(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 724 930 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
30.04.2014 Bulletin 2014/18

(51) Int Cl.:
B63G 8/08 *(2006.01)* ***B63H 21/17*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **13190756.0**

(22) Date de dépôt: **29.10.2013**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **29.10.2012 FR 1260286**

(71) Demandeur: **Architecture Et Conception De Sytemes Avances**
13590 Meyreuil (FR)

(72) Inventeurs:
- **Le Page, Yann**
  13013 Marseille (FR)
- **Leclercq, Sylvain**
  13002 Marseille (FR)

(74) Mandataire: **Le Cacheux, Samuel L.R.**
Jacobacci & Partners
15 cours Aristtide Briand
69300 Caluire-et-Cuire (FR)

(54) **Dispositif de propulsion aquatique à moteur électrique immergé et engin aquatique équipé d'un tel dispositif de propulsion**

(57) L'invention concerne un dispositif de propulsion aquatique immergé comprenant :
- au moins un moteur électrique immergé (11,11') qui comprend :
- au moins une chambre d'entraînement (13) ouverte destinée à être remplie d'eau,
- au moins deux bobinages formant un stator (15) du moteur électrique,
- au moins un rotor (16) du moteur électrique qui est maintenu et guidé dans la chambre d'entraînement (13) par des moyens de guidage en rotation (19,19'), qui comprend des moyens de couplage magnétique (17,17') avec le stator (15) et qui est lié en rotation à un arbre d'entraînement (20,20') s'étendant à l'extérieur de la chambre d'entraînement (13), l'entrefer situé entre le rotor (16) et stator (15) communiquant avec et/ou faisant partie de la chambre de d'entrainement et étant destiné à être rempli d'eau,

- au moins une hélice (21,21',35,36) liée en rotation à l'arbre d'entraînement (20,20').

L'invention concerne également un engin aquatique équipé d'un tel dispositif de propulsion.

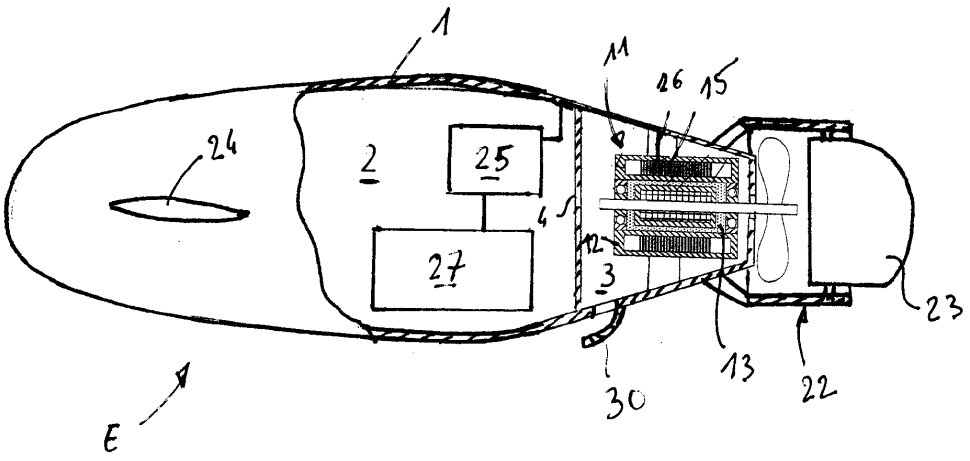


Fig 1

EP 2 724 930 A1

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine technique de la propulsion des engins aquatiques au moyen notamment d'un moteur électrique.

[0002] Dans le domaine ci-dessus, il est connu de mettre en oeuvre pour la propulsion d'un engin aquatique comprenant une coque délimitant un compartiment fonctionnel sec, un ou plusieurs moteurs électriques qui entraînent un arbre de propulsion traversant la coque et portant au moins une hélice en partie au moins immergée. Afin d'assurer le passage de l'arbre de propulsion tout en préservant l'étanchéité de la coque et notamment du compartiment fonctionnel sec, il est mis en oeuvre un presse-étoupe qui autorise la rotation de l'arbre de propulsion tout en empêchant les infiltrations d'eau. Un tel presse-étoupe est généralement une pièce relativement complexe susceptible de connaître des dysfonctionnements entraînant des infiltrations d'eau dans le compartiment sec. Ainsi, le presse étoupe est souvent un point faible dans la chaîne de propulsion d'un engin aquatique.

[0003] Il est donc apparu le besoin d'un nouveau type de dispositif de propulsion aquatique qui ne présente pas les risques de fuite ou de dysfonctionnement engendré par la mise en oeuvre d'un presse étoupe ou d'un système d'étanchéité tournant au passage de l'arbre de propulsion au travers de la coque.

[0004] Afin d'atteindre cet objectif l'invention concerne un dispositif de propulsion aquatique immergé comprenant :

- au moins un moteur électrique immergé qui comprend :
    - au moins une chambre d'entraînement ouverte destinée à être remplie d'eau,
    - au moins un bobinage formant un stator du moteur électrique,
    - au moins un rotor de moteur électrique qui est maintenu et guidé dans la chambre d'entraînement par des moyens de guidage en rotation, qui comprend des moyens de couplage magnétique avec le stator et qui est lié en rotation à un arbre d'entraînement s'étendant à l'extérieur de la chambre d'entraînement, l'entrefer situé entre le rotor et stator communiquant avec et/ou faisant partie de la chambre de d'entrainement et étant destiné à être rempli d'eau
- au moins une hélice liée en rotation à l'arbre d'entraînement.

[0005] La mise en oeuvre d'une chambre d'entraînement immergée dans laquelle le rotor se trouve également immergé évite la mise en oeuvre d'un presse-étoupe ou d'un joint tournant dans la mesure où le moteur électrique se trouve en partie immergé. Ainsi, un tel dispositif de propulsion ne met en oeuvre que des systèmes d'étanchéité statique et ne nécessitent pas de systèmes d'étanchéité dynamique. Il doit être souligné que selon l'invention, la région située entre le rotor et le stator, également appelée entrefer, est destinée à être remplie de l'eau formant le milieu aquatique dans lequel le dispositif de propulsion selon l'invention est immergé. L'entrefer est alors formé par la chambre d'entrainement en son entier ou forme une partie de ladite chambre d'entraînement.

[0006] Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de propulsion aquatique comprend au moins deux hélices coaxiales contrarotatives entrainées par des moyens de transmission actionnés par l'arbre d'entraînement. La mise en oeuvre d'hélices coaxiales contrarotatives permet d'optimiser les performances du système de propulsion tout en réduisant les vibrations et les bruits associés. Les moyens de transmission actionnés peuvent alors être de toute nature appropriée et comprendre, par exemple, un différentiel mécanique.

