

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 991**

51 Int. Cl.:

F03B 13/20 (2006.01)

F03B 13/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2011** **E 11738254 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015** **EP 2582964**

54 Título: **Cuerpo de reacción para un aparato de energía de olas**

30 Prioridad:

18.06.2010 GB 201010261

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.09.2015

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 DAVID;
STOCKMAN, GARETH IAN y
CHAPMAN, JOHN CHRISTOPHER

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 545 991 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

Cuerpo de reacción para un aparato de energía de olas

5 La presente invención se relaciona con la generación de un aparato que pueda ser utilizado para extraer energía de las olas en un cuerpo de agua convirtiendo tal energía en energía útil, y cuerpos de reacción para su utilización con el mismo.

En los años recientes, se ha incrementado el énfasis en la necesidad de explotar energía renovable de forma que esta contribuya significativamente con la producción de energía global.

10 Una fuente potencial de energía renovable es la energía de las olas – un recurso de energía consistente y abundante disponible en todos los grandes mares y océanos del mundo. Han surgido diversos dispositivos de generación de potencia de olas como un método potencial para capturar esta energía, sin embargo, los dispositivos actuales tienen muchas limitaciones con no solo uno de los dispositivos que tienen la habilidad probada para explotar de manera confiable el recurso disponible a largo plazo.

15 Como se describe en nuestra WO2010007418, los diseños existentes para generar electricidad a partir de la energía de las olas pueden ser divididos en seis categorías principales: atenuadores flotantes, convertidores de oleaje, dispositivos oscilatorios de columnas de agua, dispositivos de desbordamiento, dispositivos sumergidos de presión diferencial y amortiguadores de punto. La mayoría de estos pueden estar flotando o con base en el lecho marino. También hay otros tipos de dispositivo los cuales no son fáciles de categorizar, siendo ejemplos las estructuras o rotores flexibles suaves que se accionan directamente por las olas. Cada uno de estos diferentes enfoques tiene sus propias ventajas y desventajas inherentes.

20 De los dispositivos conocidos, los amortiguadores de punto parece que ofrecen la solución menos problemática a la extracción de energía de las olas del océano. Las ventajas de ser flexibles a la posición, de instalación simple, útiles, razonablemente transportables, y razonablemente aptos para sobrevivir, hacen más probable que sean capaces de cumplir con el reto de extraer energía del mar.

25 Se han propuesto diversos diseños de un amortiguador de punto. Por ejemplo, la US7245041 divulga un dispositivo en el cual una serie de flotadores operados por las olas, suspenden un cigüeñal común con un resorte polarizando cada flotador. El peso del cigüeñal común y la cubierta circundante resisten el movimiento de los flotadores pero no hay un método con el cual su inercia pueda ser incrementada aún más, o cualquier manera en la cual el dispositivo pueda alcanzar una configuración de transporte conveniente.

30 La AU5581273 divulga un dispositivo de amortiguador de punto en el cual un miembro de reacción submarina puede ser llenado con agua para aumentar su inercia. Sin embargo, el miembro de reacción no está polarizado hacia el flotador y no hay manera que el dispositivo logre una configuración de transporte conveniente.

La JP55125364 divulga un dispositivo de amortiguador de punto con un miembro de reacción móvil de placa plana acoplado a una superficie flotante y forzado por un generador lineal. Sin embargo, la inercia del miembro de reacción no puede ser aumentada y el dispositivo no tiene una configuración de transporte conveniente.

35 La US6229225 divulga un dispositivo creciente submarino en el cual un convertidor de energía es polarizado por un resorte. Sin embargo el dispositivo es forzado por un anclaje al lecho marino y por lo tanto muy difícil de instalar y mantener.

40 La EP0265594 y la WO2008130295 divulgan dispositivos de amortiguador de punto en los cuales un convertidor de energía es polarizado por un resorte. Tales dispositivos están forzados por un anclaje al lecho marino y son por lo tanto muy difíciles de instalar y mantener.

45 La WO2010007418 anteriormente mencionada divulga un amortiguador de punto que comprende un flotador el cual es móvil en respuesta al movimiento de las olas y al cuerpo de reacción de la subsuperficie teniendo una flotabilidad ajustable y las respectivas configuraciones de flotabilidad máximas y mínimas, el cuerpo de reacción de la subsuperficie está conectado al flotador por una línea de conexión flexible y teniendo inercia y/o resistencia para resistirse al movimiento del flotador causado por el movimiento de las olas.

Se permite el movimiento relativo entre el cuerpo de reacción de la subsuperficie y el flotador y existe un convertidor de energía para convertir el movimiento relativo en energía útil; y el cuerpo de reacción de la subsuperficie es polarizado direccionalmente con respecto al flotador.

El cuerpo de reacción de la subsuperficie está suspendido al flotador a una profundidad establecida por la longitud de la línea de conexión en la mínima configuración de flotabilidad y flotante en la superficie del cuerpo de agua en la máxima configuración de flotabilidad.

5 La disposición que se acaba de describir y que es ilustrada en la WO2010007418 alivia al menos varias de las dificultades asociadas con los dispositivos de energía de olas en general y con los amortiguadores de punto en particular.

10 El cuerpo de reacción o el miembro descritos en la WO2010007418 contiene una sola cámara la cual puede ser llenada selectivamente con aire o agua. Esta reúne los requisitos del dispositivo para la configuración de superficie en la cual el volumen interior es llenado totalmente con aire, y para la configuración operativa en la cual el volumen interior es totalmente llenado con agua.

Sin embargo, como el cuerpo de reacción es probablemente que sea un gran buque, y el agua en el espacio interno está sin restricciones, el chapoteo del agua dentro del cuerpo de reacción o la acumulación en un extremo, probablemente que conduzca a problemas de estabilidad durante el despliegue y recuperación del aparato.

15 Adicionalmente, cuando el cuerpo de reacción del convertidor de energía de las olas divulgado en la WO2010007418 está ascendiendo o descendiendo, no pueden ser suficientes las dos configuraciones de flotabilidad discretas para un despliegue y recuperación seguras del aparato. Por ejemplo, si el volumen interior está completamente inundado para desplegar el aparato, entonces este puede descender muy rápidamente y ocasionar problemas con la línea de conexión, con las líneas de amarre o con la línea de energía; y si el dispositivo está completamente lleno con aire para la recuperación este puede ascender muy rápidamente ocasionando también problemas.

