

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 659**

21 Número de solicitud: 202231091

51 Int. Cl.:

B63B 21/50 (2006.01)

B63B 35/00 (2010.01)

B63B 39/00 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

21.12.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.08.2024

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

04.11.2024

Fecha de concesión:

28.03.2025

45 Fecha de publicación de la concesión:

04.04.2025

73 Titular/es:

**GAZELLE WIND POWER LIMITED (100.00%)
Barrow Street 4, South Bank
D04 TR29 Dublin IE**

72 Inventor/es:

GARCÍA FERRÁNDEZ, Antonio Luis

74 Agente/Representante:

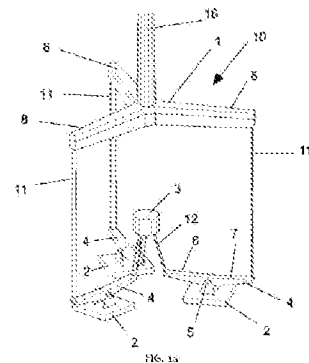
ELZABURU, S.L.P

54 Título: **Sistema de fondeo y procedimientos de instalación y desinstalación de sistema de fondeo**

57 Resumen:

Sistema de fondeo y procedimientos de instalación y desinstalación de sistema de fondeo. El sistema de fondeo (10) comprende:

- una plataforma flotante (1) de la que salen una pluralidad de primeras líneas de fondeo (11),
- al menos un bloque de anclaje (2) con al menos tres puntos de anclaje no alineados,
- un flotador central (3),
- una pluralidad de brazos basculantes (4), estando cada brazo basculante (4) unido mediante una unión articulada (5) a un bloque de anclaje (2), estando dicha unión articulada (5) situada en una zona intermedia del brazo basculante (4) de manera que cada brazo basculante (4) comprende un tramo interno (6) y un tramo externo (7) unidos en la zona intermedia del brazo basculante (4) correspondiente a la unión articulada (5), estando el tramo interno (6) situado entre la zona intermedia del brazo basculante (4) y un extremo libre interior y estando el tramo externo (7) situado entre la zona intermedia del brazo basculante (4) y un extremo libre exterior, estando el extremo libre interior más próximo al flotador central (3) que el extremo libre exterior, de modo que las primeras líneas de fondeo (11) que salen de la plataforma flotante (1) se unen a la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos externos (7) de los brazos basculantes (4), y
- unas segundas líneas de fondeo (12) entre el flotador central (3) y las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos (6) de los brazos basculantes (4).



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.

Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 976 659 B2

DESCRIPCIÓN

Sistema de fondeo y procedimientos de instalación y desinstalación de sistema de fondeo

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de fondeo especialmente indicado para plataformas flotantes que sirven de base de aerogeneradores situados en el mar. También se refiere a un procedimiento de instalación de dicho sistema de fondeo y a un procedimiento de desinstalación de dicho sistema de fondeo.

Antecedentes de la invención

Las plataformas flotantes, especialmente las dedicadas a soportar aerogeneradores para la generación de energía eléctrica a partir de energía eólica en el mar, necesitan sistemas de fondeo que las mantengan en su posición y contribuyan a su estabilidad.

En el estado de la técnica se conocen plataformas del tipo denominado TLP (por las siglas en inglés de "*Tension Leg Platform*"). Estas plataformas comprenden tres o más líneas de fondeo (normalmente cadenas o cables que unen la plataforma con pilotes anclados al fondo marino). Las líneas de fondeo de las plataformas TLP están diseñadas para disponerse en tensión, uniéndose en posición vertical la plataforma con cada uno de los pilotes anclados en el fondo marino. Las plataformas TLP comprenden un conjunto de flotadores diseñados para producir un exceso de flotabilidad de la plataforma (teniendo en cuenta el peso de la estructura que se asienta sobre la plataforma). Este exceso de flotabilidad garantiza un elevado nivel de tensión en los cables, que a su vez garantiza que éstos estén siempre dispuestos en posición vertical. De esta forma, se evitan los movimientos de cabeceo y balanceo de la plataforma y de la estructura que se asienta sobre la plataforma.

El documento EP 2743170 A1 describe un ejemplo de plataforma TLP.

Un inconveniente de las plataformas TLP es que la elevada tensión de los cables necesaria para mantenerlos en posición vertical y evitar así los movimientos de cabeceo y/o de balanceo produce también un bloqueo de los desplazamientos en dirección vertical de la plataforma. Así pues, al subir la marea, la plataforma no puede desplazarse hacia arriba (debido a que las líneas de fondeo tienen una extensibilidad reducida o nula) y, por tanto, la tensión en las líneas de fondeo aumenta considerablemente. Esto provoca un elevado riesgo de rotura de las líneas de fondeo y obliga a disponer de líneas de fondeo de sección elevada o a aumentar el número de líneas de fondeo. Adicionalmente, en las plataformas TLP, en situaciones de marea muy baja, la plataforma baja también y las líneas de fondeo pueden destensarse mucho, aumentando el riesgo de que la plataforma se desplace tanto vertical como lateralmente de manera descontrolada, y aumentando también el riesgo de que se produzcan movimientos de cabeceo y/o balanceo (debido al empuje del viento y/o de las olas sobre la plataforma y la estructura que se asienta sobre ella) que pueden llegar a producir el vuelco de la plataforma.

Para evitar los inconvenientes mencionados, se conocen otro tipo de plataformas flotantes en donde las líneas de fondeo están conectadas con un contrapeso a través de poleas situadas en la plataforma. Este tipo de plataformas permiten el desplazamiento vertical y lateral de la plataforma ante las mareas, las olas y el viento, haciendo por tanto que no sea necesario disponer de un número elevado de líneas de fondeo o de líneas de fondeo de una sección elevada. El documento ES 2629867 A2 describe una plataforma de este tipo.

5 Un inconveniente de las plataformas dotadas de contrapeso y poleas como las descritas anteriormente es que las líneas de fondeo (especialmente cuando se trata de cables de fondeo) experimentan fatiga por flexión a lo largo del tiempo ya que, a su paso por las poleas, las líneas de fondeo en tensión flexionan y se desgastan. Este hecho puede llegar a producir, con el paso del tiempo, la rotura de las líneas de fondeo.

Sumario de la invención

10 El objeto de la presente invención es, pues, proporcionar un sistema de fondeo que permita subsanar los inconvenientes de la técnica anterior.

La invención proporciona un sistema de fondeo que comprende:

- 15 - una plataforma flotante de la que salen una pluralidad de primeras líneas de fondeo,
- al menos un bloque de anclaje, con al menos tres puntos de anclaje no alineados,
- un flotador central,
- 20 - una pluralidad de brazos basculantes, estando cada brazo basculante unido mediante una unión articulada a un bloque de anclaje, estando dicha unión articulada situada en una zona intermedia del brazo basculante de manera que cada brazo basculante comprende un tramo interno y un tramo externo unidos en la zona intermedia del brazo basculante correspondiente a la unión articulada, estando el tramo interno situado entre
- 25 la zona intermedia del brazo basculante y un extremo libre interior y estando el tramo externo situado entre la zona intermedia del brazo basculante y un extremo libre exterior, estando el extremo libre interior más próximo al flotador central que el extremo libre exterior, de modo que las primeras líneas de fondeo que salen de la plataforma flotante se unen a la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos
- 30 externos de los brazos basculantes, y
- unas segundas líneas de fondeo entre el flotador central y las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos de los brazos basculantes.

35 La invención también proporciona un procedimiento de instalación del sistema de fondeo que comprende los siguientes pasos:

- 40 - ensamblaje del al menos un bloque de anclaje con los brazos basculantes, estando cada brazo basculante unido mediante una unión articulada con un soporte a un bloque de anclaje; fijación de las primeras líneas de fondeo a la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos externos de los brazos basculantes; y unión del extremo libre de las primeras líneas de fondeo con una boya respectiva,
- 45 - fijación de las segundas líneas de fondeo al flotador central,
- colocación del al menos un bloque de anclaje sobre el fondo marino, de modo que las primeras líneas de fondeo se despliegan verticalmente colgadas de las boyas correspondientes,
- 50 - ubicación de la plataforma flotante con la torre del aerogenerador sobre la superficie marina, verticalmente con respecto a la posición del al menos un bloque de anclaje,

- se sueltan las boyas del extremo de las primeras líneas de fondeo y se unen dichos extremos de las primeras líneas de fondeo a la plataforma flotante,
 - 5 - se coloca el flotador central junto a la plataforma flotante y se engancha el flotador central a un cabrestante que hay en el interior de la torre del aerogenerador cuyos cables atraviesan un orificio que pasa por el centro de la plataforma flotante,
 - se inunda el flotador central, de modo que desciende y queda colgado del cabrestante, con las segundas líneas de fondeo colgando de la parte inferior del flotador central,
 - 10 - unión de las segundas líneas de fondeo con las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos de los brazos basculantes,
 - se vacía el flotador central, se desengancha el cabrestante del flotador central y se recoge el cabrestante en el interior de la torre del aerogenerador.
 - 15
- La invención también proporciona un procedimiento de desinstalación del sistema de fondeo que comprende los siguientes pasos:
- 20 - se extrae el cabrestante del interior de la torre del aerogenerador, se engancha el cabrestante al flotador central, se llena de agua el flotador central y se baja el flotador central hasta que todas las primeras líneas de fondeo y las segundas líneas de fondeo se destensan,
 - separación de las segundas líneas de fondeo de las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos de los brazos basculantes,
 - 25 - se eleva el flotador central con el cabrestante hasta cerca de la plataforma flotante y se vacía el flotador central, con las segundas líneas de fondeo colgando de la parte inferior del flotador central,
 - 30 - el flotador central se desengancha del cabrestante, que se recoge en el interior de la torre del aerogenerador atravesando un orificio que pasa por el centro de la plataforma flotante,
 - se separan los extremos correspondientes de las primeras líneas de fondeo con respecto a la plataforma flotante, y se unen cada uno de estos extremos libres de las primeras líneas de fondeo con una boya respectiva,
 - 35 - se retira la plataforma flotante con la torre del aerogenerador que estaba situada sobre la superficie marina,
 - 40 - se retira el al menos un bloque de anclaje del fondo marino con sus brazos basculantes 4, elevándolo hacia la superficie marina, con las primeras líneas de fondeo 11 colgadas de las boyas 15 correspondientes, y se carga sobre una barcaza,
 - 45 - se separan las segundas líneas de fondeo del flotador central, sujetándolas sobre el techo del flotador central,
 - separación del extremo libre de las primeras líneas de fondeo de su boya respectiva, y separación de las primeras líneas de fondeo de la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos externos de los brazos basculantes, y
 - 50 - separación del al menos un bloque de anclaje de los brazos basculantes.

Mediante esta configuración se consigue un sistema de fondeo que permite minimizar el cabeceo de la plataforma, ya que las segundas líneas de fondeo se mueven sincronizadas por el movimiento del flotador central, lo que hace que las primeras líneas de fondeo también se muevan al unísono.

