

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 132 547

②1 N° d'enregistrement national : **22 01070**

⑤1 Int Cl⁸ : *F 03 D 3/06 (2022.01)*

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.02.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.08.23 Bulletin 23/32.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension : Polynésie-Fr

⑦1 Demandeur(s) : *CYCLONIC MARITIME INNOVATION
SARL — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : MEAR Etienne.

⑦3 Titulaire(s) : *CYCLONIC MARITIME INNOVATION
SARL.*

⑦4 Mandataire(s) : FGPI.

⑤4 **Eolienne à axe vertical, et navire équipé d'au moins une telle éolienne.**

⑤7 L'invention concerne une éolienne (E) à axe vertical
comprenant un nombre impair de voiles (V1, V2, V3), et des
moyens (O) pour réduire la prise au vent de ces voiles (V1,
V2, V3) lorsqu'elles remontent dans le lit du vent, et pour
augmenter la prise au vent de ces voiles (V1, V2, V3) lors-
qu'elles descendent dans le lit du vent.

FR 3 132 547 - A1



Description

Titre de l'invention : Eolienne à axe vertical, et navire équipé d'au moins une telle éolienne

- [0001] Dans le domaine du transport maritime, de nombreuses recherches portent sur les moyens permettant d'utiliser au mieux la force du vent pour compléter ou se substituer aux moyens de propulsion traditionnels motorisés.
- [0002] Certains axes de recherche portent sur la traction des navires au moyen de voiles libres, maintenues par des câbles et flottant au-dessus des navires.
- [0003] D'autres axes de recherche portent sur l'utilisation du vent comme moyens indirects de propulsion, c'est-à-dire entraînant un système qui lui-même entraîne un générateur électrique ou bien une hélice ou analogue, assurant la propulsion du navire.
- [0004] Ces derniers axes de recherche ont conduit à la mise au point d'un certain nombre de machines tournantes du type éoliennes, certaines à axes horizontaux, d'autres axes verticaux.
- [0005] La présente invention vise à fournir une éolienne à axe vertical apte à assurer notamment la propulsion d'un navire, qui présente de nouvelles caractéristiques permettant d'obtenir une efficacité nettement améliorée par rapport aux éoliennes qui ont été développées jusqu'à ce jour.
- [0006] On atteint notamment ce but de l'invention avec une éolienne à axe vertical comprenant un nombre impair de voiles, et des moyens pour réduire la prise au vent de ces voiles lorsqu'elles remontent dans le lit du vent, et pour augmenter la prise au vent de ces voiles lorsqu'elles descendent dans le lit du vent.
- [0007] Grâce à ces caractéristiques, qui permettent de réduire le freinage de l'éolienne provoqué par les voiles qui remontent face au vent, et d'augmenter l'accélération de l'éolienne par les voiles qui prennent le vent, on obtient une éolienne qui présente un rendement nettement amélioré par rapport aux solutions existantes.
- [0008] Suivant des caractéristiques optionnelles de l'éolienne selon l'invention, prises seules ou en combinaison :
- [0009] - lesdits moyens de réduction et d'augmentation de la prise au vent des voiles comprennent des mâts orientables, et des moyens pour modifier l'orientation de ces mâts : de tels mâts orientables constituent une solution simple pour modifier la prise au vent des voiles ;
- [0010] - lesdits moyens de réduction et d'augmentation de la prise au vent des voiles comprennent en outre des bômes fixes solidaires desdits mâts, et des bômes mobiles articulées sur lesdites bômes fixes : ces bômes mobiles fournissent des moyens complémentaires pour modifier la prise au vent des voiles ;

- [0011] - lesdits moyens pour modifier l'orientation desdits mâts comprennent :
- une embase,
 - une manivelle comprenant au moins un bras et un maneton, montée rotative sur cette embase,
 - un support de mâts monté coaxial et rotatif sur ladite manivelle,
 - une roue excentrique montée rotative sur ledit maneton,
 - des moyens d'entraînement et de synchronisation interposés entre ledit support de mâts et ladite roue excentrique assurant un rapport de transmission de 1 pour 1,
 - des bielles interposées entre lesdites bômes fixes et ladite roue excentrique, et
 - des moyens pour maintenir ledit au moins un bras de la manivelle selon une direction sensiblement perpendiculaire à celle du vent apparent : ce mode de réalisation permet d'assurer une orientation optimale des voiles par rapport au vent ;
- [0012] - l'éolienne comprend un arbre moteur monté rotatif à l'intérieur de ladite embase, et muni d'un pignon moteur coopérant avec une denture formée sur la partie de grand diamètre de ladite roue excentrique : cet arbre moteur, entraîné à grande vitesse grâce au rapport de multiplication entre les pignons, peut lui-même entraîner un générateur électrique et/ou un système de propulsion telle qu'une hélice de navire ou une turbine ;
- [0013] - les moyens de maintien dudit au moins un bras de la manivelle selon une direction sensiblement perpendiculaire à celle du vent apparent, sont sélectionnés dans le groupe comprenant un organe d'orientation purement mécanique et des moyens d'asservissement électrique ;
- [0014] - l'éolienne comprend en outre des moyens pour régler l'orientation desdites bômes mobiles par rapport auxdites bômes fixes : ces moyens de réglage offrent des possibilités supplémentaires, comme par exemple de forcer les voiles à se mettre en drapeau, c'est-à-dire parallèlement à la direction du vent, lorsqu'on souhaite arrêter l'éolienne ;
- [0015] - lesdits mâts sont reliés entre eux par des haubans et des entretoises : cet agencement permet de conférer la rigidité nécessaire à l'éolienne ;
- [0016] - l'éolienne comprend trois mâts et trois voiles : ce nombre impair de mâts et de voiles est optimal en termes d'efficacité/coût ;
- [0017] - les voiles sont choisies dans le groupe comprenant les voiles souples, les voiles rigides, les panneaux photovoltaïques : la présence de panneaux photovoltaïques permet d'utiliser utilement la surface des voiles pour produire de l'énergie électrique pouvant être utilisée à différentes fins, comme par exemple l'alimentation des installations électriques d'un navire, et en complément de la propulsion.
- [0018] La présente invention se rapporte également à un navire équipé d'au moins une éolienne conforme à ce qui précède, comprenant des moyens de propulsion entraînés par ledit arbre moteur : la présence d'au moins une telle éolienne, et de préférence de

deux telles éoliennes sur un navire, permet d'utiliser de manière très efficace la force du vent pour entraîner un générateur électrique et/ou système de propulsion mécanique de ce navire, du type à hélice(s) ou à turbines à axes verticaux par exemple.

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

[Fig.1] : une vue en perspective d'un navire équipé de deux éoliennes à axe vertical selon l'invention,

[Fig.2] : des vues respectivement en perspective (2a) et en élévation (2b) de l'une de ces deux éoliennes,

[Fig.3] : une vue en élévation de l'un de ces mâts orientables équipé de sa voile,

[Fig.4] : des vues en perspective de ce mât et de cette voile dans trois positions différentes de déploiement de la voile, haute (4a), intermédiaire (4b) et basse (4c),

[Fig.5] : une vue en perspective générale (5a) et zoomée (5b) des mâts orientables de cette éolienne, et du mécanisme d'orientation associé,

[Fig.6] : des vues détaillées en perspective du mécanisme d'orientation des mâts, à l'état assemblé (6a), en coupe axiale (6b) et en vue éclatée (6c),

[Fig.7] : des vues en coupe axiale et de dessus du mécanisme de la [Fig.6],

[Fig.8] : une vue en perspective des mâts orientables de l'éolienne et du mécanisme d'orientation associé, sur laquelle on a représenté en outre un aileron d'orientation de la manivelle de ce mécanisme,

[Fig.9] : des vues de dessus de l'éolienne selon l'invention dans des première (9a1) et deuxième (9a2) positions, auxquelles correspondent respectivement des vues en perspectives de ces deux positions (9b1 et 9b2) ;

[Fig.10] : des vues de dessus de l'éolienne selon l'invention dans des troisième (10a3) et quatrième (10a4) positions, auxquelles correspondent respectivement des vues en perspectives de ces deux positions (10b3 et 10b4) ;

[Fig.11] : une vue en perspective d'un mode de réalisation de l'éolienne selon l'invention à voiles rigides ;

[Fig.12] : des vues en perspective (12a) et en élévation (12b) d'un mode de réalisation de l'éolienne selon l'invention à voiles à enrouleurs, et avec une variante de mécanisme d'orientation des mâts,

[Fig.13] : une vue en perspective et en coupe axiale du mécanisme d'orientation des mâts de l'éolienne de la [Fig.12],

[Fig.14] : des vues en perspective d'un mode de réalisation d'une éolienne selon l'invention à panneaux photovoltaïques, respectivement en configuration motrice (14a) et à l'arrêt (14b).

[Fig.15] : une vue en perspective d'un détail de l'éolienne de la [Fig.14], permettant de voir un mécanisme d'orientation asservi des panneaux photovoltaïques, et

[Fig.16] : une vue en perspective d'un détail de l'éolienne de la [Fig.14], permettant de voir un mécanisme de guidage des mâts.

[0020] Pour plus de clarté, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques ou similaires sur l'ensemble des figures.

[0021] Dans ce qui suit, le terme « voile » désignera les parties de l'éolienne destinées à prendre le vent, afin de faire tourner cette éolienne autour de son axe vertical.

[0022] Ce terme « voile » couvre non seulement des éléments souples réalisés en toile, mais également des éléments rigides ou semi-rigides, réalisés en tous types de matériaux tels que du verre, ainsi que des panneaux photovoltaïques souples ou rigides.

[0023] Les termes « remonter dans le lit du vent » ou « descendre dans le lit du vent » ont leur acception marine habituelle, signifiant respectivement « aller contre le sens du vent » et « aller dans le sens du vent ».

[0024] Les termes « vent apparent » désignent une direction et une force de vent tels que ressentis sur un mobile tel qu'un navire.

