

(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
7 mai 2009 (07.05.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/056702 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F03D 1/06 (2006.01) **F03D 11/00** (2006.01)
F03D 7/02 (2006.01) **F03D 11/04** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/001184

(22) Date de dépôt international : 8 août 2008 (08.08.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
07/05812 10 août 2007 (10.08.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
VERGNET S.A. [FR/FR]; 1, rue des Châtaigniers,
F-45140 Ormes (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : VERGNET,
Marc [FR/FR]; 23, rue Jean Bleuzen, F-92170 Vanves
(FR).

(74) Mandataire : DEBAY, Yves; Cabinet Debay, 126, Elysée
2, F-78170 La Celle St Cloud (FR).

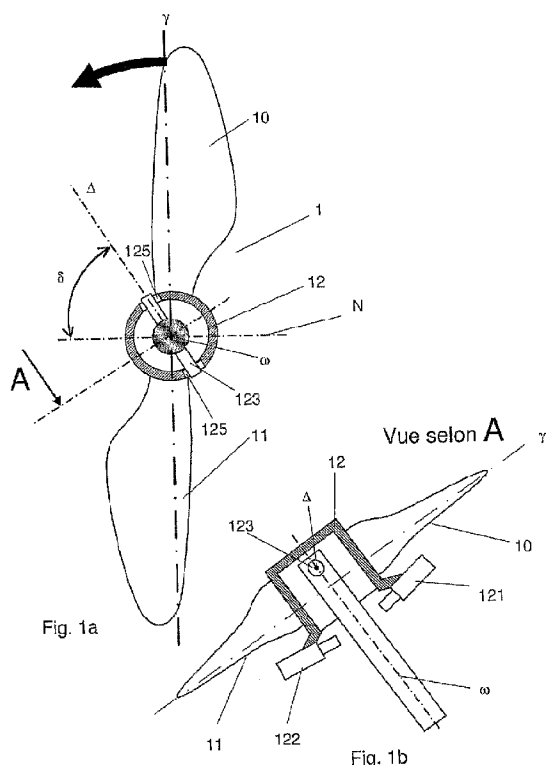
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: IMPROVEMENT TO AN OSCILLATING PROPELLER FOR A TWO-BLADE AEROGENERATOR

(54) Titre : AMÉLIORATION D'UNE HÉLICE OSCILLANTE POUR UN AÉROGÉNÉRATEUR BIPALE



(57) Abstract: The invention relates to an oscillating propeller (1) of a two-blade (10, 11) aerogenerator, said blades being symmetrically mounted in relation to the centre of a hub (12) of a rotor. The aerogenerator is fixed at the top of a supporting mast and the bottom of the mast is anchored to the ground. The hub (12) is mounted in such a way that it rotates with the driving axle (ω) of the aerogenerator and is fixed to the driving axle (ω) in an articulated manner by means of an articulation element (123) in order to drive an electric generator. The articulation element (123) of the articulation axle (Δ) perpendicular to the driving axle (ω) forms an angle (δ) with the normal (N) to the axis (γ) of the blades (10, 11). Intercalated elements are provided between the articulation element (123) and the hub (12) in circular openings (125) formed on the lateral surface of the hub (12) according to the articulation axle (Δ).

(57) Abrégé : L'invention concerne une hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur de type à deux pales (10, 11) montées symétriquement par rapport au centre d'un moyeu (12) d'un rotor, l'aérogénérateur étant érigé à l'extrémité haute d'un mât support et l'extrémité basse du mât ancrée au sol. Le moyeu (12) est monté solidaire en rotation d'un axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur et de façon articulée via un élément d'articulation (123) à l'axe d'entraînement (ω) pour entraîner un générateur électrique. L'élément d'articulation (123) d'axe d'articulation (Δ) perpendiculaire à l'axe d'entraînement (ω) forme un angle (δ) avec la normale (N) à l'axe (γ) des pales (10, 11). Des éléments intercalaires sont prévus entre l'élément d'articulation (123) et le moyeu (12) dans des orifices (125) de forme circulaire formés sur la surface latérale du moyeu (12) selon l'axe d'articulation (Δ).

WO 2009/056702 A2



FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport*

Amélioration d'une hélice oscillante pour un aérogénérateur bipale.

La présente invention concerne le domaine des énergies renouvelables, et propose en particulier une amélioration d'une hélice
5 oscillante pour un aérogénérateur bipale.

