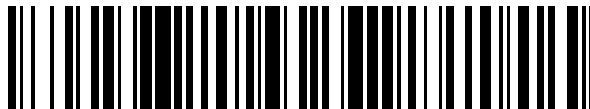


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 695 308**

21 Número de solicitud: 201730847

51 Int. Cl.:

B63B 21/56 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

F03B 13/12 (2006.01)

E02B 17/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

27.06.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

03.01.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

25.01.2019

Fecha de concesión:

04.07.2019

45 Fecha de publicación de la concesión:

11.07.2019

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
(100.0%)**

**Ramiro de Maeztu, 7
28040 MADRID (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**LÓPEZ PIÑEIRO, Amable;
NUÑEZ RIVAS, Luis Ramón y
SOMOLINOS SÁNCHEZ, José Andrés**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **Sistema de fondeo y método de instalación de sistema de fondeo en fondo marino**

57 Resumen:

La invención se refiere a un sistema de fondeo con medios de unión conectables a cables de fondeo (20), de remolque y bajada (19), y a cables guía (17, 18) de cables eléctricos de transmisión de energía y señal, y medios de fijación al fondo marino. El sistema tiene al menos un tubo de paso (7) en el interior para el paso y sujeción de cables eléctricos de transmisión de energía y señal. Adicionalmente la invención se refiere a un método de instalación de sistema de fondeo en fondo marino, donde se fabrica una estructura principal (1) en tierra y se instalan los cables necesarios, se remolca la estructura principal (1) hasta un punto deseado y se baja fijándola al fondo marino. Finalmente se colocan cables eléctricos de transmisión de energía y señal en al menos un tubo de paso (7) en el interior de la estructura principal (1).

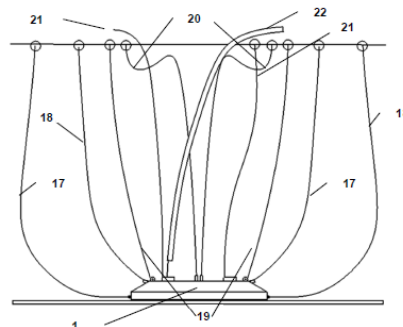


Fig. 8

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 2 695 308 B2

DESCRIPCIÓN

Sistema de fondeo y método de instalación de sistema de fondeo en fondo marino

5

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de las energías renovables, concretamente a las energías renovables marinas, y más concretamente a los sistemas auxiliares de fondeo y de conexión de energía de los dispositivos de aprovechamiento de energías renovables marinas de primera y segunda generación. La invención se refiere en particular a un sistema de fondeo con medios de unión para la conexión del cableado de fondeo y remolque, medios de fijación al fondo marino, y medios de paso y sujeción de cableado de transmisión de energía, señal y comunicaciones.

10

15

Antecedentes de la invención

En la actualidad son conocidos diferentes tipos sistemas para el aprovechamiento de energías renovables marinas, incluyendo los sistemas eólicos y los de aprovechamiento de energía de corrientes marinas y de las olas.

20

En el desarrollo de dispositivos para el aprovechamiento de las energías renovables marinas se está pasando de sistemas de primera generación, que son los que apoyan en el fondo marino y están limitados a profundidades de alrededor de 40 m, a los de segunda generación, necesarios para profundidades mayores de 40 m, con lo que la extensión de las zonas de explotación aumenta considerablemente, pudiendo abarcar la totalidad de la plataforma continental.

25

Esta evolución se está produciendo, tanto en los dispositivos de aprovechamiento de la energía eólica, como en los que captan la energía de las corrientes y de las olas. En todos estos casos hay que disponer de dos sistemas que conectan el dispositivo con el fondo marino:

30

En primer lugar, el sistema de fondeo, que lo mantiene, con una cierta flexibilidad, en

35

una posición determinada, por medio de cables o cadenas unidos a anclas o bases de fondeo que están fijadas en el fondo marino.

Adicionalmente es necesario un sistema de conexión de energía y señales, y comunicaciones compuesto por cables umbilicales, que conectan el dispositivo con otros del parque o con una estación central.

En la actualidad, estos dos sistemas suelen ser independientes, compartiendo sólo el uso del fondo marino y que ambos sistemas están conectados al dispositivo de aprovechamiento de energía, aunque en puntos distintos. Por ello, se necesitan elementos de fijación al fondo distintos y, sobre todo, procesos de instalación separados, lo que complica y encarece los procedimientos de montaje, mantenimiento y eliminación.

Algunos de los sistemas de aprovechamiento de energía eólica de segunda generación y sistemas de fondeo que utilizan están descritos en los documentos ES2284411B2, ES2341311B2, ES2367616B2 y ES2461440B2.

Un sistema de fondeo de especial complejidad es el del tipo monopunto orientable. En este caso, hay un problema añadido que es el del cruce de los cables de fondeo (que deben estar enganchados muy próximos en el fondo) con los cables de conexión de energía y señales, también llamados umbilicales. El problema se complica si hay dos o más cables umbilicales (que conviene que estén separados varios metros) para la conexión en serie entre los dispositivos de un parque de aprovechamiento de energía.

Como antecedente más próximo a esta invención, se encuentra el sistema de fondeo del TEC Triton de la compañía TidalStream Ltd, que, utiliza como base de fondeo una plataforma por gravedad con un sistema de conexión especial y unos brazos rígidos entre la base y la estructura principal del dispositivo que soporta los generadores. Este diseño está protegido por la solicitud de patente WO2012153107A1. Este sistema presenta las desventajas de necesitar los brazos rígidos y un sistema de conexión rotatoria, lo cual eleva los costes de fabricación, instalación y mantenimiento.

Es por tanto deseable un sistema de fondeo para sistemas de aprovechamiento de energías renovables marinas que proporcione de forma simultánea y eficiente el

fondeo de los dispositivos, y la conexión de energía y señales, evitando los inconvenientes de la metodología anterior existente en el estado de la técnica.

Descripción de la invención

5

La presente invención resuelve los problemas existentes en el estado de la técnica mediante un sistema de fondeo como el descrito en la reivindicación 1.

10

Este sistema de fondeo integra la operación de fondeo mediante cadenas o cables de fondeo con la sujeción de los cables eléctricos de energía y señal, también llamados umbilicales

15

Este sistema de fondeo está formado por una estructura principal, que está dividida en una parte superior y una parte inferior.

En la parte superior la estructura principal tiene una pluralidad de medios de unión conectables a diferentes cables de fondeo, a cables de remolque y bajada, y a cables guía para cables eléctricos de transmisión de energía y señal.

20

En la parte inferior la estructura principal tiene medios de fijación al fondo marino.

La estructura principal tiene dispuesto en su interior al menos un tubo de paso, configurado para el paso y sujeción de cables eléctricos de transmisión de energía y señal.

