

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① **N° de publication :** **2 925 621**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① **N° d'enregistrement national :** **07 60233**
⑤① Int Cl⁸ : **F 03 B 13/10** (2017.01), F 03 B 13/22, 13/26, 13/08

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **DISPOSITIF ELECTROHYDRAULIQUE DE GENERATION D'ELECTRICITE ET UTILISATION.**

②② **Date de dépôt :** 21.12.07.

③③ **Priorité :**

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande :** 26.06.09 Bulletin 09/26.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention :** 26.01.18 Bulletin 18/04.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux
apparentés :**

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s) :** DCNS Société anonyme — FR.

⑦② **Inventeur(s) :** LAINE CHRISTIAN, SOYER
VINCENT et PASCAL JEAN MARC.

⑦③ **Titulaire(s) :** DCNS Société anonyme.

⑦④ **Mandataire(s) :** CABINET LAVOIX Société par
actions simplifiée.

FR 2 925 621 - B1



Dispositif électrohydraulique de génération d'électricité et utilisation.

La présente invention est relative à un dispositif électro hydraulique de génération d'électricité et à son utilisation pour réaliser des installations de production d'électricité.

5 On connaît des dispositifs électro hydrauliques de génération d'électricité constitués d'une turbine hydraulique incorporée dans une conduite de circulation d'eau couplée en rotation avec un dispositif électromécanique de production d'électricité tel qu'une dynamo ou un alternateur. On connaît notamment des dispositifs dans lesquels le dispositif électromécanique de génération d'électricité est
10 disposé à l'extérieur de la conduite et couplé à la turbine par l'intermédiaire d'un arbre s'étendant hors de la conduite. De tels dispositifs utilisés couramment dans les installations du type barrage hydro électrique classiques présentent cependant l'inconvénient de ne pas être adaptés à des installations dans lesquels le dispositif doit être immergé. Afin de remédier à cet inconvénient, on a proposé des dispositifs électro hydrauliques dans lesquels le dispositif électromécanique de généra-
15 tion d'électricité est disposé à l'intérieur de la conduite de circulation d'eau, dans l'axe de la turbine et enfermé dans une enveloppe protectrice. Cette technique bien adaptée à des installations du type marémotrice, par exemple, présente cependant l'inconvénient de prévoir la présence du générateur dans l'axe de la turbine à l'intérieur de la conduite, ce qui constitue un obstacle pour l'écoulement de
20 l'eau. En outre, cette technique conduit à des dispositifs volumineux.

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un dispositif électro hydraulique de génération d'électricité pouvant être immergé dont l'encombrement est réduit et qui permet un meilleur écoulement de
25 l'eau.

A cet effet l'invention a pour objet un dispositif électro hydraulique de génération d'électricité comprenant un rotor hydraulique comportant un moyeu et une jante reliés par au moins une pale hélicoïdale, monté rotatif autour de l'axe longitudinal du moyeu, un moyen électromécanique couplé en rotation au rotor hydraulique, un moyen de support du rotor hydraulique adapté pour pouvoir reprendre
30 l'effort de poussée axiale associé au rotor hydraulique lorsque le dispositif est en service, un corps externe généralement cylindrique formant une conduite ouverte à chacune de ses extrémités, coaxiale au rotor hydraulique et entourant le rotor

hydraulique. Le moyen électromécanique couplé en rotation au rotor hydraulique étant un générateur électrique comprenant un rotor et un stator, dont le rotor s'étend à la périphérie de la jante du rotor hydraulique et dont le stator est inclus dans le corps externe.

5 Le moyen de support du rotor hydraulique comprend un palier amont et une butée amont montés dans un support amont relié de façon rigide au corps externe par une pluralité de montants amont profilés de façon à constituer des ailettes et un palier aval et une butée aval, montés dans un support aval relié de façon rigide au corps externe par une pluralité de montants aval profilés de façon à constituer
10 les ailettes, et le rotor hydraulique et les montants amont sont profilés et disposés de façon à constituer une pompe hélice.

De préférence, le rotor de la machine électrique comprend une pluralité d'aimants permanents.

Le dispositif peut comprendre un tirant axial s'étendant sur toute la longueur
15 d'un alésage axial du moyeu du rotor hydraulique et comprenant à son extrémité aval un moyen venant en appui sur la face aval du support aval et, à son extrémité amont, un moyen venant en appui sur la face avant du support amont, au moins l'un des moyens étant démontable.