[0025] Les termes « supérieur » et « inférieur » s'entendent par rapport à la direction verticale qu'occupe l'éolienne en situation de fonctionnement.

[0026] On se reporte à présent à la [Fig.1] ci-annexée, sur laquelle on a représenté un navire 1, en l'espèce un trimaran, équipé de deux éoliennes E1 et E2 à axe vertical selon l'invention.

[0027] Comme cela est visible sur cette figure, ces deux éoliennes E1 et E2 sont installées sur le pont 3 du navire 1, et sont adaptées pour entraîner un générateur électrique et/ou un système de propulsion mécanique du navire (non représenté), par exemple une ou plusieurs hélices, ou une ou plusieurs turbines à axe vertical disposées au droit des éoliennes.

[0028] Ces turbines à axe vertical et à ailettes orientables pourront fonctionner dans l'eau selon les mêmes principes de dynamique des fluides que les voiles V des éoliennes E1 et E2 situées sur le pont 3 du navire 1, tels qu'ils vont être expliqués dans ce qui suit.

[0029] En se reportant à présent à la [Fig.2], on peut voir que chaque éolienne E de la [Fig.1] comporte une pluralité, et de préférence trois mâts M1, M2, M3 orientables profilés à la manière d'ailes, supportant chacun une voile V1, V2, V3 fixée dans sa partie supérieure à son mât associé, et dans sa partie inférieure à une bôme mobile BM1, BM2, BM3.

[0030] Comme cela est visible sur la [Fig.3], chaque bôme mobile BM est montée articulée sur une bôme fixe BF solidaire de la partie inférieure du mât associé M.

[0031] De préférence, comme cela est visible à la [Fig.4], la voile V peut s'enrouler à l'intérieur de la bôme mobile BM, de manière à pouvoir occuper plusieurs positions, selon la situation du navire et la force du vent : position totalement déroulée (figure 4a), position à moitié enroulée (figure 4b) et position presque totalement enroulée

(figure 4c).

- [0032] L'ensemble formé par ces mâts M et ces voiles V est lui-même monté mobile sur un mécanisme d'orientation O représenté de manière générale sur les figures 5a et 5b.
- [0033] On se reporte à présent aux figures 6 et 7, sur lesquelles on a représenté de manière détaillée ce mécanisme O permettant de modifier l'orientation des mâts M et des voiles V associées.
- [0034] Comme cela est visible sur ces figures, ce mécanisme O comprend une embase 5 destinée à être fixée sur le pont 3 du navire 1.
- [0035] Cette embase 5, de forme sensiblement cylindrique et renforcée par des nervures 7, accueille une manivelle 9 pouvant pivoter librement à l'intérieur de cette embase 5.
- [0036] Plus précisément, cette manivelle 9 comprend un bras d'entrée 11, un maneton 13, un bras de sortie 15 et un arbre de sortie 17, ce dernier étant monté rotatif à l'intérieur de l'embase 5.
- [0037] Sur le bras d'entrée 11 de la manivelle 9 est monté rotatif un support de mâts S pouvant présenter sensiblement la forme d'une étoile à trois branches BR1, BR2, BR3.
- [0038] Comme cela est visible notamment sur les figures 2, 9 et 10, chacune de ces branches B est destinée à supporter un mât orientable M.
- [0039] Sur le maneton 13 de la manivelle 9 est montée rotative une roue excentrique 21.
- [0040] Des pignons d'entraînement et de synchronisation 22, au nombre de trois, assurent un rapport de transmission de 1 pour 1 et un mouvement homocinétique entre le support de mâts S et la roue excentrique 21.
- [0041] Dans sa partie de grand diamètre, et de préférence à l'intérieur de celle-ci, la roue excentrique 21 comporte une denture coopérant avec un pignon moteur 23 solidaire d'un arbre moteur 25 monté librement pivotant à l'intérieur de l'arbre de sortie 17 de la manivelle 9.
- [0042] Cet arbre moteur 25 se prolonge en deçà de l'embase 5, de manière à pouvoir assurer une transmission de couple à un système de propulsion du navire (non représenté).
- [0043] Comme cela est visible notamment sur les figures 2, 5, 9, 10 et 12, des bielles B1, B2, B3 sont interposées entre la roue excentrique 21 et les bômes fixes BF1, BF2, BF3, de manière à assurer la modification de l'orientation des mâts M1, M2, M3 par rapport au support de mâts S selon la cinématique visible sur les figures 9 et 10.
- [0044] Sur ces figures, on a représenté une éolienne E selon l'invention dans quatre positions successives, chaque fois en vue de dessus et en perspective.
- [0045] La direction et le sens du vent apparent sont indiqués par la flèche F.
- [0046] Tout d'abord, comme cela est visible sur l'ensemble de ces figures, le mécanisme O d'orientation des mâts M selon l'invention comprend des moyens permettant de maintenir les bras 11, 15 de la manivelle 9 selon une direction sensiblement perpendiculaire à la direction F du vent.

- [0047] Comme cela est visible sur la [Fig.8], ces moyens peuvent comprendre un aileron de type girouette 27, solidaire de la manivelle 9.
- [0048] On peut également voir sur cette [Fig.8] que les mâts M1, M2, M3 peuvent être inclinés vers le centre de l'éolienne dans la partie supérieure, afin d'améliorer les performances et la stabilité de l'ensemble.
- [0049] Sur les figures 9a1 et 9b1, la voile V1 est en train de remonter dans le lit du vent, et l'écartement de la bôme mobile BM1 par rapport à la bôme fixe BF1 permet de réduire la prise au vent de cette voile V1.
- [0050] Pendant ce temps, les bielles B2, B3 associées aux bômes fixes BF2, BF3 des deux autres voiles V2 et V3 permettent d'orienter ces dernières selon une direction sensiblement perpendiculaire à celle du vent, augmentant ainsi leur prise au vent et par conséquent l'effort d'entraînement en rotation du support de mâts S, et donc de la roue excentrique 21 et de l'arbre moteur 25.
- [0051] Sur les figures 9a2 et 9b2, la bielle B1 associée à la bôme fixe BF1 de la voile V1 a eu pour effet d'augmenter l'angle d'ouverture de cette bôme fixe BF1 par rapport à la branche associée BR1 du support de mâts S, et ainsi d'accélérer le passage de la voile V1 vers la position représentée à la figure 9a2 dans laquelle cette voile V1 se trouve parallèle à la direction F du vent, limitant ainsi sa prise au vent susceptible de freiner la vitesse de rotation de l'éolienne E.
- [0052] Pendant ce temps, grâce à sa bielle B3 associée, la bôme fixe BF3 associée à la voile V3 commence à s'ouvrir par rapport à la branche associée BR3 du support de mâts S, permettant de réduire la prise au vent de la voile V3 pendant que celle-ci remonte dans le lit du vent.
- [0053] Sur les figures 10a3 et 10b3, l'ouverture de la bôme fixe BF1 associée à la voile V1 par rapport à la branche BR1 de support de mâts S associée, a commencé à s'ouvrir, sous l'action de sa bielle associée B1, amenant ainsi rapidement la voile V1 dans une position sensiblement perpendiculaire à la direction F du vent.
- [0054] Enfin, sur les figures 10a4 et 10b4, la voile V3 se retrouve dans la même position que celle de la voile V1 sur les figures 9a1 et 9b1.
- [0055] Ce mouvement cyclique se reproduit indéfiniment.
- [0056] Grâce au maintien de la direction des bras 11, 15 de la manivelle 9 perpendiculairement à la direction F du vent, et au mouvement relatif du support de mâts S et de la roue excentrique 21, on peut actionner les bielles B de manière à modifier l'orientation des bômes fixes BF et des mâts M associés par rapport au support de mâts S.
- [0057] On peut de la sorte optimiser l'orientation des voiles V par rapport au vent selon la position qu'occupent ces voiles V dans le cycle : réduction de la prise au vent dans la partie du cycle où la voile V remonte dans le lit du vent, et augmentation de la prise au

vent dans la partie du cycle où la voile V descend dans le lit du vent.

- [0058] On peut de la sorte obtenir une augmentation significative de la vitesse de rotation de l'éolienne E selon l'invention, grâce à un mécanisme simple ne nécessitant aucune automatisation.
- [0059] Dans la variante représentée à la [Fig.11], les voiles V sont remplacées par des panneaux rigides P1, P2, P3.
- [0060] Pour une utilisation sur un support fixe, par exemple sur un bâtiment, ces panneaux fixes P peuvent être réalisés en matériau transparent tels que du verre sécurit, de manière à limiter l'impact visuel de l'éolienne E.
- [0061] On notera que l'utilisation de panneaux rigides P permet de réduire fortement la traînée aérodynamique de la voile dans son mouvement de remontée contre le vent, permettant ainsi d'améliorer le rendement de l'éolienne E.
- [0062] Dans le mode de réalisation représenté à la [Fig.12], on peut voir que les voiles V peuvent être tendues entre des bômes mobiles inférieure BMI et supérieure BMS, elles-mêmes montées pivotantes sur deux bômes fixes BFI, BFS respectives solidaires de chaque mât M.
- [0063] De préférence, comme cela est visible notamment sur la [Fig.12], des entretoises EN1, EN2, EN3 et des haubans H sont interposés entre les mâts M1, M2, M3, de manière à assurer la rigidité de l'ensemble de l'éolienne E.
- [0064] On a représenté à la [Fig.13] un autre mode de réalisation du mécanisme O d'orientation des mâts, qui peut être utilisé par exemple avec l'éolienne E représentée à la [Fig.12].
- [0065] Ce mécanisme d'orientation O diffère de celui représenté aux figures 6 et 7 en ceci que la manivelle 9 comporte un unique bras 11.
- [0066] Le support de mât S est monté solidaire en rotation de l'arbre moteur 25, sous le bras 11.
- [0067] Une première poulie d'entraînement 22a est solidaire en rotation de l'arbre moteur 25, au-dessus du bras 11.
- [0068] La roue excentrique 21 est montée rotative sur la partie supérieure excentrée du bras 11.
- [0069] Une seconde poulie d'entraînement 22b, disposée entre le bras 11 et la roue excentrique 21, est montée solidaire en rotation de cette roue.
- [0070] Une courroie de transmission 22c relie entre elles les deux poulies 22a et 22b. Un réducteur 22d est couplé à l'arbre moteur 25.
- [0071] Dans ce mode de réalisation du mécanisme d'orientation O des mâts M, l'orientation de la manivelle 9 par rapport à la direction F du vent apparent peut être effectuée soit de manière asservie sous le bras 11, soit grâce à une girouette montée directement sur le bras 11 au-dessus du support de mâts S.

