

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 929**

51 Int. Cl.:

F03B 13/14 (2006.01)

F03B 13/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.12.2015 PCT/FR2015/053755**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17109301**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2015 E 15825620 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3394424**

54 Título: **Dispositivo de recuperación de energía sobre espectros amplios de oleajes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.07.2020

73 Titular/es:

LE MUET, IVAN (50.0%)
46 rue Lauriston
75116 Paris, FR y
LE MUET, SÉBASTIEN (50.0%)

72 Inventor/es:

LE MUET, IVAN y
LE MUET, SÉBASTIEN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 774 929 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de recuperación de energía sobre espectros amplios de oleajes

La presente invención se relaciona con un dispositivo que permite la recuperación de energía proveniente de las olas, o del oleaje y, más generalmente, de cualquier fluctuación dinámica y local de orden estadístico que mueve la superficie de cualquier plano de agua de gran extensión sometida a los efectos de las inclemencias del clima.

Las proposiciones que permiten la recuperación de una parte de la energía del oleaje en vistas a su conversión en energía eléctrica son múltiples estos últimos veinte años.

El estado de la técnica comprende, a día de hoy, cinco familias principales de tales dispositivos que convierten una fracción de la energía del oleaje en energía mecánica de rotación, la cual permite la producción de corriente eléctrica gracias a un generador. Cada una de estas familias presenta sus límites y sus inconvenientes.

Existen dispositivos por rebose, por ejemplo los del documento de patente internacional WO 1996/000848. Éstos crean una diferencia de altura de agua haciendo romper las olas por encima de paredes de un recinto cuya final superior se sitúa a una altitud sensiblemente superior a la del nivel medio del plano del agua. La interposición de una turbina en la vena de agua que retorna del recinto al mar permite la producción de electricidad gracias a esta diferencia de altura del agua. Este dispositivo simple, sin otras piezas mecánicas móviles más que la turbina, presenta, no obstante, niveles de producción muy bajos con respecto las dimensiones del espacio ocupado y a la inversión que necesita. En efecto, solo los componentes espectrales del oleaje que presentan una altura superior a la altura de rebose aportan al dispositivo una fracción de energía. Los componentes a longitudes de onda pequeñas, cuya altura es más reducida, no son explotados. Una altura de rebose no puede escogerse demasiado pequeña porque ella fija directamente la energía potencial recuperable por volumen de agua admitido. Por otro lado, la turbina de conversión en electricidad de la energía potencial del agua así recuperada es necesariamente sumergida y presenta, en consecuencia, todos los sobrecostos de diseño, de construcción y de mantenimiento ligados a este carácter sumergido.

Existen dispositivos con flotadores unidos por el fondo, por ejemplo el del documento de patente de EE.UU. US 6,140,712. Estos dispositivos accionan sistemas de bombas hidráulicas, por el efecto de las fuerzas desarrolladas por la subida y el descenso de los flotadores, inducidos por el paso del oleaje. Estos dispositivos incluyen inevitablemente piezas mecánicas complejas así como un equipamiento hidráulico necesariamente sumergido, los cuales presentan costes de diseño, de fabricación y de mantenimiento elevados. Por otra parte, su inercia no les permite recuperar la energía de los componentes de espectros de oleaje de longitudes de onda cortas. Por otro lado, su implantación, lo mismo que su desmantelamiento, necesitan generalmente trabajos submarinos consecuentes de un coste particularmente elevado. Una variante de este tipo de dispositivo consiste en un brazo oscilante emergido, en el extremo del cual está dispuesto un flotador semisumergido y cuya articulación acciona un gato hidráulico cuando la altura del flotador varía bajo el efecto del oleaje. Este dispositivo es implantado sobre una estructura solidaria con el fondo o con la costa, o incluso sobre una plataforma flotante de gran estabilidad. Esta variante no permite una recuperación de energía más que en la proximidad inmediata de su soporte, o sea, un espacio ocupado modesto.

Existen atenuadores de superficie semisumergidos, por ejemplo los del documento de patente internacional WO 2011/061546. Estos dispositivos están constituidos por una sucesión de obras flotantes conectadas unas a las otras por articulaciones equipadas con gatos hidráulicos. Estos gatos permiten la recuperación de energía por puesta en circulación de un fluido hidráulico a cada movimiento relativo de un elemento con respecto al otro. La energía se convierte, a continuación, en energía mecánica de rotación por una turbina dispuesta sobre el circuito hidráulico. Estos rosarios de elementos flotantes articulados están, generalmente, ancladas en un extremo, de manera que en ausencia de corriente, se orientan libremente según el sentido de propagación principal del oleaje. Su eficacia es máxima cuando están sometidas a un oleaje unidireccional, monocromático y de longitud de onda cercana a dos veces la longitud individual de un elemento y decrece fuertemente en cuanto la longitud de onda del oleaje se aleja de este valor. Tales dispositivos son, por otro lado, poco eficaces en el caso de oleajes conjugados o cruzados, lo mismo que si la dirección principal del oleaje no coincide con la dirección de una eventual corriente local, que determina entonces la orientación del dispositivo independientemente de la dirección del oleaje. Por otro lado, sus costes de construcción y de mantenimiento son elevados en razón, por una parte, de la fragilidad de los sistemas de articulaciones y, por otra parte, de los equipos hidráulicos internos por los cuales transita la energía recuperada antes de ser convertida en electricidad.