20 La construcción de un gran buque de acuerdo con la WO2010007418 por medios convencionales tal como la fabricación de la costura soldada en acero es un proceso costoso y es probable que conduzca a una estructura costosa la cual aumentará el costo de la energía producida por el aparato. También sería difícil y costosa la fabricación del aparato como una estructura con armazón sellado herméticamente al agua, requiriendo la costura soldada de placa de acero fabricada con una inspección especial para verificar que las soldaduras son impermeables y/o herméticas.

25 La WO2010007418 (y también la GB2414771) divulgan un cuerpo de reacción de la subsuperficie para su uso en el aparato para convertir la energía de las olas en energía útil, estando dispuesto el cuerpo de reacción de la subsuperficie para ser llenado con aire para una configuración de máxima flotabilidad y para ser llenado con agua para una configuración de mínima flotabilidad.

30 Ahora se han ideado cuerpos de reacción mejorados relativos a los de los arreglos divulgados en la WO2010007418 y GB2414771, los cuales proporcionan nuevas características y medios de construcción para proporcionar configuraciones de flotabilidad adicionales durante el ascenso y el descenso del cuerpo de reacción.

35 De acuerdo con la invención, por consiguiente, se proporciona un cuerpo de reacción para un aparato de energía de las olas teniendo las características expuestas en la reivindicación 1. Las características preferidas de la invención son expuestas en las reivindicaciones filiales. La presente invención comprende además un aparato de generación de olas que incorpora tal cuerpo de reacción.

40 El cuerpo de reacción es preferiblemente utilizado en el aparato el cual incluye un cuerpo de reacción submarino sumergible; un cuerpo flotante o un flotador que puede moverse en respuesta a las olas; al menos un convertidor de energía y medios de polarización (tales como medios de retorno elásticos o un resorte) generalmente montados en el cuerpo de reacción; y al menos una línea de conexión para conectar el cuerpo flotante al (los) convertidor(es) de energía. El cuerpo de reacción está preferiblemente suspendido del flotador a una profundidad establecida por la longitud de la línea de conexión en la configuración de mínima flotabilidad y flotando en la superficie del cuerpo de agua en la configuración de máxima flotabilidad.

45 El cuerpo de reacción sumergible es generalmente de construcción hueca y puede ser llenado selectivamente con aire o agua para ajustar su flotabilidad. El aparato tiene una configuración de mínima flotabilidad (una configuración operativa sumergida en la cual el cuerpo de reacción está generalmente lleno de agua), y una configuración de máxima flotabilidad o flotabilidad de superficie en la cual el cuerpo está lleno de aire, así como (de acuerdo con la invención) al menos una configuración de flotabilidad intermedia entre la mínima y la máxima.

En una realización preferida de la invención, se proporcionan al menos dos de tales configuraciones de flotabilidad intermedia, siendo una de flotabilidad ligeramente negativa y siendo la otra de flotabilidad ligeramente positiva.

50 En la configuración operativa sumergida, el cuerpo de reacción sumergible está suspendido generalmente del cuerpo flotante a una profundidad suficiente para asegurar que el cuerpo de reacción está generalmente por debajo de la

influencia de las olas en la superficie del mar. Por lo tanto el movimiento del cuerpo flotante ocasionado por el resultado de las olas en movimiento relativo entre los dos cuerpos los cuales pueden ser explotados por el convertidor de energía.

5 El cuerpo de reacción sumergible cumple su función proporcionando una plataforma contra la cual el flotador puede reaccionar siendo rellenable con un gran volumen de agua de mar, dándole a este una gran masa correspondiente y por lo tanto inercia.

Adicionalmente, el cuerpo de reacción tiene preferiblemente una gran área de superficie perpendicular a la dirección de la fuerza de levantamiento, la cual de este modo proporciona una resistencia adicional al movimiento a través de una gran resistencia y una masa adicionadas.

10 Además, el cuerpo de reacción generalmente tiene cámaras las cuales no son impermeables cuando son llenadas con agua pero son herméticas cuando son llenadas con aire –generalmente por disposición de vejigas de aire inflables cada una dispuesta para llenar una respectiva cámara.

15 En la configuración flotante de superficie, el cuerpo de reacción flota en la superficie del mar en una forma de buque marítimo, con suficiente flotabilidad para este llevar todos los demás componentes del aparato, y es en esta configuración que es fácilmente transportable a través de la superficie del mar. El aparato que incluye el cuerpo de reacción puede asentarse suficientemente fuerte en el agua de modo que todas las conexiones de líneas de amarre y líneas de energía pueden estar libres de agua y pueden ser fácilmente accesibles. El aparato puede también crear su propia plataforma de servicio estable con todos los componentes útiles libres de agua para permitir un acceso fácil al mantenimiento.

20 El aire puede ser bombeado dentro del cuerpo de reacción sumergible a través de un tubo de respiración unido al flotador de superficie. Alternativamente una línea de aire puede ser desplegada por un buque de servicio y conectada al cuerpo de reacción según sea necesario. La línea de respiración puede estar ya sea de forma separada, o integrada con, una línea de conexión. El aire se puede dejar salir fuera del cuerpo de reacción a través de una válvula o válvulas que si se requiere pueden ser operadas en remoto desde la superficie.

25 En algunas realizaciones de la invención, el cuerpo de reacción de subsuelo incluye mamparos dispuestos para inhibir el libre flujo de agua internamente del cuerpo de reacción de la subsuperficie.

30 El término “mamparo” es utilizado aquí para significar una partición extendida vertical u horizontal dividiendo un buque marítimo en compartimientos y sirve para limitar la propagación de agua a través del buque. Cada uno de tales mamparos puede además conectarse entre dos cubiertas (en tal caso estos puede proporcionar rigidez estructural adicional) o estos pueden estar al menos en parte verticalmente espaciados de una o más cubiertas. El mamparo en sí no necesita estar vertical, siempre que se extienda hacia arriba o hacia abajo desde la cubierta respectiva del cuerpo de reacción, ya sea a sus mismos ángulos rectos o a otro ángulo apropiado.

Cuando son usados los mamparos pueden estar en una “formación” cuyo término es utilizado aquí para significar un arreglo ordenado de los mamparos, los cuales se establecen generalmente como filas y columnas –los cuales son ortogonales típicamente la una con la otra.