Le corps externe peut comprendre au moins un demi corps amont auquel
20 est fixé le support amont et un demi corps aval auquel est fixé le support aval.

De préférence, la conduite formée par le corps externe constitue une tuyère conformée de façon à être convergente de l'amont vers l'aval.

L'invention concerne également une installation de production d'énergie électrique du type comprenant un moyen électro hydraulique de génération
25 d'électricité entraîné par un courant d'eau caractérisée en ce que le moyen électro hydraulique est un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

L'installation peut constituer au moins un élément d'une centrale électrique terrestre associée à un barrage ou à un cours d'eau.

Elle peut également constituer au moins un élément d'une centrale électri-
30 que du type marée matrice ou du type associée à un courant marin.

L'invention va maintenant être décrite de façon précise et non limitative en regard des figures annexées, dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue en perspective de trois quarts d'un dispositif électro hydraulique de génération d'électricité utilisable pour la production d'électricité à partir d'un courant marin ;

- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale du dispositif électro hydraulique de génération d'électricité de la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue schématique d'un dispositif électro hydraulique de génération d'électricité utilisé pour produire de l'électricité à partir d'un courant marin ;

- la figure 4 est une vue en coupe schématique d'un dispositif électro hydraulique de génération d'électricité utilisé pour produire de l'électricité à partir d'un barrage situé sur un cours d'eau.

Le dispositif électro hydraulique de génération d'électricité, repéré généralement par 1, à la figure 1, est constitué d'un rotor hydraulique 2 monté rotatif autour d'un axe disposé à l'intérieur d'un corps externe 4 qui constitue une conduite 5 ouverte à ses extrémités amont 6A et aval 6B. Comme on le voit sur la figure, au moins dans la partie amont, le rotor est maintenu à l'intérieur du corps creux notamment par l'intermédiaire de montants amont 7A qui sont profilés de façon à constituer des ailettes.

Dans cette description, l'amont et l'aval sont définis par le sens normal d'utilisation du dispositif. Un courant d'eau pénètre par l'amont et ressort par l'aval. Au passage dans le dispositif, il entraîne le rotor en rotation. Le dispositif ayant un sens privilégié d'utilisation, on considère que, lorsqu'on inverse le sens de fonctionnement, le courant d'eau pénètre par l'aval et ressort par l'amont.

Comme on le voit mieux à la figure 2, le rotor hydraulique 2 comprend un moyeu 3 sur lequel est fixé une pluralité de pales en forme d'hélice 12 qui s'étendent jusqu'à une jante 13 périphérique. A ses extrémités amont et aval, le moyeu est monté rotatif autour de paliers 16A en amont et 16B en aval et en butée par l'intermédiaire de butées 15A en amont et 15B en aval contre des supports 27A en amont et 27B en aval maintenus dans l'axe du corps externe 4 par l'intermédiaire des montants 7A en amont et 7B en aval.

Le moyeu 3 comporte un alésage axial 11 traversé par un tirant 17 dont l'extrémité amont 17A est fixée par l'intermédiaire d'un écrou amont 19A contre une bride 18A qui vient en appui sur la face amont 28A du moyen de support amont 27A. De la même façon, l'extrémité aval 17B du tirant est fixée par l'intermédiaire d'un écrou 19B contre une bride aval 18B qui vient en appui sur la face aval 28B du moyen de support aval 27B.

Avec cette disposition, les efforts de poussée exercés sur le rotor hydraulique lorsqu'il est traversé par un courant d'eau sont transmis par l'intermédiaire des butées aval 15B aux moyens de support aval 27B, et par l'intermédiaire du tirant et de la bride 18A aux moyens de support amont 27A. En effet, le courant d'eau s'écoulant de l'amont vers l'aval, exerce sur le rotor un effort orienté de l'amont vers l'aval qui est transmis par l'intermédiaire de la butée aval 15B sur le support aval 27B. En outre, une partie de l'effort repris par le support aval 27B peut être transmis au support amont 27A par l'intermédiaire du tirant 11, des brides 18A et 18B et des écrous 19A et 19B. Le montage mécanique et les montants amont 7A et aval 7B sont dimensionnés de façon à reprendre la totalité de l'effort de poussée aval. Ces montants aval transmettent l'effort de poussée au corps externe 4 qui est constitué de deux demi corps, un demi corps amont 4A et un demi corps aval 4B. Chaque demi corps est adapté pour pouvoir supporter les efforts de poussée transmis par les montants associés, lorsque ces efforts sont maximaux.