Existen también dispositivos de postigos oscilantes, por ejemplo el descrito en el documento de patente de EE.UU. US 2008/0191485. Tales dispositivos están constituidos por postigos que se articulan sobre una base fijada al fondo. Cada postigo oscila bajo el efecto de la resaca inducida por el oleaje. El movimiento del postigo acciona gatos hidráulicos que ponen en movimiento un fluido que, a su vez, acciona una turbina. Una variante de esta familia de dispositivos está constituida por postigos oscilantes cuya parte superior comprende un flotador situado en la proximidad del nivel medio del plano del agua. Esto permite una recuperación conjugada de energía cinética y de energía potencial relativas a la onda del oleaje. Estos dispositivos fijados en el fondo marino no pueden ser implantados más que en la proximidad inmediata de las costas y sobre sitios de profundidades

pequeñas. Son eficaces solamente para un oleaje de una longitud de onda fijada, de dirección perpendicular al eje de rotación de los postigos, y de período concordante con su modo propio de oscilación. Su eficacia disminuye muy significativamente en cuanto el espectro del oleaje se aleja de esta configuración ideal o en caso de oleajes cruzados.

5 Existen, aún, dispositivos de columnas de agua oscilantes o de pistones, por ejemplo, el del documento de patente internacional WO 2015/102547 o el del documento de patente británica GB 2 429 243. Tal dispositivo recupera la energía, no accionando un sistema hidráulico intermedio, sino a partir del flujo de aire expulsado o aspirado por una columna de agua movida por el oleaje. Ciertos dispositivos están fundados sobre cilindros en los cuales se mueven pistones que separan el agua del aire. Otros dispositivos de este tipo están constituidos
10 por una cavidad dispuesta sobre una orilla sometida al oleaje, cuya parte inferior, sumergida permanentemente y abierta libremente, permite que el agua entre con fuerza en la cavidad a cada ola. El aire de la cavidad es, entonces, expulsado a través de una turbina de flujo alternativo del tipo Wells, que permite la recuperación en forma de energía eléctrica de un fluido que para alternativamente en un sentido o en otro. En efecto, cuando la ola se retira, el agua vuelve a descender en la columna, generando una aspiración de aire de la atmósfera el cual
15 pasa en sentido inverso en la turbina. Este tipo de dispositivo no puede ser instalado más que sobre una orilla cuya topografía es adecuada. Tales orillas son raras. Por otro lado, el flujo de aire alternativo impone la utilización de una turbina eólica de flujo alternativo de tipo Wells cuy/o rendimiento es significativamente inferior al rendimiento de una turbina de flujo unidireccional y regular.

Una variante de este dispositivo está constituida por una fila de cajones sin fondo incorporados a una escultura fija o flotante. La base de los cajones está sumergida, mientras que la parte superior de cada cajón está en comunicación con dos colectores de aire laterales provistos de clapetas. El sentido de apertura de las clapetas es tal que el aire empujado por el agua que sube en un cajón al paso de una ola es expulsado en uno de los colectores, mientras que otro colector simétrico alimenta con aire los cajones cuy/o nivel de agua desciende. Una turbina eólica está instalada sobre una vena que conecta los dos colectores en el extremo de la fila de cajones,
20 movida así por un flujo de aire unidireccional. Estos dispositivos no permiten recuperar la energía de los componentes del oleaje cuya longitud de onda es inferior o cercana a la longitud de cada cajón. No permiten una recuperación de energía eficaz más que para los componentes espectrales del oleaje orientados en la misma dirección que la fila de cajones.

Entre los dispositivos de columnas de agua, el documento de patente francesa FR 2 959 780 describe un dispositivo de recuperación de energía de las olas. Este dispositivo incluye una estructura hueca destinada a ser mantenida por encima de la superficie del agua con un volumen interior de esta estructura que comunica con un grupo turbogenerador. La estructura está asociada a una serie de cortinas de tubos alineados, abiertos en sus extremos inferiores, que se sumergen en el agua. Cada tubo tiene una primera clapeta unidireccional que abre desde el interior del tubo hacia el volumen interior y una segunda clapeta unidireccional que abre desde el exterior del dispositivo hacia el interior del tubo para formar un dispositivo de recuperación de energía que funciona en columnas de agua oscilantes.
30
35

El solicitante se esfuerza en mejorar este género de dispositivos.

Según lo que se propone:

- 40 - una estructura hueca comprende un cajón inferior y un cajón superior superpuestos, planos, compactos, sensiblemente indeformables, cerrados y llenos de un gas.
- una multiplicidad de tubos equipados con dos clapetas en su parte superior y que atraviesan el cajón inferior y desembocan en el cajón superior, y
- el grupo turbogenerador está montado en un paso que interconecta los dos cajones.

45 En funcionamiento, la primera clapeta permite la expulsión del gas que está sobre el agua hacia el cajón superior a causa de la subida del nivel de agua en ciertos tubos bajo el efecto de una ola; el gas así expulsado pasa a través del grupo turbogenerador, después vuelve aguas abajo al cajón inferior para ser admitido por aspiración en los tubos para los cuales el nivel de agua esta descendiendo.

