(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 658 565**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **90 01944**

(51) Int Cl[5] : F 03 D 7/04; B 64 C 11/34

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 19.02.90.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 23.08.91 Bulletin 91/34.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *CARRE François* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** CARRE François.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :**

(54) Rotor-hélice simplifié à régulation autonome par variation automatique de pas.

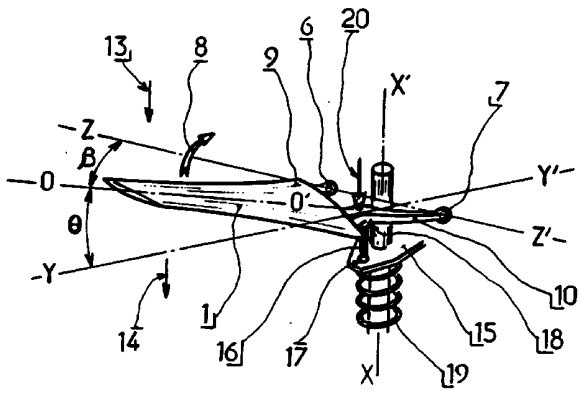
(57) L'invention concerne un rotor-hélice à régulation autonome par variation automatique de pas, obtenu en plaçant les pales en déséquilibre statique et dynamique.

Selon l'invention, le rotor-hélice est équipé de pales (1) à montage du type cantilever qui présentent, par rotation, une face concave dirigée vers l'arrivée du flux moteur (flèches 13 et 14) pour ce qui concerne les hélices productrices; chaque pale est ainsi sollicitée d'avant en arrière par la force centrifuge, la pression du fluide et le couple, en prenant du pas (vue B), le cas échéant jusqu'à mise en drapeau.

Chaque pale est accrochée à un moyeu par un système d'articulation dissymétrique, le point d'articulation principale (6) est situé à l'avant et près du pied de pale (9), le second (7) est placé à l'extrémité d'un bras (10) et, par rapport à l'axe de rotation X-X', à l'opposé du point principal (6).

Par ailleurs, un synchronisateur (15) assure une cohérence de mouvement des pales entre elles, un ressort (19) maintient les pales dans leur situation initiale jusqu'à ce que la vitesse nominale soit atteinte. Un dispositif amortisseur permet, d'autre part, d'éviter les à-coups de changement de pas.

L'invention s'applique, notamment, aux hélices productrices d'énergie de faible puissance, hydrauliques ou éoliennes, ainsi qu'aux hélices propulsives d'emplois variés.



FR 2 658 565 - A1

L'invention concerne un rotor-hélice simplifié à régulation autonome par variation automatique de pas obtenue par déséquilibre statique et dynamique des pales, notamment destiné aux moteurs hydrauliques et éoliens de petites dimensions.

Afin d'éviter la complexité du pas variable un certain nombre de constructeurs se cantonnent au pas fixe et, limitent les pressions sur les hélices en réduisant, en particulier, la surface des pales et leur gauchissement, en laissant de côté la notion de rendement.

Il est évident pourtant, depuis fort longtemps, que les hélices soient productrices ou propulsives (cas des hélices de bateau et d'avion) qu'il s'avère indispensable de gauchir correctement les pales et de faire varier le pas, de manière à obtenir des résultats satisfaisants.

Le pas variable, outre cet aspect de rendement, permet, énorme avantage, de définir avec précision et de limiter les efforts exercés sur les hélices en supprimant tous les risques de destruction par mise en éclipsage progressive des pales.

Les hélices hydrauliques régulées, type Kaplan, par exemple, ont l'inconvénient de recourir à un système complexe d'orientation de pales de rotor à asservissement extérieur, un régulateur permettant d'agir au mieux sur l'angle d'incidence des pales selon le débit disponible et la vitesse de rotation à obtenir.

Les hélices éoliennes munies de dispositifs autonomes et automatiques de régulation existent, mais leurs structures très étudiées sont, techniquement, difficilement transposables et de prix de revient trop élevé pour des aérogénérateurs de puissance modeste.

L'invention, objet du présent brevet, permet de réaliser, notamment, des hélices hydrauliques et éoliennes à régulation autonome par pas variable, à un coût de revient en rapport avec la puissance permise.

Dans le cas de ce rotor-hélice, la régulation est obtenue par déséquilibre statique et dynamique des pales et comprend, à cette fin, des articulations placées en dissymétrie, un moyeu destiné à recevoir un certain nombre de pales et des moyens de synchronisation de pas des différentes pales entre elles, assistés de moyens amortisseurs et compensateurs.

Le rotor-hélice, selon l'invention, fait décrire impérativement aux pales le constituant, par rotation, un cône de révolution concave, d'environ 155 degrés d'ouverture, tourné vers l'origine du courant pour ce qui concerne les machines productrices d'énergie et, ainsi de réaliser une meilleure captation en évitant les effets centrifuges; deux paramètres essentiels pour tendre vers un optimum de rendement.

Le mécanisme est simple et sûr; les pales sont à montage cantilever mais articulées d'avant en arrière, maintenues en incidence prédéterminée en dessous de la vitesse nominale de rotation par un système ressort et, au-delà se dérobent en arrière, dans le sens du courant, en prenant du pas jusqu'à mise en drapeau sous l'action de la pression exercée par le courant, de la force centrifuge et du couple.