- [0072] Dans le mode de réalisation représentée à la [Fig.14], les voiles souples sont remplacées par des panneaux photovoltaïques rigides P1, P2, P3, dont l'orientation est pilotée en fonction de leur position sur le cycle de rotation.
- [0073] En particulier, ces panneaux photovoltaïques P peuvent passer d'une situation motrice, visible à la figure 14a, où ils sont orientés conformément aux explications qui précèdent, à une position d'arrêt de l'éolienne E visible à la figure 14b, dans laquelle ces panneaux sont orientés de manière parallèle à la direction F du vent.
- [0074] Dans le mode de réalisation de la [Fig.14], mais aussi éventuellement dans les modes de réalisation précédents, on peut prévoir, outre le mécanisme d'orientation des mâts M, un système additionnel d'orientation des voiles V par rapport à ces mâts M.
- [0075] Comme cela est visible sur la [Fig.15], un tel système peut comprendre, pour chaque voile V, un vérin 33 interposé entre la bôme mobile inférieure BMI de cette voile V et bôme fixe inférieure BFI associée, ce vérin 33 étant commandé par un système électronique permettant d'une part d'optimiser l'orientation des voiles V lorsque l'éolienne E est en situation motrice dans le but de réguler la puissance fournie, et d'autre part de positionner les voiles V parallèlement à la direction F du vent lorsque l'on souhaite mettre l'éolienne E à l'arrêt.
- [0076] Une variante mécanique du type à masselotte centrifuge peut également être envisagée pour réaliser cette fonction de régulation de puissance par orientation des voiles V par rapport aux mâts M.
- [0077] Dans le mode de la réalisation de la [Fig.16], on peut voir que l'on peut prévoir un rail circulaire 35 disposé sous le support de mâts S de l'éolienne, le poids de chacun des mâts M pouvant alors reposer sur ce rail 35 par l'intermédiaire d'une tige de support 37 et d'une roulette 39 circulant sur ce rail : on peut de la sorte reprendre une partie importante du poids de chaque mât M et de sa voile V associée, plutôt que de le faire supporter par le mécanisme d'orientation des mâts O.
- [0078] L'éolienne E qui vient d'être décrite est particulièrement destinée à être utilisée dans le domaine de la propulsion des navires, mais les enseignements qui précèdent peuvent également être appliqués à une éolienne à axe vertical destinée à entraîner tout type de machine : turbine, générateur électrique, en mer comme sur terre, sur des bâtiments fixes ou en offshore.
- [0079] On notera que l'on peut envisager des combinaisons des différents modes de réalisation exposés ci-dessus.
- [0080] On pourrait par exemple utiliser des voiles comprenant des éléments souples ou rigides photovoltaïques sur une seule de leurs faces, et/ou placer sur ces voiles des supports de communication à affichage permanent et/ou temporaire et/ou des écrans LCD et/ou des panneaux de LED alimentés par l'éolienne, etc.
- [0081] Comme on peut le comprendre à la lumière de la description qui précède, l'éolienne

selon l'invention est simple à construire, et peut être installée dans des environnements très divers.

- [0082] Son centre de gravité bas permet d'envisager des applications dans le domaine de la propulsion maritime.
- [0083] Sa maintenance est aisée à réaliser compte tenu de la simplicité des ensembles mécaniques mises en œuvre.
- [0084] La vitesse de rotation de l'éolienne selon l'invention est lente : de l'ordre de 100 tr/min pour les éoliennes de petite taille (typiquement de l'ordre de 2 m de hauteur) à quelques tours par minute pour les éoliennes de plus grande taille (typiquement de l'ordre de 25 m de hauteur), ce qui permet une moindre usure des pièces mécaniques, moins de bruit et de vibrations, ainsi qu'une réduction des risques de collision avec la faune environnante.
- [0085] La combinaison éolien/solaire, rendue possible grâce à l'utilisation de panneaux photovoltaïques, est très avantageuse, et permet d'améliorer significativement le bilan énergétique de l'éolienne.
- [0086] Comme on l'aura par ailleurs compris, la gestion de l'orientation des mâts et des voiles est effectuée de manière complètement automatique.
- [0087] L'éolienne selon l'invention offre des perspectives très prometteuses de propulsion zéro carbone notamment dans le domaine maritime.
- [0088] A titre d'exemple, pour un trimaran de 25 à 30 m de longueur et de 15 m de large, deux éoliennes selon l'invention de 25 à 30 m de haut, supportant chacune trois voiles de 100 m², peuvent tourner à environ 6 tr/min et fournir 15 kW de puissance pour 10 m/s de vent, et 90 kW de puissance pour 20 m/s de vent.
- [0089] Dans l'éventualité où l'on utilise des panneaux photovoltaïques, on peut obtenir une surface de 600 m² de panneaux susceptibles de produire de l'ordre de 200 kW d'électricité en puissance crête.
- [0090] L'invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de réalisation de l'invention sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