Otras características, detalles y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la descripción detallada que sigue y de los dibujos anexos, en los cuales:

- 50 - la figura 1 muestra un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención;
- la figura 2 muestra una vista en corte del dispositivo de la figura 1;
- la figura 3 muestra una vista con arrancamiento de un detalle de la invención;
- la figura 4 muestra un ejemplo de realización de un módulo de un dispositivo según la invención.

Los dibujos y la descripción que siguen contienen, para lo esencial, elementos de carácter cierto. Ellos podrán, por tanto, no solamente servir para hacer comprender mejor la presente invención sino también contribuir a su definición llegado el caso.

5 Por cajones "planos" se entiende, específicamente, cajones que presentan una altura pequeña frente a las dimensiones horizontales tales como la anchura y la longitud del dispositivo. Por cajones "compactos" se entiende, específicamente, un conjunto de cajones que presenta una anchura del mismo orden de magnitud que su longitud. En sección horizontal, los cajones pueden ser de forma discoidal o cuadrada o elipsoidal, por oposición al estilo "dique" o "portaaviones", estando las formas alargadas inevitablemente optimizadas con respecto a una dirección específica de la ola, mientras que la invención ambiciona explotar un espectro más
10 amplio de oleajes (en direcciones y frecuencias, comprendidos oleajes "múltiples" o "estacionarios"). No obstante, podría ser de otra manera si el dispositivo tiene misión de navegar.

Estas proposiciones mejoran los dispositivos de columnas de agua oscilante conocidos para hacerlos más eficaces en condiciones variadas de oleaje, principalmente en función de sus longitudes de onda y la orientación en el espacio de sus componentes espectrales.

15 Desde otro punto de vista, el dispositivo según la invención comprende un entramado constituido por un gran número de tubos análogos, repartidos sobre una superficie de alargamiento pequeño, o sea, de anchura del mismo orden de magnitud que la longitud, que forman, por lo tanto, un volumen que se denomina aquí "compacto". Los tubos pueden extenderse de manera sensiblemente paralela los unos a los otros y a la perpendicular de su superficie de repartición. Pueden ser idénticos o de diámetros variables permaneciendo
20 sensiblemente idénticos, al menos estadísticamente, es decir, que se tiene una gama de diámetros, repartidos alrededor de un valor medio o nominal. La parte inferior de cada tubo es abierta y se sumerge en el agua y la parte superior está encastrada en una estructura formada por dos cajones superpuestos de alturas pequeñas.

Se hace referencia ahora a las figuras 1 a 3. Un modo de realización del dispositivo según la invención comprende una estructura 1 hueca y tubos 2 huecos. La estructura hueca 1 incluye un cajón superior 5 y un
25 cajón inferior 6.

La parte superior de cada tubo 2 incluye al menos dos clapetas unidireccionales:

- una primera clapeta 13 de admisión, aquí una clapeta superior batiente, que permite que el aire repelido por el frente de ola ascendente sea expulsado al primer cajón, aquí el cajón superior 5, y
30 - una segunda clapeta 11 de retorno, aquí la clapeta inferior batiente, que permite que el aire del segundo cajón, aquí el cajón inferior 6, sea admitido en el tubo 2 cuando el nivel de agua que rodea localmente el tubo 2 desciende.

Las clapetas 11 y 13 de admisión y de retorno están dispuestas para abrirse bajo el efecto de diferencias de presión pequeñas y permitir caudales lo más grandes posibles. Se escogen, además, para que las pérdidas de carga sean comparables en la admisión y en el retorno.

35 Los dos cajones 5 y 6 están conectados un al otro por un paso en el cual está montado un grupo turbogenerador 9, 10. El grupo turbogenerador 9, 10 comprende una turbina eólica clásica 9, destinada a girar siempre en el mismo sentido y que acciona el generador 10 de corriente que permite la recuperación de energía.

En el ejemplo de las figuras 1 y 2, el dispositivo es una versión flotante. La estructura hueca 1 presenta un espacio ocupado circular y forma entonces una plataforma flotante. La estructura 1 presenta, aquí, un diámetro
40 de alrededor de 100 metros para una altura entre una cara superior y una cara inferior de alrededor de 5 metros.

El paso en el cual está montado el grupo turbogenerador 9, 10 toma la forma de un conducto 3 en forma de "U" invertida, construida en superestructura y montada sobre el cajón superior 5. Como se representa en la parte derecha de la figura 2, la porción del conducto 3 aguas abajo del grupo turbogenerador 9, 10 atraviesa de parte a parte y de manera estanca el cajón superior 5 para desembocar en el cajón inferior 6. El conducto 3 incluye una
45 porción de trabajo 4, de sección reducida con respecto al resto del conducto 5, en la cual está implantada la turbina eólica.

Las partes superiores de los tubos 2 están encastradas en la estructura hueca 1. Aquellas atraviesan el cajón inferior 6 hasta el cajón superior 5. En el ejemplo descrito aquí, el dispositivo comprende un bosque de 2.500 a 3.000 tubos 2, de un diámetro individual de alrededor de 1,2 metros y que presentan longitudes de alrededor de
50 11 metros desde la cara inferior del cajón inferior 6 hasta su extremo inferior sumergido, a los cuales se añade, al menos, la altura del cajón inferior 6, aquí alrededor de 2,5 metros. El mallado del entramado de tubos 2 no es rigurosamente regular. La eficacia del dispositivo está asegurada incluso con una implantación de tubos 2 aleatoriamente repartidos sobre el espacio ocupado por la estructura 1, siempre y cuando la densidad de tubos 2 permanezca del mismo orden sobre toda la superficie.

