

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 294**

51 Int. Cl.:

F03D 80/50 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2021** **PCT/DK2021/050250**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.02.2022** **WO22033646**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2021** **E 21751973 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024** **EP 4193063**

54 Título: **Método para intercambiar un componente principal en la parte superior de la torre de un aerogenerador mar adentro**

30 Prioridad:

10.08.2020 EP 20190226

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.07.2024

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

BOTWRIGHT, ADRIAN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 976 294 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

Método para intercambiar un componente principal en la parte superior de la torre de un aerogenerador mar adentro

La invención se refiere a un método para intercambiar componentes principales en la parte superior de la torre de un aerogenerador mar adentro (Intercambio de Componentes Principales - MCE) durante el cual se intercambia un componente principal del aerogenerador por una pieza de repuesto.

El intercambio de componentes principales en la parte superior de la torre situados en una góndola de un aerogenerador requiere aflojar, mover y bajar el componente en la parte superior de la torre desde la góndola (desinstalación del componente a ser sustituido incluyendo bajar el componente de la góndola) y elevarlo hacia la góndola, colocarlo en su lugar y montarlo para la operación del componente de repuesto (reinstalación de la pieza de repuesto). Debido al elevado peso de los componentes principales en la parte superior de la torre de un aerogenerador (un generador puede pesar alrededor de 30 toneladas y una caja de engranajes puede pesar alrededor de 70 toneladas), un procedimiento de MCE requiere el uso de maquinaria muy pesada, tal como grandes grúas y/o cabrestantes de alta resistencia que no están presentes en el emplazamiento. La capacidad de elevación limitada de los potenciales aparatos de elevación integrados en la góndola típicamente no es suficiente para realizar un MCE. Los aparatos de elevación integrados en la góndola, tales como grúas o cabrestantes que se usan típicamente para mantenimiento, están diseñados para ser usados en inspecciones periódicas y tienen capacidades capaces de sustituir solamente componentes de peso ligero de solo unas pocas toneladas. Construir una góndola con aparatos de elevación integrados de alta resistencia que podrían manejar los elevados pesos de los componentes principales conduciría a costes inaceptables para la construcción del aerogenerador, sin mencionar que en el mejor de los casos en el que un mal funcionamiento o fallo de un componente principal no ocurre durante la vida útil del aerogenerador, no hay necesidad de tales aparatos de elevación de alta resistencia en primer lugar.

En el caso de aerogeneradores mar adentro, no solamente necesitan ser transportados los componentes relevantes desde tierra hasta el aerogenerador y de vuelta a tierra con una embarcación, sino que también necesita ser llevada la maquinaria pesada hasta el aerogenerador por mar y colocada en las inmediaciones del aerogenerador de manera que la embarcación esté en una posición suficientemente estabilizada (soporte estático para evitar la inclinación y balanceo de la embarcación) y en una posición localmente fija (influencia de las corrientes, olas, viento en la posición local de la embarcación) para manejar los elevados pesos a gran altura. Típicamente, se usan embarcaciones autoelevadoras para operaciones de MCE mar adentro que tienen grúas lo suficientemente altas como para llegar a la parte superior de la góndola con el fin de ser capaces de bajar y elevar los componentes a ser intercambiados desde y hasta la góndola y que permiten la elevación del casco de la embarcación por encima del nivel del agua. No obstante, la operación de tal embarcación no solamente es extremadamente costosa, sino que una potencial falta de disponibilidad de tal embarcación durante un período de tiempo más largo puede causar costosas paradas del aerogenerador.

En la técnica anterior se han desarrollado diferentes métodos y estrategias para dirigir un MCE de una forma potencialmente rentable. Una estrategia general se centra en usar aparatos de elevación ligeros integrados en la góndola para elevar equipos de alta resistencia, tales como cabrestantes, carros o grúas hacia la góndola. El equipo de alta resistencia se instala entonces temporalmente en la góndola, aumentando por ello significativamente la capacidad de elevación y movimiento de componentes principales, al menos temporalmente. El equipo de alta resistencia se usa para mover dentro y bajar de y elevar hasta la góndola componentes principales que son objeto del procedimiento de MCE. El equipo de alta resistencia se desinstalará después de que se haya completado el MCE y posteriormente se puede usar en un aerogenerador diferente en otro procedimiento de MCE. El documento WO 2018/041313 A1 describe un método durante el cual, antes del intercambio real del componente principal, se instala un soporte temporal para un aparato de elevación integrado en la góndola con el fin de aumentar la capacidad de elevación del aparato de elevación integrado en la góndola. La Patente Europea EP 2 835 335 B1 está dirigida a un método en el que un equipo de elevación de alta resistencia se eleva hacia la góndola mediante un montacargas ligero integrado en la góndola. No obstante, los métodos antes mencionados no abordan los requisitos especiales para realizar un MCE en un aerogenerador mar adentro donde el MCE necesita ser realizado, al menos parcialmente, a bordo de una embarcación.

El documento US20120282099 A1 se refiere a una grúa de servicio para un aerogenerador que se proporciona. El aerogenerador incluye una torre y una góndola montada en la parte superior de la torre. La grúa de servicio está montada en la góndola e incluye una pluma, una cuerda de izado guiada a lo largo de la pluma y un cabrestante capaz de enrollar y sacar la cuerda de izado para elevar o bajar una carga. Además, se proporciona una góndola que incluye una grúa de servicio montada en la misma.

El documento CN208763821U se refiere a una plataforma de soporte que incluye una plataforma de soporte horizontal y una viga de soporte inclinada. La plataforma de soporte horizontal está soportada por una sección de torre de la pared exterior de la torre y la viga de soporte inclinada. También se proporcionan medios para proporcionar la plataforma de soporte de modo que pueda seguir la pared exterior de la sección de la torre y suba o baje para permitir ajustar la altura de la plataforma de soporte según se requiera para mantenimiento.

El documento US20180022424 se relaciona con un sistema de manipulación de materiales mar adentro que incluye una embarcación que transporta una grúa mar adentro, y se describe una estructura de instalación fijada al lecho marino y que sobresale por encima del nivel del mar. La estructura de instalación incluye un sistema de distribución de manipulación de materiales a bordo de la estructura de instalación. El sistema de manipulación de materiales incluye una estructura de plataforma independiente para unión temporal a la estructura de instalación y uso temporal en la estructura de instalación para transferencia de carga.

Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar un método mejorado y rentable para realizar un MCE en un aerogenerador mar adentro, en particular, en un aerogenerador de eje horizontal (HAWT) mar adentro. Un objeto adicional de la invención es proporcionar un método para realizar un MCE en un aerogenerador mar adentro que permita al operador de aerogeneradores reaccionar más rápido y más flexible ante un potencial mal funcionamiento o fallo de un componente principal.

