, associé à une gâchette permettant de libérer la clé.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus et représentées sur les dessins, mais l'homme du métier saura y apporter de nombreuses variantes et modifications. En particulier :

- des limiteurs de couples (par exemples à billes) peuvent être placés sur la chaîne cinématique de manière à assurer l'intégrité du rotor en cas d'utilisation hors des limites (par exemple en cas de tempête pour une éolienne) ; ces limiteurs de couple peuvent dans un mode de réalisation être
5 installés entre chaque pale et l'élément B qui l'entraîne ;

- chaque pale peut être entraînée non pas par l'élément B portant le doigt D, mais par l'élément A portant la gorge ou fente C, l'élément B étant alors entraîné par la courroie, la chaîne ou autre moyen de transmission à partir du centre du rotor. Ceci aboutit à une loi de calage qui est la fonction
10 inverse de celle réalisée lorsque la pale est entraînée par l'élément B et qui peut être préférable dans certains cas.

Par ailleurs, les mécanismes de réglage de l'amplitude de l'oscillation des pales (c'est-à-dire de la valeur x dans ce qui précède) peuvent être appliqués par l'homme du métier aux systèmes de commande de pales des
15 documents WO2014/006603A1 et WO2016/067251A1.

L'invention s'applique comme on l'a dit au domaine éolien ou hydrolien ainsi qu'à la propulsion aérienne ou nautique. Elle s'applique également à la réalisation de turbines, auquel cas on prévoit un carénage autour du rotor pour guider le flux. On obtient dans ce cas un flux
20 généralement uniforme sur toute la section balayée par le rotor, contrairement au cas de la majorité des turbines conventionnelles.

Revendications

1. Machine tournante à rotor fluide, le rotor comprenant au moins une pale montée sur un bras tournant autour d'un arbre de rotor formant un axe principal du rotor, le rotor étant maintenu par une structure porteuse dans une orientation telle que ledit axe soit essentiellement perpendiculaire à la direction du flux du fluide, la pale étant montée pivotante autour d'un axe de rotation de pale parallèle à l'axe principal, la machine comprenant des moyens pour générer un mouvement d'oscillation relatif de la pale par rapport au bras au niveau de l'axe de rotation de pale, pour ainsi faire varier l'inclinaison de la pale lors de la rotation du rotor, lesdits moyens comprenant en bout de bras un mécanisme comprenant un premier élément tournant (A ; B) dit élément entraînant et un deuxième élément tournant (B ; A) dit élément entraîné, les éléments étant montés sur des axes de rotation parallèles entre eux et séparés d'une distance d'entraxe, l'orientation de l'élément entraînant étant commandée en fonction de l'orientation de l'arbre de rotor tandis que l'orientation de l'élément entraîné détermine l'orientation de la pale, l'un des éléments tournants comprenant un doigt (D) éloigné de son axe de rotation et l'autre élément tournant comprenant une gorge (C) recevant le doigt et dans laquelle le doigt peut coulisser.
2. Machine selon la revendication 1, dans laquelle ladite gorge (C) est rectiligne.
3. Machine selon la revendication 1, dans laquelle ladite gorge (C) est non rectiligne.
4. Machine selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle la distance entre les deux extrémités de la gorge est au moins égale au double de la distance d'entraxe (DA).

5. Machine selon l'une des revendications 1 à 4, laquelle comprend des moyens de réglage de la distance (DA) entre les axes de rotation des deux éléments.
- 5 6. Machine selon la revendication 5, dans laquelle la distance entre l'axe de rotation principal du rotor et l'axe de rotation de l'élément entraînant (A ; B) est constante.
7. Machine selon la revendication 6, dans laquelle la distance entre l'axe
10 de rotation principal du rotor et l'axe de rotation de l'élément entraîné (B ; A) est constant.
8. Machine selon les revendications 6 et 7 prises en combinaison, dans laquelle les distances entre l'axe de rotation principal du rotor et les axes de
15 rotation de l'élément entraînant et de l'élément entraîné, respectivement, sont égales, dans laquelle l'élément entraînant et l'élément entraîné sont montés sur des supports susceptibles d'être ajustés angulairement.
9. Machine selon la revendication 8, dans laquelle l'ajustement angulaire
20 est effectué autour de l'axe principal du rotor.
10. Machine selon la revendication 9, dans lequel le support pour l'élément entraîné est formé par le bras de la pale associée.
- 25 11. Machine selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant des moyens de débrayage (G1, G2, CL) entre l'arbre de rotor et l'élément entraîné.
12. Machine selon la revendication 11, dans laquelle les moyens de
30 débrayage sont prévus entre l'arbre de rotor et un organe en prise avec l'élément entraînant.

