



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 994 836**

⑮ Int. Cl.:

F03D 13/10 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2021 PCT/FR2021/052003**

⑧7 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2022 WO22123130**

⑨6 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2021 E 21823632 (1)**

⑨7 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2024 EP 4259927**

⑮ Título: **Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante**

⑩ Prioridad:

10.12.2020 FR 2013023

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

03.02.2025

⑯ Titular/es:

**BOURBON OFFSHORE GAIA (100.00%)
148 rue Sainte
13007 Marseille, FR**

⑯ Inventor/es:

**BELENFANT, PATRICK;
DUQUENNOY, PHILIPPE;
BOUCARD, JULIEN y
COMBESCURE, CHRISTOPHE**

⑯ Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 994 836 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

Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante

Campo técnico

5 La invención se refiere a un procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante, para montar varias centrales eólicas marinas flotantes en una masa de agua, generalmente en el mar.

Estado de la técnica

Convencionalmente, una central eólica marina flotante comprende una turbina eólica montada sobre una estructura flotante, comprendiendo dicha turbina eólica al menos un mástil fijado a la estructura flotante y compuesto por una pila de varias secciones de mástil, una turbina fijada en la parte superior del mástil y aspas acopladas a la turbina.

10 La invención encuentra una aplicación preferida, y no limitativa, para las centrales eólicas marinas flotantes que desarrollan una potencia de al menos 2,5 MW (megavatios), o incluso más, con potencias que pueden alcanzar 12 MW, 15 MW, 20 MW o más.

Como es sabido, la estructura flotante, también denominada flotador, forma una estructura de tipo semisumergible, provista de un sistema de anclaje para anclar la estructura flotante al fondo submarino. Para una aplicación a centrales eólicas marinas flotantes se conocen diferentes estructuras flotantes de tipo semisumergible, por ejemplo y sin carácter limitativo:

- una estructura flotante que comprende al menos tres columnas (generalmente de hormigón y/o acero), comprendiendo cada columna una parte no sumergida y una parte sumergida, y elementos de conexión para conectar rígidamente las columnas entre sí, tal como se conoce por los documentos FR3093699, FR3093074, 20 EP3342699, EP3546337, WO2019/034281 y WO2015120227; o
- una estructura flotante anular, generalmente de hormigón y/o acero, por ejemplo con forma rectangular, cuadrada o triangular, tal como se conoce por los documentos EP1 106825, WO2019/106283 y EP2668090.

Para el montaje de una central eólica marina flotante, la práctica consiste en acercar la estructura flotante a un muelle en el que está prevista una grúa que presenta una altura y una capacidad de elevación adaptadas para poder levantar las secciones de mástil para apilarlas sobre la estructura flotante, luego levantar la turbina para fijarla a la parte superior del mástil y finalmente levantar las aspas para acoplarlas a la turbina, como se conoce, por ejemplo, por el documento WO2016/138088. Estas operaciones deben repetirse para cada central eólica marina flotante, generalmente con una sola grúa, a veces especialmente diseñada para hacer frente a tales desafíos en términos de capacidad de elevación y altura. Por ejemplo, la altura del mástil puede superar los 100 metros y puede alcanzar los 120 metros para una potencia de 12 MW, o incluso 160 metros para una potencia de 20 MW, las secciones de mástil pueden pesar de 30 a 200 toneladas, una turbina puede pesar de 400 a 650 toneladas o incluso más, y cada aspa puede pesar de 20 a 60 toneladas o incluso más.

En este contexto, cuando se trata de montar varias centrales eólicas marinas flotantes, la disponibilidad del muelle y, en particular, la longitud disponible del muelle, la profundidad a nivel del muelle y la capacidad estructural del muelle para soportar una grúa elevadora en el muelle con capacidad suficiente para levantar las cargas, se convierte en una restricción logística y geográfica que determina la planificación de instalación y montaje de las centrales eólicas marinas flotantes y, por lo tanto, la planificación de producción de electricidad y el coste de puesta en marcha de la producción.

40 Además, para cumplir con los mayores requisitos en términos de altura y peso, que son las consecuencias directas del aumento de la potencia, a menudo es obligatorio recurrir a una construcción previa de una grúa dedicada, o incluso la construcción de un muelle dedicado o la adaptación (refuerzo, ampliación) de un muelle existente, debido a la capacidad de la grúa y su proximidad al muelle, lo que aumenta tanto el tiempo como los costes de montaje de las centrales eólicas marinas flotantes.

Compendio de la invención

45 La presente invención tiene como objetivo resolver la totalidad o parte de los problemas anteriormente mencionados, proponiendo un procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante que permita depender menos de las restricciones del muelle, con un coste reducido en comparación con el uso de una grúa de muelle, independientemente de la potencia de las centrales eólicas marinas flotantes (por lo tanto, independientemente de la altura y el peso de los componentes de la turbina eólica).

50 Otro objetivo de la invención consiste en reducir el tiempo de montaje y, por lo tanto, permitir que el parque eólico marino flotante entre en producción más rápidamente.

Con este fin, la invención propone un procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante para un montaje en una masa de agua de al menos N centrales eólicas marinas flotantes, siendo N un número entero mayor o igual que 3, en el que cada central eólica marina flotante comprende al menos una turbina eólica montada sobre una estructura flotante, comprendiendo dicha turbina eólica un conjunto de varios componentes que incluye al menos un mástil fijado sobre la estructura flotante y compuesto por una pila de varias secciones de mástil, una turbina fijada en la parte superior del mástil y aspas acopladas a la turbina,

este procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante comprende las siguientes etapas:

- proporcionar y disponer al menos N estructuras flotantes en la masa de agua;
- proporcionar una pluralidad de secciones de mástil para montar al menos N mástiles;
- 10 – proporcionar turbinas y aspas para al menos N turbinas eólicas;

siendo este procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante notable porque comprende las siguientes etapas:

- seleccionar, entre las al menos N estructuras flotantes, al menos una estructura flotante denominada estructura flotante de montaje, denominándose las otras estructuras flotantes estructuras flotantes receptoras;

- fijar un dispositivo de elevación sobre la estructura flotante de montaje;
- acercar la estructura flotante de montaje a una de las estructuras flotantes receptoras y usar el dispositivo de elevación para levantar y montar sobre dicha estructura flotante receptora al menos uno de los componentes de la turbina eólica;

- 20 – repetir la etapa anterior para las demás estructuras flotantes receptoras.

Por lo tanto, la invención propone utilizar una de las estructuras flotantes de la serie como soporte para un dispositivo de elevación, lo que permitirá a la estructura flotante de montaje levantar en rada o en mar todos o algunos de los componentes de la turbina eólica, tales como las aspas y eventualmente las secciones de mástil y la turbina, dependiendo de la capacidad del dispositivo de elevación presente en la estructura flotante de montaje.

25 Desde un punto de vista económico, esta solución es particularmente interesante porque se basa en una estructura flotante de montaje que se extrae de una serie de varias estructuras flotantes fabricadas a gran escala (dependiendo del tamaño del campo eólico), lo que contribuye a una economía de escala y, por lo tanto, a un coste de fabricación reducido de la estructura flotante de montaje (coste diluido en el coste de fabricación de las al menos N estructuras flotantes).

30 Desde un punto de vista logístico, esta solución es igual de interesante porque permite depender menos, o incluso no depender, de un muelle para montar las turbinas eólicas en las estructuras flotantes receptoras.

Por supuesto, en el sentido de la invención, es posible prever dos o más estructuras flotantes de montaje con dispositivo de elevación, con el fin de acelerar el montaje de las turbinas eólicas.

35 En el sentido de la invención, también es posible que cada central eólica marina flotante comprenda una o más turbinas eólicas en su estructura flotante, en otras palabras, la estructura flotante soporta una o más turbinas eólicas. Además, en el contexto de la invención, una vez que la estructura flotante de montaje se acopla a una estructura flotante receptora, el dispositivo de elevación puede usarse para montar al menos uno de los componentes de una turbina eólica, o incluso de dos o más turbinas eólicas, dependiendo del número de turbinas eólicas que se hayan de montar sobre esta estructura flotante receptora.

40 Finalmente, el procedimiento según la invención permite erigir turbinas eólicas en un lugar que no sea un puerto, en particular en una bahía protegida, un golfo marino, tal como una ría o un área de varadero o masa de agua, generalmente en el mar, más cerca del lugar de producción, reduciendo así los tiempos de tránsito entre el lugar de montaje y el lugar de producción, lo que también reduce el riesgo meteorológico y la economía general del proyecto.

45 En un primer modo de realización, el procedimiento incluye fijar un mástil sobre la estructura flotante de montaje, apilando varias secciones de mástil de entre la pluralidad de secciones de mástil, y en el que el dispositivo de elevación se fija sobre la parte superior del mástil previsto en la estructura flotante de montaje.