35 El cuerpo de reacción sumergible puede en algunas realizaciones estar dividido en una serie de cámaras definidas como mamparos que están en un patrón de cuadrícula en una vista de plano. Las cámaras pueden ser llenadas selectivamente independientemente ya sea con aire o con agua. Estas cámaras pueden estar aisladas la una de la otra de forma que no se permite el flujo de agua de una a otra, o estas pueden estar abiertas para permitir tal flujo.

La división en una serie de cámaras tiene tres funciones principales, como sigue:

40 En primer lugar las cámaras previenen el chapoteo de agua dentro de una sola cámara grande lo cual de lo contrario conllevaría a problemas de estabilidad durante el despliegue y la recuperación;

en segundo lugar las cámaras pueden ser de un tamaño y configuradas de tal manera que se proporcionan configuraciones de flotabilidad discreta llenando completamente las combinaciones de cámaras ya sea con agua o aire; y

45 en tercer lugar las cámaras le permiten al agua dentro del cuerpo del reactor ser capturada para propósitos de reacción sin necesariamente encerrar completamente las cámaras o el cuerpo de reacción.

50 Han sido identificadas al menos cuatro configuraciones de flotabilidad, es decir flotabilidad completamente positiva (configuración de superficie); flotabilidad completamente negativa (configuración operativa); flotabilidad ligeramente positiva (configuración de ascenso para la recuperación); y flotabilidad ligeramente negativa (configuración de descenso para el despliegue). Son posibles otras configuraciones de flotabilidad además de aquellas identificadas.

- 5 Las cámaras definidas por los mamparos no tienen que ser cámaras selladas herméticamente y/o impermeables – en vez de ello estas pueden ser cámaras parcialmente cerradas en las cuales el llenado de una cámara con aire es logrado inflando una vejiga de aire dentro de la cámara, y el llenado de la cámara con agua es logrado desinflando la vejiga de aire y permitiendo a la cámara inundarse. Todo lo que se requiere de cualquiera de los mamparos presentes es que estos se extiendan hacia arriba o hacia abajo desde una cubierta, piso o armazón del cuerpo de reacción a al menos parte de la altura del cuerpo de reacción a cualquiera de las barreras internas o mamparos al paso del agua.
- 10 Cuando los mamparos se extienden solo a parte de la altura o del espaciamiento entre las cubiertas respectivas del cuerpo de reacción, forman cámaras cerradas parcialmente. En esta disposición, se puede evitar el coste de fabricar cámaras selladas herméticamente y/o impermeables y la estructura del cuerpo de reacción puede ser fabricada a un coste significativamente bajo. Por ejemplo, las vejigas de aire son un artículo relativamente de bajo coste comparadas con cámaras de costuras soldadas de acero fabricado.
- 15 Las cámaras de flotabilidad variable pueden también ser creadas enjaulando las vejigas con una armadura relativamente abierta o una estructura de cesta y luego llenar las vejigas ya sea con aire o agua, dependiendo de la configuración de flotabilidad requerida. Una jaula alrededor de la vejiga permitiría moderar el agua o el aire contenidos dentro de la vejiga, que por lo tanto transferiría las cargas de la estructura del aparato para el propósito de la reacción.
- 20 Están previstas las combinaciones de las cámaras y las vejigas que están cerradas parcialmente o enjauladas a diferentes grados dentro de la misma estructura. Son también posibles dentro de la misma estructura las combinaciones de las vejigas que pueden ser llenadas con agua y aire, y las vejigas que son llenadas solamente con aire.
- Si la estructura principal del cuerpo de reacción no ha sido construida como una armadura impermeable/hermética conteniendo las cámaras impermeables y/o herméticas, entonces se presta a ser fabricada desde una estructura basada en una armadura, la cual es una armadura hecha desde un ensamblaje de puntales o vigas interconectadas. El uso de tal armadura es apropiado para proporcionar una estructura superior cuando el aparato es usado para el propósito de transferir grandes cargas.
- 25 Las cámaras no impermeables pueden ser fácilmente creadas dentro de tal estructura de armadura uniendo los mamparos a los miembros de la armadura. Tales mamparos pueden ser de un material de bajo coste tal como el acero corrugado, la fibra de vidrio o los tejidos de alta resistencia. Los mamparos no necesitan estar ajustados ya sea a la armadura o el uno con el otro.
- 30 Con el fin de proporcionar suficiente peso sumergido a la estructura del cuerpo de reacción, probablemente se requiera un balasto adicional. El concreto vertido es una buena manera de lograr una gran cantidad de balasto a un bajo coste.
- El concreto vertido puede también ser utilizado para formar o parcialmente formar las cámaras con el cuerpo de reacción de acuerdo con la invención. En particular, el concreto podría ser vertido como una losa alrededor de la armadura para formar una base del cuerpo de reacción.
- Se describirán ahora las realizaciones preferidas de la invención con más detalle, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:
- 35 La Figura 1 es una vista en perspectiva de una primera realización de la invención en una primera configuración;
 La Figura 2 es una vista en perspectiva del aparato de la Figura 1 en una segunda configuración;
 La Figura 3 es una vista en perspectiva de una parte del aparato de la Figura 1 en una tercera configuración;
 La Figura 4 es una vista en perspectiva del aparato de la Figura 1 en una cuarta configuración;
 La Figura 5 es una vista en perspectiva de una parte del aparato de la Figura 1;
- 40 La Figura 6 es una vista en perspectiva adicional de una parte del aparato de la Figura 1;
 La Figura 7 es una vista en perspectiva de una segunda realización de la invención;
 La Figura 8 es una vista en perspectiva de una tercera realización de la invención, y
 La Figura 9 es una vista en perspectiva de la realización de la Figura 8 en una segunda configuración.
- Partes similares son denotadas como numerales de referencia a lo largo de los dibujos.
- 45 La descripción siguiente de la invención debería ser leída en conjunto con la WO2010007418 debido a que la invención puede ser considerada como una mejora del componente del “cuerpo reactor” del aparato descrito en la

WO2010007418. El aparato de acuerdo con la invención podría sin embargo ser utilizado en conjunto con otros tipos de convertidores de energía de las olas y no está limitado a utilizar solamente el aparato convertidor de energía de las olas descrito en la WO2010007418.

5 Con referencia a la Figura 1, el aparato en la realización ilustrada comprende los siguientes componentes: un cuerpo 1 de reacción que se va a colocar por debajo de la superficie 18 del mar (lejos de la influencia de las olas de la superficie); un flotador 2 que es movido por las olas; y una línea 3 de conexión que suspende el cuerpo 1 de reacción del flotador 2 a una profundidad establecida por la longitud de la línea 3 de conexión.