En un aspecto, la invención se dirige a un método para intercambiar un componente en la parte superior de la torre de un aerogenerador mar adentro con un componente de repuesto, el aerogenerador mar adentro que tiene una torre con una sección inferior de la torre cerca y por encima del nivel del agua, una góndola con una estructura de góndola que lleva directa o indirectamente el componente en la parte superior de la torre. El método incluye los pasos de transportar el componente de repuesto al aerogenerador mar adentro con una embarcación, y bajar el componente principal en la parte superior de la torre a ser intercambiado desde la góndola y elevar el componente de repuesto a la góndola. Con el fin de abordar los problemas antes mencionados, el método proporciona que antes del intercambio del componente en la parte superior de la torre con el componente de repuesto, una plataforma de servicio se acopla, al menos temporalmente, a la sección inferior de la torre y el componente principal en la parte superior de la torre a ser intercambiado se baja desde la góndola hasta la plataforma de servicio y el componente de repuesto se eleva desde la embarcación hasta la plataforma de servicio. Según la invención, la plataforma de servicio es una plataforma de servicio temporal que se transporta al aerogenerador con una embarcación y se acopla a la sección inferior de la torre usando un aparato de elevación en la embarcación y se desacopla de la sección inferior de la torre después de la terminación del intercambio del componente en la parte superior de la torre con un aparato de elevación en la embarcación. Por lo tanto, es suficiente para el operador del aerogenerador o cualquier proveedor de servicios de MCE construir solamente una cantidad muy limitada de plataformas de servicio temporales.

Con respecto a la estructura de aerogenerador diseñada para permitir realizar tal método, la invención proporciona una sección de torre para una torre de un aerogenerador mar adentro, la sección de torre que está diseñada para formar una sección inferior de torre por encima y cerca del nivel del agua de un aerogenerador mar adentro instalado y terminado. Con el fin de permitir la realización del método mencionado anteriormente, la sección inferior de la torre está dotada con al menos una de una estructura de acoplamiento no permanente y una estructura de soporte para el acoplamiento temporal no permanente y el soporte de una plataforma de servicio temporal a ser acoplada de manera no permanente a la sección inferior de la torre.

En consecuencia, el sistema para realizar el método antes mencionado con una sección inferior de la torre como se describió anteriormente comprende una plataforma de servicio temporal dotada con al menos una de una estructura de acoplamiento no permanente y una estructura de soporte correspondiente a la al menos una de una estructura de acoplamiento no permanente y una estructura de soporte proporcionada en la sección inferior de la torre.

El método descrito permite el uso de embarcaciones mucho más pequeñas y, por lo tanto, operables de manera menos costosa que las que se necesitarían para realizar el MCE desde la embarcación solamente. Por lo tanto, la embarcación usada para realizar el método descrito puede ser una embarcación que flota constantemente equipada con un aparato de elevación en la embarcación. La embarcación también puede ser una embarcación autoelevadora equipada con un aparato de elevación en la embarcación que tiene una altura de trabajo efectiva máxima de 30 m por encima del nivel del agua o incluso solo 25 m o 20 m por encima del nivel del agua.

En una realización preferida, el aparato de elevación en la embarcación comprende una grúa con compensación de movimiento para permitir que la embarcación usada esté flotando permanentemente durante el procedimiento de MCE, evitando por ello la necesidad de autoelevar el casco de la embarcación.

En un aspecto de la invención, al menos una herramienta de intercambio de componentes se eleva desde la embarcación hasta la plataforma de servicio con un aparato de elevación en la embarcación y la al menos una herramienta de intercambio de componentes se eleva desde la plataforma de servicio hasta la góndola usando un aparato de elevación integrado en la góndola. La herramienta de intercambio puede ser cualquier herramienta de intercambio o combinación de herramientas de intercambio que sirva para realizar las tareas de alta resistencia demandadas durante el MCE y puede incluir, pero no se limita a, grúas, soportes temporales, cabrestantes, bloques de rodillos, trineos o carros para el movimiento horizontal de los componentes principales en el interior de la góndola, etc. Más preferiblemente, la al menos una herramienta de intercambio de componentes comprende al menos uno de un aparato de elevación de alta resistencia y una herramienta deslizante.

Preferiblemente, la góndola y/o una herramienta de intercambio de componentes están alineadas con la plataforma de servicio a través de un mecanismo de guiñada para alinear la góndola o la herramienta de intercambio de componentes con la plataforma de servicio.

5 Con el fin de acoplar la plataforma de servicio temporal al aerogenerador, la plataforma de servicio se puede acoplar a las secciones inferiores de la torre a través de un sistema de acoplamiento no permanente que permite un desacoplamiento fácil de la plataforma de servicio temporal usando un aparato de elevación en la embarcación, tal como una grúa en la embarcación después de que se termine el MCE.

10 Los sistemas de acoplamiento no permanentes se pueden diseñar además para permitir el acoplamiento sin herramientas de la plataforma de servicio a la sección inferior de la torre para evitar la necesidad de realizar un trabajo de acoplamiento manual. Lo más preferiblemente, con el fin de acoplar la plataforma de servicio a la sección inferior de la torre, la plataforma de servicio se puede enganchar por gravedad sobre la sección inferior de la torre. Esto hace posible colocar la plataforma en una cierta orientación en relación con la sección inferior de la torre y luego dejarla deslizarse hasta su posición solamente bajo la fuerza de la gravedad. Por supuesto, el sistema de acoplamiento se diseñará de manera que la plataforma de servicio descansará en un estado estáticamente estable una vez que se desacople del aparato de elevación.

15 Una ventaja del método descrito para intercambiar un componente en la parte superior de la torre de un aerogenerador mar adentro es la posibilidad de reutilizar la plataforma de servicio de modo que se pueda realizar un primer MCE con la plataforma de servicio en un primer aerogenerador mar adentro y posteriormente realizar un segundo MCE en un segundo aerogenerador mar adentro usando una misma plataforma de servicio, preferiblemente sin que la embarcación tenga que ir de vuelta a tierra después de la terminación del primer MCE.

20 Un sistema que comprende una plataforma de servicio temporal y una sección inferior de la torre adecuada para proporcionar el método descrito se puede dotar con al menos una de una estructura de acoplamiento no permanente y una estructura de soporte correspondiente a la al menos una de una estructura de acoplamiento no permanente y una estructura de soporte proporcionada en la sección inferior de la torre. Preferiblemente, la plataforma de servicio tiene una sección de plataforma y un puntal de soporte, en donde al menos uno de la sección de plataforma y el puntal de soporte está diseñado para entrelazarse positivamente con una estructura de acoplamiento correspondiente proporcionada en la sección inferior de la torre. La estructura de acoplamiento no permanente y la estructura de soporte correspondientes en la sección inferior de la torre y la plataforma de servicio están diseñadas preferiblemente para permitir un enganche accionado por gravedad de la plataforma de servicio a la sección inferior de la torre.