Por lo tanto, el dispositivo de elevación se fija a un mástil que se ha montado apilando varias secciones de mástil, lo que permite montar el dispositivo de elevación a una altura suficiente utilizando un mástil de turbina eólica, con la ventaja de realizar una economía de escala al usar un mástil producido a gran escala para el parque y, por lo tanto, reducir el coste de fabricación.

En un segundo modo de realización, el dispositivo de elevación comprende una estructura de elevación que tiene una altura suficiente para levantar y montar todos los componentes de la turbina eólica sobre la estructura flotante receptora.

5 Por lo tanto, la estructura flotante de montaje está equipada con un dispositivo de elevación que permite levantar los diversos elementos, como la turbina, el mástil y las aspas.

En el primer modo de realización, y también en el segundo modo de realización, el mástil y/o el dispositivo de elevación pueden montarse sobre la estructura flotante de montaje mediante una grúa terrestre «pequeña» que tenga un tamaño menor que una grúa «grande» diseñada convencionalmente para instalar una turbina en muelle. Por lo tanto, el interés económico consiste en eliminar una grúa «grande» de muelle que permita levantar cargas pesadas a grandes alturas.

10 Además, dado que el peso y la bajada de carga de la grúa «pequeña» son menores, el muelle y su muelle trasero necesitarán menos refuerzos.

En una realización ventajosa, una vez que la estructura flotante de montaje se acerca a la estructura flotante receptora, entre la estructura flotante receptora y la estructura flotante de montaje se intercala al menos un dispositivo de separación inferior para mantener una separación mínima.

15 Debe observarse que, en el sentido de la invención, la aproximación entre la estructura flotante de montaje y la estructura flotante receptora se puede lograr moviendo una y/u otra de estas dos estructuras flotantes, por ejemplo, por medio de un barco remolcador. El propósito de los dispositivos de separación inferior consiste en mantener la separación mínima entre estas dos estructuras flotantes y limitar ventajosamente los movimientos relativos entre estas dos estructuras flotantes.

20 Ventajosamente, el o cada dispositivo de separación inferior presenta un grado de libertad de traslación en una dirección vertical, para permitir un desplazamiento vertical relativo entre las dos estructuras flotantes.

Según una posibilidad, el al menos un dispositivo de separación inferior se fija de antemano sobre la estructura flotante de montaje y se fija sobre la estructura flotante receptora después de unirse con la estructura flotante de montaje, lo que permite utilizar el o los mismos dispositivos de separación inferior para las diversas estructuras flotantes receptoras.

25 De esta manera, el o cada dispositivo de separación inferior se fija tanto a la estructura flotante de montaje como a la estructura flotante receptora, lo que permite mantener estas dos estructuras flotantes unidas y, por lo tanto, bloquear los grados de libertad entre las dos estructuras flotantes para facilitar el montaje sobre la estructura flotante receptora del elemento o de los elementos de la turbina eólica desde la estructura flotante de montaje.

30 La altura y el sector angular del dispositivo o de los dispositivos de separación inferior también permiten reanudar, después del amarre, las fuerzas relativas entre las dos estructuras flotantes para las condiciones del viento y el mar, en una rada o en una bahía.

Resulta ventajoso disponer de al menos dos, o incluso al menos tres, dispositivos de separación inferior entre las dos estructuras flotantes.

35 Según una posibilidad adaptada al primer modo de realización, al menos un dispositivo de separación superior se fija al mástil previsto sobre la estructura flotante de montaje, y se fija a un mástil erigido sobre la estructura flotante receptora tras acercar la estructura flotante de montaje y de erigir dicho mástil sobre la estructura flotante receptora, lo que permite limitar los movimientos relativos entre estos dos mástiles.

40 Según una posibilidad adaptada al segundo modo de realización, al menos un dispositivo de separación superior se fija sobre la estructura de elevación del dispositivo de elevación previsto sobre la estructura flotante de montaje, y se fija sobre un mástil erigido sobre la estructura flotante receptora tras acercar la estructura flotante de montaje y erigir dicho mástil sobre la estructura flotante receptora.

45 De esta manera, el o cada dispositivo de separación superior se fija tanto al mástil o la estructura de elevación prevista sobre la estructura flotante de montaje como al mástil de la estructura flotante receptora, lo que permite mantener estos dos mástiles o la estructura de elevación y el mástil unidos y, por lo tanto, paralelos.

Ventajosamente, el o cada dispositivo de separación superior presenta un grado de libertad de traslación en una dirección vertical, para permitir un desplazamiento vertical relativo entre los dos mástiles.

50 Aún más ventajosamente, el al menos un dispositivo de separación inferior está equipado con al menos un amortiguador. Del mismo modo, es posible que el al menos un dispositivo de separación superior esté equipado con al menos un amortiguador.

El amortiguador puede ser un amortiguador de contacto, hecho de un material elásticamente compresible (por ejemplo, caucho o equivalente) o de acuerdo con una estructura compresible ajustable (por ejemplo, un resorte compresible o un émbolo amortiguador).

Según una característica, está previsto un sistema de lastrado sobre la estructura flotante de montaje para ajustar la altura del dispositivo de elevación durante su uso para levantar y montar al menos uno de los componentes de la turbina eólica sobre la estructura flotante receptora.

- 5 De este modo, la estructura flotante de montaje podrá tener un calado controlado, por ejemplo del orden de 2 metros por debajo de la estructura flotante de montaje, y esta última podrá usar su propio sistema de lastrado para compensar el rango de las mareas o la altura de las mareas (diferencia de nivel entre la marea alta y la marea baja de una marea) y también los efectos de las transferencias de carga durante la elevación si es necesario.

En particular, puede resultar ventajoso lastrar la estructura flotante de montaje para levantar objetos pesados, es decir, más allá de un umbral predefinido, para no tener fuerzas parásitas en el o los dispositivos de separación inferior.

- 10 Según una primera realización, el dispositivo de elevación se usa para levantar y montar sobre la estructura flotante receptora las aspas de la turbina eólica hasta la turbina, después de haber montado previamente el mástil y la turbina sobre dicha estructura flotante receptora.

En otras palabras, es posible usar el dispositivo de elevación de la estructura flotante de montaje para elevar las aspas hasta la turbina montada en la parte superior del mástil previsto sobre la estructura flotante receptora; cabe señalar que el mástil y/o la turbina pueden haber sido montados por medio de este mismo dispositivo de elevación, o por otro medio (como por ejemplo por medio de una grúa en un muelle).

15 Según una segunda realización, el dispositivo de elevación se usa para levantar y montar el mástil de la turbina eólica sobre la estructura flotante receptora, levantando y elevando gradualmente las secciones de mástil correspondientes utilizando el dispositivo de elevación.

- 20 En otras palabras, es posible usar el dispositivo de elevación de la estructura flotante de montaje para levantar las secciones de mástil y así montar un mástil sobre la estructura flotante receptora; cabe señalar que la turbina y/o las aspas pueden montarse posteriormente utilizando este mismo dispositivo de elevación, o por otro medio (como por ejemplo por medio de una grúa en un muelle).

25 Según una tercera realización, el dispositivo de elevación se usa para levantar y montar la turbina sobre la estructura flotante receptora, después de haber montado previamente el mástil sobre dicha estructura flotante receptora.

En otras palabras, es posible usar el dispositivo de elevación de la estructura flotante de montaje para levantar la turbina hasta la parte superior del mástil previsto sobre la estructura flotante receptora; cabe señalar que el mástil puede haber sido montado por medio de este mismo dispositivo de elevación, o por otro medio (como por ejemplo por medio de una grúa en un muelle) y/o que las aspas se pueden montar posteriormente por medio de este mismo dispositivo de elevación, o por otro medio (como por ejemplo mediante una grúa en un muelle).

30 Según una posibilidad, al menos uno de los componentes de la turbina eólica, previsto para ser elevado y montado sobre la estructura flotante receptora por medio del dispositivo de elevación, se almacena previamente en una disposición de almacenamiento prevista sobre la estructura flotante de montaje.

35 Por lo tanto, la estructura flotante de montaje soporta una disposición de almacenamiento que permitirá almacenar sobre la misma todos o parte de los componentes de la turbina eólica para la estructura flotante receptora, evitando así aumentar el número de viajes de ida y vuelta con el área de almacenamiento terrestre.

40 En una primera realización posible, la estructura flotante de montaje se lleva primero al borde de un muelle o una barcaza de almacenamiento para cargar al menos uno de los componentes de la turbina eólica sobre la disposición de almacenamiento, previsto para ser elevado y montado sobre la estructura flotante receptora por medio del dispositivo de elevación.

45 En una segunda posibilidad de realización, como variante de la primera posibilidad de realización anteriormente mencionada, la estructura flotante de montaje es atracada por un barco o una barcaza que transporta al menos uno de los componentes de la turbina eólica, previsto para ser levantado y montado sobre la estructura flotante receptora por medio del dispositivo de elevación, para cargarlo sobre la disposición de almacenamiento.

50 Ventajosamente, en el primer modo de realización, el o los componentes de la turbina eólica, que se levantan y montan sobre la estructura flotante receptora por medio del dispositivo de elevación, son guiados a lo largo del mástil previsto sobre la estructura flotante de montaje durante la elevación, por medio de un carril de guía fijado a dicho mástil.