En la disposición mostrada en la Figura 2, el cuerpo de reacción está en su máxima configuración de flotabilidad de forma que este flota en la superficie 18, con el flotador estibado convenientemente.

10 El aparato ilustrado además comprende un convertidor 4 de energía cargado por resorte organizado para operar entre la línea 3 de conexión y el cuerpo 1 de reacción. El convertidor 4 de energía puede estar unido a, o montado en, el cuerpo 1 de reacción. Se proporciona en la realización ilustrada una sala 5 de maquinaria que puede ser impermeable para alojar los componentes adicionales para la toma de fuerza y los sistemas de control.

15 El movimiento del flotador 2 de superficie ocasionado por las olas resulta en un movimiento relativo entre el flotador 2 de superficie y el cuerpo 1 de reacción. Este movimiento es tomado por una carrera de trabajo del convertidor 4 de energía cargado por resorte y explotado para producir energía, como se describe en más detalle en la WO2010007418 anteriormente mencionada.

20 El cuerpo 1 de reacción puede ser llenado selectivamente con agua o aire para permitir ajustar la flotabilidad del cuerpo 1 de reacción. Por lo tanto el dispositivo tiene una configuración operativa en la cual el cuerpo 1 de reacción está lleno de agua (Figura 1), y una configuración de superficie en la cual el cuerpo 1 de reacción está lleno de aire (Figura 2). Una línea 6 de respiración y unas válvulas 7 permiten conjuntamente que el aire sea bombeado hacia dentro, o liberado del, cuerpo 1 de reacción.

25 Una línea 8 de energía está conectada al dispositivo para permitir que la energía útil generada sea removida a una ubicación donde pueda ser utilizada. Por ejemplo, la línea 8 puede ser un cable eléctrico conectado a una red de electricidad, o una tubería de agua para entregar alta presión de agua a una planta de desalinización.

Una o más de las líneas 9 de amarre (solo se muestra una línea de amarre) posicionan el dispositivo relativo al lecho marino (no mostrado) y son generalmente flojas, permitiendo grandes movimientos del océano tales como mareas, y se proporcionan también dado el caso de condiciones de oleaje extremo. La profundidad del cuerpo 1 de reacción es establecida por la longitud de la línea 3 de conexión y no por las líneas 9 de amarre.

30 En la siguiente descripción de los dibujos, se da una referencia detallada del cuerpo 1 de reacción con una explicación de cómo el cuerpo 1 de reacción puede ser fabricado utilizando técnicas de fabricación de bajo coste; cómo el cuerpo 1 de reacción puede lograr múltiples configuraciones de flotabilidad; y cómo el agua dentro del cuerpo 1 de reacción puede ser forzada con el fin de proporcionar una reacción en masa y prevenir el chapoteo.

35 El cuerpo 1 de reacción como se ilustra es construido alrededor de la armadura 10 consistente de una serie de puntales o vigas interconectadas. Los mamparos 11 internos pueden estar unidos a la armadura en la disposición de las Figuras 1 a la 6 (así como en las Figuras 8 y 9), para crear una disposición de cuadrículas de las cámaras 12 en el cuerpo 1 de reacción. Las cámaras 12 previenen o inhiben el libre flujo de agua a través de la armadura 10, que de este modo previene o inhibe el chapoteo o la inundación no controlada, y le permite a el agua contenida dentro de las cámaras 12 adicionar una reacción en cadena al cuerpo 1 de reacción. La Figura 5 muestra solo el aparato de la armadura 10 (con los mamparos desmontados para propósitos ilustrativos), mientras que la Figura 6 muestra la armadura 10 con los mamparos 11 en su lugar, abarcando entre los puntales o vigas adyacentes.

40 Debido a que (para propósitos de reacción) el agua solo necesita ser impedida de moverse libremente a través de la armadura 10 (en lugar de ser completamente encapsulada por una cámara sellada), los mamparos 11 no necesitan estar unidos a la armadura 10 en una forma impermeable y las cámaras 12 pueden en consecuencia estar abiertas substancialmente al agua circundante. Para los propósitos de la presente invención, es suficiente una cámara 12, tal como la que se muestra en las Figuras 1 a 6, teniendo la parte 13 superior abierta, aunque si se desea las cámaras 12 pueden además cerrarse o sellarse completamente.

45 En la primera realización, los mamparos 11 pueden estar hechos de acero corrugado, aunque se pueden usar otros materiales, por ejemplo, el tejido de alta resistencia, la fibra de vidrio o el concreto.

50 Los mamparos 11 b que se proporcionan en los extremos del cuerpo 1 del reactor pueden estar en un ángulo o en una forma de forma que estos formen un cascarón como de un bote, tal como se describe en la WO1010007418. Si es

necesario, el extremo de los mamparos 11 b puede estar reforzado comparado con el otro mamparo 11 (interno) con el fin de resistir los impactos de las olas.

5 El balasto 14 puede ser adicionado al fondo de la armadura 10 para incrementar el peso sumergido del cuerpo de reacción 1. El balasto 14 está posicionado beneficiosamente tan abajo como sea posible en la armadura 10 para mantener el centro de gravedad del cuerpo 1 de reacción tan bajo como sea posible con el fin de proporcionar beneficios de estabilidad óptimos.

10 En la primera realización, el concreto puede ser utilizado para compensar el balasto 14. El concreto tiene la ventaja de ser de bajo coste y de muy fácil fabricación –puede ser simplemente vertido alrededor de la base de la armadura 10 como una losa utilizando un molde bastante simple. Este fluirá entre los miembros de la armadura 10 y en torno a ellos proporcionando una fijación mecánicamente segura, mientras al mismo tiempo formando los mamparos 11 en su lugar.

15 Las cámaras 12 no necesitan estar completamente selladas para el propósito de contener agua así como para agregar la masa de reacción al cuerpo 1 de reacción, pero estas necesitan estar selladas cuando sean requeridas para contener el aire para ajustar la flotabilidad del cuerpo 1 de reacción. Por lo tanto las vejigas 15 pueden estar equipadas dentro de las cámaras 12, de forma que cuando se desea llenar las cámaras 12 con aire, las vejigas 15 proporcionarán un sellamiento hermético si son empleadas las cámaras 12 no selladas en el aparato. El uso de las vejigas 15 es de bajo coste comparado con la fabricación de cámaras herméticas debido a las dificultades involucradas en la fabricación de las cámaras 12 herméticamente selladas.