FIG. 1
(art antérieur)

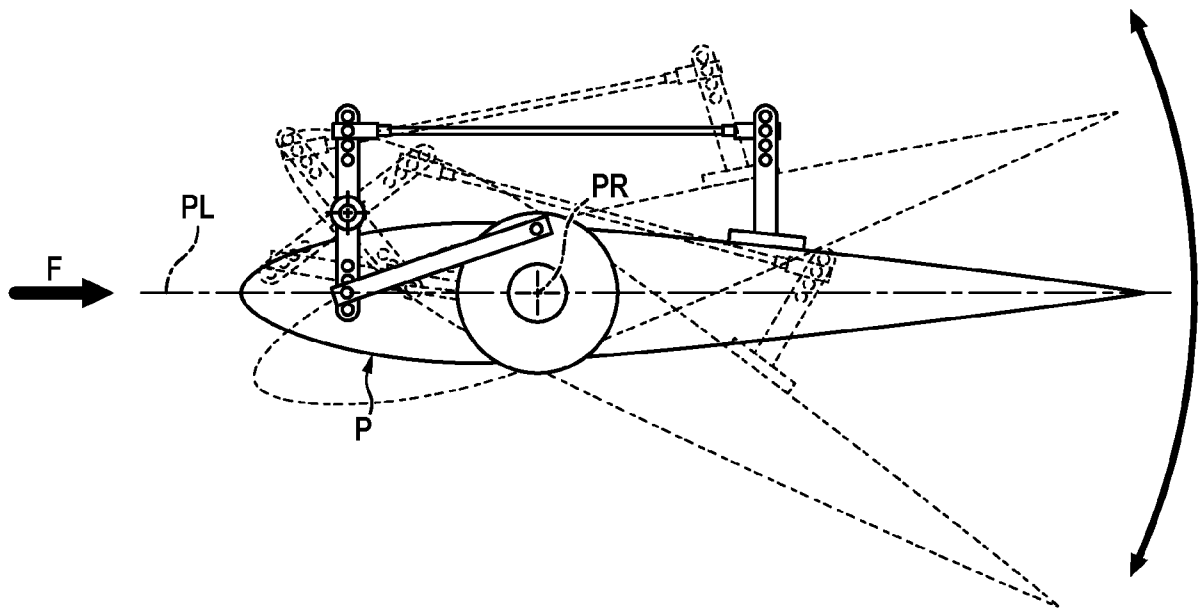


FIG. 2

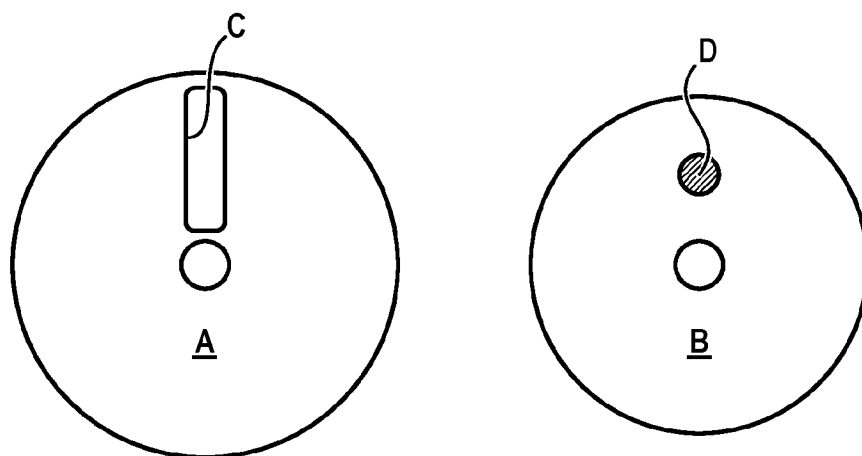


FIG. 3A

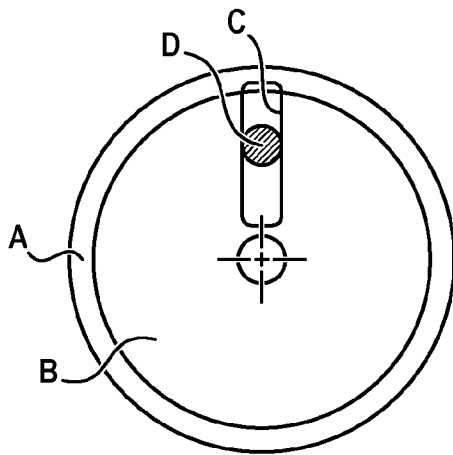


FIG. 3B

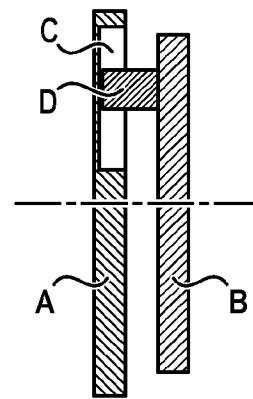


FIG. 4A

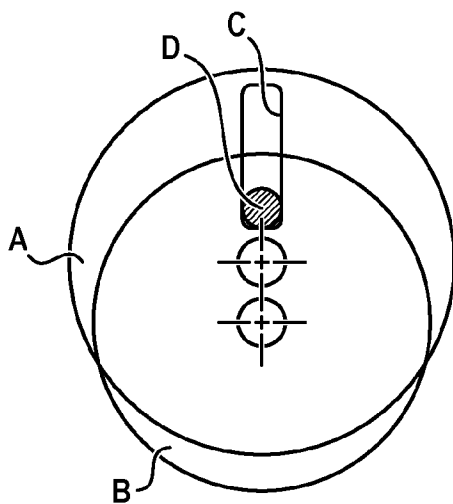


FIG. 4B

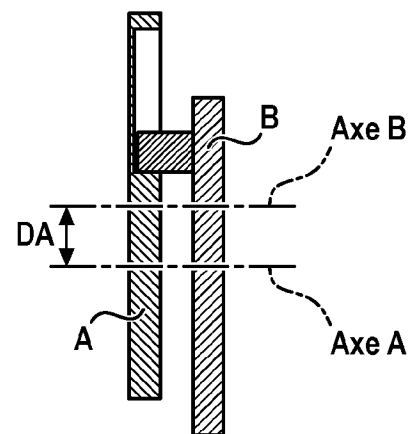


FIG. 5

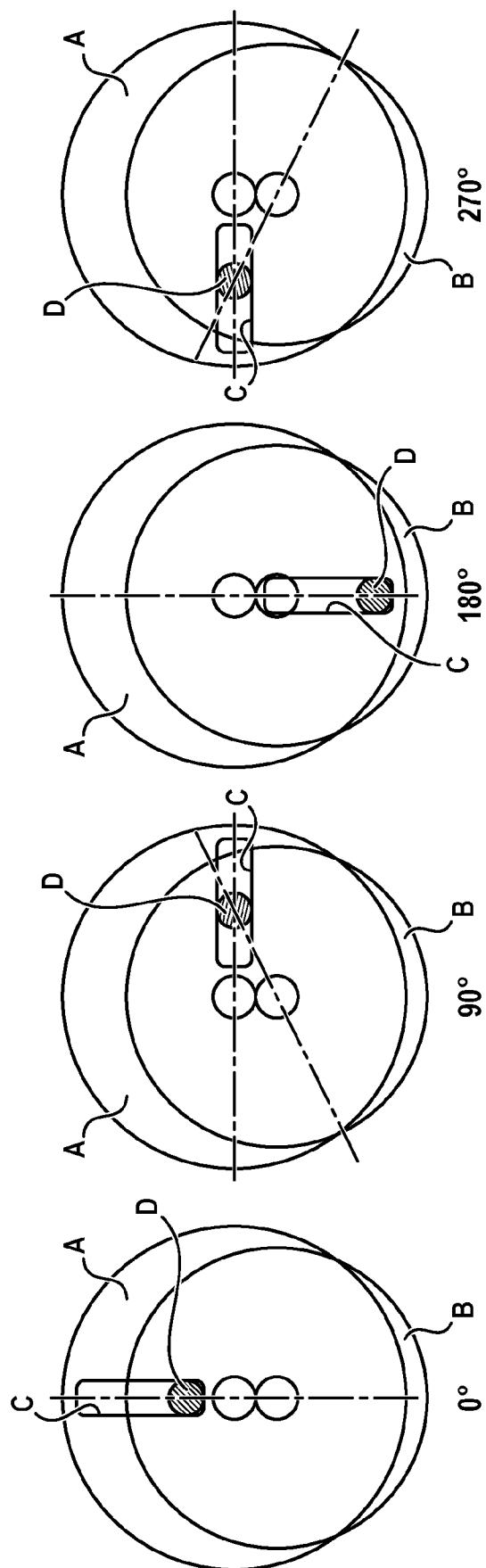


FIG. 6

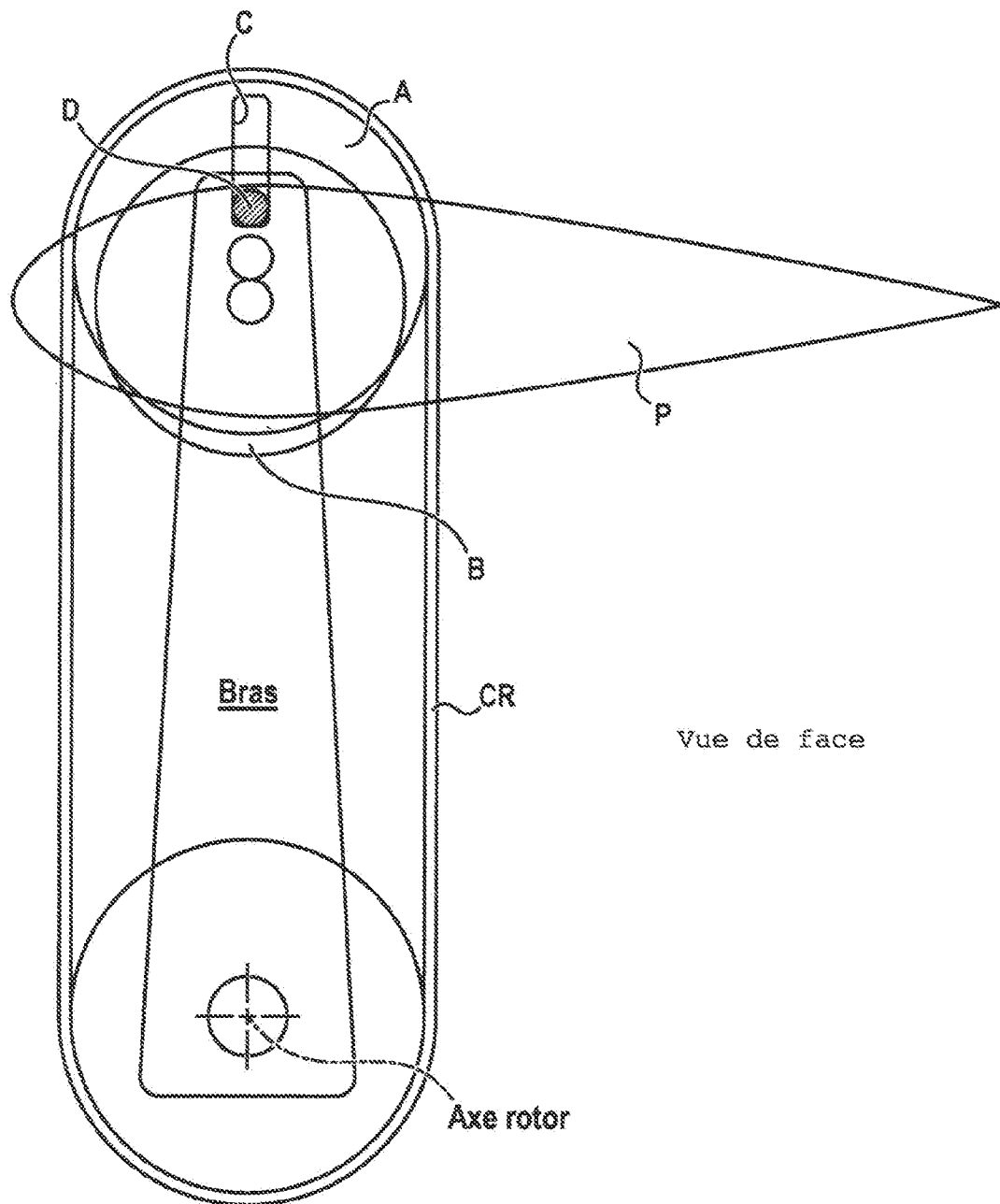


FIG. 7

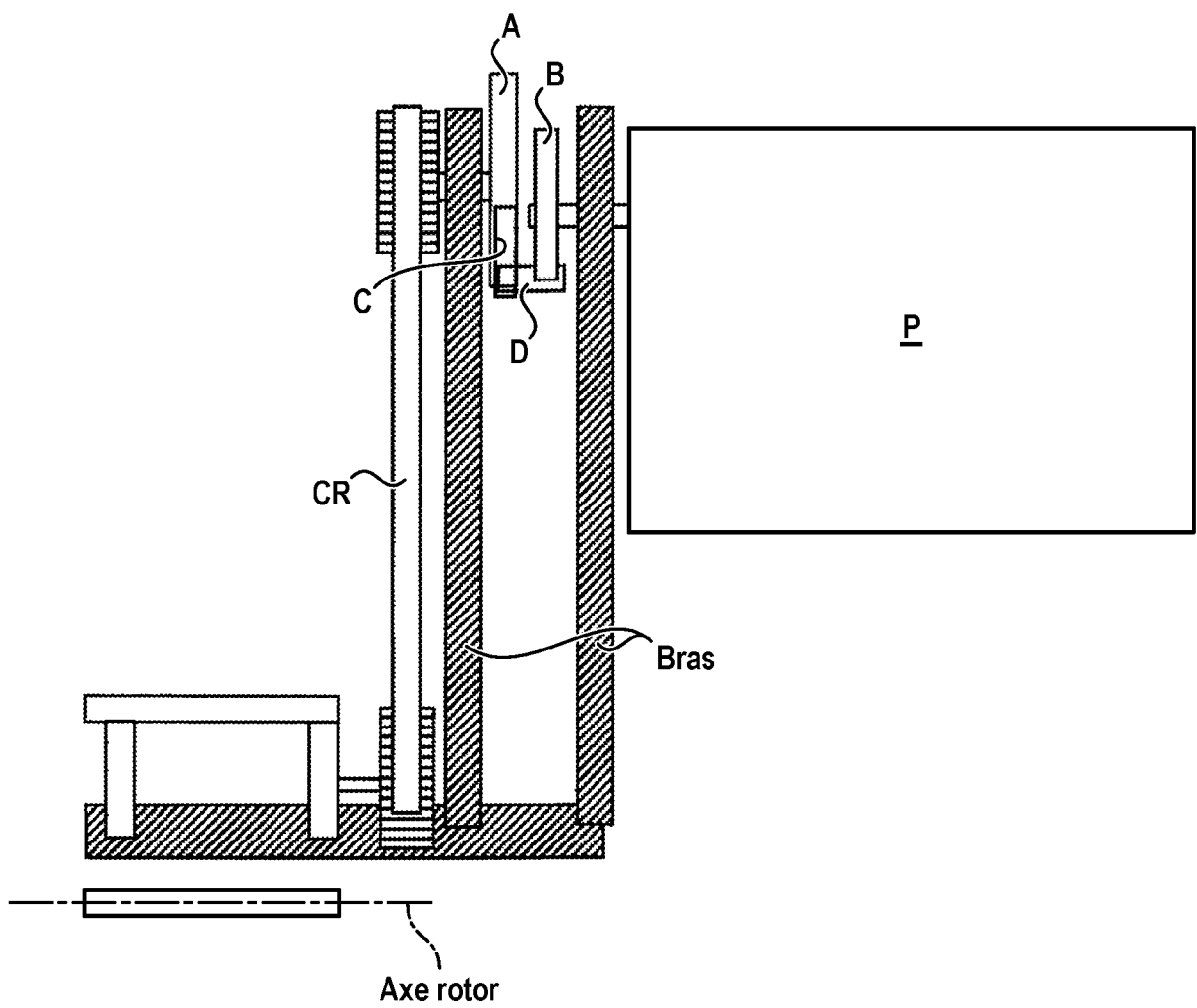