25 Diversas características y ventajas adicionales de la invención llegarán a ser más evidentes para los expertos en la técnica tras la revisión de la siguiente descripción detallada de una o más realizaciones ilustrativas tomadas en conjunto con los dibujos que se acompañan. Los dibujos que se acompañan, que se incorporan y constituyen una parte de esta especificación, ilustran una o más realizaciones de la invención y, junto con la descripción general dada anteriormente y la descripción detallada dada a continuación, sirven para explicar la una o más realizaciones de la invención. En los dibujos que se acompañan

la Fig. 1 representa una embarcación de servicio que flota permanente con una grúa en la embarcación en las inmediaciones de una torre de aerogenerador durante el proceso de elevación de una plataforma de servicio no permanente, y

40 la Fig. 2 representa la plataforma de servicio no permanente en el proceso de instalación en la sección inferior de la torre del aerogenerador, y

la Fig. 2a muestra detalles del diseño de la plataforma de servicio temporal y su interacción con la sección inferior de la torre del aerogenerador, y

45 la Fig. 3 muestra la colocación de los componentes principales y/o las herramientas de intercambio de componentes en la plataforma de servicio, y

la Fig. 4 representa la elevación de los componentes principales y/o las herramientas de intercambio de componentes dentro de la góndola por medio de una grúa, y

las Figs. 5/5a muestran la elevación de los componentes principales y/o las herramientas de intercambio de componentes dentro de la góndola a través de una escotilla por medio de un cabrestante, y

50 la Fig. 6 ilustra el desacoplamiento de la plataforma de servicio temporal de la sección inferior de la torre del aerogenerador por medio del aparato de elevación en la embarcación, y

la Fig. 7 representa la carga de la plataforma de servicio temporal a bordo de la embarcación de servicio, y

la Fig. 8 muestra un diseño alternativo de una plataforma de servicio temporal a ser acoplada a la sección inferior de la torre del aerogenerador, y

la Fig. 9 ilustra el acoplamiento de la plataforma de servicio también mostrada en la Fig. 8 a la sección inferior de la torre del aerogenerador, y

la Fig. 9a representa detalles de una estructura de acoplamiento proporcionada en la sección inferior de la torre del aerogenerador, y

- 5 la Fig. 10 muestra otro diseño alternativo más de una plataforma de servicio temporal a ser instalada en la sección inferior de la torre del aerogenerador, y

la Fig. 11 ilustra la plataforma de servicio temporal también mostrada en la Fig. 10 en posición instalada y acoplada a la sección inferior de la torre del aerogenerador.

- 10 La Figura 1 ilustra un primer paso en un método para intercambiar un componente en la parte superior de la torre de un aerogenerador mar adentro con un componente de repuesto. El aerogenerador mar adentro tiene una torre con una sección inferior de la torre 3 cerca y por encima del nivel del agua y una góndola 2 (Fig. 3) con una estructura de góndola que lleva directa o indirectamente el componente en la parte superior de la torre. Una embarcación de servicio 1 ha transportado al aerogenerador mar adentro componentes de repuesto R así como herramientas T que se han de usar para la desinstalación de los componentes principales E (Fig. 5) a ser intercambiados con los
- 15 componentes de repuesto R. También a bordo de la embarcación de servicio se ha transportado una plataforma de servicio temporal 10 al emplazamiento del aerogenerador. Los componentes principales situados en la góndola pueden necesitar ser intercambiados, por ejemplo, debido a un fallo y/o mal funcionamiento o simplemente debido al hecho de que han llegado al final de su vida útil prevista, de modo que se sustituyan y luego se revisen.

- 20 La Figura 1 ilustra que la embarcación de servicio 1 usada es una embarcación relativamente pequeña y que flota permanentemente con una grúa 4 a bordo como aparato de elevación en la embarcación. Para minimizar la influencia de las olas, el viento y las fuerzas de la gravedad de los artículos a ser elevados, la grúa 4 puede ser una grúa con compensación de movimiento. Por supuesto, también se pueden usar en su lugar embarcaciones autoelevadoras pequeñas, que - como llegará a ser evidente mediante la siguiente descripción - pueden ser
- 25 embarcaciones autoelevadoras pequeñas, dado que no necesitarán llegar más alto que alrededor de 20 m a alrededor de 30 m por encima del nivel del agua, que es aproximadamente donde típicamente necesitará ser instalada la plataforma de servicio temporal 10 de modo que un rango de trabajo desde el nivel del mar hasta alrededor de 20 m a 30 m por encima del nivel del mar será suficiente para realizar con éxito el procedimiento de MCE.

- 30 La Figura 2 ilustra cómo la plataforma de servicio temporal 10 se acopla a la sección inferior de la torre del aerogenerador. La Figura 2a muestra detalles adicionales de la estructura de acoplamiento. En la pared exterior de la torre del aerogenerador y cerca y por encima del nivel del agua se montan medios de acoplamiento en forma de un perno de acoplamiento superior 11 y una placa de acoplamiento inferior 13 con una abertura orientada hacia arriba, preferiblemente soldada. Como se muestra en la Figura 2a, la plataforma de servicio temporal 10 proporciona
- 35 medios de acoplamiento correspondientes en forma de una placa 14 con una abertura para engancharse con el perno 11 y un perno de acoplamiento 12 que es para interactuar con el perno de acoplamiento 13 proporcionado en la sección inferior de la torre 3 del aerogenerador.

- Es evidente a partir de la Figura 2 y la Figura 2a que la plataforma de servicio temporal se puede instalar de una manera estáticamente estable sin ninguna herramienta adicional. El peso de la plataforma de servicio combinado con su diseño y colocación de los medios de acoplamiento 12 y 14 correspondientes causan unas fuerzas estáticas inducidas por gravedad que se soportan por los medios de acoplamiento sobre la torre que sujetará la plataforma de
- 40 servicio de manera segura en su lugar. Por supuesto, se pueden usar medios de seguridad adicionales, tales como pernos o tornillos adicionales que aseguren que incluso bajo las circunstancias más desfavorables, los pernos 11, 12 no se deslizarán accidentalmente fuera de la abertura proporcionada en las placas 13, 14 (véase también la Figura 9a).

- 45 La Figura 3 muestra cómo los componentes de repuesto R y/o las herramientas T necesarios para la desinstalación de los componentes principales en la parte superior de la torre se cargan desde la embarcación de servicio hasta la plataforma de servicio después de que se haya completado la instalación de la plataforma de servicio en la torre de aerogenerador 1. La Figura 4, la Figura 5 y la Figura 5a ilustran que diferentes componentes de repuesto R, herramientas de intercambio T y componentes principales a ser intercambiados E se elevan desde la plataforma de
- 50 servicio 10 hacia la góndola 2 o viceversa. Los diferentes componentes mostrados en la Figura 4, la Figura 5 y la Figura 5a son solamente de naturaleza ejemplar. Cada uno de los componentes mostrados puede ser un componente de repuesto R que sustituirá un componente principal en la parte superior de la torre, o una herramienta de intercambio T o un componente a ser intercambiado E. El componente realmente mostrado en las Figuras es solamente de naturaleza ejemplar.