[0007] Selon une forme de réalisation de l'invention, le dispositif de propulsion aquatique comprend au moins deux moteurs électriques immergés qui comprennent chacun :

- au moins une chambre d'entraînement ouverte destinée à être remplie d'eau,
- au moins un bobinage formant un stator de moteur électrique,
- au moins un rotor de moteur électrique qui est maintenu et guidé dans la chambre d'entraînement par des moyens de guidage en rotation, qui comprend des moyens de couplage magnétique avec le stator et qui est lié en rotation à un arbre d'entraînement s'étendant à l'extérieur de la chambre d'entraînement,

l'arbre d'entraînement de l'un des moteurs s'étendant à l'intérieur de l'arbre d'entraînement de l'autre moteur, chaque arbre d'entraînement étant lié en rotation à une hélice.

[0008] La mise en oeuvre de deux moteurs électriques permet d'obtenir une redondance préservant la capacité de mouvement d'un engin aquatique équipé d'un dispositif de propulsion selon l'invention en cas de dysfonctionnement de l'un des deux moteurs électriques.

[0009] Selon une variante de cette caractéristique, le dispositif de propulsion comprend une unité de commande adaptée pour piloter les moteurs immergés de manière que leurs arbres d'entraînement tournent en sens inverses. Ainsi, il est possible d'adopter une transmission directe entre chaque arbre d'entraînement et l'hélice associée tout en conservant les avantages d'une rotation contrarotative des deux hélices.

[0010] Selon une caractéristique de cette variante, l'unité de commande est adaptée pour synchroniser la rotation des moteurs immergés. Une telle synchronisation permet d'optimiser le rendement de la propulsion et de réduire les bruits associés.

[0011] Selon une autre variante de la forme de réalisation mettant en oeuvre deux moteurs électriques, les chambres d'entraînement sont alignées. Les chambres d'entraînement peuvent alors de préférence mais non nécessairement communiquer entre-elles.

[0012] Il est à noter que, dans chaque moteur électrique selon l'invention, les moyens de couplage magnétique d'un rotor avec le stator correspondant sont d'un type ne nécessitant pas d'alimentation électrique directe de sorte que chaque moteur électrique est dépourvu de système de balai, caractéristique également désignée en anglais sous la terminologie « brushless ».

[0013] Ainsi, selon caractéristique de l'invention, les moyens de couplage du rotor comprennent au moins un aimant permanent. Une telle caractéristique permet notamment de réaliser un moteur électrique synchrone autopiloté sans balais (brushless).

[0014] Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens de couplage du rotor comprennent au moins une bobine. Cette caractéristique permet notamment de réaliser un moteur électrique asynchrone. Dans le cas de la mise en oeuvre de deux moteurs électriques il est possible que l'un des moteurs électriques soit synchrone tandis que l'autre moteur électrique est asynchrone. Bien entendu, il est également possible que les deux moteurs électriques soient d'un même type à savoir synchrone ou asynchrone.

[0015] Par ailleurs, selon l'invention, il est possible d'envisager différents types de configuration ou de position relative du rotor par rapport au stator.

[0016] Ainsi, selon caractéristique de l'invention, l'un au moins des rotors est disposé autour du stator correspondant.

[0017] De la même manière, selon une autre caractéristique de l'invention, l'un au moins des rotors est disposé à l'intérieur du stator correspondant.

[0018] Selon une variante de l'invention, au moins une hélice du dispositif de propulsion aquatique comprend des pales repliables. Une telle hélice, parfois appelée hélice bec de canard lorsqu'elle comprend deux pales repliables l'une sur l'autre, permet de limiter la traînée du dispositif de propulsion lorsque que le moteur électrique correspondant n'est pas en fonctionnement. En effet, c'est la rotation de l'arbre d'entraînement qui induit une mise en place des pales mobiles dans une position de travail dans laquelle elles assurent une propulsion.

[0019] Selon une autre variante de l'invention, au moins une hélice du dispositif de propulsion aquatique comprend des pales à mise en drapeau automatique. Comme dans le cas des d'une hélice à pales repliables, la mise en drapeau des pales permet de réduire la traînée de l'hélice lorsque que le moteur électrique correspondant n'est pas en fonctionnement. Dans ce cas également, c'est la rotation de l'arbre d'entraînement qui induit une mise en place des pales mobile dans une position de travail dans laquelle elles assurent une propulsion.

[0020] Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de propulsion aquatique comprend une tuyère de propulsion à l'intérieur de laquelle est disposée au moins une hélice. Une telle tuyère permet d'augmenter, à vitesse de rotation élevée, l'efficacité de l'hélice disposée dans la tuyère.

[0021] Selon encore une autre caractéristique de l'invention, le dispositif de propulsion aquatique comprend au moins une voie de circulation d'eau entre l'intérieur de la chambre d'entraînement et l'extérieur de la chambre d'entraînement. Selon l'invention la voie de circulation d'eau peut être simplement formée par les passages d'eau aménagés par des moyens de guidage en rotation qui ne sont pas étanches. La voie de circulation d'eau peut également être un passage spécifique aménagé au seul effet du passage de l'eau.

[0022] Selon une variante de cette caractéristique, le dispositif de propulsion aquatique comprend des moyens de circulation forcée de l'eau dans la chambre d'entraînement. De tels moyens de circulation forcée permettent d'obtenir un refroidissement efficace d'au moins un moteur électrique.

[0023] Selon une caractéristique de l'invention, chaque moteur électrique immergé comprend un corps d'entraînement creux qui délimite, d'une part, la chambre d'entraînement et, d'autre part, une chambre étanche renfermant le stator.

[0024] Selon une variante de cette caractéristique, le corps d'entraînement de chaque moteur électrique immergé est disposé dans une chambre de propulsion remplie d'eau. La mise en oeuvre d'une telle chambre de propulsion permet notamment de confiner les bruits de fonctionnement du moteur électrique correspondant. La chambre de propulsion permet également de confiner le rayonnement infrarouge émis par le moteur électrique en fonctionnement.

[0025] Dans le cadre de cette variante et selon une forme possible de réalisation, chaque arbre d'entraînement s'étend à l'extérieur de la chambre de propulsion.

[0026] Toujours dans le cadre de cette variante et selon une autre forme possible de réalisation, la chambre de propulsion est délimitée par un carénage hydrodynamique.