5 Asimismo, los brazos basculantes eliminan la necesidad de disponer de poleas, evitando, por tanto, el problema de la fatiga por flexión de los cables en las poleas.

10 El sistema descrito permite por tanto emplear cables de sección muy inferior a los cables de fondeo empleados en las plataformas TLP, y elimina el riesgo de rotura de los cables debido a la fatiga por flexión en las poleas.

Otras realizaciones ventajosas de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

15 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se ilustrará de manera no limitativa el objeto de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

20 La figura 1a muestra una vista en perspectiva de una realización del sistema de fondeo de la invención.

La figura 1b muestra un detalle ampliado de la figura 1a.

25 La figura 1c muestra una vista en planta del detalle de la figura 1b.

La figura 2a muestra una vista en perspectiva de otra realización del sistema de fondeo de la invención.

30 La figura 2b muestra un detalle ampliado de la figura 2a.

La figura 2c muestra una vista en planta del detalle de la figura 2b.

35 La figura 3a muestra una vista en perspectiva de otra realización del sistema de fondeo de la invención.

La figura 3b muestra un detalle ampliado de la figura 2a.

40 La figura 4a muestra una vista en perspectiva de otra realización del sistema de fondeo de la invención.

La figura 4b muestra un detalle ampliado de la figura 4a.

45 La figura 5a muestra una vista en perspectiva de otra realización del sistema de fondeo de la invención.

La figura 5b muestra un detalle ampliado de la figura 5a.

50 La figura 6 muestra una vista esquemática de un sistema de fondeo de la invención, en la que los brazos basculantes tienen su tramo exterior de igual longitud que su tramo interior.

La figura 7 muestra una vista esquemática de un sistema de fondeo de la invención, en la que los brazos basculantes tienen su tramo exterior más largo que su tramo interior.

La figura 8 muestra una vista esquemática de un sistema de fondeo de la invención, en la que los brazos basculantes tienen su tramo exterior y su tramo interior inclinados hacia arriba.

5 La figura 9 muestra una vista esquemática del sistema de fondeo de la invención de la figura 8, en la que la plataforma flotante se ha movido hacia arriba.

La figura 10 muestra una vista esquemática del sistema de fondeo de la invención de la figura 8, en la que la plataforma flotante se ha movido hacia abajo.

10 La figura 11 muestra una vista esquemática del sistema de fondeo de la invención de la figura 8, en la que la plataforma flotante se ha movido lateralmente.

La figura 12 muestra varios elementos del sistema de fondeo, antes de su instalación.

15 La figura 13 muestra el traslado de los elementos de la figura 12 sobre la cubierta de una barcaza.

La figura 14 muestra el traslado de la plataforma flotante del sistema de fondeo al parque eólico.

20 La figura 15 muestra la conexión de las primeras líneas de fondeo con los tramos exteriores de los brazos basculantes.

La figura 16 muestra la conexión del flotador central con el cabrestante que está en el interior de la torre del parque eólico.

25 La figura 17 muestra la etapa en la que se inunda el flotador central y desciende hasta aproximarse a los brazos basculantes.

30 La figura 18 muestra el sistema de fondeo de la invención una vez concluido el procedimiento de instalación.

Descripción detallada de la invención

35 Las figuras 1a, 1b y 1c muestran una realización de un sistema de fondeo 10 de la invención en funcionamiento, que comprende los siguientes elementos:

- una plataforma flotante 1 de la que salen una pluralidad de primeras líneas de fondeo 11,

40 - varios bloques de anclaje 2, cada uno de ellos con al menos tres puntos de anclaje no alineados,

- un flotador central 3,

45 - una pluralidad de brazos basculantes 4, de modo que cada brazo basculante 4 se encuentra unido mediante una unión articulada 5 a un bloque de anclaje 2; dicha unión articulada 5 está situada en una zona intermedia del brazo basculante 4 de manera que cada brazo basculante 4 comprende un tramo interno 6 y un tramo externo 7 unidos en la zona intermedia del brazo basculante 4 correspondiente a la unión articulada 5; el tramo interno 6 está situado entre la zona intermedia del brazo basculante 4 y un extremo libre interior, y el tramo externo 7 está situado entre la zona intermedia del brazo basculante 4 y un extremo libre exterior; el extremo libre interior está más próximo al flotador central 3 que el extremo libre exterior, de modo que las primeras líneas de fondeo 11 que salen de

la plataforma flotante 1 se unen a la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos externos 7 de los brazos basculantes 4; y

5 - unas segundas líneas de fondeo 12 entre el flotador central 3 y las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos 6 de los brazos basculantes 4.

10 La plataforma flotante 1 soporta la torre 16 del aerogenerador, que forma parte de un parque eólico.

Asimismo, cada unión articulada 5 puede estar montada en un soporte que se sitúa sobre un bloque de anclaje 2 (la figura 2b permite observar mejor estos soportes).

15 El sistema de fondeo de estas figuras 1a, 1b y 1c tiene tres bloques de anclaje (2) independientes a los que se unen los correspondientes brazos basculantes (4).

20 Las figuras 2a, 2b y 2c muestran otra realización de un sistema de fondeo de la invención en funcionamiento. Este sistema de fondeo tiene básicamente los mismos elementos que la anterior realización, pero con un único bloque de anclaje 2 al que se unen los tres brazos basculantes 4.

Los bloques de anclaje 2 tienen al menos tres puntos de anclaje no alineados, dispuestos en forma de triángulo.

25 Las figuras 3a y 3b muestran una realización de un sistema de fondeo de la invención, en el que la plataforma flotante 1 tiene forma de estrella con una pluralidad de brazos salientes 8 (tres brazos salientes, en esta realización) en disposición radial desde el centro de la plataforma flotante 1 hasta un extremo libre exterior de cada brazo saliente 8. De cada uno de los tres brazos salientes 8 de la plataforma flotante 1 salen unas primeras líneas de fondeo 11, que se unen a tres brazos basculantes 4, los cuales se encuentran también en disposición radial.

30 Las figuras 4a y 4b muestran otra realización de un sistema de fondeo de la invención, en el que se disponen unos flotadores 9 en los extremos libres de los brazos salientes 8 de la plataforma flotante 1. Estos flotadores pueden ser esbeltos y de eje vertical, y pueden sobresalir de la cubierta y el fondo de los brazos salientes 8, lo cual mejora el comportamiento hidrodinámico del sistema de fondeo cuando hay olas muy grandes.

35 Las figuras 5a y 5b muestran otra realización de un sistema de fondeo de la invención, en el que los brazos salientes consisten en celosías con barras horizontales 13 y barras inclinadas 14, y con flotadores 9 en los extremos libres de los brazos salientes 8. Esta realización es más compleja y cara, pero mejora la hidrodinámica del sistema de fondeo.

40 La figura 6 representa una realización de un sistema de fondeo de la invención, en el que el tramo interno 6 de cada brazo basculante 4 tiene la misma longitud que el correspondiente tramo externo 7 del brazo basculante 4 correspondiente.

45 La figura 7 representa una realización de un sistema de fondeo de la invención, en el que el tramo interno 6 de cada brazo basculante 4 tiene una longitud menor que el correspondiente tramo externo 7 del brazo basculante 4 correspondiente.

50 La figura 8 representa una realización de un sistema de fondeo de la invención, en el que el tramo interno 6 y el tramo externo 7 de cada brazo basculante 4 no se encuentran alineados. En la realización concreta de dicha figura, los tramos internos 6 y los tramos externos 7 de los brazos basculantes 4 presentan inclinación ascendente desde la unión articulada 5, formándose un

ángulo menor de 180° entre ellos. De este modo los brazos basculantes 4 no se golpean con el fondo marino al girar.

5 Las figuras 9, 10 y 11 muestran diferentes posibilidades de movimiento de la plataforma flotante 1 y, por tanto, del sistema de fondeo 10 de la invención.

10 En la figura 9 la plataforma flotante 1 se mueve hacia arriba, lo que hace que las primeras líneas de fondeo 11 tiren hacia arriba de los tramos externos 7 de los brazos basculantes 4, que giran alrededor de la unión articulada 5, con lo que los tramos internos 6 bajan y las segundas líneas de fondeo 12 tiran hacia abajo del flotador central 3.

15 En la figura 10 la plataforma flotante 1 se mueve hacia abajo, lo que hace que las primeras líneas de fondeo 11 se destensen y permitan así que, debido a la acción del flotador central 3, las segundas líneas de fondeo 12 tiren hacia arriba de los tramos internos 6 de los brazos basculantes 4 girando estos, alrededor de la unión articulada 5, con lo que los tramos externos 7 de los brazos basculantes 4 descienden a su vez.

20 En la figura 11 la plataforma flotante 1 se mueve lateralmente. Este movimiento hace girar los brazos basculantes 4 alrededor de la unión articulada 5, lo cual produce el movimiento del flotador central 3.

25 En las figuras 9, 10 y 11 se observa que el movimiento horizontal del flotador central 3 prácticamente desaparece, mientras que el movimiento vertical del flotador central 3 se hace pequeño.

30 El hecho de que el flotador central 3 tenga un movimiento reducido tiene efectos beneficiosos en el desgaste mecánico de los elementos que forman el sistema de fondeo, y hace que el flotador central 3 esté sometido a aceleraciones pequeñas. En concreto, la aceleración vertical hace que el flotador sea menos efectivo, pues parte de empuje vertical (que es el que tensa las líneas de fondeo) se pierde en compensar las fuerzas de inercia del propio flotador central 3. Cuanto menor es dicha aceleración, mayor es la tensión efectiva en las líneas de fondeo y más eficiente es el sistema de fondeo a la hora de mantener la plataforma derecha sin inclinación.

35 En el sistema de fondeo de la invención el movimiento del flotador central 3 es la mitad que el de la plataforma. Si las aceleraciones verticales de la plataforma flotante 1 en olas llega a ser de 3m/s^2 , las aceleraciones verticales del flotador central 3 se reducen a $1,5\text{ m/s}^2$, es decir, que mantiene gran parte de su efectividad incluso con las peores olas.

40 En la realización mostrada, por ejemplo, en las figuras 3a y 3b, la plataforma flotante 1 tiene forma de estrella con tres brazos salientes 8 en disposición radial, tres primeras líneas de fondeo 11 y tres brazos basculantes 4. No obstante, también es posible realizar sistemas de fondeo con cuatro brazos salientes 8 en la plataforma flotante 1 de los que salen cuatro primeras líneas de fondeo 11 unidas a cuatro brazos basculantes 4 en disposición radial, o con cinco brazos salientes 8 en la plataforma flotante 1 de los que salen cinco primeras líneas de fondeo 11 unidas a cinco brazos basculantes 4 en disposición radial (no representados en las figuras). Estos sistemas de fondeo son más complejos y difíciles de instalar, pero también aportan más seguridad.

45 Asimismo, las primeras líneas de fondeo 11 y las segundas líneas de fondeo 12 pueden ser cadenas o cables de fondeo.

50 El procedimiento de instalación del sistema de fondeo de la invención comprende los pasos que se describen a continuación.