Un carril de guía de este tipo es ventajoso para guiar verticalmente la elevación y estabilizar el o los componentes de la turbina eólica.

50 Según una posibilidad, el dispositivo de elevación comprende un sistema de elevación que acciona hacia arriba y hacia abajo un cable de elevación transportado por una pluma y acoplado a un elemento de enganche, de modo que el o los componentes de la turbina eólica, que son levantados y montados sobre la estructura flotante receptora por medio del dispositivo de elevación, estén enganchados en dicho elemento de enganche antes de ser montados.

El sistema de elevación puede consistir en un cabrestante de elevación, por ejemplo eléctrico o electrohidráulico y/o con control local o remoto. Este sistema de elevación se puede acoplar al cable de elevación para la elevación de un solo cable, o se puede acoplar al cable de elevación mediante un sistema de polipasto para la elevación de múltiples cables, según la carga que se vaya a levantar. La pluma también permite levantar una carga por encima de la parte superior del mástil o de la estructura de elevación, lo que es conveniente para la turbina.

5 Ventajosamente, esta pluma es orientable, es decir, móvil en rotación a lo largo de un eje de rotación vertical, y opcionalmente puede elevarse/bajarse, es decir, puede moverse en rotación a lo largo de un eje de rotación horizontal.

Según una variante, el sistema de elevación está acoplado a una corona de orientación que permite la rotación del dispositivo de elevación a lo largo de un eje vertical.

10 Ventajosamente, el elemento de enganche está acoplado a una pinza de enganche con varios grados de libertad provista de un sistema de ajuste que permite los ajustes de acuerdo con al menos dos grados de libertad de rotación, y por ejemplo tres grados de libertad de rotación, y de acuerdo con al menos dos grados de libertad de traslación.

15 La ventaja de una pinza de enganche de este tipo consiste en que facilita el guiado del o de los componentes de la turbina eólica durante la elevación y durante el montaje, en particular las aspas cuando es necesario centrarlas en la turbina y alinearlas radialmente.

Según una característica, la estructura flotante receptora se coloca en el fondo de la masa de agua o se mantiene flotando y anclada en el fondo de la masa de agua durante el uso del dispositivo de elevación para levantar y montar en dicha estructura flotante receptora al menos uno de los componentes de la turbina eólica.

20 De este modo, la estructura flotante receptora puede lastrarse y colocarse en el fondo de la masa de agua (por ejemplo, el puerto o la bahía), teniendo en cuenta las variaciones de las mareas y las condiciones oceanográficas y meteorológicas, lo que permite que esta estructura flotante receptora permanezca en su lugar durante las operaciones de instalación de su turbina eólica, y también en caso de tempestad antes y después del montaje de la turbina eólica. Como variante, la estructura flotante receptora puede mantenerse flotando mientras está anclada al fondo de la masa de agua.

25 Según una característica, la estructura flotante de montaje se coloca en el fondo de la masa de agua o se mantiene flotando y acoplada a la estructura flotante receptora durante el uso del dispositivo de elevación para levantar y montar sobre dicha estructura flotante receptora al menos uno de los componentes de la turbina eólica.

Ventajosamente, las al menos N estructuras flotantes se fabrican todas sobre la base de la misma estructura de tipo semisumergible.

30 En una realización particular, el parque eólico marino flotante comprende N centrales eólicas marinas flotantes y se proporcionan N estructuras flotantes en la masa de agua, de modo que la estructura flotante de montaje se utiliza para montar en (N-1) estructuras flotantes receptoras todos o algunos de los componentes de la turbina eólica para obtener finalmente (N-1) centrales eólicas marinas flotantes y, una vez completas las operaciones de elevación y montaje por medio del dispositivo de elevación, dicho dispositivo de elevación se retira de la estructura flotante de montaje para permitir montar una turbina eólica y obtener así la Nésima central eólica marina flotante.

35 En otras palabras, la estructura flotante de montaje se utilizará para formar la Nésima y última central eólica marina flotante, montando en ella su propia turbina eólica, esta vez utilizando una grúa elevadora, como por ejemplo una grúa de muelle. Por supuesto, si se usan dos estructuras flotantes de montaje, entonces se puede usar una y/o la otra de las dos estructuras flotantes de montaje para formar una o dos centrales eólicas marinas flotantes.

40 En el contexto del primer modo de realización, el dispositivo de elevación se retira de la parte superior del mástil previsto sobre la estructura flotante de montaje para permitir montar una turbina y aspas en dicha parte superior con el fin de formar una turbina eólica y así obtener la Nésima central eólica marina flotante.

45 Como variante, el parque eólico marino flotante comprende N centrales eólicas marinas flotantes y se proporcionan (N+1) estructuras flotantes en la masa de agua, de modo que la estructura flotante de montaje se usa para montar en

N estructuras flotantes receptoras todos o algunos de los componentes de la turbina eólica para obtener finalmente las N centrales eólicas marinas flotantes y, una vez completas las operaciones de elevación y montaje mediante el dispositivo de elevación, dicha estructura flotante de montaje se almacena en un lugar predefinido.

50 Además, esta estructura flotante de montaje podría reutilizarse, por ejemplo, para el desarrollo de un nuevo parque eólico marino flotante que sea similar o cuyas turbinas eólicas tengan la misma altura o una altura inferior. Si es necesario, el o los dispositivos de separación inferior pueden adaptarse para tener en cuenta otros tipos de estructura flotante.

Esta estructura flotante de montaje también se puede usar para llevar a cabo el mantenimiento en el mar del parque eólico marino flotante resultante del procedimiento según la invención, en particular en caso de daños en las aspas de la turbina eólica o en partes de la turbina.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán de la lectura de la siguiente descripción detallada de ejemplos de implementación no limitativos, hecha con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 5 la Figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una implementación de un procedimiento de montaje según un primer modo de realización de la invención al comienzo de una fase de montaje de un mástil sobre una estructura flotante receptora, por medio de un dispositivo de elevación situado en la parte superior de un mástil previsto sobre una estructura flotante de montaje;
- 10 la Figura 2 es una vista esquemática en perspectiva durante la fase de montaje del mástil sobre la estructura flotante receptora, después de la Figura 1;
- 15 la Figura 3 es una vista esquemática en perspectiva durante una fase de montaje de una turbina en la parte superior del mástil previamente montado sobre la estructura flotante receptora, por medio del dispositivo de elevación de la estructura flotante de montaje, después de la Figura 2;
- la Figura 4 es una vista esquemática en perspectiva al comienzo de una fase de montaje de las aspas en la turbina de la estructura flotante receptora, por medio del dispositivo de elevación de la estructura flotante de montaje, después de la Figura 3;
- 20 la Figura 5 es una vista esquemática en perspectiva durante la fase de montaje de las aspas en la turbina de la estructura flotante receptora, después de la Figura 4;
- la Figura 6 es una vista esquemática en perspectiva durante la fase de montaje de las aspas en la turbina de la estructura flotante receptora, después de la Figura 5;
- 25 la Figura 7 es una vista esquemática en perspectiva al final de la fase de montaje de las aspas en la turbina de la estructura flotante receptora, después de la Figura 6;
- la Figura 8 es una vista lateral esquemática de una implementación de un procedimiento de montaje según un segundo modo de realización de la invención, al final de una fase de montaje de un mástil sobre una estructura flotante receptora, por medio de un dispositivo de elevación situado sobre una estructura flotante de montaje;
- 30 la Figura 9 es una vista lateral esquemática durante una fase de montaje de una turbina en la parte superior del mástil previamente montado sobre la estructura flotante receptora, por medio del dispositivo de elevación de la estructura flotante de montaje, después de la Figura 8;
- la Figura 10 es una vista lateral esquemática al final de una fase de montaje de las aspas en la turbina de la estructura flotante receptora, por medio del dispositivo de elevación de la estructura flotante de montaje, después de la Figura 9.

30 Descripción detallada de modos de realización de la invención

Con referencia a las figuras, la siguiente descripción se refiere a un procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante, para un montaje en una masa de agua 9 de al menos N centrales eólicas marinas flotantes 1, siendo N un número entero mayor o igual que 3, en el que cada central eólica marina flotante 1 comprende una turbina eólica 2 montada sobre una estructura flotante 3; ilustrando la Figura 7 una central eólica marina flotante 1 resultante de un primer modo de realización de un procedimiento de este tipo e ilustrando la Figura 10 una central de energía eólica marina flotante 1 resultante de un segundo modo de realización de dicho procedimiento.

Al final del procedimiento, cada central eólica marina flotante 1 comprende, por lo tanto, la turbina eólica 2 montada sobre la estructura flotante 3, donde la turbina eólica 2 comprende varios componentes 4, 40, 5, 6 que incluyen al menos un mástil 4 fijado sobre la estructura flotante 3 y compuesto por una pila de varias secciones de mástil 40, una turbina 5 fijada a la parte superior del mástil 4 y aspas 6 acopladas a la turbina 5.