Le bord de fuite aval de chaque montant amont 7A est de préférence constitué d'un volet 8 monté articulé autour d'un axe 9 s'étendant sur la longueur du montant et entraîné par un moyen de réglage 10. Cette disposition, qui n'est pas indispensable lorsque le dispositif électro hydraulique est destiné à fonctionner uniquement dans un sens, peut être utile lorsque l'on souhaite pouvoir inverser son sens de fonctionnement, comme on le verra plus loin.

Les montages disposés à l'amont et à l'aval dans l'axe support du rotor, sont carénés. Le carénage 20A à l'amont est de forme sphérique, et le carénage à l'aval 20B en forme d'ogive.

Un moyen électromécanique, repéré généralement par 23, couplé en rotation au rotor hydraulique, est constitué d'un générateur électrique disposé à la périphérie de la jante du rotor hydraulique. Ce générateur électrique comprend un rotor 24 incorporé à la jante 13 du rotor hydraulique, constitué d'une pluralité

d'aimants permanents, et un stator 25 entourant la jante du rotor hydraulique, constitué d'un ensemble de bobinages connu de l'homme du métier, et incorporé dans le demi corps externe aval 4B. Un branchement électrique 26 permet de relier le stator à un circuit électrique d'utilisation externe. Le stator est fixé au demi corps externe 4B de façon à pouvoir reprendre l'ensemble du couple engendré par la rotation du rotor. De même, le demi corps externe 4B et le demi corps externe 4A comportent des moyens de liaison mécanique non représentés qui permettent d'assurer les transmissions des efforts et notamment des couples résultant de l'entraînement du rotor hydraulique, de façon à répartir les efforts entre les différents moyens de fixation du corps externe 4 sur un support.

Les dimensions du rotor hydraulique et du corps externe sont adaptées pour que la conduite interne 5 ait une paroi régulière ne comportant pas d'obstacles pour l'écoulement de l'eau.

Aux jonctions entre le rotor et le corps externe, des viroles de protection 21 et 22 permettent d'assurer la continuité et l'étanchéité du canal de façon à éviter que l'eau vienne détériorer les éléments du moyen électromécanique.

Afin d'optimiser le fonctionnement du dispositif électro hydraulique de génération d'électricité, le profile de la conduite 5, le profile des pales 12 du rotor hydraulique et les profiles des ailettes constitués par les montants amont 7A, sont adaptés pour constituer une turbine hélice optimisée. En outre, la conduite formée par le corps externe constitue une tuyère conformée de préférence de façon à présenter un profil un convergeant en allant de l'amont vers l'aval.

Pour que le fonctionnement de la turbine hélice soit optimisé, il est essentiel que les ailettes constituées par les montants amont 7A soient profilées de façon adaptée. En revanche, il n'est pas indispensable de disposer d'ailettes aval.

Bien que les montants aval ne soient pas indispensables pour optimiser le fonctionnement hydraulique de la pompe hélice, leur présence est souhaitable, notamment pour assurer un bon maintien de l'axe du rotor. Lorsqu'ils sont présents, ces montants aval doivent, de préférence, être profilés pour constituer des ailettes. En outre, ils sont dimensionnés pour reprendre une partie des efforts de poussée.

Le dispositif électro hydraulique de génération d'électricité est destiné en principe à fonctionner dans un sens privilégié, donc en supportant une poussée

de l'amont vers l'aval. Cependant, il peut être intéressant de pouvoir le faire fonctionner en sens inverse en inversant le sens d'écoulement de l'eau. Le montage mécanique doit alors être adapté pour pouvoir reprendre des efforts s'exerçant de l'aval vers l'amont. En outre, il est alors souhaitable de pouvoir modifier le profilage des ailettes qui constitue des montants amont 7A. En effet, lorsque le fonctionnement est inversé, les montants amont fonctionnent comme des ailettes situées à l'aval, et par conséquent, il est souhaitable d'adapter leur profilage. C'est ce qui peut être fait à l'aide des volets 8 orientables à l'aide des moyens d'orientation 10.

On notera que dans un mode de fonctionnement encore plus perfectionné, on peut prévoir des montants profilés réglables, d'une part à l'amont, d'autre part à l'aval.