- 55 La góndola 4 puede estar dotada con una grúa de góndola 5 integrada en la góndola y/o con cabrestantes 6 integrados en la góndola. La grúa de góndola 5 puede elevar el componente desde la plataforma de servicio pasada la góndola 2 y luego bajarlo dentro de la góndola desde la parte superior (o viceversa en caso de que se eleve un componente fuera de la góndola y sea bajado a la plataforma de servicio) como se deriva de la Figura 4 o la grúa de

góndola 5, al igual que los cabrestantes 6 en la Figura 5 y la Figura 5a, puede elevar el componente dentro de la góndola 2 o bajarlo desde la góndola 2 hasta la plataforma de servicio a través de una abertura de escotilla 7. Se observa que la grúa de góndola 5 y los cabrestantes 6 también pueden representar parte de una herramienta de intercambio que se ha elevado e instalado en o sobre la góndola para aumentar la capacidad de peso de los aparatos de elevación realmente presentes permanentemente en la góndola 2.

La Figura 6 ilustra cómo la plataforma de servicio temporal 10 se desinstala de la sección inferior de la torre 1 del aerogenerador después de que todos los componentes principales E intercambiados y las herramientas de intercambio se hayan cargado desde la plataforma de servicio a bordo de la embarcación 1. La plataforma 10 se inclina primero de manera que la placa de acoplamiento 14 en la plataforma de servicio temporal se desenganche del perno de acoplamiento 11 mientras la plataforma está girando alrededor del perno de acoplamiento 12 que está descansando en la placa de acoplamiento 13 en la torre del aerogenerador (Figura 5a para detalles). La plataforma 10 se puede elevar entonces de manera que el perno 12 se desenganche de la abertura en la placa 13 y se pueda guiar pasado el perno 11 y la placa 14 en una posición inclinada y se pueda volver a colocar a bordo de la embarcación.

La Figura 7 muestra entonces la plataforma de servicio temporal desinstalada en el proceso de ser colocada de nuevo a bordo de la embarcación de servicio para su transporte de vuelta a un puerto o a otro emplazamiento de MCE.

La Figura 8 y la Figura 9 ilustran un diseño de plataforma de servicio alternativa y una forma alternativa de instalar una plataforma de servicio 20 en la sección inferior de la torre del aerogenerador. La plataforma de servicio 20 se colocará preferiblemente cerca de la popa de la embarcación de servicio 1 de manera que la embarcación de servicio pueda acercarse a la torre del aerogenerador hacia atrás y de manera que se pueda evitar el potencial balanceo de la embarcación debido al peso de la plataforma de servicio que actúa sobre el casco de la embarcación una vez elevada por el aparato de elevación de la embarcación.

Antes de elevar la plataforma de servicio 20 con la grúa 4 en la embarcación, se colocará una cuerda guía 21 sobre los ganchos de guiado 22 que están situados en la sección inferior de la torre 1 del aerogenerador. Cuando la cuerda guía 21 está en enganche con los ganchos de guiado 22 y una vez que la plataforma de servicio 20 se eleva con la grúa 4 en la embarcación - y/o además durante la elevación con la grúa 4 en la embarcación - se usa un cabestrante de plataforma 23 situado en la plataforma de servicio para arrastrar la plataforma de servicio en dirección hacia la torre 1 con un movimiento controlado. Mientras que se acerca a la torre, la plataforma de servicio se inclina de manera que un gancho de acoplamiento superior 24 se acerque a medios de acoplamiento superiores tales como el accesorio de montaje 25 en forma de U superior, en primer lugar. La plataforma de servicio 20 se puede enganchar al accesorio de montaje 25 y dejando lentamente que la plataforma de servicio se hunda y, por ello, se incline de manera que también la parte inferior de la plataforma de servicio adyacente a la torre se acerque a la torre hasta que finalmente llegue a una posición estáticamente estable en la que se apoya contra la pared de la torre.

Se ilustran dos cabestrantes de plataforma 23, uno hacia cada lado de la plataforma. Después de la instalación de la plataforma, por ejemplo, de las maneras ejemplificadas en la presente memoria, las cuerdas guía en estos cabrestantes, u otra cuerda o cuerdas guía, se pueden arrastrar hacia arriba mediante un aparato de elevación integrado en la góndola y unido a la estructura de la góndola o a una estructura conectada de manera fija a la estructura de la góndola, por ejemplo, a un accesorio de la góndola o a un accesorio en el equipo de elevación dentro o sobre la góndola. Las cuerdas guía arrastradas hacia arriba se pueden usar como cuerdas o cables guía que sirven para guiar componentes mientras que se eleva o baja el componente respectivo hacia o desde la góndola. Con este propósito, los componentes a ser elevados o bajados pueden engancharse con las cuerdas o cables guía de manera que sean deslizables a lo largo de ellos con el fin de controlar cualquier movimiento de los componentes en una dirección horizontal o sustancialmente horizontal durante su descenso o ascenso. Posiblemente, se pueden usar poleas colocadas operativamente algo lejos de los cabrestantes de cable guía y algo lejos de la torre, para proporcionar una distancia adecuada de los cables guía desde la torre cuando los cables guía se usan durante el intercambio de componentes.

Como se muestra en la Figura 9a, el accesorio de montaje 25, preferiblemente en forma de U, tiene una abertura que se ensancha con el aumento de la distancia desde la pared de la torre y, por lo tanto, puede actuar como ayuda de guía cuando se eleva la plataforma de servicio a su lugar. Opcionalmente, se puede usar un perno de seguridad 26 adicional (ilustrado esquemáticamente con líneas de puntos) y colocar después de que la plataforma de servicio esté en su lugar para asegurar que la plataforma de servicio se mantenga en su lugar de manera segura incluso bajo las condiciones más desfavorables.

Otra alternativa más de un diseño de plataforma de servicio se representa en la Figura 10 y la Figura 11.