Un mode réalisation essentiel, selon l'invention, consiste à accrocher chaque pale à deux articulations placées en dissymétrie sur un moyeu, l'axe de ces articulations n'étant ni sur le même axe, ni parallèle à l'axe de la pale, mais se porte en avant, dans le sens de rotation, côté bord d'attaque de la pale en formant un angle ouvert sur l'extérieur.

Selon un mode de réalisation préférentiel, les articulations dissymétriques sont du type rotule de manière à permettre un débattement dans tous les plans, ou en variante, se trouvent dans le prolongement l'une de l'autre en vue de réaliser un système palier aligné.

Selon un autre mode de réalisation préférentiel, l'articulation principale est placée en pied de pale, à une certaine distance, mais près du bord d'attaque, afin de réaliser une masse et une surface arrière suffisamment désaxée pour provoquer la mise en drapeau par différence de pression et de masse soumise à la force centrifuge.

Selon un mode préférentiel, la seconde articulation est disposée à l'opposé de l'articulation principale, par rapport à l'axe du moyeu, à l'extrémité d'un bras fixé à l'arrière du pied de pale; cette articulation se trouvant décalée en arrière de l'articulation principale par rapport au sens du fluide moteur.

Selon un mode de réalisation avantageux, le rotor est équipé d'un certain nombre de pales, synchronisées entre elles, dans leurs mouvements, par un coulisseau central se déplaçant dans l'axe de rotation du rotor.

Selon un mode de réalisation avantageux, la liaison pale et coulisseau synchronisateur est assurée par bielles à rotules prenant appui, d'une extrémité dans des logements du coulisseau et, de l'autre, à la base du bras de l'articulation secondaire des pales.

Selon encore un autre mode de réalisation, un ressort de compression assure le maintien du coulisseau à sa position initiale jusqu'à ce que le rotor ait atteint sa vitesse nominale, puis fléchit au-delà, en laissant les pales aller sur l'arrière en s'éclipsant.

Selon un mode de réalisation complémentaire préférentiel, le coulisseau se déplace longitudinalement dans l'axe du moyeu sur un dispositif vérin amortisseur qui évite les rebonds et à-coups de changement de pas, à l'aide d'orifices calibrés et, le cas échéant de soupapes compensatrices.

Selon un mode de réalisation complémentaire précédent, un dispositif anti-couple maintient le coulisseau en rotation par rapport au moyeu, afin de contrecarrer la réaction des bielles.

Selon un dernier mode de réalisation préférentiel, chaque pale vient buter, en incidence nominale, sur un dispositif vis et contre-écrou propre à effectuer le meilleur calage de base et un retour ponctuel après régulation.

Ce rotor-hélice à régulation automatique est non seulement applicable aux hélices productrices d'énergie, mais concerne également les hélices propulsives, notamment d'avions légers; le dièdre des pales formant alors un cône dirigé vers l'arrière de l'appareil, la variation de pas se réalisant en compromis vitesse périphérique et pression alaire.

Le rotor-hélice, selon l'invention, sera mieux compris après la description qui va suivre et les dessins placés en annexes qui visualisent l'exemple présenté à titre illustratif.

- La figure 1, montre la géométrie transversale du rotor-hélice selon l'invention, en position de repos.

- La figure 2, est une vue frontale dudit rotor, une seule pale étant représentée.

- Les figures 3 et 4 sont des perspectives d'une des pales, en position initiale, puis en position d'éclipsage.

- Les figures 5 et 6, montrent le détail, en coupe, du dispositif de synchronisation et, une variante de réglage du ressort du rappel.

- Les figures 7 et 8, schématisent la butée de réglage et le système anti-couple du synchronisateur.

Ainsi que le montre la figure 1, le rotor-hélice, selon l'invention, est formé de pales 1 et 2, limité à ce nombre dans la description pour faciliter la compréhension du dessin de l'exemple présenté, accrochées à un moyeu 3 axé en X-X'.

Les pales 1 et 2, en position de repos, forment entre elles un cône α de révolution voisin de 155°, concave en direction de l'origine du courant, dans le cas des hélices productrices d'énergie.

Il convient de rappeler que cette géométrie est essentielle car elle permet d'éviter les effets d'écoulements centrifuges (travaux de BETZ) et de conserver ainsi un écoulement pratiquement laminaire, impératif d'obtention d'une catégorie optimale, en particulier lorsque la puissance disponible, dans le moment considéré, se trouve réduite.

Le gain de puissance est d'environ 28% par rapport à une hélice plate gauchie, et atteint plus de 50% pour une hélice plate à régulation par décrochage dynamique.

Cette géométrie de captation de moindre intérêt à l'échelle statique (travaux d'EIFFEL), facilite cependant le démarrage.

Dans le cas de ce rotor-hélice, et selon le premier mode de réalisation de l'invention, cette disposition conique est, par ailleurs, indispensable à l'état de repos et en dessous de la vitesse nominale, afin que les pales puissent être sollicitées vers l'arrière dans le sens des flèches 4 et 5 d'un angle Θ par rapport au plan Y-Y' au-delà de la vitesse limite permise.