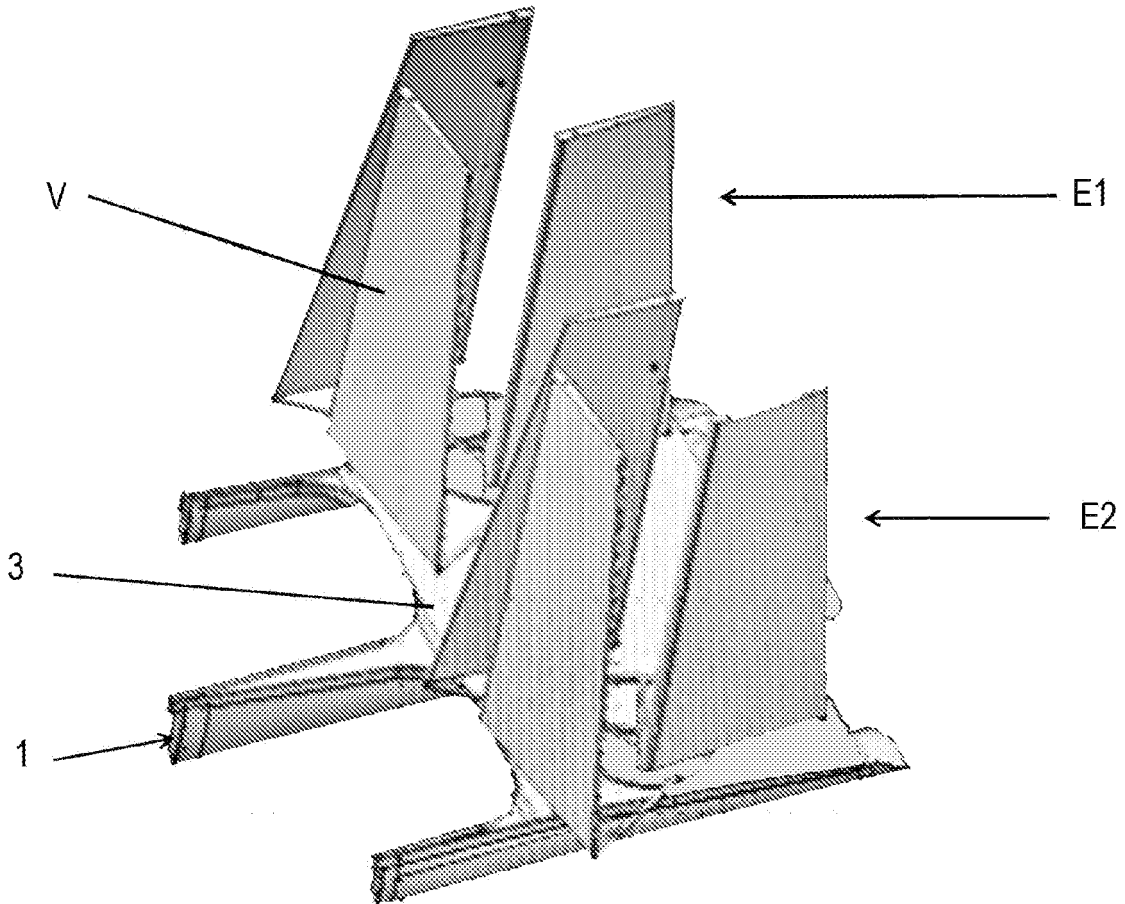
Revendications

- [Revendication 1] Eolienne (E1, E2) à axe vertical comprenant un nombre impair de voiles (V1, V2, V3), et des moyens (O) pour réduire la prise au vent de ces voiles (V1, V2, V3) lorsqu'elles remontent dans le lit du vent, et pour augmenter la prise au vent de ces voiles (V1, V2, V3) lorsqu'elles descendent dans le lit du vent.
- [Revendication 2] Eolienne (E1, E2) selon la revendication 1, dans laquelle lesdits moyens de réduction et d'augmentation de la prise au vent des voiles comprennent des mâts orientables (M1, M2, M3), et des moyens (O) pour modifier l'orientation de ces mâts.
- [Revendication 3] Éolienne (E1, E2) selon la revendication 2, dans laquelle lesdits moyens de réduction et d'augmentation de la prise au vent des voiles comprennent en outre des bômes fixes (BF1, BF2, BF3) solidaires desdits mâts (M1, M2, M3), et des bômes mobiles (BM1, BM2, BM3) articulées sur lesdites bômes fixes (BF1, BF2, BF3).
- [Revendication 4] Eolienne (E1, E2) selon la revendication 3, dans laquelle lesdits moyens pour modifier l'orientation desdits mâts comprennent :
- une embase (5),
 - une manivelle (9) comprenant au moins un bras (11, 15) et un maneton (13), montée rotative sur cette embase (5),
 - un support de mâts (S) monté coaxial et rotatif sur ladite manivelle (9),
 - une roue excentrique (21) montée rotative sur ledit maneton (13),
 - des moyens d'entraînement et de synchronisation (22 ; 22a, 22b, 22c) interposés entre ledit support de mâts (S) et ladite roue excentrique (21) assurant un rapport de transmission de 1 pour 1,
 - des bielles (B1, B2, B3) interposées entre lesdites bômes fixes (BF1, BF2, BF3) et ladite roue excentrique (21), et
 - des moyens (27) pour maintenir ledit au moins un bras (11, 15) de la manivelle (9) selon une direction sensiblement perpendiculaire à celle (F) du vent apparent.
- [Revendication 5] Eolienne (E1, E2) selon la revendication 4, comprenant un arbre moteur (25) monté rotatif à l'intérieur de ladite embase (5), et muni d'un pignon moteur (23) coopérant avec une denture formée sur la partie de grand diamètre de ladite roue excentrique (21).
- [Revendication 6] Éolienne (E1, E2) selon l'une des revendications 4 ou 5, dans laquelle les moyens de maintien dudit au moins un bras (11, 15) de la manivelle (9) selon une direction sensiblement perpendiculaire à celle (F) du vent

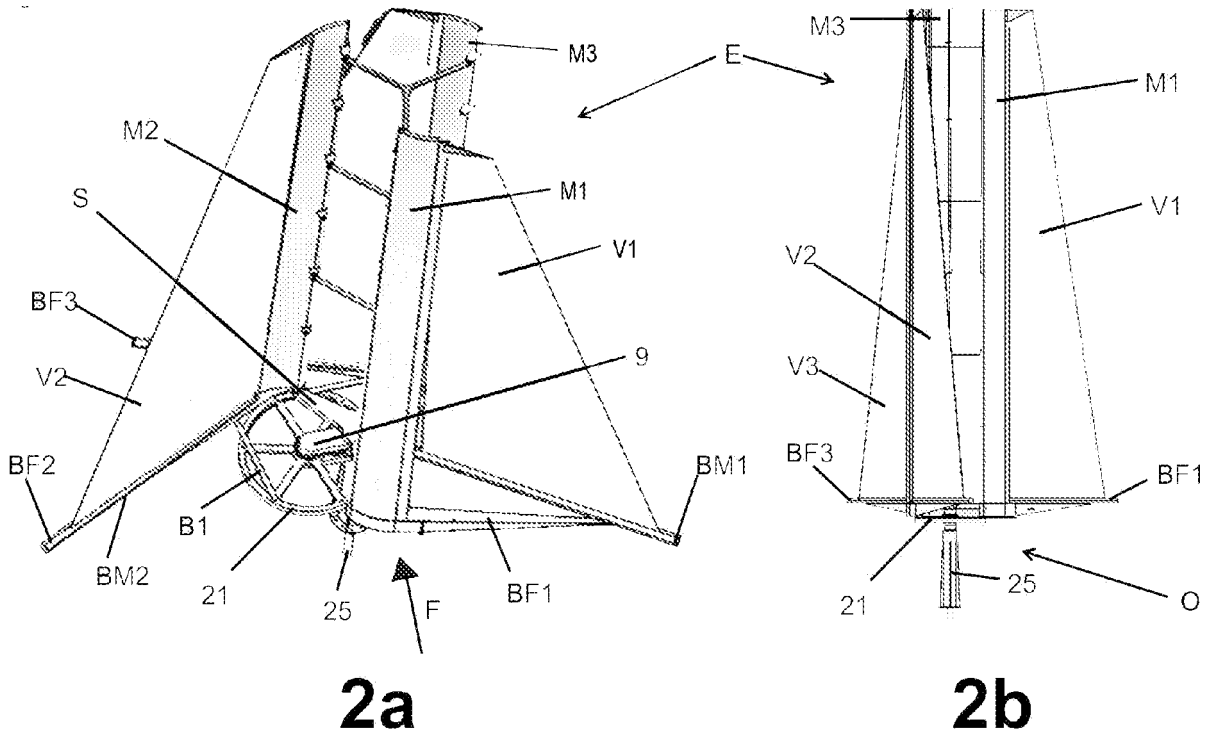
apparent, sont sélectionnés dans le groupe comprenant un organe d'orientation purement mécanique (27) et des moyens d'asservissement électrique.

- [Revendication 7] Eolienne (E1, E2) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, comprenant en outre des moyens (33) pour régler l'orientation desdites bômes mobiles (BM1, BM2, BM3) par rapport auxdites bômes fixes (BF1, BF2, BF3).
- [Revendication 8] Eolienne (E1, E2) selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans laquelle lesdits mâts (M1, M2, M3) sont reliés entre eux par des haubans (H) et des entretoises (EN1, EN2, EN3).
- [Revendication 9] Eolienne (E1, E2) selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, comprenant trois mâts (M1, M2, M3) et trois voiles (V1, V2, V3).
- [Revendication 10] Eolienne (E1, E2) selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, dans laquelle lesdites voiles sont choisies dans le groupe comprenant les voiles souples (V1, V2, V3), les voiles rigides, les panneaux photovoltaïques (P1, P2, P3).
- [Revendication 11] Navire (1) équipé d'au moins une éolienne (E1, E2) conforme à l'un quelconque des revendications précédentes dépendant de la revendication 5, comprenant des moyens de propulsion entraînés par ledit arbre moteur (25).

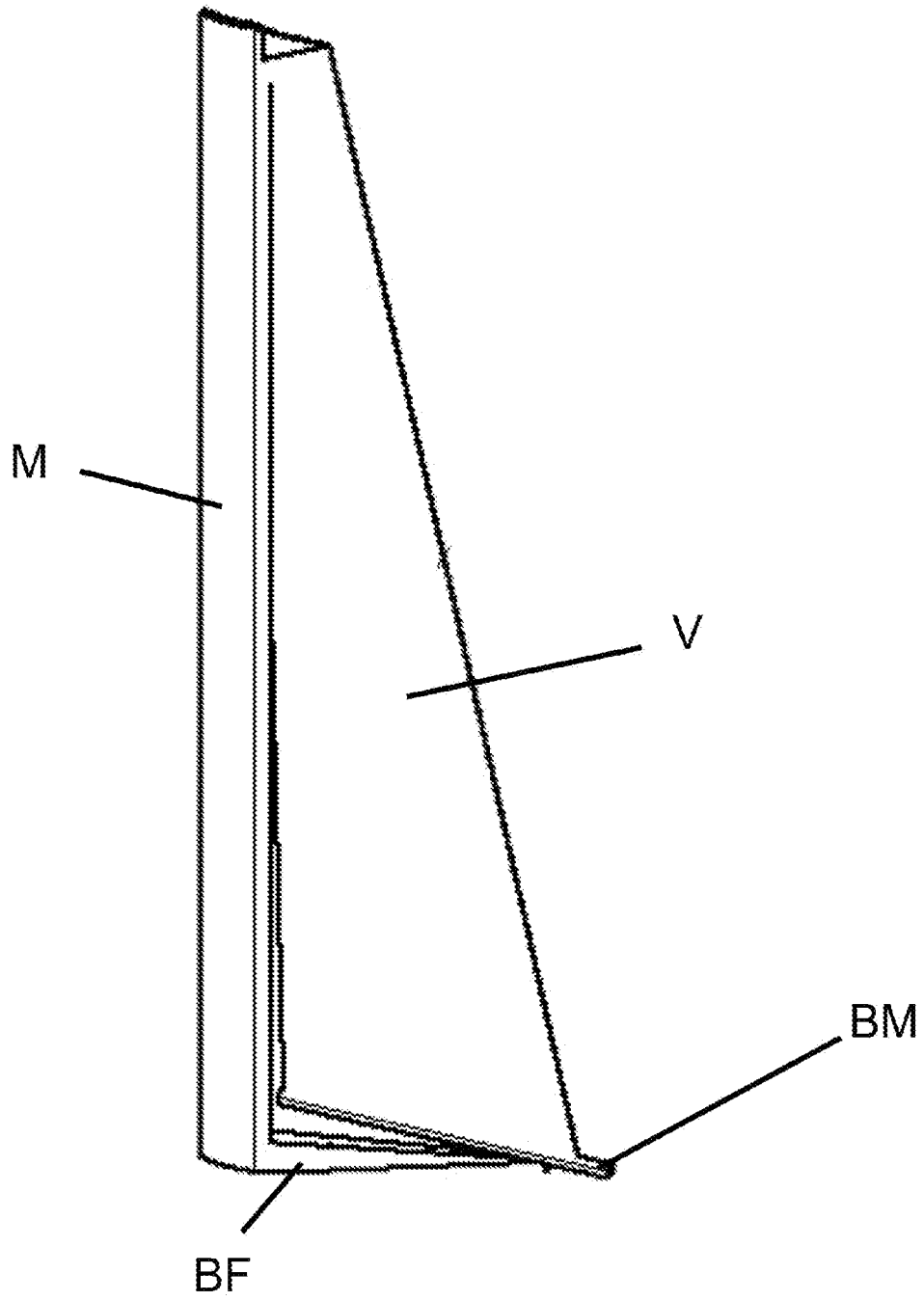
[Fig. 1]