Aparte de la plataforma de servicio 10 mostrada en la Figura 1 a la Figura 7 y la plataforma de servicio 20 mostrada en la Figura 8 y la Figura 9, la plataforma de servicio 30 mostrada en la Figura 10 y la Figura 11 no tiene puntales portadores 15 o 27 cargados de tracción dirigidos hacia arriba sino puntales portadores 31 cargados de presión dirigidos hacia abajo. También, los medios de acoplamiento en la torre del aerogenerador - en la Figura 10 y la

Figura 11, una placa de montaje 32 con una abertura a ser enganchada por un perno 33 colocado en la plataforma de servicio 30 que se muestra como mero ejemplo - no están colocados directamente en la pared de la torre del aerogenerador sino en una plataforma permanente 34 con la que se instala inicialmente el aerogenerador. En estado instalado, los puntales portadores 31 descansan contra una sección reforzada 36 de la pared de la torre del aerogenerador que, además, puede tener una estructura de acoplamiento correspondiente al extremo de los puntales portadores 31.

No obstante, la plataforma de servicio 30 - al igual que las plataformas 10 y 20 descritas anteriormente - se puede elevar de la embarcación y acoplar a la sección inferior del aerogenerador sin el uso de herramientas de instalación adicionales y, una vez instalada correctamente, descansará en una posición estáticamente segura y estable solamente por medio de las fuerzas de la gravedad. De nuevo, se pueden usar medios de seguridad adicionales para asegurar que la plataforma de servicio permanecerá en su lugar incluso bajo condiciones altamente desfavorables.

Para instalación de la plataforma de servicio 30 parte de una barandilla 35 instalada en la plataforma permanente 34 se puede retirar o no temporalmente. La instalación permanente puede comprender o no incluso una plataforma permanente 34.

Todas las figuras descritas anteriormente muestran que para realizar un MCE el uso de grandes embarcaciones autoelevadoras se puede evitar haciendo uso de una plataforma de servicio temporal que se puede instalar temporalmente por medio de embarcaciones de servicio mucho más pequeñas e incluso que flotan permanentemente. Tal procedimiento puede ahorrar una cantidad significativa de costes y tarifas para la operación y alquiler de una gran embarcación autoelevadora que de otro modo sería necesaria capaz de llegar hasta la góndola y los componentes colocados en la góndola a ser intercambiados. Esto también puede ser de gran beneficio para generadores de aerogeneradores flotantes, donde la profundidad del mar ahora permite el uso de una embarcación autoelevadora.

Aunque la presente invención se ha ilustrado mediante la descripción de una o más realizaciones de la misma, y aunque la una o más realizaciones se han descrito con considerable detalle, no se pretende restringir ni limitar de ninguna forma el alcance de las reivindicaciones adjuntas a tal detalle. Ventajas y modificaciones adicionales aparecerán fácilmente a los expertos en la técnica. Por lo tanto, la invención en sus aspectos más amplios no se limita a los detalles específicos y a los ejemplos ilustrativos mostrados y descritos.

Lista de números de referencia

- 1 Embarcación de servicio
- 2 Góndola
- 3 Sección inferior de la torre del aerogenerador
- 4 Grúa en la embarcación
- 5 Grúa en la góndola
- 6 Cabrestante
- 7 Abertura de escotilla
- 10 Plataforma de servicio temporal
- 11 Perno de acoplamiento en la torre del aerogenerador
- 12 Perno de acoplamiento en la plataforma de servicio temporal
- 13 Placa de acoplamiento en la torre del aerogenerador
- 14 Placa de acoplamiento en la plataforma de servicio temporal
- 15 Puntal portador
- 20 Plataforma de servicio temporal
- 21 Cuerda guía
- 22 Gancho de guiado
- 23 Cabrestante de plataforma
- 24 Gancho de acoplamiento

- 25 Accesorio de montaje superior
- 26 Perno de seguridad
- 27 Puntal portador
- 30 Plataforma de servicio temporal
- 5 31 Puntal portador
- 32 Placa de acoplamiento
- 33 Perno de acoplamiento
- 34 Plataforma permanente
- 35 Barandilla
- 10 36 Sección reforzada en la torre del aerogenerador
- R Componentes de repuesto
- E Componentes principales a ser intercambiados
- T Herramientas de intercambio

REIVINDICACIONES

1. Método para intercambiar un componente en la parte superior de la torre (E) de un aerogenerador mar adentro con un componente de repuesto (R), el aerogenerador mar adentro que tiene una torre con una sección inferior de la torre (3) cerca y por encima del nivel del agua, una góndola (2) con una estructura de góndola que lleva directa o indirectamente el componente en la parte superior de la torre (E), el método que incluye los pasos de
 - transportar el componente de repuesto (R) al aerogenerador mar adentro con una embarcación (1), y
 - bajar el componente principal en la parte superior de la torre (E) a ser cambiado desde la góndola (2) y elevar el componente de repuesto (R) a la góndola (2),
- en donde antes del intercambio del componente en la parte superior de la torre (E) con el componente de repuesto (R) una plataforma de servicio (10, 20, 30) se acopla temporalmente en la sección inferior de la torre (3) y el componente principal en la parte superior de la torre (E) a ser intercambiado se baja desde la góndola (2) hasta la plataforma de servicio (10, 20, 30) y el componente de repuesto (R) se eleva desde la embarcación (1) hasta la plataforma de servicio (10, 20, 30), caracterizado por que la plataforma de servicio (10, 20, 30) es una plataforma de servicio temporal que se transporta al aerogenerador con una embarcación (1) y se acopla a la sección inferior de la torre (3) usando un aparato de elevación en la embarcación (4) y se desacopla de la sección inferior de la torre (3) después de la terminación del intercambio del componente en la parte superior de la torre (E) con un aparato de elevación en la embarcación (4).
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que la embarcación (1) es una embarcación que flota constantemente equipada con un aparato de elevación en la embarcación (4).
3. Método según la reivindicación 2, caracterizado por que el aparato de elevación en la embarcación (4) comprende una grúa con compensación de movimiento.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos una herramienta de intercambio de componentes (T) se eleva desde la embarcación (1) hasta la plataforma de servicio (10, 20, 30) con un aparato de elevación en la embarcación (4) y que la al menos una herramienta de intercambio de componentes (T) se eleva desde la plataforma de servicio (10, 20, 30) hasta la góndola (2) usando un aparato de elevación integrado en la góndola (4).
5. Método según la reivindicación 4, caracterizado por que la al menos una herramienta de intercambio de componentes (T) comprende al menos uno de un aparato de elevación de alta resistencia y una herramienta deslizante.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la góndola (2) y/o una herramienta de intercambio de componentes (T) se alinea con la plataforma de servicio (10, 20, 30) a través de un mecanismo de guiñada para alinear la góndola (2) o la herramienta de intercambio de componentes (T) con la plataforma de servicio (10, 20, 30).
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la plataforma de servicio (10, 20, 30) está acoplada a la sección inferior de la torre (3) a través de un sistema de acoplamiento no permanente.
8. Método según la reivindicación 7, caracterizado por que el sistema de acoplamiento no permanente está diseñado para permitir el acoplamiento sin herramientas de la plataforma de servicio (10, 20, 30) a la sección inferior de la torre (3).
9. Método según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que para acoplar la plataforma de servicio (10, 20, 30) a la sección inferior de la torre (3), la plataforma de servicio (10, 20, 30) se engancha por gravedad sobre la sección inferior de la torre (3).
10. Método según la reivindicación 7 o la reivindicación 8 o la reivindicación 9, caracterizado por que el método para intercambiar un componente en la parte superior de la torre (E) de un aerogenerador mar adentro se realiza con la plataforma de servicio (10, 20, 30) en un primer aerogenerador mar adentro y posteriormente se realiza en un segundo aerogenerador mar adentro usando una misma plataforma de servicio (10, 20, 30).