Le problème à l'origine de l'invention, mais qui ne doit pas limiter la portée de la présente demande, concerne les éoliennes à trois pales constituées d'un rotor monté de façon rigide sur un axe d'entraînement qui permet d'entraîner un générateur électrique par l'intermédiaire ou non d'un
10 multiplicateur, le rotor permettant de transformer l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique ou électrique. Dans de telles éoliennes, l'avantage est que le rotor est aérodynamiquement et mécaniquement équilibré. Mais le fait que le rotor soit monté de façon rigide sur l'axe d'entraînement des éoliennes provoque des sollicitations fortes et une fatigue accentuée puisque la
15 dissymétrie des forces aérodynamiques qui s'exercent sur le disque balayé par les trois pales produit des effets de torsions sur le rotor, sur l'axe d'entraînement des éoliennes et sur toute la nacelle de ces éoliennes tripales.

De façon à réduire le poids et les coûts des installations éoliennes, les
20 éoliennes tripales sont remplacées par des éoliennes bipales. Mais lorsque le rotor des éoliennes bipales est monté de façon rigide sur l'axe d'entraînement de ces éoliennes bipales, les sollicitations aérodynamiques sont encore plus accentuées.

Les solutions actuelles proposent des éoliennes bipales présentant
25 l'avantage de réduire le poids et les coûts des installations éoliennes et qui sont constituées d'un rotor monté de façon articulée sur l'axe d'entraînement des éoliennes de façon à entraîner l'axe d'entraînement par un axe d'articulation. Cet axe d'articulation est perpendiculaire à l'axe d'entraînement et perpendiculaire à l'axe des pales. Ce système est encore
30 appelé « moyeu oscillant » et permet de réduire les sollicitations aérodynamiques présentes sur les éoliennes bipales de l'art antérieur

d'environ 30 %. Mais les articulations du rotor réalisées au moyen de roulements sont sensibles aux contraintes qui s'exercent sur le rotor et présentent des signes d'usure précoce. Par ailleurs, les mouvements d'oscillation du moyeu du rotor conduisent à des contraintes très fortes en
5 butée sur l'axe d'entraînement des éoliennes.

Le document JP 61 17 5277 propose d'empêcher l'usure de contact entre un moyeu et une fourche provoquée par l'oscillation d'un rotor en fournissant une fourche à deux segments sur la partie périphérique d'un arbre rotatif monté sur le dessus d'un hauban et de la monter afin d'attacher
10 le moyeu du rotor par un matériel absorbant les chocs.

Le document WO 96, 20343 propose un aérogénérateur équipé de cylindres hydrauliques qui sont commandés pour permettre le mouvement des pales selon des angles de conicité désirés.

Et le document US 4 522 561 propose un amortisseur en lacet pour résister à la rotation de l'ensemble principal d'un aérogénérateur autour d'un
15 axe vertical. Mais l'amortissement est réalisé par une action de cisaillement imposée à l'huile par la rotation de disques relativement à un disque central.

Mais ces dispositifs d'amortissement sont lourds et coûteux et ne permettent pas de réaliser un amortissement de grande qualité.

20 Bien évidemment, pour remédier à de tels inconvénients, des butées hydrauliques ont été imaginées et les roulements ont été progressivement remplacés par des articulations élastiques constituées d'éléments en caoutchouc/métal lamifiés qui permettent de reprendre les mouvements d'oscillation du moyeu du rotor.

25 Le but de l'invention est donc de perfectionner le système de « moyeu oscillant » d'un aérogénérateur de type bipale de façon à réduire l'amplitude d'oscillation de l'hélice constituée du rotor et des pales et les efforts sur les dispositifs de rappel ou de freinage de l'oscillation de l'hélice.

Pour atteindre ce but, une hélice oscillante d'un aérogénérateur de type à
30 deux pales montées symétriquement par rapport au centre d'un moyeu d'un rotor, l'aérogénérateur bipale étant érigé à l'extrémité dite haute d'un mât

support et l'extrémité dite basse du mât support ancrée au sol caractérisée en ce que le moyeu est monté solidaire en rotation d'un axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur et de façon articulée via un élément d'articulation à l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur de façon à entraîner un
5 générateur électrique implanté dans une nacelle, l'élément d'articulation d'axe d'articulation (Δ) perpendiculaire à l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur forme un angle (δ) avec la normale (N) à l'axe (γ) des pales pour permettre un mouvement d'oscillation de l'hélice selon l'axe d'articulation (Δ), des éléments intercalaires sont prévus entre l'élément
10 d'articulation et le moyeu dans des orifices de forme circulaire formés sur la surface latérale du moyeu selon l'axe d'articulation (Δ) de l'élément d'articulation;

l'élément d'articulation étant de forme sensiblement cylindrique ou l'assemblage des articulation constituant un ensemble formant sensiblement
15 un cylindre ;

les éléments intercalaires étant en élastomère et renforcés par des lamelles rigides en métal ou textile ou composite pour permettre la rotation de l'élément d'articulation dans le moyeu du rotor assurant l'oscillation de l'hélice, ces éléments intercalaires se déformant en fonction du mouvement
20 d'oscillation de l'hélice pour diminuer les sollicitations mécaniques s'exerçant sur la structure de l'aérogénérateur ; et

l'hélice oscillante comprenant des dispositifs élastiques prévus pour exercer une force de rappel élastique sur tout le mouvement ou une partie du mouvement d'oscillation de l'hélice.