[0027] Selon encore une autre forme de réalisation de l'invention, le dispositif de propulsion comprend un carénage hydrodynamique entourant au moins un moteur électrique immergé. Ainsi, le carénage hydrodynamique délimite la chambre d'entraînement du moteur correspondant et/ou la chambre de propulsion. Un tel carénage hydrodynamique permet d'isoler acoustiquement et thermiquement le moteur électrique correspondant du milieu extérieur et/ou du compartiment fonctionnel sec de l'engin propulsé par le dispositif selon l'invention.

[0028] Selon une caractéristique de l'invention, au moins un moteur électrique du dispositif de propulsion est adapté pour être réversible de manière à fonctionner en générateur d'électricité.

[0029] L'invention concerne aussi un engin aquatique comprenant au moins un dispositif de propulsion selon l'invention.

[0030] Selon une caractéristique de l'invention, l'engin aquatique comprend une coque délimitant au moins un compartiment fonctionnel sec et la chambre d'entraînement de chaque moteur électrique immergé est séparée de manière étanche du compartiment sec.

[0031] Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de propulsion de l'engin aquatique comprend une chambre de propulsion qui est destinée à être remplie d'eau et qui se trouve séparée de manière étanche du compartiment fonctionnel sec.

[0032] Selon une variante de cette caractéristique, le compartiment fonctionnel sec et la chambre de propulsion sont délimités en partie au moins par la coque de l'engin aquatique.

[0033] Selon une caractéristique de l'invention, au moins un moteur électrique du dispositif de propulsion de l'engin aquatique est adapté pour être réversible de manière à fonctionner en générateur d'électricité.

[0034] Bien entendu, les différentes caractéristiques, variantes et formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

[0035] Par ailleurs, diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent de la description annexée effectuée en référence aux dessins qui illustrent une forme non limitative de réalisation d'un engin aquatique selon l'invention ainsi que des formes non limitatives de réalisation de dispositifs de propulsion aquatique conformes à l'invention.

- La figure 1 est une vue schématique partiellement arrachée d'un engin aquatique selon l'invention.
- La figure 2 est un détail de la figure 1 montrant, à plus grande échelle, le dispositif de propulsion aquatique selon l'invention équipant l'engin aquatique représenté à la figure 1.
- La figure 3 est une vue d'une hélice à pales repliables, dite également bec de canar, avec les pales en position dépliée ou de travail lorsque l'hélice tourne.
- La figure 4 est une vue de l'hélice de la figure 3 avec les pales repliées en position de repos.
- La figure 5 est une vue d'une hélice à pales à mise en drapeau automatique, avec les pales en position de travail lorsque l'hélice tourne.
- La figure 6 est une vue de l'hélice de la figure 3 avec les pales en drapeau ou en position de repos.
- La figure 7 est une vue schématique d'une variante de réalisation d'un dispositif de propulsion selon l'invention équipé de deux hélices.
- La figure 8 est une vue schématique d'une variante de réalisation d'un dispositif de propulsion selon l'invention comprenant deux moteurs électriques immergés entraînant chacun une hélice en prise directe avec l'arbre d'entraînement du moteur correspondant.
- La figure 9 est une vue schématique d'une variante de réalisation d'un dispositif de propulsion selon l'invention dont le moteur électrique immergé comprend un rotor tournant autour du stator.
- La figure 10 est une vue schématique d'un autre variante de réalisation d'un dispositif de propulsion selon l'invention dont la chambre de propulsion est délimité par un carénage hydrodynamique distinct de la coque de l'engin aquatique.

[0036] Il est à noter que sur ces figures les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différentes variantes peuvent présenter les mêmes références.

[0037] La figure 1 illustre une forme possible de réalisation d'un engin aquatique E selon l'invention formant un sous-marin autonome ou habité qui comprend une coque 1 délimitant un compartiment fonctionnel sec 2. Dans le cas présent le compartiment fonctionnel 2 est étanche. La coque 1 délimite également une chambre de propulsion 3 qui est séparée du compartiment fonctionnel 2 par une cloison étanche 4. La chambre de propulsion 3 est destinée à être remplie d'eau lorsque l'engin aquatique E est immergé. Ainsi, la chambre de propulsion remplie d'eau n'est pas soumise à la pression hydraulique lors de la plongée de l'engin E.

[0038] L'engin aquatique E comprend également un dispositif 10 de propulsion aquatique selon l'invention qui est en partie disposé à l'intérieur de la chambre de propulsion 3.

[0039] Selon l'exemple illustré, le dispositif de propulsion aquatique 10 comprend un moteur électrique immergé 11 formé d'un corps d'entraînement 12 annulaire creux qui délimite, d'une part, en son centre une chambre d'entraînement 13 ouverte et destinée à être remplie d'eau lorsque que l'engin aquatique E est immergé. Le corps d'entraînement 12 délimite, d'autre part, autour de la chambre d'entraînement 13, une chambre annulaire étanche 14 à l'intérieur de laquelle est disposé au moins un bobinage formant un stator 15 du moteur électrique 11. Le bobinage comprend alors au moins deux bobines indépendantes.

[0040] Le moteur électrique immergé 11 comprend également un rotor 16 qui renferme de manière étanche des moyens de couplage magnétique 17 avec le stator 15. Dans le cas présent, les moyens de couplage magnétique 7 sont formés par au moins un et, de préférences, plusieurs aimants permanents. Le rotor 16 comprend un arbre 18 maintenu par des moyens 19 de guidage en rotation qui comprennent ici des roulements à billes. Bien entendu, tout autre type de moyens de guidage en rotation pourrait être mis en oeuvre comme par exemple mais non limitativement un ou plusieurs paliers lisses ou encore des roulements à rouleaux ou à aiguilles. Il est à noter que dans la mesure où la chambre d'entraînement 13 est immergée lors du fonctionnement du moteur électrique 11, l'eau peut être utilisée en tant que lubrifiant des moyens de guidage 19 et il n'est pas nécessaire de prévoir des solutions d'étanchéité au niveau du guidage en rotation.

[0041] L'arbre 18 du rotor 16 est lié en rotation à un arbre d'entraînement 20 qui s'étend à l'extérieur de la chambre d'entraînement 13 ainsi que de la chambre de propulsion 3. L'arbre d'entraînement 20 porte alors à l'extérieur de la chambre de propulsion 3 une hélice 21 qui se trouve liée en rotation à l'arbre d'entraînement 20. Il doit être remarqué que selon cette forme de réalisation l'arbre 18 et l'arbre d'entraînement 20 sont en prise directe et que l'hélice 21 est également en prise directe avec l'arbre d'entraînement 20 de sorte que la vitesse de rotation de l'hélice 21 est égale à la vitesse de rotation du rotor 16.