5 Se fabrican los bloques de anclaje 2 y se ensamblan en tierra los bloques de anclaje 2 con los brazos basculantes 4, estando cada brazo basculante 2 unido mediante una unión articulada 5 con un soporte a un bloque de anclaje 2. También se incluyen las primeras líneas de fondeo 11 que irán a la plataforma flotante 1 con una boya 15 en la punta, cuya flotabilidad es capaz de soportar todo el peso de las primeras líneas de fondeo 11 (figura 12).

10 Se construye el flotador central 3 y se le enganchan las segundas líneas de fondeo 12 que van a conectar con el extremo interior de los brazos basculantes 4 de los bloques de anclaje 2, las segundas líneas de fondeo 12 se estiban (se colocan y se sujetan adecuadamente para que no se muevan o caigan durante el viaje) sobre el techo del flotador central 3. El flotador central 3 viajará al parque eólico vacío de lastre interior, o sea con una gran flotabilidad, (figura 13).

15 Los bloques de anclaje 2 se cargan sobre una barcaza y se trasladan al parque eólico, a la posición en la que se va a instalar el sistema de fondeo. Allí se elevan con una grúa (de la misma barcaza o desde un buque auxiliar) y se bajan hasta el fondo marino, para colocarlos en su posición adecuada, y con los brazos basculantes 4 orientados radialmente. Las primeras líneas de fondeo 11 que se conectarán a la plataforma flotante 1 quedan verticales y llegan hasta la superficie del mar, colgados de la boya 15 correspondiente (las primeras líneas de fondeo 11 son un poco más largas que la profundidad marina en el punto de instalación).

20 Se traslada la plataforma flotante 1 (flotando por sí misma) al parque eólico (figura 14).

25 Se conectan las primeras líneas de fondeo 11 a puntos fijos de la plataforma flotante 1 y se eliminan las boyas 15 de flotabilidad (son elementos auxiliares de instalación) (figura 15).

30 Se coloca el flotador central 3 cerca de la plataforma flotante 1 y se cuelga de un cabrestante tipo strand jack (es un tipo especial de gato hidráulico que arrastra cables de elevación) que hay en el interior de la torre 16 del aerogenerador, cuyos cables pasan por un orificio del centro de la plataforma flotante 1 (figura 16).

35 Se inunda el flotador central 3 (que queda colgando del cabrestante), con las segundas líneas de fondeo 12 colgando del fondo del flotador central 3 y se baja hasta cerca del fondo marino (hasta que el extremo libre de las segundas líneas de fondeo 12 quede cerca de los brazos basculantes 4 de los bloques de anclaje 2 (figura 17).

40 Se conectan las segundas líneas de fondeo 12 con las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos 6 de los brazos basculantes 4 de los bloques de anclaje 2. Esto puede hacerse con la ayuda de un ROV (vehículo de operación remota, o sea, un robot submarino).

45 Se vacía de lastre el flotador central 3 (con aire comprimido o con bombas de lastre que descargan el agua interior, a la superficie del mar) hasta que quede completamente vacío, proporcionado toda la flotabilidad que necesita este elemento.

Se desengancha el cable del cabrestante y se recoge en el interior de la torre 16 del aerogenerador. Este cable se volverá a utilizar cuando haya que desconectar el flotador central 3 (para alguna reparación, o para desmontar el sistema de fondeo) (figura 18).

50 Se conecta el cable umbilical (el de conexión del generador a la red eléctrica de tierra), de forma que el aerogenerador quede preparado para generar energía.

El procedimiento de desinstalación del sistema de fondeo 10 tiene los mismos pasos que el procedimiento de instalación del sistema de fondeo 10, pero con la secuencia temporal invertida.

5 En concreto, estos serían los pasos del procedimiento de desinstalación del sistema de fondeo 10 de la invención:

10 - se extrae el cabrestante del interior de la torre 16 del aerogenerador, se engancha el cabrestante al flotador central 3, se llena de agua el flotador central 3 y se baja el flotador central 3 hasta perder toda su flotabilidad, de modo que todas las primeras líneas de fondeo 11 y las segundas líneas de fondeo 12 se destensan,

- separación de las segundas líneas de fondeo 12 de las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos 6 de los brazos basculantes 4,

15 - se eleva el flotador central 3 con el cabrestante hasta cerca de la plataforma flotante 1 y se vacía el flotador central 3, con las segundas líneas de fondeo 12 colgando de la parte inferior del flotador central 3,

20 - el flotador central 3 (que ahora flota por sí mismo) se desengancha del cabrestante, que se recoge en el interior de la torre 16 del aerogenerador atravesando un orificio que pasa por el centro de la plataforma flotante 1,

25 - se separan los extremos correspondientes de las primeras líneas de fondeo 11 con respecto a la plataforma flotante 1, y se unen cada uno de estos extremos libres de las primeras líneas de fondeo 11 con una boya 15 respectiva,

- se retira la plataforma flotante 1 con la torre 16 del aerogenerador que estaba situada sobre la superficie marina,

30 - se retira el al menos un bloque de anclaje 2 del fondo marino con sus brazos basculantes 4, elevándolo hacia la superficie marina, con las primeras líneas de fondeo 11 colgadas de las boyas 15 correspondientes, y se carga sobre una barcaza,

35 - se separan las segundas líneas de fondeo 12 del flotador central 3, sujetándolas sobre el techo del flotador central 3,

40 - separación del extremo libre de las primeras líneas de fondeo 11 de su boya 15 respectiva, y separación de las primeras líneas de fondeo 11 de la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos externos 7 de los brazos basculantes 4, y

- separación del al menos un bloque de anclaje 2 de los brazos basculantes 4.

45 Aunque se han descrito y representado unas realizaciones de la invención, es evidente que pueden introducirse en ellas modificaciones comprendidas dentro de su alcance, no debiendo considerarse limitado éste a dichas realizaciones, sino únicamente al contenido de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de fondeo (10), que comprende:

- 5 - una plataforma flotante (1) de la que salen una pluralidad de primeras líneas de fondeo (11),
 - al menos un bloque de anclaje (2) con al menos tres puntos de anclaje no alineados, y
 - un flotador central (3),

10 caracterizado por que comprende adicionalmente:

- una pluralidad de brazos basculantes (4), estando cada brazo basculante (4) unido mediante una unión articulada (5) a un bloque de anclaje (2), estando dicha unión articulada (5) situada en una zona intermedia del brazo basculante (4) de manera que
15 cada brazo basculante (4) comprende un tramo interno (6) y un tramo externo (7) unidos en la zona intermedia del brazo basculante (4) correspondiente a la unión articulada (5), estando el tramo interno (6) situado entre la zona intermedia del brazo basculante (4) y un extremo libre interior y estando el tramo externo (7) situado entre la zona intermedia del brazo basculante (4) y un extremo libre exterior, estando el extremo libre interior más
20 próximo al flotador central (3) que el extremo libre exterior, de modo que las primeras líneas de fondeo (11) que salen de la plataforma flotante (1) se unen a la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos externos (7) de los brazos basculantes (4), y
 - unas segundas líneas de fondeo (12) entre el flotador central (3) y las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos (6) de los
25 brazos basculantes (4).

2. Sistema de fondeo, según la reivindicación 1, en el que el tramo interno (6) de cada brazo basculante (4) tiene la misma longitud que el correspondiente tramo externo (7) del brazo
30 basculante (4) correspondiente.

3. Sistema de fondeo, según la reivindicación 1, en el que el tramo interno (6) de cada brazo basculante (4) tiene una longitud menor que el correspondiente tramo externo (7) del brazo
35 basculante (4) correspondiente.

4. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tramo interno (6) y el tramo externo (7) de cada brazo basculante (4) no se encuentran alineados.

5. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la plataforma flotante (1) tiene forma de estrella con una pluralidad de brazos salientes (8) en disposición radial desde el centro de la plataforma flotante (1) hasta un extremo libre exterior de cada brazo saliente
40 (8).

6. Sistema de fondeo, según la reivindicación 5, que comprende tres brazos salientes (8) en la plataforma flotante (1) de los que salen tres primeras líneas de fondeo (11) unidas a tres brazos
45 basculantes (4) en disposición radial.

7. Sistema de fondeo, según la reivindicación 5, que comprende cuatro brazos salientes (8) en la plataforma flotante (1) de los que salen cuatro primeras líneas de fondeo (11) unidas a cuatro
50 brazos basculantes (4) en disposición radial.

8. Sistema de fondeo, según la reivindicación 5, que comprende cinco brazos salientes (8) en la plataforma flotante (1) de los que salen cinco primeras líneas de fondeo (11) unidas a cinco brazos basculantes (4) en disposición radial.
- 5 9. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, que comprende adicionalmente flotadores (9) en los extremos libres de los brazos salientes (8) de la plataforma flotante (1).
- 10 10. Sistema de fondeo, según la reivindicación 9, en el que los brazos salientes consisten en celosías con barras horizontales (13) y barras inclinadas (14).
- 15 11. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un único bloque de anclaje (2) al que se unen los brazos basculantes (4) en una pluralidad de puntos no alineados.
- 20 12. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende al menos tres bloques de anclaje (2) a los que se unen los correspondientes brazos basculantes (4).
- 25 13. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las primeras líneas de fondeo (11) y las segundas líneas de fondeo (12) son cadenas o cables de fondeo.
- 30 14. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unión de cada brazo basculante (4) con un bloque de anclaje (2) se realiza mediante una unión articulada (5) con un soporte.
- 35 15. Procedimiento de instalación de sistema de fondeo de las reivindicaciones anteriores, que comprende los siguientes pasos:
- 40 - ensamblaje del al menos un bloque de anclaje (2) con los brazos basculantes (4), estando cada brazo basculante (4) unido mediante una unión articulada (5) con un soporte a un bloque de anclaje (2); fijación de las primeras líneas de fondeo (11) a la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos externos (7) de los brazos basculantes (4); y unión del extremo libre de las primeras líneas de fondeo (11) con una boya (15) respectiva,
- 45 - fijación de las segundas líneas de fondeo (12) al flotador central (3),
- colocación del al menos un bloque de anclaje (2) sobre el fondo marino, de modo que las primeras líneas de fondeo (11) se despliegan verticalmente colgadas de las boyas (15) correspondientes,
- 50 - ubicación de la plataforma flotante (1) con la torre (16) del aerogenerador sobre la superficie marina, verticalmente con respecto a la posición del al menos un bloque de anclaje (2),
- se sueltan y retiran las boyas (15) del extremo de las primeras líneas de fondeo (11) y se unen dichos extremos de las primeras líneas de fondeo (11) a la plataforma flotante (1),
- se coloca el flotador central (3) junto a la plataforma flotante (1) y se engancha el flotador central (3) a un cabrestante que hay en el interior de la torre (16) del aerogenerador cuyos cables atraviesan un orificio que pasa por el centro de la plataforma flotante (1),

