

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 549 006

②1 N° d'enregistrement national :

84 09782

⑤1 Int Cl⁴ : B 63 H 23/08; B 64 C 11/48.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21 juin 1984.

③0 Priorité : SE, 22 juin 1983, n° 8303593-1.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 18 janvier 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : AB VOLVO PENTA. — SE.

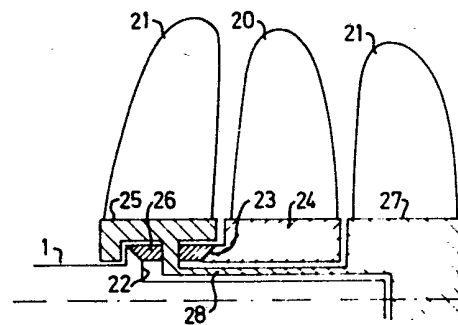
⑦2 Inventeur(s) : Lennart H. Brandt.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Lavoix.

⑤4 Système de rotors à pales montés sur un arbre, notamment pour hélices de bateaux ou d'avions.

⑤7 L'invention concerne un système de rotors, dont le mode préféré de réalisation est un système d'hélices pour bateau. L'arbre d'hélice 1 entraîne à travers un train d'engrenage planétaires 22, 23, 24 deux hélices 21 dans le sens de rotation de l'arbre et une hélice 20 dans le sens inverse de rotation de l'arbre. Les hélices sont de dimensions telles qu'elles absorbent approximativement des couples égaux. Le coût de fabrication de ce dispositif est très inférieur à celui des dispositifs antérieurs communs de ce type, sans réduction de son efficacité.



FR 2 549 006 - A1

D

La présente invention concerne un système de rotors, comprenant plusieurs rotors à pales montés sur un arbre, et conçu pour imprimer un débit à un fluide ou pour être mis en rotation par un tel débit de fluide.

5 L'invention concerne en général les systèmes de rotors du type mentionné ci-dessus, qui peuvent par exemple être inclus dans des systèmes de pompes ou de turbines ou utilisés comme hélices de bateaux ou d'avions. L'invention a cependant, été initialement mise au point pour résoudre des
10 problèmes concernant des hélices de bateaux.

Un équipement interne de marine comporte un moteur un réducteur à engrenages avec inverseur de marche, et un arbre de transmission muni d'une hélice. Pour un moteur diesel marin de la classe des 400 H.P., la vitesse de rota-
15 tion est d'environ 2400 à 2600 t/min, qui doit être substantiellement réduite pour que l'hélice soit efficace. Aux vitesses d'environ 15 noeuds, une réduction de 1:2 peut être normale, mais pour des bateaux plus lourds à longue durée de service, pour lesquels le coût du carburant est d'une particulière
20 importance, il peut être souhaité d'avoir des réductions de vitesses allant jusqu'à 1:4 ou 1:5. Corrélativement à la réduction de vitesse de l'hélice, l'augmentation du couple qui doit être transmis à travers le mécanisme d'inversion de marche et l'arbre de transmission à l'hélice, en accroît
25 les dimensions.

Il peut être mentionné par exemple que la puissance et les gammes de vitesses indiquées ci-dessus nécessitent de passer d'une réduction de 1:2 à 1:4 qui accroît difficilement l'efficacité de 50 à 60% environ, augmente le diamètre de
30 l'arbre d'hélice d'environ 25% et le diamètre d'hélice d'environ 60%. Ainsi, les gains obtenus par une efficacité d'hélice accrue accompagnés de coûts de carburant réduits sont partiellement obérés par les coûts plus élevés du

mécanisme d'inversion de marche, de l'arbre et de l'hélice.
5 Les coûts globaux des derniers éléments cités peuvent être
très élevés, jusqu'à la moitié du prix du moteur. Un autre
problème est que le grand diamètre d'hélice crée des dif-
10 ficultés d'encombrement, qui rendent impossible l'utilisa-
tion d'une réduction égale ou supérieur à 1:4 dans les
transmissions dites internes-externes. Une solution connue
au problème d'obtenir une grande efficacité d'hélice,
15 lorsque le diamètre de l'hélice n' a pas besoin d'être plus
grand que ce qui est pratique pour les transmissions internes
externes pour la dite classe de puissance de moteur, est
de monter deux hélices tournant en sens contraire entraînées
par des arbres concentriques. Le coût de ce montage est
cependant élevé car il implique de longs arbres creux.