25

Preferentemente, existirán varios tubos de paso separados para el paso y sujeción de diferentes cables eléctricos de transmisión de energía y señal cuando éstos tengan que estar separados, evitando de esta forma que los cables contacten entre sí.

30

De acuerdo con una realización particular de la invención, la parte inferior de la estructura principal tiene varios huecos, y los medios de fijación al fondo marino están formados por bolsas rellenas de hormigón dispuestas en dichos huecos. Estos medios de fijación mediante bolsas rellenas de hormigón se utilizan preferentemente para suelos marinos duros, formados por ejemplo por grava, piedra o

35

roca. En estos fondos el sistema se fija por gravedad.

En este caso, la estructura principal estará construida preferentemente en hormigón armado con una forma exterior de tronco de pirámide para reducir las fuerzas horizontales y el scouring (arrastre del material del fondo) con una estructura, formada por la tapa, los cuatro laterales y dos vigas centrales que forman una cruz, dejando
5 cuatro huecos con forma de campana, es decir que no se cierra por el fondo.

Cada uno de los huecos con forma de campana dispone de una boca de entrada de forma cilíndrica en la parte superior, a través de la cual se realiza el manejo de las
10 bolsas flotadores y el relleno de hormigón. El sistema se completa con varios cáncamos de acero puestos en el centro de la tapa, para el enganche de los cables de fondeo, cuatro en los extremos para el transporte e instalación y dos tubos de paso, cuasi horizontales, colocados en el interior de la viga central longitudinal, que se cruzan sin intersectar, por los que pasan los cables eléctricos de transmisión de
15 energía y señal.

En cambio, para suelos marinos blandos, como por ejemplo arena, limo o arcilla, una realización alternativa de la invención tiene medios de fijación formados por tubos guía configurados para la introducción a través de su interior de pilotes y tubos deslizantes
20 insertables en el fondo marino.

Una realización particular de la invención tiene una boya configurada para permitir el cruce de cables. Esta boya está formada por un flotador central alargado, existiendo a cada lado del flotador central una pieza colateral de cruce de cables, que tiene medios
25 de unión a cables de fondeo, y al menos un orificio de paso, para el paso de cables eléctricos de transmisión de energía y señal, o cables umbilicales.

Esta boya resuelve el problema del cruce de los cables de fondeo con los cables umbilicales. Está compuesta por un tubo soporte, rodeado de un flotador en la parte
30 central, que termina en sus dos extremos en piezas que incluyen un orificio pasante y dos cáncamos de enganche, uno situado en la parte interior de la pieza y otro en la exterior.

En cada extremo de la boya, el tramo del cable de fondeo que va al módulo, se
35 engancha al cáncamo interior y el tramo que asciende hacia el dispositivo en el

cáncamo exterior, pasando el cable umbilical por el orificio situado entre ambos cáncamos. De esta forma, se logra fijar el cruce entre el sistema de fondeo y el de exportación de energía de forma controlada, sin que rocen unos cables en otros.

- 5 Otro efecto de la boya, es que, gracias a su flotabilidad, no es necesario disponer de cables con flotadores en la mitad inferior. Estos flotadores son necesarios para que cada cable, cuando la velocidad de la corriente es baja, adopte una forma de S y que no roce con el fondo. Los cables de fondeo pueden ser cables de acero galvanizados o de tipo sintético, con los correspondientes grilletes giratorios y de enganche en los
- 10 extremos. Los cables umbilicales (que tienen que ser de tipo dinámico, dado que van a estar colgando), pueden tener una sección uniforme de extremo a extremo (de un dispositivo al siguiente o hasta la plataforma de conexión del parque) lo que reduce su coste y, sobre todo, simplifica su manejo a bordo del buque cablero.
- 15 Este sistema integrado de fondeo, permite la operación en lugares con corrientes mareales con odógrafa (plano de velocidades) de forma elíptica o de lazo, orientándose automáticamente en la dirección de la corriente.

Adicionalmente, la presente invención muestra un método de instalación del sistema

20 de fondeo como el descrito en la reivindicación 1.

Este método de instalación del sistema de fondeo en fondo marino presenta las siguientes etapas:

- 25 En primer lugar, se fabrica una estructura principal en tierra.

A continuación, se instalan cables de fondeo, remolque y bajada, así como cables guía para cables eléctricos de transmisión de energía y señal en la parte superior de la estructura principal.

30

Después se remolca a flote la estructura principal hasta el punto deseado mediante los cables de remolque y bajada, y se baja dicha estructura principal hasta el fondo marino. Una vez bajada la estructura principal se fija ésta al fondo marino.

Por último, se instala mediante los cables guía los cables eléctricos de transmisión de energía y señal, es decir, los cables umbilicales, en al menos un tubo de paso dispuesto en el interior de la estructura principal.

5 De acuerdo con una realización particular del método objeto de la invención, previamente al remolque de la estructura principal, se inflan con aire unas bolsas dispuestas en unos huecos en la parte inferior de la estructura principal. Posteriormente, una vez la estructura principal ha sido remolcada hasta el punto deseado, se desinflan las bolsas y se rellenan éstas de hormigón, para fijar la
10 estructura principal al fondo marino. Este método es aplicable principalmente en suelos marinos duros, de grava, piedras o roca.

En este caso, el sistema se puede construir en tierra por medio de un soporte o molde de forjado, en una playa, dique o plataforma flotante. Antes de ser lanzado o
15 depositado en el agua, se colocan (en cada hueco o campana) sendas bolsas envoltentes con flotadores inflables en su interior, que le proporcionan la flotabilidad necesaria para el transporte. También se enganchan en el módulo los cables de fondeo (en el centro de la tapa), los cables de remolque y bajada (en los 4 extremos de la tapa), los de guiado de hormigonado (en los 4 huecos de la tapa) y los de guiado
20 de los cables eléctricos de transmisión de energía y señal (atravesando los tubos de paso).

Cada flotador inflable dispone de una manguera de longitud suficiente para el vaciado del aire (y su retirada), que sube hasta la superficie del agua cuando se ha colocado el
25 módulo en el fondo. Todos estos cables y tubos se estiban adecuadamente en la tapa del módulo y tienen sus extremos libres enganchados en boyarines para que queden en la superficie cuando se hunda el módulo. Terminada esta preparación, el módulo, al ser autoflotante, puede ser arrastrado fácilmente hasta la zona de instalación con la ayuda de un remolcador de puerto.

30

Cuando se llega a la zona de instalación, con la ayuda de dos remolcadores, se posiciona el módulo y, desinflando los flotadores y sujetando los cuatro cables de bajada (dos con cada remolcador), se va dejando descender suavemente el módulo hasta el fondo, corrigiendo la posición horizontal (que puede ser medida con un
35 sistema de posicionamiento acústico submarino) tirando de los cables. Para esta

operación conviene que los remolcadores dispongan de un sistema de posicionamiento dinámico.

