

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 600**

51 Int. Cl.:

F03B 13/20 (2006.01)

F03B 13/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.07.2009 PCT/GB2009/050847**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2010 WO10007418**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2009 E 09785323 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2321526**

54 Título: **Generador de energía de las olas**

30 Prioridad:

14.07.2008 GB 0812754

19.01.2009 GB 0900729

08.07.2009 GB 0911835

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

21.09.2018

73 Titular/es:

MARINE POWER SYSTEMS LIMITED (100.0%)

Ethos Building, Kings Road, SA1 Swansea

Waterfront

Swansea SA1 8AS, GB

72 Inventor/es:

FOSTER, GRAHAM y

STOCKMAN, GARETH

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 682 600 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

Generador de energía de las olas

La presente invención se refiere a generadores que pueden ser utilizados para extraer energía de las olas (o undimotriz) de una masa de agua para convertir dicha energía en energía útil.

- 5 En los últimos años, se ha producido un interés creciente acerca de la necesidad de explotar la energía renovable de forma que contribuya de manera considerable a la producción de energía global. Una combinación de objetivos gubernamentales, representación de medios de los problemas asociados de energías no renovables, y los costes energéticos siempre en alza han creado un poderoso impulso para el desarrollo de los sistemas de energía renovable.
- 10 Son conocidos los impactos negativos de los combustibles fósiles sobre nuestro entorno, como son los problemas y los elevados costes asociados con la energía nuclear. Por otro lado, la explotación de la enorme abundancia natural de energía renovable se ve limitada simplemente por nuestra capacidad de dominarla y suministrarla a un precio económicamente viable.
- 15 Una fuente potencial de energía renovable es la energía de las olas - un recurso energético abundante y constante disponible en todos los grandes océanos y mares del mundo. Han surgido diversos dispositivos de generación de energía de las olas como procedimiento potencial de captar esta energía, sin embargo, los actuales dispositivos presentan muchas limitaciones sin que ningún dispositivo ofrezca la capacidad demostrada de explotar de manera fiable a largo plazo de fuentes disponibles.
- 20 Los diseños existentes de generación de electricidad a partir de la energía de las olas pueden dividirse en seis categorías principales. Atenuadores de flotación, convertidores del oleaje, dispositivos oscilatorios de columnas de agua, dispositivos de submersión, de diferencial de presión y absorbedores puntuales. La mayoría de estas pueden o bien ser flotantes o estar instaladas sobre el lecho marino. Hay también otros tipos de dispositivos que no son fáciles de encuadrar, siendo ejemplos de estos estructuras o rotores flexibles que son giradas directamente por las olas. Cada uno de estos diferentes sistemas presenta ventajas e inconvenientes.
- 25 Los atenuadores son dispositivos con unos cuerpos flotantes conectados a unas juntas articuladas. Cuando las olas pasan por debajo del dispositivo estos cuerpos se alinean de manera independiente bien con unos picos o unas depresiones provocando que el dispositivo se flexione alrededor de las juntas articuladas. Las juntas articuladas pueden ser forzadas por los convertidores de energía a convertir la flexión de las juntas en energía útil.
- 30 Los atenuadores presentan las ventajas de ser fáciles de concebir y construir, al tiempo que son razonablemente fáciles de transportar a través de la superficie del mar en cuanto la entera estructura está diseñada para ser flotante. Así mismo, son en general fáciles de instalar y mantener en cuanto las piezas de trabajo de los dispositivos son fácilmente accesibles.
- 35 Sin embargo, hay inherentes desventajas respecto de los atenuadores. Debido a que las olas del océano típicamente presentan unas longitudes de onda en la región de varias decenas de metros, los atenuadores tienen que ser extremadamente largos para facilitar que los diferentes cuerpos se alineen con picos y depresiones alternadas. De modo similar, un atenuador puede funcionar con una eficacia óptima en un único conjunto de longitud de onda como resultado de la separación de los cuerpos. Cuando la longitud de onda se desplaza con respecto a este valor óptimo, la eficacia decae. Así mismo, los atenuadores tienen que estar alineados en la dirección de las olas y si la dirección de la marejada varía de manera considerable respecto del eje geométrico del dispositivo, entonces de nuevo la eficacia decaerá considerablemente. La supervivencia también es una circunstancia negativa en estos dispositivos en cuanto la entera máquina está sobre la superficie y expuesta a tormentas, constituyendo las juntas entre los cuerpos una debilidad específica. Un ejemplo de un dispositivo que incluye un atenuador se divulga en el documento WO 0017519.
- 40
- 45 Los absorbedores puntuales son de construcción bastante dispar pero generalmente comprenden un desplazador flotante que es desplazado por las olas y un reactor relativamente fijo. El desplazamiento relativo entre el desplazador y el reactor queda entonces constreñido por un convertidor de energía para generar energía. Los absorbedores puntuales ofrecen las ventajas genéricas de ser flexibles en cuanto a su posición y pueden absorber la energía de las olas procedente de todas las direcciones. Los inconvenientes tienden a estar asociados con los tipos específicos.
- 50 Algunos absorbedores puntuales son dispositivos completamente flotantes que incorporan un reactor integrado que posibilita que autorreaccionen. Esto tiene la ventaja de que el dispositivo sea razonablemente fácil de transportar e instalar. Los autorreactores a menudo adoptan la forma de anclas marinas con una gran área de superficie contra la cual puede cabecear un desplazador de superficie. Otro procedimiento de autorreacción es un peso suspendido que resuena en respuesta al movimiento periódico del desplazador provocado por las olas.
- 55 El inconveniente de los dispositivos autorreactivos existentes es que el convertidor de energía está generalmente situado sobre la superficie con el resto del dispositivo y, por tanto, está expuesto a daños derivados de las

tormentas. Los absorbedores puntuales resonantes han añadido el inconveniente de presentar una única frecuencia óptima de resonancia o, en otro caso, incorporar mecanismos de sintonización variables con la complejidad y coste suplementario consiguientes.

5 Algunos dispositivos absorbedores puntuales incorporan el reactor situado sobre el lecho marino. Esto tiene la ventaja de disponer una plataforma de reacción virtualmente inmóvil y cualquier parte del dispositivo situada sobre el lecho marino está protegida contra los daños derivados de las tormentas en superficie. El aspecto negativo de este sistema es que los dispositivos basados en el lecho marino son difíciles y, por tanto, costosos de instalar y mantener. Un ejemplo de un dispositivo de absorbedores puntuales resonantes, autorreactivos se divulga en WO 1096738.

10 Los convertidores de oleaje explotan el movimiento de alante atrás de las olas para generar energía. Típicamente comprenden una gran pala sobre una junta de basculación que es empujada y traccionada por el impulso y constreñida por un convertidor de energía. Las ventajas de los convertidores de impulsos son que son fáciles de concebir y construir.

15 Los generadores de oleaje efectivamente presentan, sin embargo, varios inconvenientes. En general solo son eficaces en agua poco profunda en cuanto el movimiento circular de las olas del océano abierto es solo convertido en oleaje una vez que la profundidad del agua se reduce de modo considerable. Así mismo, requieren de una base para ser fijados firmemente al lecho marino de manera que el entero dispositivo no resulte barrido junto con el oleaje. Así mismo, están potencialmente expuestos a las olas rompedoras y, como resultado de ello, la supervivencia es un problema grave. Un ejemplo de un dispositivo convertidor de oleaje se divulga en el documento
20 WO 2006100436.

Los dispositivos oscilantes de columna de agua utilizan una estructura hueca parcialmente sumergida que engloba una columna de aire sobre la parte superior de una columna de agua. La columna está abierta al mar por debajo de la línea de agua, haciendo posible que la influencia de las olas entre en la estructura y provoque que la columna de agua suba y baje, lo cual, a su vez, provoca que la columna de agua siga. Se permite que la columna de agua fluya
25 hacia y desde por medio de una turbina que genera energía. La turbina es generalmente una turbina Wells bidireccional de manera que pueda continua rotando de la misma manera tanto con la elevación como con la caída de las olas. La mayoría de los dispositivos de columna de agua oscilante son construidos dentro de las paredes o acantilados del mar pero también pueden ser construidos en estructuras flotantes fuera de la costa.

