

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 32708 B1** (51) Cl. internationale : **F03B 13/18**
(43) Date de publication : **02.10.2011**

(21) N° Dépôt : **33766**
(22) Date de Dépôt : **12.04.2011**
(30) Données de Priorité : **25.11.2008 ES P200803344**
(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/ES2009/000512 26.10.2009**
(71) Demandeur(s) : **FELIX MAYORAL GONZALEZ, C/TRAVESIA DE TELLEZ N° 7 ESC B E-28007 MADRID MADRID (ES)**
(72) Inventeur(s) : **MAYORAL GONZALEZ, Felix**
(74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(54) Titre : **PLATE-FORME POUR CAPTURER DE L'ENERGIE DES VAGUES**

(57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION CONCERNE UNE PLATE-FORME UTILE POUR CAPTURER L'ÉNERGIE DES VAGUES, CONÇUE POUR LES EAUX PROFONDES ET ULTRAPROFONDES, CONSTITUÉE D'UN CHAPEAU (1) REPOSANT SUR UNE COQUE IMMERGÉE (2) AU MOYEN DE PILIERS HYDRODYNAMIQUES (3) UNIFORMÉMENT RÉPARTIS SUR SES FLANCS. VUE EN PLAN, ELLE A UNE FORME DE V ET ELLE S'AUTO-ORIENTE DE SORTE QUE LE FRONT DE LA VAGUE AVANCE PERPENDICULAIREMENT AU PLAN DE SYMÉTRIE DE CELLE-CI. L'ÉNERGIE DES VAGUES EST ABSORBÉE AU MOYEN DE MODULES DE CAPTURE (4) INDÉPENDANTS QUI SONT PLACÉS ENTRE LES PILIERS (3) SUR LES FLANCS ET SE TROUVENT PROGRESSIVEMENT EN CONTACT AVEC LES VAGUES À MESURE QU'ELLES AVANCENT, CE QUI DONNE LA POSSIBILITÉ DE TRANSFORMER LE MOUVEMENT PÉRIODIQUE DES VAGUES EN UN MOUVEMENT CONTINU. LA PLATE-FORME EST STABILISÉE AU MOYEN DE GRANDS LESTS (8) RELIÉS, PAR DES CÂBLES D'AMARRAGE (9) À L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DE SON AXE DE

PIVOTEMENT (10), CE QUI LUI PERMET DE S'AUTO-POSITIONNER DE MANIÈRE CORRECTE À CHAQUE INSTANT.

RESUME

5 La présente invention concerne une plate-forme utile pour
capturer l'énergie des vagues, conçue pour les eaux profondes
et ultraprofondes, constituée d'un chapeau (1) reposant sur
une coque immergée (2) au moyen de piliers hydrodynamiques (3)
uniformément répartis sur ses flancs. Vue en plan, elle a une
forme de V et elle s'auto-oriente de sorte que le front de la
10 vague avance perpendiculairement au plan de symétrie de celle-
ci. L'énergie des vagues est absorbée au moyen de modules de
capture (4) indépendants qui sont placés entre les piliers (3)
sur les flancs et se trouvent progressivement en contact avec
les vagues à mesure qu'elles avancent, ce qui donne la
15 possibilité de transformer le mouvement périodique des vagues
en un mouvement continu. La plate-forme est stabilisée au
moyen de grands lests (8) reliés, par des câbles d'amarrage
(9) à l'extrémité inférieure de son axe de pivotement (10), ce
qui lui permet de s'auto-positionner de manière correcte à
chaque instant.

20

32708

03 OCT 2011

1

La présente invention appartient au domaine technique des énergies renouvelables, plus précisément au domaine de l'énergie des vagues.

5 ANTÉCÉDENTS DE L'INVENTION

L'utilisation de la mer comme source d'énergie non polluante n'est pas une idée récente. L'énergie de la houle présente le potentiel le plus grand du fait d'être distribuée sur tout le monde, de son faible impact environnemental et sa
10 haute capacité de prédiction.