25

Selon une autre particularité, l'hélice comprend des dispositifs élastiques prévus pour exercer une force de rappel élastique sur tout le mouvement ou une partie du mouvement d'oscillation de l'hélice, les dispositifs élastiques étant des ressorts ou des tampons en élastomère.

Selon une autre particularité, l'hélice comprend des dispositifs amortisseurs prévus pour freiner tout le mouvement ou une partie du mouvement d'oscillation de l'élément d'articulation, les dispositifs amortisseurs étant de type hydraulique ou viscoélastique.

5 Selon une autre particularité, au moins deux butées hydrauliques sont montées fixement sur le moyeu du rotor et symétriquement par rapport à l'axe d'entraînement (ω) pour freiner le mouvement d'oscillation de l'hélice.

Selon une autre particularité, l'angle (δ) est sensiblement compris entre 40 et 85° par rapport à la normale (N) à l'axe (γ) des pales et permet de
10 corriger l'angle d'attaque des pales par rapport au vent.

Un autre but est atteint en proposant un fonctionnement d'une hélice oscillante d'un aérogénérateur comprenant un élément d'articulation permettant de transmettre le couple moteur d'un moyeu de l'hélice à un axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur pour entraîner un générateur
15 électrique implanté dans une nacelle, caractérisé en ce que l'hélice peut osciller selon l'axe d'articulation (Δ) entre des positions angulaires dites extrémales, ces positions angulaires extrémales étant déterminées dès lors qu'une butée hydraulique montée fixement sur le moyeu du rotor est en contact avec l'axe d'entraînement de l'aérogénérateur et le mouvement
20 d'oscillation de l'hélice permettant de réduire les sollicitations aérodynamiques sur l'aérogénérateur est assuré par la rotation selon l'axe d'articulation (Δ) de l'élément d'articulation.

Selon une autre particularité, l'hélice peut osciller « librement » sur une partie de son mouvement d'oscillation entre les deux positions
25 angulaires extrémales tant que l'amplitude d'oscillation est inférieure à ce mouvement d'oscillation libre.

Selon une autre particularité, au-delà du mouvement d'oscillation « libre » c'est-à-dire pour un mouvement d'oscillation excessif de l'hélice, un dispositif amortisseur de type hydraulique est utilisé afin d'amortir ce
30 mouvement d'oscillation excessif.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux figures annexées données à titre d'exemples non limitatifs dans lesquelles :

5 - la figure 1 représente un schéma de l'hélice oscillante selon l'invention ;

 - la figure 2 illustre le mouvement d'oscillation de l'hélice oscillante selon l'invention : la figure 2a représente l'hélice selon l'invention dans sa position d'origine, la figure 2b représente l'hélice selon l'invention dans une position d'oscillation et la figure 2c représente l'hélice dans une position en butée ;

 - la figure 3 illustre l'angle d'attaque des pales par rapport au vent : la figure 3a représentant l'angle d'attaque des pales par rapport au vent lorsque l'hélice oscillante est dans sa position d'origine et la figure 3b représentant l'angle d'attaque des pales par rapport au vent pour l'hélice oscillante en position d'oscillation, la comparaison entre les figures 3a et 3b illustrant la variation de l'angle d'attaque des pales par rapport au vent ; et

 - la figure 4 représente une vue de face du moyeu du rotor dans la direction de l'axe d'articulation de l'élément d'articulation.

20 La présente invention a pour but d'améliorer une hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur bipale de façon à réduire les sollicitations dynamiques et cinématiques sur l'aérogénérateur bipale. En référence à la figure 1, l'invention concerne une hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur de type à deux pales (10, 11) montées symétriquement par rapport au centre d'un moyeu (12) d'un rotor. Le moyeu (12) du rotor est monté solidaire en rotation d'un axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur et de façon articulée à l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur via un élément d'articulation (123). L'élément d'articulation (123) d'axe d'articulation (Δ) perpendiculaire à l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur forme un angle (δ) avec la normale (N) à l'axe (γ) des pales (10, 11). De cette façon, l'élément d'articulation, ou l'assemblage des articulations constituant un ensemble, (123) de forme

sensiblement cylindrique permet ainsi la transmission du couple moteur du moyeu (12) de l'hélice (1) à l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur de façon à ce que l'axe d'entraînement (ω) entraîne un générateur électrique implanté dans une nacelle par l'intermédiaire ou non d'un multiplicateur (2) pour convertir cette énergie éolienne en énergie électrique ou mécanique. La nacelle est montée en rotation à une extrémité dite haute d'un mât support haubané ou sans haubans, de façon à ce que les pales (10, 11) soient positionnées en avant de la nacelle. L'extrémité dite basse du mât support est ancrée au sol et, dans le cas d'un mât support haubané, le mât support est maintenu verticalement par les haubans ancrés au sol par une première extrémité et reliés au mât support par une deuxième extrémité. Il est à noter que l'élévation de l'aérogénérateur sur le mât support s'effectue au moyen d'un système de levage connu.