30 Los dispositivos de columna de agua oscilante tienen la ventaja de que el único componente utilizable, la turbina, está fuera del agua y, por tanto, es de fácil acceso y mantenimiento. También pueden adaptarse adecuadamente a ser construidos en estructuras tipo rompeolas de una manera rentable.

Hay, sin embargo, algunos inconvenientes significativos en los dispositivos de columna de agua oscilante. El uso de aire para operar la turbina significa que se sacrifica una considerable eficacia utilizando un medio comprimible de
35 baja densidad para operar la turbina. Las estructuras de anclaje en la orilla están solo expuestas a unas energías de las olas relativamente bajas en cuanto las grandes olas se romperán y se expandirán antes de que lleguen a la orilla. Los dispositivos fuera de la costa tienen que ser extremadamente grandes con el fin de que el dispositivo permanezca relativamente fijo sobre las olas, y presentan, así mismo, un considerable volumen por encima de la superficie lo que las hace propicias a recibir daños derivados de tormentas y constituyen un peligro para el transporte marítimo. Un ejemplo de un dispositivo de columna de agua oscilante se divulga en el documento GB
40 2250321.

Los dispositivos de submersión funcionan mediante la creación de un depósito del agua por encima del nivel del mar que es llenado con olas que físicamente fluyen hacia una rampa hasta el interior de aquél. Entonces este depósito se deja drenar a través de un canal que contiene una turbina. A menudo se utilizan unos colectores para concentrar las olas en el depósito, mejorando la captación de energía. Los dispositivos de submersión pueden construirse en la
45 orilla del mar o ser dispositivos flotantes situados fuera de costa.

Los dispositivos de submersión tienen la ventaja de que la potencia de salida es suavizada por el depósito que elimina los radios que tienen que ser gestionados por otros dispositivos.

Las dificultades de los dispositivos de submersión son similares a los de los dispositivos de columna de agua oscilante. Los dispositivos anclados en la orilla no están expuestos a la energía de las grandes olas, aunque los
50 dispositivos fuera de costa tienen que ser muy grandes para ser eficaces y, por tanto, son vulnerables a las tormentas plantean una amenaza para la circulación marítima. Los dispositivos fuera de costa presentan también el problema de hacer coincidir la altura de la rampa con la altura de las olas: si la rampa es demasiado grande, entonces el dispositivo no es capaz de captar ningún tipo de energía por debajo de las condiciones de las pequeñas olas, si la rampa es demasiado pequeña entonces las grandes olas serán repelidas por el dispositivo y la energía se perderá. Un ejemplo de un dispositivo de submersión flotante se divulga en el documento WO 2008149048.
55

Los dispositivos sumergidos de diferencial de presión funcionan mediante la explotación del cambio de la presión hidrostática bajo el agua provocada por el agua que pasa por encima. Estos dispositivos generalmente comprenden una cámara comprimible que se desplaza en respuesta al diferencial de presión que experimenta cuando las olas

pasan por encima, constriéndose el movimiento mediante un convertidor de energía para generar energía. También están normalmente contruidos sobre el lecho marino en aguas bastantes superficiales en cuanto ello provoca que las olas se eleven y creen un cambio del porcentaje de la presión considerable.

5 Las ventajas de los dispositivos sumergidos de diferencial de presión son que están protegidos de los daños producidos por las tormentas al quedar situados sobre el lecho marino y pueden generar energía con olas procedentes de cualquier dirección.

10 Sin embargo, los dispositivos sumergidos de diferencial de presión ofrecen inconvenientes notorios. Para que el diferencial de presión provocado por las olas ofrezca una porción considerable de la porción total, la cual, a su vez, permite unas compresión y expansión considerables de una cámara comprimible, la profundidad del agua en la que está situado tiene que ser razonablemente escasa, pero, si es demasiado proco profundo, el dispositivo quedará expuesto a las rompeolas. Por tanto, el límite de la profundidad apropiada para los dispositivos de diferencial de presión es extremadamente limitado. Los dispositivos sumergidos de diferencial de presión también necesitan estar situados y anclados al suelo marino lo que incrementa en gran medida el coste de instalación y el mantenimiento. Un ejemplo de un dispositivo sumergido de diferencial de presión se divulga en el documento WO 2008149084.

15 Es evidente que los dispositivos conocidos de energía de las olas siguen presentando inconvenientes considerables los cuales, como mucho se manifiestan en un coste incrementado de la energía producida. En el peor de los casos, algunos de los dispositivos resultarán completamente inapropiados para el entorno marino y nunca serán prácticos.

20 De los dispositivos conocidos, los absorbedores puntuales flotantes parecen ofrecer a solución menos problemática a la acción de la energía procedente de las olas oceánicas. Las ventajas de ser flexibles en cuanto a su posicionamiento, sencillos de instalar, de fácil mantenimiento y razonablemente transportables, y razonablemente supervivientes hace que estos dispositivos tengan las mayores probabilidades de poder satisfacer el vacío de la extracción del mar, de energía de manera fiable.

25 Sin embargo, los dispositivos de absorbedores puntuales flotantes actualmente disponibles distan de constituir una solución óptima. Presentan una estructura de tamaño considerable sobre la superficie del mar la cual es propensa a recibir daños derivados de las tormentas, plantean una amenaza a la circulación marítima y pueden crear unos atentados estéticos. Su transportabilidad es una mejora respecto de diversos tipos de dispositivos pero podrían todavía mejorar en gran medida.

30 Un dispositivo de absorbedores puntuales que mitiga los inconvenientes expuestos representaría una solución superior a los problemas implicados mediante la extracción de una energía útil a partir de las olas marinas u oceánicas.

Dicho dispositivo mejorado debe satisfacer los siguientes criterios:

debe ser de construcción sencilla y de fabricación rentable;

debe ser muy fácil de transportar de manera que la única o múltiples unidades puedan ser transportadas fácilmente y de manera rentable hasta grandes distancias;

35 debe ser muy fácil de instalar con un procedimiento sencillo de instalación sobre la superficie del mar para instalar las líneas de anclaje y una energía umbilical;

debe ser de mantenimiento sencillo y de mantenimiento sobre el terreno y tiene que ser fácilmente desmontable del terreno para llevar a cabo un mantenimiento importante;

40 debe ser fácilmente retirable del servicio de manera que no existan costes inesperados al final de la vida útil de trabajo del dispositivo;

debe sobrevivir al entorno marino y a las tormentas extremas a la que puede quedar sometido, de modo preferente, mediante la inclusión de ninguna estructura considerable sobre o cerca de la superficie del mar;

no debe plantear una amenaza a la circulación marina o crear un impacto visual significativo al incorporar estructuras grandes y duras sobre la superficie del mar;

45 debe incluir un mecanismo de captación de energía sencillo y eficiente;

debe poder absorber la energía de las olas procedente de cualquier dirección;

debe poder situarse en varias profundidades de agua incluyendo agua muy profunda; y

no debe plantear ninguna amenaza a la vida marina en su funcionamiento, y su instalación y retirada deben suponer una mínima perturbación al lecho marino.

5 Se han divulgado con anterioridad tentativas para resolver algunos de los problemas expuestos. Por ejemplo, el documento US 7245041 divulga un dispositivo en el que una serie de flotadores operados por las olas suspenden un cigüeñal común con un resorte que empuja cada flotador. La masa del cigüeñal común y que rodea la carcasa ofrece resistencia al movimiento de los flotadores pero no existe ningún procedimiento mediante el cual su inercia puede ser incrementada en mayor medida, o un medio mediante el cual el dispositivo pueda alcanzar una configuración de transporte adecuada.