Le cône α doit rester pratiquement ponctuel jusqu'à ce que la puissance nominale, correspondant à une vitesse de rotation définie soit atteinte.

Sur la figure 2 qui est une vue à 90° de la précédente, on voit que chaque pale 1 ou 2 est accrochée à son moyeu 3 par deux points 6 et 7, placés en complète dissymétrie par rapport à l'axe virtuel O-O' de la pale, supposé être l'axe d'équilibre dynamique.

Ainsi chaque pale 1 et 2 est articulée sur ces deux points 6 et 7 en formant une ligne d'articulation Z-Z' désaxée par rapport à l'axe virtuel O-O' de la pale, le prolongement de l'axe Z-Z' vers l'extérieur du rotor se situant en avant de l'axe virtuel O-O' en formant un angle

β, le sens de rotation du rotor étant défini par la flèche 8.

Le point d'articulation 6 constitue l'accrochage principal de la pale sur laquelle il se situe en pied et près du bord avant 9.

Le second point d'articulation 7 est placé à l'extrémité d'un bras 10 fixé à la partie arrière du pied de pale, ce point 7 est, de même que le point 6, solidaire du moyeu 3, mais situé, dans l'exemple présenté et selon un mode préférentiel, sensiblement à l'opposé du point 6 par rapport à l'axe de rotation X-X' et, par ailleurs, en arrière du point 6 par rapport au plan Y-Y' en se référant à la figure 1, la situation amont étant déterminée par la forme concave du cône α décrit par les pales, dans le cas des hélices captrices.

On voit nettement, en figure 2, que la surface 11 et la masse de la pale sont complètement désaxées par rapport à l'axe Z-Z' des articulations 6 et 7, et que, par conséquent, les pales sont obligatoirement sollicitées d'avant en arrière, en provoquant la rotation des pales sur elles-mêmes, et ainsi une augmentation de pas, les pales ayant alors tendance à se remettre plan selon Y-Y', sous l'action de la pression exercée sur la surface des pales et de la force centrifuge subie par la masse desdites pales.

En figure 3, la pale est représentée en position de repos ou à une vitesse de rotation inférieure à la valeur nominale, et vue avec un certain gauchissement nécessité pour l'obtention d'un bon rendement.

On comprendra plus aisément le mécanisme d'action, selon l'invention, et l'indispensabilité de faire décrire à chaque pale un angle Θ par rapport au plan de rotation Y-Y'.

On distingue facilement les points d'articulation et d'accrochage 6 et 7 des pales au moyeu 3; ces points 6 et 7 étant placés, comme vu précédemment, en dissymétrie par rapport à l'axe virtuel O-O' de la pale et de l'axe de rotation X-X', l'axe Z-Z' des articulations formant avec l'axe virtuel O-O' des pales un angle β ouvert en avant du sens de rotation défini par la flèche 8.

Le point 6, comme il a été vu aussi précédemment est placé en pied de pale, près du bord avant ou d'attaque 9; le point 7 en situation arrière de la pale à l'extrémité d'un bras 10 et, selon un mode préférentiel, sensiblement à l'opposé du point 6 par rapport à l'axe de rotation X-X'.

Les pales sont maintenues ponctuellement dans la position de repos ou en rotation, jusqu'à ce que la vitesse nominale soit atteinte, par des moyens de contention qui seront décrits plus loin.

La figure 4 montre l'éclipsage de la pale 1 qui, pivotant sur l'axe Z-Z', dans le sens de la flèche 12, se dérobe d'avant en arrière dans le sens du courant moteur (cas des hélices productrices d'énergie) matérialisé par les flèches 13 et 14.

Cet éclipsage résulte, comme il a été dit antérieurement, de la pression du courant et de la force centrifuge qui, agissant sur la partie désaxée 11 de la pale, tend à réaliser et dépasser la planéité, le cône α évoluant alors vers une situation convexe en réalisant un angle Θ négatif.

En se reportant à nouveau à la figure 3, on voit que, selon un mode de réalisation de l'invention, les pales sont synchronisées entre elles, lors de leur mouvement d'éclipsage, par un dispositif 15 coulissant sur le moyeu 3 selon l'axe X-X' et agissant sur les pales par l'intermédiaire de bielles 16, chacune de ces bielles prenant appui, d'une extrémité, dans un logement 17 du dispositif 15 et, de l'autre, dans un logement 18 situé sur le bras 10, près du pied de pale.

Afin de maintenir et de ramener le rotor-hélice dans sa position originale, un ressort hélicoïdal 19 est placé derrière le dispositif de synchronisation 15 et, de même que ce dernier, centré sur l'axe de rotation X-X'.

La tarage de ce ressort 19 est défini préalablement, son fléchissement assurant le dégagement des pales vers l'arrière lorsque la vitesse de rotation nominale est atteinte.

En figure 4, l'éclipsage est réalisé et, le ressort se trouve comprimé, prêt à ramener les pales, partiellement ou en totalité, vers la position originale, si le courant ou la vitesse de rotation décroissent.