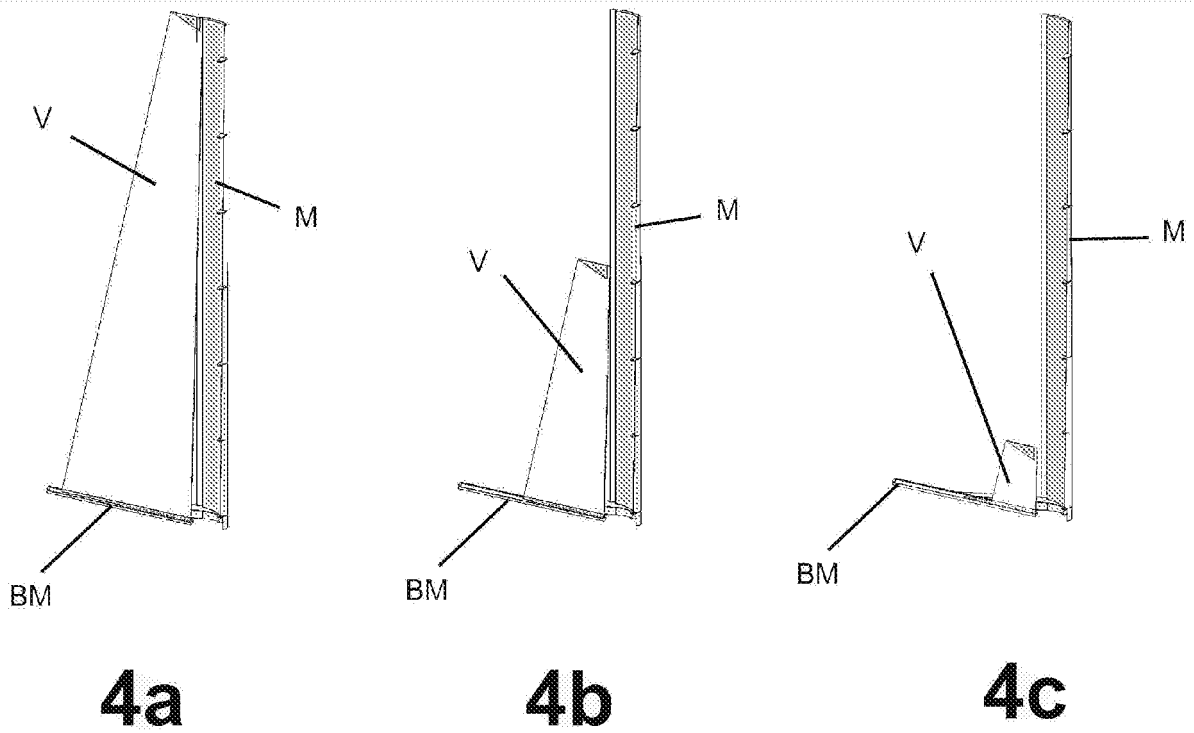
[Fig. 2]



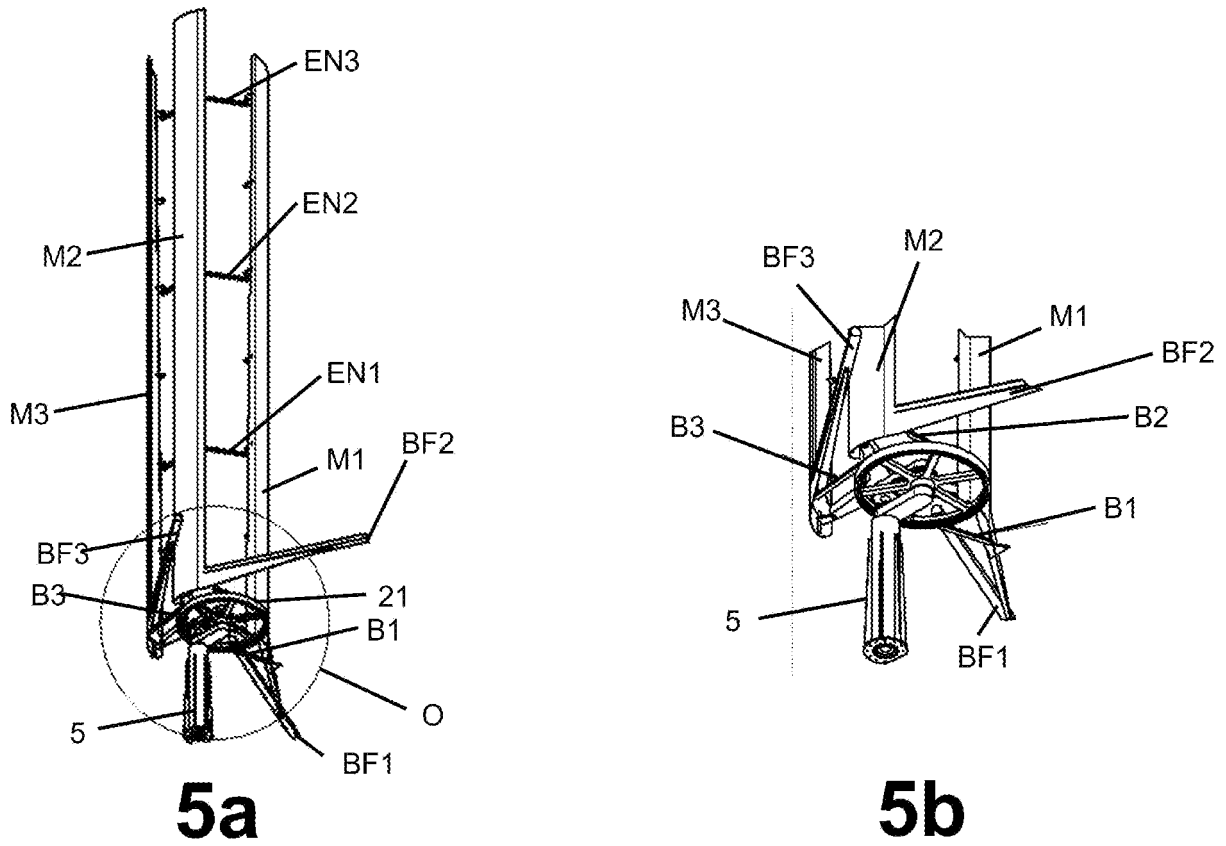
[Fig. 3]



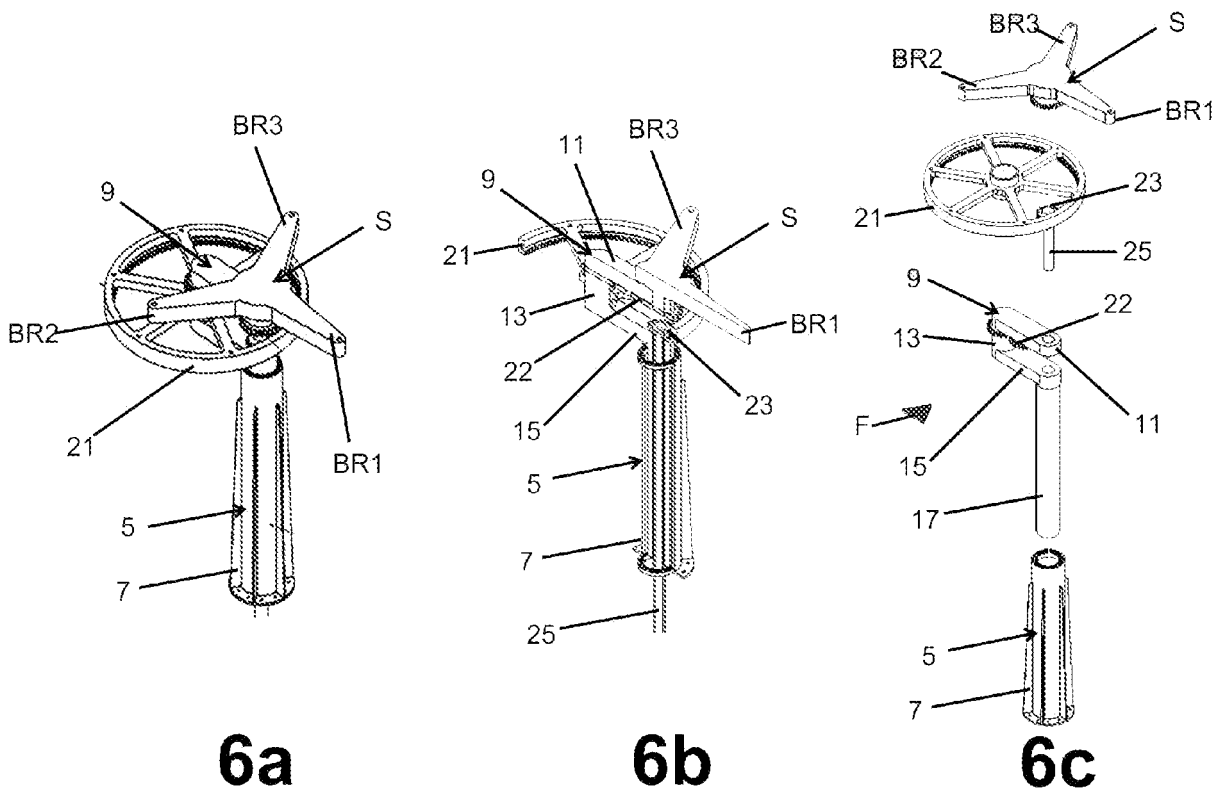
[Fig. 4]