- se inunda el flotador central (3), de modo que desciende y queda colgado del cabrestante, con las segundas líneas de fondeo (12) colgando de la parte inferior del flotador central (3),
- 5 - unión de las segundas líneas de fondeo (12) con las partes extremas interiores que contienen los extremos libres interiores de los tramos internos (6) de los brazos basculantes (4), y
- se vacía el flotador central (3), se desengancha el cabrestante del flotador central (3) y se recoge el cabrestante en el interior de la torre (16) del aerogenerador.
- 10 16. Procedimiento de desinstalación del sistema de fondeo de las reivindicaciones anteriores, que comprende los siguientes pasos:
 - se extrae el cabrestante del interior de la torre (16) del aerogenerador, se engancha el
 - 15 cabrestante al flotador central (3), se llena de agua el flotador central (3) y se baja el flotador central (3) hasta que todas las primeras líneas de fondeo (11) y las segundas líneas de fondeo (12) se destensan,
 - separación de las segundas líneas de fondeo (12) de las partes extremas interiores que
 - 20 contienen los extremos libres interiores de los tramos internos (6) de los brazos basculantes (4),
 - se eleva el flotador central 3 con el cabrestante hasta cerca de la plataforma flotante 1 y se vacía el flotador central (3), de modo que asciende y se sitúa junto a la plataforma flotante (1), con las segundas líneas de fondeo (12) colgando de la parte inferior del flotador central (3),
 - 25 - el flotador central (3) se desengancha del cabrestante, que se recoge en el interior de la torre (16) del aerogenerador atravesando un orificio que pasa por el centro de la plataforma flotante (1),
 - se separan los extremos correspondientes de las primeras líneas de fondeo (11) con respecto
 - 30 a la plataforma flotante (1), y se unen cada uno de estos extremos libres de las primeras líneas de fondeo (11) con una boya (15) respectiva,
 - se retira la plataforma flotante (1) con la torre (16) del aerogenerador que estaba situada sobre la superficie marina,
 - 35 - se retira el al menos un bloque de anclaje (2) con sus brazos basculantes (4) del fondo marino, elevándolo hacia la superficie marina, con las primeras líneas de fondeo (11) colgadas de las boyas (15) correspondientes, y se carga sobre una barcaza,
 - 40 - se separan las segundas líneas de fondeo (12) del flotador central (3), sujetándolas sobre el techo del flotador central (3),
 - separación del extremo libre de las primeras líneas de fondeo (11) de su boya (15) respectiva,
 - 45 y separación de las primeras líneas de fondeo (11) de la parte extrema exterior que contiene el extremo libre exterior de los tramos externos (7) de los brazos basculantes (4), y
 - separación del al menos un bloque de anclaje (2) de los brazos basculantes (4).

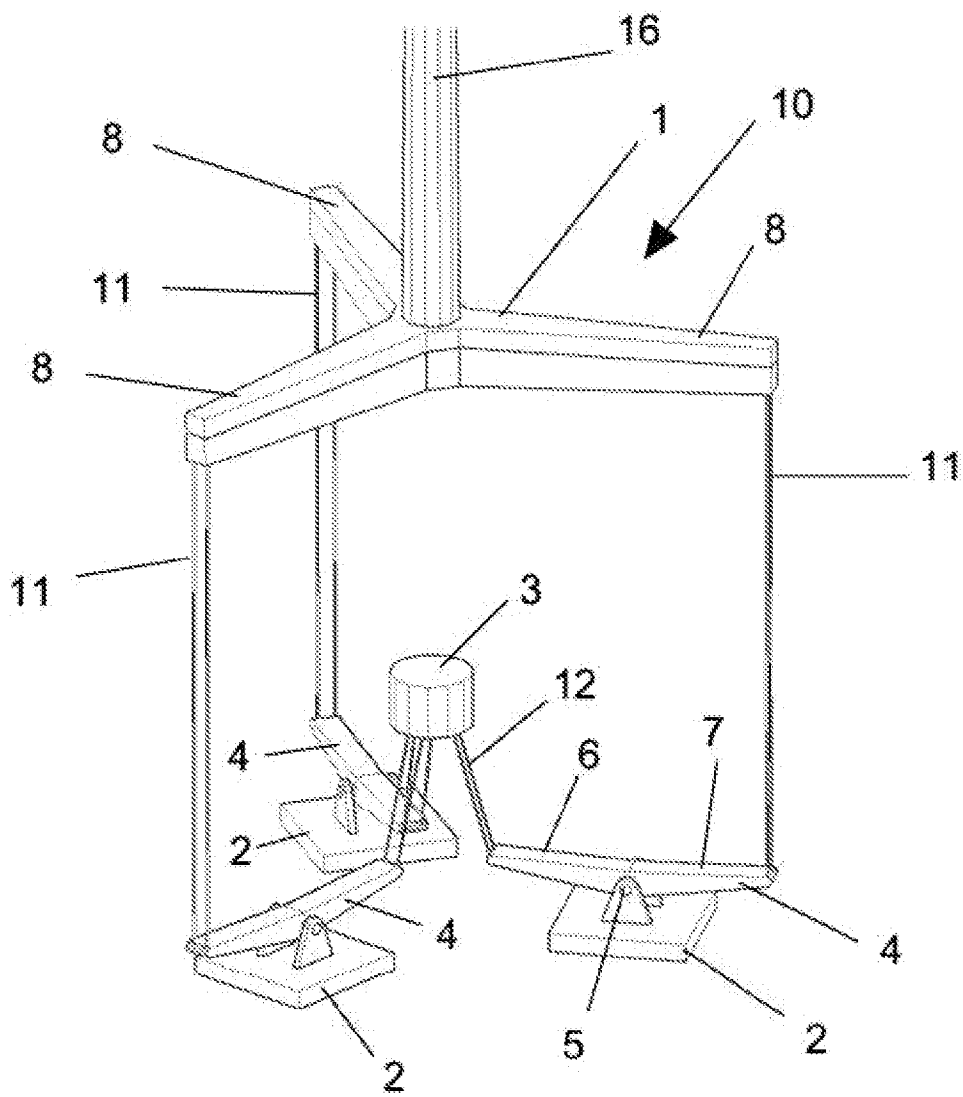
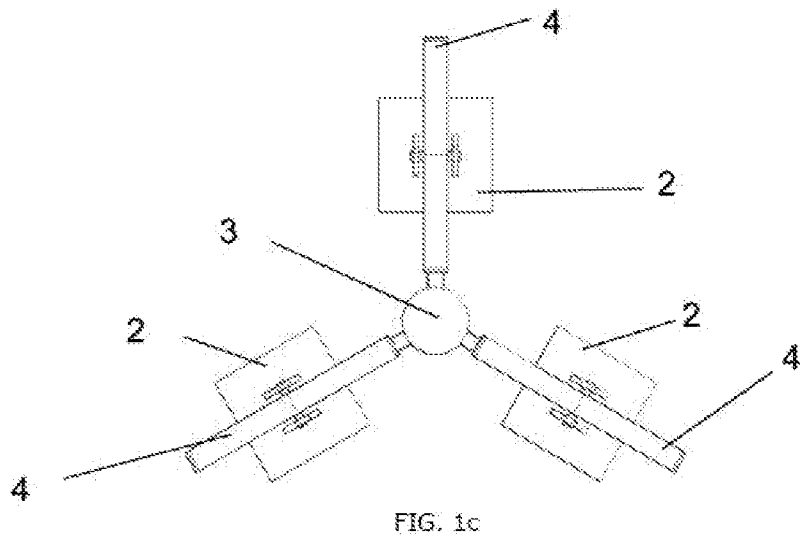
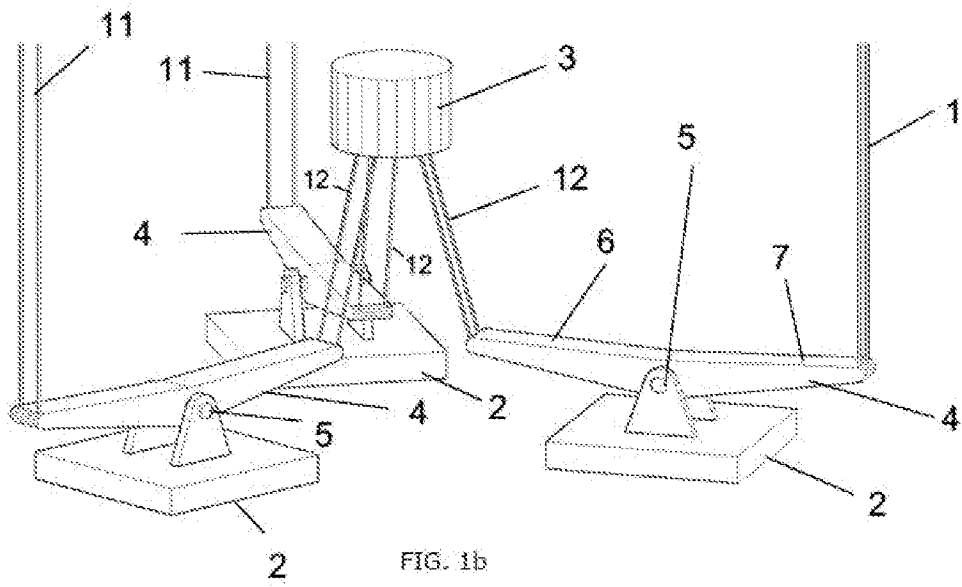