En reprenant la figure 3, on distingue la butée 20 de calage, solidaire du moyeu 3, destiné à venir en contact, au repos, avec le bras 10 de la pale afin de limiter l'action du ressort en garantissant un retour ponctuel sur le calage primitif, alors qu'en figure 4 le bras de la pale a quitté le contact de la butée pour tendre vers une position d'éclipsage.

La figure 5, nous permet de mieux comprendre le mode de réalisation selon l'invention du dispositif de synchronisation 15 qui est constitué notamment, dans l'exemple présenté, par une plaque 21 soudée ou fixée sur un tube coulisseau 22, obstrué partiellement à une de ses extrémités 23, muni d'une bague de coulissement 24 permettant un coulissement longitudinal satisfaisant sur une tige 25 vissée sur le moyeu 3 dans l'axe X-X'.

La plaque 21 possède, à sa périphérie, les logements 17, en nombre égal à celui des pales du rotor-hélice.

Ces logements 17 sont à fond sphérique 26 et pourvus d'évasement 27 afin de recevoir et de permettre le débattement des bielles 16.

Les bielles 16 sont terminées par des extrémités sphériques 28, l'une venant s'appuyer dans le logement 17, l'autre dans le logement 18 du bras 10, ces logements 18 ayant des caractéristiques identiques aux précédents.

Comme il a été évoqué, le tube coulisseau 22 n'est que partiellement obstrué afin de permettre l'extension ou la réduction du volume d'air ou d'eau emprisonné.

Sa fonction s'apparente à celle d'un vérin ralentisseur dont un orifice calibré assure le contrôle de débit et, par ce moyen, la maîtrise de la vitesse de mouvement d'éclipsage des pales.

Cet orifice calibré 29 est constitué, en variante, par un gicleur 30 vissé sur le tube 22 et qui, selon que le milieu soit aérien ou hydraulique, possède un diamètre de passage défini adapté à la viscosité du fluide.

A ce gicleur peut être adjoint, également en variante, une valve 31 susceptible de moduler ou de modifier la rapidité de mouvement du fluide, dans un sens déterminé au préalable, dans le but de faciliter ou d'inhiber l'aller ou le retour du changement de pas de pales.

Le ressort 19, afin d'exercer une pression régulière, possède une rondelle de centrage 32 s'appuyant directement à l'arrière du dispositif 15 de synchronisation.

On voit, en figure 6, que la pression exercée sur le ressort 19 est, en variante, rendue réglable par un écrou flasque 33 vissé sur un support fileté 34, solidaire du moyeu 3, épaulant la partie postérieure 35 du ressort 19, afin de pouvoir éventuellement modifier le tarage

initial.

Par ailleurs, de manière à ponctualiser la position de l'écrou 33 après avoir effectué le réglage, une vis 36 a été prévue, venant s'engager en fin de course dans les rainures 37 du support fileté.

En figure 7, on voit le détail de montage des vis de réglage 20 constitué d'une tête-butée 38 montée à l'extrémité d'une tige filetée 39, laquelle se visse dans une partie homologue du moyeu 3, un contre-écrou 40 permettant de bloquer cet assemblage.

La figure 8 complète la description en montrant les biellettes 41 anti-couple, qui sont de section rectangulaire et accrochées par des attaches 42, d'une extrémité au synchronisateur 15 et, de l'autre, au moyeu 3, à l'aide d'axes 43 et 44.

Ce dispositif, très classique dans son principe, contrôle la position du synchronisateur 15 sollicité en rotation par la réaction des bielles 16 et du ressort de compression 19, lors des mouvements de régulation.

En fonctionnement, la régulation s'opère donc sous l'action de la force centrifuge définie par l'équation $F = \frac{m\ V2}{R}$ et la pression d'équation $F = 1/2\ m\ V2$, ces deux paramètres intervenant en complémentarité et compromis.

Le rotor-hélice sous l'action de la force centrifuge et de la pression du flux moteur (cas des hélices productrices d'énergie) perd sa forme conique de captation en se dérobant en arrière, prend du pas, éventuellement jusqu'à mise en drapeau et disparition de la concavité.

La forme plate, voire convexe, alors obtenue, jointe à l'augmentation du pas, réduisent la surface offerte au courant, et permet, d'autre part, en rotation le dégagement automatique des herbes, algues et branches, qui pourraient s'accrocher aux pales et entraver la bonne marche.

En cas d'arrêt de rotation, la pression est seule agissante et on obtient des effets similaires.

L'invention s'applique, notamment, aux hélices productrices d'énergie de faible puissance, hydrauliques ou éoliennes, ainsi qu'aux hélices propulsives d'emplois variés.