FIG. 8

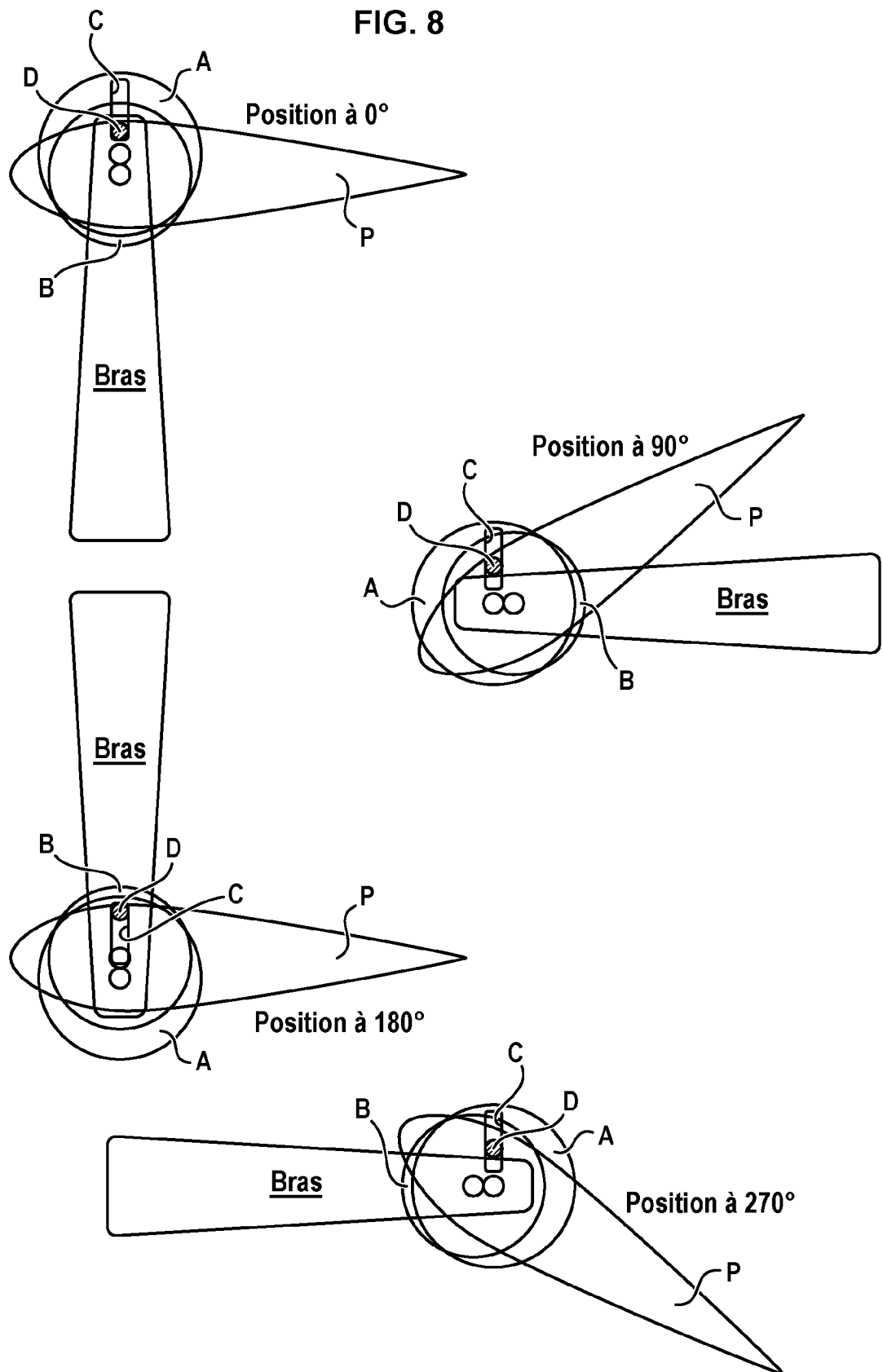


FIG. 9

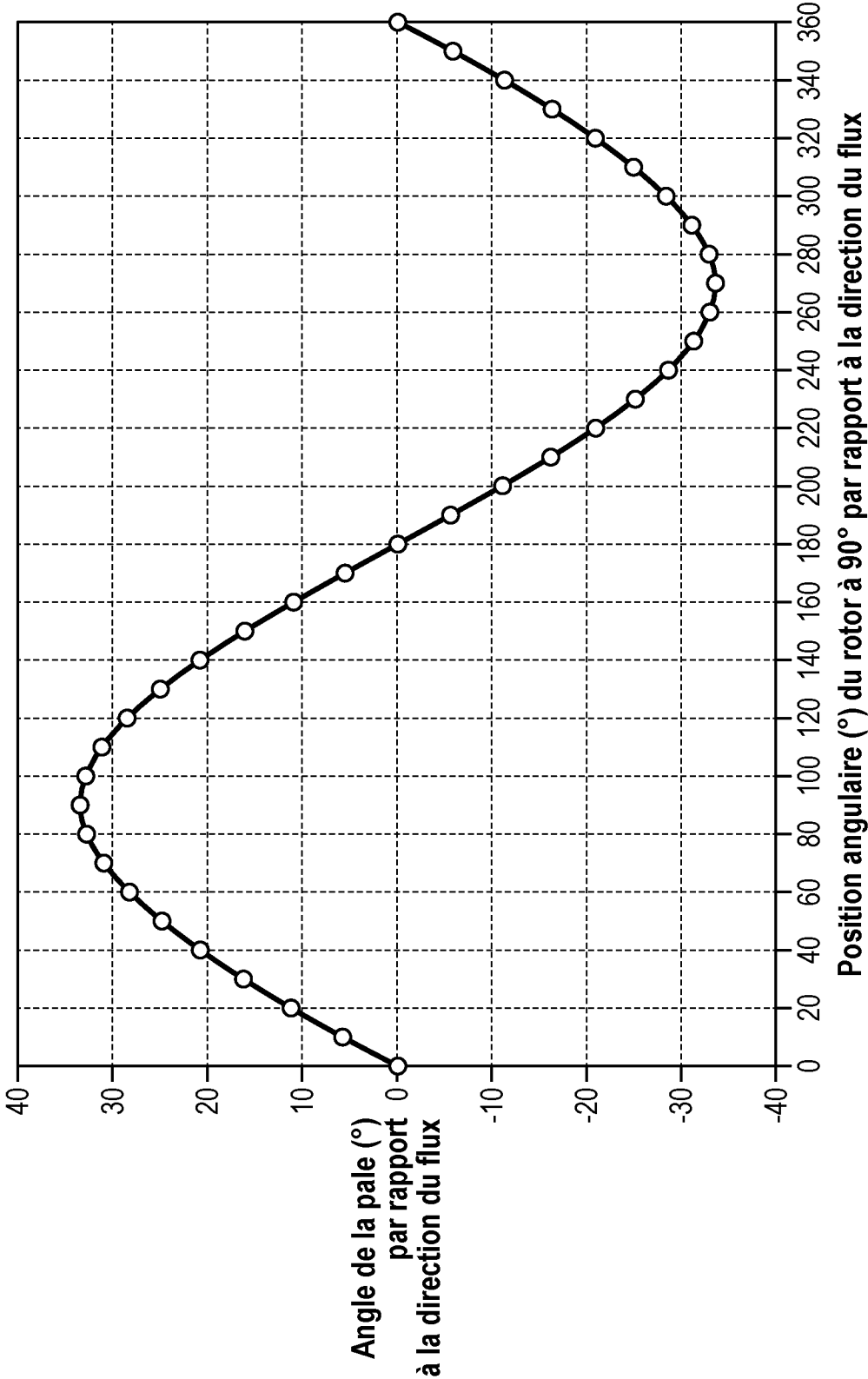


FIG. 10

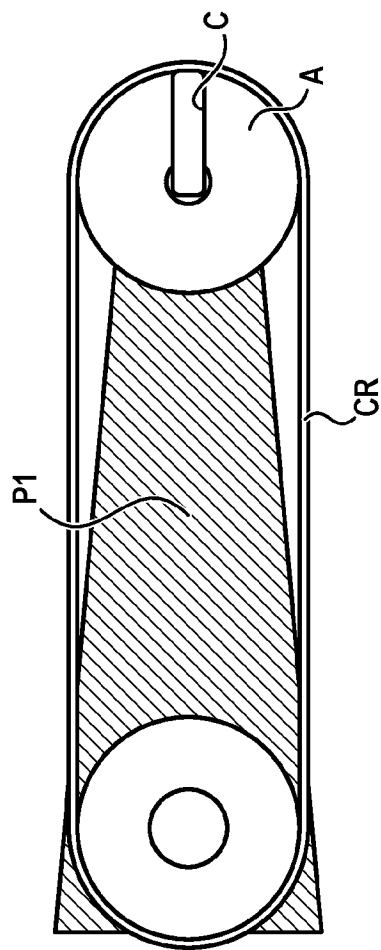


FIG. 11

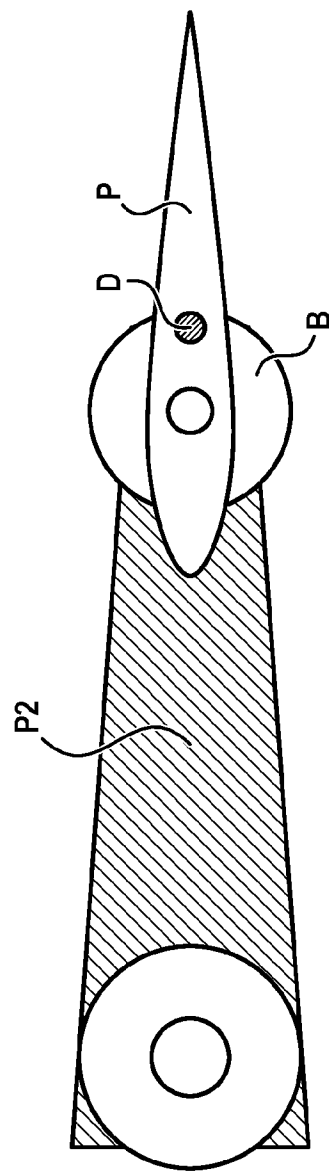


FIG. 12

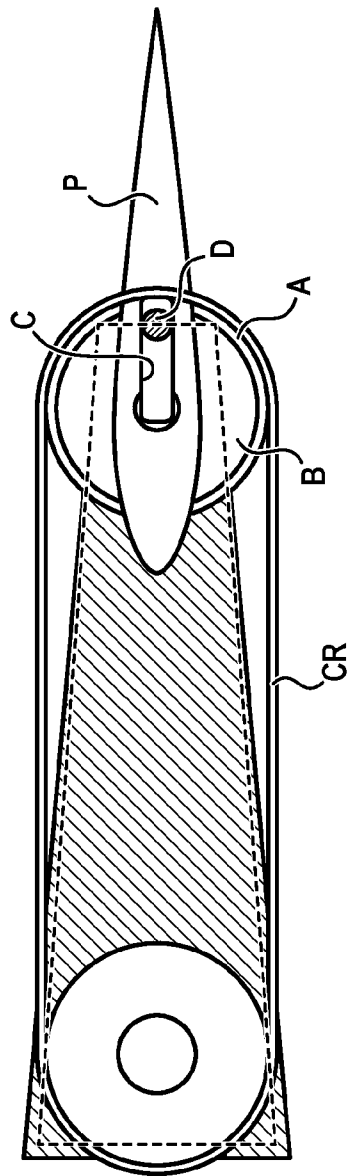


FIG. 13

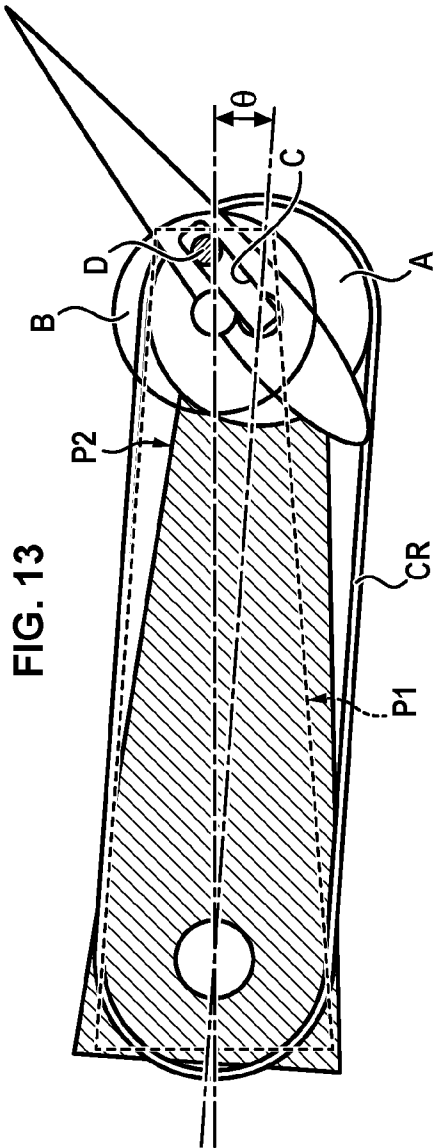
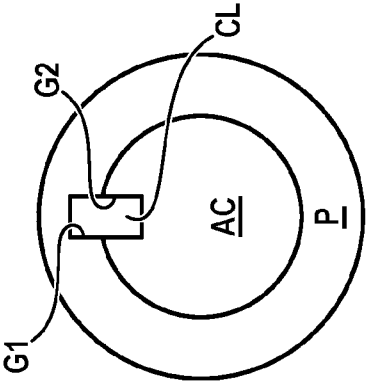


FIG. 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2017/051819