Le but de la présente invention est de réaliser un
système de rotors décrit en introduction, plus spécialement
20 une hélice de bateau qui peut être fabriquée à un coût
beaucoup plus faible que les dispositifs de ce type connus
auparavant, sans sacrifier à l'efficacité.

Ceci est réalisé selon l'invention par le fait que
l'arbre est en prise sur l'engrenage central d'un train
25 d'engrenage planétaires, que N rotors sont en prise sur une
couronne dentée qui s'engrène sur les engrenages planétaires
du train d'engrenage, tournant en sens inverse de celui de
l'arbre, et que N+1 rotors sont fixés et entraînés sur et
par le porteur d'engrenages planétaires tournant dans le
30 même sens que l'arbre.

L'idée de base de l'invention réside en ce que la
réduction du nombre de tours du moteur n'est pas à faire
avant le rotor, c'est à dire non pas dans le système d'inver-
35 sion de marche, mais dans le moyeu du système de rotors, qui
permet de réduire les dimensions de l'inverseur de marche
et de l'arbre et de les rendre ainsi moins couteux qu'aupar-
avant. Sur ce principe, un système de rotors a été réalisé
en observant le rapport ci-dessus mentionné dans ou contre
le sens de rotation de l'arbre, un tel système pouvant être

équilibré du fait que l'un des rotors tournant avec l'arbre équilibre le couple de l'arbre ; tandis que les rotors restants sont appariés en sens de rotation contraires et s'équilibrent l'un avec l'autre.

5 Un système de propulsion de marine à trois hélices conçu de manière optimum selon les principes de l'invention, aura un diamètre d'hélice d'environ les $\frac{2}{3}$ de celui d'une hélice unique étudiée de manière optimale pour une réduction de 1:4 ou 1:5. Le coût total de l'inverseur de marche, de
10 l'arbre, et du montage de l'hélice sera approximativement moitié moindre de celui correspondant à un montage mono-hélice, tandis que l'efficacité sera la même pour l'un et l'autre montage.

L'invention est décrite d'une manière plus détaillée
15 en se référant aux exemples présentés dans les dessins ci-joints, parmi lesquels la figure 1 montre la coupe longitudinale d'un système de rotors selon l'invention, dans une réalisation générale ; la figure 2 montre schématiquement un système d'hélices pour bateau ; la figure 3
20 montre la coupe longitudinale du système présenté en figure 2 ; la figure 4 montre une coupe partielle et en perspective de la réalisation d'un système d'hélices pour bateau ; les figures 5, 6, et 7 montrent des vues schématiques en perspective illustrant d'autres applications du système de
25 rotors selon l'invention.

Le système de rotors présenté schématiquement sur le figure 1 peut être une pompe, un compresseur, un ventilateur ou une turbine. Un arbre 1, qui selon l'application, est l'arbre d'entrée ou de sortie porte un engrenage 2 qui est
30 l'engrenage central d'un train d'engrenages planétaires et s'engrène sur les planétaires 3 d'un porteur de planétaires 4. Une couronne dentée 5 sur un moyeu cylindrique 6 engrène sur les pignons planétaires 3. Le moyeu 6 porte deux jeux de pales de rotors 7 et ainsi forme avec les
35 pales 7 deux rotors 8 fermement assemblés l'un à l'autre et tournant dans le sens inverse de rotation de l'arbre. Le porteur de planétaires 4 est assemblé à trois jeux de pales

de rotors 9 dont les deux jeux extérieurs sont associés l'un et l'autre au porteur de planétaires et à une enveloppe cylindrique 10, tandis que le jeu central de pales 9 est seulement monté sur le cylindre 10, formant ainsi trois
 5 rotors 11 assemblés fermement l'un à l'autre et tournant dans le sens de rotation de l'arbre.