REVENDICATIONS

1. Rotor-hélice à régulation autonome par variation automatique de pas obtenue en plaçant les pales, du type cantilever, en déséquilibre statique et dynamique, avec possibilité d'un éclipsage total des pales, notamment destiné aux moteurs hydrauliques et éoliens de faible puissance, comportant, des pales, décrivant par rotation, pour ce qui concerne les machines réceptrices, une concavité de captation dirigée vers l'arrivée du flux, des moyens d'accrochage des pales au moyeu permettant leur débattement vers l'arrière et des moyens de synchronisation assistés de moyens de contrôle, caractérisé en ce que les moyens d'accrochage des pales (1 et 2) au moyeu (3), en formant entre elles un angle α, sont constitués pour chaque pale par deux articulations (6 et 7) placées en dissymétrie, l'axe (Z-Z') de ces articulations n'étant ni dans un même axe, ni parallèle à l'axe virtuel (O-O') de la pale, l'articulation principale (6) étant placée à l'avant et en pied de pale, la seconde (7) à l'opposé de la première par rapport à l'axe X-X' du moyeu et, à l'extrémité d'un bras (10), le mouvement des pales vers l'arrière engendrant une augmentation de pas, la synchronisation du mouvement des pales, entre elles, se réalisant par un dispositif (15) coulissant sur l'axe X-X' du moyeu relié au bras (10) par des bielles (16), un ressort (19) ramenant le dispositif coulissant et les pales à leur position d'origine, des biellettes (38) contrecarrant la réaction du ressort, alors qu'un système amortisseur-compensateur évite, par ailleurs, les à-coups de mouvement, une butée assurant, de plus, un retour ponctuel après mouvement de régulation.

2. Rotor-hélice, selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les pales (1 et 2 ou plus), du type cantilever, sont accrochées indépendamment au moyeu (3), en formant impérativement entre elles, au repos, un angle α dirigé vers l'arrivée du flux, à l'aide de deux articulations (6) et (7) placées en dissymétrie par rapport à l'axe virtuel O-O' de la pale, cet axe se portant à l'avant du bord d'attaque (9) de la pale dans le sens de rotation (8) en formant un angle β ouvert vers la périphérie, afin de réaliser une masse et une surface arrière suffisamment désaxées pour provoquer, par différence de pression et de masse soumise à la force centrifuge, l'augmentation de pas jusqu'à mise en drapeau des pales.

3. Rotor-hélice, suivant les revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'articulation principale (6) est placée à l'avant, près du bord d'attaque et un pied de pale (9), le second point d'articulation (7) se trouvant à l'opposé de l'articulation principale par rapport à l'axe X-X' de rotation du moyeu (3), et placé à l'extrémité d'un bras (10) fixé à la partie arrière et en pied de pale; ces articulations étant du type rotule de manière à permettre un débattement dans tous les plans, ou, en variante, se trouvent dans le prolongement l'une de l'autre, axées en Z-Z' en vue de réaliser un système palier aligné.

4. Rotor-hélice, selon les revendications 1, 2 et 3, caractérisé par le fait qu'il comporte un certain nombre de pales, égal ou supérieur au nombre utilisé par la description de l'exemple, qui, placées sur des articulations indépendantes, possèdent des moyens de synchronisation entre elles dans leurs mouvements de variation de pas, constitués d'un dispositif (15) coulissant sur l'axe X-X' du moyeu (3) à l'aide d'une bague (24) de coulissement montée à l'intérieur du tube central (22) du dispositif de synchronisation, cette bague se déplaçant sur une tige (25) fixée, sur l'axe X-X', sur le moyeu (3).

5. Rotor-hélice, selon les revendications 1 et 4, caractérisé par le fait que la liaison de mouvement du dispositif de synchronisation (15) aux pales est assuré par des bielles (16) à extrémités sphériques prenant appui, d'une part, dans des logements (17) du dispositif (15) de synchronisation et, d'autre part, à la base du bras (10) d'articulation secondaire dans les logements (18) de forme identique aux logements précédents.

6. Rotor-hélice, selon les revendications 1, 4 et 5, caractérisé par le fait qu'un ressort de compression (19) est placé derrière le dispositif de synchronisation (15) afin de s'opposer à l'éclipsage des pales en maintenant le coulisseau à sa position initiale, en dessous de la vitesse nominale de rotation, ce ressort (19) étant centré par rapport à l'axe de rotation X-X' d'une extrémité à l'aide d'une rondelle (32) et, en variante, à l'autre extrémité par un écrou (32) de réglage; au-delà de la vitesse nominale, ce ressort fléchissant en laissant les pales aller sur l'arrière en s'éclipsant.

7. Rotor-hélice, selon les revendications 1 et 4, caractérisé par

le fait que le tube coulisseau (22) est partiellement obstrué et, constitue, à l'aide de la bague (24) de glissement et la tige (25) support, un système vérin qui permet l'amortissement des à-coups de changement de pas, la fermeture partielle étant réalisée par un orifice calibré obtenu en variante, par l'adjonction d'un gicleur (30), l'action de ce dernier pouvant être renforcée, également en variante par un dispositif valve (31) favorisant le passage du fluide ambiant dans un sens au détriment de l'autre.

8. Rotor-hélice, selon les revendications 1, 4 et 5, caractérisé par le fait que le dispositif (15) de synchronisation est muni d'un ensemble anti-giration constitué des biellettes (41), chacune interposée entre une attache (42) placée à la périphérie du coulisseau et une autre attache solidaire au moyeu (3); cet ensemble contrôlant le mouvement spontané de rotation imprimé par la réaction des bielles et du ressort.