FIG. 1a



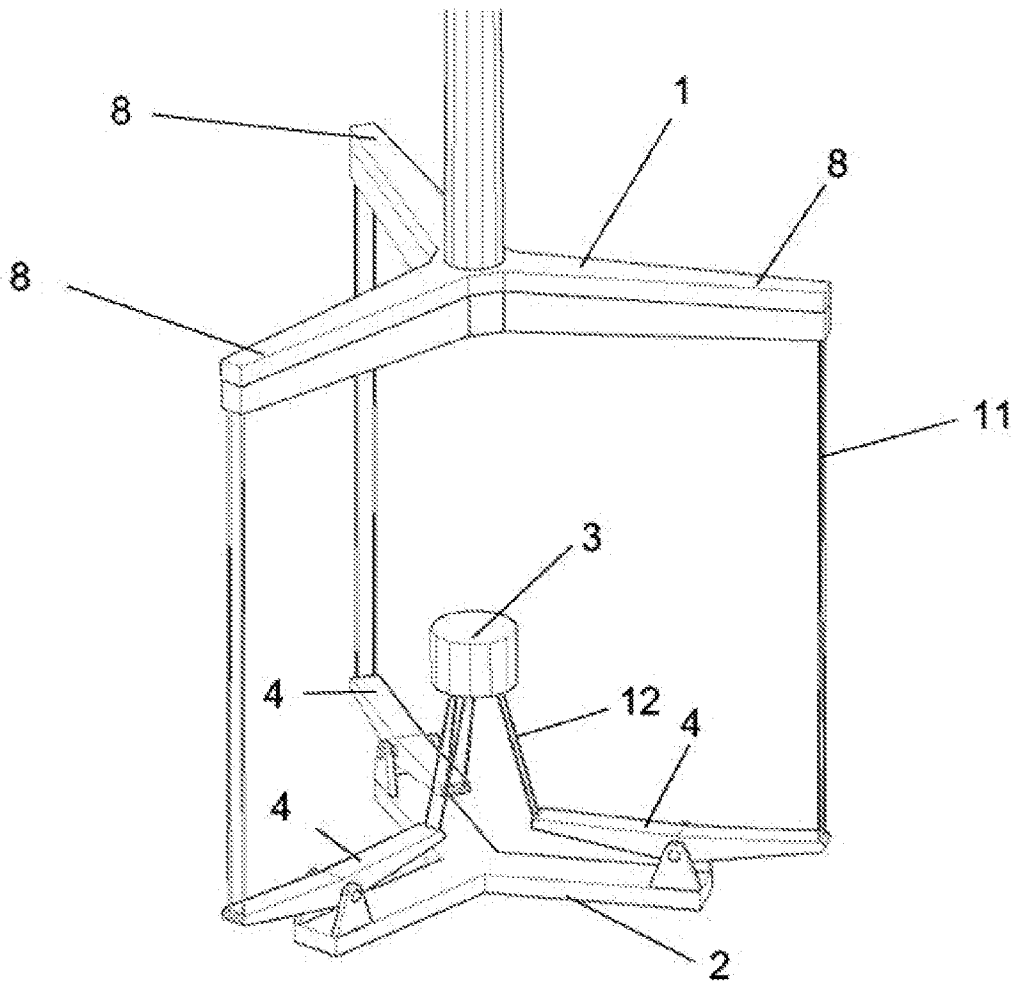


FIG. 2a

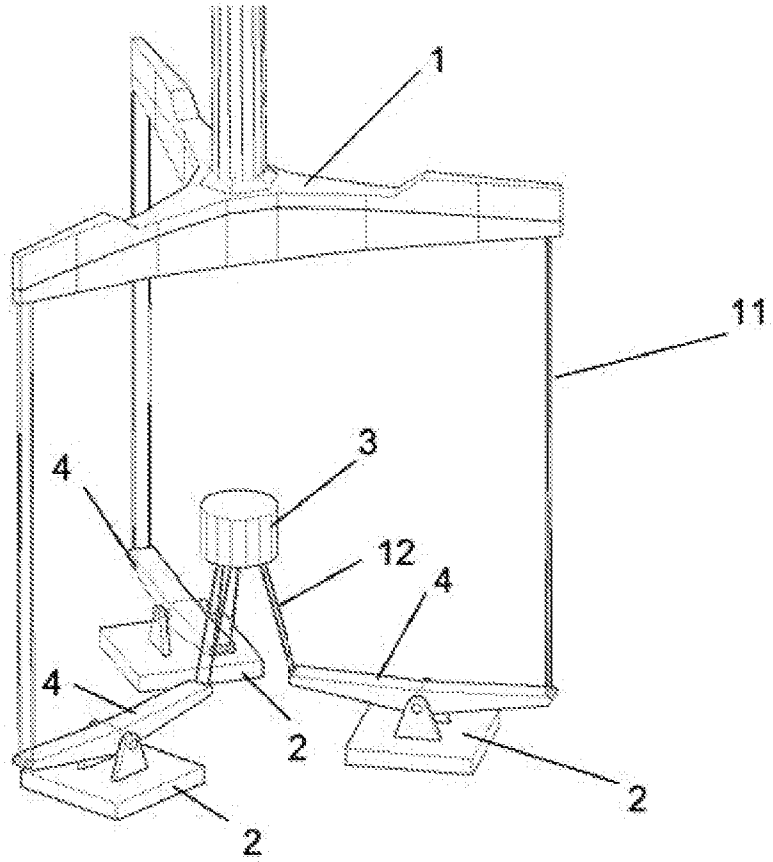


FIG. 3a

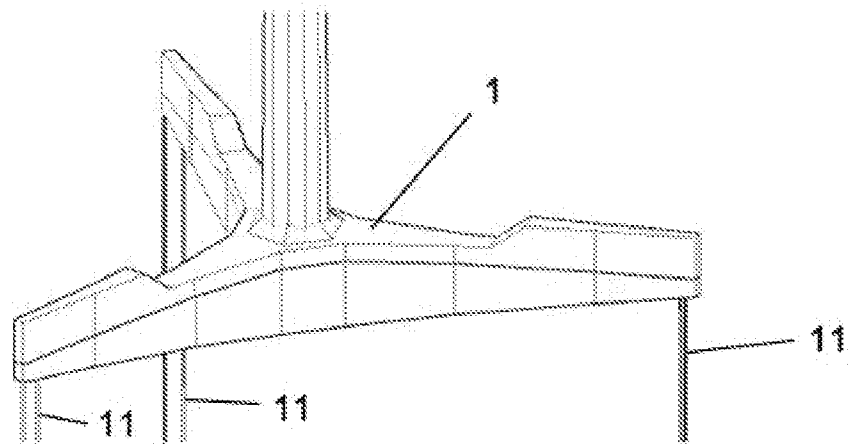


FIG. 3b

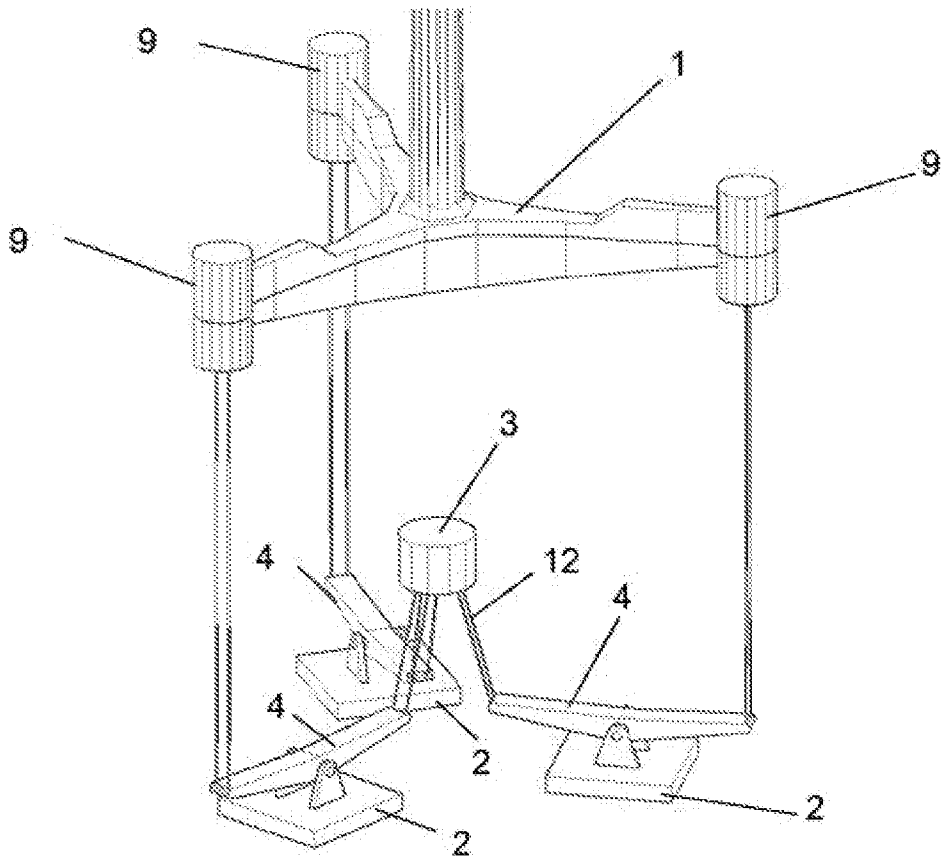


FIG. 4a

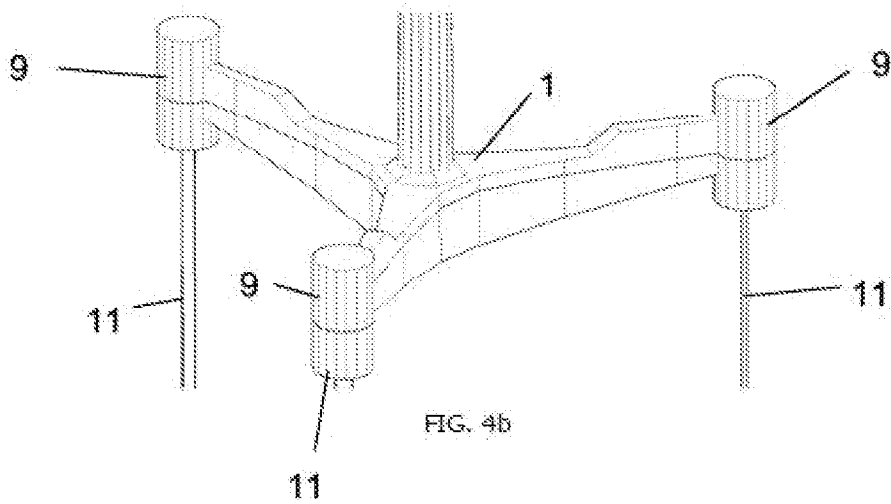