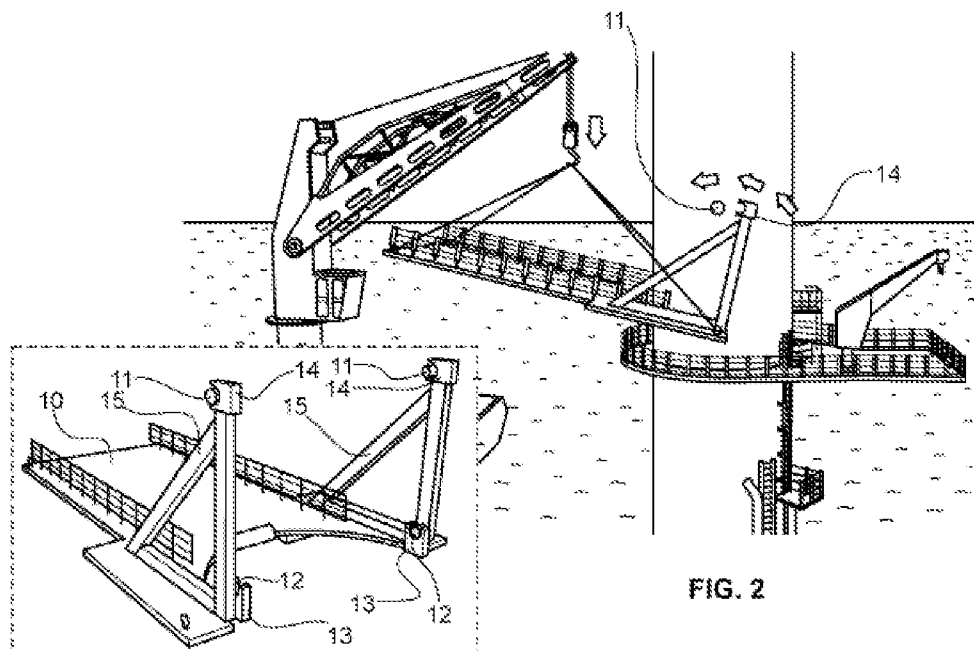
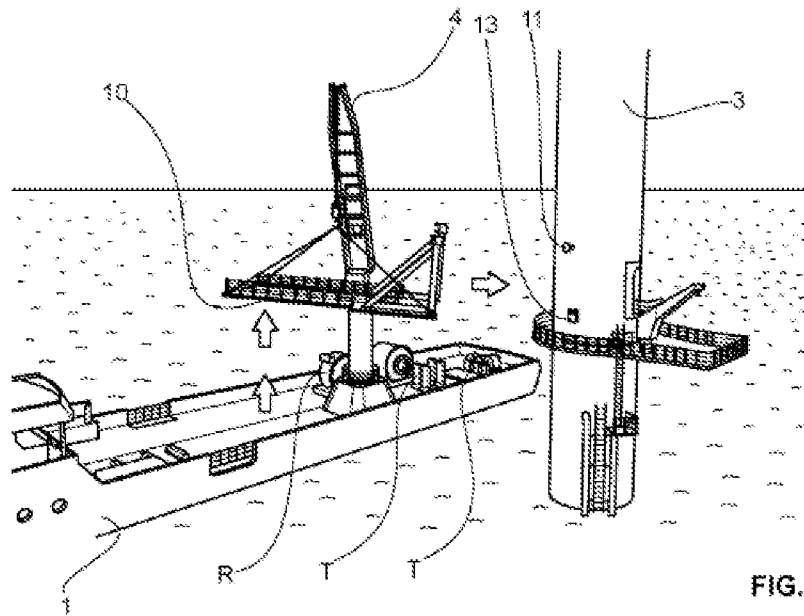
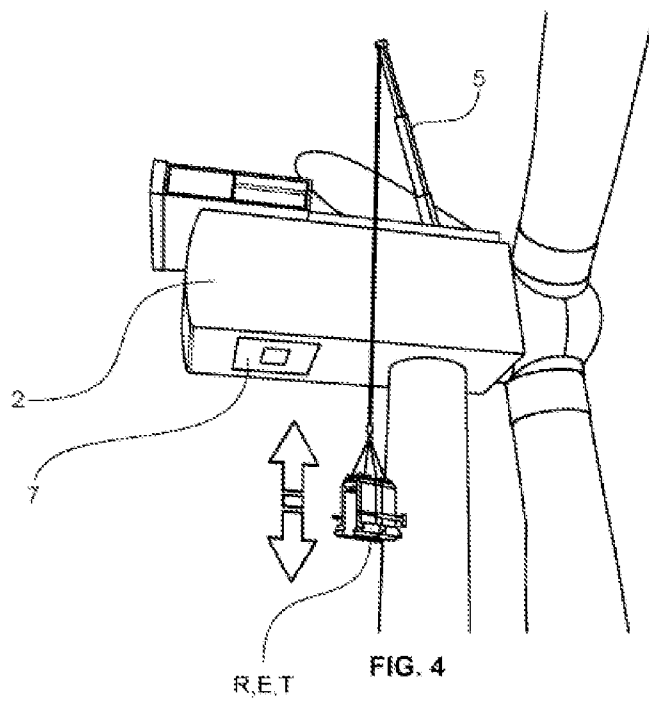
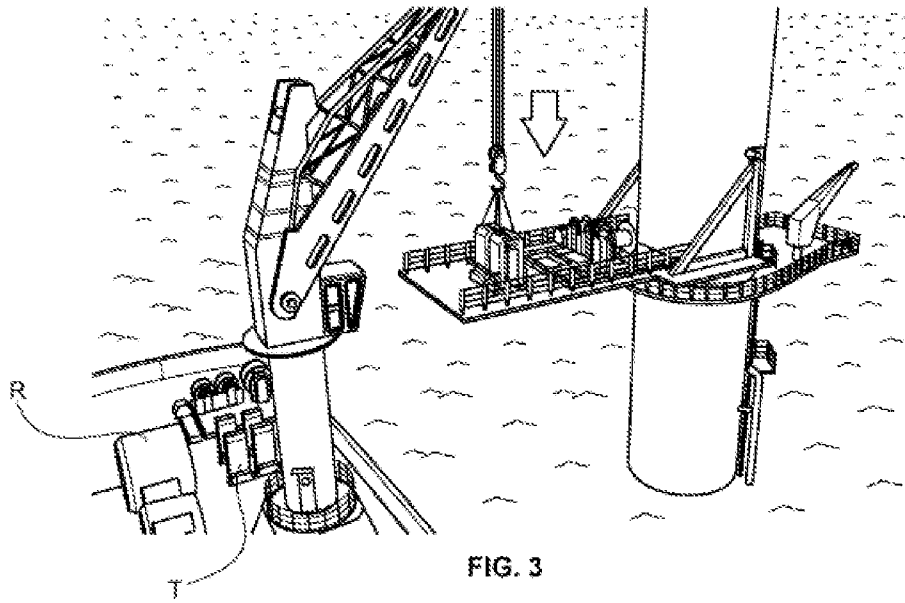


