

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 966 820**

51 Int. Cl.:

E02D 27/04 (2006.01)
E02D 27/06 (2006.01)
E02D 27/42 (2006.01)
E02D 27/52 (2006.01)
F03D 13/25 (2006.01)
B63B 21/48 (2006.01)
B63B 35/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2020** **PCT/EP2020/057089**
87 Fecha y número de publicación internacional: **29.10.2020** **WO20216529**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2020** **E 20711912 (4)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2023** **EP 3959381**

54 Título: **Cimentación de una estructura marina con un cable de transmisión y un elemento de protección**

30 Prioridad:

23.04.2019 DE 102019110506

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.04.2024

73 Titular/es:

RWE OFFSHORE WIND GMBH (100.0%)
RWE Platz 4
45141 Essen, DE

72 Inventor/es:

JAHN, CHRISTIAN y
OBERMEYER, SEBASTIAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 966 820 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

Cimentación de una estructura marina con un cable de transmisión y un elemento de protección

La invención se refiere a una cimentación de una estructura marina, en particular de una instalación de energía eólica, con una fundación flotante, que comprende al menos un cuerpo flotante para flotar en la superficie del mar, al menos un ancla para anclar dicho al menos un cuerpo flotante al fondo del mar. y al menos un elemento de sujeción para sujetar el al menos un cuerpo flotante en el al menos un ancla, en el que al menos un cable de transmisión se extiende desde el al menos un ancla a lo largo del al menos un elemento de sujeción hasta el al menos un cuerpo flotante y/ o retorno. La invención se refiere además a una estructura marina, en particular a una instalación de energía eólica marina, con una cimentación como esta.

Ya se conocen diferentes cimentaciones para estructuras marinas, en particular para instalaciones de energía eólica marinas, entre las cuales se puede seleccionar una cimentación adecuada en función de la ubicación de la estructura marina. En la mayoría de estas cimentaciones, especialmente en cimentaciones monopilote, tripode, tripilote o chaqueta, la estructura marina está firmemente conectada con al menos un pilar, que luego descansa sobre el fondo marino o se hunde en el fondo marino. Estas cimentaciones son particularmente adecuadas para lugares con profundidades de agua de poca a moderada. Sin embargo, muchas ubicaciones potenciales para estructuras marinas tienen profundidades de agua de más de 30 m y, a menudo, incluso de más de 50 m. Para profundidades de agua de entre 30 y más de 300 m cada vez más se encuentran disponibles cimentaciones con fundaciones flotantes.

Las cimentaciones de estructuras marinas conocidas por el estado de la técnica se describen, por ejemplo, en los documentos DE 10 2009 040648 A1, WO 2010/071433 A1 y EP 3 034 388 A1.

Las cimentaciones flotantes suelen incluir un cuerpo flotante que soporta la estructura marina real y está anclado al fondo marino mediante dos o más anclas. Las anclas están firmemente conectadas al cuerpo flotante mediante cuerdas o cadenas de ancla y, por lo general, permiten que el cuerpo flotante se mueva ligeramente lateralmente a un lado y a otro. Además, las anclas individuales también se pueden conectar a varios cuerpos flotantes de diferentes estructuras marinas mediante varios cables de ancla o cadenas de ancla.

Desde el al menos un cuerpo flotante se transmiten fuerzas de tracción a través de los cables o cadenas de ancla a las anclas, lo que puede provocar que las anclas se suelten. En determinadas circunstancias, los cabos o cadenas del ancla también pueden romperse. En ambos casos el posicionamiento preciso de la estructura marina ya no es posible o ya no es posible del modo deseado. En este contexto, existe la necesidad de monitorear el anclaje de estructuras marinas, lo que puede usarse para detectar si una conexión o un ancla se ha aflojado o está en peligro de aflojarse. Para ello, entre el cuerpo flotante y al menos un ancla se puede tender un cable de transmisión que pueda conducir corriente o una señal, a partir de la cual se pueda determinar el estado del anclaje.

Sin embargo, debe garantizarse que el al menos un cable de transmisión no se dañe antes de que se debilite o afloje la conexión entre el cuerpo flotante y el fondo marino. En este caso, no se podría controlar satisfactoriamente el estado del anclaje de la estructura marina.

Por lo tanto, la presente invención se basa en el objetivo de diseñar y desarrollar la cimentación y la estructura marina del tipo mencionado al principio y explicado anteriormente con más detalle, de tal manera que sea posible un control fiable del anclaje de la estructura marina.

Esta misión se soluciona mediante una cimentación según la reivindicación 1.

Además, en una estructura marina acorde con el preámbulo de la reivindicación 9, el objetivo planteado se consigue porque la cimentación está diseñada según una de las reivindicaciones 1 a 8.

Aunque el cable de transmisión se extiende en secciones desde el al menos un ancla a lo largo del al menos un elemento de sujeción hasta el al menos un cuerpo flotante y/o en la otra dirección, el cable de transmisión no está fijado junto con el correspondiente elemento de sujeción al cuerpo flotante o al ancla. Más bien, entre el al menos un elemento de sujeción y el cuerpo flotante y/o el ancla está previsto un elemento de protección a través del cual pasa el cable de transmisión. Por lo tanto, el elemento de protección es responsable de proteger el cable de transmisión durante la transición desde el al menos un elemento de sujeción y el cuerpo flotante y/o el ancla. Esta zona del cable de transmisión corre especial riesgo de sufrir daños durante el funcionamiento de la estructura marina. Por lo tanto, el elemento de protección no forma parte del al menos un elemento de sujeción, ya que se ha reconocido como desventajosa la unión entre sí del elemento de sujeción y del cable de transmisión, ya sea en el cuerpo flotante o en el ancla. Además, entre el elemento de sujeción y el cuerpo flotante puede estar previsto un elemento de protección para unir el cable de transmisión con el cuerpo flotante. Alternativa o adicionalmente también puede estar previsto un elemento de protección entre el elemento de sujeción y el ancla. En ambas uniones, el cable de transmisión está protegido por el elemento de protección, de modo que se puede reducir significativamente el riesgo de daños causados por influencias externas en el cable de transmisión durante el funcionamiento de la estructura marina.