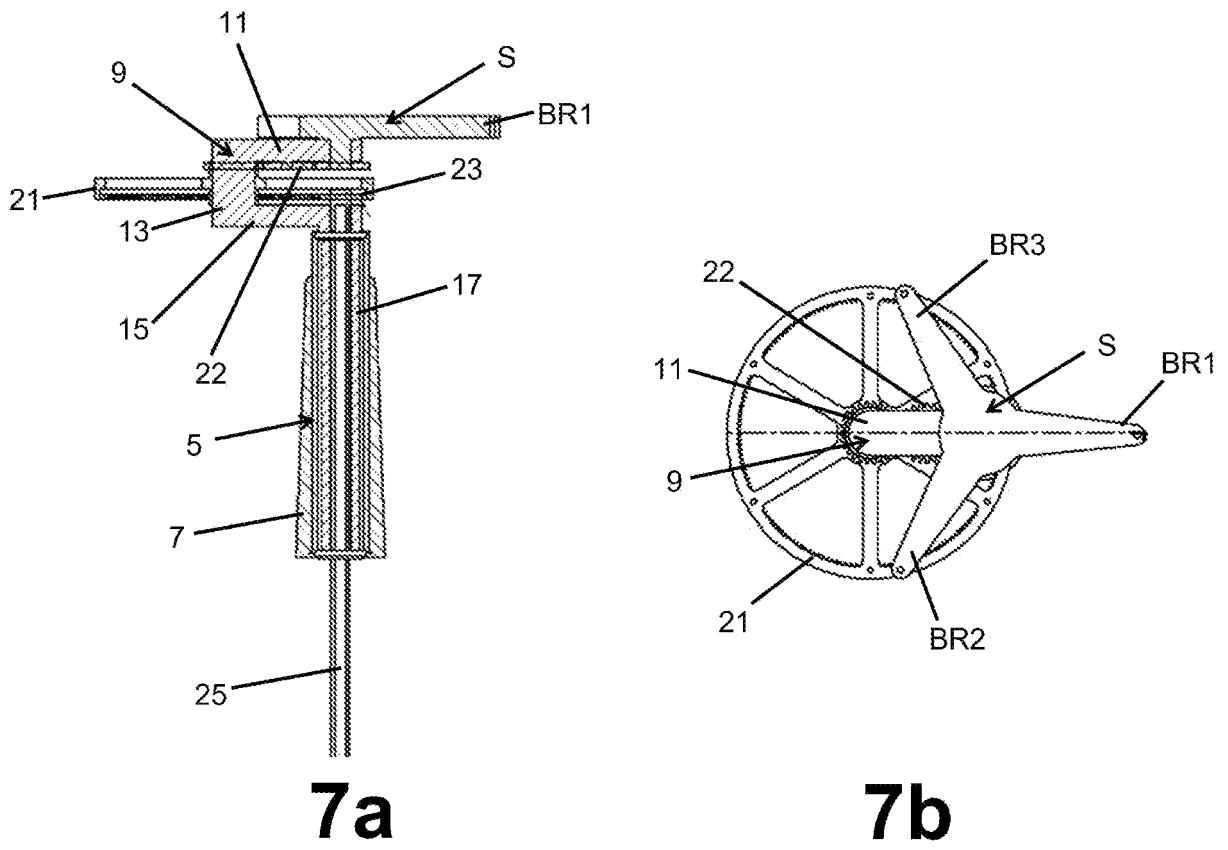
[Fig. 5]



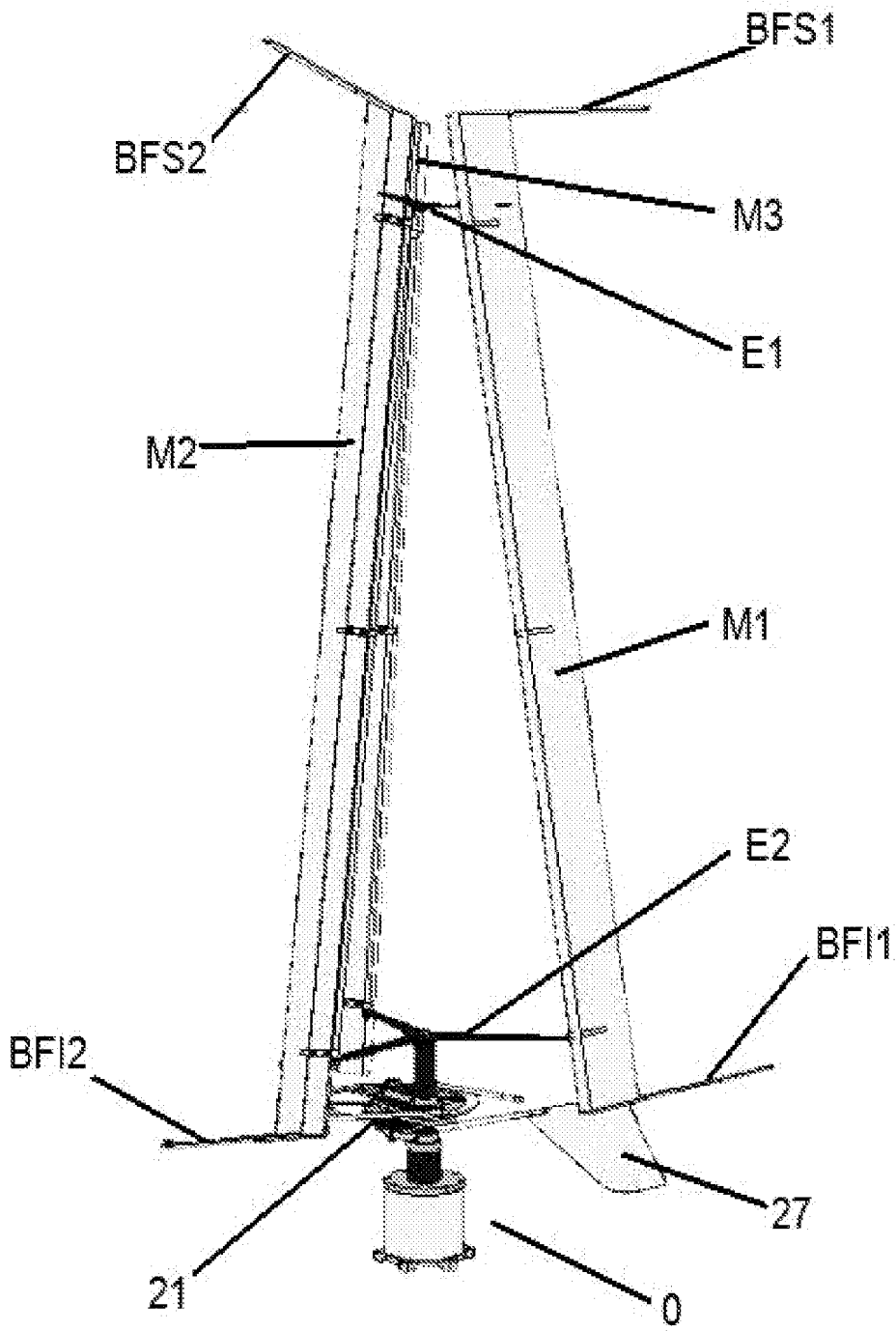
[Fig. 6]



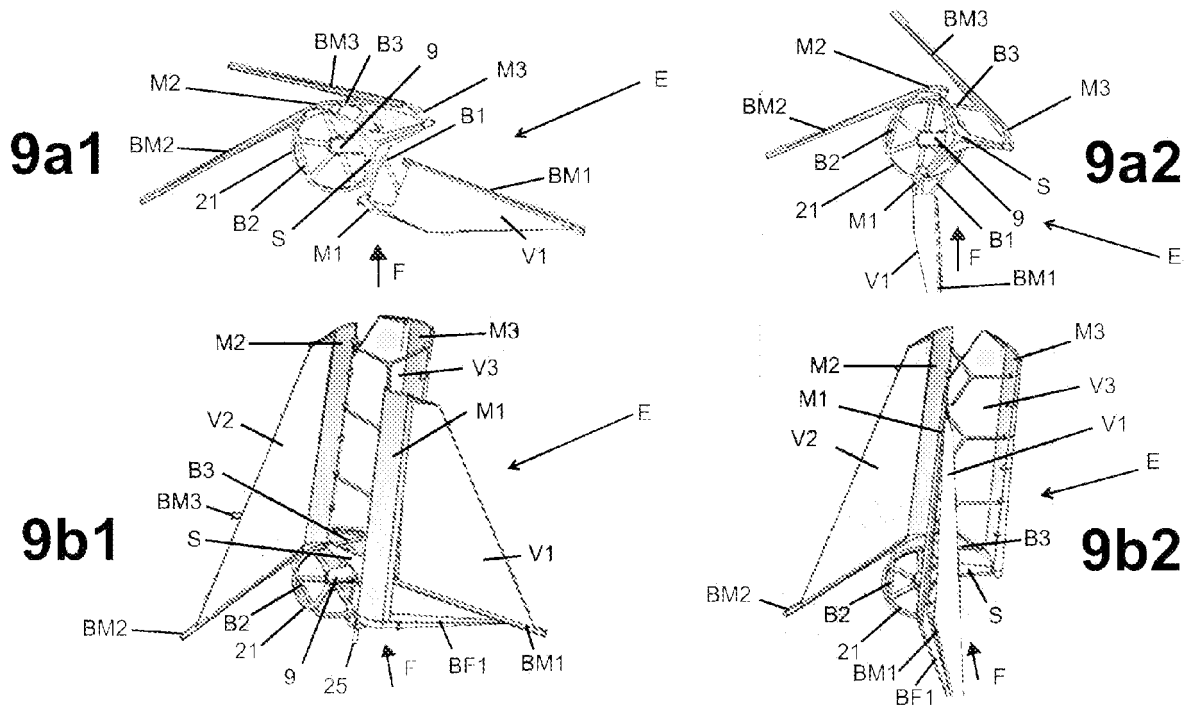
[Fig. 7]