Le Japon, l'Inde, la Norvège, les USA, le Danemark, le Royaume Uni, l'Irlande et le Portugal sont les pays qui sont en train de développer des dispositifs pour extraire l'énergie des vagues. Il existe une vaste variété d'alternatives,
15 quelques-unes des quelles disposent déjà de prototypes en fonctionnement.

Les conceptions, qui doivent être considérées expérimentales, peuvent être classifiées entre celles qui sont fixées à la propre côte et les flottantes, qui capturent
20 l'énergie des vagues au large. Parmi les concepts utilisés pour la conversion de l'énergie de la houle, il faut remarquer:

- une colonne d'eau oscillante: il s'agit d'une cheminée partiellement submergée qui a une ouverture à sa base par laquelle pénètrent les vagues. Grâce à cela, la colonne d'eau
25 qu'il y a en son sein monte et descend. Lorsque le niveau d'eau monte, l'air est obligé à passer à travers une turbine et en retournant, l'air aspiré active la turbine à nouveau. Normalement, elles sont situées sur les côtes, bien qu'il y ait des versions flottantes.
30

- des systèmes de remplissage: ils recueillent l'eau des vagues incidentes pour faire fonctionner une ou plusieurs turbines. Ils concentrent les vagues en faisant qu'elles débordent dans un étang, depuis lequel, l'eau stockée passe
35 aux turbines. Ils ont besoin de grandes vagues pour que le

débordement ait lieu. Il y a des versions flottantes et côtières.

- des absorbeurs flottants: ils utilisent le mouvement oscillant des vagues, lequel est transformé par des moyens
5 mécaniques ou hydrauliques.

Parmi ce groupe, se trouvent ceux formés par divers éléments flottants articulés chargés de transformer le mouvement des vagues en énergie électrique. Dans les articulations il y a des pompes hydrauliques. Le va-et-vient
10 auquel ils sont soumis provoque que les articulations se plient et que les pompes hydrauliques se mettent en marche en envoyant un fluide à haute pression jusqu'au générateur hydraulique.


D'autres méthodes sont basées sur le profit de l'énergie de l'oscillation verticale des vagues à travers des bouées qui montent et descendent sur une structure où est installée une pompe hydraulique. L'eau entre et sort de la pompe avec le mouvement et actionne un générateur électrique.
15

- des systèmes pendulaires: ce sont des dispositifs aptes à être installés sur un brise-lames. Ils consistent en une chambre orientée ver la mer, pourvue d'une plaque rigide en acier articulée sur sa partie supérieure, qui peut osciller légèrement sous l'action des vagues. À l'intérieur de la chambre se produit une ondulation stationnaire qui déplace la plaque, dont les oscillations sont transmises et absorbées par
20 un mécanisme hydraulique ou pneumatique.

Au large, la densité d'énergie des vagues est plus du double que sur la côte. Cependant, la plupart des conceptions pour tirer profit de l'énergie des vagues sont installées sur la côte ou près de celle-ci et les puissances générées sont faibles.
30

La présente invention se centre su le fait de fournir une solution appropriée au problème décrit ci-dessus.

35 DESCRIPTION DE L'INVENTION



Il s'agit d'une plate-forme pour capturer de l'énergie des vagues, ci-après, plate-forme, semi-submersible et apte à fonctionner dans des eaux profondes et ultra-profondes comportant au moins une couverture sustentée sur une coque. Cette dernière, qui peut être rempli d'eau à volonté pour obtenir la hauteur de fonctionnement appropriée, est submergée, ce qui fait que l'ensemble se stabilise mieux même s'il travaille avec une forte houle.

La plate-forme, dont la vue en plan a la forme d'un V (ou d'un deltaplane), est auto-orientée de manière que le front de la vague avance perpendiculairement au plan de symétrie de celle-ci. Ainsi, les vagues choquent progressivement et simultanément sur une zone réduite (comparé à la dimension de la plate-forme) de chaque flanc de la plate-forme, qui se déplacent avec elles jusqu'à ce qu'elles débordent, ce qui évidemment, simplifie le système de stabilisation de celle-ci.