Le dispositif qui vient d'être décrit, outre son rendement hydraulique amélioré, présente l'avantage de pouvoir être monté et démonté facilement. En effet, lorsque l'écrou 19A situé à l'extrémité amont du tirant 17 est dévissé, il est possible de désolidariser le demi corps amont 4A du demi corps 4B et ainsi d'avoir accès directement au rotor hydraulique 2 qui peut être retiré directement. Cette disposition permet ainsi de faciliter l'entretien du dispositif électro hydraulique de générateur d'électricité.

On va maintenant décrire l'utilisation du dispositif selon l'invention pour produire de l'électricité à partir d'un courant d'eau.

Dans un premier mode de réalisation représenté à la figure 3, le dispositif de génération d'électricité 30 est monté par l'intermédiaire de jambes support 31 sur un fond marin 32, de façon à être immergé dans une mer ou un océan 33 parcouru par un courant marin représenté par les flèches. Le courant marin qui traverse le dispositif de génération d'électricité 30 de l'amont vers l'aval, entraîne en rotation le rotor hydraulique lequel entraîne en rotation le rotor électromécanique, ce qui génère de l'électricité.

L'électricité ainsi produite est transportée par une ligne électrique 34 vers un circuit d'utilisation 35.

On peut ainsi réaliser une centrale électrique entraînée par un courant marin, destinée à alimenter des utilisations terrestres.

Dans le mode de réalisation décrit, le dispositif générateur d'électricité est monté sur des jambes support fixées sur fond marin. Mais, d'autres modes de réalisation sont possibles. En particulier, le dispositif peut être porté par un flotteur immergé ou en surface, maintenu en place par des moyens d'ancrage comprenant des ancres et des chaînes. Le dispositif peut également être porté par des plates-formes marines du type des plates forme utilisées pour l'exploitation des hydrocarbures.

Dans un deuxième mode de réalisation, représenté à la figure 4, le dispositif de génération d'électricité 40 est utilisé pour produire de l'électricité à partir d'un courant d'eau terrestre.

Pour cela, le dispositif générateur d'électricité 40 est disposé en aval d'un barrage 41 s'étendant au-dessus d'un sol 42. Le barrage 41 sépare une zone amont 43 d'une zone 44 entre lesquelles un courant d'eau peut s'écouler du fait d'une dénivelée. La base du barrage comporte une ouverture 45 d'alimentation du générateur d'électricité lequel est relié à un circuit de distribution d'électricité 46.

L'installation de production qui vient d'être décrite peut aussi bien être utilisée pour réaliser une centrale électrique en aval d'une barrage destinée à constituer une retenue d'eau important qu'être utilisée pour réaliser une petite centrale électrique du type « au fil de l'eau ».

Dans les utilisations qui viennent d'être décrites, le dispositif générateur d'électricité n'a pas besoin d'être réversible. En effet, les courants marins et les écoulements d'eau terrestres se font en général, dans un sens constant.

Cependant, le dispositif peut également être utilisé pour réaliser une usine marémotrice. Il doit alors être réversible de façon à pouvoir fonctionner aussi bien à la marée montante qu'à la marée descendante.

L'homme du métier comprendra que les utilisations qui viennent d'être décrites ne sont pas limitatives.

REVENDEICATIONS

1.- Dispositif électro hydraulique de génération d'électricité (1), du type comprenant :

5 - un rotor hydraulique (2) comportant un moyeu (3) et une jante (13) reliés par au moins une pale hélicoïdale (12), monté rotatif autour de l'axe longitudinal du moyeu,

- un moyen électromécanique (23) couplé en rotation au rotor hydraulique (2),

10 - un moyen de support du rotor hydraulique adapté pour pouvoir reprendre l'effort de poussée axiale associé au rotor hydraulique lorsque le dispositif est en service,

- un corps externe (4) généralement cylindrique formant une conduite (5) ouverte à chacune de ses extrémités (6A, 6B), coaxiale au rotor hydraulique et entourant le rotor hydraulique,

15 dans lequel :

- le moyen électromécanique (23) couplé en rotation au rotor hydraulique est un générateur électrique comprenant un rotor (24) et un stator (25), dont le rotor (24) s'étend à la périphérie de la jante (13) du rotor hydraulique (2) et dont le stator (25) est inclus dans le corps externe (4),