[0042] Selon l'exemple illustré, l'hélice 21 est disposée à l'intérieur d'une tuyère de propulsion 22 portée par la coque 1. Il doit être remarqué qu'une telle tuyère n'est pas nécessaire à la réalisation d'un dispositif de propulsion selon l'invention.

[0043] Selon l'exemple illustré, l'engin E comprend également à l'arrière au moins une gouverne 23 qui est située en aval de l'hélice 21 par rapport au flux d'eau engendré par sa rotation. L'engin E comprend aussi, à l'avant, une barre de plongée 24

[0044] Le fonctionnement du moteur électrique 11 est piloté par une unité de commande 25 raccordée au stator 15 par une ligne 26 et alimentée par une source d'électricité 27 formée selon l'exemple illustré par un ensemble d'accumulateurs électriques ou batteries électriques. La source d'électricité pourrait également être formée par une pile à combustible ou encore par un générateur tournant entraîné par un moteur à combustion interne.

[0045] Ainsi, lorsqu'une propulsion de l'engin E est souhaitée, l'unité de commande 25 assure une alimentation des bobinages du stator 15 de manière à créer un champ magnétique tournant qui entraîne en rotation le rotor 16 par couplage magnétique. La présence d'eau dans la chambre d'entraînement ainsi que dans la chambre de propulsion contribuent alors à assurer une lubrification des moyens de guidage en rotation 19 ainsi qu'à un refroidissement du moteur électrique 11. Selon l'exemple illustré, afin d'augmenter l'efficacité de ce refroidissement, le dispositif de propulsion comprend des moyens 28 de circulation forcée de l'eau dans la chambre d'entraînement 3. Dans le cas présent les moyens de circulation forcée 28 comprennent une série de pales solidaires de l'arbre 18 du rotor 16. L'eau située dans la chambre d'entraînement 3 se trouve alors expulsée sous l'effet de la force centrifuge au travers d'une voie de circulation d'eau 29 aménagée dans le stator de manière à permettre le passage de l'eau entre l'intérieur de la chambre d'entraînement 13 et l'extérieur de la chambre d'entraînement, ici, la chambre de propulsion 3. La chambre d'entrainement 13 interposée entre le stator et le rotor forme ici l'entrefer du moteur électrique immergé.

[0046] Par ailleurs, une circulation forcée de l'eau dans la chambre de propulsion 3 est également assurée par une écope 30 qui induit une entrée de l'eau dans la chambre de propulsion lors de l'avancement de l'engin E. L'eau est alors évacuée par un orifice d'évacuation annulaire 31 aménagé dans la coque 1 et situé autour de l'arbre d'entraînement 20.

[0047] Il doit être noté que le fait que le moteur 11 ne soit pas en relation avec l'intérieur du compartiment sec 2 évite un transfert de la chaleur produite par le moteur 11 à l'intérieur du compartiment sec de sorte que les risques de surchauffe, induits par le fonctionnement du moteur, des composants contenus dans le compartiment sec sont réduits.

[0048] Par ailleurs, l'intégration du moteur immergé 11 dans la chambre de propulsion 3 permet de réduire la propagation, à l'extérieur de l'engin E, des bruits de fonctionnement du moteur 11.

[0049] Afin de réduire la traînée de l'hélice 21, lorsque le moteur électrique 11 ne fonctionne pas et que l'engin E est, par exemple, tracté ou se déplace sous l'effet de la gravité ou encore de son erre, l'hélice 21 peut être une hélice à pales repliables telle qu'illustrée figures 3 et 4, ou encore une hélice comprenant des pales à mise en drapeau automatique tel qu'illustrée figures 5 et 6. Sur les figures 3 à 6, les hélices comprennent 2 ou 3 pales mais elles pourraient bien entendu comprendre plus de 3 pales, le nombre de pales de chaque hélice étant choisi en fonction de la puissance et de la vitesse de propulsion requises.

[0050] Afin d'augmenter les performances de la propulsion, le dispositif de propulsion 10 peut comprendre comme le montre 7 deux hélices contrarotatives 35 et 36 qui sont entraînées par des moyens de transmission 37 actionnés par l'arbre d'entraînement 20. Les moyens de transmissions 37 comprennent un train d'engrenage qui entraine deux arbres coaxiaux 38 et 39 qui sont chacun liés à une hélice respectivement 35 et 36.

[0051] La figure 8 illustre une autre variante d'un dispositif de propulsion 10, selon l'invention, à deux hélices 21 et 21'. Selon cette variante, le dispositif de propulsion 10 comprend deux moteurs électriques immergés 11 et 11' qui sont chacun réalisés de manière sensiblement analogue au moteur électrique immergé 11 décrit en relation avec les figures 1 et 2. Ainsi, les parties constitutives du premier moteur électrique immergé 11 sont numérotées 12 à 20 tandis que les parties constitutives du deuxième moteur électrique immergé 11' sont numérotées 12' à 20'.

[0052] Selon cette variante de réalisation, les chambres d'entraînement 13 et 13' sont alignées et l'arbre d'entraînement 20 du premier moteur électrique immergé 11 s'étend à l'intérieur, d'une part, du rotor 18' du deuxième moteur électrique immergé 11' et, d'autre part, de l'arbre d'entraînement 20'. L'arbre d'entraînement 20, du premier moteur 11, porte alors l'hélice 21 au niveau de son extrémité opposée au premier moteur électrique immergé 11 tandis que l'arbre d'entraînement 20', du deuxième moteur électrique immergé 11', porte son hélice 21' de manière qu'elle soit située du même côté que l'autre hélice 21.

[0053] Les stators 15 et 15' des moteurs électriques immergés 11 et 11' sont raccordés à l'unité de commande

25 par des lignes 26 et 26'. L'unité de commande 25 est alors adaptée pour assurer une rotation en sens inverse des hélices 21 et 21' de manière qu'elles soient contrarotatives. Ainsi, l'unité de commande 25 est adaptée pour engendrer au moyen du stator 15 du premier moteur électrique 11 un champ magnétique tournant dans un sens et pour engendrer au moyen du stator 15' du deuxième moteur électrique 11' un champ magnétique tournant dans un sens opposé. De manière préférée l'unité de commande 25 sera, de plus, adaptée pour que les deux hélices 21 et 21' possède une vitesse de rotation sensiblement identique tout en étant de sens opposé. Cette synchronisation de la rotation des moteurs électriques 11 et 11' permet de limiter les bruits de propulsion.

[0054] Par ailleurs, à basse vitesse lorsque la puissance nécessaire à la propulsion de l'engin est peu importante l'unité 25 commande le fonctionnement d'un seul des deux moteurs pourra être commandé. De même en cas de défaillance de l'un des deux moteurs, l'autre moteur pourra assurer la propulsion de l'engin.