5 Una vez situada la estructura principal en el fondo, se terminan de desinflar los flotadores (que se extraen a través de los huecos de las tapas tirando de sus mangueras), permaneciendo las bolsas envolventes y se recuperan los flotadores y el transceptor del sistema acústico.

10 A continuación, con la ayuda de los cables de guiado de hormigonado (colocados en los orificios de las tapas) se baja una manguera con la que se rellenan las bolsas envolventes con una mezcla (cemento, arena y grava), que al entrar en contacto con el agua, se va fraguando. De esta forma se logra que el peso del módulo aumente y que su base se adapte a la forma del fondo.

15 Tras estas operaciones el sistema queda fijado al fondo, pudiendo soltarse todos los cables, salvo los de guía de los umbilicales. Cuando se desea instalar uno de los cables umbilicales, se engancha (en la superficie) a un extremo del de guiado y se tira del otro extremo, hasta que, pasando por el tubo correspondiente, aparece de nuevo el extremo del umbilical en la superficie del mar.

20

Alternativamente, para suelos marinos blandos, por ejemplo de arena, limo o arcilla, existe una realización alternativa del método, en el que la estructura principal se fija al fondo marino mediante la introducción de pilotes y tubos deslizantes a través de unos tubos guía dispuestos en la estructura principal y la inserción de éstos en el fondo marino. En este caso, la estructura principal puede construirse en acero en lugar de hormigón armado y en sus extremos se colocarán cuatro tubos verticales sobre los que se pueden sujetar pilotes deslizables o los tubos de anclas de succión, adaptándose el sistema de sujeción al fondo a la configuración más adecuada para el entorno.

30

Diseñando cada tramo de cables con una longitud adecuada a la profundidad del lugar de instalación, el sistema de fondeo de la presente invención permite que se hagan las operaciones sumergidas o de salida a la superficie, sin que se crucen o retuerzan los cables. Por ejemplo, cuando se desea girar el dispositivo (típicamente con un movimiento de péndulo inverso, para adaptarse al cambio de sentido de las corrientes

35

mareales), aún con corrientes transversales (existentes en zonas con odógrafa de corrientes de tipo elíptico),

5 En una situación de baja velocidad de la corriente, los cables de fondeo que se conectan al módulo quedan con una ligera tensión y el resto de los cables en banda, adoptando forma de catenarias. En la situación de operación del dispositivo produciendo energía (cuando aumenta la velocidad de la corriente y, por lo tanto, son muy fuertes las fuerzas horizontales), todos los cables de fondeo se ponen tensos y, al estar sus puntos de enganche en el sistema muy próximos, el dispositivo se alinea de
10 forma natural con la dirección de la corriente. Los cables umbilicales siguen estando en banda con lo que se limitan sus esfuerzos de tracción.

En el caso de fondeo monopunto orientable, tras la fabricación en tierra de la estructura principal, se conectan todos los cables de fondeo a la boya y a la estructura
15 principal, haciendo pasar el cable guía de cada cable umbilical por su tubo horizontal y por el orificio del extremo de la boya que le corresponde. La boya se transporta encima del módulo y cuando este se sumerge, se separa, quedando flotando en una profundidad intermedia.

20 En otro aspecto de la invención, el módulo cambiando su forma y la colocación relativa de los cáncamos de sujeción de los cables de fondeo y los tubos de paso de los cables umbilicales, puede adaptarse a distintas configuraciones del parque, por ejemplo conectando un módulo a varios dispositivos o disponiendo varios módulos para un dispositivo de grandes dimensiones.

25 Esta flexibilidad de configuración permite que el sistema pueda ser empleado no sólo para dispositivos de aprovechamiento de las corrientes de segunda generación, sino también para dispositivos de aprovechamiento de energía de las olas, como los de tipo absorbedor puntual o atenuador lineal y eólicos offshore flotantes con plataformas
30 SPAR y semi-sumergibles, sin olvidar las plataformas flotantes de concentración de energía dentro del parque que típicamente tienen fondeos multipunto (CALM) con catenarias, pudiendo aumentarse el número de cables umbilicales por módulo.

Entre las aplicaciones de este sistema destacan:

35 - Plataformas flotantes eólicas tanto TLP como semi-sumergibles o SPAR.

- Dispositivos de aprovechamiento de las olas (WECs) de tipo offshore, especialmente los de tipo absorbedor puntual y atenuador lineal.
- Dispositivos para el aprovechamiento de las corrientes marinas (TECs) de 2ª y 3ª generación (flotantes y pelágicos).

5

El sistema puede ser aplicable a distintas configuraciones de fondeo, siendo especialmente útil en los de tipo monopunto (SALM) con una conexión energética, pudiendo adaptarse para los multipunto (CALM) utilizando varias estructura principales, especialmente para la integración de los cables de energía o señal que se conecten a la plataforma.

10

El módulo objeto de la invención está diseñado para que: se pueda construir en tierra, instalando la mayor parte de los sistemas de fondeo y de conexionado, pueda flotar durante el transporte, descender hasta el fondo en el lugar de operación sin la necesidad de buques de apoyo de gran tamaño y facilite la instalación de los elementos finales con operaciones que se puedan realizar desde la superficie, en base a un sistema de “cables guía”, con el apoyo puntual de robots submarinos (ROVs).

15

El sistema de fondeo objeto de la presente invención muestra diferencias sustanciales con respecto al antecedente más próximo del estado de la técnica, dado que utiliza cables en lugar de brazos rígidos y no necesita el sistema de conexión rotatoria, reduciendo los costes de fabricación, instalación y mantenimiento al basarse totalmente en componentes pasivos.

20

La ventaja principal del presente sistema de fondeo con respecto al estado de la técnica es que integra los sistemas de fondeo y de conexión para dispositivos fondeados en una única plataforma, facilitando las operaciones de traslado y mantenimiento, reduciendo significativamente los costes de capital, operación y mantenimiento y aumentando la seguridad de estas operaciones.

25

30

Breve descripción de los dibujos

A continuación, para facilitar la comprensión de la invención, a modo ilustrativo pero no limitativo se describirá una realización de la invención que hace referencia a una serie de figuras.

35

La figura 1 muestra una vista en perspectiva superior de una realización particular del sistema de fondeo objeto de la invención adaptado para su uso en fondos duros.

5 La figura 2 representa una vista en perspectiva inferior del sistema de la figura 1.

La figura 3 representa una vista lateral del sistema de las figuras 1 y 2.

10 La figura 4 representa una sección transversal del sistema de las figuras 1 a 3, que muestra los tubos de paso para los cables eléctricos de transmisión de energía y señal.

La figura 5 representa una vista en perspectiva superior de una realización alternativa del sistema de fondeo adaptado para su uso en fondos blandos.