10 El documento AU 5581273 divulga un dispositivo de absorbedores puntuales que incluye un miembro de reacción submarino que puede ser llenado de agua para incrementar su inercia. Sin embargo, el miembro de reacción no es empujado hacia el flotador y no hay forma alguna de que el dispositivo consiga una configuración de transporte conveniente.

El documento JP 55125364 divulga un dispositivo de absorbedores puntuales con un miembro de reacción de placa plana que puede ser acoplado de manera amovible a un flotador de servicio y constreñido por un generador lineal. Sin embargo, la inercia del miembro de reacción no puede ser incrementada si el dispositivo no presenta una configuración de transporte conveniente.

15 El documento US 6229225 divulga un dispositivo de impulsos submarinos en el que un convertidor de energía es empujado por un resorte. Sin embargo, el dispositivo está constreñido mediante el anclaje al lecho marino y, por tanto, es muy difícil de instalar y mantener.

20 Los documentos EP 0265594 y WO 2008130295 divulgan unos dispositivos de absorbedores puntuales en los cuales un convertidor de energía es empujado por un resorte. Dichos dispositivos están constreñidos por un anclaje sobre el lecho marino y, por tanto, son muy difíciles de instalar y mantener.

25 De acuerdo con la invención, por tanto, se proporciona un generador de olas de acuerdo con la reivindicación 1. El generador de olas de acuerdo con la invención es, de modo ventajoso, un dispositivo de absorbedores puntuales que comprende un cuerpo de reacción submarino sumergible que está suspendido de un cuerpo flotante mediante una línea de conexión. Un convertidor de energía y un medio de empuje (por ejemplo un medio de retorno elástico) generalmente operan entre la línea de conexión y el cuerpo de reacción; están generalmente montados sobre el cuerpo de reacción. El cuerpo de reacción sumergible está suspendido a una altura suficiente para asegurar que esté bajo la influencia de las olas sobre la superficie marina. Por tanto, el movimiento de cabeceo arriba y abajo del flotador de desplazamiento provocado por las olas se traduce en un movimiento en vaivén relativo, entre los dos cuerpos que puede ser explotado por el convertidor de energía. Con el fin de aprovechar la fuerza de vaivén generada por el cuerpo de flotación o por el flotador de superficie, el convertidor proporciona una carrera de trabajo por medio de la cual puede operar. Cuando la superficie marina es plana, el resorte y el convertidor de energía descansarán en una posición neutra de media carrera en la que el peso del cuerpo de reacción sea igual a la fuerza de resorte. La carrera suministrada en cada lado de la posición neutra define la carrera de trabajo del sistema.

35 Cuando las olas transmiten un movimiento sobre el cuerpo de flotación o sobre el flotador de superficie, el movimiento es transferido al resorte y al convertidor de energía mediante la línea de conexión. El resorte mantiene la tensión en la línea de conexión y hace posible que el convertidor de energía trabaje sobre la carrera corriente abajo mediante la acumulación de energía sobre la carrera corriente arriba.

40 El miembro de reacción sumergible cumple su función de proporcionar una plataforma sobre la cual el flotador pueda cabecear al poder ser llenado con un gran volumen de agua marina otorgándole una correspondiente masa considerable y, por tanto, inercia. Así mismo, presenta un área de superficies considerable perpendicular a la dirección de la fuerza de cabeceo, la cual de esta forma permite aumentar la resistencia al movimiento por medio de una gran fuerza de arrastre.

45 El cuerpo de reacción sumergible es, en general, de construcción hueca y capaz de ser selectivamente ser llenado de agua o agua para ajustar su flotabilidad. Por tanto, el dispositivo puede presentar una configuración operativa sumergida en la que el cuerpo de reacción esté lleno de agua y una configuración de superficie de flotación en la que el cuerpo esté lleno de aire.

La configuración operativa sumergida es, como se describió anteriormente, con el cuerpo de reacción suspendido bajo el agua a partir del flotador de superficie.

50 En la configuración de superficie de flotación, el cuerpo de reacción flota sobre la superficie del mar con la suficiente flotabilidad para que transporte los demás componentes del dispositivo y es fácilmente capaz de ser transportado a través de la superficie marina. El dispositivo puede asentarse en un lugar suficientemente elevado del agua de manera que todas las conexiones con las líneas de anclaje y con las líneas de energía puedan estar despejadas de agua y puedan ser fácilmente accesibles. El dispositivo puede también crear su propia plataforma estable de servicio con todos los componentes de mantenimiento libres de agua para permitir un fácil acceso con vistas a su mantenimiento.

El aire puede ser bombeado dentro del cuerpo de reacción sumergible por medio de una línea del snorkel fijada al flotador de superficie. La línea del snorkel puede o bien estar separada de o formar parte integrante con la línea de conexión principal. El aire puede ser liberado del cuerpo de reacción por medio de una válvula que puede ser operada a distancia desde la superficie, en caso necesario.

- 5 El cuerpo de reacción sumergible puede también presentar una forma a modo de casco aerodinámico para mejorar aún más la facilidad con la cual puede ser remolcado a través de la superficie marina.

El flotador de superficie puede, si se desea, estar fabricado a partir de un material inflable blando de manera que, en el supuesto de que se produzca una colisión accidental con un buque de superficie, no se produzcan daños significativos ya sea al buque o al flotador. Una estructura flexible sobre el flotador haría que fuera más resiliente a las fuerzas experimentadas por las olas de superficie.

- 10 A continuación se describirán con mayor detalle formas de realización preferentes de la invención, con referencia los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Figura 1 es una vista recortada en perspectiva parcial de una primera forma de realización de un generador de olas de acuerdo con la invención;

- 15 la Figura 2 es una vista recortada parcial del generador de olas de la Figura 1 en una posición neutral;

la Figura 3 es una vista recortada parcial del generador de olas de la Figura 1 cuando está experimentando un pico de olas;

la Figura 4 es una vista recortada parcial del generador de olas de la Figura 1 cuando está experimentando una depresión de olas; y

- 20 la Figura 5 es una vista en perspectiva de una segunda forma de realización de la invención cuando está en una primera configuración;

la Figura 6 es otra vista de la forma de realización de la Figura 5, cuando está en una segunda configuración;

la Figura 7 es una vista en perspectiva de una tercera forma de realización de la invención cuando está en una primera configuración;

- 25 la Figura 8 es una vista en perspectiva de una cuarta forma de realización de la invención; y

las Figuras 9 y 10 muestran unos conjuntos en los cuales múltiples dispositivos de acuerdo con la invención están conectados entre sí.

Las mismas partes son designadas mediante las mismas referencias numerales a lo largo de los dibujos.

- 30 Con referencia a las Figuras 1 a 4, en ellas se muestra un dispositivo ejemplar de conversión de energía de las olas de acuerdo con la invención. El dispositivo comprende un cuerpo de desplazamiento bajo la forma de un flotador **1** de superficie que se mueve con las olas, un cuerpo **2** de reacción que está situado por debajo del nivel del mar a una cierta distancia de la influencia de las olas **4** de superficie; y una línea **3** de conexión que suspende el cuerpo **2** de reacción respecto del flotador **1** de superficie a una profundidad regulada por la longitud de la línea **3** de conexión.

- 35 El dispositivo comprende además un convertidor **5** de energía y un resorte **6** dispuesto para operar entre la línea de conexión y el cuerpo **6** de reacción. El convertidor **5** de energía y el resorte **6** pueden estar fijados a, o montado sobre, el cuerpo **2** de reacción.

- 40 El movimiento del flotador **1** de superficie provocado por las olas **4** del mar provoca el movimiento relativo entre el flotador **1** de superficie y el cuerpo **2** de reacción. Este movimiento es asumido por la carrera de trabajo del convertidor **5** de energía y por el resorte **6** y es explotado para producir energía.

El cuerpo **2** de reacción presenta una construcción hueca de manera que contiene un volumen **7** interior que puede ser selectivamente llenado de agua o de aire para hacer posible el ajuste de la flotabilidad del cuerpo **2** de reacción. Por tanto, el dispositivo puede presentar una configuración operativa en la que el cuerpo **2** de reacción esté lleno de agua, y una configuración de superficie en el que el cuerpo **2** de reacción esté lleno de aire.

- 45 Una línea **8** del snorkel y unas válvulas **9**, de forma conjunta permiten que el aire sea bombeado dentro o liberado del volumen **7** interior. Toda o parte de la línea del snorkel puede estar integrada con la línea **3** de conexión principal para evitar un enredamiento.

Un cable umbilical **10** de energía está conectado al dispositivo para hacer posible que la energía útil generada sea retirada a un emplazamiento en el que pueda ser utilizado. Por ejemplo, este cable umbilical puede ser un cable

eléctrico conectado a una red de distribución eléctrica, o a un tubo de agua para distribuir agua de alta presión a una planta de desalinización.

5 Unas líneas **11** de anclaje sitúan el dispositivo con respecto al lecho marino (no mostrado) y son genéricamente holgadas, haciendo posible grandes movimientos oceánicos tales como las mareas y permitiendo también una elasticidad en el caso de condiciones extremas del oleaje. La profundidad del cuerpo **2** de reacción se establece por una longitud de la línea **3** de conexión y no por las líneas **11** de anclaje.

Con referencia concreta a las Figuras 2 a 4, se describirá con mayor detalle el funcionamiento del dispositivo en su configuración operativa.

10 En una posición neutra (Figura 2) con una superficie **12** plana del mar, el peso **W** del cuerpo **2** de reacción es contrarrestado por una flotabilidad **B** igual y opuesta procedente del flotador **1** de superficie, la cual, a su vez, es igual a la fuerza **S** del resorte. Cuando el resorte **6** está situado en serie entre el flotador **1** de superficie y el cuerpo **2** de reacción, todas las fuerzas entre el flotador **1** y el cuerpo **2** de reacción son transferidas a través del resorte **6**. De manera eficaz el cuerpo **2** de reacción cuelga del resorte **6**, el cual, a su vez, cuelga del flotador **1** (por medio de la línea **3** de conexión).

15 El convertidor **5** de energía y el resorte **6** están en la mitad de su carrera de trabajo total cuando el dispositivo está en su posición neutra. Esto se consigue igualando el peso **W** del cuerpo **2** de reacción con la fuerza **S** del resorte cuando el resorte está en la posición neutra.

20 Cuando el dispositivo experimenta las condiciones de las olas el flotador **1** es desplazado arriba y abajo modificando la altura de la superficie del mar. Esto, a su vez, desplaza el resorte **6** y el convertidor **5** de energía con respecto al cuerpo **2** de reacción. Este movimiento relativo puede ser explotado por el convertidor **5** de energía para generar energía útil. La Figura 3 muestra la configuración del dispositivo cuando experimenta un pico **13** de olas y la Figura 4 es una depresión **14** recíproca de las olas.

25 Sin embargo, para que tenga lugar el movimiento relativo entre el convertidor **5** de energía y el cuerpo **2** de reacción, la fuerza requerida para vencer la fuerza del resorte **6** y el convertidor **5** de energía debe ser menos considerable que la requerida para desplazar el entero cuerpo **2** de reacción. Si no fuera este el caso y las fuerzas fueran similares, el resultado sería que el entero cuerpo de reacción se desplazaría arriba y abajo cuando el flotador **1** y el movimiento relativo del resorte **6** y del convertidor **5** de energía se reduciría en gran medida, con la correspondiente caída de la potencia de salida del dispositivo.

30 Con el fin de resolver el problema expuesto se necesita una forma de incrementar la resistencia del cuerpo **2** de reacción sin modificar su peso **W**. Esto se consigue en la forma de realización preferente incrementando la masa efectiva y, por tanto, la inercia del cuerpo **2** de reacción de dos maneras. En primer lugar, el volumen **7** interno del cuerpo **2** de reacción es llenado de agua del mar lo que permite que su masa efectiva se incremente en gran medida sin incrementar su peso **W**. En segundo lugar, el cuerpo **2** de reacción es conformado para que presente un área **15** considerable perpendicular a la dirección del movimiento de la boya de superficie (esto es, paralela a la superficie del mar) lo que conlleva el otorgar al cuerpo **2** de reacción un arrastre muy amplio y, por tanto, una gran resistencia al movimiento.

40 El resorte **6** se muestra en la forma de realización preferente como un resorte helicoidal puramente con fines ilustrativos, y puede adoptar la forma de cualquier retorno de resorte apropiado o de un sistema de empuje direccional. Ejemplos de otros tipos de medios de empuje por resorte o direccionales incluyen: resortes neumáticos, bandas elastoméricas, resortes hidráulicos y solenoides. El resorte de llamada **6** puede ser un sistema activamente controlado que sea constantemente modificado de acuerdo con las condiciones imperantes de las olas para potenciar al máximo la potencia de salida del dispositivo.

45 El convertidor **5** de energía, en la forma de realización preferente, está también representado de forma meramente esquemática y no pretende ilustrar un sistema concreto. Ejemplos de convertidores de energía apropiados incluyen: generadores eléctricos lineales, generadores hidráulicos, bombas de fluido y sistemas de piñón y cremallera que podrían entonces conectarse a unos generadores rotatorios. Como en el caso del resorte **6**, el convertidor **5** de energía puede ser activamente controlado para potenciar al máximo la potencia de salida.

En algunos casos, en por ejemplo, sistemas hidráulicos el resorte **6** y el convertidor **5** de energía pueden entonces combinarse en un sistema único reduciendo con ello la complejidad y el coste.

50 Cuando el dispositivo está en su configuración de superficie, el cuerpo **2** de reacción se asienta en una posición suficientemente elevada en el agua para que todas las conexiones con las líneas **11** de anclaje y con las líneas **10** de energía estén despejadas de agua y sean fácilmente accesibles. El dispositivo crea también su propia plataforma de servicio estable con todos los componentes de mantenimiento por encima del agua para hacer posible un fácil acceso con vistas a su mantenimiento. Así mismo, su forma hace posible que sea fácilmente remolcado a través de la superficie del mar requiriéndose únicamente unas embarcaciones relativamente pequeñas.

5 Con referencia a las Figuras 5 y 6, en ellas se muestra una segunda forma de realización de la invención. La segunda forma de realización utiliza un flotador **16** toroidal de superficie que incrementa el área del frente de las olas que puede ser capturado por el dispositivo para el mismo volumen del flotador. El cuerpo **2** de reacción de la segunda forma de realización incluye también un casco **17** con forma de embarcación que incluye un puente **18** superior y unos lados aerodinámicos; dicha forma mejora también la transportabilidad del dispositivo sobre la superficie **4** del mar.

10 Con referencia a la Figura 6, el dispositivo es mostrado concretamente en su configuración de superficie. La flotación del cuerpo **2** de reacción es suficiente para mantener el dispositivo en sí y todos los demás componentes despejados de agua. El cuerpo **2** de reacción, por tanto, es capaz de llevar a cabo la función de balsa de transporte y de plataforma de servicio para el entero dispositivo.

15 La Figura 6 también muestra una posible configuración de transporte del dispositivo. Un flotador **16** toroidal de superficie puede estar arrimada sobre el puente **18** del cuerpo **2** de reacción sobresaliendo el convertidor **5** de energía y el resorte **6** a través del agujero dispuestos alrededor del flotador **16**, fijándolo en posición de manera segura. La línea **3** de conexión y / o la línea **8** del snorkel puede estar embobinada sobre el puente **18** del cuerpo **2** de reacción de una manera conveniente.

Cuando el dispositivo está instalado, el flotador **16** automáticamente se despliega cuando se deja salir el aire del cuerpo **2** de reacción y el dispositivo alcanza su configuración operativa (rep. Figura 6).

Otros aspectos de la segunda forma de realización operan de manera similar a los de la primera forma de realización.

20 Con referencia a la Figura 7, en ella se muestra una tercera forma de realización de la invención. La tercera forma de realización difiere de las formas de realización anteriores por la inclusión de una junta **19** articulada entre el convertidor **5** de energía y el cuerpo **2** de reacción. La junta articulada hace posible que el convertidor **5** de energía se alinee con el movimiento del flotador de superficie cuando la pendiente de las olas **20** tiendan a desplazar el flotador **1** de alante atrás así como de arriba abajo. El mismo efecto podría conseguirse incluyendo una pieza
25 suplementaria de la línea **3** de conexión entre el convertidor **5** de energía y el cuerpo **2** de reacción.

Otros aspectos de la tercera forma de realización operan de manera similar a los de las primera y segunda formas de realización.

30 Con referencia a la Figura 8, en ella se muestra una cuarta forma de realización de la invención. La cuarta forma de realización comprende múltiples flotadores **16**, que conectan las líneas **3** los convertidores **5** de energía conectados a un cuerpo **2** de reacción común. Este trazado hace posible que un único dispositivo tenga una potencia de salida mayor, y mejora la comodidad de transporte e instalación en comparación con un grupo de dispositivos singulares de la misma potencia de salida.

35 La cuarta forma de realización también hace posible una reducción del coste debido a que se podría reducir el número de subsistemas del dispositivo en comparación con los sistemas múltiples de una potencia de salida equivalente. Por ejemplo, si se utilizara un sistema de conversión de energía hidráulica, la potencia de salida procedente de los pistones hidráulicos individuales, podría ser transferida a unos acumulador y generador hidráulicos únicos. El número de líneas de anclaje y de cables umbilicales de energía también se podría reducir.

Otros aspectos de la cuarta forma de realización operan de manera similar a los de las formas de realización precedentes.

40 Con referencia a las Figuras 9 y 10, en ellas se muestran dos posibles disposiciones para múltiples instalaciones del dispositivo. Con el fin de que los convertidores de energía de las olas generen las grandes cantidades de energía requeridas para que tengan un impacto en la producción global de energía, se requerirán unas redes de muchos cientos o incluso miles de dispositivos.

45 Por tanto, es importante que cualquier dispositivo concreto sea apropiado para su instalación como parte de dicha red.

50 La Figura 9 muestra una red en la que múltiples dispositivos de acuerdo con la invención están conectados por una línea **21** de unión que enlaza los flotadores **1** de superficie entre sí. El número de dispositivos se puede incrementar respecto del mostrado y la red puede extenderse en bien en una o en dos dimensiones. Los extremos de la red están conectados a los flotadores **22** de posicionamiento, los cuales, a su vez, están conectados a unos pesos **23** de anclaje.

Los cables **10** umbilicales de potencia a partir de cada dispositivo pueden ser conectados a una caja de derivación **24** para reducir al mínimo la cantidad de cableado o canalización submarina requerida para transmitir energía a un emplazamiento donde pueda ser utilizado.

La Figura 10 muestra una red en la que múltiples dispositivos están conectados mediante una línea **21** de unión que enlaza los cuerpos **2** de reacción de cada dispositivo. Los cuerpos **2** de reacción en los extremos de la red están conectados directamente a los pesos **23** de anclaje. Como en la red mostrada en la Figura 8, un número indeterminado de dispositivos podría estar enlazado y podría emplearse una red bidimensional de cualquier forma.

5 Con referencia al sistema en general, se consigue una pluralidad de ventajas en este diseño que lo hacen particularmente indicado para el uso perseguido:

10 La inclusión de únicamente un flotador **1** de superficie de dispositivo sobre la superficie durante su operación ofrece algunas ventajas considerables. El flotador **1** puede estar fabricado a partir de un material inflable no rígido (por ejemplo un material disponible con la marca "Hypalon") que ayuda a reducir el coste, y los medios de colisiones accidentales con buques de superficie serían episodios no lesivos para ambas partes. La inclusión de un único flotador sobre la superficie, significa que sería también mínimo el impacto visual del dispositivo.

15 La suspensión del cuerpo **2** de reacción y del convertidor **5** de energía del dispositivo respecto de la línea **3** de conexión bastante por debajo de la superficie del mar tiene como resultado que las piezas complejas del sistema puedan quedar situadas a una distancia considerable de las fuerzas que pueden potencialmente ser generadas por las olas **4** de superficie.

20 Cuando está sometido a condiciones extremas puede ser autoprotector, porque la fuerza máxima que puede ser aplicada sobre el cuerpo **2** de reacción es equivalente solo a la flotabilidad total del flotador **1** de superficie. Una ola muy grande simplemente sumergirá el flotador **1** y es capaz de aplicar cualquier carga mayor sobre el cuerpo **2** de reacción. La flotabilidad total del flotador **1** de superficie puede también regularse de manera que sea igual a la fuerza **S** del resorte en la carrera máxima hacia arriba, asegurando que el sistema no pueda ser sacudido por olas muy grandes.

25 Una ola rompedora inesperada que aplastara el flotador **1** podría provocar un aflojamiento temporal de la línea **3** de conexión pero una línea flexible no puede transferir una fuerza compresora. Por tanto, las olas rompedoras no pueden aplicar cargas anormales sobre el sistema. En condiciones normales, el resorte **6** mantiene en todo momento tensa la línea **3** de conexión.

El procedimiento de instalación del dispositivo es muy sencillo y típicamente comprendería las siguientes etapas: el dispositivo es remolcado del puerto hasta la zona de despliegue; las líneas **11** de anclaje preinstaladas y la conexión **10** de energía son entonces fijadas al dispositivo; se deja liberar el aire del cuerpo **2** de reacción y se hunde por debajo y queda suspendido del flotador **1** de superficie: el generador sería entonces operativo.

30 El procedimiento de mantenimiento / retirada es igualmente sencillo: el buque de servicio queda amarrado sobre el flotador **1** de superficie; un suministro de aire comprimido es unido a la línea **8** del snorkel y el cuerpo **2** de reacción es llenado de aire y elevado a la superficie; el servicio es conducido hasta la zona cuando sea posible y cuando termine el aire se deja salir de nuevo como anteriormente; si se requiere un servicio sobre el terreno, entonces las líneas **11** de anclaje y el cable **10** de energía son desconectados y el dispositivo es remolcado a puerto.

35 Aunque la invención divulgada en la presente memoria ha sido descrita con referencia a formas de realización ejemplares, pueden contemplarse otras formas de realización que se incluyan en el alcance de la invención. Por ejemplo, el resorte y el convertidor de energía podrían ser transferidos al flotador de superficie quedando únicamente el cuerpo de reacción suspendido de la línea de conexión. Como alternativa, el resorte y el convertidor de energía podrían ser situados en o cerca de la mitad de la línea de conexión.

40

45

REIVINDICACIONES

1.- Un generador de conversión en energía útil de un movimiento de las olas en una masa de agua, comprendiendo el generador:

un medio (1, 16) de flotación que puede desplazarse en respuesta a dicho movimiento de las olas;

5 un miembro (2) de reacción sumergido que presenta una flotabilidad ajustable y al menos dos configuraciones de flotación, estando dicho miembro de reacción sumergido conectado a dicho medio de flotación y presentando una inercia y / o un arrastre para ofrecer resistencia al movimiento de dicho medio de flotación provocado por dicho movimiento de las olas;

10 un medio para permitir el movimiento relativo entre dicho miembro de reacción sumergido y dicho medio de flotación;

un medio (5) de conversión de energía para convertir dicho movimiento relativo en dicha energía útil; y

un medio de empuje, por ejemplo un resorte (6), para empujar direccionalmente dicho miembro de reacción sumergido con respecto a dicho medio de flotación, siendo el medio de empuje parcialmente superado por el peso suspendido del miembro de reacción sumergido;

15 **caracterizado porque**

en una configuración de flotación mínima, el miembro de reacción sumergido está suspendido del medio de flotación mediante una línea (3) de conexión flexible a una profundidad regulada por la longitud de la línea de conexión, y en una configuración de flotación máxima el miembro de reacción sumergido flota sobre la superficie de dicha masa de agua,

20 el miembro de reacción sumergido;

(i) estando conformado para procurar la resistencia al desplazamiento a lo largo de un eje geométrico sustancialmente perpendicular a la superficie de la masa de agua;

25 (ii) incluyendo un casco (17) aerodinámico para permitir una disposición de remolque estable en la configuración de flotación máxima para remolcar el generador a través de la masa de agua;

(iii) incluyendo un puente (18) de servicio estable que está provisto de una disposición de amarre para dicho flotador, estando configurada la disposición de amarre para asegurar dicho flotador en una posición amarrada sobre el puente de servicio; y

30 (iv) incluyendo un espacio interior que puede ser selectivamente cargado de agua o de aire para permitir la flotación ajustable.

2.- Un generador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el medio de flotación está elaborado a partir de un material inflable elástico.

35 3.- Un generador de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el medio de flotación es toroidal y está dispuesto para quedar alineado sobre el puente, sobresaliendo el medio de conversión de energía y el resorte a través del agujero dispuesto en el centro del toroide

4.- Un generador de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que comprende además unas líneas (11) de anclaje para situar el generador con respecto a un lecho de la masa de agua.

40 5.- Un generador de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el medio para permitir el movimiento relativo permite un movimiento sustancialmente en vaivén y define una carrera de trabajo de dicho movimiento en vaivén.

6.- Un generador de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el medio de conversión de energía está dispuesto dentro o sobre el miembro de reacción sumergido.

7.- Un generador de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que incluye una junta (19) para alinear el movimiento del medio de conversión de energía con el medio de flotación.