55

La figura 3 muestra el detalle de una parte superior de uno de los tubos 2, parte donde está encastrado a través de los cajones superior 5 e inferior 6. El tubo 2 presenta una sección truncada que permite obtener una cara plana. Esta cara plana está equipada con dos clapetas unidireccionales de admisión 13 y de retorno 11. La clapeta de retorno 11 se abre desde el cajón inferior 6 hacia el interior del tubo 2 cuando el nivel de agua en el tubo 2 desciende, mientras que la clapeta de admisión 13 se abre desde el interior del tubo 2 hacia el cajón superior 5 cuando el nivel de agua sube en el tubo 2.

Ciertos tubos en la periferia de la estructura 1 son análogos a los tubos 2 huecos y están, además, obstruidos en la proximidad de su extremo inferior de manera estanca y a fin de atrapar en ellos el gas.

El dispositivo según este modo de realización está anclado al fondo marino por líneas de anclaje por vía de ataduras no representadas. El nivel de flotación del dispositivo se ajusta adoptando el número y el volumen de flotadores apropiados en la periferia y/o inyectando un gas neutro o aire comprimido en los cajones 5, 6, de manera que el nivel medio del mar se sitúe, aproximadamente, a media altura de la longitud que sobresale de los tubos 2. Un conjunto de inyección de gas a presión y de purga de gas puede preverse para mantener una presión de manera controlada, de manera que se regule la altura de flotación. Este conjunto funciona de manera análoga al incorporado en los submarinos para ajustar su profundidad de inmersión. Comprende, por ejemplo, lastres de los cuales se puede expulsar el agua gracias a la inyección de aire comprimido.

En la figura 2, los movimientos se representan por flechas. En la parte inferior derecha, una flecha indica la orientación de la progresión de las olas u onda de oleaje, o sea, de la izquierda hacia la derecha. La porción derecha de cada ola en la figura 2 constituye, por lo tanto, un frente de ola. La superficie libre de agua 14 correspondiente, en un primer conjunto de tubos 2, está en fase ascendente. A la inversa, la porción izquierda de la figura 2 de cada ola constituye una espalda de ola. La superficie libre de agua 12 correspondiente, en un segundo conjunto de tubos 2, está en fase descendente. La instalación puede estar sometida a cualquier espectro de oleaje y, en particular, ondas estacionarias.

La superficie libre de agua 14 ascendente en el interior del tubo 2 expulsa el aire a través de la primera clapeta 13 de admisión, alimentando así el cajón superior 5. El cajón superior 5 presenta así una sobrepresión continua teniendo en cuenta el gran número de tubos 2. Estadísticamente, y gracias a una repartición sensiblemente homogénea de los tubos 2 sobre el espacio ocupado por la estructura 1, alrededor de la mitad de los tubos 2 ve la superficie libre de agua 14 ascender mientras que la otra mitad de los tubos 2 ve la superficie libre de agua 12 descender en cada instante. La sobrepresión en el cajón superior 5 es, entonces, además, sensiblemente constante.

La superficie libre de agua 12 descendente en el interior del tubo 2 aspira aire a través de la segunda clapeta 11 de retorno desde el cajón inferior 6. El cajón inferior 6 presenta, así, una depresión continua, sensiblemente constante y estrictamente inferior a la presión en el interior del cajón superior 5.

El flujo de aire global así formado y representado por varias flechas en la figura 2,

- fluye desde los tubos 2 en los cuales la superficie libre de agua 14 sube,
- pasa por las primeras clapetas 13 de admisión hasta el cajón superior 5,
- pasa por una porción de colector aguas arriba 7 del conducto 3,
- atraviesa la porción de trabajo 4 activando la turbina 9,
- es recogido por una porción de colector aguas abajo 8 del conducto 3,
- es expulsado en el cajón inferior 6, y
- es aspirado en otros tubos 2 en los cuales la superficie libre de agua 12 desciende pasando por las segundas clapetas 11 de retorno.

Las diferencias de presión aseguran la circulación del aire. Sin embargo, el valor medio, o estático, de las presiones en los cajones 5, 6 con respecto a la presión atmosférica puede estar adaptada para ajustar la flotabilidad de la estructura 1, es decir, la posición de su línea de flotación. Por ejemplo, la diferencia entre la depresión en el cajón inferior 6 y la presión atmosférica puede ser sensiblemente igual a la diferencia entre la sobrepresión en el cajón 5 y la presión atmosférica. En este caso, la flotabilidad de la estructura 1 está asegurada esencialmente por los flotadores. En otro ejemplo, la presión media en el conjunto de la estructura 1 se mantiene superior a la presión atmosférica. La estructura 1 está en sobrepresión. En este caso, la sobrepresión participa significativamente al empuje de Arquímedes. La estructura 1 puede entonces ser desprovista de flotadores.

La flotabilidad del dispositivo está asegurada, al menos en parte, por la presencia de gas, aquí de aire, aprisionado en los tubos 2 y los dos cajones 5, 6, circulando el aire en circuito cerrado entre los cajones 5, 6 y el conducto 3 los tubos 2 del entramado. La estabilidad del dispositivo, su resistencia a la basculación, se mejora

dotando la periferia de la estructura 1 de flotadores de una forma poco perturbadora para el oleaje, por ejemplo condenando algunos tubos de la periferia por obstrucción de sus extremos como los descritos aquí en adelante o incluso por la añadidura de otros tipos de flotadores.