15

La figura 6 representa una vista lateral de una realización particular de la invención que muestra unas bolsas infladas para el remolcado del sistema.

20 La figura 7 representa una vista en planta de una boya incluida en una realización particular del sistema objeto de la presente invención.

La figura 8 representa una vista lateral de una realización del sistema de fondeo dispuesto en el fondo marino con todos los cables conectados y realizándose el relleno de las bolsas con hormigón.

25

La figura 9 representa una vista lateral de una realización del sistema de fondeo que incluye la boya de la figura 7.

30 La figura 10 representa una vista en perspectiva de un sistema de fondeo objeto de la presente invención, conectado a un dispositivo multirotor operando con alta velocidad de la corriente, produciendo energía.

La figura 11 representa una vista del sistema de fondeo y el dispositivo multirotor de la figura 10, en este caso operando con baja velocidad de la corriente.

35

La figura 12 representa una vista del sistema de fondeo y el dispositivo multirotor de las figuras 10 y 11, durante una maniobra de giro del dispositivo multirotor, bien para sacarlo a la superficie o para cambiarlo de sentido cuando cambia la marea.

- 5 En estas figuras se hace referencia a un conjunto de elementos que son:
1. estructura principal del sistema de fondeo
 2. tapa de la estructura principal
 3. laterales de la estructura principal
 4. viga longitudinal de la estructura principal
 - 10 5. huecos de la estructura principal
 6. bocas para el llenado de las bolsas
 7. tubos de paso en el interior de la estructura principal
 8. cáncamos principales (medios de fijación para fondeo)
 9. cáncamos auxiliares (medios de fijación para remolque y bajada)
 - 15 10. tubos guía
 11. bolsas inflables y rellenables
 12. boya
 13. pieza de cruce de cables
 14. orificio de paso de cables eléctricos de transmisión de energía y señal
 - 20 15. cáncamo exterior
 16. cáncamo interior
 17. primer cable guía de cables eléctricos de transmisión de energía y señal
 18. segundo cable guía de cables eléctricos de transmisión de energía y señal
 19. cables de remolque y bajada
 - 25 20. cables de fondeo
 21. cables guía relleno
 22. tubo llenado hormigón

30 **Descripción detallada de la invención**

Un objeto de la presente invención es un sistema de fondeo, del tipo de los utilizados para el fondeo de dispositivos de aprovechamiento de energías renovables marinas.

35 Tal y como muestran las figuras, el sistema de fondeo presenta una estructura

principal 1 formada por una parte superior y una parte inferior.

La parte superior tiene medios de unión, como son los cáncamos principales 8 y los cáncamos auxiliares 9, que son conectables a cables de fondeo 20, a cables de remolque y bajada 19, y a cables guía 17, 18 para cables eléctricos de transmisión de energía y señal.

La parte inferior dispone de medios de fijación al fondo marino.

En el interior de la estructura principal 1 existe al menos un tubo de paso 7 configurado para el paso y sujeción de cables eléctricos de transmisión de energía y señal, también llamados cables umbilicales.

Preferentemente, existirán dos o más tubos de paso 7 separados para el paso y sujeción de diferentes cables eléctricos de transmisión de energía y señal cuando éstos tengan que estar separados, evitando de esta forma que los cables contacten entre sí.

Las figuras 1 a 4 muestran una realización particular de la invención, en la que la parte inferior de la estructura principal 1 presenta unos huecos 5, y los medios de fijación al fondo marino comprenden unas bolsas 11 dispuestas en los huecos 5. Estas bolsas 11 son rellenables de hormigón para conseguir la fijación de la estructura principal 1 al fondo marino. Estos medios de fijación mediante bolsas 11 rellenables de hormigón se utilizan preferentemente para suelos marinos duros.

De acuerdo con esta realización, la estructura principal 1 está realizada en hormigón armado, y sirve de base para el fondeo y que está compuesta por una tapa 2, cuatro laterales 3 y dos vigas 4 en forma de cruz, que conforman cuatro huecos 5 en el fondo, con forma de campana. Cada una de las campanas tiene un orificio cilíndrico o boca de llenado 6 en la tapa 2.

En cambio, para suelos marinos blandos, una realización alternativa de la invención tiene medios de fijación formados por tubos guía 10 para la introducción a través de su interior de pilotes y tubos deslizantes insertables en el fondo marino. La figura 5 muestra esta realización alternativa de la invención.

Una realización particular de la invención tiene una boya 12 configurada para permitir el cruce de cables. Esta boya 12 está formada por un flotador central alargado, existiendo a cada lado del flotador central una pieza de cruce de cables 13, que tiene medios de unión a cables de fondeo 15,16, y al menos un orificio de paso 14, para el
5 paso de cables eléctricos de transmisión de energía y señal.

Un objeto adicional de la presente invención es un método de instalación de un sistema de fondeo.

10 Este método de instalación de sistema de fondeo en fondo marino presenta las siguientes etapas:

En primer lugar, fabricar una estructura principal 1 en tierra, e instalar cables de fondeo 20 y de remolque y bajada 19, así como cables guía 17, 18 para cables
15 eléctricos de transmisión de energía y señal en la parte superior de la estructura principal 1.

A continuación, remolcar a flote la estructura principal 1 hasta el punto deseado mediante los cables de remolque y bajada 19, y bajar dicha estructura principal 1 hasta
20 el fondo marino. Una vez bajada la estructura principal 1 se fija ésta al fondo marino.

Por último, instalar mediante los cables guía 17, 18 los cables eléctricos de transmisión de energía y señal en al menos un tubo de paso 7, preferentemente dos o
25 más, dispuestos en el interior de la estructura principal 1.

De acuerdo con una realización particular del método objeto de la invención, previamente a remolcar la estructura principal 1, se inflarán con aire unas bolsas 11 dispuestas en unos huecos 5 en la parte inferior de la estructura principal 1, para facilitar el remolcado de dicha estructura principal 1. Posteriormente, una vez la
30 estructura principal 1 ha sido remolcada hasta el punto deseado, se desinflarán las bolsas 11 y se rellenarán éstas de hormigón mediante unas bocas de llenado 6, para fijar la estructura principal 1 al fondo marino. Este método es aplicable principalmente en suelos marinos duros.

De acuerdo con esta realización, la estructura principal 1 está realizada en hormigón armado, y sirve de base para el fondeo y que está compuesta por una tapa 2, cuatro laterales 3 y dos vigas 4 en forma de cruz, que conforman cuatro huecos 5 en el fondo, con forma de campana. Cada una de las campanas tiene un orificio cilíndrico o boca de llenado 6 en la tapa 2.

La estructura principal 1 se completa con dos tubos de paso 7 para el paso y sujeción de los cables umbilicales que, sin intersectar tal como se ve en la figura 4, se cruzan en el interior de la viga longitudinal y los cáncamos principales 8 y los cáncamos auxiliares 9, para la sujeción de los cables de fondeo y maniobras de instalación.