[0055] Selon les exemples de réalisation du dispositif de propulsion 10 décrits précédemment le rotor 16 est disposé à l'intérieur du stator 15 qui est par ailleurs situé autour de la chambre d'entraînement 13. Cependant, une telle configuration n'est pas nécessaire à la réalisation d'un dispositif de propulsion aquatique selon l'invention.

[0056] Ainsi, la figure 9 illustre une variante de réalisation d'un dispositif de propulsion aquatique 10, conforme à l'invention, selon laquelle le rotor 16 est disposé autour du stator 15. À cet effet, le corps d'entraînement 12 est réalisé sous la forme d'un noyau cylindrique à l'intérieur duquel sont placés les bobinages du stator 15. Le rotor 16 présente, quant à lui, la forme d'une cloche disposée autour du corps d'entraînement 12 et donc du stator 15. Le rotor est maintenu par les moyens de guidage rotation 19 ici formés par des paliers hydrauliques adaptés pour assurer une immobilisation axiale du rotor 16. La chambre d'entraînement 13 s'étend alors autour du stator 15 au lieu d'être située à l'intérieur de ce dernier comme cela était le cas dans les exemples de réalisation décrits en relation avec les figures 1 à 8. Selon l'exemple de la figure 9, l'entrefer situé entre le rotor et le stator forme une partie seulement de la chambre d'entraînement 13 et se trouve donc rempli d'eau. Selon l'invention, quelle que soit la configuration du dispositif de propulsion, l'entrefer est toujours rempli d'eau et les moyens de guidage en rotation du rotor sont au contact de l'eau lorsque le dispositif est immergé.

[0057] Selon la figure 9, les moyens de couplage magnétique 17 du rotor 16 sont formés par au moins une et de préférences plusieurs bobines en court-circuit de sorte que le moteur électrique immergé selon cette variante de réalisation est un moteur asynchrone.

[0058] Le rotor 16 est en outre lié en rotation à l'arbre d'entraînement 20 qui porte l'hélice 21 et qui se trouve guidé en rotation dans un alésage aménagé dans le stator 12.

[0059] La figure 10 illustre une autre variante d'un engin aquatique E selon l'invention mettant en oeuvre un dispositif de propulsion 10 tel que décrit en relation avec les figures 1 et 2. Selon cette variante le dispositif de propulsion 10 est entouré par un carénage hydrodynamique 40 distinct de la coque 1, de l'engin E, délimitant le compartiment fonctionnel 2. Le carénage 40 délimite alors la chambre de propulsion immergée 3 de sorte que le carénage 40 n'est pas soumis à la pression hydraulique ambiante. Ainsi le carénage 40 peut être réalisé dans un matériau composite léger. De manière préférée le carénage 40 est réalisé dans un matériau absorbant les ondes sonores émises par le moteur électrique 11 en fonctionnement et possédant un faible coefficient de conduction thermique. Ainsi le carénage 40 assure une isolation thermique et sonore du moteur électrique 11.

[0060] Par ailleurs, selon l'exemple illustré à la figure 10, l'écope 30 est directement raccordée à la chambre d'entraînement 13 de manière que l'avancement de l'engin E induit une circulation forcée de l'eau dans ladite chambre d'entraînement 13.

[0061] Selon les exemples illustrés et décrits précédemment, l'isolation électrique des bobines du stator par rapport à la chambre d'entraînement 13 immergée est réalisée en enfermant lesdites bobines dans le corps d'entraînement dont les parois métalliques assurent l'étanchéité. Toutefois, cette isolation pourrait être réalisée de toute autre manière appropriée comme par exemple en plaçant les bobines dans des compartiments ouverts vers la chambre d'entraînement 13 et en les noyant dans une résine étanche susceptible de résister à la corrosion de l'eau de mer. De la même manière, les moyens de couplage magnétique 17 du rotor 16 pourraient être isolés de l'eau baignant la chambre d'entraînement 13 par de la résine.

[0062] Par ailleurs, il doit être noté qu'en cas de remorquage de l'engin aquatique décrit en relation avec la figure 1, le moteur électrique aquatique immergé qu'il intègre peut fonctionner en générateur de sorte l'engin aquatique forme alors un dispositif immergé de production d'électricité.

[0063] Bien entendu, diverses autres modifications peuvent être apportées au dispositif de propulsion aquatique selon l'invention ainsi qu'à l'engin aquatique conforme à l'invention dans le cadre des revendications annexées.

Revendications

1. Dispositif de propulsion aquatique immergé comprenant :

    - au moins un moteur électrique immergé (11,11') qui comprend :

        - au moins une chambre d'entraînement (13) ouverte destinée à être remplie d'eau,

- au moins un bobinage formant un stator (15) du moteur électrique,
- au moins un rotor (16) du moteur électrique qui est maintenu et guidé dans la chambre d'entraînement (13) par des moyens de guidage en rotation (19,19'), qui comprend des moyens de couplage magnétique (17,17') avec le stator (15) et qui est lié en rotation à un arbre d'entraînement (20,20') s'étendant à l'extérieur de la chambre d'entraînement (13), l'entrefer situé entre le rotor (16) et stator (15) communiquant avec et/ou faisant partie de la chambre de d'entrainement et étant destiné à être rempli d'eau,

- au moins une hélice (21,21',35,36) liée en rotation à l'arbre d'entraînement (20,20').

2. Dispositif de propulsion selon la revendication 1, caractérisé en qu'il comprend au moins deux hélices (35,36) coaxiales contrarotatives entrainées par des moyens de transmission (37) actionnés par l'arbre d'entraînement.

3. Dispositif de propulsion selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins deux moteurs électriques immergés qui comprennent chacun :

- au moins une chambre d'entraînement (13) ouverte destinée à être remplie d'eau,
- au moins un bobinage formant un stator (15) de moteur électrique,
- au moins un rotor (16) de moteur électrique qui est maintenu et guidé dans la chambre d'entraînement (13) par des moyens de guidage en rotation (19), qui comprend des moyens de couplage magnétique (17,17') avec le stator (15) et qui est lié en rotation à un arbre d'entraînement (20,20') s'étendant à l'extérieur de la chambre d'entraînement (13),

l'arbre d'entraînement (20) de l'un des moteurs s'étendant à l'intérieur de l'arbre d'entraînement (20') de l'autre moteur, chaque arbre d'entraînement (20,20') étant lié en rotation à une hélice (21,21',35,36).