Este procedimiento comprende una etapa consistente en proporcionar y disponer al menos N estructuras flotantes 3 en la masa de agua 9. Todas estas estructuras flotantes 3 se fabrican sobre la base de la misma estructura de tipo semisumergible.

En el ejemplo ilustrado y no limitativo, la estructura de tipo semisumergible comprende al menos tres columnas 30, comprendiendo cada columna 30 una parte no sumergida y una parte sumergida, y elementos de conexión 31 para conectar rígidamente las columnas 30 entre sí. En el ejemplo ilustrado, la estructura de tipo semisumergible comprende cuatro columnas 30, que incluyen una columna central y tres columnas periféricas distribuidas alrededor de la columna central y conectadas a esta última por los elementos de conexión 31. Por supuesto, en el contexto de la invención son posibles otras estructuras semisumergibles.

El procedimiento incluye además las etapas consistentes en proporcionar una pluralidad de secciones de mástil 40 para montar al menos N mástiles 4 y proporcionar turbinas 5 y aspas 6 para al menos N turbinas eólicas 2. Estos componentes 4, 40, 5, 6 se almacenan en un espacio de almacenamiento, por ejemplo en tierra, cerca de un muelle o en el mar, en una barcaza de almacenamiento adaptada.

5 El procedimiento comprende después una etapa consistente en seleccionar, entre las al menos N estructuras flotantes 3, al menos una estructura flotante designada como estructura flotante de montaje 3M, designándose las otras estructuras flotantes como estructuras flotantes receptoras 3R. Todas las figuras ilustran la estructura flotante de montaje 3M junto a una de las estructuras flotantes receptoras 3R.

10 El procedimiento continúa por la fijación de un dispositivo de elevación 7 o 700 sobre la estructura flotante de montaje 3M. Son posibles dos modos de realización, a saber, el primer modo de realización ilustrado en las Figuras 1 a 7 y asociado con el dispositivo de elevación 7, y el segundo modo de realización ilustrado en las Figuras 8 a 10 y asociado con el dispositivo de elevación 700.

15 En el primer modo de realización, primero está prevista una etapa para fijar un mástil 4M sobre la estructura flotante de montaje 3M, apilando varias secciones de mástil 40 de entre la pluralidad de secciones de mástil 40 almacenadas en tierra o en el mar.

Sin embargo, es posible que el mástil 4M sobre la estructura flotante de montaje 3M se modifique estructuralmente, y en particular se refuerce, con respecto a los mástiles 4R previstos en las estructuras flotantes receptoras 3R. Sin embargo, el mástil 4M tiene la misma altura que los mástiles 4R.

20 A esta etapa de fijación del mástil 4M le sigue una etapa de fijación del dispositivo de elevación 7 en la parte superior del mástil 4M previsto en la estructura flotante de montaje 3M. En la parte superior del mástil 4M puede estar prevista una brida superior específica que sirva para fijar una brida de rotación de la turbina 5 y, en este caso, es posible que este dispositivo de elevación 7 se adapte para que también se fije a dicha brida superior. Este dispositivo de elevación 7 puede tener en sí mismo una corona de orientación o una orientación fija.

25 Para montar el mástil 4M sobre la estructura flotante de montaje 3M y luego montar el dispositivo de elevación 7 en la parte superior del mástil 4M, es posible utilizar una grúa presente en un muelle. El dispositivo de elevación 7 después de la instalación puede probarse de acuerdo con la normativa vigente.

30 En el segundo modo de realización está previsto fijar un dispositivo de elevación 700 en una o más columnas 30 de la estructura flotante de montaje 3M, donde este dispositivo de elevación 700 comprende una estructura de elevación 701 que tiene una altura suficiente para levantar y montar sobre la estructura flotante receptora 3R todos los componentes 4, 40; 5; 6 de la turbina eólica 2, en otras palabras, una altura mayor que la altura de la turbina eólica 2. Este dispositivo de elevación 700 puede tener, por ejemplo, la forma de una grúa designada como de pluma articulada, donde la estructura de elevación 701 tiene la forma de una pluma articulada en una o más columnas 30.

Esta estructura de elevación 701 puede comprender:

- una torre articulada en una de las columnas 30 (esta torre forma entonces la pluma articulada); o
- 35 – dos torres conectadas por uno o más travesaños y articuladas en dos columnas 30 respectivas (estas dos torres y este o estos travesaños forman entonces la pluma articulada).

Esta estructura de elevación 701 se puede sujetar por cable a otra columna 30, por medio de cables 702.

40 El dispositivo de elevación 7, 700 puede incluir un sistema de elevación que acciona hacia arriba/abajo un cable de elevación 70 portado por una pluma 71 o por la estructura de elevación 701 y acoplado a un elemento de enganche 72, donde este sistema de elevación incluye, por ejemplo, un cabrestante de elevación conectado a una central eléctrica hidráulica, y la alimentación de esta central hidráulica puede realizarse desde un generador situado al nivel de la estructura flotante de montaje 3M, sobre una columna 30 y, por ejemplo, al pie del mástil 4M. El sistema de elevación puede funcionar en un solo cable para levantar cargas más ligeras, como por ejemplo aspas, y puede funcionar con múltiples cables, mediante un sistema de polipasto, para cargas más pesadas, como por ejemplo una turbina 5. La pluma 71 o la estructura de elevación 701 pueden ser orientables, es decir, pueden girar alrededor de un eje vertical y, por ejemplo, alrededor del eje del mástil 4M (que es vertical en la situación) y, opcionalmente, también se pueden subir/bajar (en otras palabras, pueden pivotar a nivel de su pie alrededor de un eje horizontal, de modo que la punta de la pluma 71 o de la estructura de elevación 701 se pueda ajustar en altura y, por lo tanto, la carga pueda elevarse a mayor o menor altura). También es posible que la pluma 71 o la estructura de elevación 701 tengan una inclinación fija, en otras palabras, que no se puedan levantar/bajar.

45 El control/mando del dispositivo de elevación 7, 700 para controlar las operaciones de elevación, orientación y posiblemente elevación/descenso de la pluma 71 o la estructura de elevación 701, se puede realizar localmente en las proximidades de esta última, o mediante control remoto (inalámbrico o por cable) desde un lugar remoto.

El procedimiento comprende entonces las etapas consistentes en fijar sobre la estructura flotante de montaje 3M uno o más dispositivos de separación inferior 80 y también una disposición de almacenamiento 82. Dichos dispositivos de separación inferior 80 no se ilustran en las Figuras 8 a 10 pero, por supuesto, pueden estar presentes.

5 El o los dispositivos de separación inferior 80 están previstos en los lados de la estructura flotante de montaje 3M, preferiblemente al nivel de su parte no sumergida, y su función consiste en mantener una separación mínima con la estructura flotante receptora 3R, o incluso mantener unidas las dos estructuras flotantes 3M, 3R, durante las siguientes etapas para tener una distancia fija entre las dos estructuras flotantes 3M, 3R. En las Figuras 1 a 7 están previstos dos dispositivos de separación inferior 80 en las columnas 30 de la estructura flotante de montaje 3M. Como puede verse en las Figuras 3 a 7, en el primer modo de realización también es posible prever un dispositivo de separación superior 81 en el mástil 4M montado sobre la estructura flotante de montaje 3M. Los dispositivos de separación inferior y superior 80, 81 pueden estar provistos de amortiguadores respectivos que permitirán limitar los movimientos relativos entre las dos estructuras flotantes 3M, 3R.

10 La disposición de almacenamiento 82 está prevista en la parte superior de la parte no sumergida de la estructura flotante de montaje 3M, y su función consiste en soportar el almacenamiento de los componentes de una turbina eólica 2, tales como las secciones de mástil 40, una turbina 5 y las aspas 6, no necesariamente todos al mismo tiempo, dependiendo del tamaño disponible. Por supuesto, una vez que los componentes están en su lugar en la disposición de almacenamiento 82, estos se acoplan, por ejemplo, por medio de conexiones. Este almacenamiento de componentes de una turbina eólica 2 en la disposición de almacenamiento 82 permitirá minimizar el ir y venir con el espacio de almacenamiento, que se encuentra, como recordatorio, en tierra o en el mar.

15 20 Una vez que la estructura flotante de montaje 3M esté equipada con su dispositivo de elevación 7, 700, eventualmente con su mástil 4M en el primer modo de realización, con sus dispositivos de separación inferior y superior 80, 81 y con su disposición de almacenamiento 82, el procedimiento continúa con las sucesivas fases de montaje de las turbinas eólicas 2 sobre las estructuras flotantes receptoras 3R, y la continuación de la descripción se refiere a una fase de montaje de una turbina eólica 2 sobre una estructura flotante receptora 3R.

25 25 La fase de montaje comienza con una etapa de carga de uno o más componentes de una turbina eólica 2 sobre la estructura flotante de montaje 3M y, en particular, sobre su disposición de almacenamiento 82.