Los cáncamos principales 8 están ubicados en una zona central de la parte superior de la estructura principal 1 mientras que los cáncamos auxiliares 9 están ubicados en unas zonas alejadas de dicha zona central en la que se encuentran los cáncamos principales 8.

Tal y como se observa en la figura 6, en cada campana se coloca una bolsa envolvente 11 y en su interior otra estanca que, al inflarse, proporciona un empuje adicional para el transporte del módulo, flotando y remolcado, hasta su posición de emplazamiento.

Cuando se llega al punto de colocación, basta con desinflar parcialmente las bolsas 11 y sujetando los cables de bajada 19 con los chigres de dos remolcadores se baja suavemente el módulo 1 hasta el fondo. Entonces se desinflan totalmente las bolsas y se sacan de las campanas. Seguidamente se baja un tubo de llenado de hormigón 22, con la ayuda del cable guía 21, con lo que queda en la situación de la figura 8. Tras rellenarse las bolsas de hormigón y fraguar éste, la base queda fijada al fondo, procediéndose a retirar los cables de bajada 19 y de guiado 21, quedando lista la base para la instalación del dispositivo y de los cables umbilicales.

Para instalar los cables umbilicales se engancha uno en un extremo del cable guía 17 y tirando del otro extremo del cable guía 17 se le hace pasar por el tubo 7, con lo que queda con un extremo del cable guía 17 en la superficie, procediéndose a instalar el resto del cable umbilical en el fondo.

35

Para el otro cable umbilical parejo, se hace de forma inversa, de manera que el final del cable umbilical que viene por el fondo se engancha a un extremo del otro cable guía 18 parejo, con lo que pasa por el otro tubo 7 y queda en la superficie. Para enganchar el dispositivo, basta con tomar los extremos de los cables de fondeo 20 que han permanecido en la superficie.

En las figuras 7 y 9 se han representado los elementos diferenciados para el caso de un fondeo monopunto orientable que utiliza una boya 12 especial para el cruce de los cables. En este caso, cada cable de fondeo 20 está dividido en dos tramos: el inferior que va desde un cáncamo central del módulo 8 hasta un cáncamo interior de la boya 16 y el superior que va desde el cáncamo exterior de la boya 15 hasta el boyarín de la superficie, para poder ser enganchado al dispositivo.

En este caso, la instalación de cada cable umbilical es similar. En la figura 9 se representa la situación previa, con el módulo totalmente hormigonado y fijado al fondo. Por ejemplo, el cable umbilical se engancharía al extremo de la derecha del cable 18 y, tirando del otro extremo se le obligaría a pasar por el tubo 7 y por la pasante 14 de la boya. Una vez en posición, en cada extremo del tubo y en la pasante se le añadirían los elementos (stiffeners) de protección habituales.

Alternativamente, para suelos marinos blandos, existe una realización alternativa del método, en el que la estructura principal 1 se fija al fondo marino mediante la introducción de pilotes y tubos deslizantes a través de unos tubos guía 10 dispuestos en la estructura principal 1 y la inserción de éstos en el fondo marino. En la figura 5 se puede apreciar la disposición de estos tubos guía 10 en el caso de una plataforma construida en acero, siendo cuatro tubos guía 10 pasantes para la colocación de pilotes o anclas de succión.

Una vez fijado al fondo el sistema de fondeo y retirados los cables guía (antes o después de montar los cables umbilicales), se puede proceder al enganche del dispositivo y, cuando están todos los cables conectados, proceder a su inmersión (por medio de su sistema de lastrado) quedando dispuesto para su operación y maniobras sumergido, tal como se muestra en las figuras 10 a 12.

Puede apreciarse que, gracias al diseño del sistema y de sus procedimientos de instalación, se pueden realizar en momentos distintos: el traslado e inmersión del módulo (con sólo dos remolcadores de puerto de bajo coste), el relleno del mismo con hormigón (con un buque específico), la colocación de los cables umbilicales (con buques cableros) y la conexión del dispositivo de aprovechamiento de la energía (con su sistema propio de montaje), lo que facilita la planificación de la instalación del parque.

Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de fondeo, que comprende:
- una estructura principal (1) que comprende una parte superior y una parte inferior,
 - 5 - una pluralidad de medios de unión conectables a cables de fondeo (20), a cables de remolque y bajada (19), y a cables guía (17,18) de cables eléctricos de transmisión de energía y señal dispuestos en la parte superior de la estructura principal (1),
 - medios de fijación dispuestos en la parte inferior de la estructura principal (1);
 - 10 donde dichos medios de fijación están configurados para inmovilizar la estructura principal (1) a un fondo marino;
 - y al menos un tubo de paso (7) dispuesto en el interior de la estructura principal (1) configurado para el paso y sujeción de cables eléctricos de transmisión de energía y señal;
 - 15 caracterizado por que:
 - comprende una boya (12) que comprende a su vez un flotador central alargado y unas piezas colaterales (13); donde cada una de las piezas colaterales (13) comprende una pluralidad de medios de unión a cables de fondeo (20), y al menos un orificio de paso (14) para el paso de los cables guía (17, 18) de cables eléctricos de
 - 20 transmisión de energía y señal;
 - los medios de fijación comprenden una pluralidad de bolsas (11) que están configuradas para rellenarse de hormigón una vez que la estructura principal (1) está apoyada en el fondo marino.
- 25 2. Sistema de fondeo, según reivindicación 1, caracterizado por que la parte inferior de la estructura principal (1) comprende una pluralidad de huecos (5); donde la pluralidad de bolsas (11) están dispuestas en dichos huecos (5) ubicados en la parte inferior de la estructura principal (1).
- 30 3. Sistema de fondeo, según reivindicación 1, caracterizado por que los medios de fijación comprenden unos tubos guía (10) solidarios a la estructura principal (1), unos pilotes y unos tubos deslizantes; donde dichos tubos guía (10) están configurados para introducir por su espacio interior los pilotes y los tubos deslizantes; y donde los pilotes y los tubos deslizantes están configurados para insertarse en el fondo marino.

35

4. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la estructura principal (1) está realizada en hormigón armado.

5. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado por que la estructura principal (1) está realizada en acero.

6. Sistema de fondeo, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de unión conectables a los cables (17,18,19,20) comprenden cáncamos principales (8) y cáncamos auxiliares (9); donde los cáncamos principales (8) están ubicados en una zona central de la parte superior de la estructura principal (1); y donde los cáncamos auxiliares (9) están ubicados en unas zonas alejadas de dicha zona central en la que se encuentran los cáncamos principales (8).