9. Rotor-hélice, selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'action du ressort (19) est limitée en dessous de la vitesse de rotation nominale, par une butée réglable (20) fixé au moyeu (3), propre à effectuer et à conserver la meilleure base de calage de pas et un retour ponctuel après régulation.

PL. 1/4

FIGURE 1

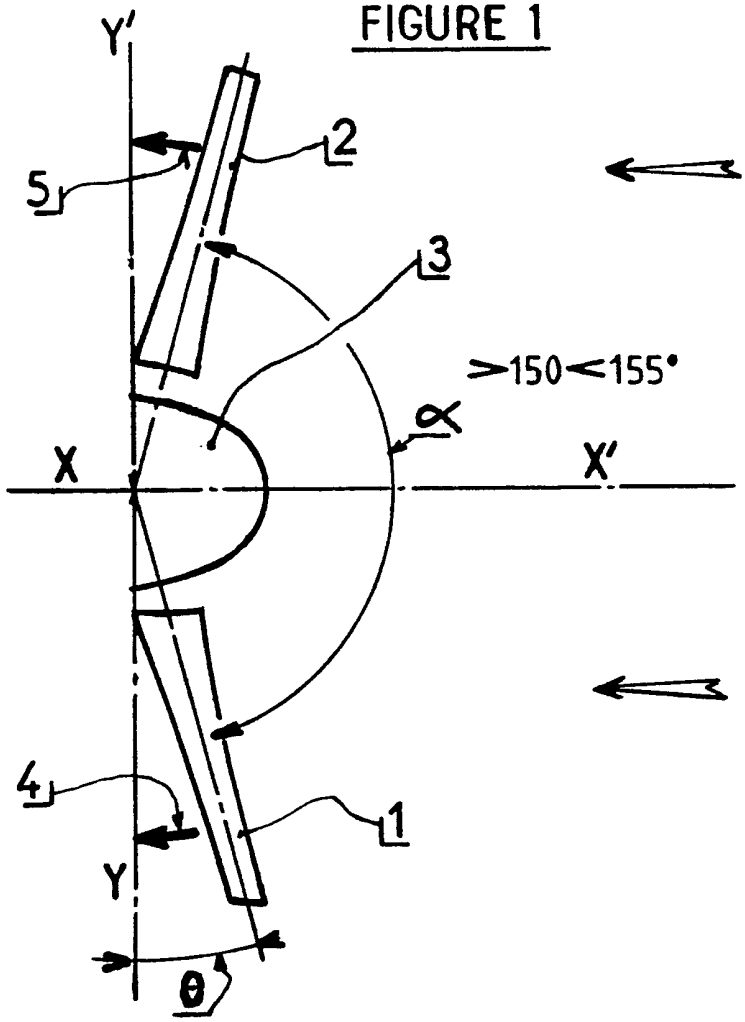


FIGURE 2

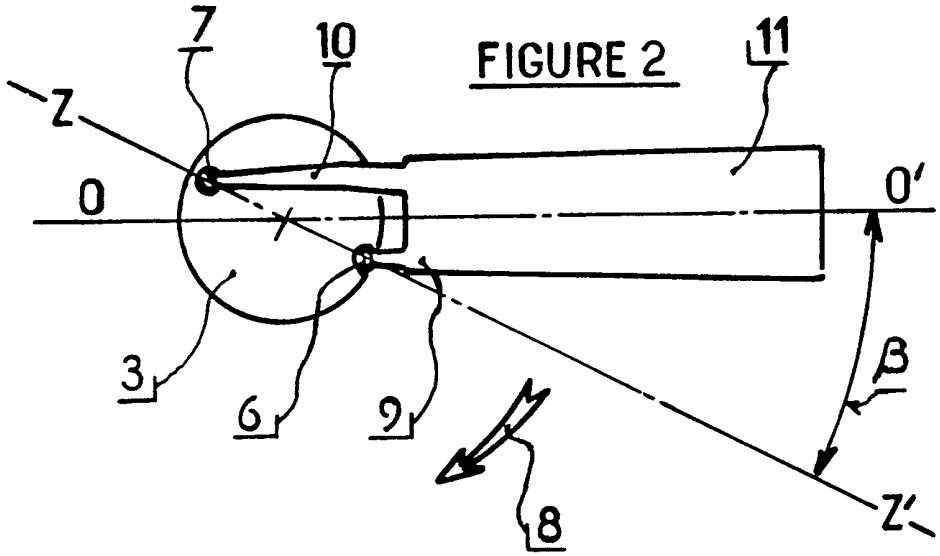
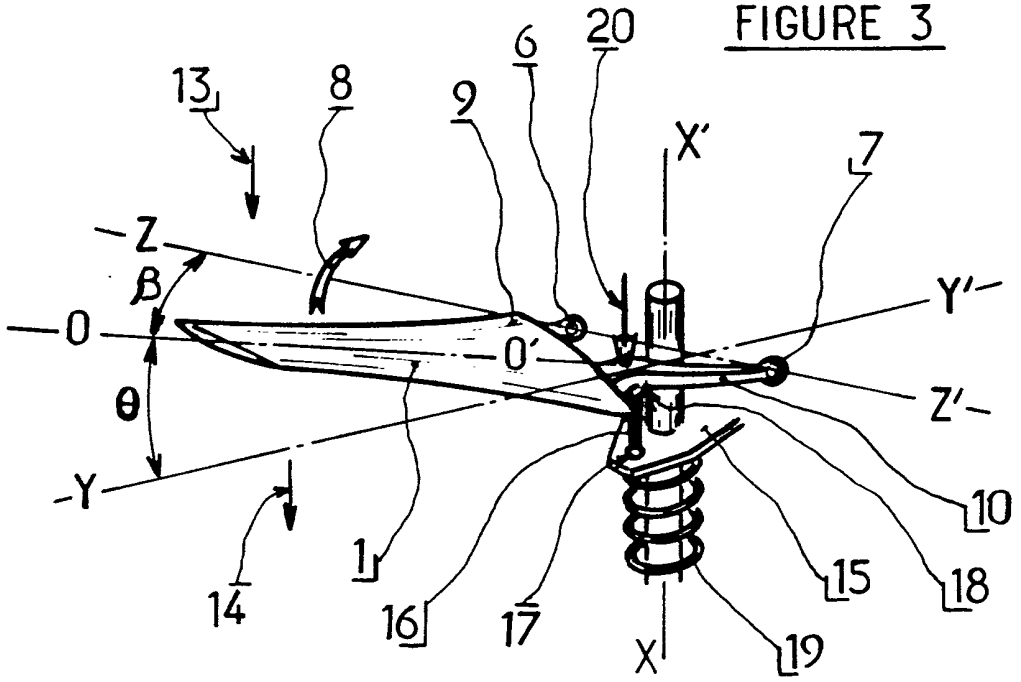