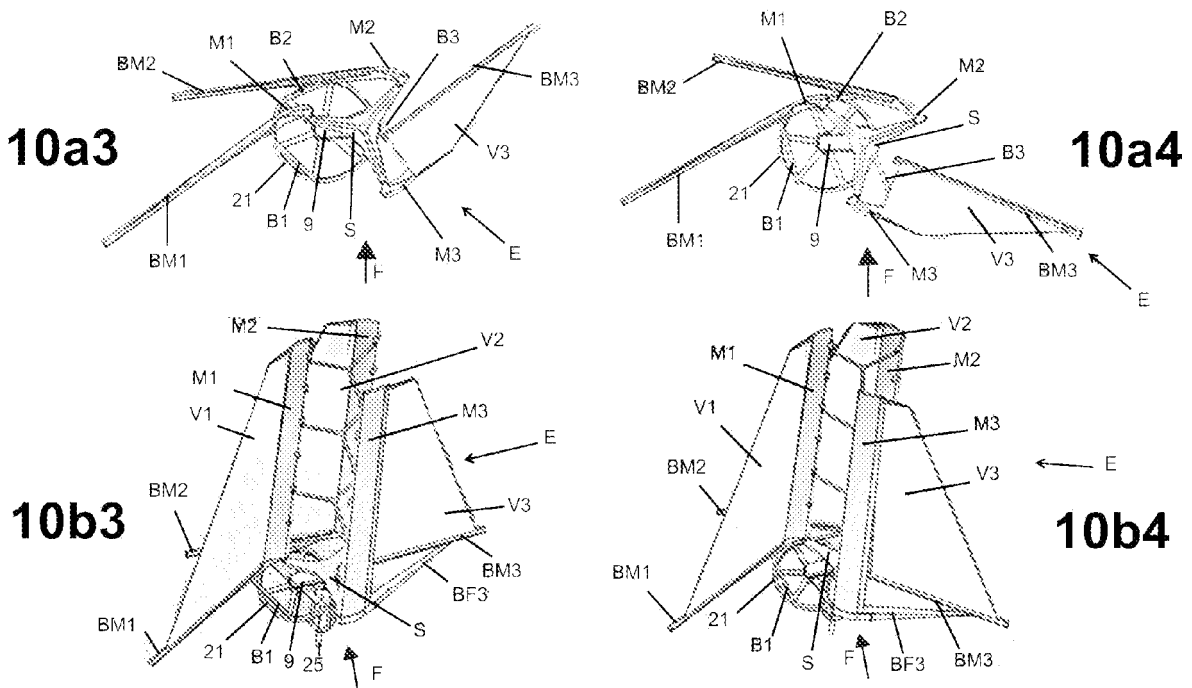
[Fig. 8]



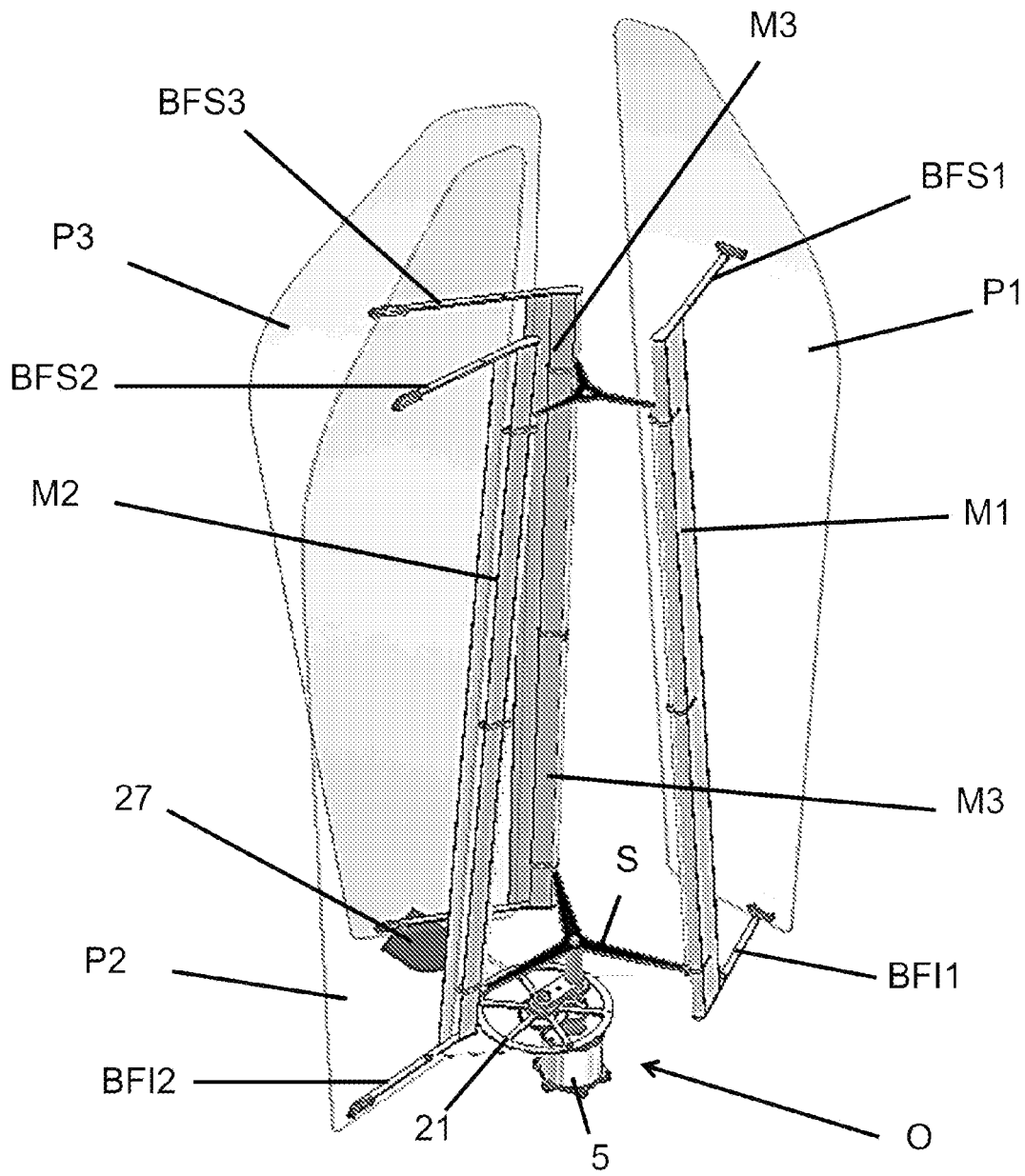
[Fig. 9]



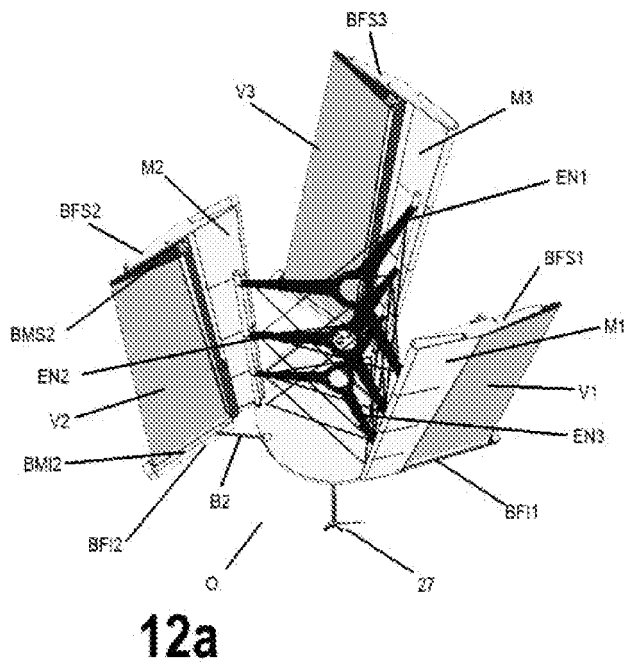
[Fig. 10]



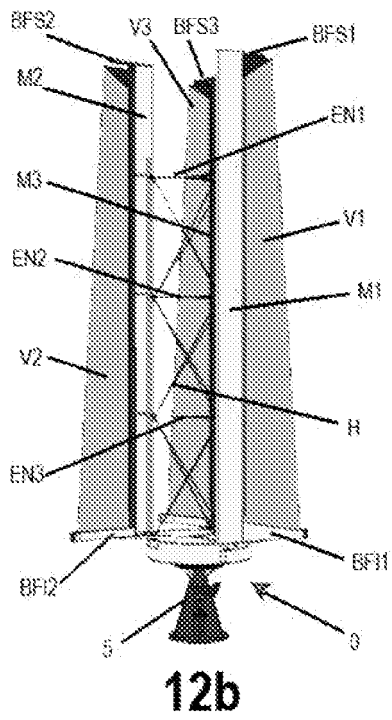
[Fig. 11]



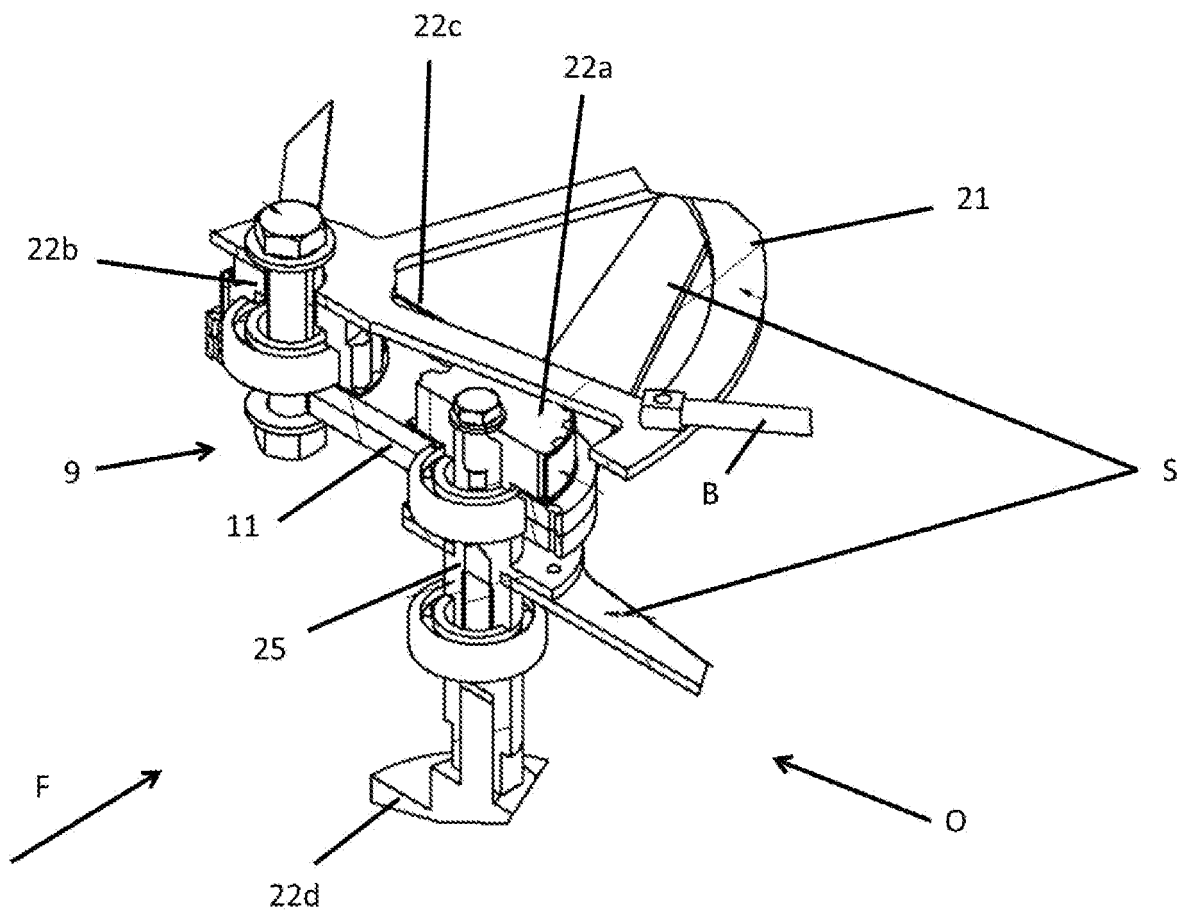
[Fig. 12]