30 Para esta carga, es posible llevar la estructura flotante de montaje 3M al borde del espacio de almacenamiento, por ejemplo al borde de un muelle o una barcaza de almacenamiento, para cargar sobre la disposición de almacenamiento los componentes de la turbina eólica 2, en otras palabras, para transferir el o los componentes de la turbina eólica 2 desde el espacio de almacenamiento hasta la estructura flotante de montaje 3M. Esta carga se puede llevar a cabo por medio de la máquina elevadora 7 o una grúa prevista al nivel del espacio de almacenamiento, por lo tanto, una grúa en el muelle o una grúa en una barcaza.

35 35 Como variante, es posible atracar en la estructura flotante de montaje 3M mediante un barco o una barcaza que transporte el o los componentes de la turbina eólica 2 para cargarlos en la disposición de almacenamiento 82. En este caso, este barco o esta barcaza se desplazan entre el espacio de almacenamiento y la estructura flotante de montaje de 3M. La carga desde el barco o barcaza hacia la estructura flotante de montaje 3M se puede llevar a cabo por medio del dispositivo de elevación 7, 700 o una grúa prevista en el barco o barcaza.

40 40 En el ejemplo de la Figura 1, la estructura flotante de montaje 3M está cargada con secciones de mástil 40 adecuadas para montar un mástil 4 sobre la estructura flotante receptora 3R, y también con una turbina 5. En el ejemplo de la Figura 4, la estructura flotante de montaje 3M está cargada con aspas 6, que se utilizan una vez que el mástil 4 y la turbina 5 están montados sobre la estructura flotante receptora 3R.

45 La fase de montaje va seguida de una etapa consistente en acercar la estructura flotante de montaje 3M a la estructura flotante receptora 3R, y utilizar el dispositivo de elevación 7, 700 para levantar y montar sobre esta estructura flotante receptora al menos uno de los componentes 4, 40, 5, 6 de la turbina eólica 2.

50 45 Durante esta etapa de aproximación, es posible que sea la estructura flotante de montaje 3M la que se transporte hasta la estructura flotante receptora 3R o, a la inversa, que sea la estructura flotante receptora 3R la que se transporte hasta la estructura flotante de montaje 3M.

55 Por ejemplo, la estructura flotante receptora 3R se lastra y se coloca en el fondo de la masa de agua 9 (por ejemplo, en el fondo de un puerto o una bahía) durante toda la fase de montaje, teniendo en cuenta las variaciones de las mareas y las condiciones oceanográficas y meteorológicas, asegurando que la estructura flotante receptora 3R permanezca en su lugar en las condiciones de instalación, o incluso en caso de tempestad antes y después de montar la turbina eólica 2.

Como variante, la estructura flotante receptora 3R se mantiene flotando y está anclada en el fondo de la masa de agua 9 (por ejemplo, en el fondo de un puerto o una bahía) durante toda la fase de montaje.

La estructura flotante de montaje 3M, previamente cargada, es remolcada a continuación hasta la estructura flotante receptora 3R y se acopla a la estructura flotante receptora 3R por medio del o de los dispositivos de separación inferior 80 y, cuando sea apropiado, también el dispositivo de separación superior 81. Por lo tanto, una vez que la estructura flotante de montaje 3M se acerca a la estructura flotante receptora 3R, el o los dispositivos de separación inferior 80 5 se intercalan entre la estructura flotante receptora 3R y la estructura flotante de montaje 3M para mantener una separación mínima. De esta manera, la estructura flotante de montaje 3M se mantiene flotando y se acopla a la estructura flotante receptora 3R durante la fase de montaje por medio del o de los dispositivos de separación inferior y superior 80, 81.

Más concretamente, el o los dispositivos de separación inferior 80 se fijan a la estructura flotante receptora 3R después 10 de acercar la estructura flotante de montaje 3M, asegurando así la unión integral de las dos estructuras flotantes 3M, 3R. En el ejemplo ilustrado, los dos dispositivos de separación inferior 81 están fijados a las columnas 30 de la estructura flotante receptora 3R y, por lo tanto, están intercalados entre las columnas 30 de la estructura flotante de montaje 3M y las columnas 30 de la estructura flotante receptora 3R. Por lo tanto, después del atraque y la fijación de 15 la estructura flotante de montaje 3M sobre la estructura flotante receptora 3R por medio del o de los dispositivos de separación inferior 80, se controla el comportamiento de la estructura flotante de montaje 3M y, eventualmente, de la carga en los dispositivos de separación inferior 80.

Como se muestra en las Figuras 3 a 7 para el primer modo de realización, también es posible fijar el dispositivo de separación superior 81 en el mástil 4 montado sobre la estructura flotante receptora 3R (cuando este mástil 4 está 20 presente), de modo que este dispositivo de separación superior 81 asegure entre sí el mástil 4M, previsto sobre la estructura flotante de montaje 3M, y el mástil 4, previsto sobre la estructura flotante receptora 3R. Este dispositivo de separación superior 81 puede estar situado en el primer tercio del mástil 4M y, por lo tanto, se coloca para tener una conexión en tres puntos entre las dos estructuras flotantes 3M, 3R, lo que permite reducir las variaciones de distancia entre el eje del mástil 4 y el eje del mástil 4M.

Además, los dispositivos de separación inferior y superior 80, 81 están provistos de medios de fijación, tales como, 25 por ejemplo, medios de fijación mediante apriete, bulonado, pinzamiento, atornillado, ventosa, etc. Ventajosamente, el o los dispositivos de separación inferior y superior 80, 81 están provistos de medios de indexación o centrado, como por ejemplo un extremo libre con una forma cóncava complementaria a la forma de las columnas 30 y el mástil 4, respectivamente.

Las cargas en los dispositivos de separación inferior y superior 80, 81 se pueden controlar y absorber en tiempo real 30 para evitar sobrecargas debidas a la estructura flotante de montaje de 3M, que permanece sometida a la acción del viento y el oleaje. Por lo tanto, la estructura flotante de montaje 3M presenta un sistema de lastre que está previsto tanto para compensar la amplitud de las mareas como para permitir mantener un calado sustancialmente fijo (por ejemplo, del orden de 2 metros por debajo de la estructura flotante de montaje 3M) y ajustar la altura del dispositivo de elevación 7 cuando se usa para levantar y montar el o los componentes de la turbina eólica 2 sobre la estructura 35 flotante receptora 3R.

Una vez que la estructura flotante de montaje 3M está acoplada a la estructura flotante receptora 3R, la fase de montaje incluye la etapa consistente en usar el dispositivo de elevación 7, 700 para levantar y montar sobre la estructura flotante receptora 3R el o los componentes de la turbina eólica 2 que están almacenados en la disposición de almacenamiento 82.

40 En las Figuras 1 a 3, 8 y 9, el dispositivo de elevación 7 se usa para levantar y montar el mástil 4 de la turbina eólica 2 sobre la estructura flotante receptora 3R, levantando y montando gradualmente las secciones de mástil 40 correspondientes por medio del dispositivo de elevación 7, y luego para levantar y montar la turbina 5 sobre la estructura flotante receptora 3R, en la parte superior del mástil 4 previamente montado sobre la estructura flotante receptora 3R.

45 Cabe señalar que, cuando el mástil 4 se ha montado sobre la estructura flotante receptora 3R, el dispositivo de separación superior 81 puede fijarse entre el mástil 4M y el mástil 4, estabilizando así los dos mástiles 4, 4M para facilitar el centrado y la instalación.

Para levantar y montar las secciones de mástil 40, es posible enganchar las secciones de mástil 40 en el elemento de 50 enganche 72 mediante eslingas 73. Del mismo modo, para levantar y montar la turbina 5, es posible enganchar la turbina 5 en el elemento de enganche 72 mediante eslingas 73.

En las Figuras 4 a 7 y 10, el dispositivo de elevación 7, 700 se usa para levantar y montar sobre la estructura flotante receptora 3R las aspas 6 de la turbina eólica 2 hasta la turbina 5, después de haber montado previamente el mástil 4 y la turbina 5 sobre esta estructura flotante receptora 3R. Cabe señalar que el mástil 4 y la turbina 5 pueden haberse 55 montado sobre la estructura flotante receptora 3R de acuerdo con las etapas arriba descritas con referencia a las Figuras 1 a 3, o bien pueden haberse montado sobre la estructura flotante receptora 3R por medio de una grúa, como por ejemplo la misma grúa presente en un muelle que se ha utilizado para montar el mástil 4M y el dispositivo de elevación 7, 700 sobre la estructura flotante de montaje 3M.

Para levantar y montar estas aspas 6, es posible enganchar una pinza de enganche 74 al elemento de enganche 72, por ejemplo mediante eslingas 73, y agarrar y levantar cada aspa 6 por medio de esta pinza de enganche 74. Una pinza de enganche 74 de este tipo es ventajosamente una pinza de enganche con varios grados de libertad, que está provista de un sistema de ajuste que permite los ajustes de acuerdo con al menos dos grados de libertad de rotación, y por ejemplo tres grados de libertad de rotación, y de acuerdo con al menos dos grados de libertad de traslación, lo que resulta ventajoso para posicionar y orientar correctamente las aspas 6 en la turbina 5.