- 5 Como variante, la disposición del cajón superior 5 y del cajón inferior 6 está invertida de manera que el cajón superior 5 está aguas abajo del grupo turbogenerador 9, 10 mientras que el cajón inferior 6 está aguas arriba. El sentido de apertura de las clapetas 11, 13 está entonces invertido.

- 10 Como variante, la turbina 9 y/o el generador 10 están dispuestos en la porción que forma el colector 7 aguas arriba o en la porción que forma el colector 8 aguas abajo, por ejemplo por medio de tirantes que los soportan. La turbina 9 acciona el generador 10 por un árbol rígido horizontal. En otra variante, la turbina 9 está dispuesta sensiblemente en la superficie de contacto entre los dos cajones 5, 6 por ejemplo en un recorte dispuesto en una pared que separa los dos cajones 5, 6 y de manera que su eje de rotación sea sensiblemente vertical, en una zona desprovista de tubos 2. Esta disposición permite reducir el fardaje de la obra y hacer más fácil el mantenimiento del generador 10 que está, entonces, implantado sobre el cajón superior 5 y accionado por la rueda de la turbina 9 por vía del árbol vertical.

- 15 Las dimensiones de los principales constituyentes del dispositivo pueden ser seleccionadas con respecto al espectro del oleaje del lugar de implantación escogido. El dispositivo permite la recuperación de energía para todas las componentes de oleajes cuya longitud de onda esté comprendida entre alrededor de dos veces el diámetro adoptado para los tubos 2 y la dimensión general global de la plataforma para el dispositivo. El diámetro, o el diámetro medio, o nominal, llegado el caso, de los tubos 2 y, por lo tanto, escogido considerando el espectro de oleaje del sitio sobre el cual será implantado el dispositivo. El diámetro es preferentemente del orden de la mitad de la longitud de onda más pequeña significativamente presente en el espectro. El número de tubos 2, típicamente varios centenares, incluso varios miles, se define de manera que el área en sección horizontal del conjunto de los tubos 2 no exceda de la mitad de la superficie del espacio ocupado por el dispositivo.

- 25 En el ejemplo de las figuras 1 y 2, el dispositivo está concebido para formar una plataforma flotante autónoma. Como variante, el dispositivo forma una plataforma fija solidaria con la orilla o con el fondo marino, formando, por ejemplo, un malecón. Puede, también, constituir una plataforma anexa destinada a ser unida a un motor flotante para alimentar a éste con electricidad. Los dispositivos fijos según la invención pueden ser implantados sobre sitios con gran diferencia entre las mareas alta y baja, caso en el cual producen energía durante una parte del cambio de marea, o sea, en tanto que los extremos inferiores de los tubos 2 se sumergen en el agua.

- 30 En el caso donde el dispositivo forma una plataforma flotante autónoma, ésta puede ser amarrada por un sistema de anclaje, en la proximidad del litoral evitando, no obstante, las zonas de rompimiento o bien en un sitio más alejado del litoral.

- 35 Como alternativa a un anclaje, la estructura 1 flotante puede ser mantenida en un lugar fijo por un mecanismo que le permita deslizarse verticalmente a lo largo de un poste central fijado al fondo y que atraviesa la estructura 1 y/o a lo largo de varios pilares en la periferia. En este caso, la estabilidad a la basculación está asegurada también por el guiado mecánico de la estructura 1 a lo largo de los pilares fijados al fondo.

La electricidad producida por el generador 10 es llevada a tierra por un cable submarino para descargar en una red, o puede ser autoconsumida por el motor flotante al cual está acoplado el dispositivo, por ejemplo una plataforma de perforación o un navío.

- 40 Los tubos 2 del entramado pueden ser fabricados a partir de materiales poco costosos o de tubos ya fabricados actualmente en grandes series, por ejemplo, acero, fundición, materiales compuestos, materiales plásticos o de hormigón armado.

Los cajones 5, 6 pueden ser fabricados a partir de materiales poco costosos tales como acero, ciertos materiales compuestos o de hormigón armado.

- 45 En el caso de una versión flotante del dispositivo, el aire interno que circula en circuito cerrado puede ser reemplazado por nitrógeno o una mezcla gaseosa empobrecida en oxígeno activo, de manera que se impiden la corrosión y el desarrollo de organismos vivos en las partes internas del dispositivo.

- 50 En el caso de una versión fija solidaria con la orilla, las longitudes de onda de los oleajes superiores a la dimensión principal de la plataforma son susceptibles de crear sobrepresiones o depresiones del conjunto de los dos cajones 5, 6 ya que el conjunto del entramado de tubos 2 está entonces solicitado aproximadamente en fase. A fin de proseguir la producción de energía, incluso en estas situaciones, el cajón inferior 6 del dispositivo puede estar equipado con una válvula de descarga de gran caudal tarada a una presión de apertura correspondiente a una altura de agua del orden de la mitad de la longitud libre de los tubos 2 bajo los cajones 5, 6. El cajón superior 5, por lo que a él respecta, puede estar equipado con una válvula de gran caudal de admisión de aire exterior, tarada a una depresión equivalente a esta misma altura de agua. Estas válvulas no se abren más que en caso de sobrepresión o de depresión provocadas por una subida o un descenso en fase del agua en una mayoría de los tubos.