L'énergie des vagues est absorbée au moyen de modules de capture indépendants, distribués uniformément le long de chacun des flancs de la plate-forme. Sous cette disposition, les modules de capture de chaque flanc entrent en contact avec la vague progressivement selon elle avance, ce qui fournit la possibilité de convertir le mouvement périodique des vagues en un mouvement continu.

L'énergie capturée est convertie en énergie utilisable, généralement de l'électricité. D'autres options sont: la dessalinisation de l'eau, la production d'hydrogène, etc.

La transmission de l'énergie à partir de chaque module de capture à des générateurs électriques ou d'autre type de dispositifs, est réalisée mécaniquement, en utilisant des fluides tels que des éléments transmetteurs ou une combinaison des deux méthodes.

Les générateurs électriques peuvent être connectés à une même base pour unir leur potentiel de génération. Il est

également possible d'interconnecter les autres dispositifs récepteurs d'énergie, selon l'objet prétendu.

5 La plate-forme se stabilise avec un système d'ancrage, comportant de grands lests unis, au moyen de câbles d'arrimage, à l'extrémité inférieure de son axe de pivotement, qui lui permet de s'auto-positionner à chaque instant de la façon la plus appropriée.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

10 Pour mieux comprendre ce mémoire, on annexe des dessins dans lesquels, seulement à titre d'exemple, on a représenté une mise en oeuvre de l'invention.

La figure 1 représente en perspective une illustration comprenant les éléments de base de la plate-forme.

15 Dans la figure 2 on montre un exemple de module de capture, sa mise en place sur la plate-forme, les composants qu'il comprend et son mécanisme de transfert d'énergie à un axe de transmission articulé, commun à tous les modules de capture d'un même flanc de la plate-forme.

20 La figure 3 est une vue en plan des éléments que comprend le système conjoint de capture, transmission et génération du flanc droit de la plate-forme.

MISE EN OEUVRE PRÉFÉRÉE DE L'INVENTION

25 La plate-forme en question comprend une couverture (1) sustentée sur la coque (2) submergée, au moyen de piliers (3) uniformément distribués le long de chaque flanc et avec un profil hydrodynamique orienté selon la direction d'avance des vagues.

30 Les galeries conformées par deux piliers (3) contigus, communiquent l'extérieur avec la zone intérieure de la plate-forme permettant ainsi le flux de l'eau entre les deux.

La plate-forme est auto-orientée de manière que le front de vague avance vers elle perpendiculairement au plan de symétrie de celle-ci. Sous cette disposition, chaque vague, en

35

atteignant la plate-forme, est sectionnée par les piliers (3) qu'elle trouve dans son chemin, en générant des parties de celle-ci qui pénètrent dans lesdites galeries.

5 L'énergie des vagues, est absorbée au moyen de modules de capture (4) indépendantes, disposés entre les piliers (3) de chacun des flancs de la plate-forme. L'énergie absorbée par les modules de capture (4) du même flanc, est cédée à l'axe de transmission articulé (15) correspondant. Il y a un axe de transmission articulé (15) dans chaque flanc, qui comprend des
10 roues de réception (14), des tiges de transmission (16) et des cardans (17), qui connectent les axes des roues de réception (14) avec les tiges de transmission (16).

Le module de capture (4) comprend un flotteur (5), articulé dans sa partie supérieure sur un axe (6) permettant
15 le mouvement dans la direction de la houle.

Les modules de capture (4) se trouvent encaissés dans la zone d'entrée des vagues dans les galeries, dans des chambres délimitées latéralement par les deux piliers (3) de chacune et, dans sa partie inférieure, par des rampes (7) unies
20 rigidement auxdits piliers (3). Sous cette disposition, la partie de vague qui pénètre dans chaque galerie est obligée à interagir avec le module de capture (4) correspondant en lui cédant son énergie, aussi bien cinétique que potentielle.

Plus la hauteur de la rampe (7), qui est variable, est
25 grande, plus l'énergie susceptible d'être capturée pour une dimension donnée de vague est grande. Cependant ladite hauteur sera telle que la chambre où est situé le module de capture (4), se trouve évacuée lorsque la partie suivante de la vague commence son entrée dans celle-ci. À cet effet, la rampe (7)
30 doit permettre que les vagues supérieures à une dimension déterminée la dépassent en partie, en produisant également l'évacuation vers la zone intérieure de la plate-forme. Tout cela indique le besoin d'établir une gamme de hauteurs de la rampe (7), selon la dimension des vagues.