De este modo, el dispositivo de elevación 7, 700 levanta el aspa 6 y la pinza de enganche 74 hasta las proximidades de la turbina 5 situada en la parte superior del mástil 4. En el primer modo de realización, es posible prever una guía de la pinza de enganche 74 con su aspa 6 a lo largo del mástil 4M durante la elevación, mediante un carril de guía (no ilustrado) fijado a este mástil 4M, lo que permite hacer que la elevación de las aspas 6 sea más fiable y, por lo tanto, aumentar los criterios meteorológicos de resistencia al viento si es necesario o de control en el mar para minimizar el impacto del oleaje.

Cuando el aspa 6 esté cerca de la turbina 5, el dispositivo de elevación 7, 700 acercará el aspa 6, y el cabrestante de elevación asociado podrá equiparse ventajosamente con una función opcional de compensación de oleaje para reducir el movimiento de arfada de la estructura flotante de montaje 3M, si es necesario. El aspa 6 puede insertarse entonces en la turbina 5 horizontalmente o inclinarse de acuerdo con la pinza de enganche 74. Por lo tanto, el aspa 6 se acopla a la turbina 5 y se colocan tuercas para fijar el aspa 6. El aspa 6 es sujetada por el dispositivo de elevación 7, 700 y la pinza de enganche 74 hasta que quede asegurada, con o sin compensación de arfada, y, a continuación, la pinza de enganche 74 se abre y se desconecta del aspa 6 para poder coger otra aspa 6 almacenada en la disposición de almacenamiento 82.

Al final de la fase de montaje, una vez que la turbina eólica 2 se monta sobre la estructura flotante receptora 3R, el o los dispositivos de separación inferior y superior 80, 81 se separan de la estructura flotante receptora 3R y del mástil 4, de modo que la estructura flotante de montaje 3M se desacopla de la estructura flotante receptora 3R.

Por lo tanto, la estructura flotante de montaje 3M puede remolcarse a otra estructura flotante receptora 3R y la fase de montaje puede repetirse para las otras estructuras flotantes receptoras 3R.

Una vez que todas las estructuras flotantes receptoras 3R estén equipadas con sus respectivas turbinas eólicas 2, existen dos posibilidades para la estructura flotante de montaje 3M, que ha terminado de cumplir su función.

Según una primera posibilidad, la estructura flotante de montaje 3M se acerca a un muelle en el que está prevista una grúa (como por ejemplo la misma grúa presente en un muelle que se ha utilizado para montar el mástil 4M y/o el dispositivo de elevación 7, 700 sobre la estructura flotante de montaje 3M) y, por medio de esta grúa, el dispositivo de elevación 7, 700 se retira de la estructura flotante de montaje 3M, y, en particular en el primer modo de realización, el dispositivo de elevación 7 se retira de la parte superior del mástil 4M para permitir su montaje en su parte superior, de nuevo por medio de esta grúa, una turbina 5 y aspas 6. Por lo tanto, la estructura flotante de montaje 3M se utilizará para formar una última y Nésima central eólica marina flotante 1. Al final del procedimiento, el parque eólico marino flotante constará, por lo tanto, de N centrales eólicas marinas flotantes 1, incluidas (N-1) estructuras flotantes receptoras 3R y una Nésima estructura flotante de montaje 3M.

Según una segunda posibilidad, la estructura flotante de montaje 3M no se usa para formar una central eólica marina flotante 1, al menos no de forma inmediata. Además, para que el parque eólico marino flotante pueda comprender N centrales eólicas marinas flotantes 1, inicialmente se proporcionan (N+1) estructuras flotantes en la masa de agua 9, y luego N centrales eólicas marinas flotantes 1 se derivan de N estructuras flotantes receptoras 3R, y la última y (N+1)ésima estructura flotante formará la estructura flotante de montaje 3M. Al final del procedimiento, esta estructura flotante de montaje de 3M, eventualmente con su mástil 4M y su dispositivo de elevación 7, 700 (a menos que este último se retire para otro uso), se almacena en un lugar predefinido, y puede ser, por ejemplo:

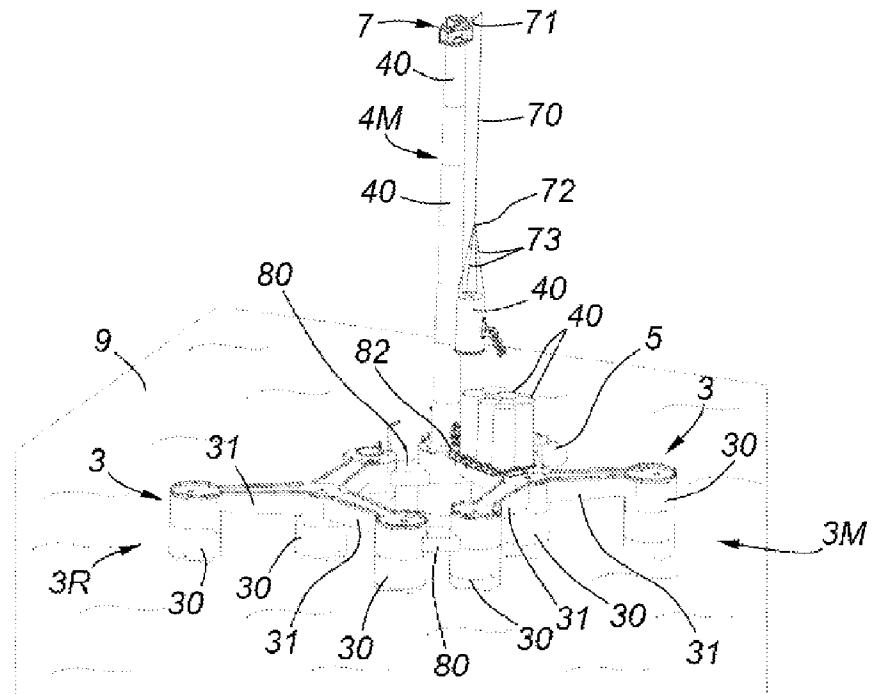
- reutilizada posteriormente para el desarrollo de un nuevo parque eólico marino flotante, similar o de altura equivalente o inferior;
- utilizada para llevar a cabo un mantenimiento en el mar en caso de daños en un aspa 6 de una turbina eólica 2 en una parte de turbina 5 que ha de ser sustituida o reparada.