20 Controlando la proporción de aire y agua en el cuerpo de reacción permitirá el despliegue y recuperación del aparato que va a ser controlado, así como la flotabilidad puede ser ajustada para permitir un ascenso o descenso lentos. Por lo tanto al menos cuatro configuraciones de flotabilidad han sido identificadas: flotabilidad completamente positiva (configuración de superficie); flotabilidad completamente negativa (configuración operativa); flotabilidad ligeramente positiva (configuración de ascenso para la recuperación); y flotabilidad ligeramente negativa (configuración de descenso para el despliegue).

25 Sin embargo, es muy difícil controlar la proporción de aire y agua en la cámara que está sujeta a profundidades variables y por lo tanto a presión variable. Es mejor si las cámaras pueden estar completamente llenas o completamente vacías ya sea con aire o con agua para permitir un control de flotabilidad exacto.

30 Por lo tanto el volumen y la posición de las cámaras 12 de tal manera que el cuerpo 1 de reacción es capaz de alcanzar las configuraciones de flotabilidad requeridas descritas anteriormente por las combinaciones de las cámaras 12, que están ya sea llenas completamente de agua o llenas completamente de aire. Por consiguiente se evita la necesidad de controlar la relación de agua en aire en cualquier cámara 12, simplificando de este modo el control de flotabilidad del aparato. Si se desea, es aún posible el llenado parcial de las cámaras 12 ya sea con aire o agua.

35 El llenado selectivo de las cámaras 12 puede ser logrado conectando cada cámara 12 a un suministro de aire común entregado al cuerpo 1 de reacción por la línea 6 de respiración. Las líneas 16 individuales de suministro de aire pueden estar conectadas a cada cámara 12 y controladas por las válvulas 7. Las válvulas 17 de descarga en o conectadas a cada cámara 12 o las vejigas 15 permiten que el aire sea liberado desde las cámaras 12. Las válvulas 7 y las válvulas 17 de descarga pueden ser controladas remotamente desde un buque en la superficie o automáticamente.

Pueden ser posibles otros métodos para entregar el aire a las cámaras 12 dentro del alcance de la invención. Por ejemplo puede estar incorporado un compresor o un suministro de aire comprimido dentro del cuerpo 1 de reacción.

40 Con referencia a la Figura 2, cuando el aparato está en su configuración de superficie, todas las cámaras 12 dentro del cuerpo 1 de reacción están completamente llenas de aire, y el aparato reside en la superficie 18 del mar. Las vejigas 15 por lo tanto están llenas de aire.

El flotador 2 puede estar estibado en la parte superior del cuerpo 1 de reacción cuando el aparato está en su configuración de superficie.

45 Con referencia a la Figura 1, cuando el aparato está en su configuración operativa (sumergido) (flotabilidad mínima), todas las cámaras 12 dentro del cuerpo 1 de reacción están completamente llenas de agua y el cuerpo 1 de reacción reside por debajo de la superficie 18 del mar suspendido del flotador 2 de superficie a una profundidad determinada por la longitud de la línea 3 de conexión. En esta configuración todas las vejigas 15 están vacías de aire.

50 Con referencia a la Figura 3, cuando el aparato está en su configuración de ascenso (flotabilidad ligeramente positiva), las cámaras 12b del extremo medio y las cámaras 12c de las esquinas están llenas de aire mientras que las cámaras restantes están llenas de agua. El volumen total de aire contenido por el cuerpo 1 de reacción es suficiente para que el cuerpo 1 de reacción logre una flotabilidad ligeramente positiva.

Debido a que las cámaras 12 están por encima del balasto 14, el centro de flotabilidad estará por encima del centro de gravedad, lo cual asegura que el cuerpo 1 de reacción permanecerá estable en el agua circundante con mínima tendencia a voltearse.

5 Como resultado de la flotabilidad ligeramente positiva y la estabilidad del cuerpo 1 de reacción en su configuración de ascenso mostrado en la Figura 3, cuando el cuerpo 1 de reacción está siendo recuperado tenderá a levantarse lenta y suavemente hacia la superficie 18 del mar. Cuando el cuerpo 1 de reacción alcanza la superficie 18 del mar se acabará de romper este último hasta el punto que la fuerza del peso y la fuerza de flotabilidad estén en equilibrio. Una vez en posición justo debajo de la superficie 18 del mar, será seguro llenar las cámaras 12 remanentes con aire para traer al aparato a su configuración de superficie.

10 Con referencia a la Figura 4, cuando el cuerpo 1 de reactor está en su configuración de descenso (flotabilidad ligeramente negativa), solo las cámaras 12c de las esquinas están todas llenas de aire. El volumen total de aire contenido dentro del cuerpo 1 de reacción es suficiente para que el aparato alcance la flotabilidad ligeramente negativa. Así como en la configuración de ascenso, las cámaras 12 que son llenadas con aire están por encima del balasto 14, asegurando de este modo que el cuerpo 1 de reacción permanecerá estable en el agua circundante con mínima
15 tendencia a voltearse durante el descenso.

Como resultado de la flotabilidad ligeramente negativa y de la estabilidad del cuerpo 1 de reacción en su configuración de descenso, cuando el aparato está siendo desplegado tenderá a hundirse lenta y suavemente desde la superficie 18 del mar hasta que sea suspendido por el flotador 2 de superficie por la línea 3 de conexión. Una vez que el cuerpo 1 de reacción está suspendido por el flotador 2 de superficie, será seguro llenar las cámaras 12 con agua para traer al
20 aparato a su configuración operativa.

Con referencia a la Figura 7, se ilustra una segunda realización de la invención. La segunda realización es similar a la primera realización pero el cuerpo 1 de reacción, es solo una armadura 10 y no tiene mamparos 11 preformados dentro de esta. En lugar de ello las vejigas 15b pueden ser llenadas ya sea con aire o con agua (en contraposición a solo aire en la primera realización) y forzadas por la armadura 10. En este caso cada una de las vejigas 15b puede ser
25 consideradas como correspondientes a su respectiva cámara 12. Las vejigas son por supuesto herméticas pero las cámaras formadas por la armadura 10 no son impermeables.

Debido a que el cuerpo 1 de reacción comprende solamente una armadura 10 no impediría que el agua pase libremente a través de este, utilizando las vejigas 15b para contener el agua permitiendo detener la masa de agua dentro de la estructura 10 del cuerpo 1 de reacción por la estructura. Esto permite que las cargas sean transferidas a la armadura 10
30 por la masa de agua en las vejigas 15b y por lo tanto ser eficaz para el propósito de la reacción.