El elevado efecto protector del elemento de protección no se consigue únicamente porque el elemento de protección está previsto entre el elemento de sujeción y el cuerpo flotante y/o entre el elemento de sujeción y el ancla. El efecto

protector se consigue especialmente porque el cable de transmisión pasa a través del elemento de protección. El elemento de protección puede extenderse desde el elemento de sujeción, por un lado, hasta el cuerpo flotante o el ancla, por otro lado. Pero esto no es obligatorio. Sin embargo, para conseguir un alto efecto protector es ventajoso que el elemento de protección se extienda al menos predominantemente, en particular al menos esencialmente a lo largo de toda la distancia entre el elemento de sujeción, por un lado, y el cuerpo flotante o el ancla, por el otro.

En una primera forma de realización especialmente preferida de la cimentación el al menos un elemento de sujeción está configurado como cadena de anclaje o como cuerda de anclaje. De esta manera se pueden absorber y derivar de forma sencilla y segura fuerzas de sujeción elevadas para sujetar el cuerpo flotante sobre el ancla correspondiente. Una fijación especialmente duradera y segura del cuerpo flotante al ancla es posible si el cable de ancla está compuesto de fibras de plástico o alambres metálicos, en particular alambres de acero. En particular, debido a sus propiedades mecánicas, el cable de ancla puede ser un llamado cable retorcido, en el que los alambres o fibras se retuercen en cordones y después se enrollan, es decir, se retuercen sobre el cable de ancla. Mediante el retorcido o el enrollado se obtiene una cuerda de ancla que puede doblarse muchas veces sin romperse. La producción de cuerdas retorcidas a partir de alambres metálicos o fibras plásticas es conocida en sí.

Para que el cable de transmisión esté protegido de forma fiable contra influencias externas incluso fuera de la zona de unión del elemento de sujeción asociado con el cuerpo flotante y/o con el ancla, el al menos un cable de transmisión puede estar dispuesto al menos predominantemente dentro del elemento de sujeción, en particular la cuerda de ancla. En este contexto es especialmente importante que el cable de ancla pueda tener muchos metros de longitud, por ejemplo más de 30 m, más de 50 m incluso más de 100 m, mientras que la zona de unión entre el cable de ancla y el cuerpo flotante o el ancla normalmente sólo serán unos pocos metros. Alternativa o adicionalmente también puede estar previsto que el elemento de protección entre el cable de ancla y el cuerpo flotante o el ancla tenga una longitud de sólo unos pocos metros y, por tanto, mucho más corto que la longitud del cabo de sujeción y del cable de transmisión. La integración del cable de transmisión en el cable de anclaje puede realizar muy fácilmente y aún así ofrecer una protección completa, si el al menos un cable de transmisión está dispuesto al menos predominantemente como cordón o como inserción del cable de ancla dentro del cable de ancla. Un inserto de un cable de ancla está rodeado al menos esencialmente por completo por cordones del cable de ancla y al menos esencialmente a lo largo de toda la longitud del cable de transmisión entre el cuerpo flotante y el ancla.

El cable de transmisión está especialmente bien protegido contra influencias externas durante el funcionamiento de la estructura marina, al menos en la zona de unión con el cuerpo flotante y/o con el ancla, si el al menos un elemento de protección está al menos parcialmente, en particular al menos sustancialmente completamente, formado por un tubo con forma de resorte helicoidal. Entonces el tubo puede deformarse elásticamente como un resorte helicoidal para evitar la rotura del tubo y al mismo tiempo mantener las fuerzas externas que causan la deformación del tubo alejadas del cable de transmisión en el tubo. Esto se obtiene especialmente si el cable de transmisión se conduce, al menos esencialmente, a través del tubo conformado correspondientemente. El término "tubo" no debe entenderse aquí necesariamente de forma muy restrictiva; por ejemplo, el tubo no tiene que estar completamente cerrado en su perímetro y el tubo no tiene que tener una sección transversal circular o al menos esencialmente ovalada, incluso si esto es fundamentalmente preferido para la deformación elástica del tubo y la protección del cable de transmisión.

Para reducir aún más los daños del cable de transmisión dentro del tubo o en sus extremos, puede ser conveniente que el al menos un cable de transmisión se haga pasar a través de un tubo cuyo diámetro interior es mayor al menos en un 5%, preferiblemente en al menos un 10%, en particular al menos un 20 %, que el diámetro exterior del cable de transmisión. De esta manera se evitan rozaduras del cable de transmisión en los extremos del tubo y/o en el interior del tubo.

Para proteger aún más el cable de transmisión en la zona de unión con el cuerpo flotante y/o con el ancla, el al menos un elemento de protección está unido fijamente, por un lado, con el al menos un elemento de sujeción y/o con el al menos un elemento flotante y por otro lado con el al menos un ancla. A continuación se aplican fuerzas, en particular directamente en el elemento de protección, desde el elemento de sujeción, el cuerpo flotante y/o el ancla. Desde allí las fuerzas no se transmiten al cable de transmisión, o sólo de forma muy limitada. Más bien, las fuerzas correspondientes se transmiten al elemento de protección correspondiente y se desvían desde allí. Para poder conseguirlo de forma estructuralmente sencilla y muy fiable, al menos un extremo del elemento de protección está insertado en el elemento de sujeción y/o, dependiendo de la disposición del elemento protector, en el cuerpo flotante o en el ancla.