7. Método de instalación del sistema de fondeo descrito en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende las etapas:

- fabricar la estructura principal (1) en tierra,
- instalar los cables de fondeo (20), los cables de remolque y bajada (19) y los cables guía (17,18) de los cables eléctricos de transmisión de energía y señal en la parte superior de la estructura principal (1),
- inflar con aire la pluralidad de bolsas (11) dispuestas en los huecos (5) en la parte inferior de la estructura principal (1); donde dicho inflado se realiza previamente a remolcar la estructura principal (1);
- remolcar a flote la estructura principal (1) hasta un punto deseado mediante los cables de remolque y bajada (19),
- desinflar las bolsas (11) una vez la estructura principal (1) ha sido remolcada,
- bajar la estructura principal (1) mediante los cables de remolque y bajada (19) hasta el fondo marino,
- fijar la estructura principal (1) al fondo marino,
- colocar los cables eléctricos de transmisión de energía y señal en los tubos de paso (7) dispuestos en el interior de la estructura principal (1) mediante los cables guía (17,18); donde uno de los cables eléctricos engancha en un extremo del cable guía (17) y tirando del otro extremo del cable guía (17) se le hace pasar por el tubo (7), con lo que queda con un extremo del cable guía (17) en la superficie del agua, procediéndose a instalar el resto del cable eléctrico en el fondo marino; y donde un extremo del otro cable eléctrico ubicado en el fondo marino se engancha a un

extremo del otro cable guía (18), con lo que pasa por otro tubo de paso (7) y se ubica en la superficie del agua;

- instalar la boya (12) configurada para evitar el cruce de los cables.

5 8. Método de instalación del sistema de fondeo, según la reivindicación 7, caracterizado por que comprende la etapa:

- llenar de hormigón las bolsas (11) para inmovilizar dicha estructura principal (1) al fondo marino cuando dicha estructura principal (1) ya está ubicada sobre el fondo marino.

10

9. Método de instalación del sistema de fondeo, según la reivindicación 7, caracterizado por que la estructura principal (1) se fija al fondo marino mediante la introducción de los pilotes y los tubos deslizantes a través de los tubos guía (10) dispuestos en la estructura principal (1); donde los pilotes y los tubos deslizantes se

15

insertan en el fondo marino.