20 - le moyen de support du rotor hydraulique (2) comprend un palier amont (16A) et une butée amont (15A) montés dans un support amont (27A) relié de façon rigide au corps externe (4) par une pluralité de montants amont (7A) profilés de façon à constituer des ailettes et un palier aval (16B) et une butée aval (15B), montés dans un support aval (27B) relié de façon rigide au corps externe (4) par
25 une pluralité de montants aval (7B) profilés de façon à constituer les ailettes, et

- le rotor hydraulique (2) et les montants amont (7A) sont profilés et disposés de façon à constituer une turbine hélice, caractérisé en ce qu'il comprend un tirant axial (17) s'étendant sur toute la longueur d'un alésage axial (11) du moyeu du rotor hydraulique (2) et comprenant à
30 son extrémité aval (17B) un moyen (18B) venant en appui sur la face aval (28B) du support aval (27B) et, à son extrémité amont (17A), un moyen (18A) venant en appui sur la face avant (28A) du support amont (27A), au moins l'un des moyens étant démontable.

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor (24) de la machine électrique (23) comprend une pluralité d'aimants permanents.

5 3.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que le corps externe (4) comprend au moins un demi corps amont (4A) auquel est fixé le support amont (27A) et un demi corps aval (4B) auquel est fixé le support aval (27B).

4.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la conduite (5) formée par le corps externe (4) constitue une tuyère conformée de façon à être convergente de l'amont vers l'aval.

10 5.- Installation de production d'énergie électrique du type comprenant un moyen électro hydraulique de génération d'électricité (30, 40) entraîné par un courant d'eau caractérisée en ce que le moyen électro hydraulique est un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

15 6.- Installation de production d'énergie électrique selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle constitue au moins un élément d'une centrale électrique terrestre associée à un barrage (41) ou à un cours d'eau.

7.- Installation de production d'énergie électrique selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle constitue au moins un élément d'une centrale électrique du type marée motrice ou du type associée à un courant marin.