L'énergie absorbée par chaque module de capture (4) est
cédée au moyen d'une couronne dentée (11) à un pignon libre
(12), et celui-ci à son tour, au moyen de l'engrenage
transmetteur du pignon (13) à la roue de réception (14) de
5 l'axe de transmission articulé (15) correspondant à sa ligne
de modules de capture (4).

À chaque instant, divers modules de capture (4) du même
flanc fournissent de l'énergie à son axe de transmission
articulé (15), qui la cède pour finir à un ou plusieurs
10 générateurs (19). Etant donné que la vitesse de rotation de
l'axe de transmission articulé (15) est nécessairement basse,
les générateurs reçoivent l'énergie à travers des
multiplicateurs de vitesse (18).

Pendant la montée du flotteur (5), lorsque l'on est en
15 train de capturer de l'énergie, le pignon (12) ne travaille
pas, il ne s'active que pendant la phase de descente. Lors du
retrait de l'eau, le flotteur (5) descend, mais avec un
certain retard, car dans cette étape le pignon (12) est actif
et il lui empêche une chute libre. En conséquence, le flotteur
20 (5) se déplace en suspension en même temps que l'énergie
absorbée est cédée à l'axe de transmission articulé (15). Avec
ce procédé, le mouvement ascendant et descendant du flotteur
(5) est transformé en une rotation.

Le rendement du mécanisme conjoint de chaque flanc est
25 maximal lorsque la période des vagues "coïncide" avec celle
des flotteurs (5) qui le composent. Mais, étant donné que la
période des vagues est variable, la solution se trouve dans
l'adaptation, dans chaque cas, de la période des flotteurs (5)
à celle de celles-ci. Le volume submergé des flotteurs (5)
30 peut être ajusté à des conditions de fonctionnement données.
Une fois fixé le volume submergé des flotteurs (5), sa période
peut être réglée en variant la couple résistant. Cela est
obtenu en activant ou désactivant des générateurs (19) du
flanc en question.

Étant donné sa disposition angulaire par rapport au front de vague, les deux lignes de modules de capture (4) s'activent progressivement à mesure qu'elle avance, ce qui fournit une rotation continue des axes de transmission articulés (15). Cela permet la transformation des fréquences basses en d'autres supérieures, nécessaires pour la production d'énergie électrique.

Avec cet axe de transmission articulé (15) on élimine des efforts non souhaitables en rendant possible le travail avec des angles variables sans affecter l'efficacité du mécanisme.

Pour assurer la continuité du mouvement, la longueur de la plate-forme dans la direction de propagation des vagues (longueur) doit être supérieure à la longueur d'onde des vagues les plus longues de l'endroit. De cette manière, les vagues atteignent la plate-forme avant que les autres précédentes l'aient débordé.

La plate-forme est stabilisée au moyen d'un système d'ancrage, qui comprend deux grands lests (8) unis au moyen de câbles d'arrimage (9) à l'extrémité inférieure de son axe de pivotement (10).

Avec deux lests (8) on simplifie le système. En outre, dans ce cas, il n'est pas indispensable que la plate-forme demeure en position sur la surface de la mer avec un petit rayon de tolérance, comme c'est le cas avec les plates-formes pétrolières. Actuellement, sa position n'est pas si déterminante et le rayon de tolérance peut être beaucoup plus grand. À cause de tout cela, les déplacements de la plate-forme sont limités à une zone dont la dimension dépend de la rigidité du système de lestage une fois installé. En tout cas, ces déplacements, dans le rayon de tolérance établi, n'affectent pas négativement le fonctionnement de la plate-forme dans son ensemble. En repos, les câbles d'arrimage (9) et l'axe de pivotement (10) sont, théoriquement, dans un plan vertical.