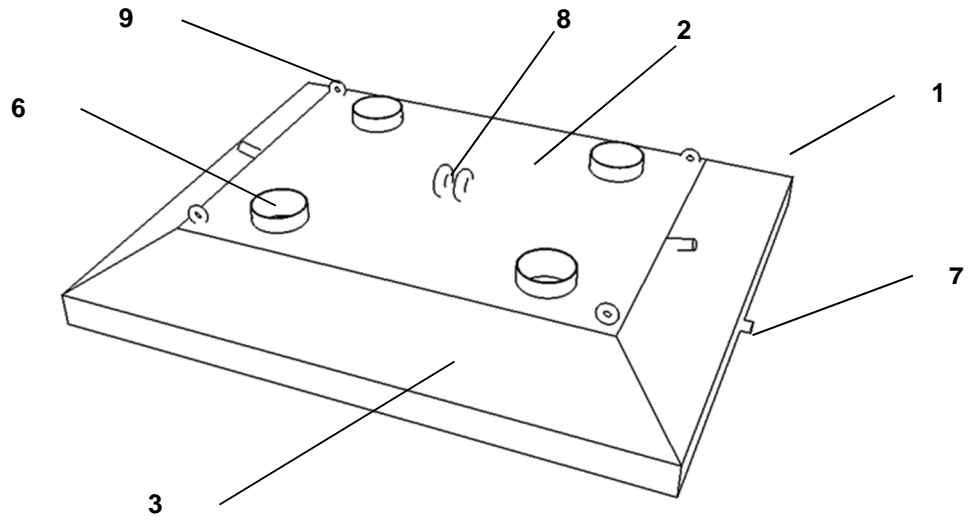


Fig. 1

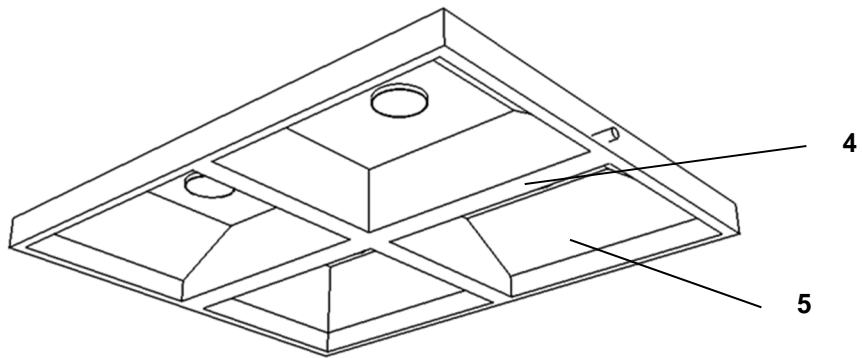


Fig. 2

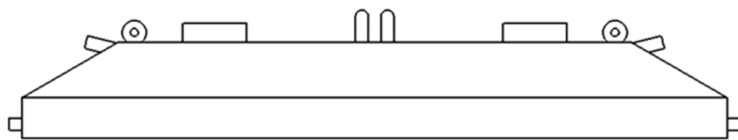


Fig. 3

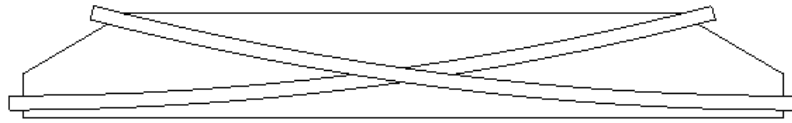


Fig. 4

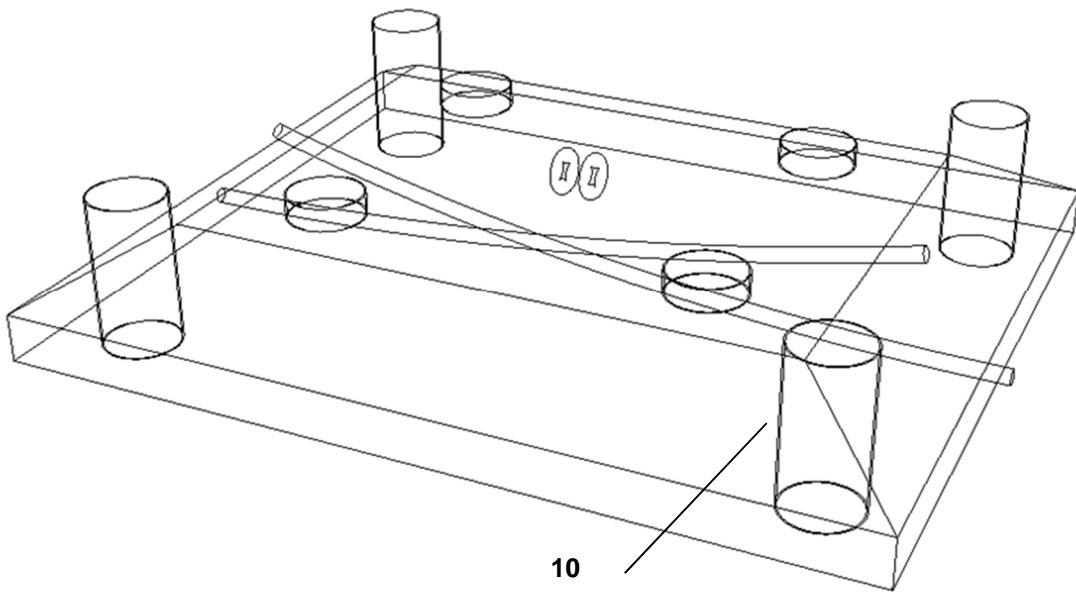


Fig. 5

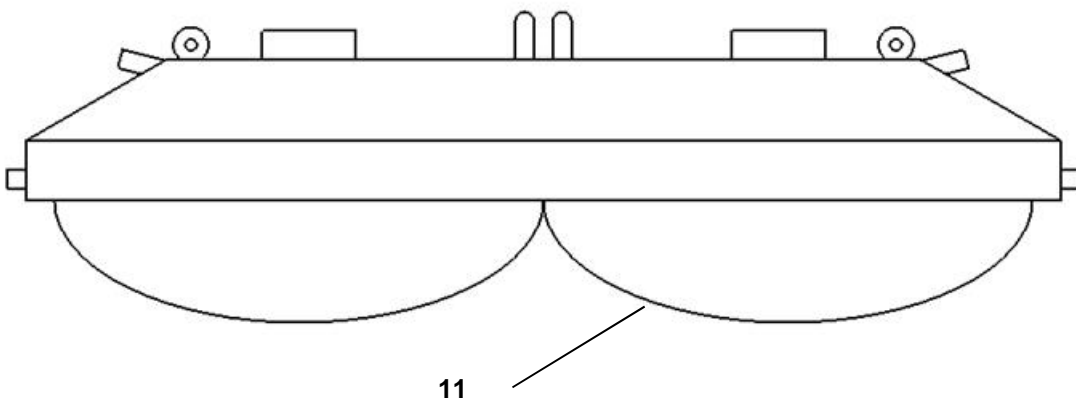


Fig. 6