En plus de la transmission du couple moteur du moyeu (12) à l'axe d'entraînement (ω), l'élément d'articulation (123) permet à l'hélice (1) d'osciller ou de pivoter selon l'axe d'articulation (Δ) de l'élément d'articulation (123). En effet, la rotation de l'élément d'articulation (123) selon l'axe d'articulation (Δ) entraîne un mouvement d'oscillation ou pivotement pour l'hélice (1) selon l'axe d'articulation (Δ). Ce mouvement d'oscillation ou pivotement de l'hélice (1) lui permet de s'adapter à l'hétérogénéité du vent et de réduire la flexion générée par l'hélice (1) sur l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur.

En référence à la figure 4a, des éléments intercalaires (124) sont prévus entre l'élément d'articulation (123) et le moyeu (12) dans des orifices (125) de forme circulaire et de diamètre supérieur au diamètre de l'élément d'articulation. Ces orifices (125) sont formés sur la surface latérale du moyeu (12) selon l'axe d'articulation (Δ) de l'élément d'articulation (123). Ces éléments intercalaires (124) insérés dans les orifices (125) sont en élastomère et sont renforcés par des lamelles rigides en métal ou textile ou composite offrant ainsi une résistance élevée à la compression et une souplesse en cisaillement suffisante pour permettre la rotation de l'élément

d'articulation (123) dans le moyeu (12) du rotor assurant le pivotement ou oscillation de l'hélice (1) selon l'axe d'articulation (Δ). Lors de ce mouvement d'oscillation ou pivotement de l'hélice (1), ces éléments intercalaires (124) peuvent se déformer, comme illustré à la figure 4b, de façon à diminuer les sollicitations mécaniques s'exerçant sur l'aérogénérateur. En outre, ces éléments intercalaires (124) présentent l'avantage d'une durée de vie importante et une dispense de tout entretien.

L'hélice oscillante (1) comporte des dispositifs élastiques tels que des ressorts ou des tampons en élastomère de façon à exercer une force de rappel élastique sur tout le mouvement ou une partie du mouvement d'oscillation de l'hélice (1) et des dispositifs amortisseurs de type hydraulique ou viscoélastique, comme notamment dans l'exemple représenté à la figure 1b, des butées hydrauliques (121, 122), de façon à freiner tout le mouvement ou une partie du mouvement d'oscillation de l'hélice (1). Le mouvement d'oscillation de l'hélice (1) est freiné par les deux butées hydrauliques (121, 122) montées fixement sur le moyeu (12) du rotor et symétriquement par rapport à l'axe d'entraînement (ω), comme illustré à la figure 2a. Ainsi l'hélice (1) peut osciller, comme illustré à la figure 2b, entre des positions angulaires dites extrémales (A), ces positions angulaires extrémales (A) étant déterminées dès lors que les butées (121, 122) sont en contact avec l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur, comme illustré à la figure 2c.

L'angle (δ) que fait l'axe d'articulation (Δ) de l'élément d'articulation (123) avec la normale (N) à l'axe (γ) des pales (10, 11) est sensiblement compris entre 40 et 85° par rapport à la normale (N) à l'axe (γ) des pales (10, 11). L'un des avantages de cet angle (δ), comme illustré à la figure 3, est qu'il permet aux pales (10, 11) de corriger de façon automatique et dans un sens favorable leur angle d'attaque (α) par rapport au vent, l'angle (α') correspondant à l'angle d'attaque corrigé par rapport à l'angle d'attaque (α) quand l'hélice (1) est dans sa position d'origine, de façon à réduire l'amplitude du mouvement d'oscillation de l'hélice (1) et notamment les déplacements ou mouvements d'oscillation se produisant à l'extrémité des

pales (10, 11). En effet, comme illustré à la figure 3b, cet angle (δ) permet un couplage entre l'angle d'oscillation de l'hélice (1) et l'angle d'incidence des pales (10, 11). Ce couplage est tel qu'il permet de stabiliser aérodynamiquement l'hélice (1) avec une amplitude d'oscillation réduite d'un rapport 2 à 5 comparé à celle des hélices de l'art antérieur. Cette diminution de l'amplitude d'oscillation des pales (10, 11) permet de positionner l'hélice oscillante (1) plus près du mât support. En outre, cet angle (δ) permet de réduire les efforts sur les dispositifs élastiques et les dispositifs amortisseurs de l'hélice oscillante (1). Enfin, cet angle (δ) permet de réduire de façon considérable le dimensionnement des butées hydrauliques (121, 122) permettant de freiner le mouvement d'oscillation de l'hélice (1).