En el caso de una versión flotante del dispositivo sometido a oleajes de longitudes de onda superiores a las dimensiones de la plataforma, esta última sigue los movimientos medios de la superficie del agua y los riesgos de sobrepresión o de puesta en depresión de los cajones 5, 6 por subida o descenso en fase del agua en el conjunto del entramado de tubos 2 son inexistentes.

5 El dispositivo puede ser construido por ensamblado de varios módulos, específicamente, por yuxtaposición.

Se hace referencia ahora a la figura 4 que representa un módulo de ensamblado por yuxtaposición. Un módulo principal preferentemente de espacio ocupado poligonal, comprende, en particular, el grupo turbogenerador 9, 10. Módulos anexos que presentan bordes o caras laterales en correspondencia con los del módulo principal se ensamblan a él. Un módulo anexo tal está representado en la figura 4, aquí de forma cuadrada. El módulo anexo puede estar desprovisto del grupo turbogenerador 9, 10.

10

Los módulos son fijados entre sí por sus lados. Cada módulo comprende aberturas 16 dispuestas en las caras laterales para venir enfrente de aberturas correspondientes del módulo vecino. Las aberturas 16 permiten la comunicación de fluido, por una parte, entre el conjunto de cajones superiores 5 y, por otra parte, entre el conjunto de cajones inferiores 6 en el estado ensamblado del dispositivo.

15 En el ejemplo descrito aquí, las aberturas 16 están equipadas con bridas estancas. Estas conexiones tienen una función de encauzamiento de los flujos de aire que permite el funcionamiento del dispositivo.

Un dispositivo compuesto por varios módulos ensamblados unos a otros permite una construcción en talleres de dimensiones limitadas en forma de kit a ensamblar en la proximidad del sitio de explotación o en el propio sitio. Así, el transporte y el transporte hasta el sitio de ensamblado se facilita. Un diseño tal en forma de kit de módulos a ensamblar permite, además, una fabricación en serie de los módulos a la vez que permite adaptar la forma y la extensión del dispositivo ensamblado en el lugar en función de las situaciones.

20

La estanqueidad periférica del dispositivo en el estado ensamblado se obtiene cerrando de manera estanca las aberturas periféricas 16 no utilizadas, aquí, por tapas estancas apernadas.

Un dispositivo según la invención presenta las ventajas siguientes con respecto a los dispositivos ya conocidos:

25 - permite la recuperación de energía sobre un amplio espectro de oleajes, tanto en términos de longitudes de onda como en términos de orientaciones. Permite, en particular, una recuperación eficaz de energía en situación de oleajes conjugados, cruzados o estacionarios, de agitación o incluso en caso de orientación diferente del oleaje con respecto a una eventual corriente marina local.

30 - comprende intrínsecamente su propia capacidad de flotación gracias al gas de su circuito de recuperación de energía. La presencia de flotadores periféricos mejora la estabilidad dinámica de enderezamiento frente a la escora en ausencia de guiado. Cuando está guiado verticalmente a lo largo de pilares fijos, los flotadores son superfluos.

35 - El dispositivo presenta un coste de construcción pequeño ya que puede ser construido a partir de productos fabricados en series grandes existentes, principalmente, para los tubos. Por otro lado, está desprovisto de piezas móviles que trabajen en inmersión.

- El dispositivo presenta una gran robustez y una gran fiabilidad intrínsecas en razón de su simplicidad y debido a que no incluye más que componentes mecánicos móviles pasivos constituidos por clapetas, las cuales trabajan en la parte aérea de la instalación. El dispositivo funciona sin sistema de pistones o gatos.

40 - El dispositivo presenta costes de mantenimiento pequeños, estando su grupo turbogenerador emergido y por tanto fácilmente accesible.

- El dispositivo, en particular cuando es flotante, presenta una excelente resistencia a las inclemencias del clima y a las tempestades gracias a su pequeño fardaje y a su flotabilidad intrínseca.

45 - El dispositivo puede ser construido de manera modular, presentando cada módulo dimensiones tales que permiten una construcción, un izado y un transporte más fáciles que un dispositivo fabricado de una sola pieza. Este modo de construcción permite, por otro lado, por añadidura de módulos, aumentar la potencia de una instalación existente con una inversión adicional reducida. Una construcción modular tal es adaptable a voluntad.

- Cuando el circuito de gas está cerrado, puede incorporarse un gas o una mezcla desprovista de oxígeno en lugar de aire, lo que limita los fenómenos de corrosión interna y de invasión por organismos vegetales o animales marinos.