L'invention est basée sur l'idée selon laquelle pour un diamètre donné maximum, la meilleure efficacité est obtenue quand les différents rotors du système ont approxi-
 10 ximativement la même vitesse de rotation et produisent le même couple. Certains écarts par rapport à ces valeurs égales peuvent découler du fait que les rotors induisent des vitesses sur le milieu ambiant axialement et radialement demandant ainsi des mises au point de diamètre et de pas
 15 (voir figure 2).

La condition à observer selon l'invention est que si le nombre de rotors tournant en sens inverse de l'arbre est N, le nombre de rotors tournant dans le même sens que l'arbre doit être de N+1 dans le but d'obtenir un équilibre
 20 des couples quand les rotors tournent à la même vitesse.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, N=2 et la relation suivante s'applique :

	Couple de l'arbre 1	+ IQ
	Couple des rotors tournant avec l'arbre	- 3Q
25	Couple des rotors tournant en sens inverse de l'arbre	+ 2Q
	Total	0

Ainsi il y a compensation du couple quand le couple d'un rotor correspond au couple d'entrée. Cela signifie que
 30 le moyeu-réducteur qui est intégré dans le système doit augmenter le couple de cinq fois, et le distribuer également entre les cinq rotors. Ceci signifie aussi qu'en l'absence de pertes de puissance, la puissance ne va pas changer et le nombre de t/min. aura été réduit au cinquième
 35 de celui de l'arbre. D'une manière générale, ceci signifie que la réduction doit être de 1:1+2N qui veut dire que la réduction initiale du système planétaire, qui est le rapport

entre les diamètres d'engrenage de la couronne 5, qui entraîne les rotors 8, tournant en sens contraire, et l'engrenage central 2 doit être de 2:1 dans l'exemple représenté figure 1. Ceci signifie de manière générale
5 que la réduction doit être de N:1.

Les figures 2 et 3 représentent une variante réalisation destinée à illustrer les relations ci-dessus. Ces figures montrent schématiquement un montage à triple hélice pour bateau 20,21 (c'est à dire $N=1$). Les
10 hélices antérieure et postérieure 21 sont entraînés dans le même sens que l'arbre 1, tandis que l'hélice centrale 20 tourne dans le sens inverse de celui de l'arbre. Ainsi que le montre la figure 2, les hélices antérieure et centrale peuvent être considérées comme une paire tournant
15 en sens inverse et compensant leurs propres couples, tandis que le couple de l'hélice postérieure équilibre celui de l'arbre. Les diamètres des hélices sont adaptés pour tenir compte du rétrécissement de l'écoulement du fluide.

Puisque N dans cet exemple est égal à 1, la réduction
20 de base est de 1:1 qui rend possible comme le montre la figure 3, de faire du système planétaire un simple différentiel. L'arbre 1 porte un engrenage central 22 avec un engrenage conique annulaire, et un engrenage 23 avec un engrenage annulaire correspondant est monté sur le moyeu
25 24 de l'hélice centrale 20. Le moyeu 25 de l'hélice antérieure 21 constitue le porteur des engrenages planétaires 26 et est fermement assemblé au moyeu 27 de l'hélice postérieure par un fourreau 28. Dans ce cas, la vitesse de rotation de l'hélice est réduite au tiers de celle de
30 l'arbre.