On décrira ci-après le fonctionnement de l'hélice (1) oscillante selon l'invention qui vient d'être décrite.

En référence à la figure 2b, l'hélice (1) peut donc osciller ou pivoter via la rotation de l'élément d'articulation (123) entre ses positions angulaires extrémales (A) limitées par les deux butées hydrauliques (121, 122) tout en ayant le mouvement de rotation habituel dû à l'énergie du vent de façon à convertir l'énergie éolienne en énergie électrique ou mécanique, ce mouvement de rotation de l'hélice (1) entraînant un générateur électrique par l'intermédiaire d'un axe d'entraînement (Δ).

Entre ses positions angulaires extrémales (A) et sur une partie du mouvement d'oscillation de l'hélice (1), l'hélice (1) peut osciller « librement » dans une zone d'oscillation dite « libre » ce qui permet d'annuler le phénomène de flexion s'exerçant sur l'axe d'entraînement (ω) tant que l'amplitude du mouvement d'oscillation est inférieure à ce mouvement d'oscillation libre. Il est à noter que la zone d'oscillation dite « libre » de l'hélice (1) est suffisamment grande pour que l'amplitude du mouvement d'oscillation soit inscrite dans cette zone d'oscillation dite « libre » de l'hélice (1) tant que l'aérogénérateur fonctionne normalement.

Au-delà de cette zone d'oscillation « libre » c'est à dire pour un mouvement d'oscillation excessif de l'hélice (1), un dispositif amortisseur

amortit ce mouvement d'oscillation excessif qui peut être généré par exemple, par une brusque variation de la direction du vent. Le dispositif amortisseur de type hydraulique est équipé d'un dispositif appelé « limiteur d'effort » qui permet de maintenir l'effort de freinage du mouvement d'oscillation de l'hélice (1) dans des intensités supportables par la structure de l'aérogénérateur. En outre, ce dispositif amortisseur de type hydraulique est conçu de telle façon que son effet augmente quand le mouvement d'oscillation augmente, ce qui permet de conserver l'efficacité du freinage tout au long de l'amortissement du mouvement d'oscillation excessif de l'hélice (1).

Un des avantages de l'invention est que l'hélice oscillante (1) de l'aérogénérateur bipale permet de réduire de façon considérable les sollicitations aérodynamiques s'exerçant sur l'aérogénérateur permettant un gain significatif de poids et de coûts.

Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-dessus.

REVENDECATIONS

1. Hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur de type à deux pales (10, 11) montées symétriquement par rapport au centre d'un moyeu (12) d'un rotor, l'aérogénérateur bipale étant érigé à l'extrémité dite haute d'un mât support et l'extrémité dite basse du mât support ancrée au sol caractérisée en ce que le moyeu (12) est monté solidaire en rotation d'un axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur et de façon articulée via un élément d'articulation (123) à l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur de façon à entraîner un générateur électrique implanté dans une nacelle, l'élément d'articulation (123) d'axe d'articulation (Δ) perpendiculaire à l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur forme un angle (δ) avec la normale (N) à l'axe (γ) des pales (10, 11) pour permettre un mouvement d'oscillation de l'hélice (1) selon l'axe d'articulation (Δ), des éléments intercalaires (124) sont prévus entre l'élément d'articulation (123) et le moyeu (12) dans des orifices (125) de forme circulaire formés sur la surface latérale du moyeu (12) selon l'axe d'articulation (Δ) de l'élément d'articulation (123) ;

l'élément d'articulation (123) étant de forme sensiblement cylindrique ou l'assemblage des articulation constituant un ensemble formant sensiblement un cylindre ;

les éléments intercalaires (124) étant en élastomère et renforcés par des lamelles rigides en métal ou textile ou composite pour permettre la rotation de l'élément d'articulation (123) dans le moyeu (12) du rotor assurant l'oscillation de l'hélice (1), ces éléments intercalaires (124) se déformant en fonction du mouvement d'oscillation de l'hélice (1) pour diminuer les sollicitations mécaniques s'exerçant sur la structure de l'aérogénérateur ; et

l'hélice oscillante comprenant des dispositifs élastiques prévus pour exercer une force de rappel élastique sur tout le mouvement ou une partie du mouvement d'oscillation de l'hélice (1) .

2. Hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur selon la revendication 1, caractérisée en ce que les dispositifs élastiques sont des ressorts ou des tampons en élastomère.

3. Hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comprend des dispositifs amortisseurs prévus pour freiner tout le mouvement ou une partie du mouvement d'oscillation de l'hélice (1), les dispositifs amortisseurs étant de type hydraulique ou viscoélastique.

4. Hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur selon une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'au moins deux butées hydrauliques (121, 122) sont montées fixement sur le moyeu (12) du rotor et symétriquement par rapport à l'axe d'entraînement (ω) pour freiner le mouvement d'oscillation de l'hélice (1).

5. Hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur selon une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'angle (δ) est sensiblement compris entre 40 et 85° par rapport à la normale (N) à l'axe (γ) des pales (10, 11) et permet de corriger l'angle d'attaque (α) des pales (10, 11) par rapport au vent.

6. Fonctionnement d'une hélice (1) oscillante d'un aérogénérateur selon une des revendications 1 à 5 comprenant un élément d'articulation (123) permettant de transmettre le couple moteur d'un moyeu (12) de l'hélice (1) à un axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur pour entraîner un générateur électrique implanté dans une nacelle caractérisé en ce que l'hélice (1) peut osciller selon l'axe d'articulation (Δ) entre des positions angulaires dites extrémales (A), ces positions angulaires extrémales (A) étant déterminées dès lors qu'une butée hydraulique (121, 122) montée fixement sur le moyeu (12) du rotor est en contact avec l'axe d'entraînement (ω) de l'aérogénérateur et le mouvement d'oscillation de l'hélice (1) permettant de réduire les sollicitations aérodynamiques sur l'aérogénérateur est assuré par la rotation selon l'axe d'articulation (Δ) de l'élément d'articulation (123).

7. Fonctionnement d'une hélice (1) oscillante selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'hélice (1) peut osciller « librement » sur une partie de son mouvement d'oscillation entre les deux positions angulaires extrémales (A) tant que l'amplitude du mouvement d'oscillation est inférieure à ce
5 mouvement d'oscillation libre.

8. Fonctionnement d'une hélice (1) oscillante selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que au-delà du mouvement d'oscillation « libre » c'est-à-dire pour un mouvement d'oscillation excessif de l'hélice (1), un dispositif amortisseur de type hydraulique est utilisé afin d'amortir ce mouvement
10 d'oscillation excessif.