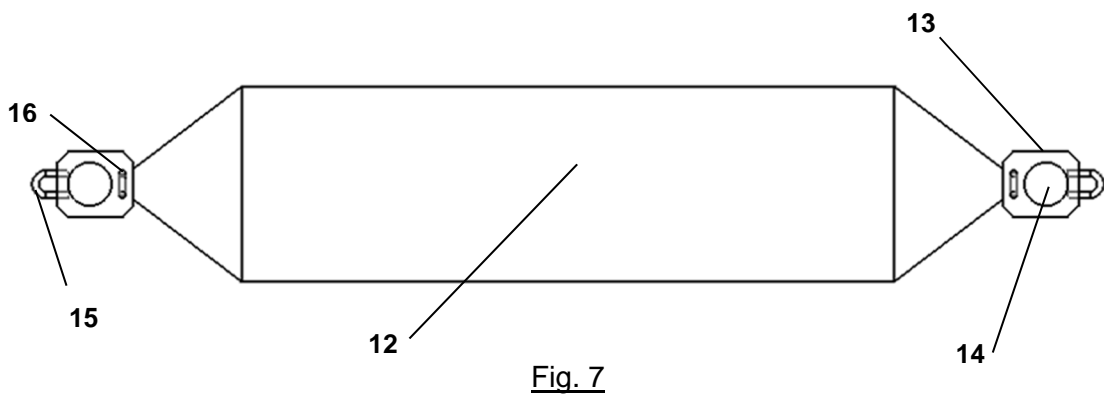


Fig. 7

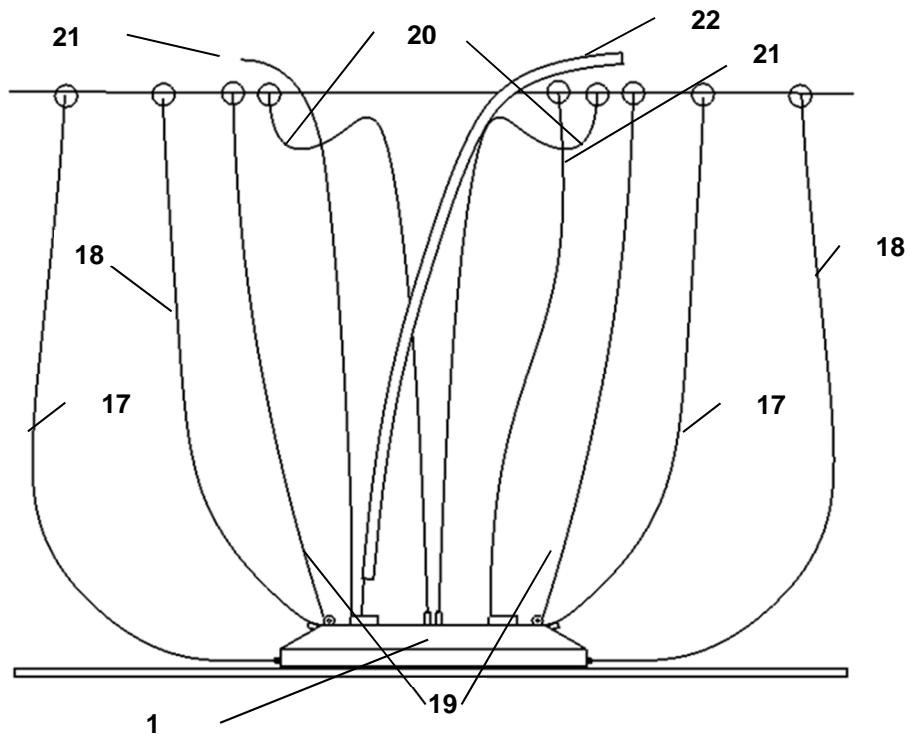


Fig. 8

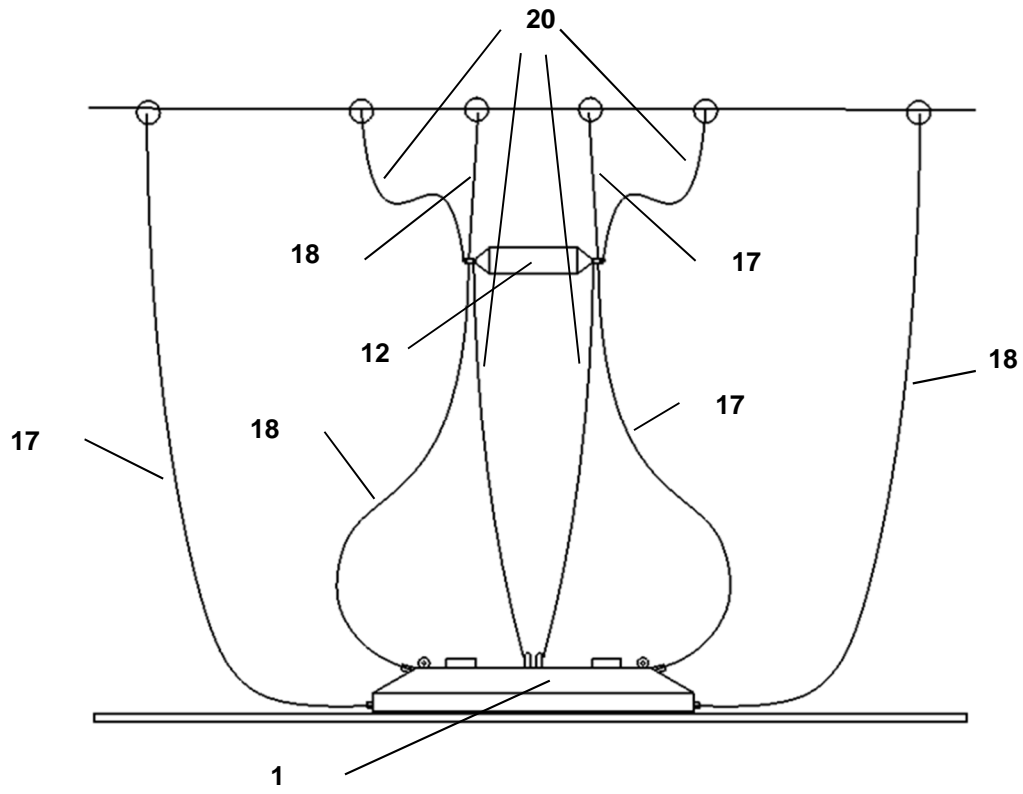


Fig. 9

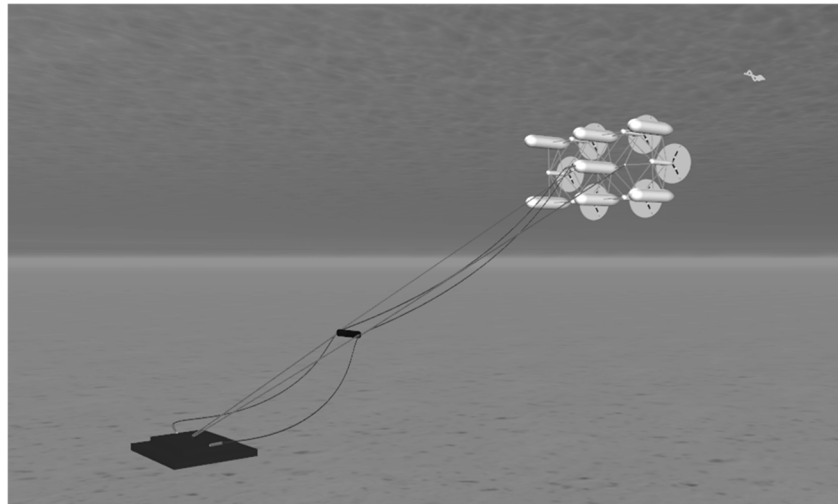


Fig. 10

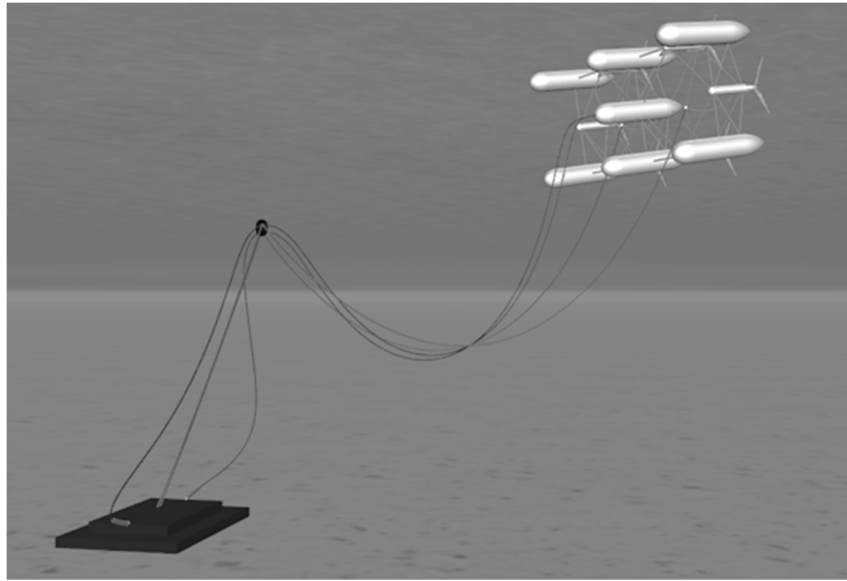


Fig. 11

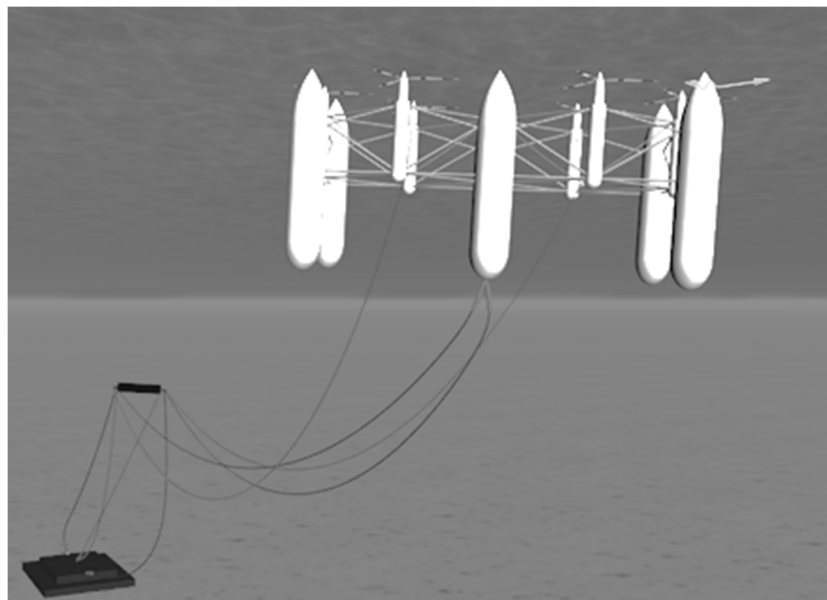


Fig. 12