En la configuración de superficie, las vejigas 15b son llenadas con aire y se expanden para llenar el espacio encerrado por la armadura 10. El comportamiento del aparato en la superficie será similar al de la realización anterior.

35 Con referencia a las Figuras 8 y 9, se muestra una tercera realización que incluye medios para incrementar la efectividad del reactor del cuerpo 1 de reacción. Unas alas 19 sobresalen de los lados del cuerpo 1 de reacción que incrementan la masa y la resistencia adicionales cuando el cuerpo de reacción es movido a través de la superficie 18 del mar.

Las alas 19 pueden estar orientadas de acuerdo con la dirección que la resistencia al movimiento a través del agua requiera. Por ejemplo, las alas 19 con una extensión horizontal resistirán el movimiento vertical, mientras que las alas 19 con una extensión vertical resistirán el movimiento horizontal. Las alas 19 en ángulo resistirán una combinación de
ambos movimientos horizontal y vertical.

40 En la realización ilustrada de las Figuras 8 y 9, las alas 19 están colocadas en lo alto de los lados del cuerpo 1 de reacción de forma que cuando el cuerpo está en su configuración de superficie las alas 19 están libres de agua y no interfieren con el transporte del cuerpo de reacción a través de la superficie 19 del mar. Preferiblemente las alas 19 están hechas de un material de peso ligero de forma que no alteran significativamente el centro de gravedad total del cuerpo 1 de reacción.

45 En la realización de las Figuras 8 y 9, las alas 19 pueden estar hechas de láminas de alta resistencia pero material de peso ligero, tal como un tejido de polímero o fibra de vidrio, soportadas y retenidas en tensión por los largueros 20 unidos a las esquinas superiores de la armadura 10 del cuerpo 1 de reacción. Si se requiere pueden adicionarse largueros de soporte intermedios adicionales.

50 Las alas 19 pueden ser retráctiles, lo cual permite un despliegue, recuperación y transporte fáciles en la superficie. Con referencia a la Figura 11, las alas 19b son mostradas en la posición replegada lograda plegando las alas 19 hacia el centro del cuerpo 1 de reactor; sin embargo, podría ser usado cualquier mecanismo retráctil tal como de deslizamiento, de plegamiento de acordeón o de despliegue.

Reivindicaciones

1. Un cuerpo (1) de reacción de subsuperficie para uso en un aparato para convertir el movimiento de las olas en un cuerpo de agua en energía útil.
- 5 estando dispuesto el cuerpo de reacción de subsuperficie para ser llenado selectivamente con aire en una configuración de flotabilidad máxima preestablecida (Fig. 2) y a ser llenado con agua en una configuración de flotabilidad mínima preestablecida (Fig. 1), caracterizado porque el cuerpo de reacción de subsuperficie tiene una disposición de cámaras (12) para inhibir el libre flujo de agua a través del cuerpo de reacción, estando las cámaras dispuestas para ser llenadas selectivamente de manera independiente ya sea con aire o agua para definir al menos otra configuración de flotabilidad
10 preestablecida entre las configuraciones máximas y mínimas respectivas.
2. Un cuerpo de reacción de acuerdo con la reivindicación 1, donde dichas cámaras (12) están provistas en una formación con una vejiga inflable dispuesta para llenar cada una de las cámaras respectivas de forma que las cámaras son herméticas cuando son llenadas con aire pero no son impermeables cuando son llenadas con agua.
- 15 3. Un cuerpo de reacción de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el cual se proporciona al menos otra configuración de flotabilidad preestablecida por una combinación de cámaras llenadas ya sea totalmente con aire o totalmente con agua.
- 20 4. Un cuerpo de reacción de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual hay una variedad de dichas configuraciones de flotabilidad preestablecidas que comprenden una configuración de flotabilidad ligeramente positiva y una configuración de flotabilidad ligeramente negativa.
- 25 5. Un cuerpo de reacción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 4, en el cual las cámaras están formadas por una formación de mamparos (11).
6. Un cuerpo de reacción de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual los mamparos están unidos a una armadura (10) que comprende vigas interconectadas.
- 30 7. Un cuerpo de reacción de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el cual al menos una de las cámaras está organizada para ser hecha impermeable o hermética por una vejiga respectiva (15, 15b).
8. Un cuerpo de reacción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el cual al menos uno de los mamparos comprende material de balasto (14).
- 35 9. Un cuerpo de reacción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a la 8, en donde al menos uno de los mamparos extiende solo parte de su altura entre las cubiertas adyacentes del cuerpo de reacción.
- 40 10. Un cuerpo de reacción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 9, que está provisto con alas (19) sobresalientes de los lados del mismo, estando dispuestas dichas alas para incrementar la masa efectiva y la resistencia cuando el cuerpo de reacción es movido a través del cuerpo de agua.
11. Un cuerpo de reacción de acuerdo con la reivindicación 10, en donde las alas (19b) son retráctiles.
- 45 12. Un aparato para convertir el movimiento de las olas en un cuerpo de agua en energía útil, comprendiendo el generador:
un medio de flotabilidad (2) el cual es móvil en respuesta a dicho movimiento de las olas;
un cuerpo (1) de reacción de subsuperficie conectado a dicho medio de flotabilidad por una línea (3) de conexión flexible y teniendo inercia y/o arrastre para resistir el movimiento de dicho medio de flotabilidad causado por dicho movimiento
50 de las olas;
un medio para permitir un movimiento relativo entre dicho cuerpo de reacción de subsuperficie y dicho medio de flotabilidad;
un medio (4) de conversión de energía para convertir dicho movimiento relativo en dicha energía útil; y
55 un medio de polarización para polarizar direccionalmente dicho cuerpo de reacción de subsuperficie con respecto a dicho medio de flotabilidad;

en donde el cuerpo de reacción de subsuperficie es como se define en cualquiera de las realizaciones 1 a 11, y está suspendido por un medio de flotabilidad a una profundidad establecida por la longitud de la línea (3) de conexión en la configuración de flotabilidad mínima y la flotación en la superficie de dicho cuerpo de agua en la configuración de flotabilidad máxima.