4. Dispositif de propulsion selon la revendication précédente, caractérisé en qu'il comprend une unité de commande (25) adaptée pour piloter les moteurs électriques immergés (11,11') de manière que leurs arbres d'entraînement (20,21) tournent en sens inverses.

5. Dispositif de propulsion selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (25) est adaptée pour synchroniser la rotation des moteurs électriques immergés (11,11').

6. Dispositif de propulsion selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** les chambres d'entraînement (13) sont alignées.

7. Dispositif de propulsion selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins une voie (29) de circulation d'eau entre l'intérieur de la chambre d'entraînement (13) et l'extérieur de la chambre d'entraînement.

8. Dispositif de propulsion selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens (28) de circulation forcée de l'eau dans la chambre d'entraînement (13).

9. Dispositif de propulsion selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque moteur électrique immergé (11,11') comprend un corps d'entraînement (12) creux qui délimite, d'une part, la chambre d'entraînement (13) et, d'autre part, une chambre étanche (14) renfermant le stator (15).

10. Dispositif de propulsion selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le corps d'entraînement (12) de chaque moteur électrique immergé (11,11') est disposé dans une chambre de propulsion (3) remplie d'eau.

11. Dispositif de propulsion selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend un carénage hydrodynamique (40) entourant au moins un moteur électrique immergé (11).

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un moteur électrique est adapté pour être réversible de manière à fonctionner en générateur d'électricité.

13. Engin aquatique comprenant au moins un dispositif de propulsion (10) selon l'une des revendications 1 à 12.

14. Engin aquatique selon la revendication précédente **caractérisé en ce qu'il** comprend une coque (1) délimitant au moins un compartiment fonctionnel sec (2) et **en ce que** la chambre d'entraînement (13) de chaque moteur électrique immergé (11,11') est séparée de manière étanche du compartiment sec (2).

15. Engin aquatique selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** il comprend un dispositif de propulsion (10) selon la revendication 18 ou 19, dont la chambre de propulsion (3) est destinée à être remplie d'eau et se trouve séparée de manière étanche du compartiment fonctionnel sec (2).