FIG. 4b

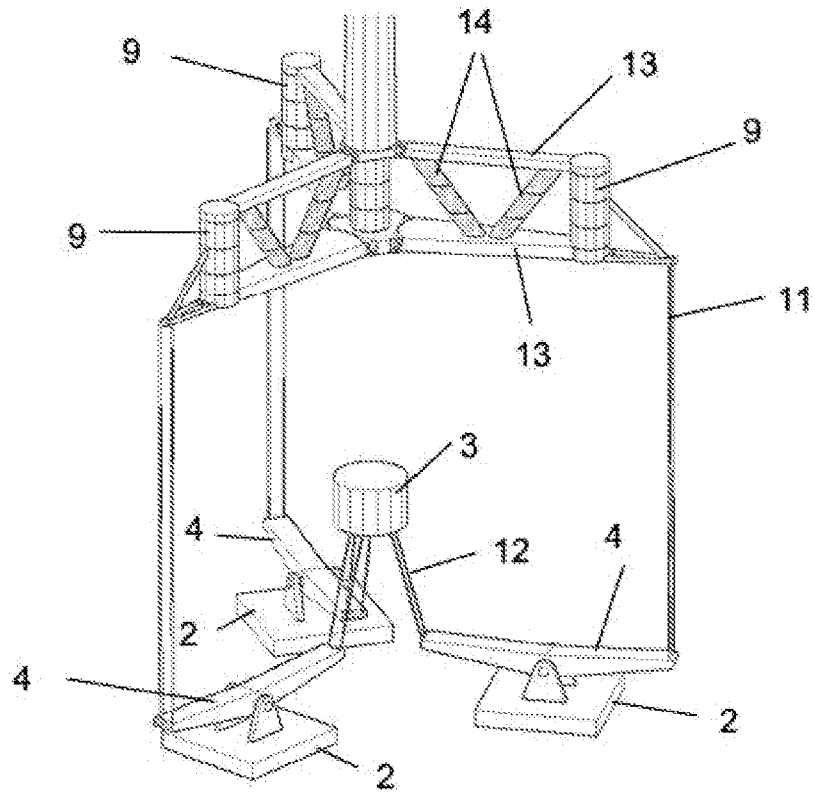


FIG. 5a

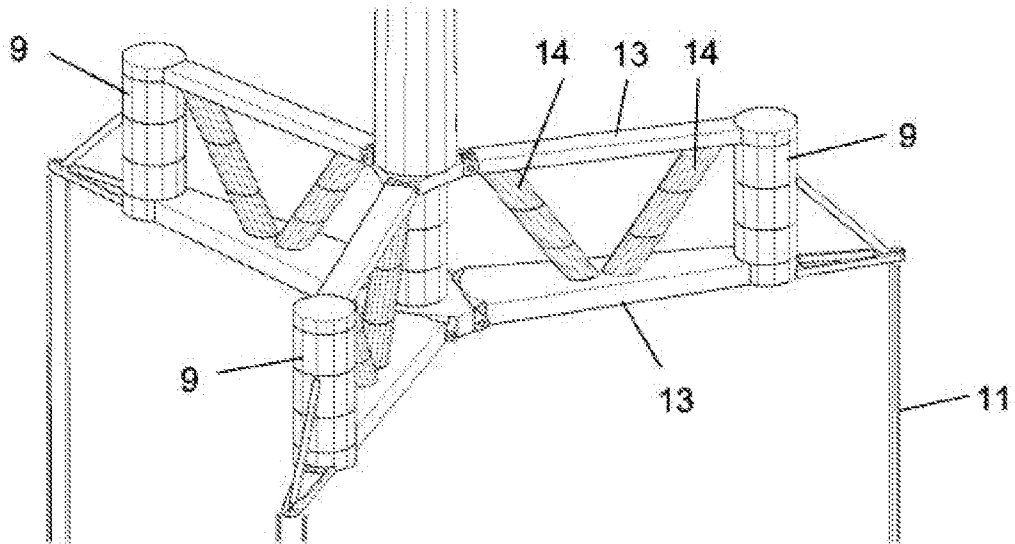


FIG. 5b

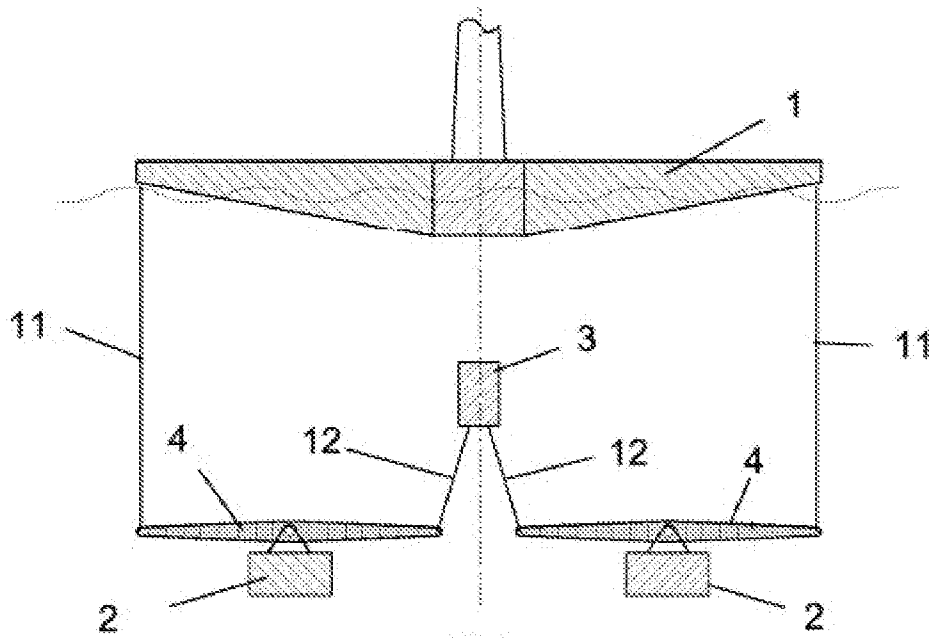


FIG. 6

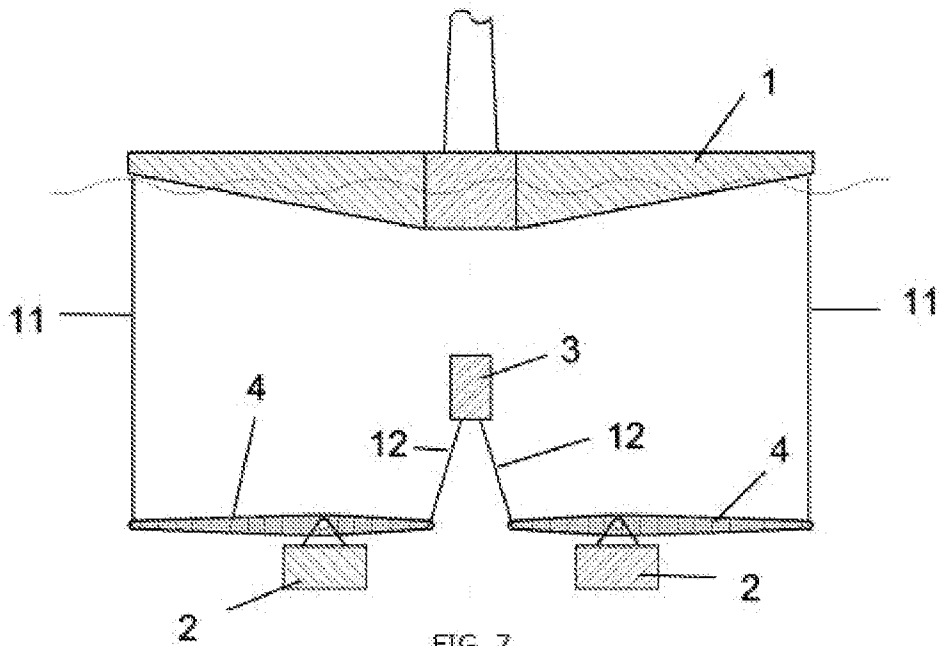


FIG. 7

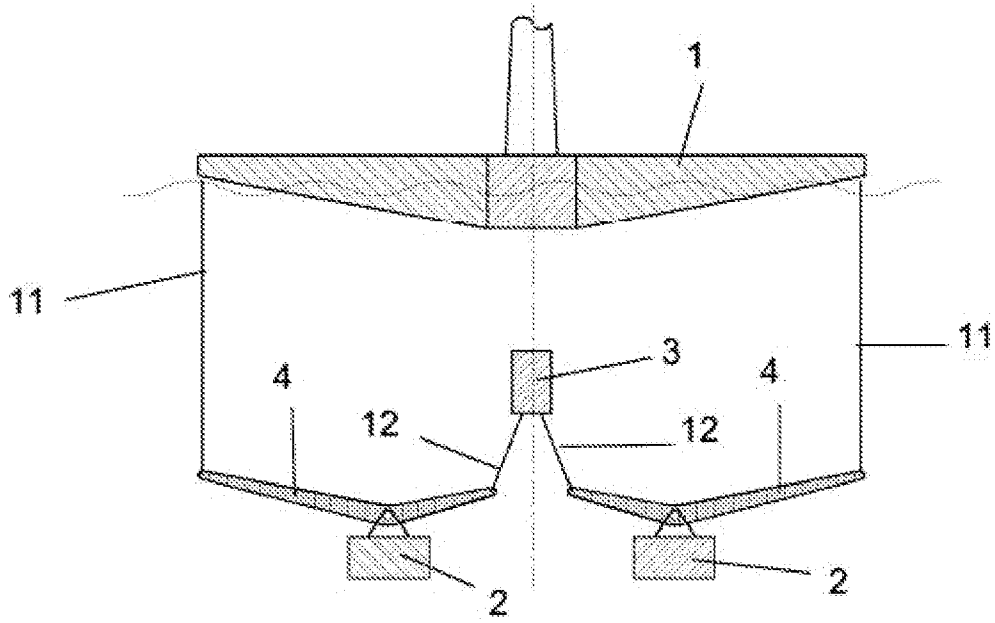