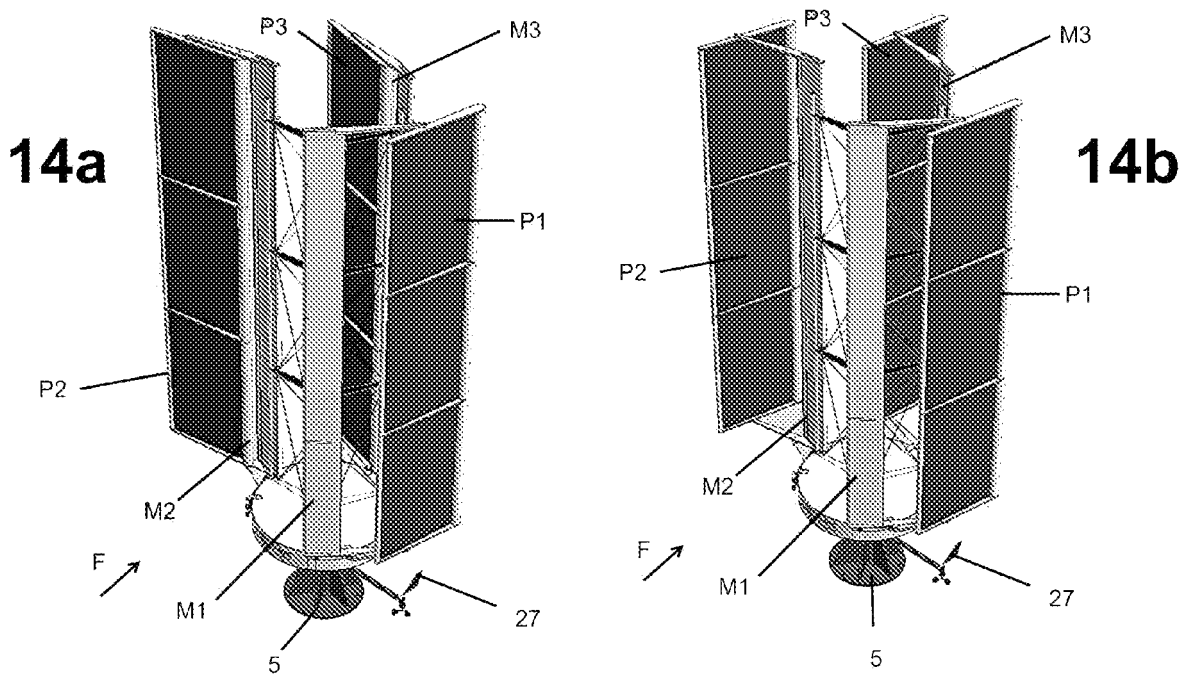
[Fig. 12]



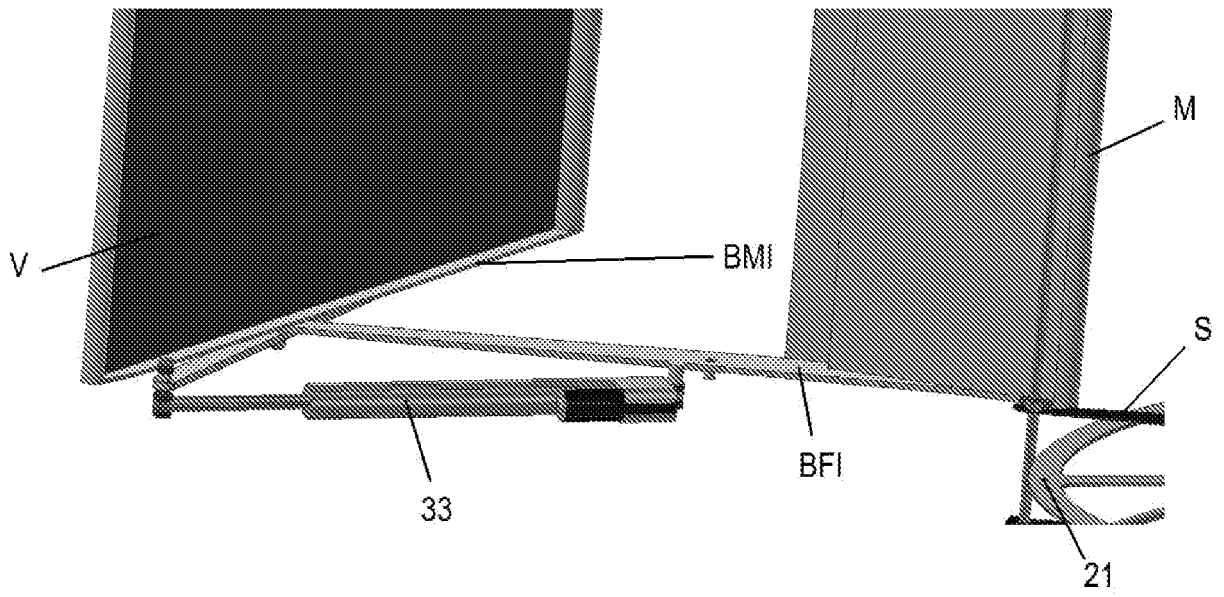
[Fig. 13]



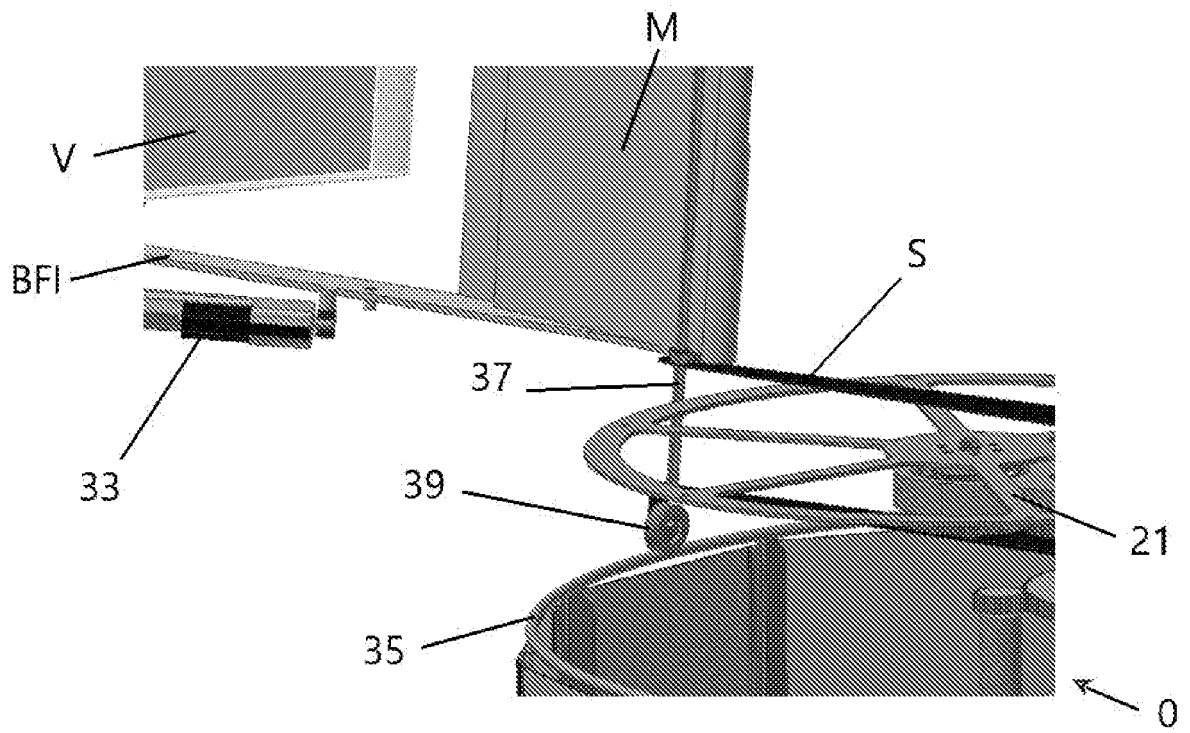
[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2201070 FA 903086**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **07-09-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6840738	B1	11-01-2005	AUCUN	

US 2011116926	A1	19-05-2011	US 2011116926 A1	19-05-2011
			WO 2010080574 A2	15-07-2010