Para que las fuerzas de sujeción entre el elemento de sujeción y el cuerpo flotante puedan transmitirse independientemente de la unión del cable de transmisión con el cuerpo flotante correspondiente, es aconsejable que el al menos un elemento de sujeción esté unido con el al menos un cuerpo flotante, evitando el al menos un cable de transmisión y/o el al menos un elemento de protección. De esta manera se libera al cable de transmisión, al menos en su mayor parte, de las fuerzas de retención. De forma alternativa o adicional, el al menos un elemento de sujeción también puede estar conectado con el al menos un ancla, evitando el al menos un cable de transmisión y/o el al menos un elemento de protección. Entonces el cable de transmisión, en la zona de unión con el ancla, se libera correspondientemente y al menos predominantemente de las fuerzas de sujeción entre el elemento de sujeción y el ancla correspondiente. De este modo se protege aún más el cable de transmisión.

Para que el al menos un elemento de protección sea duradero, estable y, dado el caso, también suficientemente elástico, puede ser aconsejable que el al menos un elemento de protección esté formado al menos parcialmente de un metal, en particular de acero, de un plástico y/o de un plástico reforzado con fibras. Los diferentes materiales tienen ventajas especiales sobre otros materiales debido a sus respectivas propiedades, de modo que se pueden preferir diferentes selecciones de material debido a diferentes requisitos.

El al menos un cable de transmisión puede ser un cable de comunicación para la transmisión o intercambio de datos o un cable de tensión para suministrar energía a un consumidor eléctrico. Esto facilita, por ejemplo, el seguimiento del anclaje, la comunicación o transmisión de datos entre el ancla y el cuerpo flotante o la alimentación de tensión a sensores y/o sistemas de medición. En este contexto es especialmente útil que el cable de transmisión comprenda al menos un conductor metálico y/o al menos un conductor de ondas ópticas, en particular un conductor de fibra de vidrio. De esta manera se puede transmitir de forma sencilla y fiable una corriente y/o una señal.

Para vigilar el anclaje de la estructura marina es especialmente útil que el al menos un cable de transmisión esté unido a un sensor. El sensor puede registrar parámetros que permiten sacar conclusiones sobre el estado del anclaje de la estructura marina. En particular se trata de un sensor de movimiento y/o de un sensor de vibración. Además, puede ser aconsejable que el al menos un cable de transmisión esté conectado a un sistema de medición que sea capaz, por ejemplo, de medir el estado del anclaje y/o determinar el estado del anclaje basándose en datos del al menos un sensor. Si al menos un cable de transmisión está unido a una fuente de luz y/o una fuente de tensión, se puede transmitir una señal óptica o eléctrica. En este contexto, generalmente se prefiere que el sensor y/o el sistema de medición y/o la fuente de luz y/o la fuente de tensión estén configurados como parte del ancla y/o del cuerpo flotante. Esto simplifica el seguimiento del anclaje tanto funcional como constructivamente.

La invención se explica a continuación con más detalle mediante un dibujo que muestra sólo un ejemplo de realización. Se muestra en el dibujo.

Fig. 1 una estructura marina con una cimentación flotante en una representación esquemática,

Fig. 2 un elemento de sujeción de la estructura marina de la figura 1 en una vista en sección esquemática,

Fig. 3 un elemento de protección junto con el cable de transmisión asociado de la estructura marina de la figura 1 en una vista en sección en perspectiva esquemática y en una vista detallada esquemática,

Figura 4A-B la unión entre el cuerpo flotante y un elemento de sujeción de la estructura marina de la figura 1 a dos distancias diferentes.

En la fig.1 está representada una estructura marina 1, que es una instalación de energía eólica marina 2. La estructura marina 1 tiene una cimentación 3 con una fundación flotante 4, que incluye un cuerpo flotante 5 y varias anclas 6. El cuerpo flotante 5 lleva la propia estructura, que en el presente caso es una instalación de energía eólica 2, y flota sobre la superficie del mar MO o ligeramente por debajo de ella. Para que el cuerpo flotante 5 no se desplace, está unido con las anclas 6 a través de elementos de sujeción 7, que a su vez están anclados en o al menos sobre el fondo marino MB. Normalmente, dichas fundaciones flotantes 4 son adecuadas para estructuras marinas 1 que deben instalarse en lugares del mar con profundidades de agua considerables. Para mayor claridad, la figura 1 no está dibujada a escala, ya que la altura de la estructura marina 1 sería entonces relativamente pequeña en relación con la profundidad del agua. Por lo tanto, en el dibujo se muestra una profundidad de agua en la que también sería posible una cimentación 3 sin fundación flotante 4. De hecho, los elementos de sujeción 7 suelen ser mucho más largos en relación con la altura de la estructura marina 1.

Para que el cuerpo flotante 5 no pueda ser arrastrado, se debe garantizar que los elementos de sujeción 7 sujeten el cuerpo flotante 5 de forma segura sobre las, por ejemplo dos o cuatro, anclas 6 y que las anclas 6 también estén sujetas de forma segura en o sobre el fondo marino.. Sin embargo, esto sólo se puede conseguir de forma limitada mediante fuertes elementos de sujeción 7 y anclas 6 clavados profundamente en el fondo marino MB, ya que en caso de tormenta o por otras razones pueden aparecer picos de carga individuales muy elevados que difícilmente pueden predecirse y calcularse. Esto hace que sea deseable controlar el anclaje 8 para estar siempre informado sobre el estado o condición del anclaje 8 durante el funcionamiento de la estructura marina 1 y poder intervenir antes de que la estructura marina 1 pueda soltarse o desplazarse .