FIG. 8

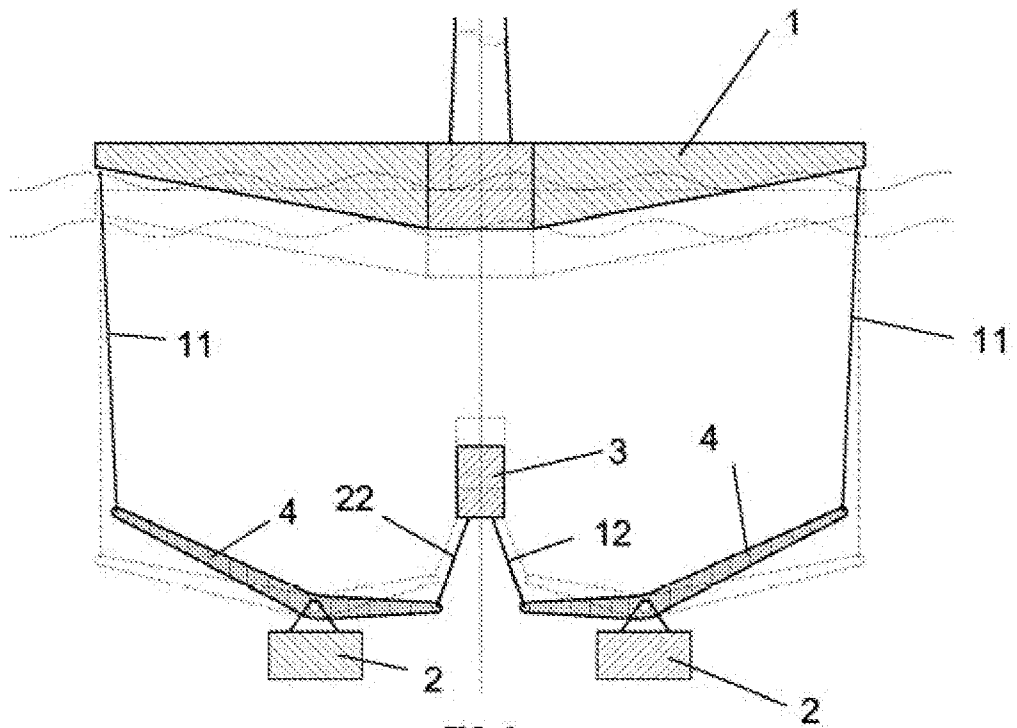


FIG. 9

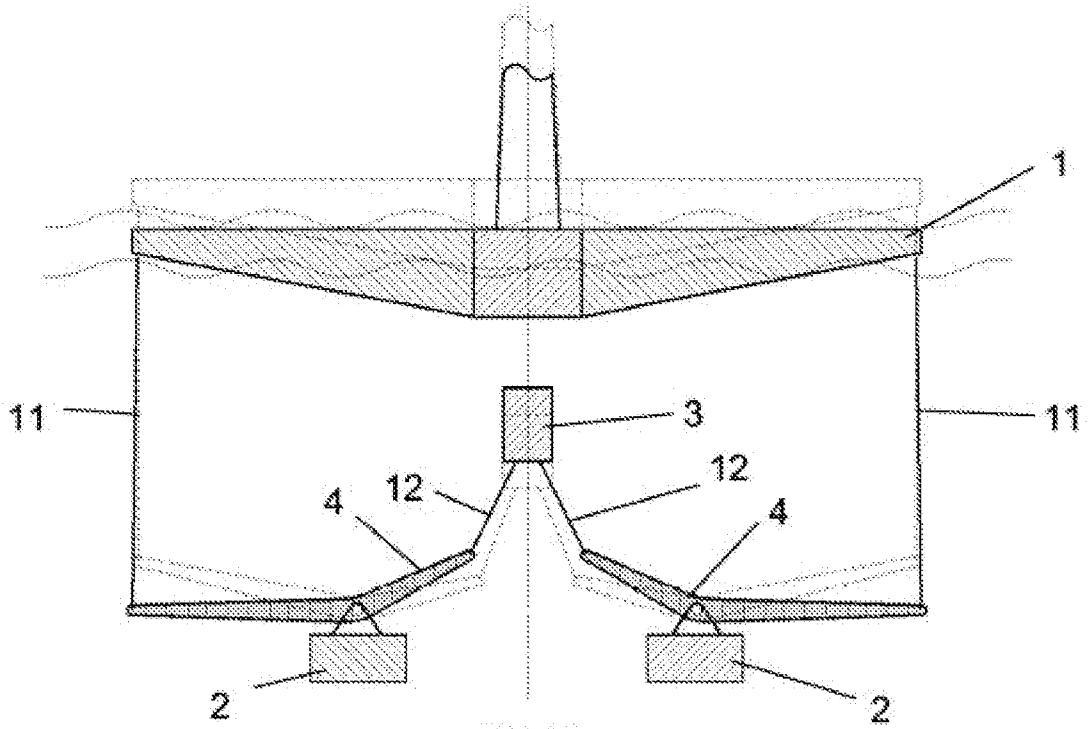


FIG. 10

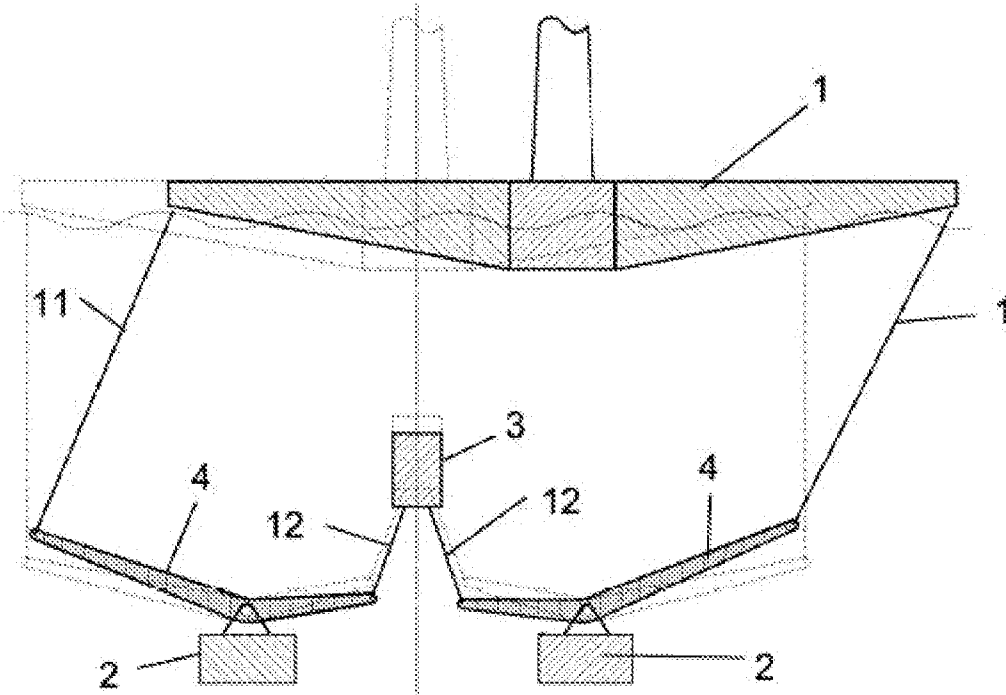


FIG. 11

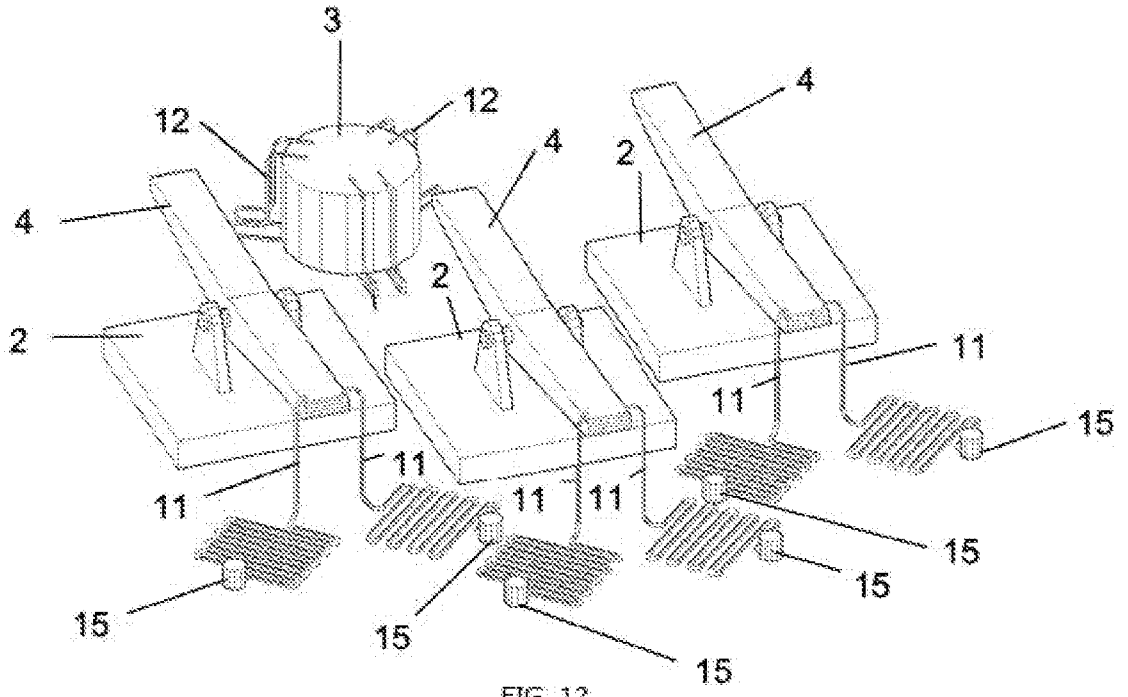


FIG. 12

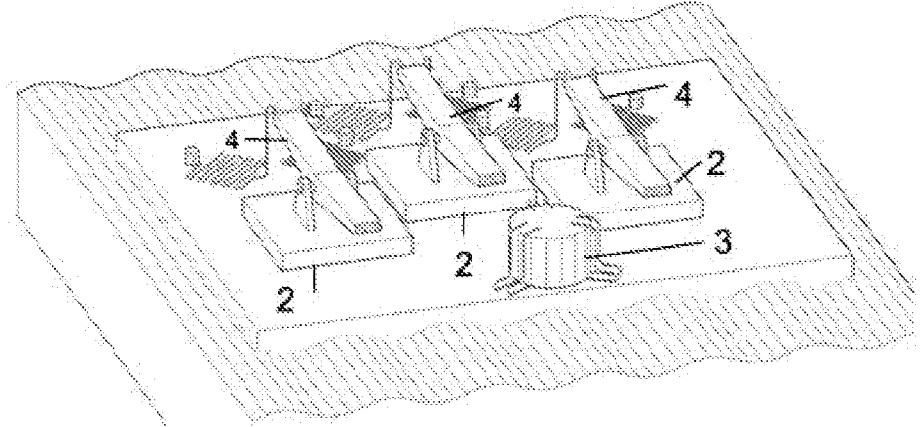