FIGURE 3



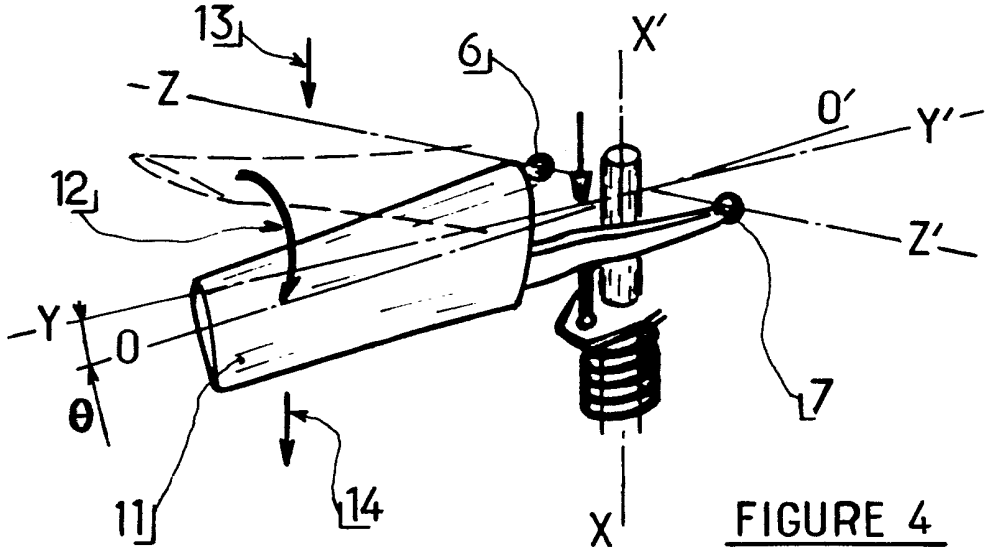
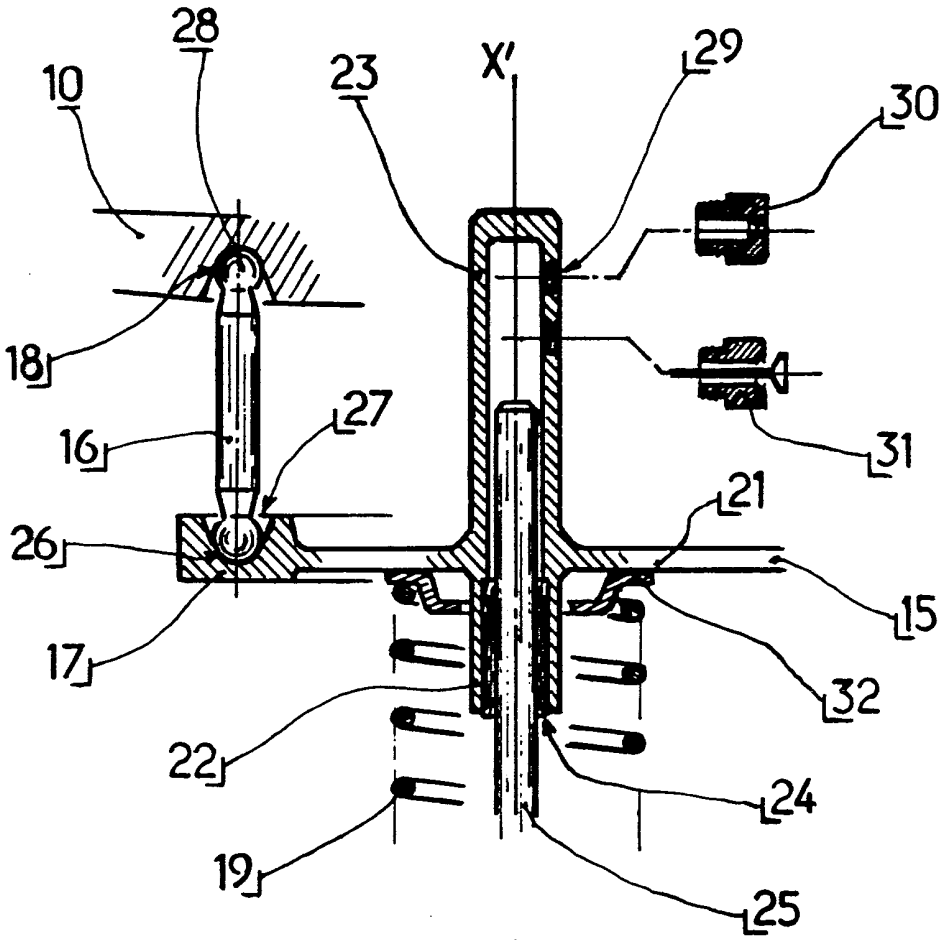