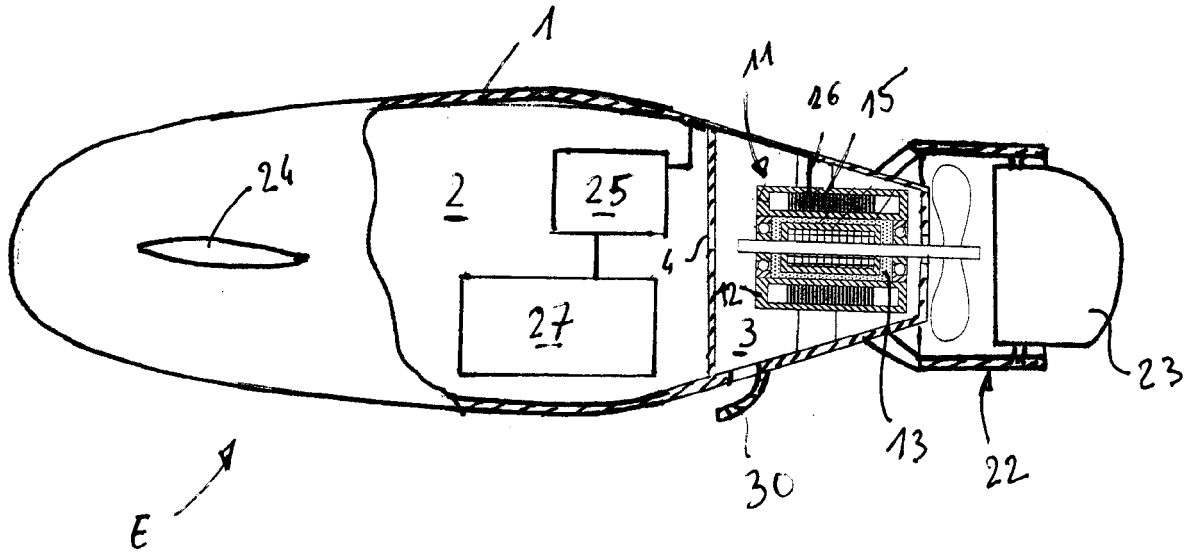

1
11
26
15
24
2
25
4
12
27
3
23
13
22
30
E

Fig 1

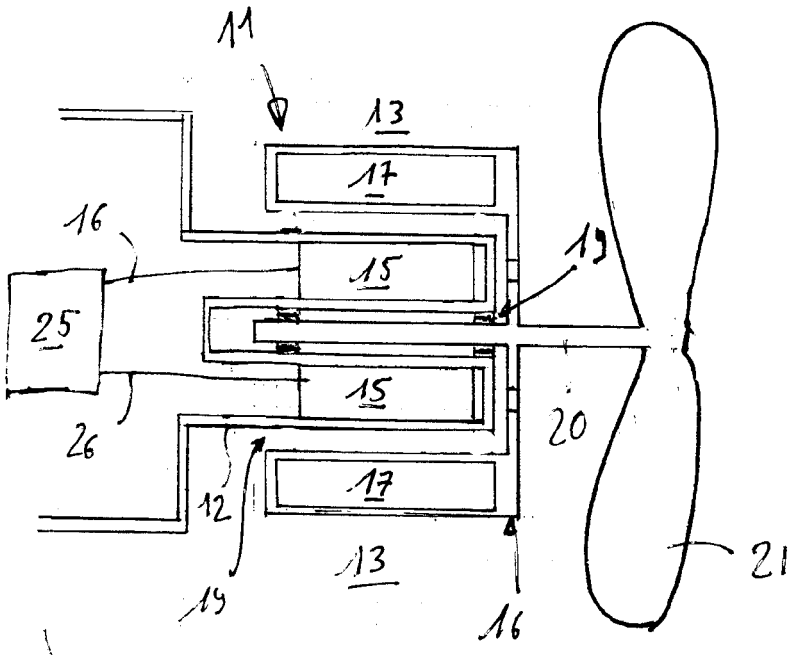

11
13
17
16
15
19
25
15
20
26
12
17
13
21
19
16
10

Fig 9

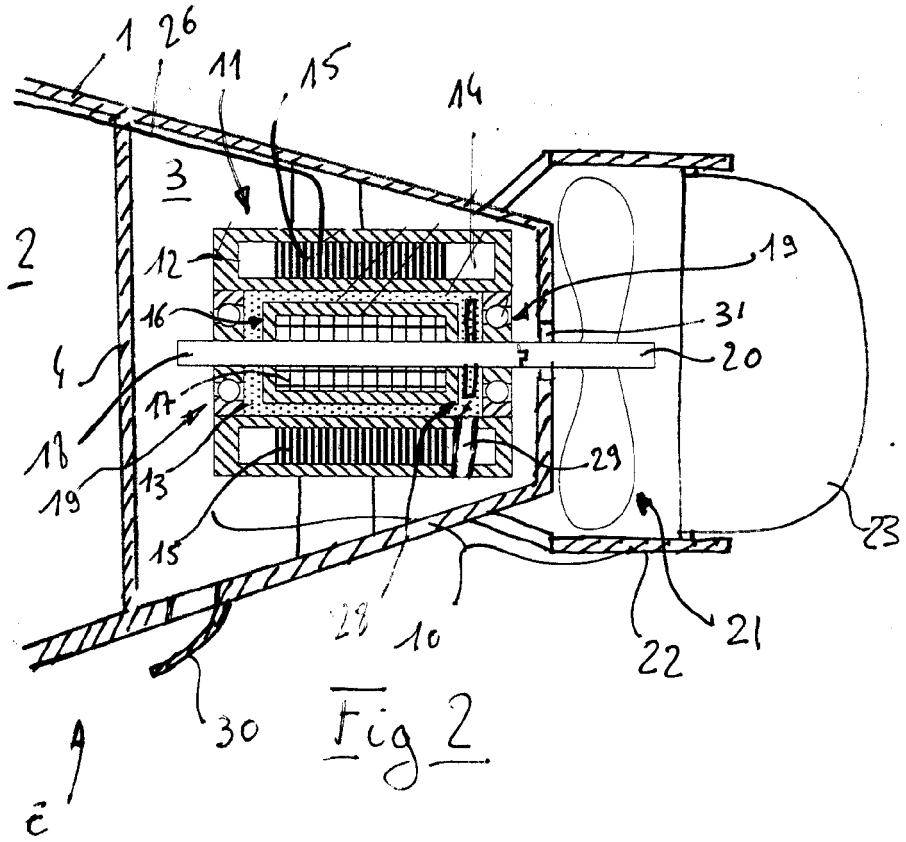

1
26
11
15
14
3
2
12
19
16
31
20
4
17
18
13
29
19
15
23
28
10
22
21
30
A
C

Fig 2

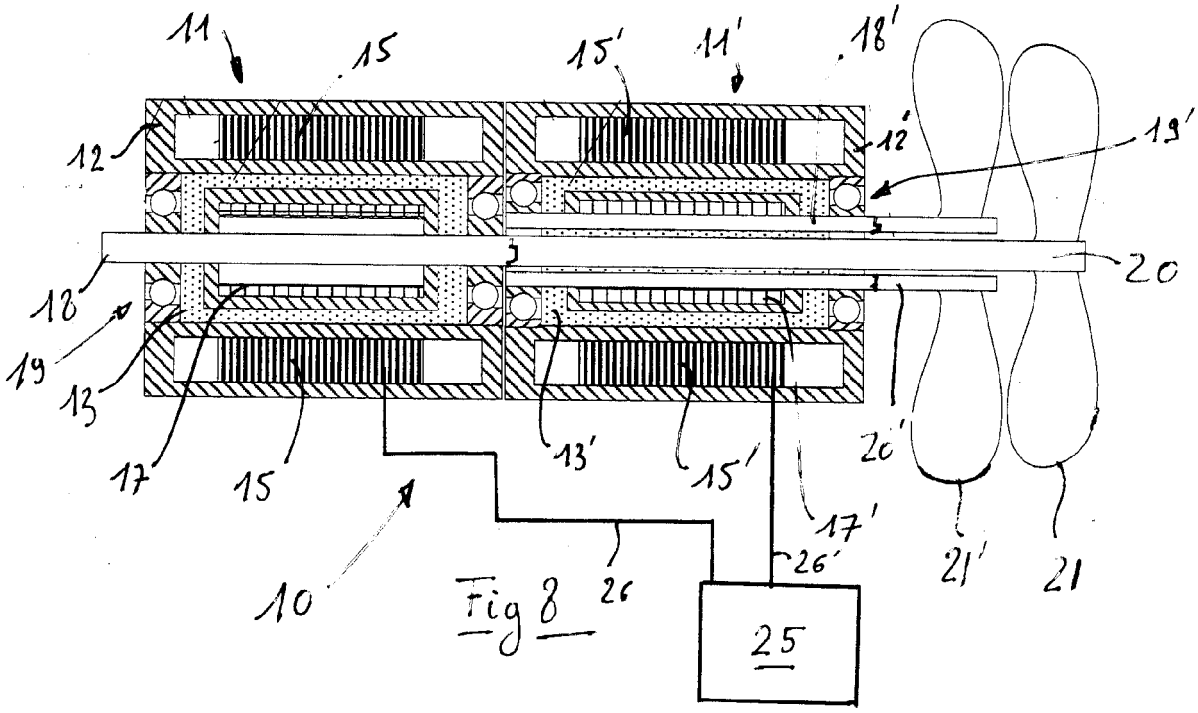

11
15
15'
11'
18'
12
12'
19'
20
18
19
13
17
15
13'
15'
20'
17'
21'
21
10
26
26'
25