Por este motivo, en la estructura marina 1 representada y preferida, a cada elemento de sujeción 7 se le asigna un cable de transmisión 9. En principio, los elementos de sujeción 7 individuales también podrían prescindir de un cable de transmisión 9, pero esto en general sería menos preferido. Los cables de transmisión 9 se extienden esencialmente a lo largo de toda la longitud de los elementos de sujeción 7 entre el ancla 6 asociada y el cuerpo flotante 5. Los cables de transmisión 9 no están unidos directamente a los elementos de sujeción 7, sino sólo en los dos extremos de los elementos de sujeción 7. Los cables de transmisión 9 son conducidos en estas zonas a través de elementos protectores 10 al respectivo ancla 6 o al cuerpo flotante 5. Los elementos protectores 10 protegen al cable de transmisión 9 de daños al cable de transmisión 9 debido a los movimientos relativos entre el cuerpo flotante 5 y las anclas 6, que finalmente conducen a un movimiento relativo entre el elemento de sujeción 7 por un lado y el cuerpo flotante 5 o un ancla 6 por otro lado. Para proteger el cable de transmisión 9, los cables de transmisión 9 son guiados al menos por secciones a través del correspondiente elemento de protección 10 entre el elemento de sujeción 7, por

un lado, y el cuerpo flotante 5 o un ancla 6, por otro lado. De este modo, el elemento de protección 10 forma una especie de cubierta protectora para el cable de transmisión, que está protegido desde el exterior por el elemento de protección 10.

El cable de transmisión 9 puede estar configurado como cable de comunicación, de transmisión de datos o de tensión, según el tipo de transmisión que deba realizarse a través del cable de transmisión 9. Para la transmisión se cuestionan especialmente las señales. De forma adicional o alternativa también se puede transmitir una tensión para el funcionamiento de un sensor 11 o de un sistema de medición 12. En el presente caso, cada cable de transmisión 9 está conectado a un sensor 11, que está integrado en el ancla 6 asociada. El sensor 11 es, por ejemplo, un sensor de movimiento y/o un sensor de vibración. El sensor 11 genera señales que se transmiten a través del cable de transmisión 9. Por lo tanto, los cables de transmisión 9 están conectados en cada caso a un sistema de medición 12, que está integrado en el cuerpo flotante 5. El sistema de medición 12 evalúa las señales de los sensores 11 y, a partir de las señales, determina así el estado del anclaje 8. Si se determina un estado crítico del anclaje 8, el sistema de medición 12 puede, por ejemplo, emitir una alarma o una señal correspondiente. En caso necesario, el sistema de medición 12 puede estar dotado de un dispositivo de transmisión 13, con el que se pueden enviar las señales correspondientes a tierra, de modo que se puedan iniciar oportunamente contramedidas si esto parece apropiado debido al estado actual del anclaje 8. En muchos casos también será útil que el cable de transmisión 9 presente un conductor metálico y/o al menos un conductor de ondas ópticas 13, en particular un conductor de fibra de vidrio. Sin embargo, también se pueden combinar diferentes conductores, por ejemplo para conseguir la alimentación de corriente y la transmisión de señales mediante diferentes líneas.

La figura 2 muestra un ejemplo de elemento de sujeción 7 de la cimentación 3 de la figura 1 en forma de cable de ancla en un corte en el que está integrado un cable de transmisión 9, en particular en forma de un inserto. El cable de transmisión 9 incluye un conductor de ondas ópticas 14 y está alojado en el centro del elemento de sujeción 7 para protegerlo. Alrededor del cable de transmisión 9 están previstos varios cabos de sujeción 15, por ejemplo de fibras de acero o de plástico, que transmiten las fuerzas de sujeción del elemento de sujeción 7. Para proteger estos cabos 15, están cubiertos por una carcasa exterior 16, hecha por ejemplo de un material plástico. También está prevista una capa de protección contra la arena 17 entre esta carcasa exterior 16 y los cabos 15 para proteger los cabos 15 contra rozaduras. El elemento de sujeción 7 mostrado y preferido a este respecto presenta también un material de relleno 18 que llena las cavidades entre los cabos de sujeción 15. De esta manera se consigue también una forma de sección transversal esencialmente circular del elemento de sujeción 7.

En el presente caso, el conductor de ondas ópticas 14 presenta varias fibras ópticas 19. Las fibras ópticas 19 están rodeadas por un elemento tubular 20. El elemento tubular 20 puede estar formado de metal y/o al menos de un material plástico. El elemento tubular 20 sirve en particular para proteger las fibras ópticas 19 dispuestas dentro del elemento tubular 20. Para mejorar aún más la protección, se utiliza una capa de refuerzo 21, en el presente caso formada por dos capas de sobrefuerzo, cada una de las cuales consta de una pluralidad de cables de refuerzo. En particular, la capa de refuerzo 21 rodea directamente el elemento tubular 20. Preferiblemente, una primera capa de refuerzo inferior puede estar formada por cables de refuerzo, que están hechos, por ejemplo, de acero, y la capa de refuerzo adicional puede estar formada por cables de refuerzo, que están hechos por ejemplo de acero, y la capa de refuerzo adicional puede estar formada por cables de refuerzo, que están hechos de un material compuesto de fibra. Sin embargo, también se podrían prever sólo una subcapa, más de dos subcapas y/o cables de refuerzo de otro material. Además, el elemento tubular 20 está lleno de un fluido viscoelástico 22, por ejemplo un gel de silicona. Además, el conductor de ondas ópticas 14 presenta como capa exterior una capa de plástico 23, en particular de plástico extruido, para mantener unidos los componentes que se encuentran en ella.