1/4

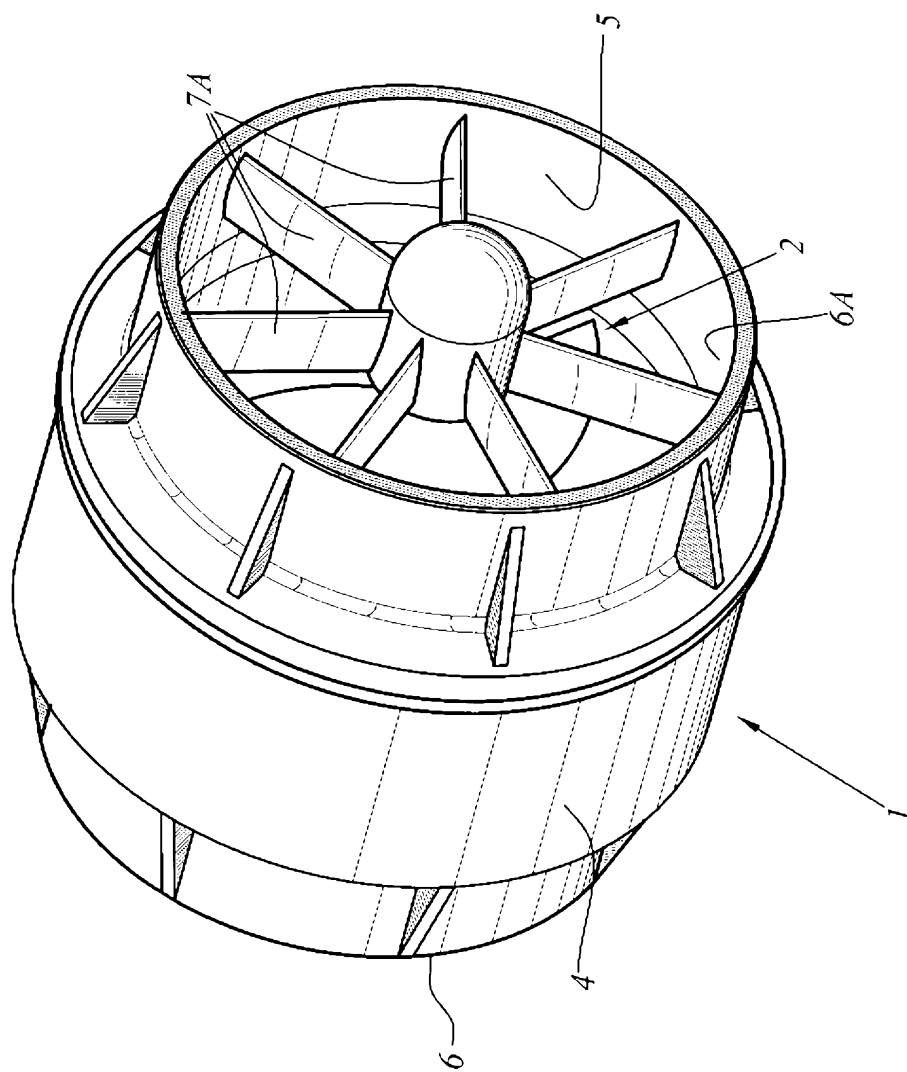
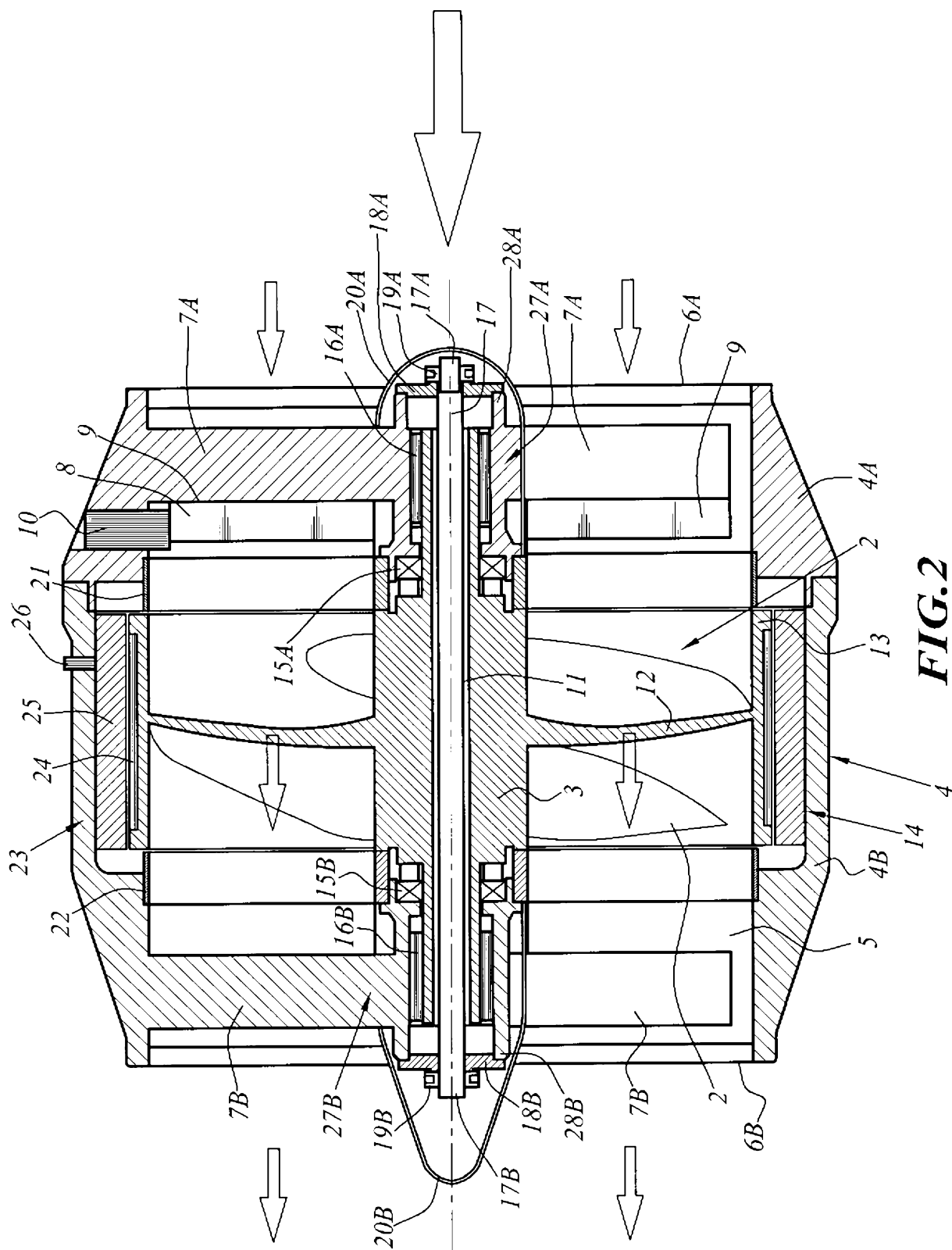