FIGURE 4

FIGURE 5



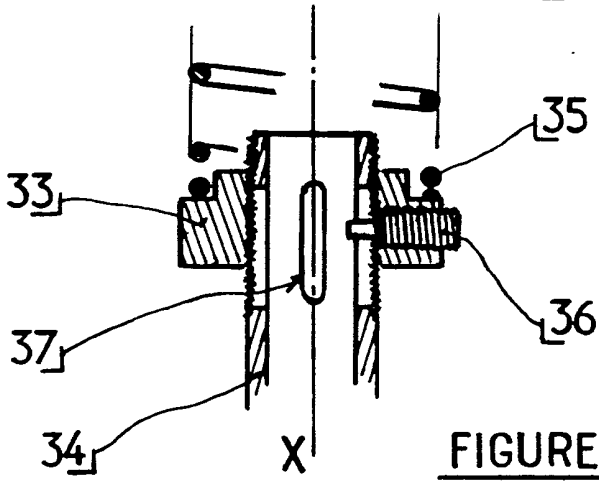


FIGURE 6

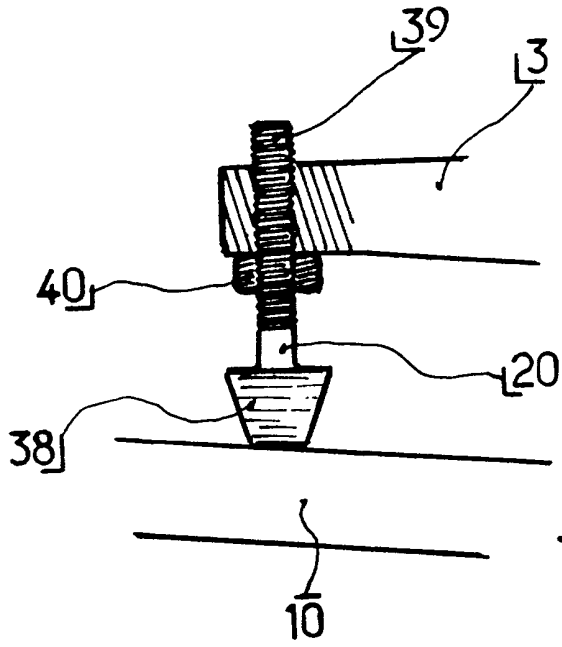


FIGURE 7

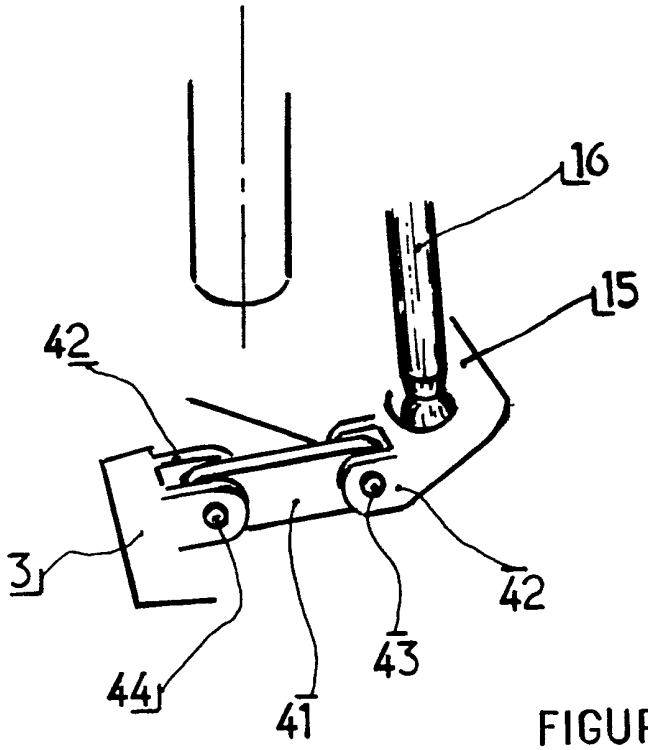


FIGURE 8