En la zona de los extremos de los elementos de sujeción 7 los cables de transmisión 9 salen de los elementos de sujeción 7 y discurren al menos por tramos en un elemento de protección 10, como se muestra en la figura 3. El elemento de protección 10 ilustrado y preferido está formado por un tubo y a través del cual se pasa el cable de transmisión 9. El diámetro interior D_i del elemento de protección 10 es ligeramente mayor que el diámetro exterior D_a del cable de transmisión 9. Para tener en cuenta los movimientos relativos entre los elementos de sujeción 7 y el cuerpo flotante 5 y el ancla 6, el elemento de protección 10 está doblado a modo de resorte helicoidal. La extensión longitudinal del elemento de protección 10 entre los elementos de sujeción 7 y el cuerpo flotante 5 o el ancla 6 puede disminuir y aumentar repetidamente sin que esto produzca daños en el elemento de protección 10 o en el cable de transmisión 9.

En las figuras 4A-B se muestra la unión entre un elemento de sujeción 7 y el cuerpo flotante 5 así como la unión entre un cable de transmisión 9 y el cuerpo flotante 5. Las uniones correspondientes del elemento de sujeción 7 y del cable de transmisión 9 con un ancla 6 se realizan de forma análoga en la cimentación 3 representada y, por tanto, preferida. Las figuras 4A-B muestran la misma unión, pero la distancia A_1 , A_2 entre el cuerpo flotante 5 y el elemento de sujeción 7 es más corta en la figura 4A que en la figura 4B. Un extremo del elemento de protección 10 está insertado en el interior del elemento de sujeción 7, de modo que el cable de transmisión 9 ya está insertado en el elemento de sujeción 7 en el elemento de protección 10. Sin embargo, esto no es absolutamente necesario. Al elemento de sujeción 7 también está asociado un elemento abrazadera 24, que sujeta y posiciona de forma segura el elemento de protección 10 sobre el elemento de sujeción 7. Además, el extremo opuesto del elemento de protección 10 está unido fijamente con el cuerpo flotante 5 a través de un dispositivo de conexión 25, que en el presente caso está configurado especialmente como placa de conexión. El dispositivo de conexión 25 sujeta y posiciona de forma fiable el elemento

de sujeción 7 sobre el cuerpo flotante 5. Una variación de la distancia entre el elemento de sujeción 7 y el cuerpo flotante 5 entre las distancias A1 y A2 de las figuras 4A-B conduce a una compresión o estiramiento del elemento de protección 10, que está configurado a modo de resorte helicoidal, sin que puedan actuar fuerzas de magnitud crítica sobre el cable de transmisión 9. Gracias a la unión firme del elemento de protección 10 con el cuerpo flotante 5 y el elemento de sujeción 7, también se pueden transmitir fuerzas directamente desde el cuerpo flotante 5 a través del elemento de protección 10 al elemento de sujeción 7 y viceversa, sin pasar por el cable de transmisión 9. Para proporcionar suficiente flexibilidad al elemento de protección 10 y al mismo tiempo proporcionar suficiente resistencia y robustez, el elemento de protección 10 puede estar hecho de acero, un plástico y/o un plástico reforzado con fibras.

La unión del elemento de sujeción 7 con el cuerpo flotante 5 no está representada en detalle en las figuras 4A-B. Esta unión está separada de la unión del cuerpo flotante 5 al cable de transmisión 9 y puede realizarse de manera convencional, por ejemplo mediante ojales fijados al cuerpo flotante 5. Por lo tanto, el elemento de sujeción 7 correspondiente está firmemente unido con el cuerpo flotante 5, evitando el al menos un cable de transmisión 9 y el al menos un elemento de protección 10.

Lista de símbolos de referencia

- | | | |
|----|----|-------------------------------|
| 15 | 1 | estructura en el mar |
| | 2 | instalación de energía eólica |
| | 3 | cimentación |
| | 4 | fundación |
| | 5 | cuerpo flotante |
| 20 | 6 | ancla |
| | 7 | elemento de sujeción |
| | 8 | anclaje |
| | 9 | cable de transmisión |
| | 10 | elemento de protección |
| 25 | 11 | sensor |
| | 12 | sistema de medición |
| | 13 | dispositivo transmisor |
| | 14 | fibra óptica |
| | 15 | cabo de sujeción |
| 30 | 16 | envolvente exterior |
| | 17 | capa protectora de arena |
| | 18 | material de relleno |
| | 19 | fibra óptica |
| | 20 | elemento tubo |
| 35 | 21 | capa de refuerzo |
| | 22 | fluido viscoelástico |
| | 23 | capa de plástico |
| | 24 | elemento abrazadera |
| | 25 | dispositivo de conexión |
| 40 | MB | fondo del mar |
| | MO | superficie del mar |