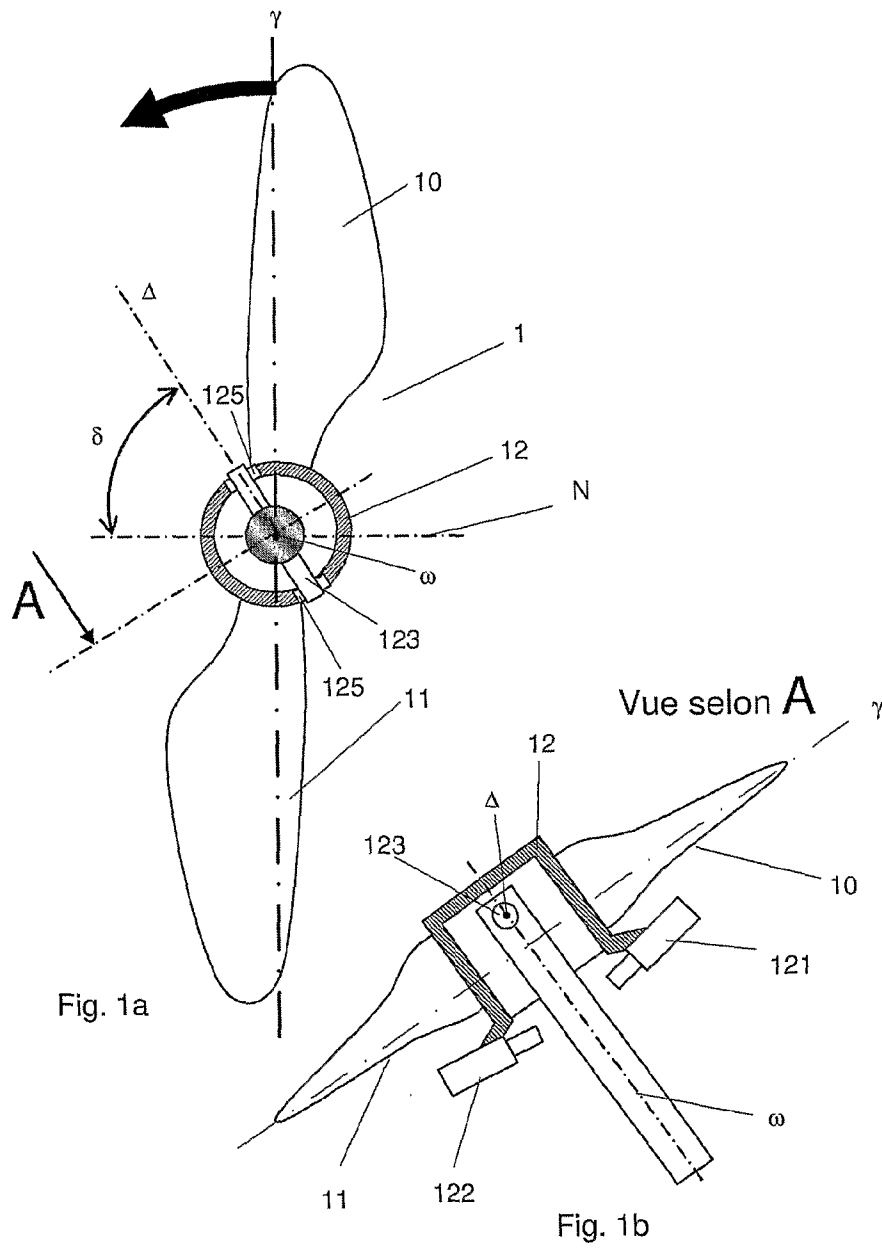


Fig. 1

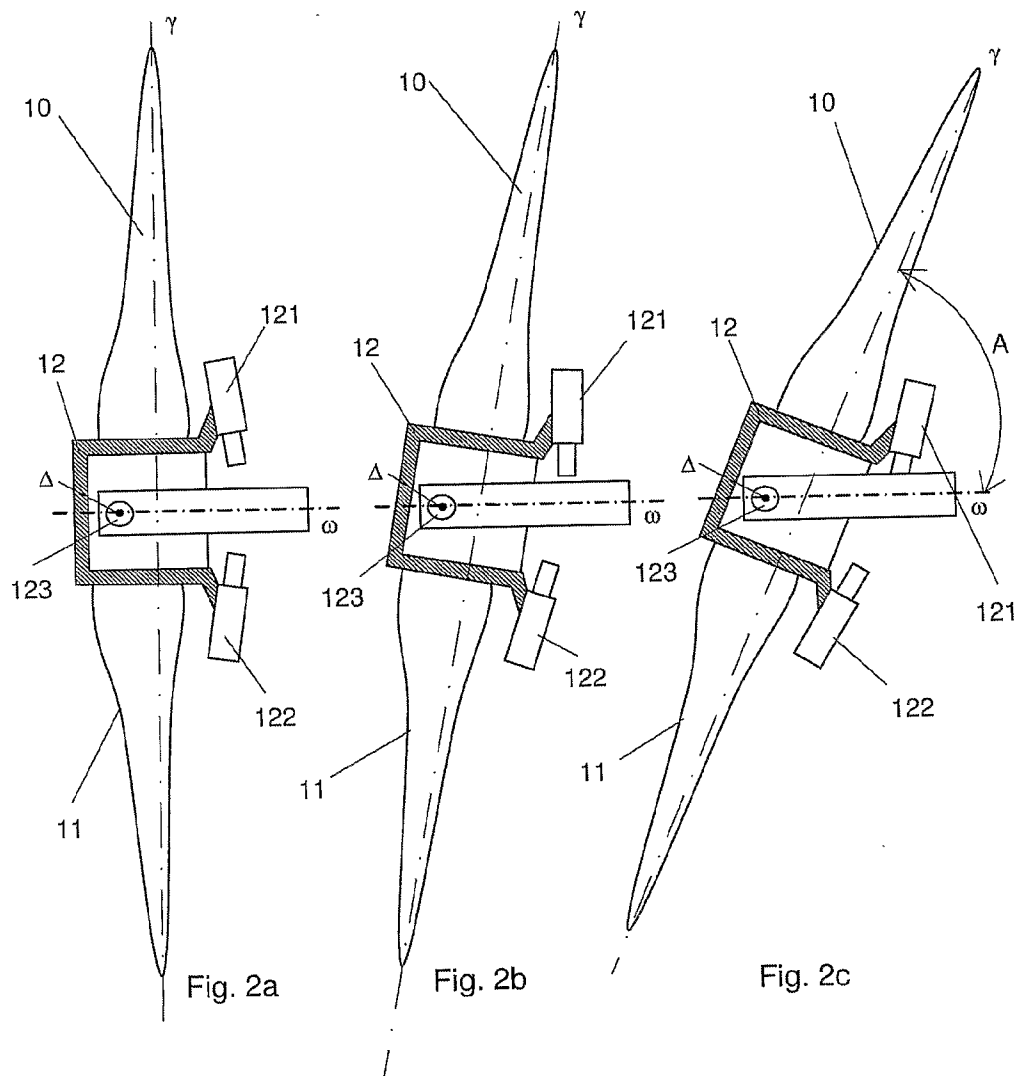


Fig. 2

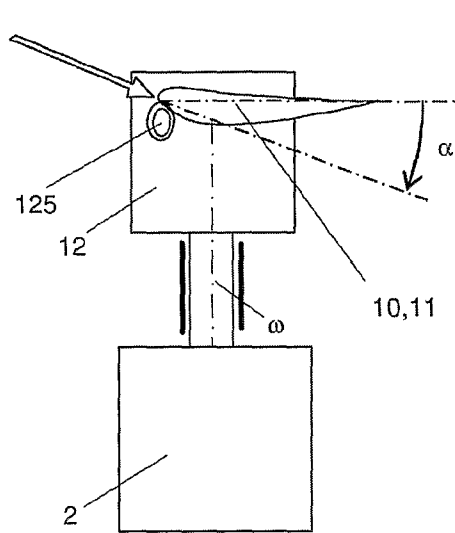


Fig. 3a