FIG.1

**FIG. 2**

3/4

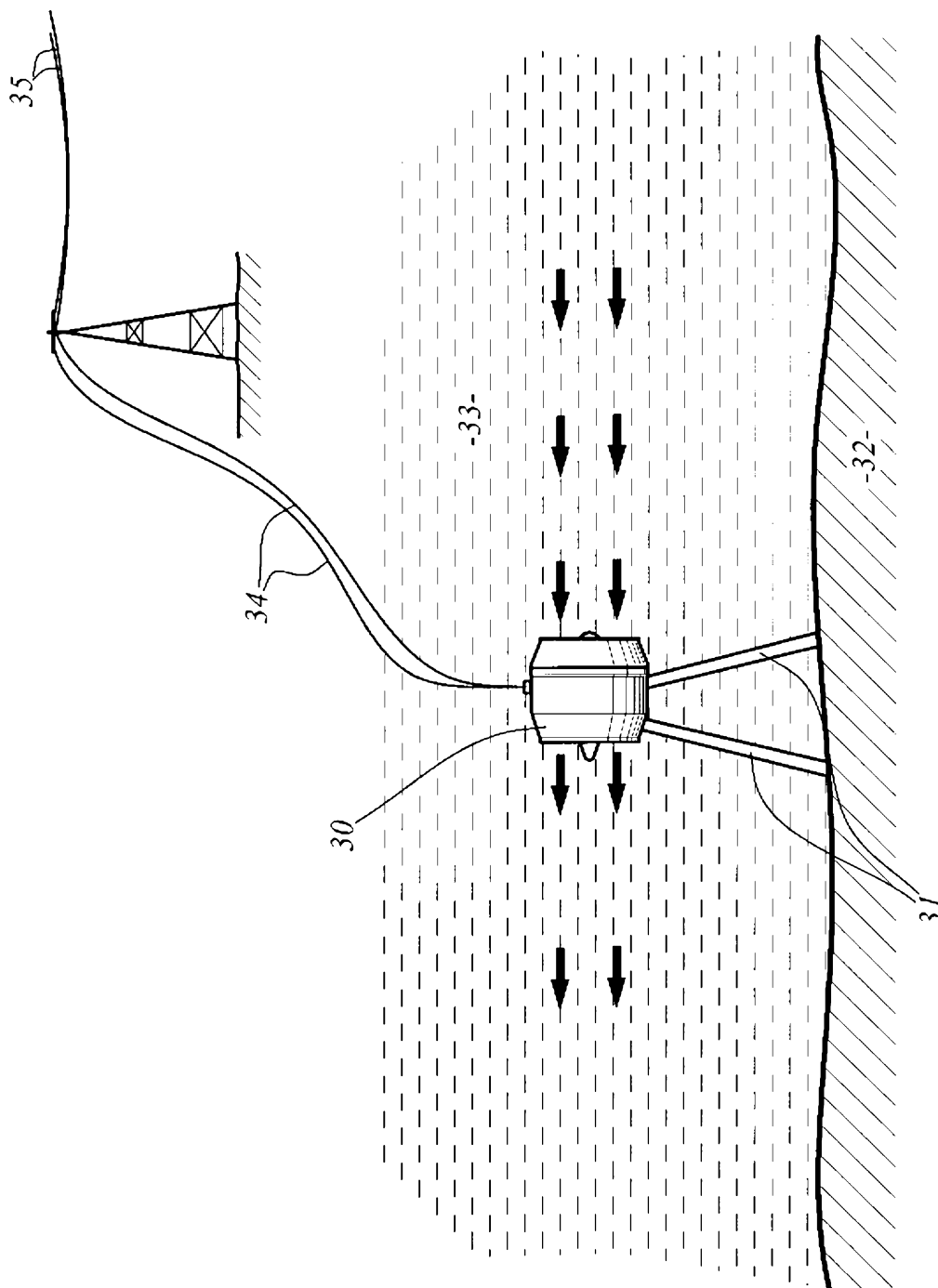


FIG.3

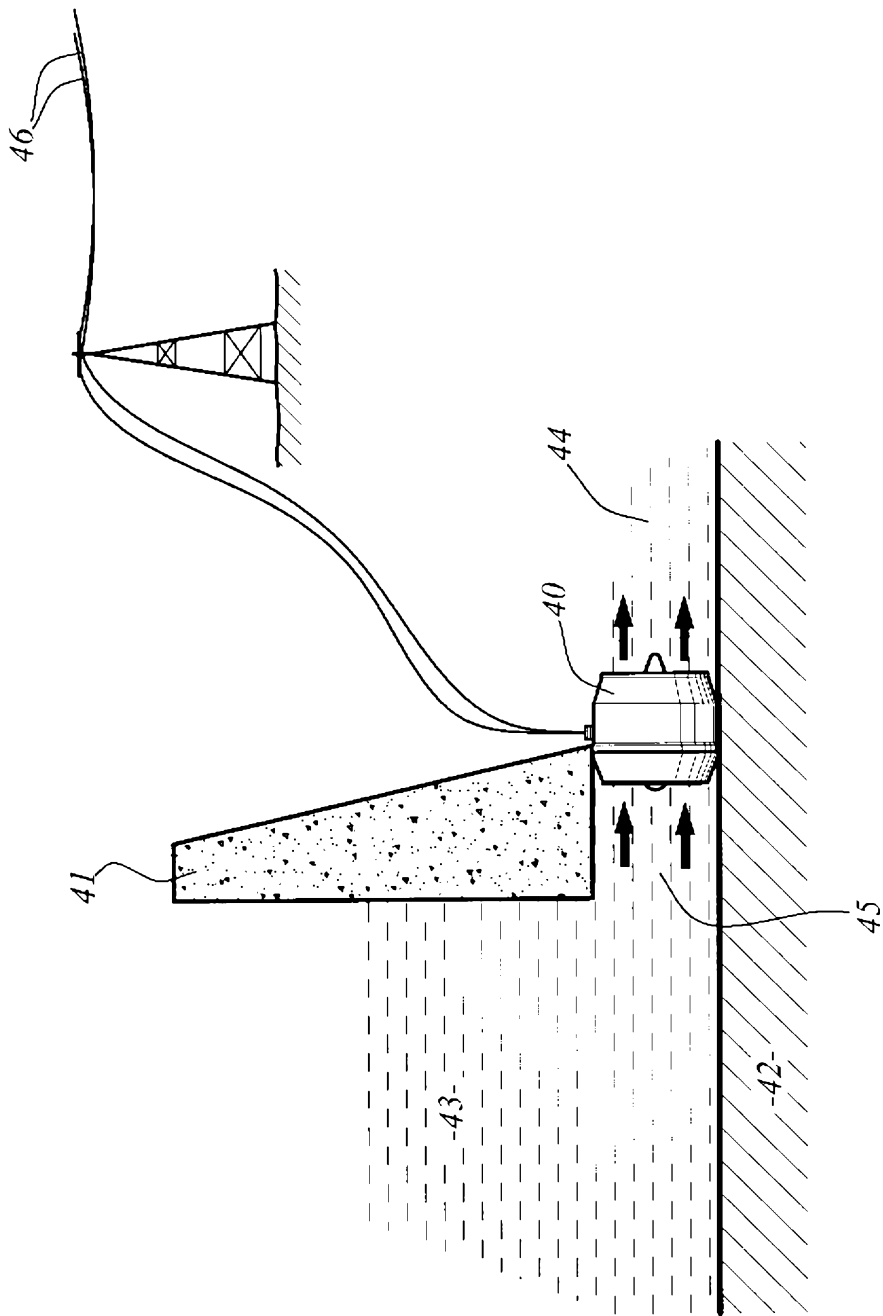


FIG. 4

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

WO 03/025385 A (CLEAN CURRENT POWER SYSTEMS IN [CA]; DAVIS BARRY V [CA]; GRILLOS EMMAN)

27 mars 2003 (2003-03-27)

WO 2005/080790 A (BBT EN LTDA [BR]; PINHEIRO DA SILVA OTHON LUIZ [BR])

1 septembre 2005 (2005-09-01)

GB 743 216 A (FISCHER ARNO)

11 janvier 1956 (1956-01-11)

DE 10 2006 006260 A1 (CZERNY DIETER [DE])

23 août 2007 (2007-08-23)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT