

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 353**

51 Int. Cl.:

F03B 13/16 (2006.01)

F03B 13/18 (2006.01)

F03B 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2012 E 12844645 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016 EP 2776707**

54 Título: **Generador undimotriz**

30 Prioridad:

08.11.2011 GB 201119292

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

10.08.2016

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

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 579 353 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 undimotriz

La presente invención se refiere a generadores que pueden ser utilizados para extraer energía de las olas en una masa de agua, mediante la conversión de la energía de las olas a una energía más fácilmente utilizable.

- 5 En los últimos años, ha habido un énfasis creciente en la necesidad de aprovechar la energía renovable de manera que contribuya significativamente a la producción global de energía. Una combinación de los objetivos del gobierno, la representación mediática de asuntos relacionados con fuentes de energía no renovables, y los continuos incrementos de costes de energía han provocado una potente fuerza motriz para el desarrollo de los sistemas de energía renovable.
- 10 Los impactos negativos de los combustibles fósiles en nuestro medio ambiente son bien conocidos, como lo son los problemas y los altos costes asociados con la energía nuclear. El aprovechamiento de la enorme abundancia natural de energía renovable, por otro lado, se ve limitado únicamente por nuestra capacidad de capturarla y suministrarla a un precio económicamente viable.
- 15 Una de las fuentes de energía renovable potencial es la energía de las olas, una fuente de energía abundante y consistente disponible en todos los grandes océanos y mares del mundo. Se han propuesto diversos dispositivos de olas para la generación de energía a partir de la energía de las olas, pero este tipo de dispositivos tienen muchas limitaciones sin que ningún dispositivo tenga la capacidad probada de explotar de forma fiable el recurso de energía de las olas disponible, a largo plazo.
- 20 Se ha dado a conocer en WO2010007418 un generador mejorado para convertir el movimiento de las olas en energía útil. El generador dado a conocer utiliza un cuerpo de reacción sumergible para resolver muchas de las dificultades asociadas con los convertidores de energía de las olas existentes.
- 25 Sin embargo, el convertidor de energía de las olas dado a conocer en WO2010007418 todavía tiene potencial para seguir mejorando. En concreto, el dispositivo descrito e ilustrado en la WO2010007418 tiene un flotador de captura de energía que queda en la superficie del mar de forma continua, todo el tiempo. Esto significa que en condiciones del mar de alta energía, como en tormentas, el flotador estará sujeto a cargas elevadas. Estas elevadas cargas deben ser gestionadas por la estructura y el sistema de arranque de potencia, lo que resulta en un costoso exceso de ingeniería del dispositivo.
- 30 Ahora hemos ideado un generador para convertir el movimiento de las olas en una masa de agua en energía útil, el generador tiene geometría ajustable lo que permite al flotador principal de captura de energía capturar menos energía en condiciones del mar que son más energéticas que las requeridas por el generador para alcanzar su potencia nominal.
- 35 Además, nuestro trabajo de simulación ha demostrado que la capacidad de variar la geometría del dispositivo permite la puesta a punto del sistema para responder de manera óptima a diferentes estados del mar. El generador conocido descrito en la WO2010007418 antes mencionado comprende un generador para convertir el movimiento de las olas en una masa de agua en energía útil, comprendiendo el generador:
- al menos un flotador captador de energía que se puede mover en respuesta al movimiento de las olas,
- un miembro de reacción que se coloca debajo del flotador captador de energía;
- uno o más conectores para la conexión del flotador captador de energía con el miembro de reacción y para definir un espacio entre el flotador captador de energía y el miembro de reacción; y
- 40 medios de conversión de energía para convertir el movimiento relativo entre el miembro de reacción bajo la superficie y un respectivo flotador captador de energía, en energía útil.
- 45 De acuerdo con la invención, el generador incluye medios de ajuste adaptables para establecer, durante un intervalo predeterminado, la profundidad del miembro de reacción en la masa de agua. Los medios de ajuste además se disponen para ajustar la altura del miembro de reacción desde el lecho de la masa de agua.
- 50 Por "ajuste de la profundidad" nos referimos a controlar de una manera en la que la profundidad precisa puede ser elegida y fijada de una manera modificable. En otras palabras, si se desea cambiar la profundidad establecida, los medios de ajuste se pueden adaptar, modificar y controlar de tal manera que se puede elegir y fijar una profundidad precisa adicional.
- En un primer modo de realización de la invención, los medios de ajuste de la profundidad comprenden al menos una línea de conexión flexible, de longitud ajustable, conectada cada una a un respectivo flotador de flotabilidad (siendo

estos últimos auxiliares a y distintos del flotador captador de energía). En este modo de realización, el generador tiene una flotabilidad negativa neta que está soportada por el flotador auxiliar en la superficie de la masa de agua.

5 En un segundo modo de realización de la invención, los medios de ajuste de la profundidad comprenden al menos una línea de amarre flexible de longitud ajustable para asegurar de forma ajustable el miembro de reacción a un lecho B de la masa de agua. En este modo de realización, el generador tiene una flotabilidad positiva neta que es resistida por la tensión de la línea(s) de amarre flexible(s).

En cualquier modo de realización, los medios de ajuste de la profundidad están acoplados preferiblemente al miembro de reacción mediante uno o más cabrestantes.

10 Preferiblemente, los conectores en el generador de acuerdo con la invención incluyen al menos una línea flexible, que está montada en el miembro de reacción mediante una polea respectiva para la o cada línea flexible. Preferiblemente, también la o cada línea es de longitud ajustable, siendo el ajuste de la longitud normalmente logrado enrollando la o cada línea alrededor de un tambor respectivo. Por lo tanto la distancia entre el miembro de reacción y el flotador captador de energía se puede ajustar mediante el enrollado de las líneas de conexión dentro o fuera de los respectivos tambores.

15 En modos de realización preferidos de la invención, los conectores son de longitud ajustable para permitir el ajuste independiente de la distancia (o espaciado en una dirección vertical) entre el flotador captador de energía y el miembro de reacción, y por lo tanto la profundidad del flotador captador de energía en el la masa de agua. Además, se prefiere que los conectores estén montados de forma ajustable al miembro de reacción de manera que la geometría de la conexión (por ejemplo, el ángulo agudo entre el conector y la horizontal) pueda ser alterada de forma selectiva. El montaje ajustable es preferiblemente mediante al menos un punto de conexión primario (tal como una polea) para el miembro de reacción en una pista respectiva que permite el movimiento del punto de conexión a través del miembro de reacción. La polea puede, por ejemplo, ser desplazable en la pista mediante una disposición de cremallera y piñón (tal como un piñón accionado sobre la polea y una cremallera fija complementaria sobre el miembro de reacción).

20 Por lo tanto, la polea(s) se puede mover hacia o lejos de la periferia del miembro de reacción. Como una polea respectiva se mueve hacia la periferia, el ángulo interno (generalmente agudo) entre el conector y la horizontal, (que es típicamente la misma que la orientación de la superficie superior del miembro de reacción) se reduce. Este ajuste de la posición de la polea afectará a la distancia entre el flotador captador de energía y el miembro de reacción; dicho ajuste se puede hacer en conjunción con, o compensado por, el ajuste de la longitud de las líneas de conexión.

25 Se prefiere que el flotador captador de energía esté configurado para la variación de la masa del mismo mediante la variación de la proporción de aire y el agua que contiene (normalmente mediante la provisión de un suministro de aire al flotador captador de energía desde el miembro de reacción y un suministro de aire al miembro de reacción desde la superficie de la masa de agua (por ejemplo, el mar) sobre la que se despliega el generador de acuerdo con la invención.

30 Se prefiere, además, que el miembro de reacción tenga una flotabilidad ajustable y una pluralidad de modos de flotabilidad, incluyendo al menos un modo de funcionamiento sumergido en el que el miembro de reacción está suspendido de la boya de flotabilidad, y un modo de flotabilidad máxima en la que el miembro de reacción flota en la superficie de la masa de agua. En cualquiera de esta pluralidad de modos de flotabilidad, el miembro de reacción debe tener la inercia y la fricción para resistir el movimiento potencial del flotador captador de energía provocado por el movimiento de las olas.

35 Los modos de realización preferidos de la invención se describirán ahora con más detalle, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que las partes similares se designan con números de referencia similares en todo el documento. Con el fin de evitar que se altere la claridad de los dibujos, no todas las partes están etiquetadas en todos los dibujos. En los dibujos:

40 La figura 1 es una vista en perspectiva de un modo de realización preferido del generador undimotriz de acuerdo con la invención, cuando está en la superficie de una masa de agua (en general, el mar);

La figura 2 es una vista en perspectiva del generador undimotriz de la figura 1 cuando está sumergido bajo la superficie de dicha masa de agua;

La figura 3 es una vista en perspectiva adicional que muestra el convertidor de energía de la figura 2 amarrado al lecho de la masa de agua;

45 Las figuras 4a a 4d muestran esquemáticamente un ciclo de funcionamiento de un generador undimotriz de acuerdo con la invención;

La figura 5 muestra con más detalle uno de los convertidores de energía que forman parte del generador undimotriz que se muestra en la figura 1;

- La figura 6 muestra un circuito hidráulico a modo de ejemplo para uso en el generador undimotriz de acuerdo con la invención;
- La figura 7 muestra el funcionamiento de un generador undimotriz de acuerdo con la invención cerca de la superficie, en olas pequeñas;
- 5 La figura 8 muestra el funcionamiento de un generador undimotriz de acuerdo con la invención mediados de agua, en olas más grandes;
- La figura 9 muestra el funcionamiento de un generador undimotriz de acuerdo con la invención, profundo bajo el agua en olas de tormenta;
- 10 La figura 10 muestra el funcionamiento de un generador undimotriz de acuerdo con la invención con una distancia relativamente corta (separación) entre el miembro de reacción y el flotador captador de energía;
- La figura 11 muestra el funcionamiento de un generador undimotriz de acuerdo con la invención con una separación relativamente grande entre el miembro de reacción y el flotador captador de energía;
- La figura 12 es un gráfico que muestra la captura de energía lograda a varias distancias entre el miembro de reacción y el flotador captador de energía usando un undimotriz, a modo de ejemplo, de acuerdo con la invención;
- 15 La figura 13 es una vista similar a la de la figura 7, que muestra más detalles de las poleas en una primera disposición, siendo una en la que están separadas más lejos entre sí;
- La figura 14 es una vista similar a la de la figura 7, que muestra detalles de las poleas en una disposición adicional en la que están relativamente más cerca;
- La figura 15 es un primer plano de una cremallera y un piñón y la polea 5a en la disposición de la figura 2;
- 20 La figura 16 es una vista en sección de un generador de acuerdo con la invención, que muestra el flotador sustancialmente vacío de agua y por lo tanto con una masa baja;
- La figura 17 es una vista en sección de un generador de acuerdo con la invención, que muestra el flotador sustancialmente lleno de agua y por lo tanto con una masa alta;
- 25 La figura 18 es una vista de un modo de realización adicional en la que el miembro de reacción se ajusta o se dispone a una profundidad poco profunda por el alargamiento de las líneas de amarre; y
- La figura 19 muestra la realización de la figura 18 en la que el miembro de reacción se ajusta o se dispone a una profundidad mayor por el acortamiento de las líneas de amarre.
- 30 Con referencia primero a la figura 1 y 2, se muestra un generador undimotriz, a modo de ejemplo, de acuerdo con la invención, que comprende un miembro 1 de reacción submarino sumergible; un flotador 2 captador de energía que se mueve en respuesta a las olas; una serie de convertidores 3a, 3b, 3c, 3d de energía montados en el miembro 1 de reacción; y respectivas líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión de longitud ajustable que conectan el flotador 2 captador de energía al respectivo convertidor 3a, 3b, 3c, 3d de energía a través de una respectiva polea 5a, 5b, 5c, 5d. Cada una de las poleas está montada de forma ajustable sobre una respectiva pista 6a, 6b, 6c, 6d con lo que la respectiva polea puede moverse o bien hacia o lejos de la periferia del miembro 1 de reacción.
- 35 En la disposición mostrada en la figura 1, cada una de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión está enrollada alrededor de un tambor (tal como tambor 11a, véase la figura 5) en el respectivo convertidor 3a, 3b, 3c, 3d de energía, hasta la más amplia o máxima extensión, de tal manera que la separación entre el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de reacción está en un mínimo. En este caso, el miembro 1 de reacción y el flotador captador de energía están flotando juntos sobre la superficie S de la masa de agua.
- 40 Por el contrario, en la disposición mostrada en la figura 2, cada una de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión se deja libre (parcialmente desenrollado alrededor del respectivo tambor) de tal manera que hay una separación entre el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de reacción. En este caso, el flotador 2 captador de energía es mostrado justo por debajo de la superficie S de la masa de agua.
- 45 En el modo de realización ilustrado en las figuras 1 y 2, el generador incluye además dos (no captadores de energía o auxiliares) flotadores 7a, 7b de superficie; cada uno con una línea 8a, 8b de ajuste de la profundidad (ver la figura 2) de longitud ajustable que conecta al respectivo flotador 7a, 7b de superficie al miembro 1 de reacción. Las líneas 8a, 8b de ajuste de la profundidad pueden ser ajustadas mediante respectivos cabrestantes 13a, 13b, permitiendo por lo tanto controlar su longitud y por lo tanto la profundidad del miembro 1 de reacción, tal y como se describirá más

adelante. La figura 2 también muestra un umbilical para la conexión entre el miembro 1 de reacción y el flotador captador de energía, cuyo propósito se describirá con referencia a las figuras siguientes.

5 La figura 3 muestra el generador de la energía de olas de la figura 2 (de nuevo con el flotador 2 captador de energía separado del miembro 1 de reacción), junto con las líneas 9a, 9b, 9c, 9d de amarre que atan el generador al fondo del mar B, manteniendo de ese modo el generador en estación. Un umbilical 10 de potencia está dispuesto además para permitir que la energía generada por el generador sea entregada a un lugar en el que se pueda utilizar.

Las líneas de amarre 9a, 9b, 9c, 9d pueden estar conectadas al miembro 1 de reacción a través de medios de ajuste de la longitud de manera que las holguras de exceso de las respectivas líneas de amarre pueden ser absorbidas por el miembro 1 de reacción cuando la profundidad de inmersión del miembro 1 de reacción es cambiada.

10 Hay que señalar que en el primer modo de realización de la invención las líneas 9a, 9b, 9c, 9d de amarre permanecen holgadas en todo momento de manera que el generador puede moverse libremente hacia arriba y hacia abajo en la columna de agua a medida que se ajusta mediante las líneas 8a y 8b de ajuste de la profundidad conectadas con los flotadores 7a, 7b.

15 Un codo (no mostrado) se puede crear en las líneas de amarre mediante la adición de un "flotador" (un cuerpo flotante) o un lastre (un cuerpo pesado) de las líneas 9a, 9b, 9c, 9d de amarre para permitir más libertad de movimiento del generador mientras que se asegura que las respectivas líneas de amarre se mantengan generalmente holgadas.

Las líneas de amarre 9a, 9b, 9c, 9d y el umbilical 10 de potencia no están directamente relacionados con las características de la invención del primer modo de realización del dispositivo, por lo tanto, serán omitidas para figuras adicionales que describan el primer modo de realización en aras de la claridad.

20 El miembro 1 de reacción es generalmente de una construcción hueca y está adaptado para ser llenado de forma selectiva con aire o agua para ajustar su flotabilidad. Por tanto, el generador undimotriz, de acuerdo con la invención, puede tener una configuración de funcionamiento sumergido en la que el miembro 1 de reacción está lleno o casi lleno de agua, y una configuración de superficie flotante en la que el miembro 1 de reacción está lleno o casi lleno de aire.

25 Cuando en la configuración de la superficie de flotación (figura 1), el miembro 1 de reacción flota sobre la superficie S de la masa de agua (por ejemplo, el mar) con flotabilidad suficiente como para que pueda transportar todos los demás componentes del dispositivo. En esta condición, el generador de acuerdo con la invención se puede transportar fácilmente a través de la superficie S de la masa de agua. El generador undimotriz puede asentarse suficientemente alto en el agua como para que todas las conexiones a las líneas 9a, 9b, 9c, 9d de amarre y al umbilical 10 de potencia puedan estar libres de agua y ser de fáciles de acceder. El generador undimotriz también puede crear su propia plataforma de reparación estable con todos los componentes reparables libres de agua para permitir un fácil acceso para el mantenimiento.

30 Con referencia a la figura 2, cuando el generador undimotriz está en la configuración de funcionamiento sumergido, el miembro 1 de reacción está suspendido de la combinación del flotador 2 captador de energía y los flotadores 7a 7b, de superficie. Por lo tanto el peso W del miembro 1 de reacción es igual o menor que la flotabilidad B1 del flotador 2 captador de energía, más la flotabilidad B2 de los flotadores 7a, 7b de superficie.

El gran volumen de agua de mar contenida en el miembro 1 de reacción proporciona al miembro una gran masa correspondiente, y por lo tanto inercia, sin aumentar su peso W. Además, el miembro 1 de reacción tiene una gran superficie perpendicular a la dirección de la fuerza de elevación, que de ese modo proporciona más resistencia al movimiento por medio de un gran rozamiento y masa añadida.

40 En general, el tamaño combinado de los flotadores 7a, 7b de superficie es menor que la del flotador 2 captador de energía, y por lo tanto la flotabilidad B2 de los flotadores 7a, 7b de superficie será menor que la flotabilidad B1 del flotador 2 captador de energía.

45 Debido a que los flotadores 7 de superficie son más pequeños que el flotador 2 captador de energía, no transfieren cargas significativas a la estructura principal del miembro 1 de reacción, incluso en condiciones de olas muy grandes. La forma de los flotadores 7 de superficie también puede ser tal que tienen una pobre capacidad de capturar energía de las olas.

50 El miembro 1 de reacción puede estar suspendido desde el flotador 2 captador de energía y los flotadores 7a, 7b de superficie a una profundidad D1 (ver las figuras 7 a 11) suficiente para garantizar que el miembro de reacción esté generalmente por debajo de la influencia de las olas en la superficie del mar. Por lo tanto el movimiento de flotador 2 captador de energía causado por las olas provoca en movimiento relativo entre el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de reacción. Este movimiento es absorbido por las respectivas carreras útiles de los convertidores 3a, 3b, 3c, 3d de energía y por lo tanto aprovechado para producir potencia.

En el modo de realización ilustrado, se muestra un solo flotador 2, pero se comprenderá que más de uno de tales flotadores se puede proporcionar en su caso, cada uno con su propia serie de convertidores de energía montados en el miembro 1 de reacción, junto con las respectivas líneas de conexión, poleas y pistas.

5 Con referencia a las figuras 4a a 4d, se muestra con más detalle el movimiento del flotador 2 captador de energía en respuesta a las olas. La geometría del dispositivo se simplifica en esta figura para mostrar el principio de funcionamiento claramente. En general, el flotador 2 sigue el movimiento orbital de las partículas de la ola en una trayectoria aproximadamente circular entre picos de ola sucesivos, en la secuencia mostrada en las flechas, desde la figura 4a a la figura 4b, a continuación, a la figura 4c, a continuación, a la figura 4d y después de completar un primer ciclo a la figura 4a. Como el flotador 2 captador de energía se mueve con las olas, su distancia al centro del miembro 10 de reacción cambia, tanto horizontal como verticalmente. Esto conduce a un cambio en la longitud de las líneas 4a, 4b, 4c y 4d de conexión bajo la influencia de las olas, que a su vez es aprovechada por los respectivos convertidores 3a, 3b, 3c, 3d de energía para generar energía útil. La manera en la que cambia la longitud de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión se ilustra mediante las flechas en las figuras 4a, 4b, 4c y 4d. Cabe señalar que, si bien el movimiento del flotador 2 se muestra en las figuras 4a, 4b, 4c y 4d se encuentra aproximadamente en una órbita circular, puede ser el caso de que el flotador 2 se mueva sustancialmente más en oleaje (horizontalmente) o en elevación (verticalmente) en función del estado del mar.

20 Con referencia a la figura 5, que es una vista de cerca de uno de los convertidores 3a de energía, este último trabaja por tener la respectiva línea 4a de conexión enrollada alrededor de un tambor 11 y unida a un correspondiente motor 12a hidráulico. El motor 12a hidráulico es girado por la línea 4a de conexión que gira el tambor 11a a medida que el flotador 2 captador de energía es movido por las olas. Cuando el motor 12a hidráulico (y otros motores similares asociado con otros convertidores 3b, 3c, 3d de energía etc.) se gira bajo una fuerza externa, el motor correspondiente se convierte en un generador hidráulico que crea la fuerza hidráulica de alta presión que puede ser utilizada para realizar un trabajo útil, por ejemplo girando un generador eléctrico.

25 Una precarga hidráulica se puede utilizar para crear una fuerza de empuje sobre el respectivo motor 12a hidráulico que enrollará la respectiva línea 4a de conexión de nuevo en el tambor 11a cuando la fuerza de las olas mueve el flotador 2 en una dirección que acorta la longitud de la línea 4a de conexión respectiva.

Un circuito hidráulico a modo de ejemplo que puede lograr los requisitos anteriores se muestra en la figura 6. Este circuito permite la creación de un flujo de fluido hidráulico desde el giro forzado de un motor 12a hidráulico, la conversión del flujo de fluido hidráulico creado a electricidad, y la creación de una precarga en el motor 12a hidráulico.

30 Los componentes de un circuito hidráulico de este tipo son bien conocidos y no forman parte de la invención. Sin embargo, en el circuito hidráulico de ejemplo, el motor 12a hidráulico está conectado a través de moduladores de presión que controlan la presión entre el motor hidráulico y el resto del sistema. Acumuladores de alta presión y de baja presión se utilizan como almacenamiento de energía a corto plazo para suavizar el suministro de potencia variable a través de un ciclo de ola y para proporcionar potencia reactiva a los cabrestantes. El fluido se hace pasar desde el lado de alta presión del circuito al lado de baja presión a través de un motor hidráulico de velocidad variable que se utiliza para hacer girar un generador eléctrico. Este generador eléctrico podría tomar la energía eléctrica en y actuar como un motor para proporcionar potencia al motor hidráulico de velocidad variable, proporcionando la potencia reactiva en el sistema. El fluido hidráulico se almacena en un depósito y se hace pasar a través de filtros para mantener la calidad del fluido utilizado en el sistema. También se proporciona una bomba de puesta en marcha para suministrar presión inicial al sistema.

45 El tambor 11a (y tambores similares) también ofrecen la facilidad de almacenamiento de la línea 4a de conexión respectiva (y líneas de conexión similares, tales como las mostradas en otras figuras correspondientes) y de este modo facilitar el ajuste de su longitud. Cuando la línea 4a de conexión tiene que ser acortada, múltiples vueltas de la línea de conexión se mantienen en el tambor hasta un punto en el que se alcanza una longitud mínima cuando el flotador 2 captador de energía hace contacto con el miembro 1 de reacción. Cuando la línea 4a de conexión tiene que ser alargado, menos vueltas de la línea de conexión se mantienen en el tambor hasta un punto en el que se alcanza la longitud máxima y ninguna línea 4a se almacena en el tambor 11a. (Un recogido y soltado equivalente de todas las demás líneas 4b, 4c, 4d ocurre en todos los otros convertidores de energía correspondientes a través de tambores similares, los cuales no se muestran).

50 Se debe apreciar que muchos otros tipos de longitud de ajuste y mecanismos de toma de fuerza pueden ser utilizados en lugar de los convertidores de energía 3a, 3b, 3c 3d descritos con referencia al modo de realización ilustrado de la invención; el sistema descrito aquí sirve para ejemplificar un método realizable desde el punto de vista práctico tanto para la conversión de energía como para el ajuste de la longitud de las respectivas líneas de conexión 4a, 4b, 4c, 4d.

55 Por ejemplo, se pueden emplear cilindros hidráulicos o generadores lineales en lugar de los motores hidráulicos, con un tambor de almacenamiento de línea intermediario utilizado para ajustar la longitud de las líneas de conexión correspondientes. Además resortes físicos separados pueden ser sustituidos para la precarga hidráulica utilizada en el primer modo de realización a modo de ejemplo de la invención.

Debido a que las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión y las líneas 8a, 8b de ajuste de profundidad son ajustables en longitud, la profundidad D2 de ambos flotadores 2 captadores de energía y la profundidad D1 del miembro 1 de reacción pueden ser alteradas independientemente una de la otra, mientras que todo el dispositivo se mantiene a flote. Esta es una característica importante del modo de realización descrito.

5 Las líneas 8a, 8b de ajuste de la profundidad se pueden ajustar mediante respectivos cabrestantes 13a, 13b, lo que permite el control sobre su longitud y por lo tanto la profundidad D1 del miembro 1 de reacción. La longitud de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión, y por lo tanto la profundidad D2 de el flotador 2 captador de energía, se puede ajustar mediante los respectivos convertidores 3a, 3b, 3c, 3d de energía a través del almacenamiento de las respectivas líneas en tambores tales como tambor el 11a, que son partes del respectivo convertidor de energía.

10 Cuando el generador, de acuerdo con la invención, está en funcionamiento y las longitudes respectivas de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión están cambiando constantemente debido al movimiento de las olas, es la posición de carrera neutra o media la que es controlada por los convertidores 3a, 3b, 3c, 3d, de energía y por lo tanto la profundidad D2 media del flotador 2 captador de energía que es ajustada.

15 El tambor 11a (y tambores similares) o los motores 12a respectivos, etc., pueden ser codificados giratoriamente de manera que la cantidad exacta de línea 4a, 4b, 4c, 4d etc., de conexión en el respectivo tambor es conocida por el sistema de control relevante del generador en todo momento. Por lo tanto, cuando se desea un ajuste de la longitud, el sistema de control puede dar instrucciones al motor 12a o motores similares para enrollar o desenrollar la respectiva línea 4a de conexión. (El circuito de conversión de la energía hidráulica que se ha descrito anteriormente permite que los motores hidráulicos sean alimentados cuando el generador, de acuerdo con la invención, no está generando energía por el movimiento de las olas).

20 Si el generador está en uso y las longitudes de las líneas de conexión están cambiando constantemente, entonces el sistema de control vigilará la longitud media de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión (como se describe más arriba). En este caso, si se desea un ajuste de la longitud media, entonces el sistema de control puede modular la fuerza de empuje en el motor hidráulico de tal forma que las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión son más fácilmente desenrolladas que enrolladas (para alargar las líneas de conexión), o más fuertemente enrolladas que desenrolladas (para acortar las líneas de conexión). Cuando se alcanza la longitud de línea media deseada, el sistema de control retornará la fuerza de empuje en el motor 12a, y en los motores similares, hasta un equilibrio tal que el enrollado y desenrollado de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión causadas por las olas es igual. (El circuito de conversión de la energía hidráulica descrito anteriormente permite a la fuerza de empuje hidráulica ser modulada de manera adecuada para lograr este efecto.)

25 El mecanismo descrito anteriormente mediante el que la profundidad D1 del miembro 1 de reacción y la profundidad D2 de flotador 2 captador de energía pueden ser alteradas, permite que las propiedades de captación de energía del generador sean alteradas de acuerdo con el estado del mar (un estado del mar determinado es la combinación de la altura de las olas y el período de las olas en el mar, tanto con la altura de las olas y el período de las olas siendo capaces de variar independientemente entre sí). Como esta capacidad del dispositivo para alterar su geometría en respuesta a los efectos del estado del mar, sus propiedades de captación de la energía se describirán adicionalmente a continuación.

30 En primer lugar, se describirá la manera en la que el generador, de acuerdo con la invención, puede ajustar sus propiedades de captación de energía en respuesta a la altura de la ola, y, en particular, cómo el dispositivo puede limitar la energía captada en estados de la mar extremos. En segundo lugar, se describirá la capacidad del generador de acuerdo con la invención para ajustar su respuesta, en respuesta al periodo de la ola.

Con referencia a las figuras 7 a 9 se describe con más detalle la manera en la que la captación de energía se puede ajustar en respuesta a la altura de la ola. Como una ayuda, la distribución de la energía en la columna de agua se muestra de forma ilustrativa (no a escala), junto a la representación del generador de acuerdo con la invención.

45 Como es bien conocido, la energía de la ola es un movimiento orbital de las partículas de agua, propagándose el movimiento orbital en la dirección del recorrido de la ola. A medida que la altura de la ola aumenta, la órbita de la partícula se hace más grande, y las velocidades de las partículas también se hacen más grandes. La energía de la ola (es decir, la magnitud de las órbitas de las partículas) es mayor en la superficie y disminuye rápidamente con la profundidad.

50 Con referencia a la figura 7, en alturas de ola pequeña, mediante el alargamiento apropiado o el desenrollado de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d, de conexión, la profundidad D2 de flotador 2 captador de energía puede ser muy superficial (en o cerca de la superficie S del mar) con el fin de maximizar la energía captada.

55 Con referencia a la figura 8, en alturas de ola de moderadas a grandes, las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión pueden ser parcialmente recogidas, por lo que la profundidad D2 del flotador 2 captador de energía es más profunda con una disminución de la energía de la ola con respecto a la de la superficie, por lo tanto, la estructura del dispositivo no debe

estar sujeta a las cargas en exceso y la toma de fuerza del mecanismo no debería tener que hacer frente a un exceso de energía por encima de su potencia nominal.

5 Con referencia a la figura 9, en condiciones de tormenta (muy grandes alturas de las olas) las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión pueden estar totalmente recogidas de manera que el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de reacción pueden descender a una máxima profundidad, a la que se puede atenuar el riesgo de que una ola muy grande cause daños en el dispositivo.

Hay que señalar, además, que el período de la ola, así como el tamaño de la ola influye en la cantidad de energía de las olas, por lo tanto, la profundidad del flotador también se puede ajustar al periodo de la ola.

10 La manera en la que el dispositivo de acuerdo con la invención ajusta su geometría específicamente en respuesta al período de estado del mar se describirá ahora adicionalmente. Es el objetivo de estos ajustes proporcionar una respuesta de captación de energía óptima al periodo de estado del mar en curso, referido a menudo como puesta a punto.

Un primer mecanismo mediante el cual el dispositivo puede poner a punto su respuesta al periodo del estado del mar, se describirá con referencia a las figuras 10 y 11.

15 Haciendo referencia a la figura 10, en olas que tienen corto período, se reduce la distancia D3 entre el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de reacción. Esto cambia la geometría del sistema de tal manera que el ángulo α de cada una de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión con la horizontal sea menor, lo que aumenta la restricción en el flotador 2 y por lo tanto reduce la frecuencia natural del sistema, haciendo que la respuesta del flotador 2 captador de energía sea puesta a punto mejor para estados del mar de periodo corto.

20 Haciendo referencia a la figura 11, en las olas de largo periodo se alarga la distancia entre el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de reacción. Esto cambia la geometría del sistema de tal manera que el ángulo α de las líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión con la horizontal sea mayor, lo que reduce la restricción en el flotador 2 y por lo tanto aumenta la frecuencia natural del sistema, haciendo que la respuesta del flotador 2 captador de energía sea puesta a punto mejor para estados del mar de periodo largo.

25 Los resultados de nuestro modelo computacional del efecto de aumentar la distancia D3 entre el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de reacción se muestran gráficamente en la figura 12. Se puede observar que el aumento de la distancia D3 entre el miembro 1 de reacción y el flotador 2 captador de energía conduce a un período creciente en el que la captura de energía por el generador alcanza un pico.

30 Un segundo mecanismo mediante el cual un generador, de acuerdo con la invención, puede ajustar su geometría se describirá con referencia a las figuras 13 y 14.

De forma específica, las líneas 4a, 4c de conexión están conectadas a los respectivos convertidores 3a, 3c de energía mediante poleas 5a, 5c que están montadas de forma ajustable en pistas 6a, 6c que permiten a las poleas moverse hacia o lejos del respectivo 3a, 3c convertidor de energía.

35 La figura 13 muestra las poleas 5a, 5c ajustadas para estar relativamente cerca de los convertidores 3a, 3c de energía y la figura 14 muestra las poleas 5, ajustadas para estar relativamente separadas de los convertidores 3a, 3c de energía.

40 Por lo tanto el ángulo α , siendo el ángulo entre la horizontal y las respectivas líneas 4a, 4b, se ajusta de una manera similar a cuando la distancia del flotador 2 captador de energía al miembro 1 de reacción se ajusta como se describió anteriormente. Por tanto, el cambio en la respuesta del sistema es también similar, y moviendo las poleas 5a, 5c hacia los respectivos convertidores 3a, 3c de energía aumentará el ángulo α y se pondrá a punto la respuesta del sistema hacia estados del mar con periodos de la ola más largos. Por el contrario moviendo las poleas 5a, 5c lejos de los convertidores 3a, 3c de energía disminuirá el ángulo α y se pondrá a punto la respuesta del sistema a estado del mar con periodos más cortos.

45 Hay que señalar que en las figuras 13 y 14, sólo se muestran dos líneas 4a, 4b y los correspondientes convertidores 3a, 3c etc.; será evidente que más de dos de tales combinaciones de líneas, convertidores etc., se podrán prever.

En la ilustración detallada de la figura 15, la respectiva polea 5a puede moverse hacia atrás o hacia delante a lo largo de la pista 6a por medio de un piñón 14 respectivo en la polea 5a y una cremallera 15 en la pista 6a. La pista 6a incluye un piñón 14 para ser accionado por un motor de accionamiento (no mostrado) y una cremallera 15 que está fijada al miembro 1 de reacción.

50 Se apreciará que son posibles otros métodos de ajuste de la posición de las poleas 5a etc. Por ejemplo, un cilindro hidráulico o un accionador helicoidal podrían utilizarse para lograr un efecto similar a la cremallera 15 y el piñón 14 del modo de realización ilustrado.

También se apreciará que las poleas 5a etc. podrían omitirse y que los convertidores 3a de energía etc. podrían moverse ellos mismos directamente a lo largo de las pistas con las líneas de conexión siendo alimentadas directamente sobre respectivos tambores (tal como el tambor 11a como el mostrado en la figura 5) desde el flotador 2 captador de energía.

- 5 Los modos de realización descritos ilustran mecanismos mediante los cuales el generador, de acuerdo con la invención, puede cambiar su geometría para ajustar su respuesta a diferentes alturas de ola y estados del mar con el fin de optimizar tanto la captación de energía como la supervivencia del dispositivo.

- 10 Hay que, sin embargo, señalar que cualquier combinación de la profundidad de flotador 2 captador de energía; la distancia entre el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de resistencia, y la distancia entre las respectivas poleas 5a, 5b, 5c, 5d y los convertidores 3a, 3b, 3c, 3d de energía es posible. El dispositivo no está limitado a los modos de realización ilustrados.

Un mecanismo adicional mediante el cual un generador, de acuerdo con la invención, puede ponerse a punto para estados de del mar que varían, será descrito con referencia las figuras 16 y 17.

- 15 La masa del flotador 2 captador de energía puede ser ajustada ajustando la proporción de aire y de agua contenida dentro del flotador 2. La figura 16 muestra el flotador 2 captador de energía principal relativamente vacío de agua con una masa baja y la figura 17 muestra el flotador 2 captador de energía relativamente lleno de agua con una masa alta. La puesta a punto de la masa (como se conoce comúnmente) permite que se optimice la respuesta del flotador 2 captador de energía para diferentes estados del mar, conduciendo a un incremento de la captura de energía total del dispositivo.

- 20 El aumento de la masa del flotador 2 captador de energía generalmente pone a punto la respuesta del flotador para períodos de ola largos. Por lo tanto, el efecto de la puesta a punto de la masa del flotador 2 captador de energía y el efecto de puesta a punto debido al ajuste de la geometría del dispositivo (como se descrito anteriormente) pueden ser aditivos para un efecto de puesta a punto mayor.

- 25 Debido a que el ajuste de la masa del flotador 2 captador de energía cambiará su flotabilidad B1 (véase la figura 2) la flotabilidad global de todo el sistema es mantenida haciendo un ajuste correspondiente de la flotabilidad del miembro 1 de reacción y por lo tanto de su peso W sumergido (es decir, si se añade agua al flotador 2 de generación de energía entonces se añade aire al miembro 1 de reacción).

- 30 De forma alternativa, la reducción en flotabilidad del flotador 2 captador de energía puede ser contrarrestada mediante un incremento en la profundidad de la inmersión de los flotadores 7a, 7b de superficie (es decir, a medida que B1 desciende, B2 aumenta para compensar, y la flotabilidad total del sistema se mantiene y permanece igual al peso W sumergido del miembro 1 de reacción).

- 35 Para permitir que el aire se añada, o se retire, del flotador 2 captador de energía y del miembro 1 de reacción, se dispone una línea 16 de tubo de buceo separada del miembro 1 de reacción al flotador 2 captador de energía. Un compresor (no mostrado) sobre o en el miembro 1 de reacción permite que el aire sea bombeado desde encima de la superficie del mar dentro el miembro 1 de reacción o dentro del flotador 2.

La provisión de un suministro de aire al miembro 1 de reacción y al flotador 2 permite que la presión del aire en el miembro 1 de reacción y en el flotador 2 se iguale a la presión ambiente en la profundidad de funcionamiento, dependiendo de la profundidad variable de funcionamiento como se describió anteriormente.

- 40 Para permitir que el aire se añada o se retire desde el flotador 2 captador de energía y el miembro 1 de reacción la profundidad de las líneas 8a, 8b de ajuste pueden también contener tubos de buceo (es decir, ser tubulares o estar comprendidos de un par de líneas, una maciza para reforzar y una tubular para transferir aire) para llevar aire desde la superficie al miembro 1 de reacción. Se pueden proporcionar entradas 17a, 17b de aire en los flotadores 7a 7b de superficie.

- 45 Un compresor (no mostrado) está previsto sobre o en el miembro 1 de reacción para que el aire sea bombeado desde la superficie hacia el miembro 1 de reacción o al flotador 2.

La provisión de un suministro de aire al miembro 1 de reacción y el flotador 2 permite que la presión del aire en el miembro 1 de reacción y el flotador 2 se iguale a la presión ambiente a la profundidad de funcionamiento, dependiendo de la profundidad variable de funcionamiento como se describió anteriormente.

- 50 Ahora se hará referencia al segundo modo de realización mostrado en las figuras 18 y 19. Tal y como con el primer modo de realización, el segundo modo de realización comprende un miembro 1 de reacción sumergible; un flotador 2 captador de energía que se mueve en respuesta a las olas; una serie de convertidores 3a, 3b, 3c, 3d de energía montados en el miembro 1 de reacción; respectivas líneas 4a, 4b, 4c, 4d de conexión de longitud ajustable que conectan el flotador 2 captador de energía al respectivo convertidor 3a, 3b, 3c, 3d de energía a través de una respectiva

polea 5a, 5b, 5c, 5d, cada una de las cuales está montada de forma ajustable en una respectiva pista 6a, 6b, 6c, 6d. (Como se indicó antes, por razones de claridad, no todas estas características son ilustradas en detalle o etiquetadas en las figuras 18 y 19).

- 5 En contraste con el primer modo de realización, el segundo modo realización no incluye flotadores 7a, 7b de superficie ni líneas 8a, 8b de ajuste de la profundidad para controlar la profundidad D1 del miembro 1 de reacción. En su lugar las líneas 9a, 9b de amarre del segundo modo de realización controlan la profundidad del miembro 1 de reacción al ser ajustables en longitud. Esto se logra mediante líneas 9a, 9b de amarre que están unidas a los miembros de reacción a través de cabrestantes 18a, 18b (similares a los cabestantes 13a, 13b que unen las líneas de ajuste de la profundidad al miembro 1 de reacción en el primer modo de realización)
- 10 Con el fin de que las líneas 9a, 9b de amarre sean capaces de controlar la profundidad D1 del miembro 1 de reacción, todo el dispositivo debe estar tratando de flotar constantemente en la superficie y ser impedido de hacerlo por las líneas 9a, 9b de amarre. Por lo tanto, en el segundo modo de realización la flotabilidad B1 del flotador generador de energía es mayor que el peso W del miembro 1 de reacción, y la fuerza de flotabilidad neta es resistida mediante la tensión T en las líneas 9a, 9b de amarre.
- 15 La Figura 18 muestra el miembro 1 de reacción ajustado a una profundidad poco profunda mediante el alargamiento de las líneas 9a, 9b de amarre mientras que la figura 19 muestra el miembro 1 de reacción ajustado a una mayor profundidad mediante el acortamiento de las líneas 9a, 9b de amarre.
- 20 Como en los modos de realización anteriores, la distancia D3 entre el flotador 2 generador de energía y el miembro 1 de reacción puede ser ajustada independientemente de la profundidad D1 del miembro 1 de reacción, cambiando la longitud de las respectivas líneas 4a, 4c de conexión. También de acuerdo con los modos de realización anteriores, el ángulo de las líneas de conexión con la horizontal puede ser ajustado independientemente cambiando la posición de las poleas en las pistas. Además, la masa del flotador 2 captador de energía puede ser ajustada como en el primer modo de realización, cambiando la relación de aire y agua contenida en el mismo.

Reivindicaciones

1. Un generador para convertir el movimiento de las olas en una masa de agua en energía útil, el generador que comprende:
- al menos un flotador (2) captador de energía que es móvil en respuesta a dicho movimiento de las olas;
- 5 un miembro (1) de reacción que se coloca debajo del flotador captador de energía;
- medios (4a, 4b, 4c, 4d) de conexión para conectar dicho al menos un flotador captador de energía a dicho miembro de reacción y que definen una distancia (D3) entre dicho flotador captador de energía y dicho miembro de reacción;
- medios (3a, 3b, 3c, 3d) de conversión de energía para la conversión de un movimiento relativo entre dicho miembro (1) de reacción y dicho al menos un respectivo flotador (2) captador de energía, en energía útil;
- 10 caracterizado porque el generador comprende medios (8a, 8b o 9a 9b, 9c, 9d) de ajuste de la profundidad adaptables, para ajustar, a lo largo de un intervalo predeterminado, la profundidad (D1) del miembro de reacción en la masa de agua y la altura del miembro de reacción desde un lecho (B) de la masa de agua, y porque los medios de conexión son de longitud ajustable para regular independientemente la distancia (D3) entre el flotador capturador de energía y el miembro de reacción.
- 15 2. Un generador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de conexión comprenden al menos una línea flexible de longitud ajustable en la que el ajuste de la longitud se consigue enrollando la o cada línea flexible alrededor de un tambor (12a) respectivo.
3. Un generador de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que los medios de conexión están montados de forma ajustable (6a, 6b, 6c, 6d) en el miembro de reacción de tal manera que la geometría de los medios de conexión puede ser alterada.
- 20 4. Un generador de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el montaje ajustable de los medios de conexión en el miembro (1) de reacción es por medio de al menos un punto (5a, 5b, 5c, 5d) de conexión primario de los medios de conexión al miembro de reacción en una pista (6a, 6b, 6c, 6d) respectiva que permite el movimiento del respectivo punto de conexión a través del miembro de reacción.
- 25 5. Un generador de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el punto de conexión primario comprende una polea (5a, 5b, 5c, 5d) que se puede mover en la pista (6a, 6b, 6c, 6d) respectiva mediante un piñón (14) accionado sobre la respectiva polea que se acopla con una cremallera (15) fija en el miembro de reacción.
- 30 6. Un generador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho flotador capturador de energía está dispuesto para la variación de la masa del mismo mediante la variación de la proporción de aire y agua contenida en su interior.
7. Un generador de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la variación de la proporción de aire y agua en el flotador capturador de energía se consigue mediante la provisión de un suministro (16) de aire para el flotador desde el miembro de reacción y la provisión de un suministro (17) de aire para el miembro de reacción desde la superficie (S) de la masa de agua.
- 35 8. Un generador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los medios de ajuste de profundidad comprenden al menos una línea (8a, 8b) de conexión flexible de longitud (13a, 13b) ajustable, cada una conectada a un respectivo medio (7a, 7b) de flotabilidad.
9. Un generador de acuerdo con la reivindicación 8, que tiene una flotabilidad neta negativa que es compatible con los medios (7a, 7b) de flotabilidad en la superficie S de la masa de agua, estando los medios de flotabilidad unidos al miembro de reacción mediante la línea (8a, 8b) de conexión flexible.
- 40 10. Un generador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los medios de ajuste de profundidad comprenden al menos una línea (9a, 9b, 9c, 9d) de amarre flexible, de longitud (18a, 18b) ajustable, para situar de forma ajustable el miembro de reacción por encima del lecho B de la masa de agua.
- 45 11. Un generador de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el generador tiene una flotabilidad neta positiva que es resistida por la tensión de la al menos una línea (9a 9b 9c, 9d) flexible de amarre.
12. Un generador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde los medios de ajuste de profundidad están acoplados al miembro de reacción mediante un cabrestante (13a, 13b, o 18a, 18b).

Figura 1

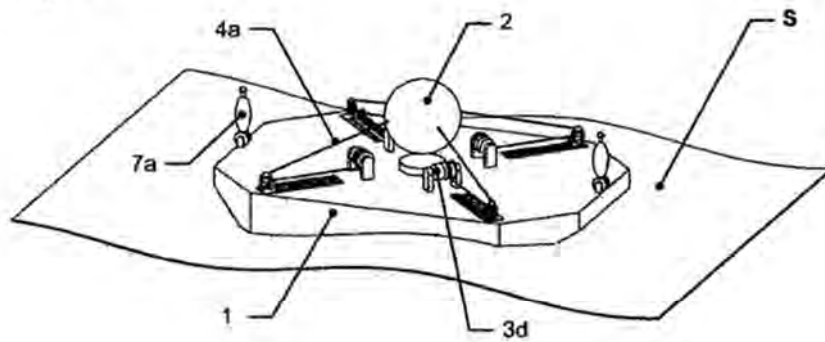


Figura 2

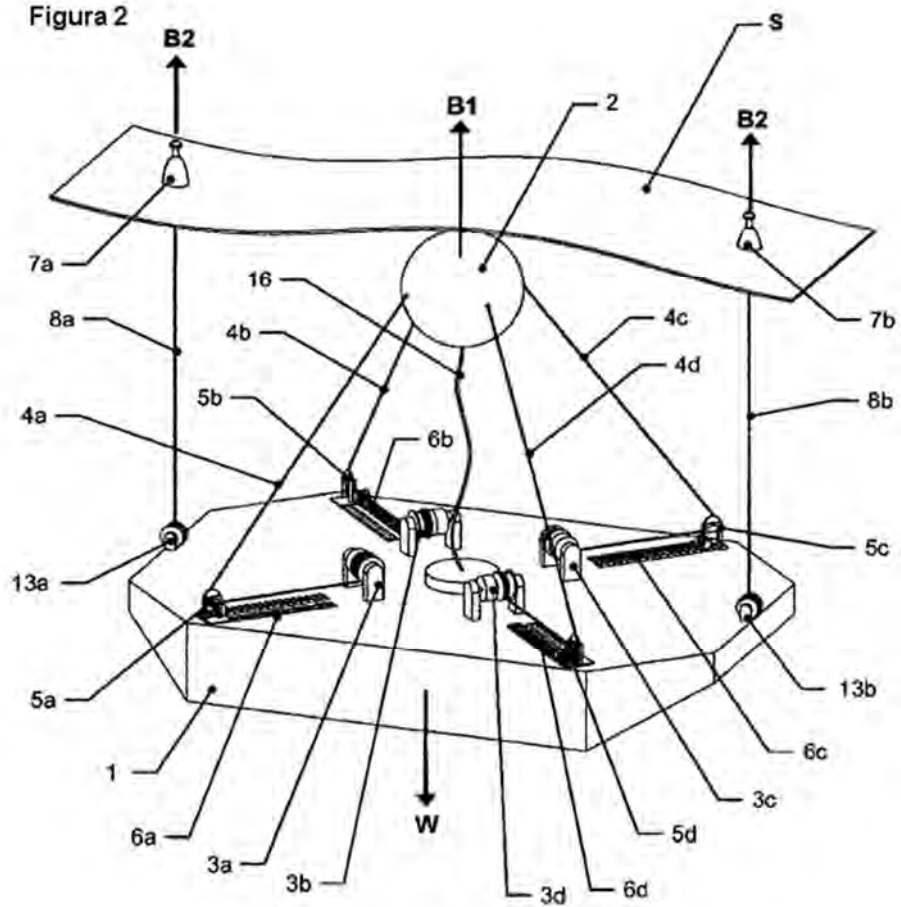


Figura 3

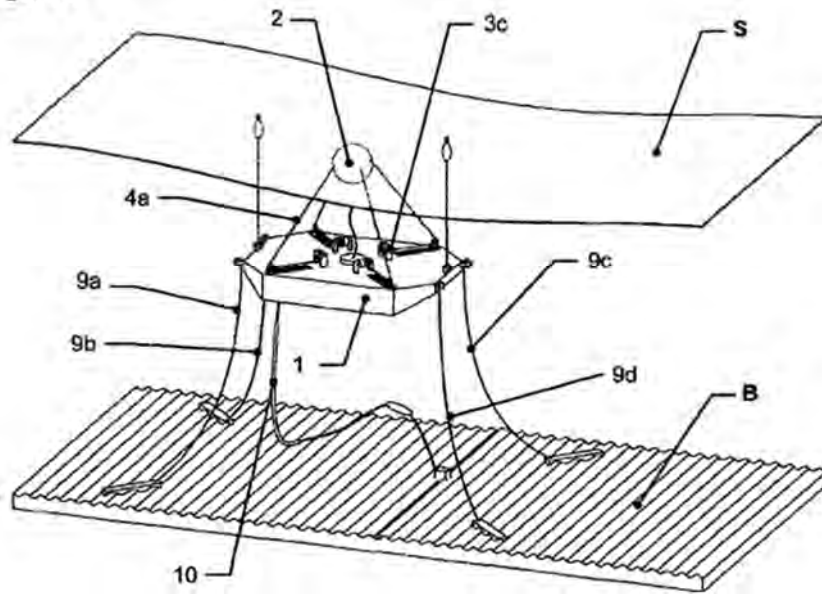


Figura 4

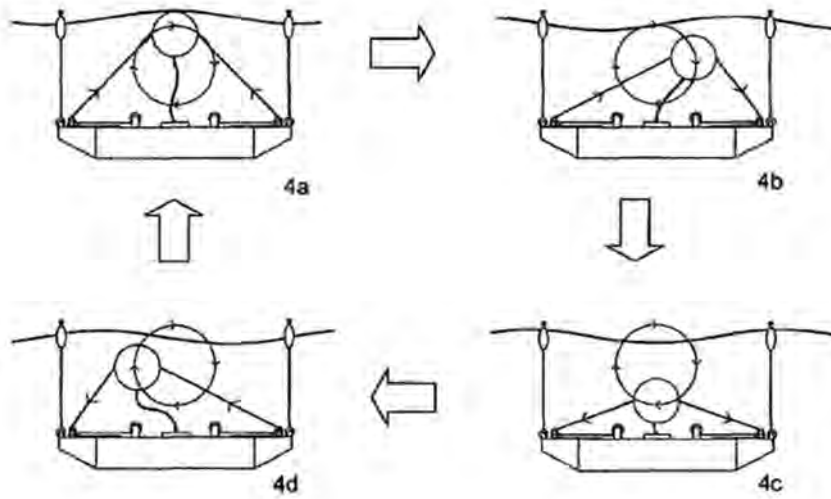


Figura 5

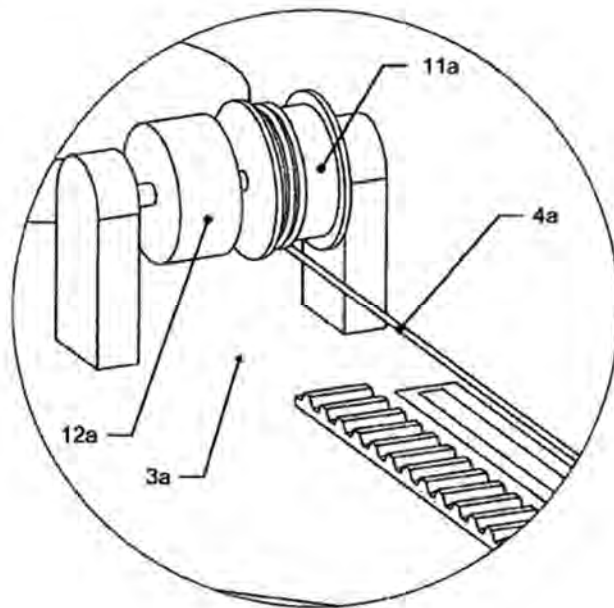


Figura 6

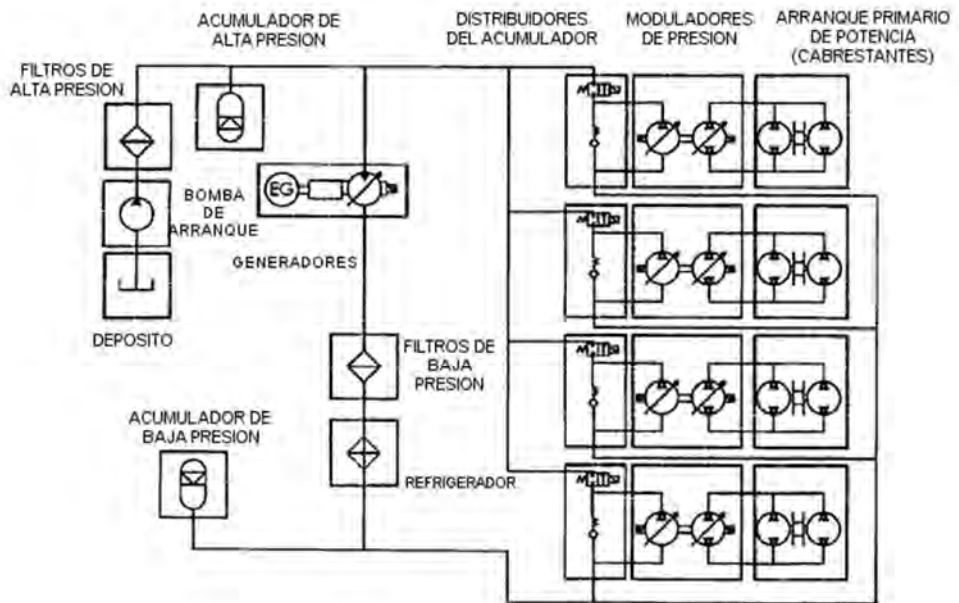


Figura 7

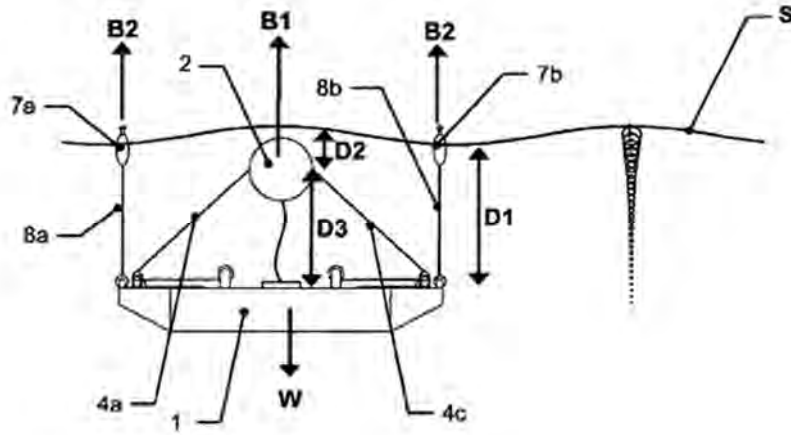
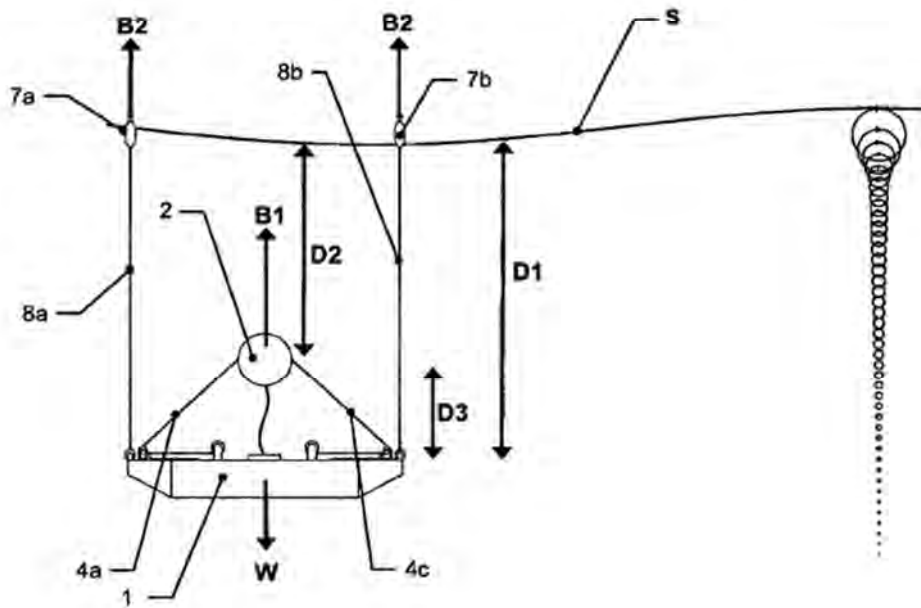


Figura 8



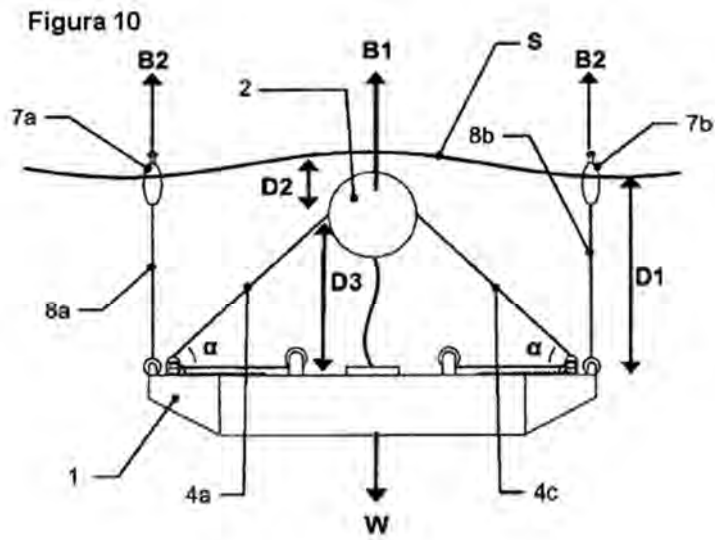
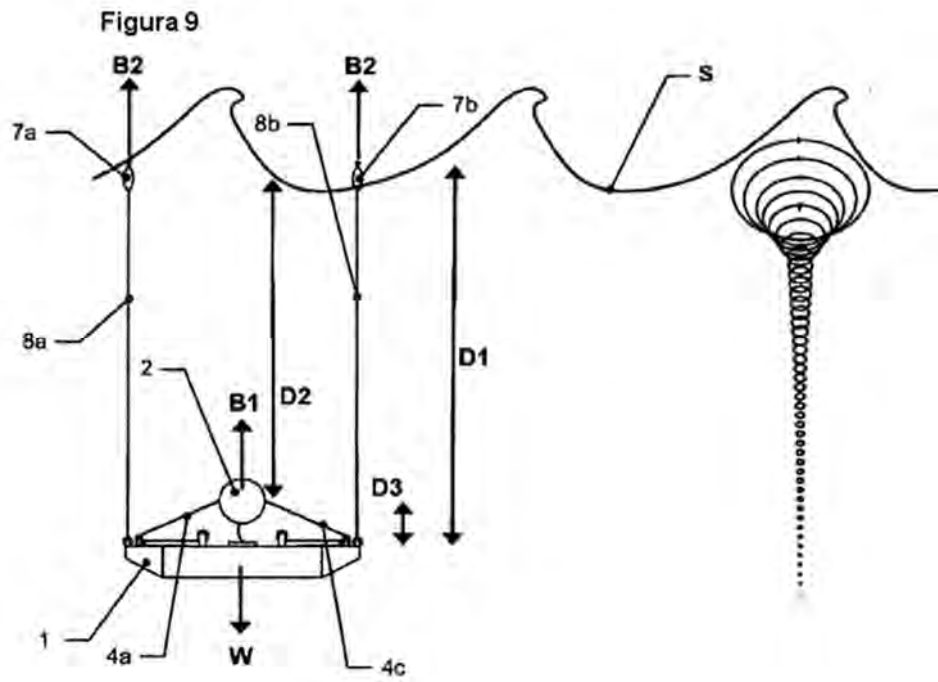