REIVINDICACIONES

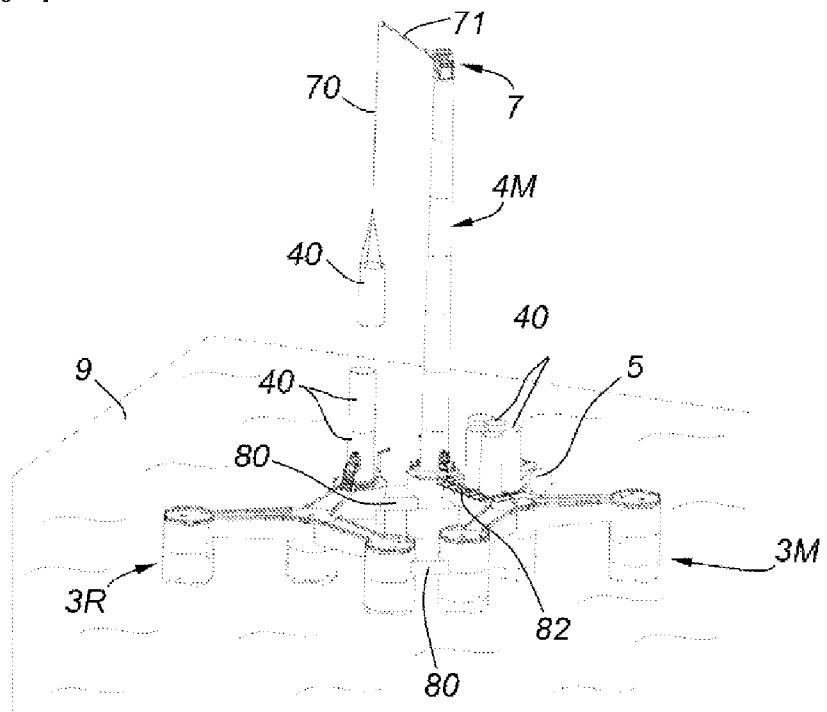
1. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante, para un montaje en una masa de agua (9) de al menos N centrales eólicas marinas flotantes (1), siendo N un número entero mayor o igual que 3, en el que cada central eólica marina flotante (1) comprende al menos una turbina eólica (2) montada sobre una estructura flotante (3), comprendiendo dicha turbina eólica (2) un montaje de varios componentes (4, 40; 5; 6) que incluye al menos un mástil (4) fijado sobre la estructura flotante (3) y compuesto por una pila de varias secciones de mástil (40), una turbina (5) fijada en la parte superior del mástil (4), y aspas (6) acopladas a dicha turbina (5), comprendiendo dicho procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante las siguientes etapas:
- proporcionar y disponer al menos N estructuras flotantes (3) en la masa de agua (9);
 - proporcionar una pluralidad de secciones de mástil (40) para montar al menos N mástiles (4);
 - proporcionar turbinas (5) y aspas (6) para al menos N turbinas eólicas (2);
- estando dicho procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante caracterizado por que comprende las siguientes etapas:
- seleccionar, entre las al menos N estructuras flotantes (3), al menos una estructura flotante designada como estructura flotante de montaje (3M), designándose las otras estructuras flotantes como estructuras flotantes receptoras (3R);
 - fijar un dispositivo de elevación (7; 700) sobre la estructura flotante de montaje (3M);
 - acercar la estructura flotante de montaje (3M) a una de las estructuras flotantes receptoras (3R) y usar el dispositivo de elevación (7; 700) para levantar y montar sobre dicha estructura flotante receptora (3R) al menos uno de los componentes (4, 40; 5; 6) de la turbina eólica (2);
 - repetir la etapa anterior para las demás estructuras flotantes receptoras (3R).
2. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según la reivindicación 1, que comprende la fijación de un mástil (4M) sobre la estructura flotante de montaje (3M), apilando varias secciones de mástil (40) entre la pluralidad de secciones de mástil (40), y en el que el dispositivo de elevación (7) se fija a la parte superior del mástil (4M) prevista en la estructura flotante de montaje (3M).
3. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de elevación (700) comprende una estructura de elevación (701) que tiene una altura suficiente para levantar y montar sobre la estructura flotante receptora (3R) todos los componentes (4, 40; 5; 6) de la turbina eólica (2).
4. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, una vez que la estructura flotante de montaje (3M) se acerca a la estructura flotante receptora (3R), al menos un dispositivo de separación inferior (80) se intercala entre la estructura flotante receptora (3R) y la estructura flotante de montaje (3M) para mantener una separación mínima.
5. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según la reivindicación 4, en el que el al menos un dispositivo de separación inferior (80) se fija sobre la estructura flotante de montaje (3M) y se fija sobre la estructura flotante receptora (3R) después de acercar la estructura flotante de montaje (3M), uniendo así la estructura flotante receptora (3R) y la estructura flotante de montaje (3M).
6. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que está previsto un sistema de lastrado sobre la estructura flotante de montaje (3M) para ajustar la altura del dispositivo de elevación (7; 700) durante su uso con el fin de levantar y montar al menos uno de los componentes (4, 40; 5; 6) de la turbina eólica (2) sobre la estructura flotante receptora (3R).
7. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el dispositivo de elevación (7; 700) se usa para levantar y montar sobre la estructura flotante receptora (3R) las aspas (6) de la turbina eólica (2) hasta la turbina (5), después de haber montado previamente el mástil (4) y la turbina (5) sobre dicha estructura flotante receptora (3R).
8. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el dispositivo de elevación (7; 700) se usa para levantar y montar el mástil (4) de la turbina eólica (2) sobre la estructura flotante receptora (3R), levantando y montando gradualmente las secciones de mástil (40) correspondientes utilizando el dispositivo de elevación (7; 700).
9. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el dispositivo de elevación (7; 700) se usa para levantar y montar la turbina (5) sobre la estructura flotante receptora (3R), después de haber montado previamente el mástil (4) sobre dicha estructura flotante receptora (3R).

- 5 10. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos uno de los componentes (4, 40; 5; 6) de la turbina eólica (2), previsto para ser levantado y montado sobre la estructura flotante receptora (3R) mediante el dispositivo de elevación (7; 700), se almacena previamente en una disposición de almacenamiento (82) prevista sobre la estructura flotante de montaje (3M).
- 10 11. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el dispositivo de elevación (7; 700) comprende un sistema de elevación que acciona hacia arriba/hacia abajo un cable de elevación (70) portado por una pluma (71) o por una estructura de elevación (701) y acoplado a un elemento de enganche (72), de modo que el o los componentes (4, 40; 5; 6) de la turbina eólica (2), que se están levantando y montando sobre la estructura flotante receptora (3R) mediante el dispositivo de elevación (7; 700), se enganchan en dicho elemento de enganche (72) antes de ser montados.
- 15 12. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según la reivindicación 11, en el que el elemento de enganche (72) está acoplado a una pinza de enganche (74) con varios grados de libertad provista de un sistema de ajuste que permite los ajustes de acuerdo con al menos dos grados de libertad de rotación, y por ejemplo tres grados de libertad de rotación, y de acuerdo con al menos dos grados de libertad de traslación.
- 20 13. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la estructura flotante receptora (3R) se coloca en el fondo de la masa de agua (9) o se mantiene flotando y anclada en el fondo de la masa de agua (9) durante el uso del dispositivo de elevación (7; 700) para levantar y montar sobre dicha estructura flotante receptora (3R) al menos uno de los componentes (4, 40; 5; 6) de la turbina eólica (2).
- 25 14. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la estructura flotante de montaje (3M) se coloca en el fondo de la masa de agua (9) o se mantiene flotando y acoplada a la estructura flotante receptora (3R) durante el uso del dispositivo de elevación (7; 700) para levantar y montar sobre dicha estructura flotante receptora (3R) al menos uno de los componentes (4, 40; 5; 6) de la turbina eólica (2).
15. Procedimiento de montaje de un parque eólico marino flotante según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las al menos N estructuras flotantes (3) se fabrican todas sobre la base de una misma estructura de tipo semisumergible.

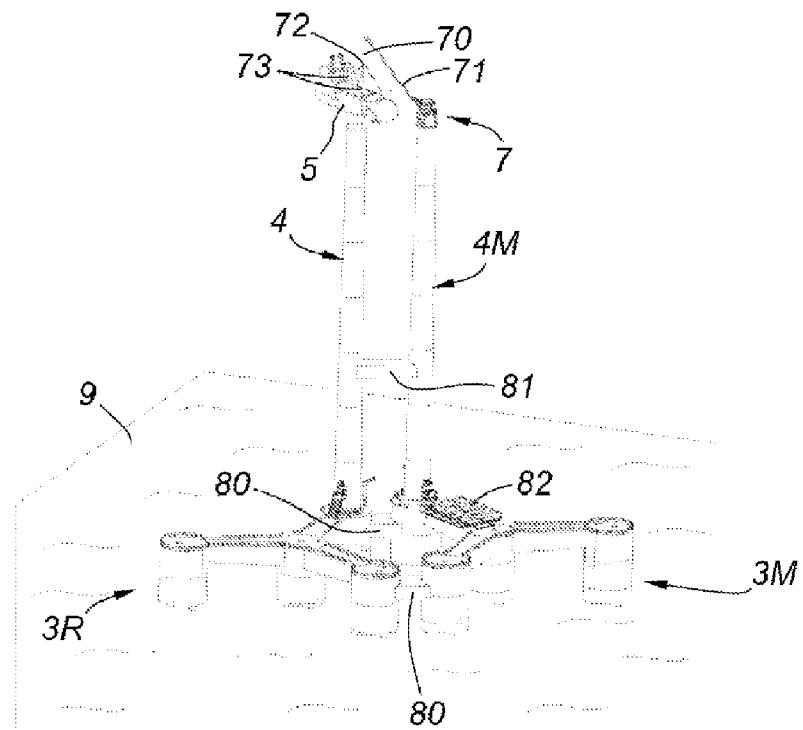
[Fig. 1]



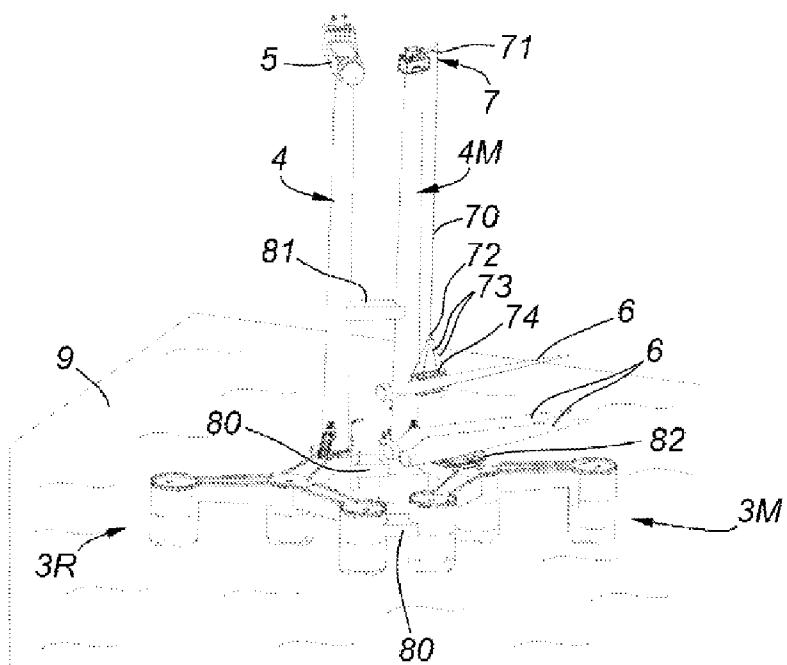
[Fig. 2]