FIG. 2a



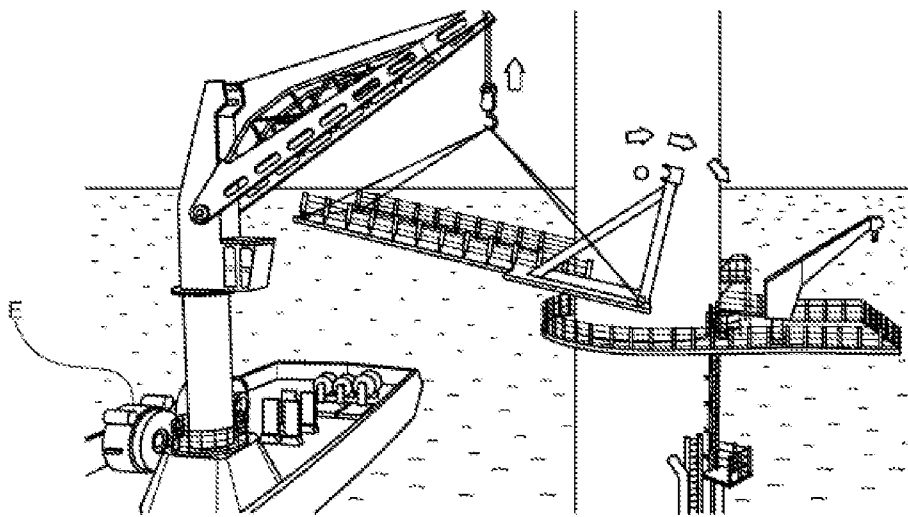
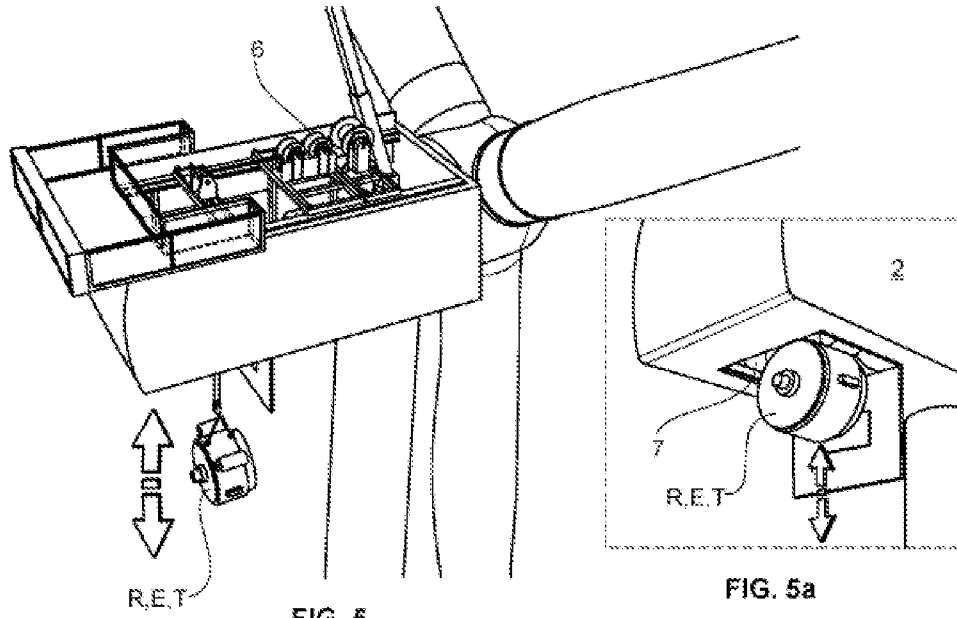