45

Figura 1

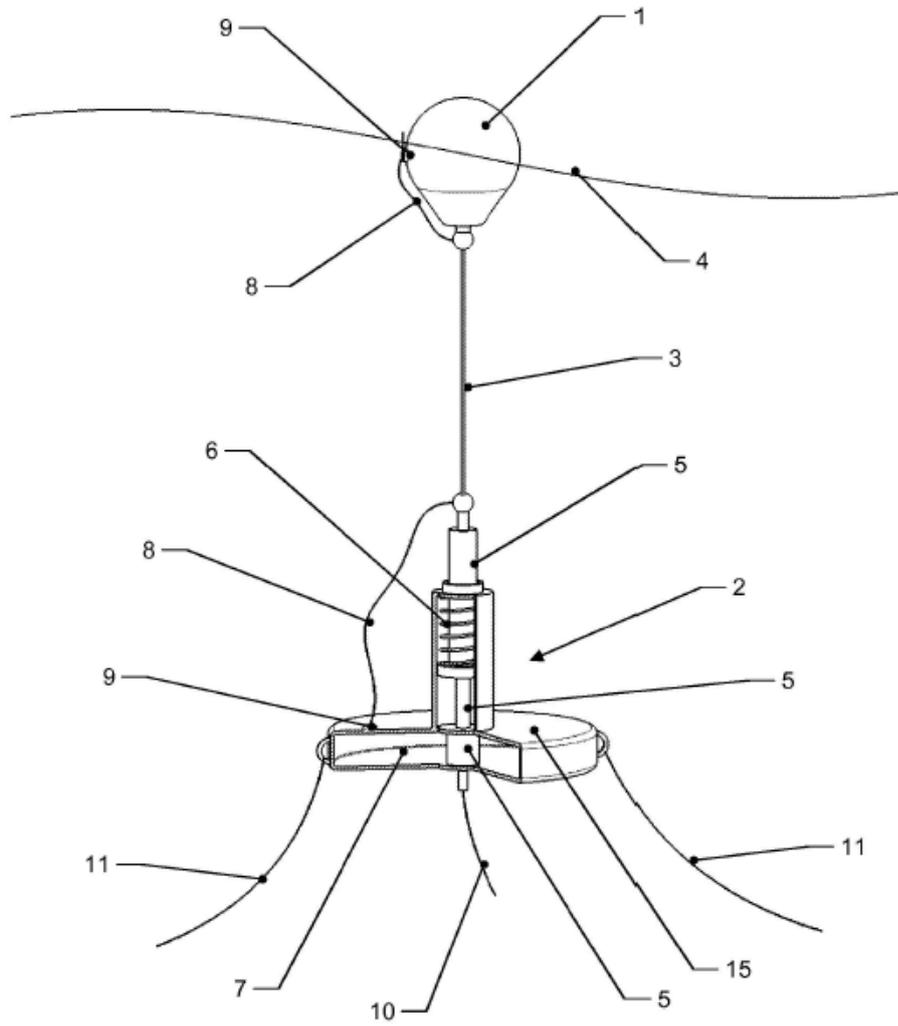


Figura 2

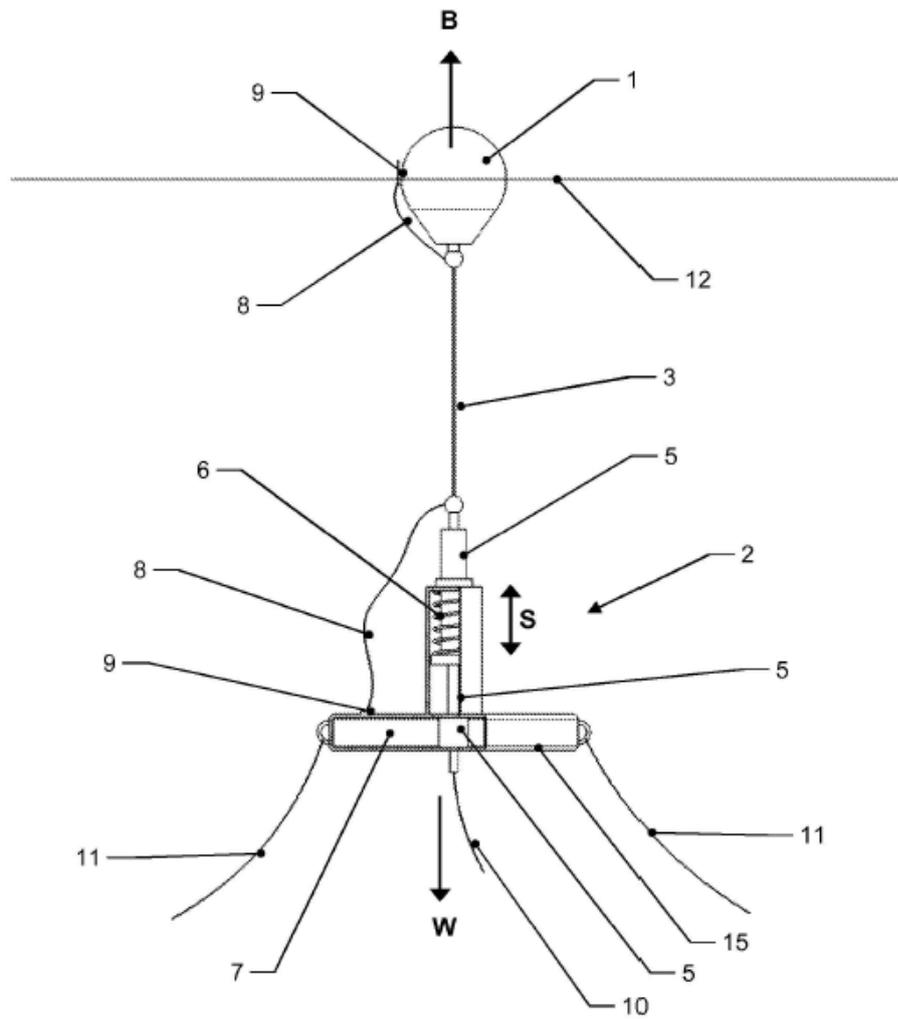


Figura 3

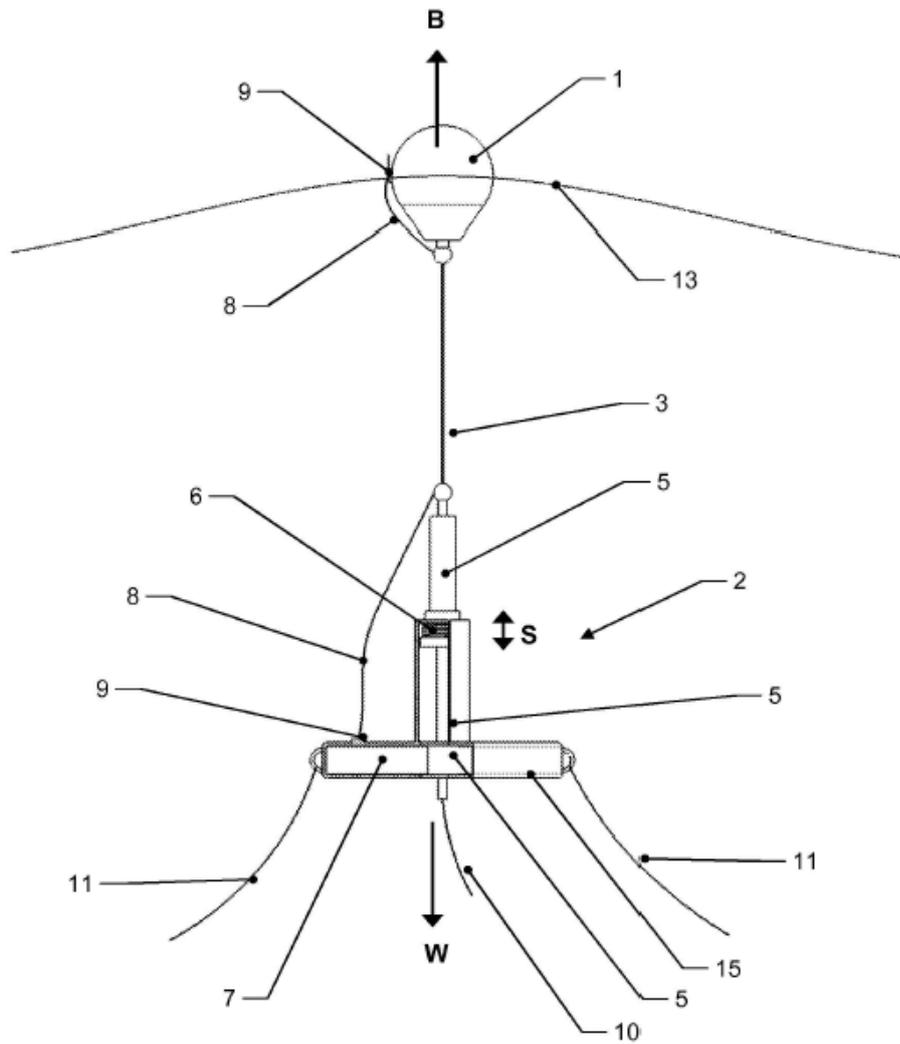


Figura 4

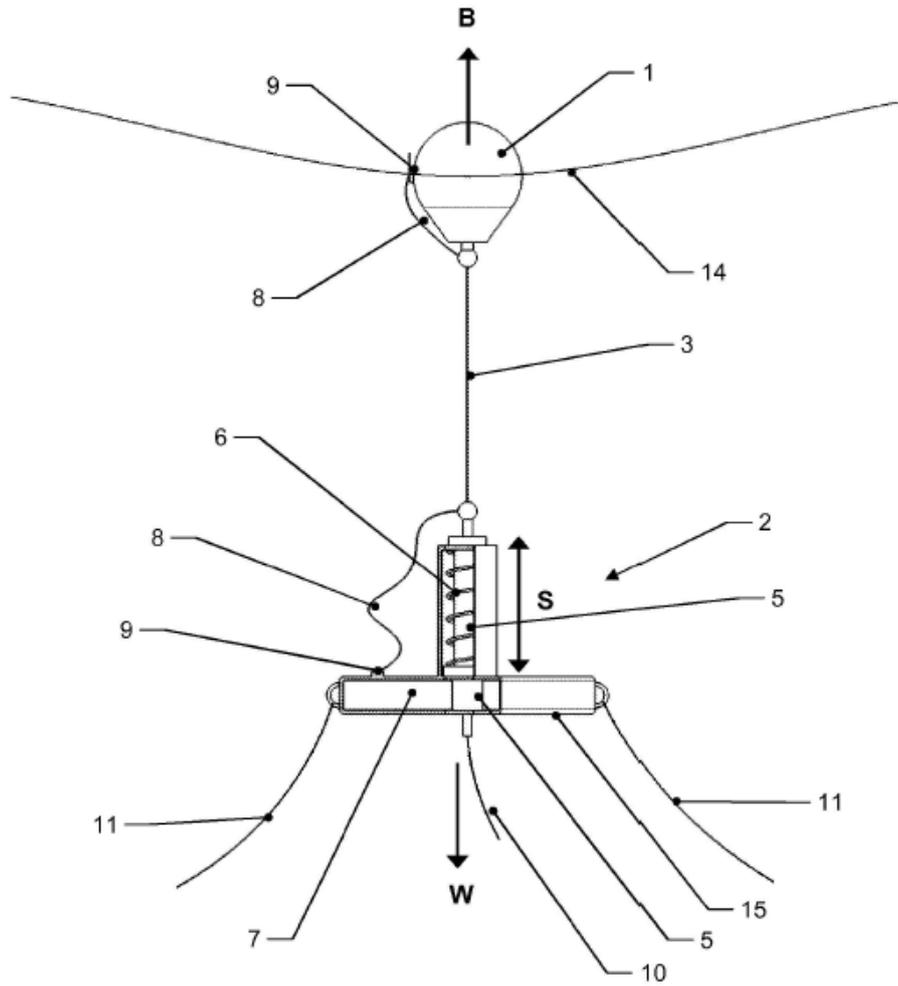