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F03D3/06 B63H1/08 F03B17/06
ADD.

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)
F03D B63H F03B

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.
X	JP 2014 211141 A (KAKETA TOSHIYUKI) 13 November 2014 (2014-11-13) figures abstract the whole document	1-12
X	US 5 324 164 A (DOERING JOHN N [US] ET AL) 28 June 1994 (1994-06-28) figures 1-5 column 2, line 46 - column 3, line 12	1-12
A	WO 2014/006603 A1 (ADV TECH [FR]) 9 January 2014 (2014-01-09) cited in the application figures	1-12



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

7 July 2017

Date of mailing of the international search report

17/07/2017

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

Altmann, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2017/051819

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2014211141	A	13-11-2014	NONE
US 5324164	A	28-06-1994	NONE
WO 2014006603	A1	09-01-2014	CN 104685207 A 03-06-2015
			EP 2877738 A1 03-06-2015
			FR 2993019 A1 10-01-2014
			JP 2015526628 A 10-09-2015
			US 2015147176 A1 28-05-2015
			WO 2014006603 A1 09-01-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2017/051819

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F03D3/06 B63H1/08 F03B17/06 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F03D B63H F03B		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	JP 2014 211141 A (KAKETA TOSHIYUKI) 13 novembre 2014 (2014-11-13) figures abrégé le document en entier -----	1-12
X	US 5 324 164 A (DOERING JOHN N [US] ET AL) 28 juin 1994 (1994-06-28) figures 1-5 colonne 2, ligne 46 - colonne 3, ligne 12 -----	1-12
A	WO 2014/006603 A1 (ADV TECH [FR]) 9 janvier 2014 (2014-01-09) cité dans la demande figures -----	1-12
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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 7 juillet 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 17/07/2017
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 Altmann, Thomas

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2017/051819

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2014211141 A	13-11-2014	AUCUN	
US 5324164 A	28-06-1994	AUCUN	
WO 2014006603 A1	09-01-2014	CN 104685207 A	03-06-2015
		EP 2877738 A1	03-06-2015
		FR 2993019 A1	10-01-2014
		JP 2015526628 A	10-09-2015
		US 2015147176 A1	28-05-2015
		WO 2014006603 A1	09-01-2014