Fig 8

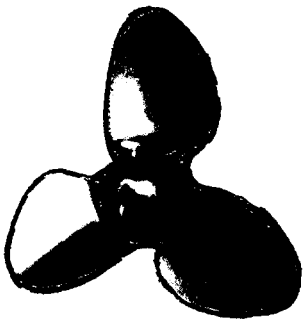


Fig 5

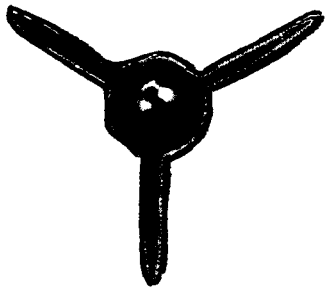


Fig 6

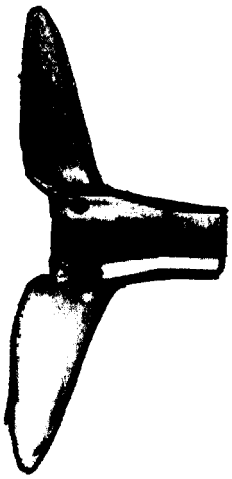


Fig 3



Fig 4

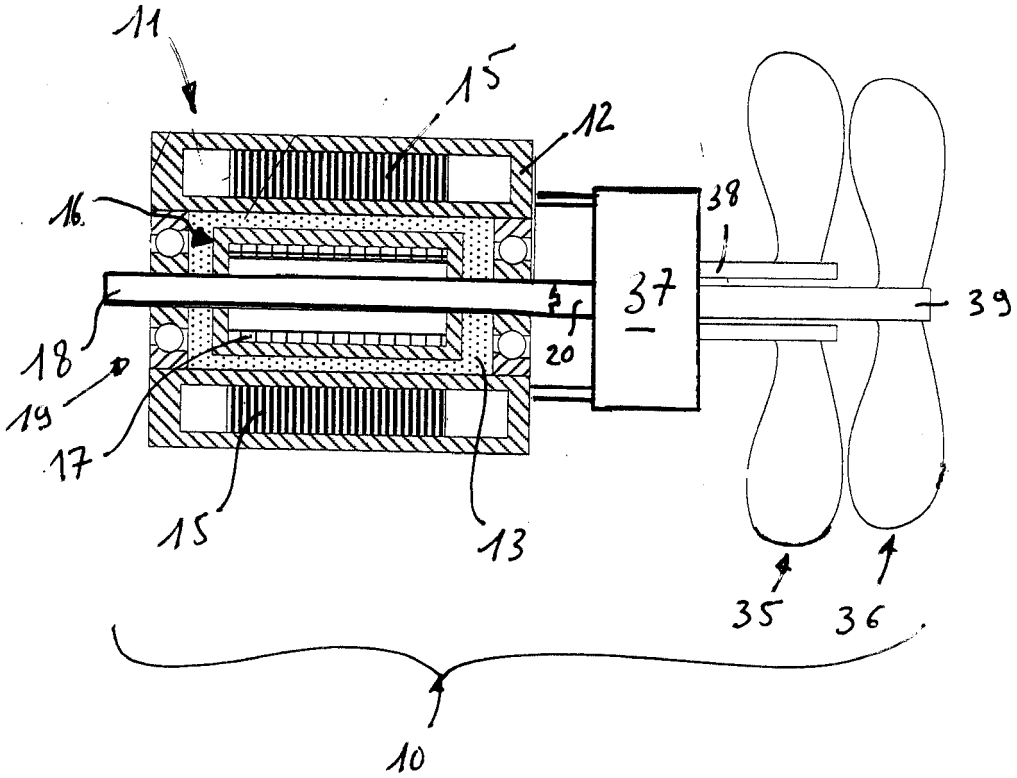


Fig 7

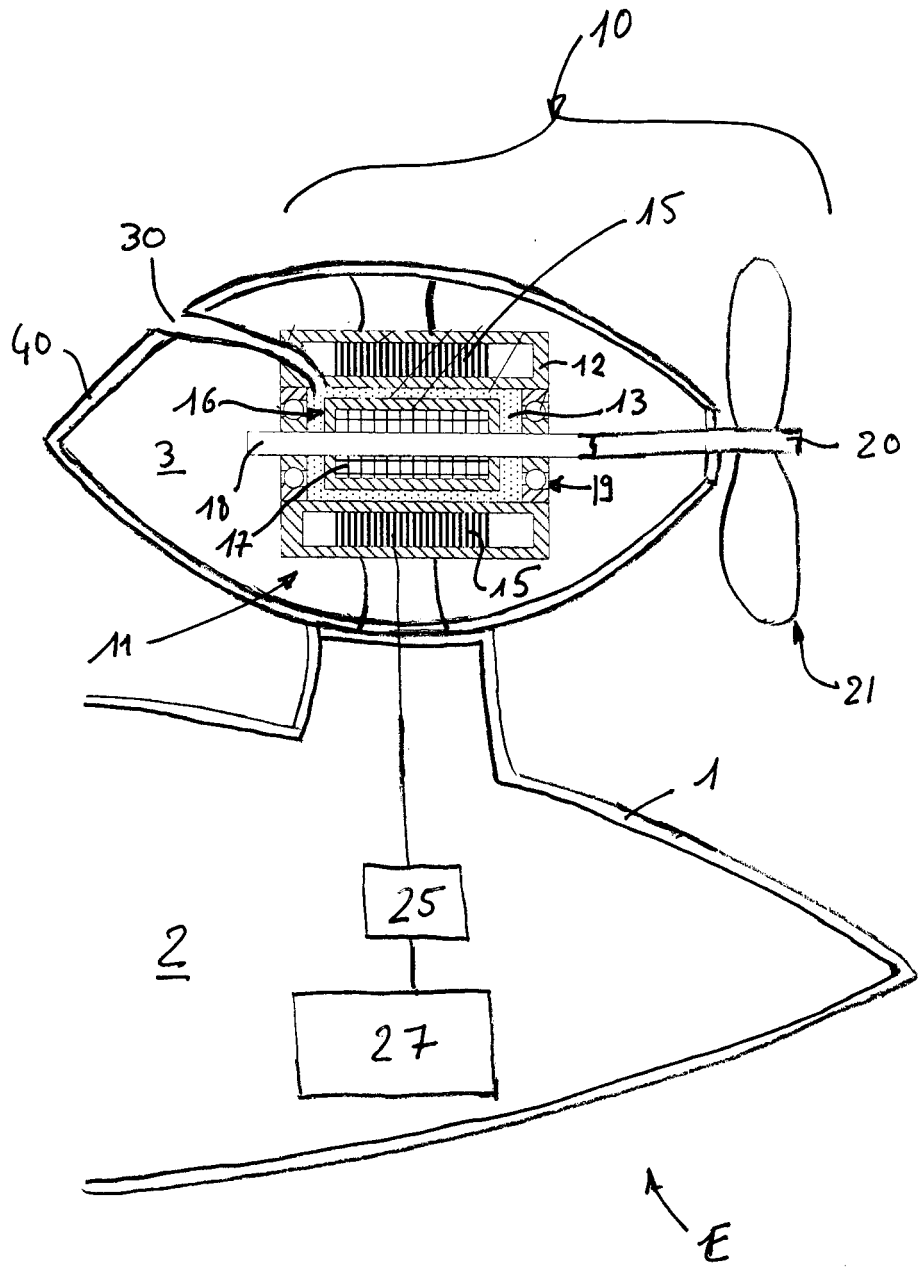


Fig 10

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 13 19 0756

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X A	US 3 125 975 A (ALSAGER L.E. ET AL) 24 mars 1964 (1964-03-24) * colonne 1, ligne 60 - colonne 3, ligne 75; figure 2 * -----	1-8, 11-15 9,10	INV. B63G8/08 B63H21/17

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)

B63G
B63H
B63B

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	22 novembre 2013	Martínez, Felipe

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 13 19 0756

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-11-2013

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3125975 A	24-03-1964	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82