REIVINDICACIONES

1. Cimentación (3) de una estructura marina (1), en particular de una instalación de energía eólica (2), con una fundación flotante (4), que comprende al menos un cuerpo flotante (5) para flotar en la superficie del mar (MO), al menos un ancla (6) para anclar el al menos un cuerpo flotante (5) al fondo marino (MB) y al menos un elemento de sujeción (7) para sujetar el al menos un cuerpo flotante (5) al al menos un ancla (6), en la que al menos un cable de transmisión (9) se extiende desde al menos un ancla (6) a lo largo del al menos un elemento de sujeción (7) hasta el al menos un cuerpo flotante (7) y/o y viceversa, en donde el cable de transmisión (9) es guiado por tramos a través del al menos un elemento de protección (10) previsto entre el elemento de sujeción (7) y la al menos un ancla (6) y/o el al menos un cuerpo flotante (5) y donde el al menos un elemento de protección (10) está unido fijamente con el al menos un elemento de sujeción (7) y/o con el al menos un cuerpo flotante (5) o con la al menos un ancla (6), caracterizada por que
al menos un extremo del elemento de protección (10) se inserta en el elemento de sujeción (7) y/o en el cuerpo flotante (5) o en el ancla (6).
2. Cimentación según la reivindicación 1, caracterizada por que el al menos un elemento de sujeción (7) es una cadena de ancla o una cuerda de ancla y por que preferiblemente el cable de anclaje está formado por fibras de plástico o por alambres metálicos, en particular alambres de acero.
3. Cimentación según la reivindicación 2, caracterizada por que el al menos un cable de transmisión (9) está dispuesto al menos predominantemente por el interior del elemento de sujeción (7), en particular cable de ancla, y por que preferiblemente el al menos un cable de transmisión (9) está dispuesto como cordón o como inserto en el cable de anclaje al menos predominantemente por el interior del cable de ancla.
4. Cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el al menos un elemento de protección (10) está formado al menos por secciones, en particular al menos sustancialmente en su totalidad, por un tubo formado a modo de resorte helicoidal y por que el al menos un cable de transmisión (9) es guiado a través del elemento de protección (10) y por que preferiblemente, el diámetro interior del elemento de protección (10) es mayor que el diámetro exterior del cable de transmisión (9) en al menos un 5 %, preferiblemente en al menos un 10 %, en particular en al menos un 20 %.
5. Cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que el al menos un elemento de sujeción (7) está unido al al menos un cuerpo flotante (5) evitando el al menos un cable de transmisión (9) y/o el al menos un elemento de protección (10) y/o por que el al menos un elemento de sujeción (7) está unido con el al menos un ancla (6) evitando el al menos un cable de transmisión (9) y/o el al menos un elemento de protección (10).
6. Cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que el al menos un elemento de protección (10) está formado al menos parcialmente por un metal, en particular por un acero, por un plástico y/o por un plástico reforzado con fibras.
7. Cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que el al menos un cable de transmisión (9) es un cable de comunicación para la transmisión de datos o para el intercambio de datos o un cable de tensión para suministrar tensión a un consumidor eléctrico y por que preferiblemente, el cable de transmisión comprende al menos un conductor metálico y/o al menos un conductor de ondas ópticas (14), en particular un conductor de fibra óptica.
8. Cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que el al menos un cable de transmisión (9) está unido a un sensor (11), en particular a un sensor de movimiento y/o de vibración, y/o a un sistema de medición (12) y/o a una fuente de luz y/o a una fuente de tensión y por que preferiblemente, el sensor (11) y/o el sistema de medición (12) y/o la fuente de luz y/o la fuente de tensión son parte del ancla (6) y/o del cuerpo flotante (5).
9. Estructura marina, en particular instalación de energía eólica marina, con una cimentación, caracterizada por que la cimentación (3) está formada según una de las reivindicaciones 1 a 8.