En démultipliant la vitesse du moteur dans le moyeu de l'hélice l'inverseur du marche du moteur peut aussi être constitué comme un simple différentiel (non représenté sur la figure) avec une réduction initiale de 1:1. Pour
35 l'entraînement en marche avant, le train d'engrenage est verrouillé, par exemple par un embrayage, de façon à constituer un tout, qui emboîte l'arbre d'entrée sur le

porteur d'engrenages planétaires. Pour l'inversion de
marche, le porteur de planétaires est bloqué par exemple,
sur le carter du pignon libre du moteur, et l'arbre de
sortie tourne dans le sens inverse de celui de l'arbre
5 d'entrée. Le rapport de réduction en marche avant et en
marche arrière est de 1:1. L'entraînement en marche avant
n'entraîne aucune perte à l'exception de celles provoquées
par l'huile circulant dans le carter du train d'engrenages.
Le différentiel de l'inverseur de marche peut en principe
10 avoir les mêmes dimensions et la même taille d'engrenages
que le différentiel intégré dans le moyeu d'hélice qui
facilite la réduction des coûts.

La figure 4 représente le système d'hélices des
figures 2 et 3 dans une réalisation pratique pour laquelle
15 les détails sans intérêt pour la présente invention, tels
qu'engrenages, joints et analogues ont été négligés et,
où les détails avec contreparties dans les figures 2 et 3
ont reçu les mêmes indices de références que dans ces
figures.

20 L'arbre 1 est assemblé de manière fixe sur l'engre-
nage central 22 par la cannelure 28. Les engrenages pla-
nétaires 26 sont montés sur des axes 29, qui sont fixes
dans un fourreau 30 avec lequel le moyeu 25 de l'hélice
antérieure est assemblé de manière non rotative au moyen
25 des cannelures 31. Les extrémités internes des axes radiaux
29 sont montés dans un manchon 32 dans la partie arrière
duquel est serti un axe 33 qui est couplé par les can-
nelures 34 à un fourreau 35 et en outre par des cannelures
36 au moyeu 27 de l'hélice postérieure 21. La partie
30 antérieure de l'arbre 33 est portée par un roulement à
aiguilles 37 à l'extrémité postérieure de l'arbre d'hélice
1. Ainsi, les fourreaux 30, 32 se comportent comme le
porteur d'engrenages planétaires, qui est assemblé de manière
non rotative aux hélices 21.

35 Le moyeu 24 de l'hélice centrale 21 est assemblé par les
cannelures 40 à un élément de fourreau additionnel 41, qui est assem-

blé rotativement par rapport aux fourreaux 30,32 opérant comme le porteur d'engrenages planétaires. L'élément de fourreau 41 a des dents d'engrenage 23 qui s'engagent sur les engrenages planétaires 26 et sont donc identiques à celles de l'engrenage central 22.

5 Les engrenages 22,26,23 du système planétaire ou différentiel tournent dans un bain d'huile et le système de moyeu est par conséquent hermétique à l'eau environnante au moyen de joints qui n'ont pas été présentés de manière détaillée ici. Afin d'être sûr que l'eau ne puisse pas s'infiltrer, l'huile est mise sous pression au moyen d'un
10 accumulateur de pression 43, qui contient une membrane à ressort taré ou une capsule anéroïde (non représentée) qui est assemblée à un ergot 44 se déplaçant à travers le carter de l'accumulateur. Plus l'ergot est en saillie et plus la pression s'élève. Ainsi, l'ergot agit comme un indicateur de pression qui fournit un contrôle visuel direct du main-
15 tien de la pression recommandée.

D'autres applications du principe de l'invention sont illustrées par les Fig.5 et 7. La Fig.5 montre un système d'hélices pour avion avec une hélice "contra-rotative" 50 et deux hélices 51 tournant avec l'arbre d'hélice. La Fig.6 représente un hélicoptère muni d'un
20 rotor "contra-rotatif" 60 et deux rotors 61 tournant avec l'arbre.

Tous les modes de réalisation du système de rotors décrit ci-dessus ont un arbre de transmission, mais l'invention n'est pas comme il y été dit dans l'introduction, limitée à de tels systèmes de rotors; elle embrasse aussi des systèmes de rotors à arbres entraî-
25 nés. Un exemple de dernier type est présenté à la Fig.7 sous la forme d'une turbine à eau pourvue d'un rotor "contra-rotatif" 70 et de deux rotors 71 tournant avec l'arbre. En vertu du fait que le diamètre du rotor peut être réduit substantiellement, comme dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, vis à vis d'un montage mono-rotor, la section
30 de la canalisation peut également être réduite et abaisser ainsi les coûts.