Figura 11

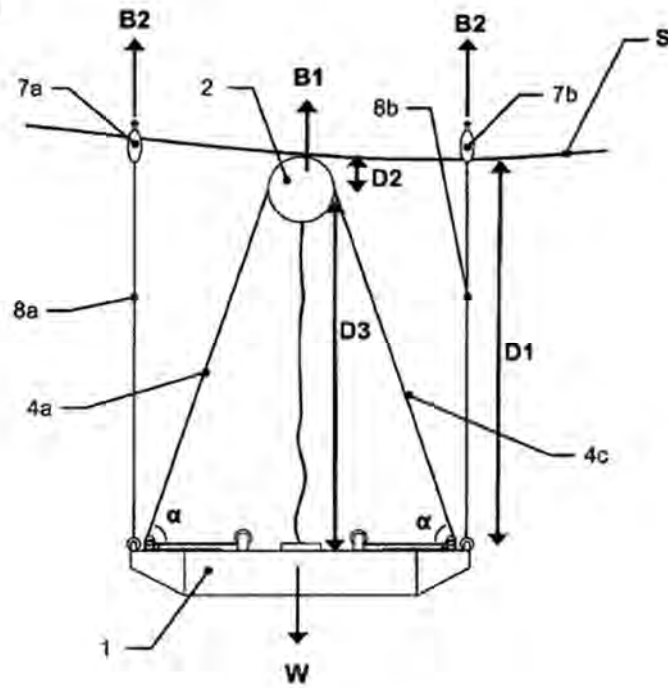


Figura 12

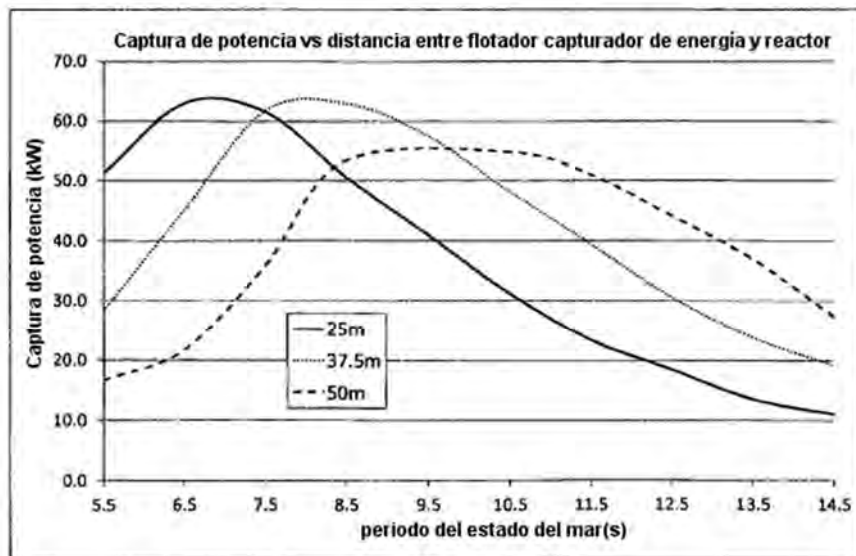


Figura 13

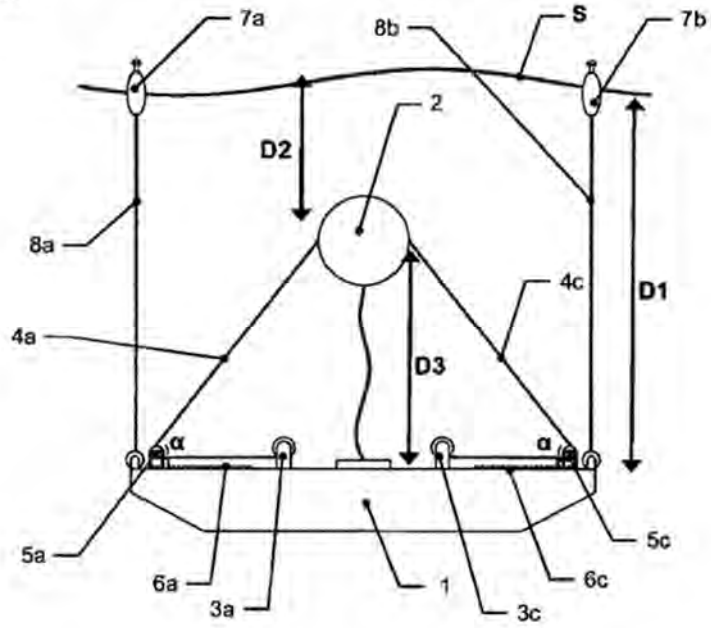


Figura 14

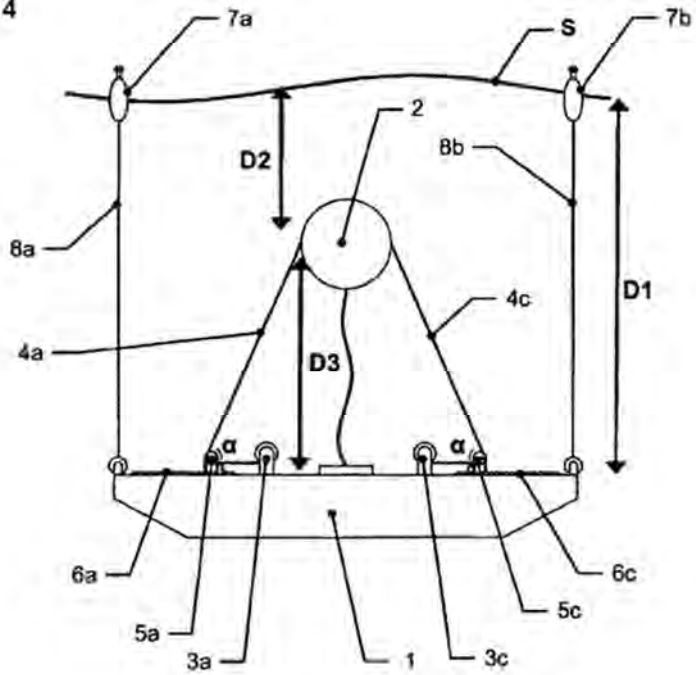


Figura 15

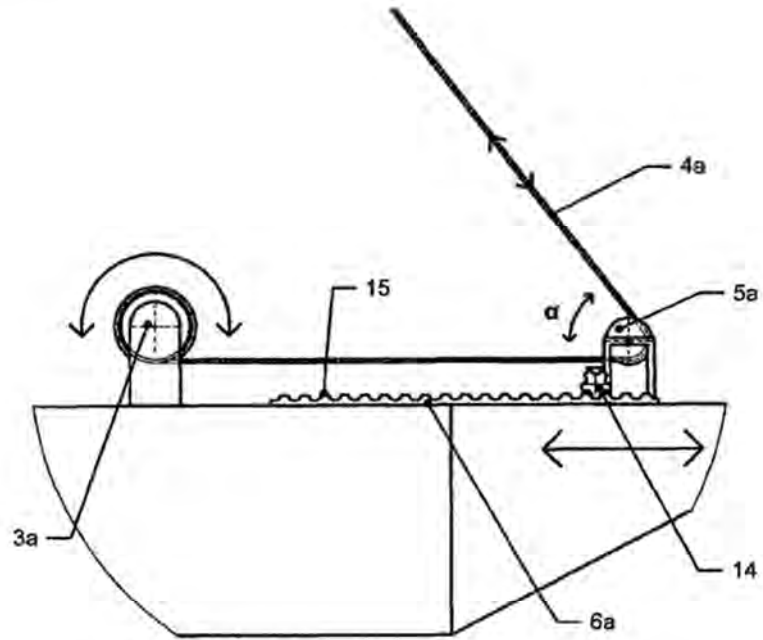
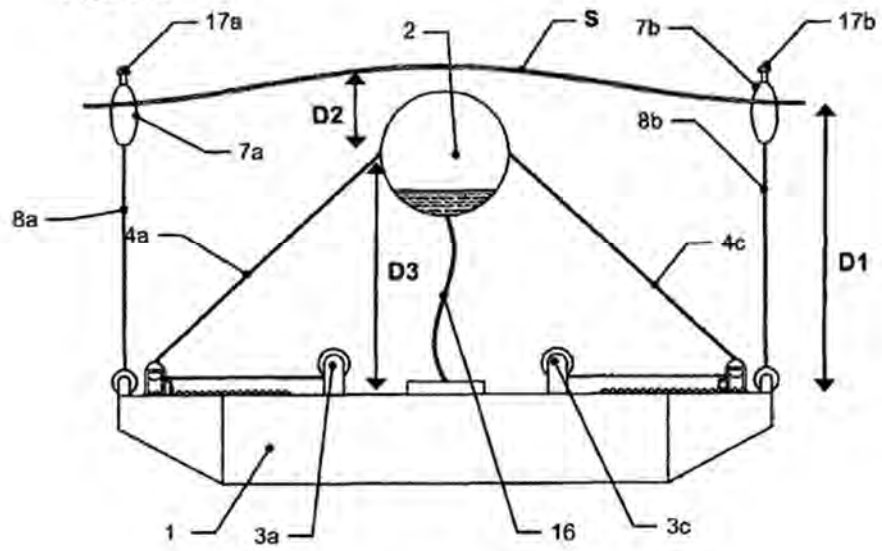


Figura 16



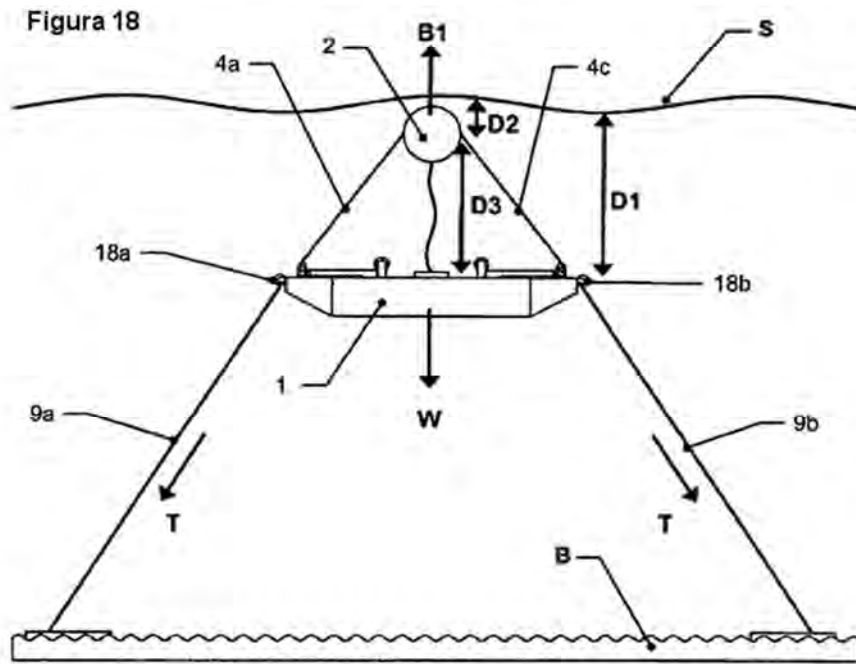
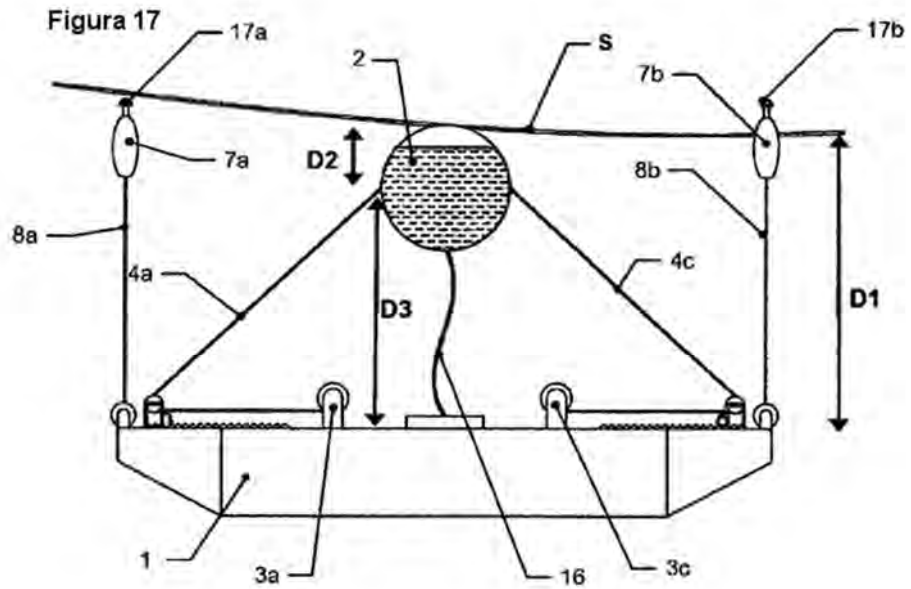


Figura 19