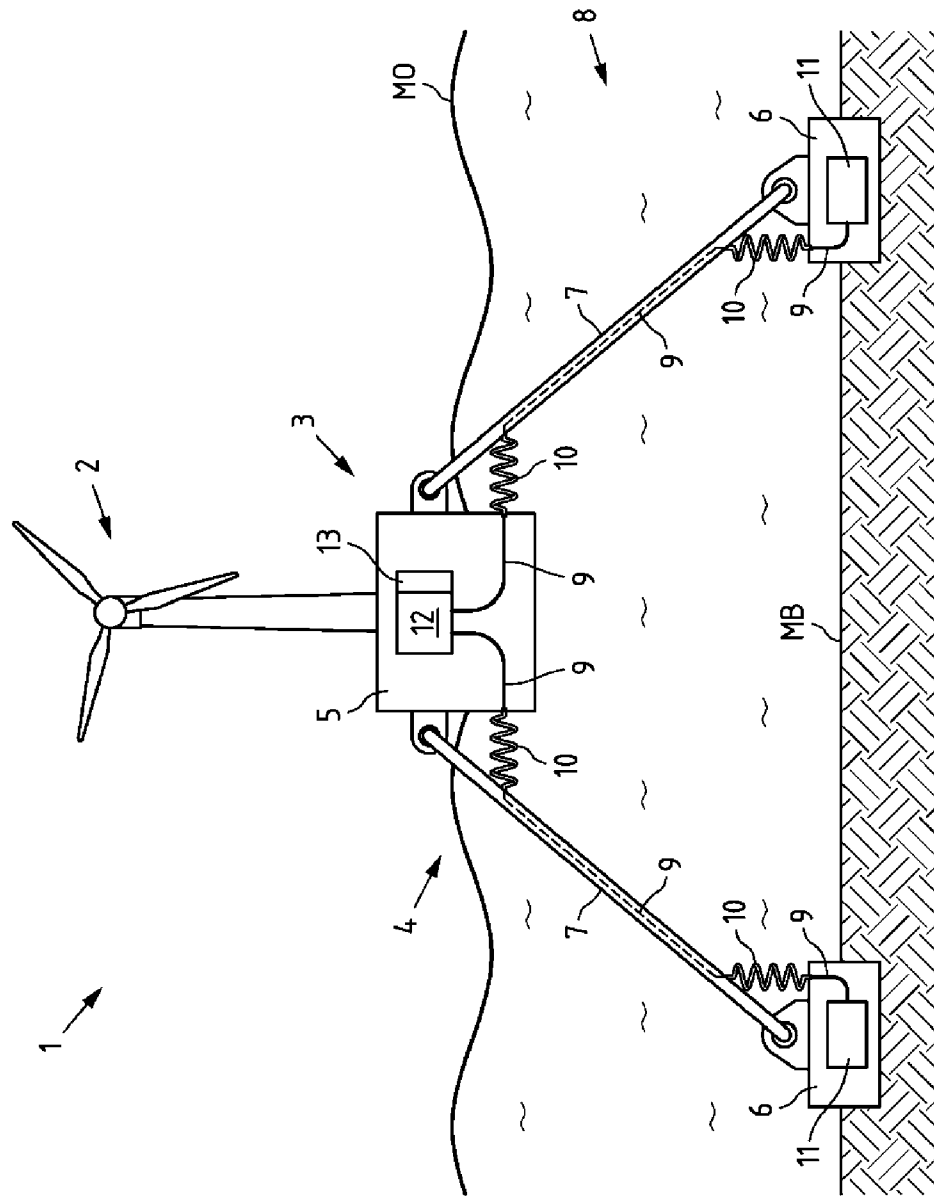


Fig.1

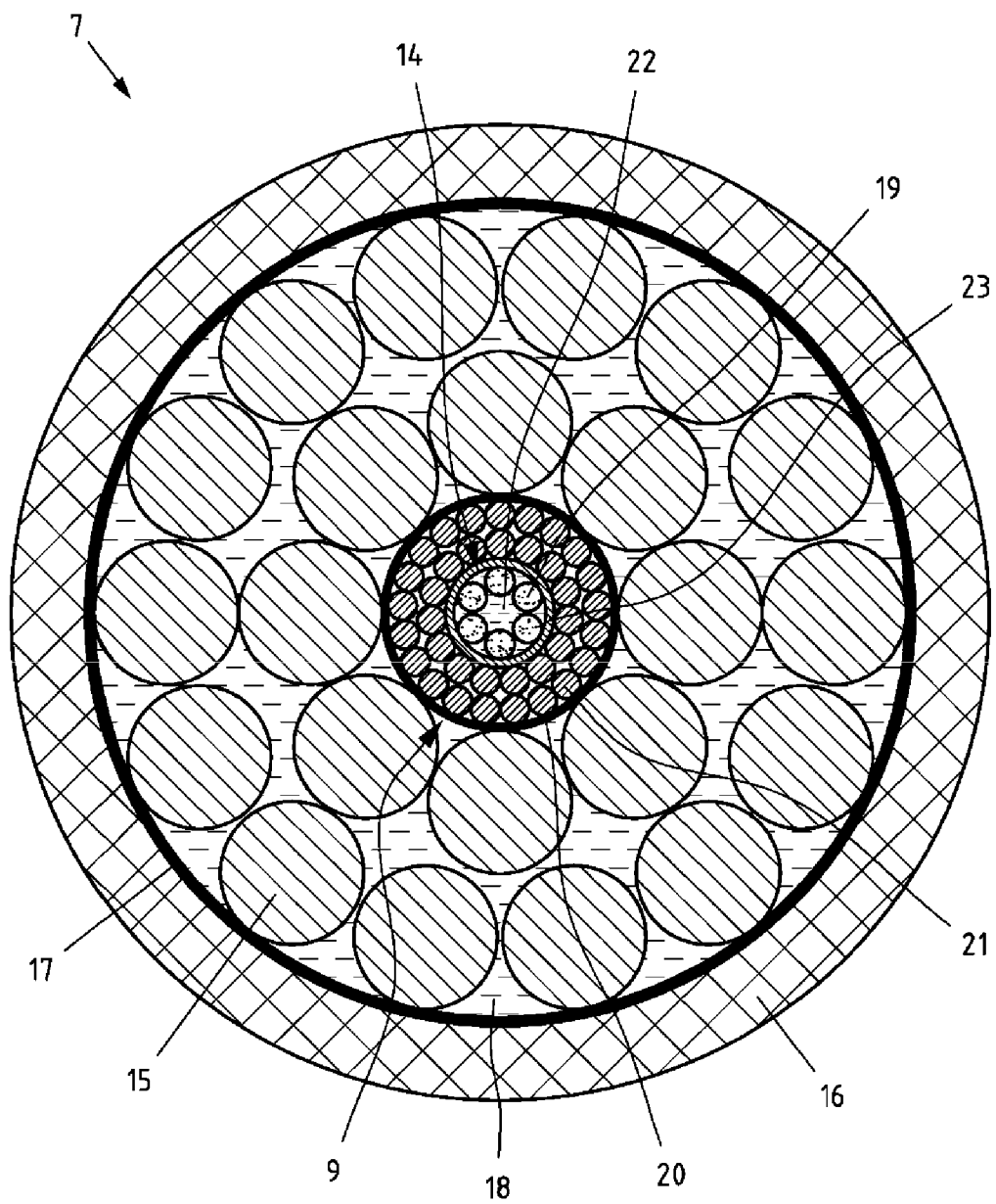


Fig.2

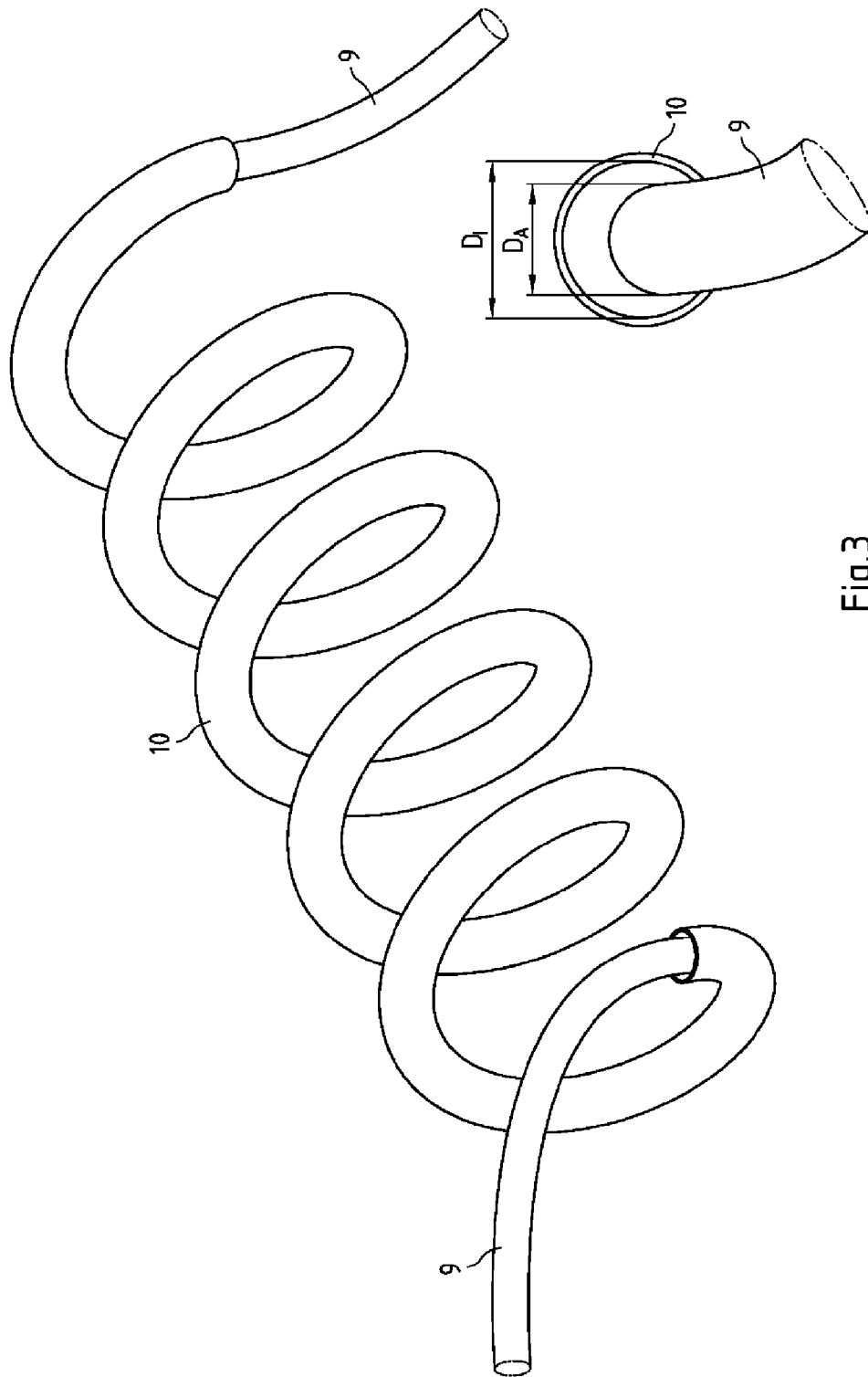