Lorsque la plate-forme est orientée dans la direction de la houle, celle-ci exerce une poussée analogue sur les deux flancs de celle-ci, ce qui fait qu'elle demeurera dans cette position de manière indéfinie. Dans le cas où il se produirait un changement dans ladite direction de la houle, la différence de poussées horizontales des vagues sur les flancs de la plate-forme génère un moment qui l'oblige à tourner par rapport à l'axe de pivotement (10) jusqu'à une nouvelle position d'équilibre, dans laquelle elle reste orientée de manière appropriée. La rotation sur lui-même de l'axe de pivotement (10) est empêchée par le système de lestage. Le câble de puissance (20) ne peut pas non plus tourner, car il est uni rigidement audit axe de pivotement (10).

On considère également un système complémentaire de positionnement dynamique pourvu de radar, sonar et propulseurs, qui commandés par ordinateur aident à positionner correctement la plate-forme en cas d'urgence.

Il faut rappeler que la longueur d'une plate-forme doit être supérieure à la longueur d'onde des vagues de l'endroit. Une géométrie appropriée peut être celle où la longueur de plate-forme est environ la moitié de la largeur. Selon cela, pour des sites où il y a des vagues avec des longueurs d'onde de 150 mètres, la dimension réelle d'une plate-forme en production serait de l'ordre de 160 mètres de longueur et 320 mètres de largeur.

La puissance houlomotrice générée par une plate-forme dépend du site et de sa dimension. La puissance des vagues varie selon la zone considérée, et pour une zone donnée, plus la largeur de la plate-forme est grande plus la puissance produite est grande. La largeur coïncide avec la longueur du front de vague exploitée. La puissance houlomotrice théorique générée par une plate-forme est le résultat de la multiplication de la largeur (en mètres) par la puissance moyenne d'un mètre de front de vague. Avec des vagues de 60 kW/m de puissance moyenne (une grande partie des côtes

atlantiques européennes) et des conditions similaires à celles décrites dans le paragraphe antérieur (largeur de plate-forme de 320 mètres), la puissance houlomotrice théorique susceptible d'être générée est de l'ordre de 19,2 MW.

5 Un ensemble d'unités disposées dans une zone (parc) peut partager l'unité de commande, le système de transport et les dispositifs de conversion.

10 De ce qui est décrit ci-dessus et par l'observation des dessins, il s'en dégage que la plate-forme en question apporte des avantages par rapport à d'autres dispositifs existants à buts analogues.

15 En premier lieu, elle offre la possibilité d'installer des capteurs d'énergie des vagues loin de la côte, dans des eaux profondes et ultra-profondes, où les conditions houlomotrices sont plus favorables, et en conséquence, la relation capacité de production/surface occupée est considérablement plus grande. De même, les sites au large impliquent des avantages environnementaux considérables.

20 Loin de la côte, où il y a beaucoup d'espace, les sites des plate-formes n'ont pas les conditionnements de la grande majorité des installations énergétiques, en pouvant se situer à des points plus favorables pour leur exploitation.

25 Par ailleurs, comme la plate-forme n'est pas fixée en permanence au fond de la mer, c'est un recours mobile. En cas de nécessité, on peut la décrocher et la remorquer vers un nouveau site.

30 Un autre grand avantage est le fait que la structure flottante peut être partagée par deux systèmes de capture différents, car étant donné sa grande dimension, il est parfaitement faisable d'installer une éolienne sur celle-ci, ce qui, outre d'autres bénéfices, aiderait à résoudre une des questions les plus intéressantes dans le secteur de l'énergie éolienne, comme il est le cas de l'installation offshore de ces moulins pour les multiples avantages par rapport aux

éoliennes installées sur terre, sur la côte ou près de celle-
ci.