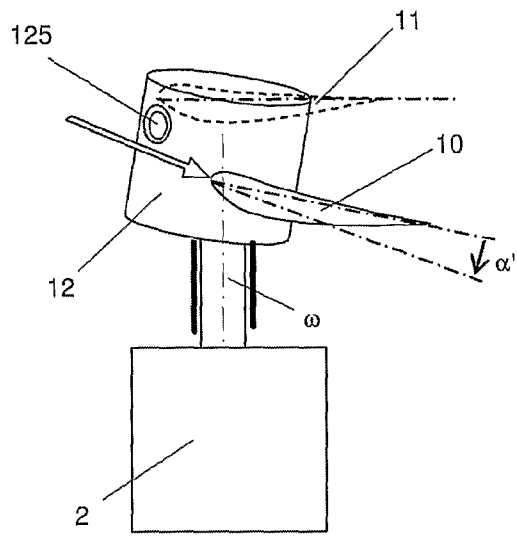


Fig. 3b

Fig. 3

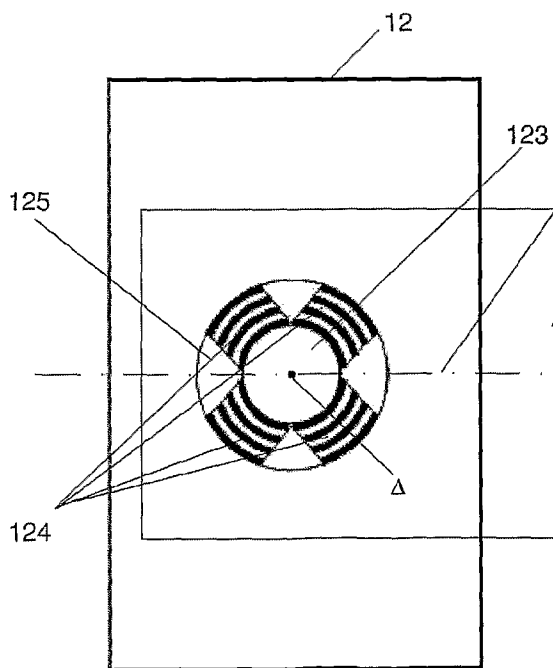


Fig. 4a

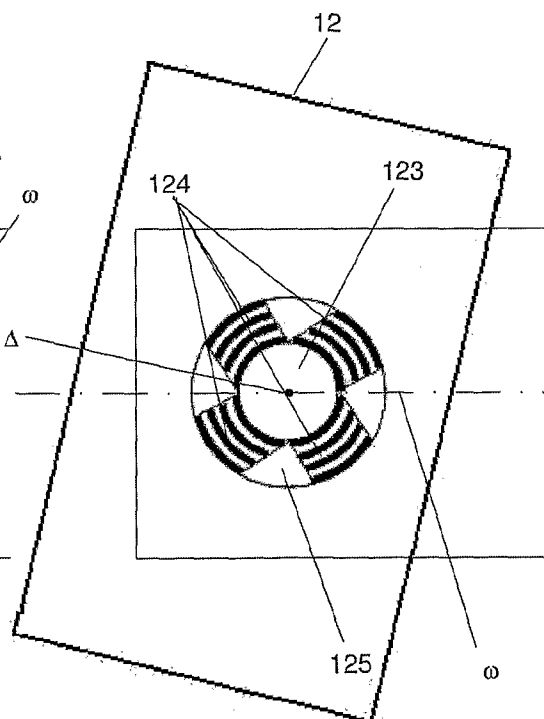


Fig. 4b

Fig. 4