REVENDEICATIONS

1 - Système de rotors, comprenant plusieurs rotors à pales portés sur un arbre et conçu pour imprimer un débit à un fluide ou être mis en rotation par un tel fluide, caractérisé en ce que l'arbre (1) est assemblé sur et entraîné par l'engrenage central (2, 22) d'un train d'engrenages planétaires, en ce que N rotors (8; 20) sont assemblés et entraînés sur et par une couronne dentée (5 ;23) qui engrène sur les pignons planétaires (3; 26) du train d'engrenages pour tourner dans le sens inverse de celui de l'arbre, et en ce que N+1 rotors (11 ;21) sont assemblés et entraînés sur et par le porteur d'engrenages planétaires (4; 28 ; 30; 32) du train d'engrenages pour tourner dans le sens de rotation de l'arbre.

2 - Système de rotors selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport entre les diamètres de roulement de la dite couronne dentée (5 ; 23) et l'engrenage central (2; 22) est approximativement égal à N:1.

3 - Système de rotors selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les rotors (8 , 11 ; 20,21) sont disposés de sorte que les rotors adjacents soient contra-rotatifs.

4 - Système de rotors selon l'une des revendications 1-3 caractérisé en ce que les surfaces et les angles de pales des rotors (8,11 ; 20,21) sont choisis de sorte que tous les rotors absorbent approximativement la même part de couple.

5 - Système de rotors selon l'une des revendications 1-4, caractérisé en ce que les diamètres des rotors (8,11, 20,21) sont adaptés respectivement au rétrécissement de la veine liquide glissant (a) le long du système de rotors.

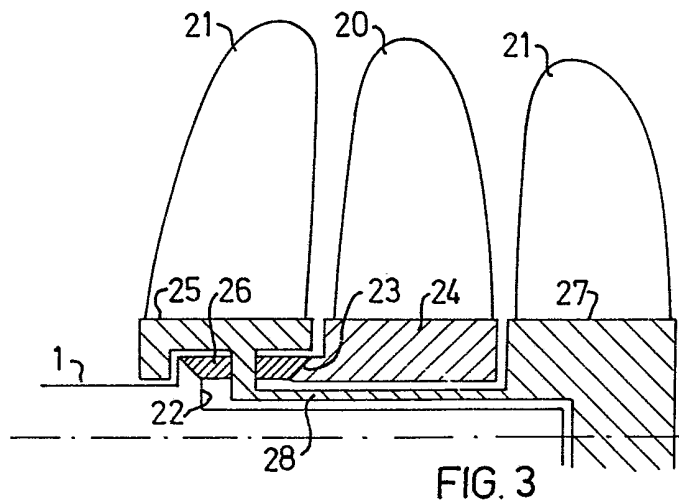
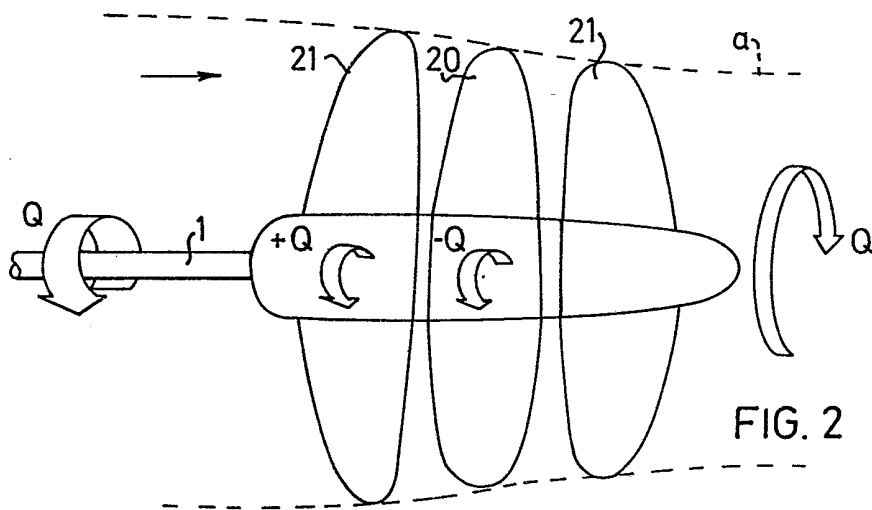
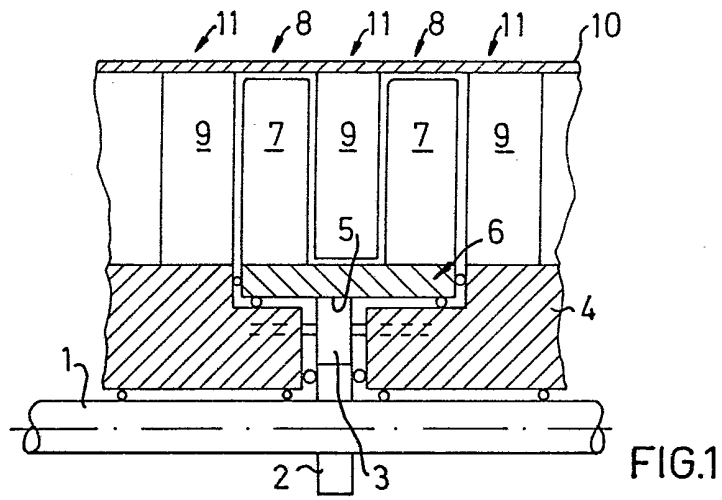
6 -Système de rotors selon l'une des revendications 1-5, caractérisé en ce que les rotors sont des hélices (20, 21) qui forment un ensemble.