50 La invención no se limita ni a los ejemplos de dispositivos descritos anteriormente, solamente a título de ejemplo, ni a las diversas combinaciones de variantes sino que engloba todas las variantes que podrá imaginar el experto en la técnica en el marco de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de recuperación de energía de las olas que incluye una estructura hueca (1) destinada a ser mantenida por encima de la superficie de una extensión de agua, comunicando un volumen interior de la estructura (1) con un grupo turbogenerador (9, 10), estando asociada la estructura (1) a una multiplicidad de tubos huecos (2) abiertos en sus extremos inferiores que se sumergen en el agua, teniendo cada tubo (2) una primera clapeta unidireccional (13) que abre desde el interior del tubo (2) hacia el volumen interior, y una segunda clapeta unidireccional (11) que abre desde aguas abajo del grupo turbogenerador (9, 10) hacia el interior del tubo (2), para formar un bucle de recuperación de energía que funciona en columnas de agua oscilantes, en interacción con el grupo turbogenerador (9, 10),
- 5
- 10 caracterizado por que la estructura (1) comprende un cajón inferior (6) y un cajón superior (5) superpuestos, planos, compactos, sensiblemente indeformables, cerrados y llenos de un gas, por que los tubos (2) atraviesan el cajón inferior (6) y desembocan en el cajón superior (5) y por que el grupo turbogenerador (9,10) está montado en un paso que interconecta los dos cajones (5, 6),
- 15 permitiendo la primera clapeta (13) de un tubo (2) que el gas que está sobre el agua sea expulsado desde el tubo (2) hacia el cajón superior (5) debido a la subida del nivel de agua (14) en ciertos tubos bajo el efecto de una ola, pasando el gas así expulsado a través del grupo turbogenerador (9, 10), después retornando aguas abajo al cajón inferior (6) para ser admitido por aspiración, por medio de la segunda clapeta (11), en los tubos (2) para los cuales el nivel de agua (12) es descendente.
- 20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende, además, órganos de flotación para asegurar el mantenimiento de la estructura (1) por encima de la superficie del agua.
3. Dispositivo según la reivindicación 2, que comprende, además, líneas de anclajes por medio de las cuales la estructura (1) puede ser amarada al fondo marino.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 y 3, en el cual los órganos de flotación comprenden flotadores semisumergidos dispuestos en la periferia inferior de la estructura (1) de manera que el nivel medio de la superficie del agua se sitúe aproximadamente a media altura de la parte de los tubos (2) que sobresale por debajo del cajón inferior (6).
- 25 5. Dispositivo según la reivindicación 4, en el cual, al menos, ciertas de los flotadores comprenden tubos semejantes a los de dicha multiplicidad, obstruidos en uno de sus extremos.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 a 5, en el cual los órganos de flotación comprenden un conjunto de inyección de gas comprimido hacia el interior de los cajones (5, 6) asociado a una o varias purgas de gas de manera que la presión media interna se mantenga a un nivel superior a la presión atmosférica.
- 30 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 a 6, en el cual la estructura (1) comprende, al menos, un paso vertical propio para recibir un poste fijado al fondo marino y que atraviesa la estructura (1) de manera que forma un guiado vertical por deslizamiento de la estructura (1) a lo largo del poste.
- 35 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 2 a 6, en el cual la estructura (1) es guiada verticalmente por varios postes fijados al fondo marino en la periferia de la estructura (1) de manera que se forma un guiado vertical por deslizamiento de la estructura (1) a lo largo de los postes.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el circuito de gas es cerrado.
10. Dispositivo según la reivindicación 9, en el cual el gas está constituido esencialmente de nitrógeno.
- 40 11. Dispositivo según la reivindicación 9, en el cual el gas está empobrecido en oxígeno.
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el cual el gas comprende aire.
13. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual la estructura (1) está dispuesta de manera que se mantenga sensiblemente inmóvil con respecto al fondo marino y/o a la orilla.
14. Dispositivo según la reivindicación 13, en el cual
- 45 - el cajón inferior (6) comprende una válvula de descarga de gran caudal que se abre hacia el exterior, configurada de manera que presenta una presión de apertura que permita evacuar el gas expulsado por una subida en fase del nivel de agua en el conjunto de los tubos (2), y/o
- el cajón superior (5) comprende una válvula de admisión de gran caudal que se abre hacia el interior, configurada de manera que presenta una depresión de apertura que permita una aspiración de aire exterior generada por un descenso en fase del nivel de agua en el conjunto de tubos (2).
- 50

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el paso que interconecta los dos cajones (5, 6) está formado por dos porciones (7, 8) de conducto (3) entre las cuales se interpone el grupo turbogenerador (9, 10).

5 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 14, en el cual el paso que interconecta los dos cajones (5, 6) está formado por un recorte en una pared que separa los dos cajones (5, 6), incluyendo el grupo turbogenerador (9, 10) una turbina de eje vertical alojada en dicho recorte.

10 17. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende una combinación de cajones superiores (5) y de cajones inferiores (6), estando los cajones superiores (5) en comunicación de fluido unos con los otros, estando los cajones inferiores (6) en comunicación de fluido unos con los otros, siendo el grupo turbogenerador (9, 10) común al conjunto de cajones (5, 6) de la combinación.