Fig.3

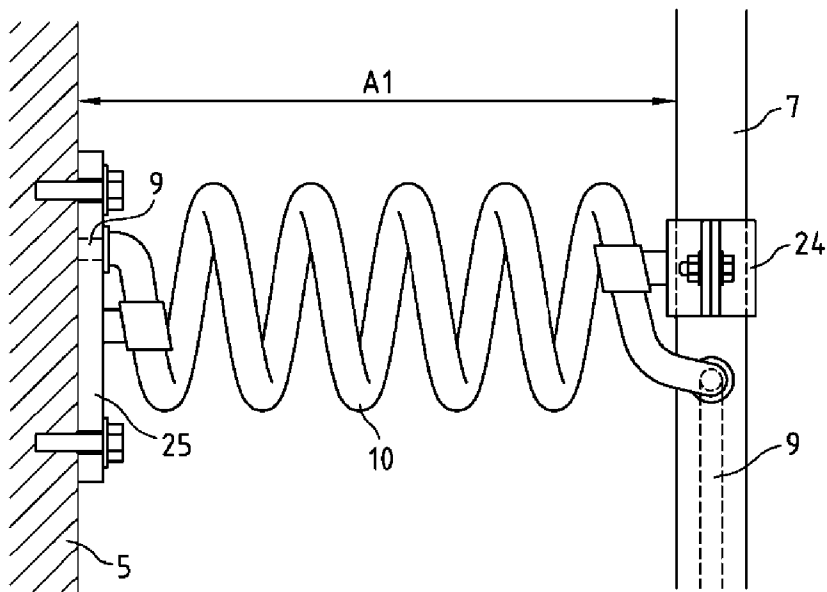


Fig.4A

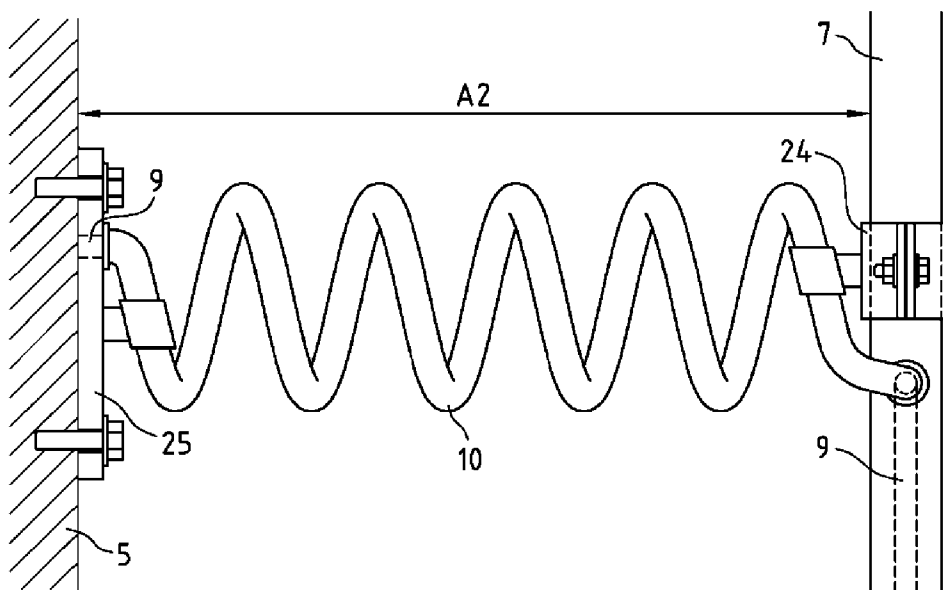


Fig.4B