5

Figura 1

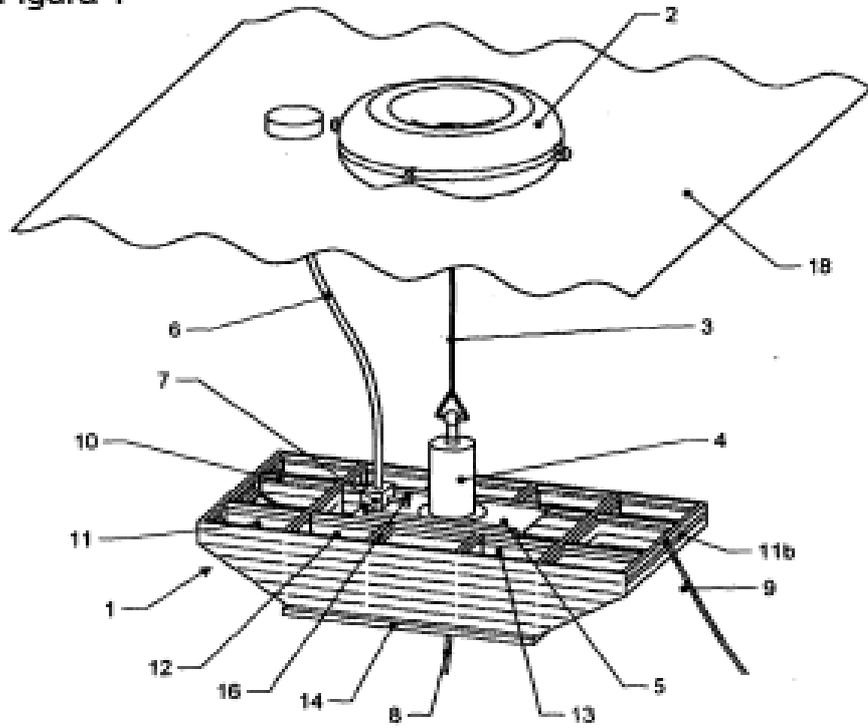


Figura 2

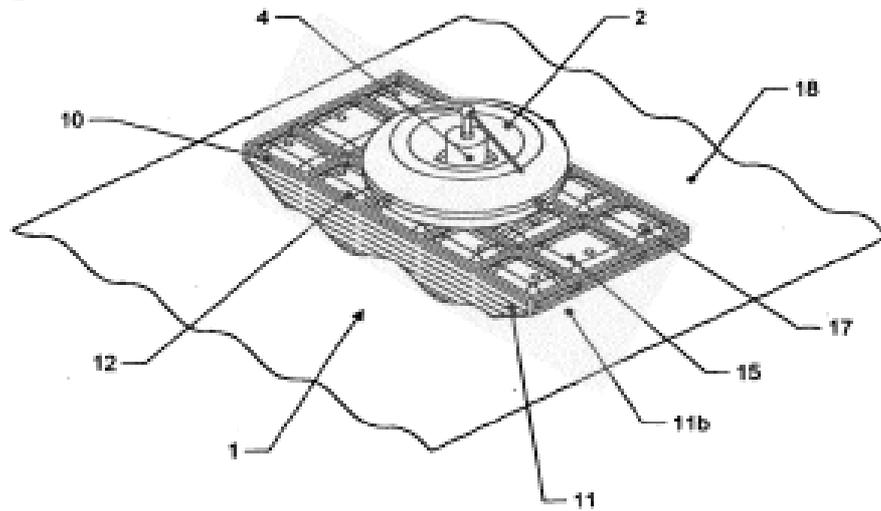


Figura 3

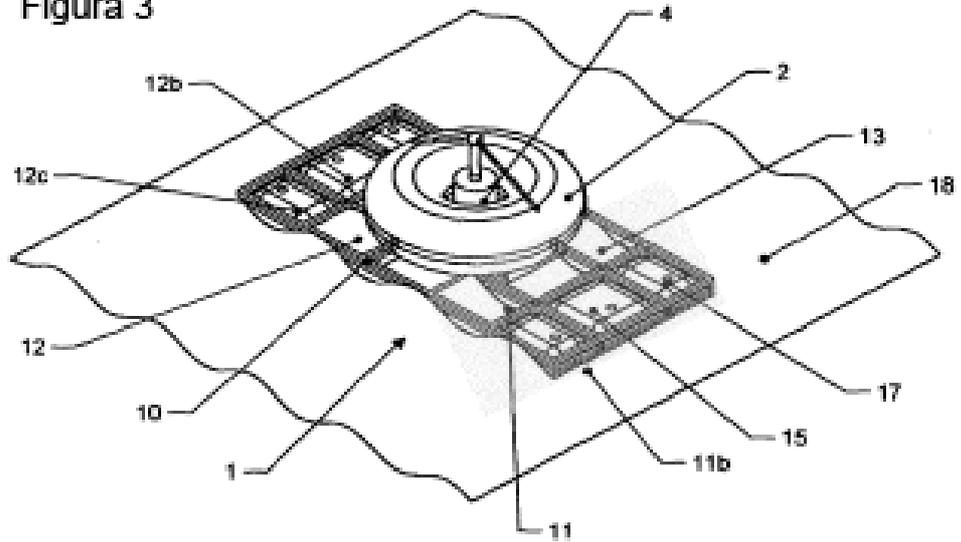


Figura 4

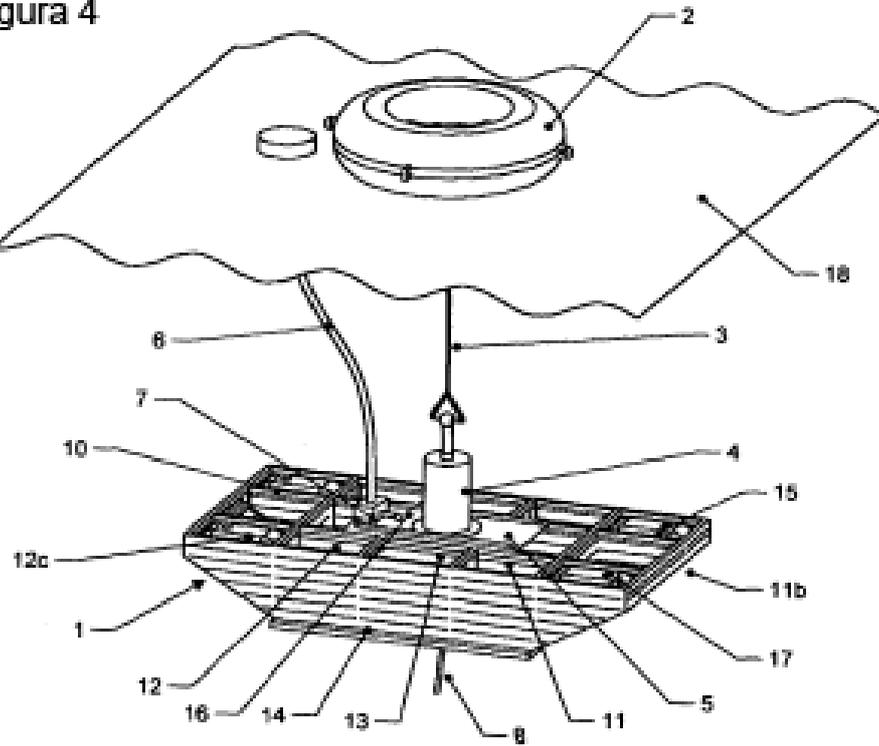