7 - système de rotors selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il est pourvu de trois hélices.

8 - Système de rotors selon la revendication 7, caractérisé en ce que le train d'engrenages planétaires est un différentiel de rapport 1:1.

5 9 - Système de rotors selon la revendication 8, caractérisé en ce que les engrenages planétaires sont montés sur des axes radiaux fixes dans des fourreaux assemblés sur les moyeux des hélices antérieure et postérieure, et en ce que le moyeu de l'hélice centrale est assemblé à un second fourreau ayant une couronne dentée
10 engrenant sur les pignons planétaires.

10 - Système de rotors selon l'une des revendications 1-9, caractérisé en ce que le train d'engrenages planétaires est disposé dans un carter à bain d'huile sous pression.



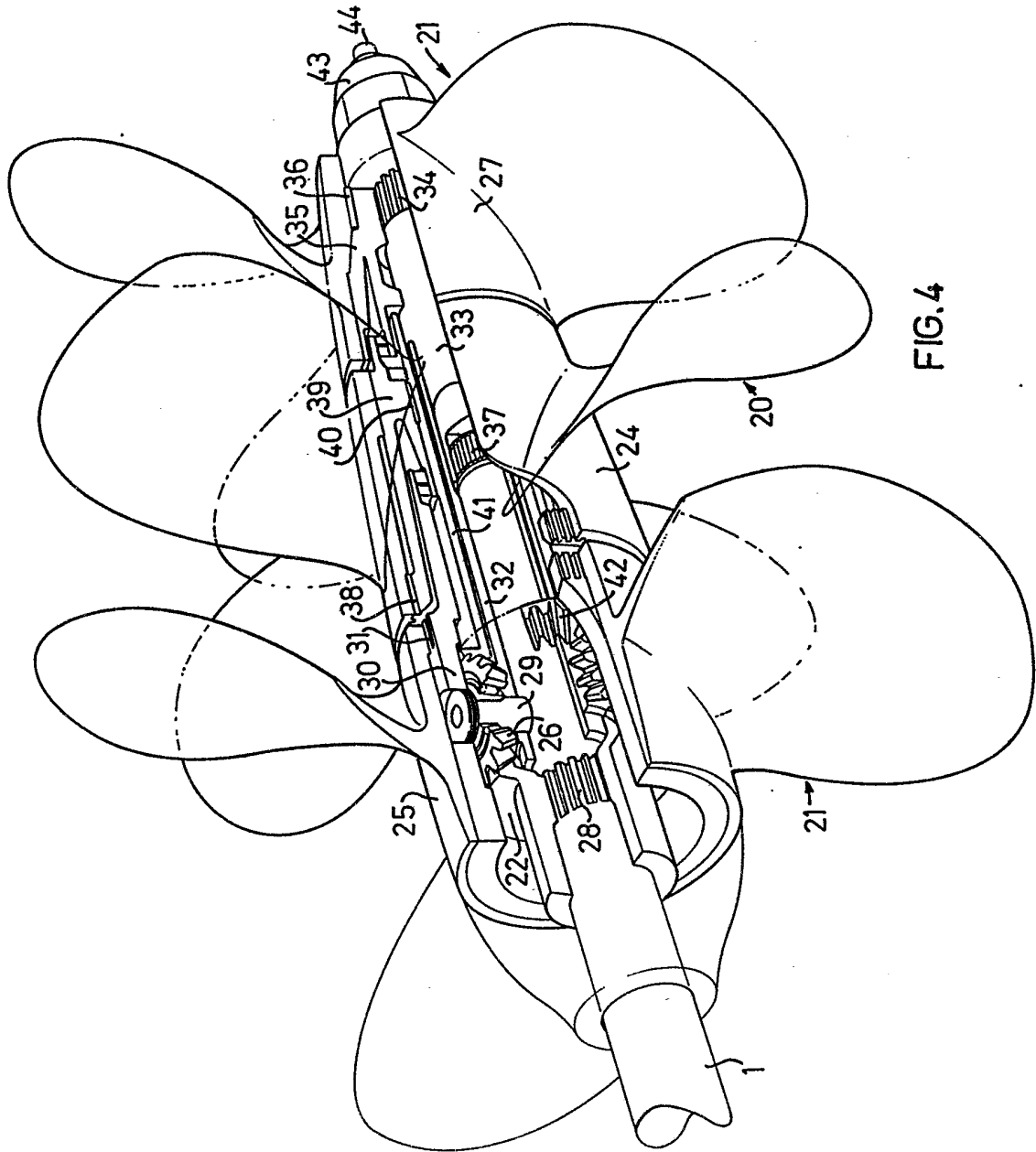


FIG.4

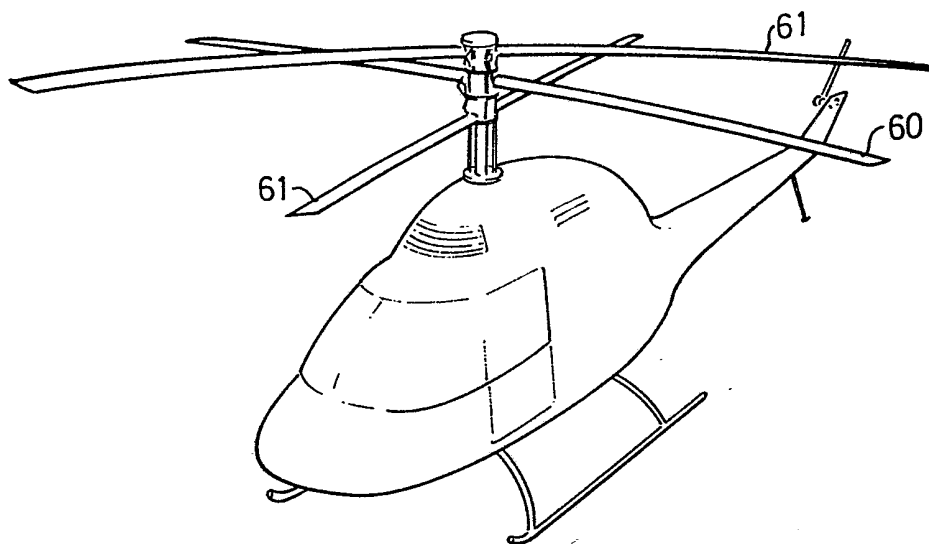


FIG. 6

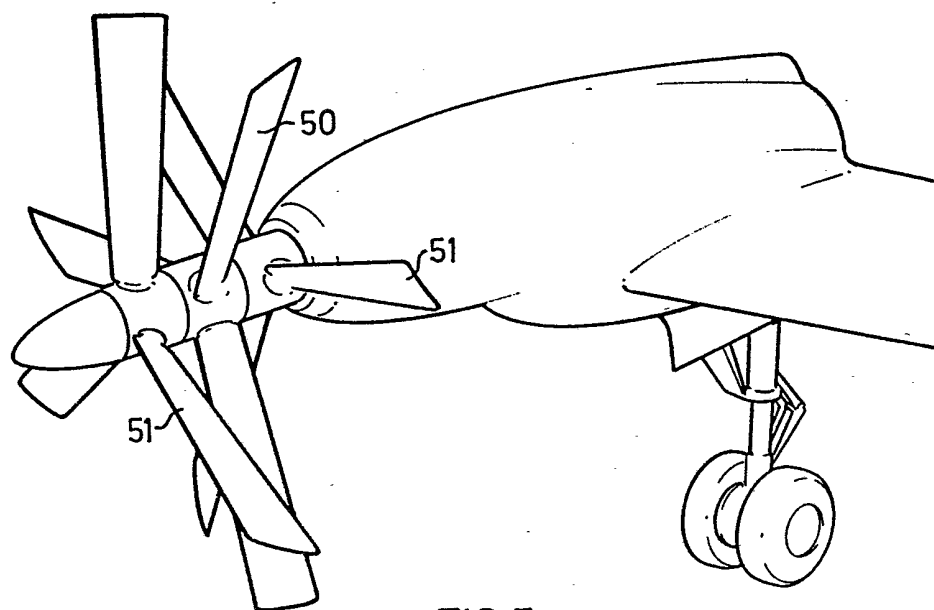


FIG. 5

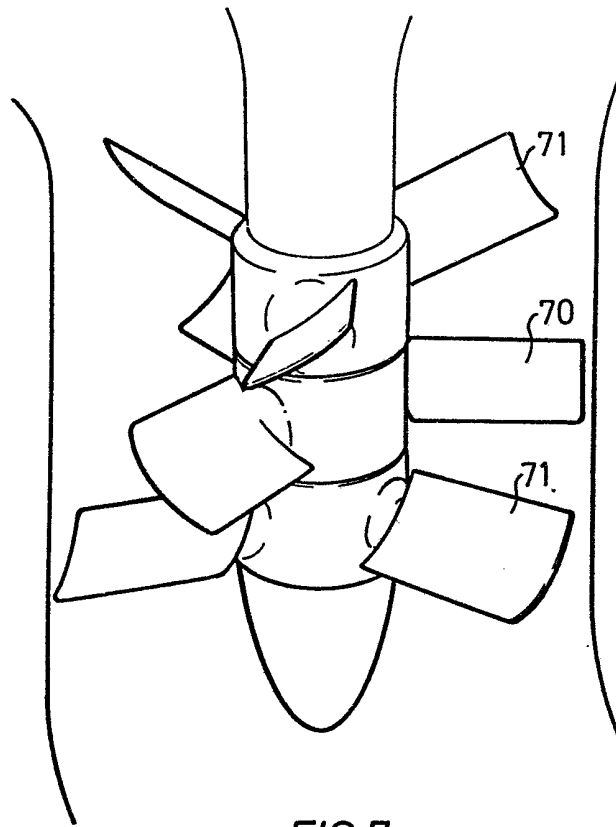


FIG.7