FIG. 13

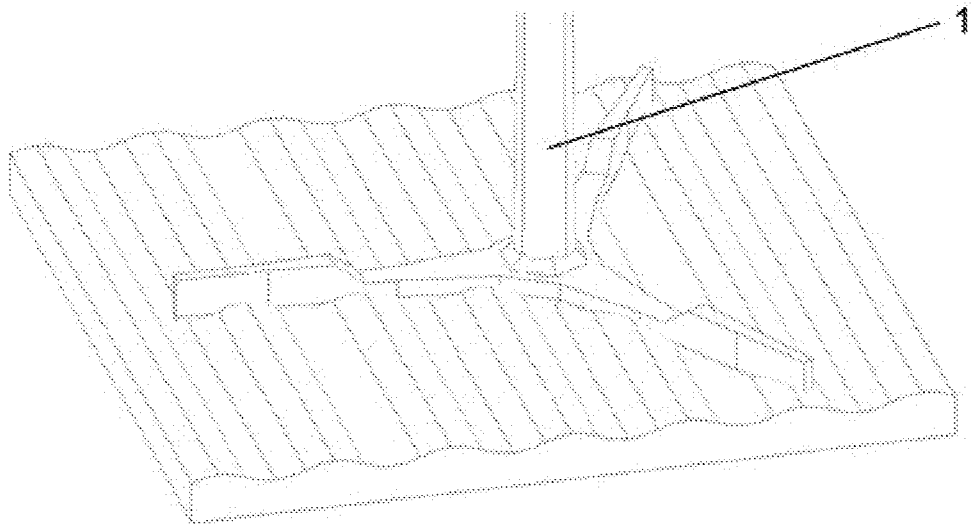


FIG. 14

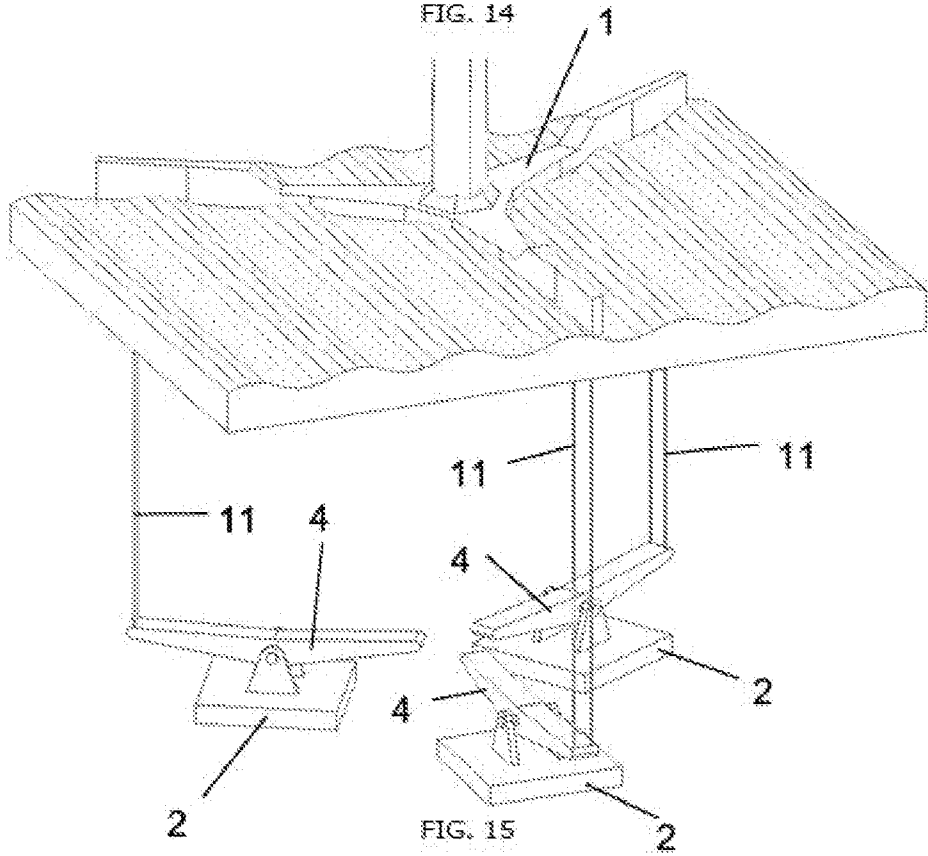


FIG. 15

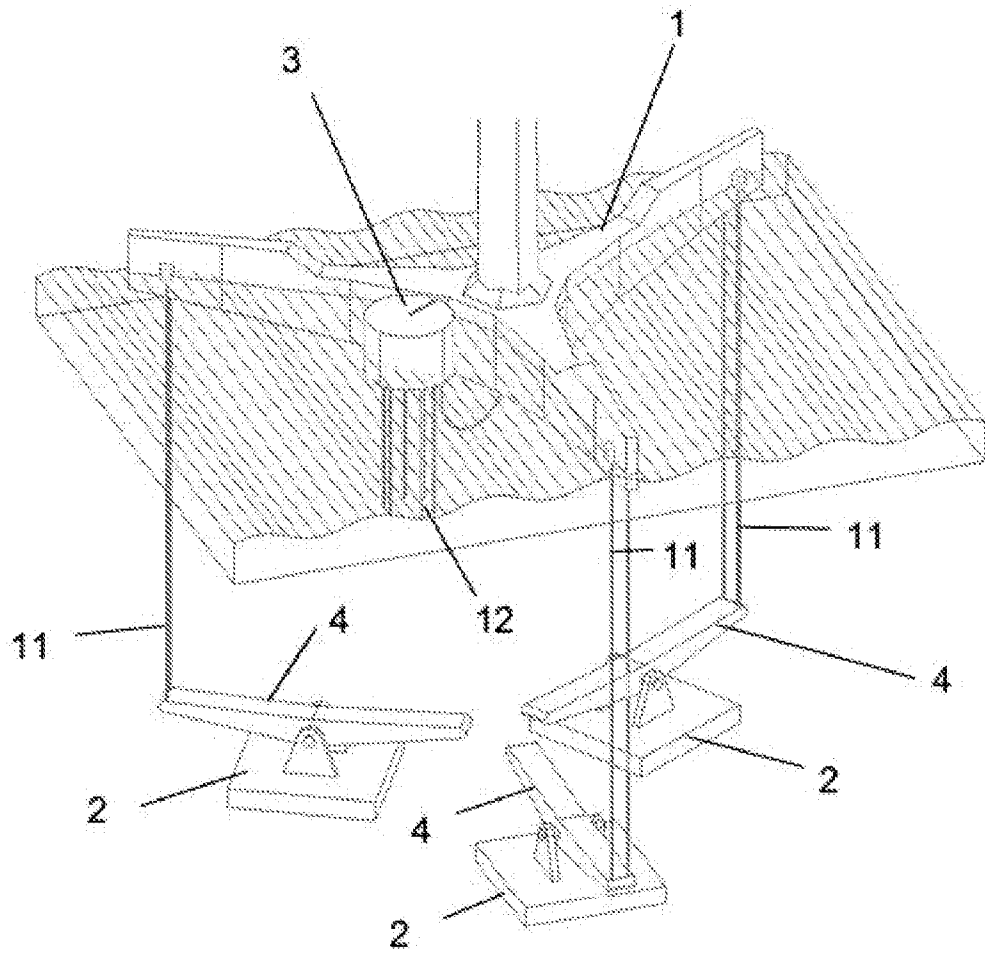
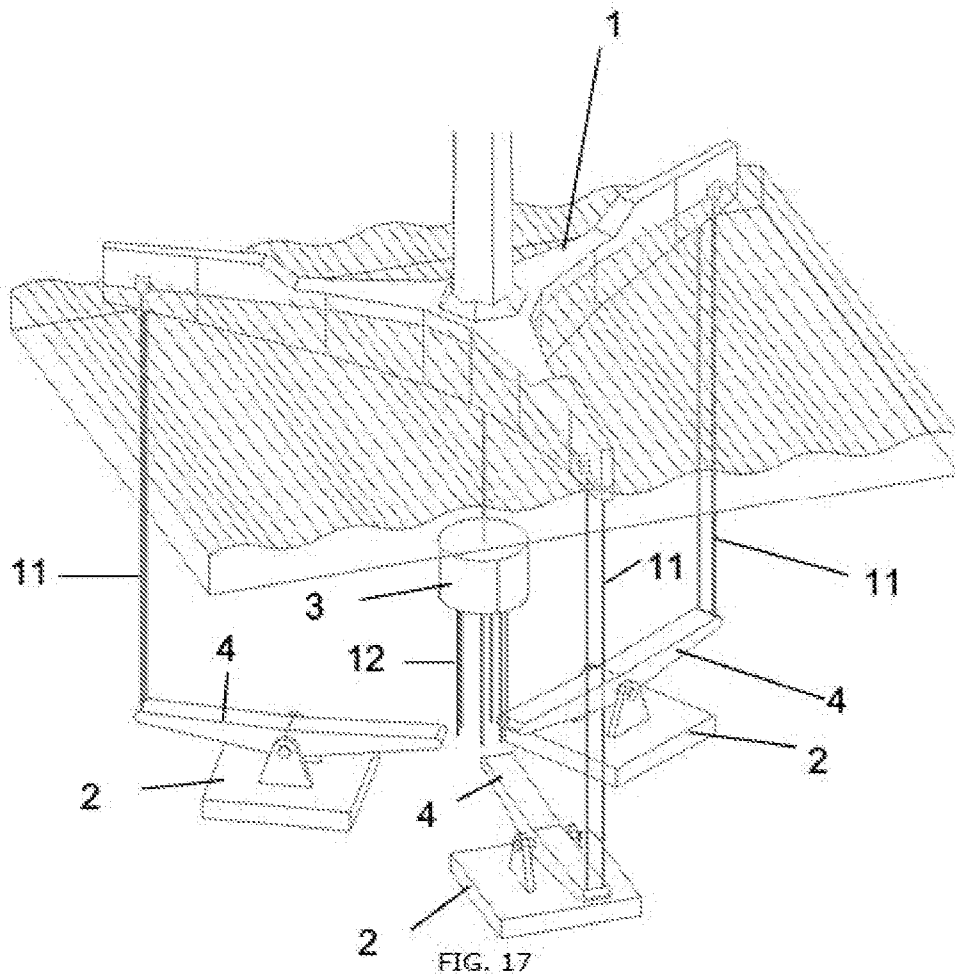


FIG. 16



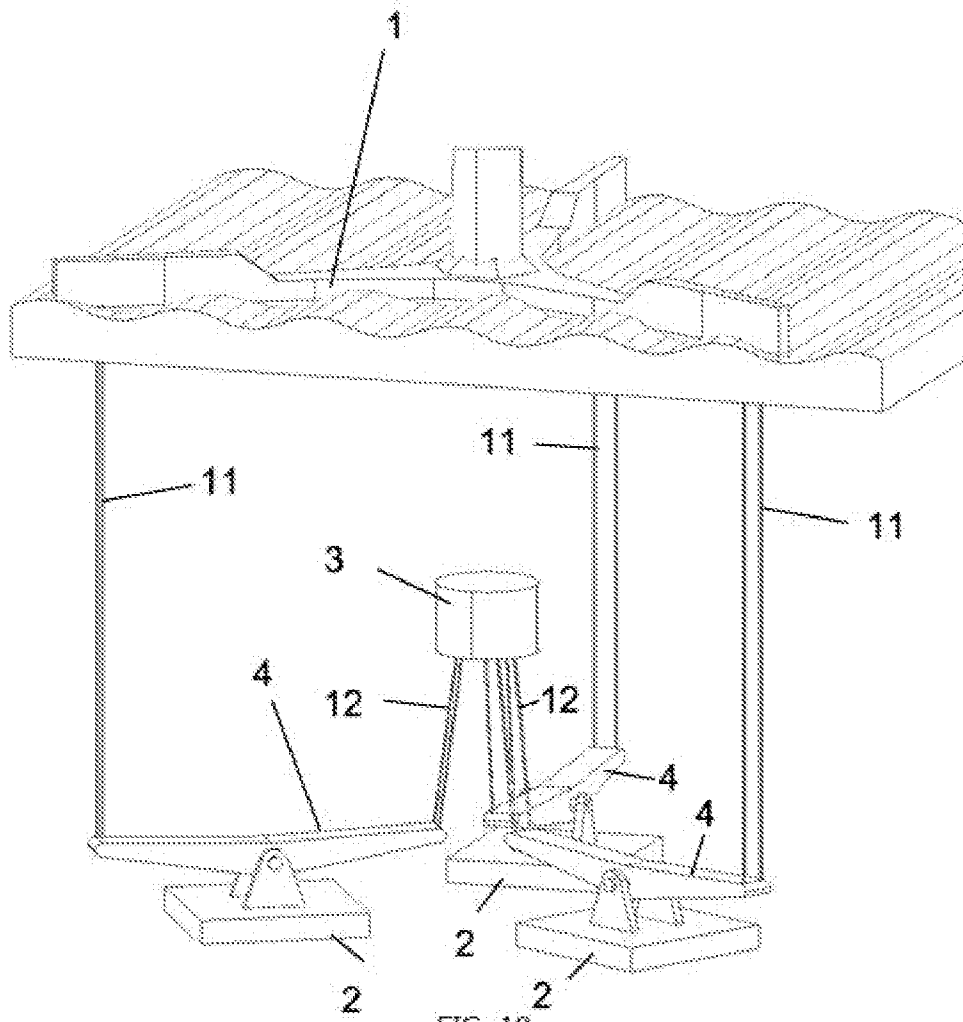


FIG. 18