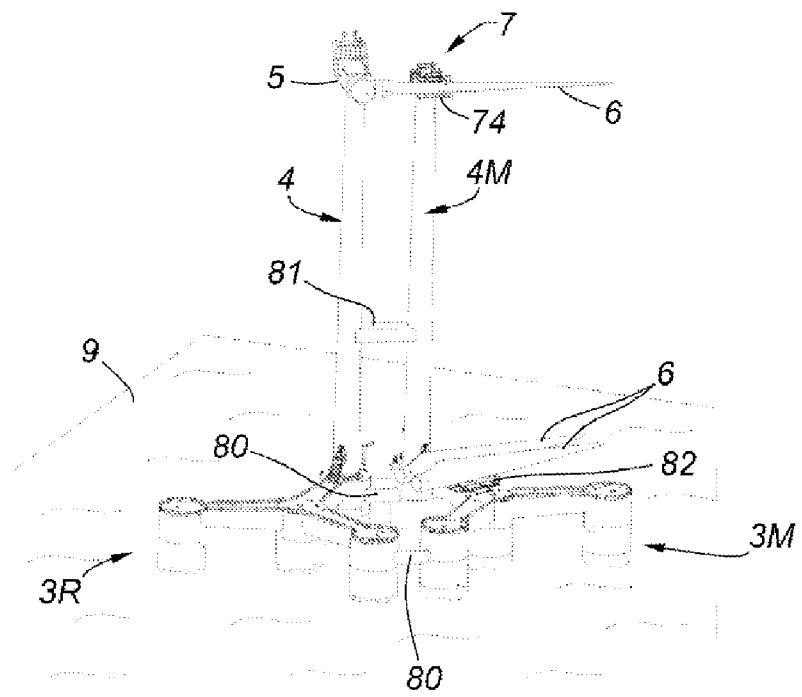
[Fig. 3]



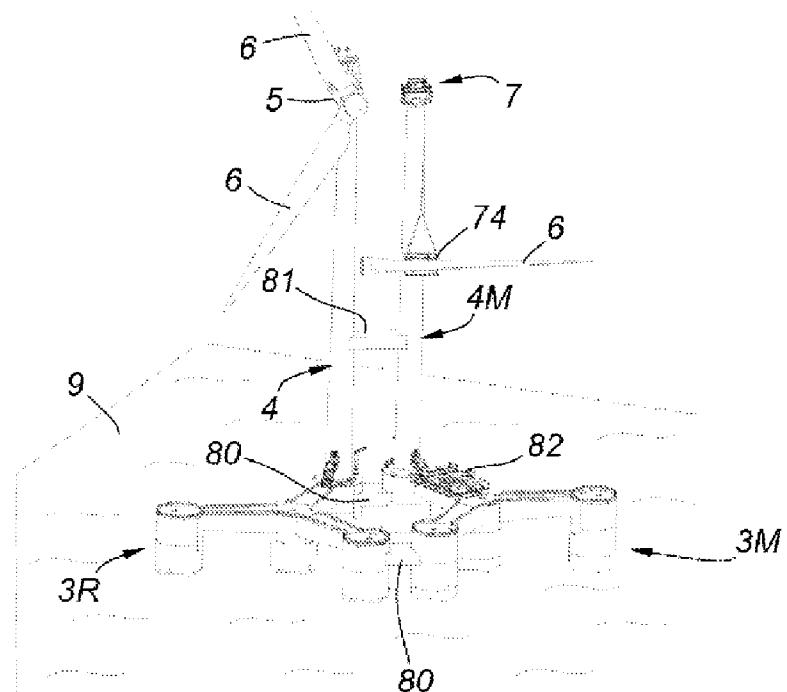
[Fig. 4]



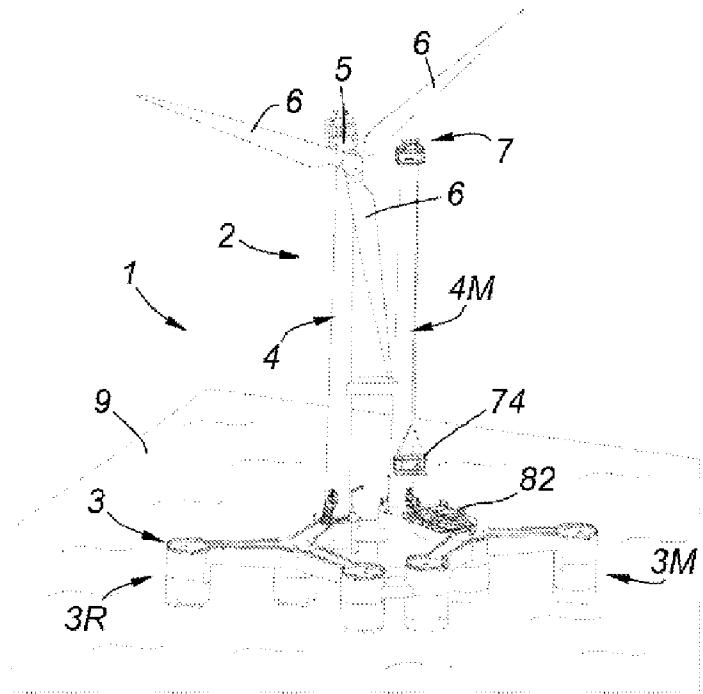
[Fig. 5]



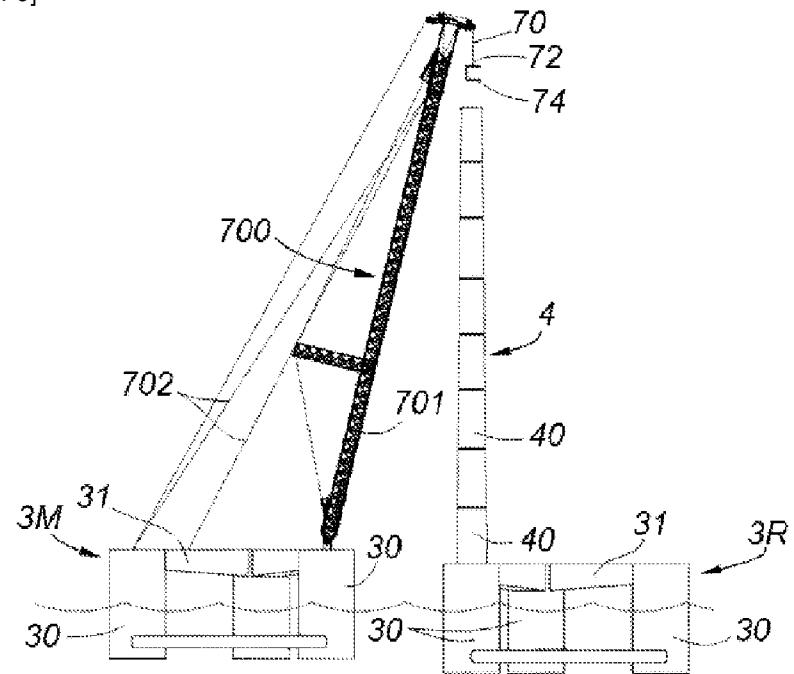
[Fig. 6]



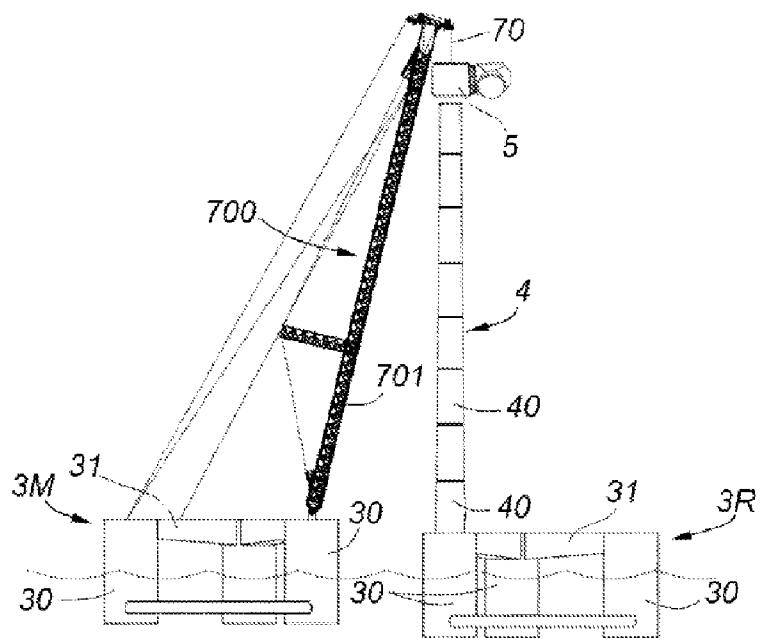
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]