Figura 5

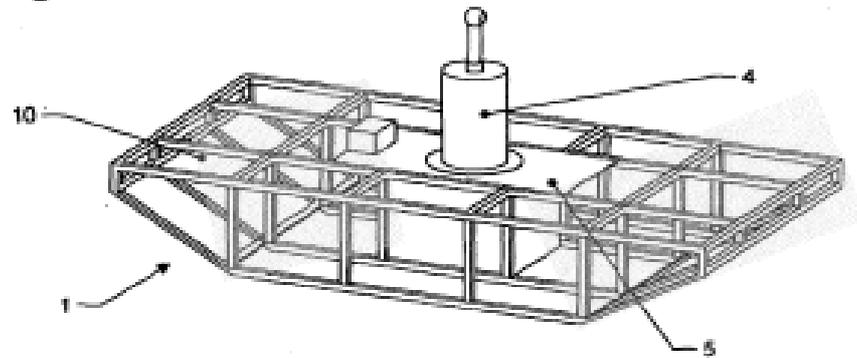


Figura 6

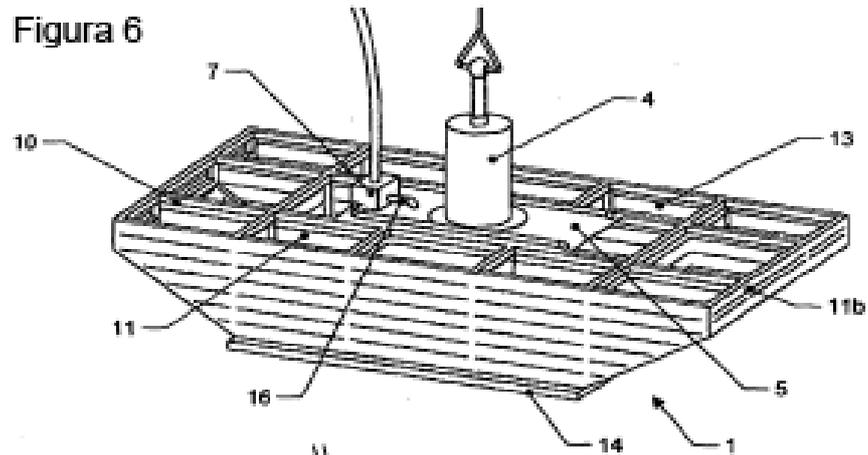


Figura 7

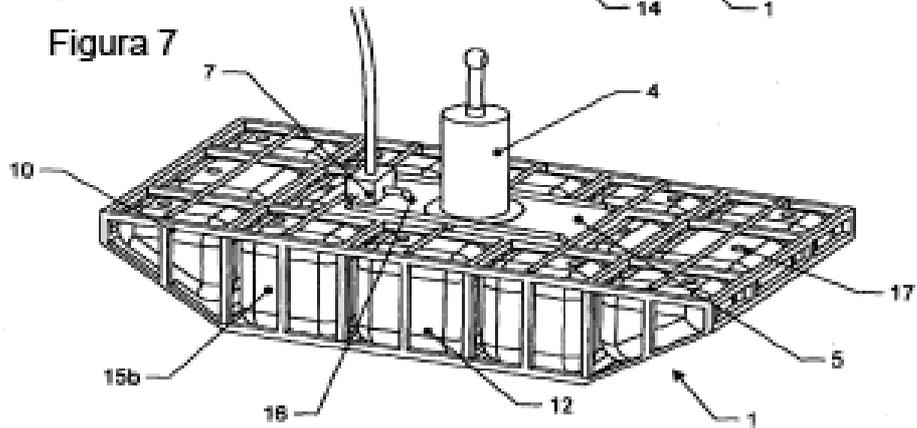


Figura 8

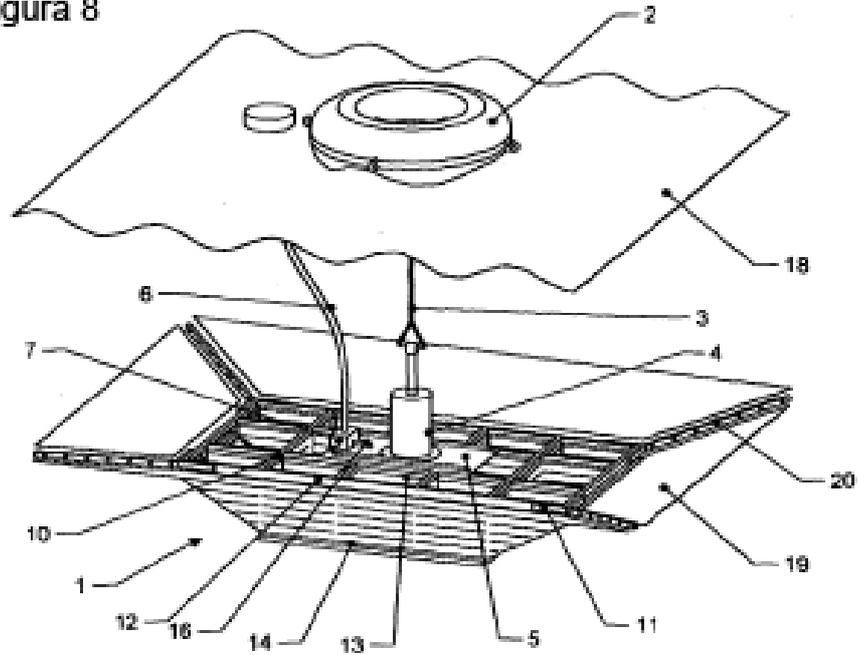


Figura 9