Figura 5

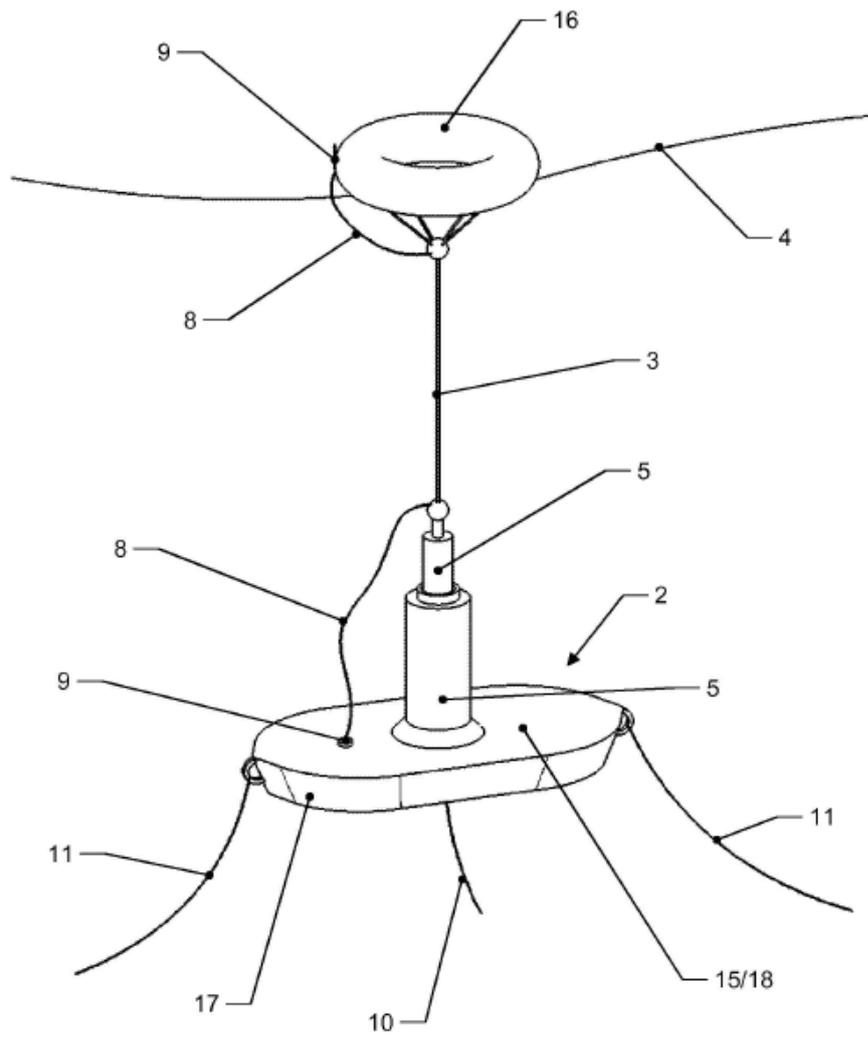


Figura 7

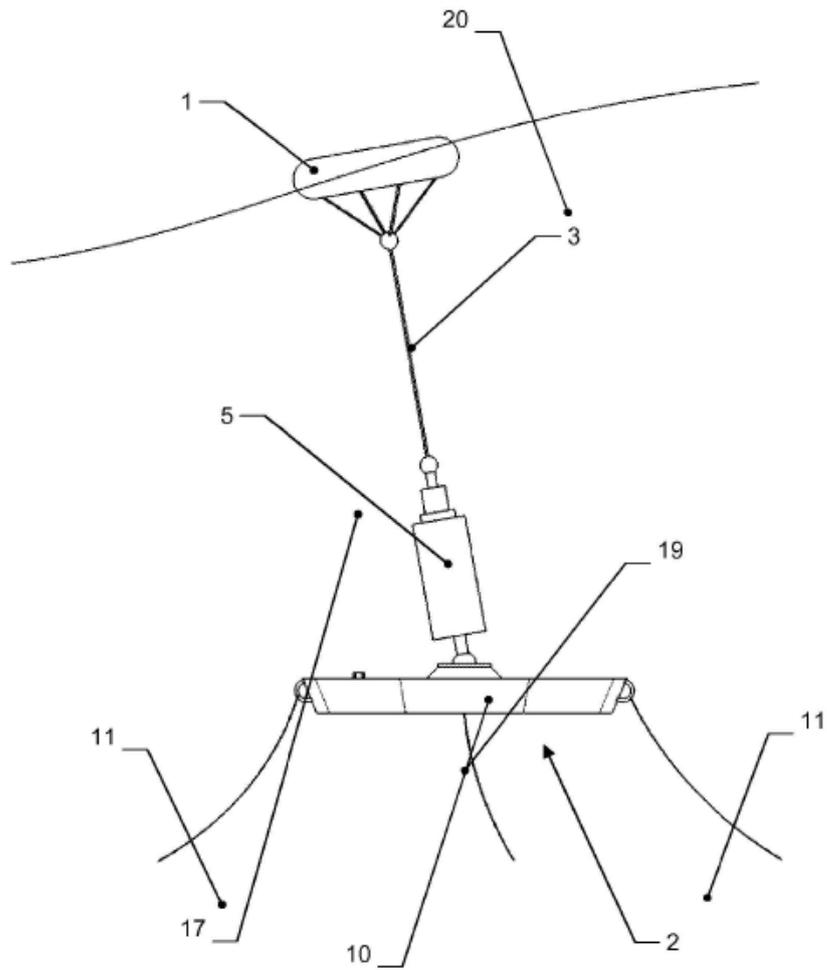


Figura 8

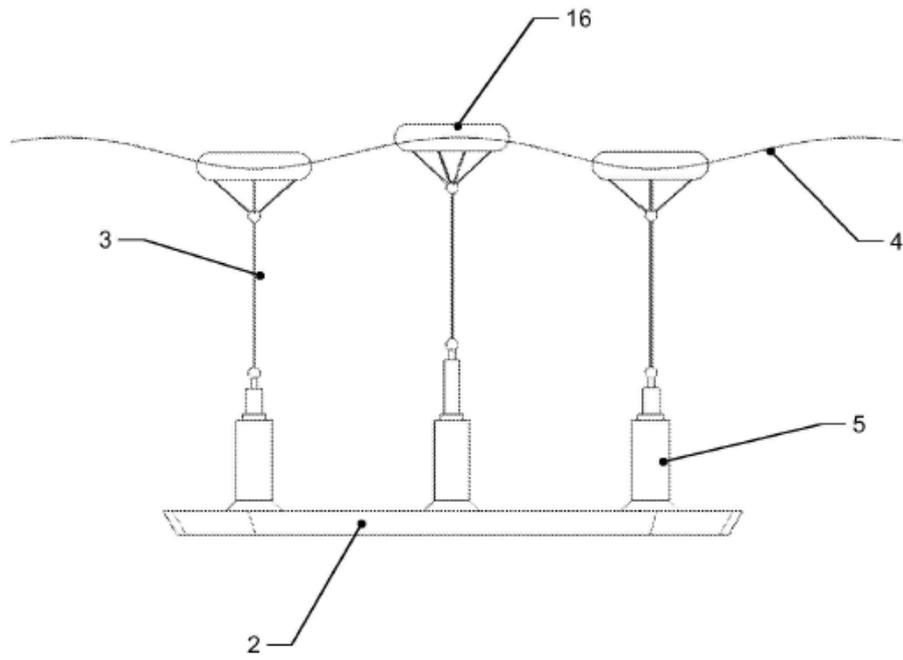


Figura 9

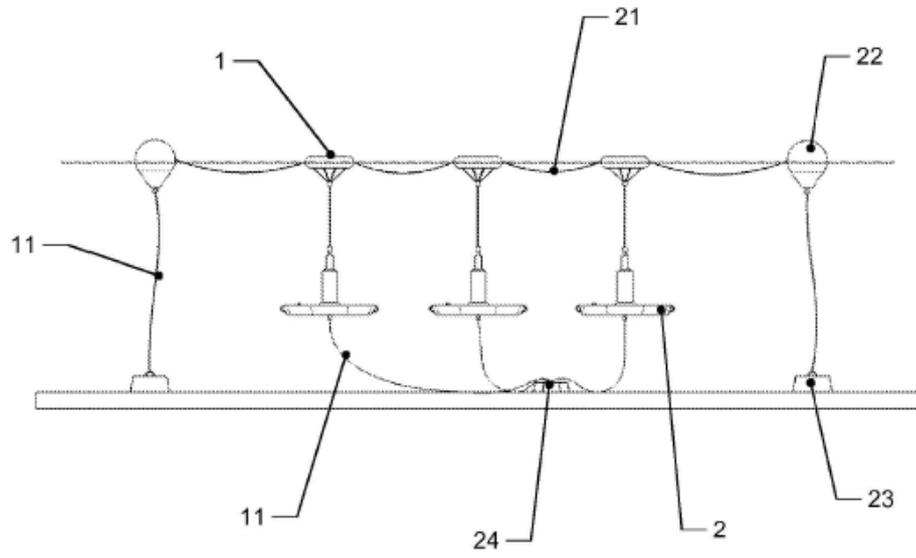


Figura 10