REVENDEICATIONS

1. Plate-forme pour capturer de l'énergie des vagues, caractérisée en ce que sa vue en plan a une forme de V (ou de deltaplane), qui est auto-orientée de manière que le front de la vague avance vers elle perpendiculairement à son plan de symétrie, et qui comprend au moins une couverture (1) sustentée sur une coque (2) submergée, au moyen de piliers (3) avec un profil hydrodynamique orienté selon la direction d'avance des vagues, distribués sur les flancs de la plate-forme, en formant des galeries qui communiquent la zone extérieure avec l'intérieur de celle-ci, pour ainsi tronçonner progressivement les vagues lors de leur avance en des portions qui pénètrent dans les galeries respectives, des modules de capture (4) d'énergie des vagues, de manière à ce que chacun de ceux-ci, qui comprend un flotteur (5) articulé dans sa partie supérieure sur un axe (6) qui permet le mouvement dans la direction de la houle, est encaissé dans la zone d'entrée des vagues dans sa galerie, dans une chambre délimitée latéralement par les deux piliers (3) de celle-ci, et dans sa partie inférieure par une structure sous forme de rampe (7) fixé audits piliers (3), en obligeant de la sorte à ce que la portion de vague qui pénètre dans chaque galerie interagisse avec le module de capture (4) correspondant, qui absorbe son énergie, aussi bien cinétique que potentielle, pour la céder au moyen d'une couronne dentée (11) à un pignon libre (12), qui la transmet au moyen d'un mouvement de rotation dans un seul sens; un système d'ancrage, qui comprend des lests (8) unis au moyen de câbles d'arrimage (9) à l'extrémité inférieure de l'axe de pivotement (10) qui permet que la plate-forme s'auto-positionne à chaque instant avec l'orientation appropriée.

2. Plate-forme pour capturer de l'énergie des vagues, selon la revendication précédente, caractérisée en ce que chaque pignon libre (12) cède l'énergie, au moyen de l'engrenage transmetteur du pignon (13) à la roue de réception (14) respective d'un axe de transmission articulé (15) commun à tous les modules de capture (4) du même flanc, qui comprend des roues de réception (14), des tiges de transmission (16) et des cardans (17), qui connectent les axes des roues de réception (14) avec les tiges de transmission (16).
3. Plate-forme pour capturer de l'énergie des vagues, selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'axe de transmission articulé (15) cède l'énergie que lui fournissent les modules de capture (4) de son flanc, à travers des multiplicateurs de vitesse (18), à un ou plusieurs générateurs (19).