FIG. 6

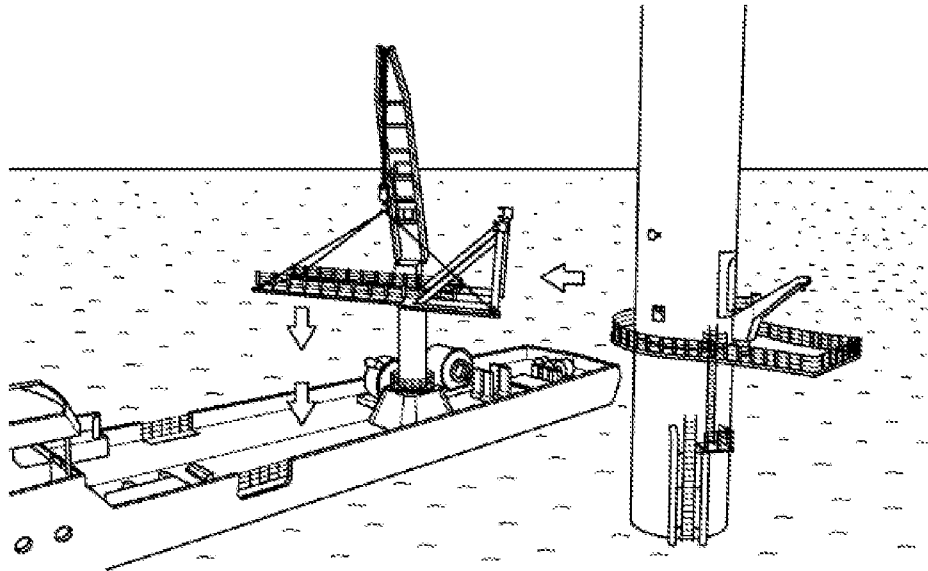
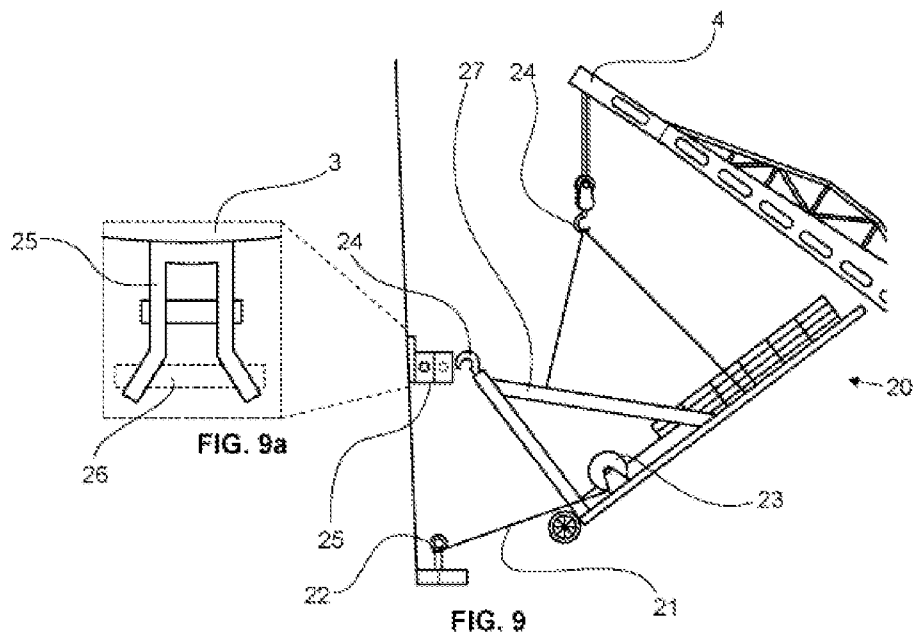
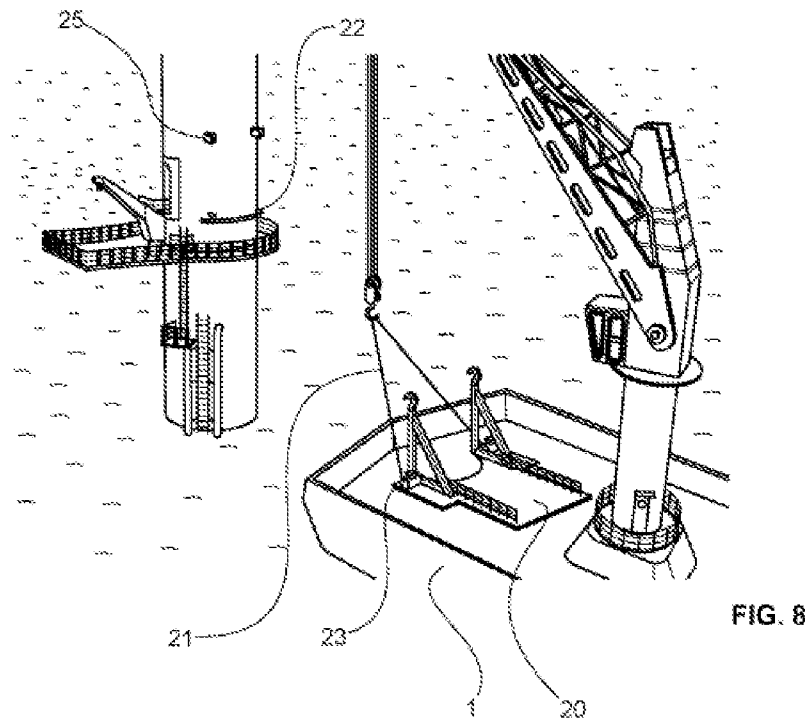


FIG. 7



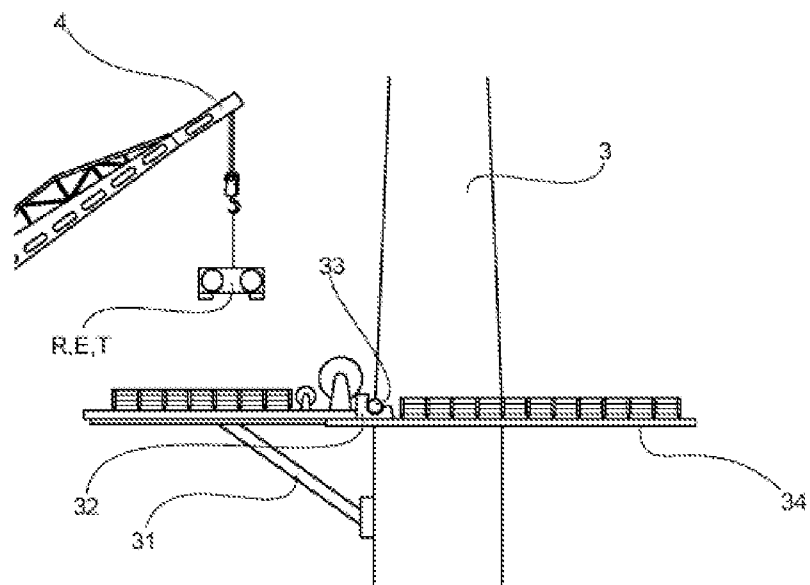
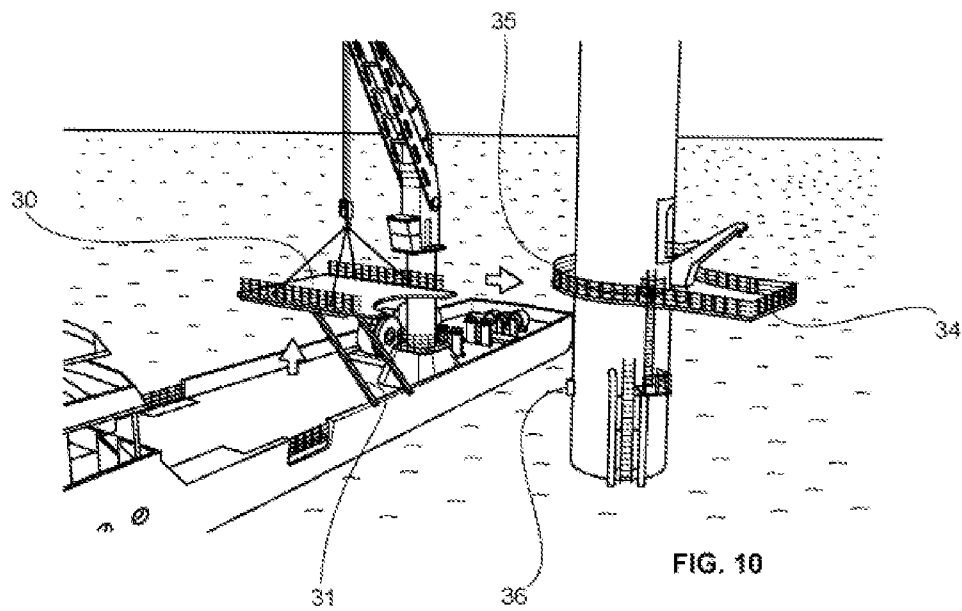


FIG. 11