Fig. 1

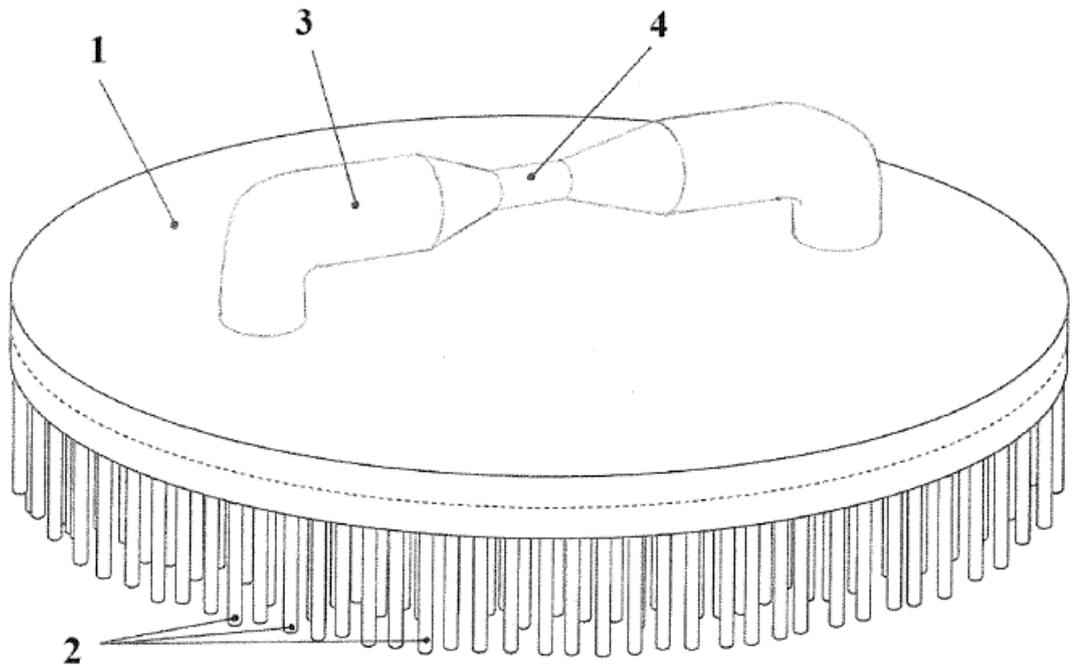


Fig. 2

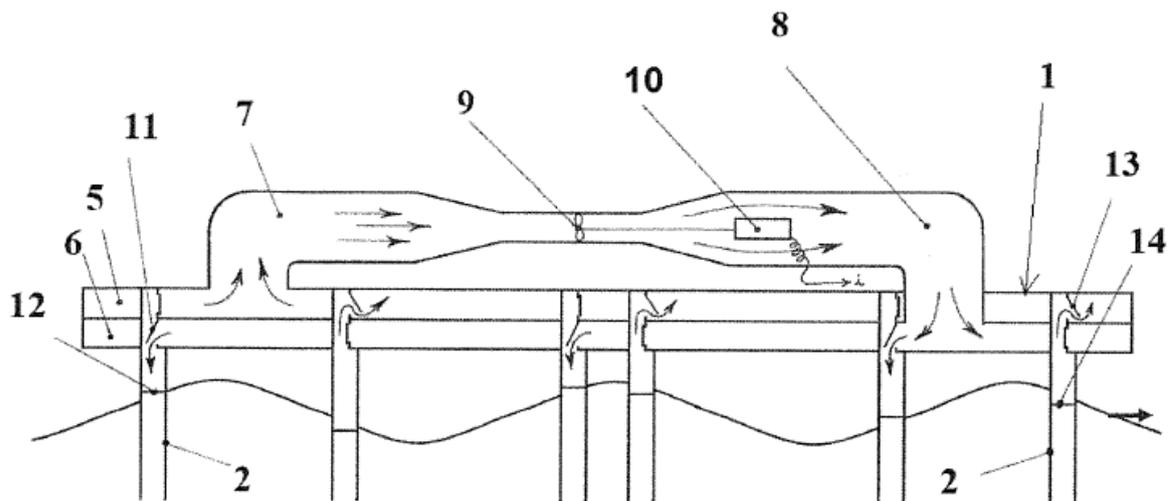


Fig. 3

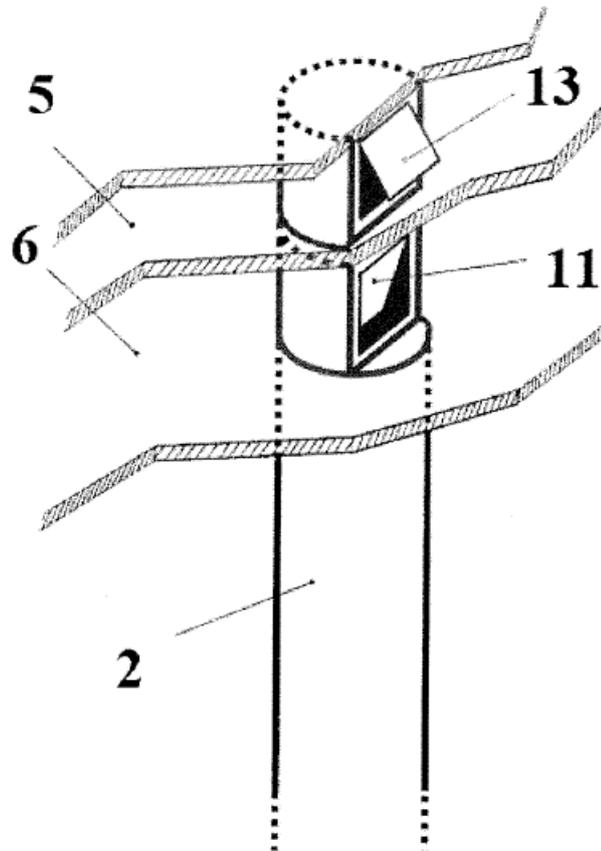


Fig. 4