5

10

15

20

25

30

35

/

14

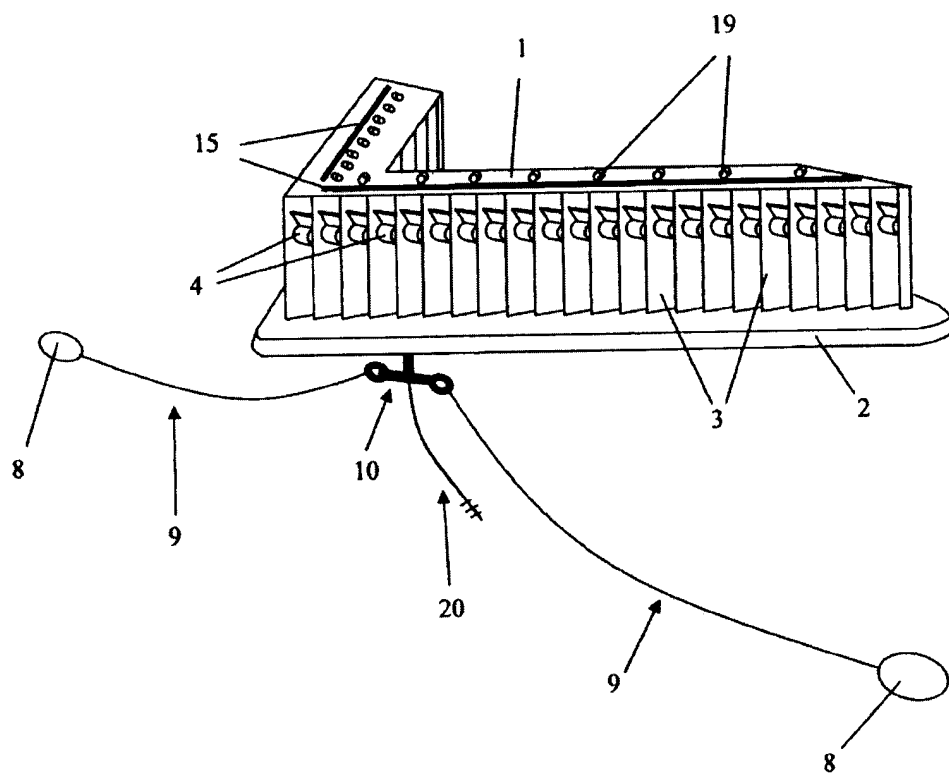


Fig. 1

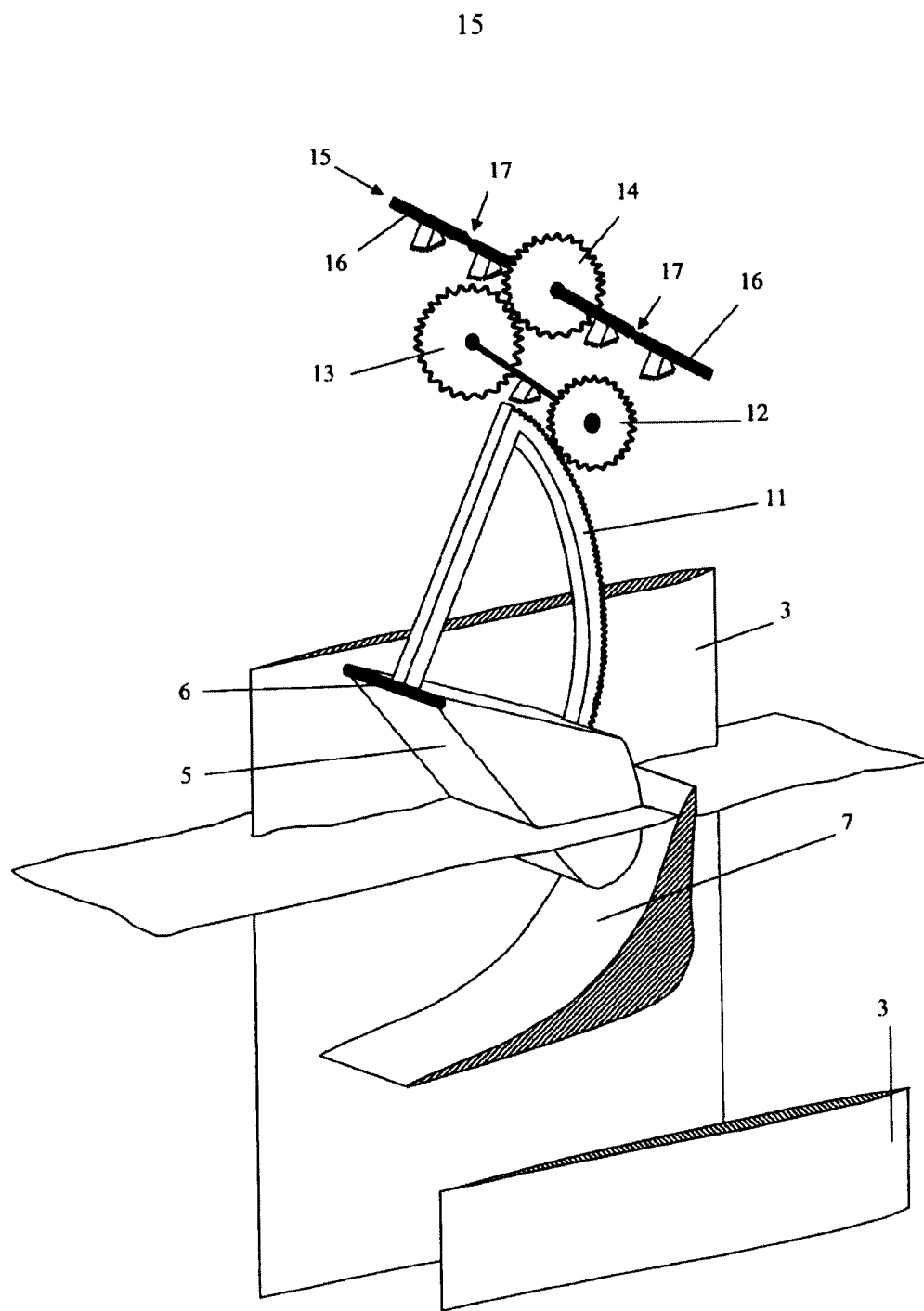


Fig. 2

16

Direction du front de vague

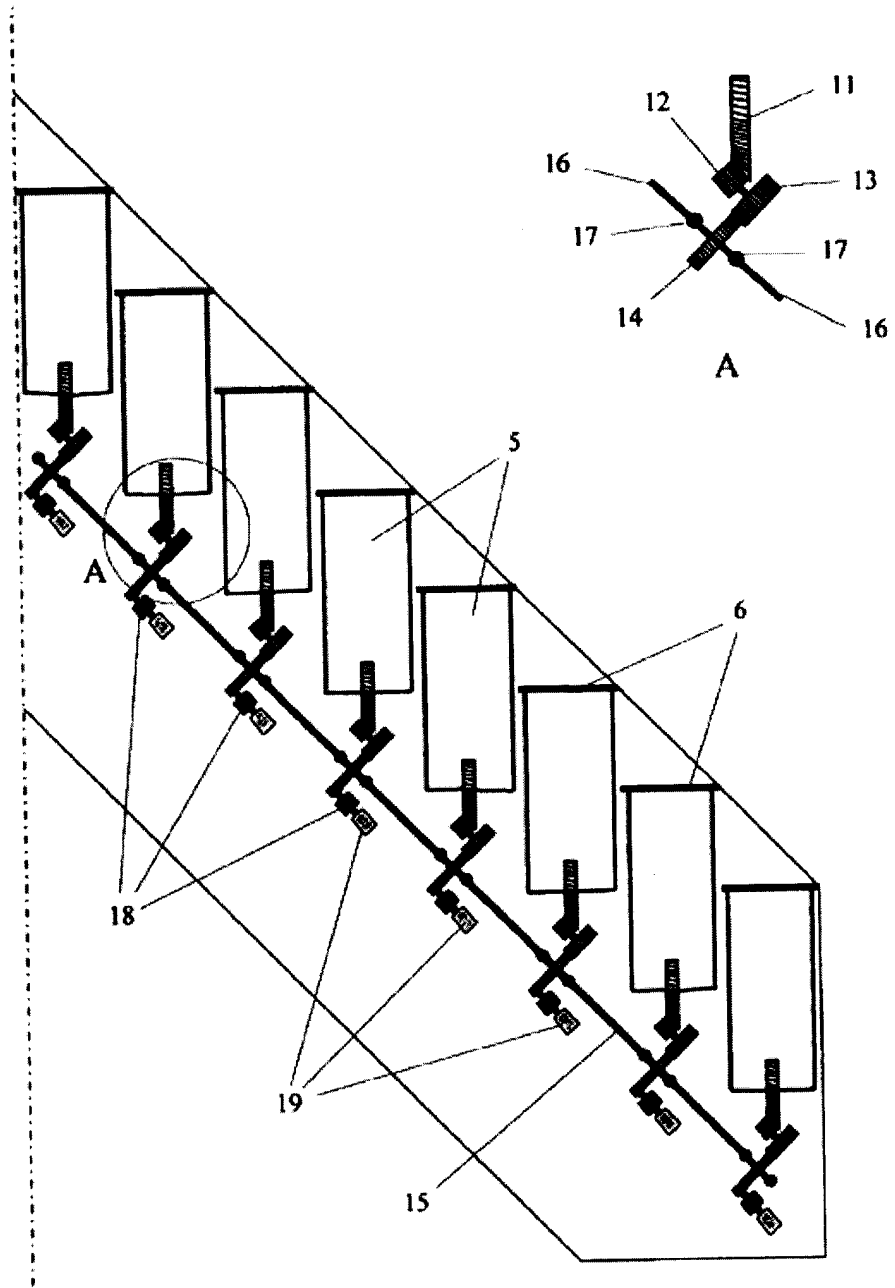


Fig. 3