

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 242 799**

21 Número de solicitud: 202030189

51 Int. Cl.:

**B63B 77/10** (2010.01)

**B63B 75/00** (2010.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**04.02.2020**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**04.03.2020**

71 Solicitantes:

**TETRA CONSULTING AND ENGINEERING SL  
(100.0%)  
C/ ITURRAMA 36 8ºB  
31007 PAMPLONA (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**RUIZ DE AGUIAR DÍAZ-OBREGÓN, Pablo**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

54 Título: **SISTEMA DE TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TORRE DE AEROGENERADOR MARÍTIMO**

**ES 1 242 799 U**

## DESCRIPCIÓN

### SISTEMA DE TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TORRE DE AEROGENERADOR MARITIMO

5

#### **Sector de la técnica**

La presente invención está relacionada con la industria dedicada al transporte e instalación de estructuras marítimas, y más concretamente con un sistema de transporte e instalación de  
10 torre de aerogenerador marítimo.

#### **Estado de la técnica**

La eólica marítima también denominada "offshore" permite el aprovechamiento de energías  
15 renovables sin la limitación de espacio e impacto sobre el paisaje y ecosistema que supone la eólica terrestre. Pero su contrapartida es la dificultad logística y los riesgos existentes en las maniobras de instalación.

En los primeros parques eólicos offshore se instalaban las torres por tramos, pero cada  
20 maniobra de izado en alta mar requería tiempo de operación muy elevado y cada izado implica riesgos para el barco, tripulación y torre. A su vez se realizaba el transporte de las torres en horizontal y se procedía al volteado en alta mar. Estas operaciones son muy lentas y con muchos riesgos, siendo necesarias herramientas muy voluminosas y de elevado coste. En consecuencia, actualmente prevalece la solución de transporte vertical para la instalación con  
25 izado de la torre en vertical durante la instalación offshore.

En la actualidad el aumento en los tamaños de los aerogeneradores ha hecho necesario el empleo de barcos muy especializados. Uno de los barcos empleados son los llamados TIV que son buques que tienen unas patas que apoyan en el fondo y que por medio de gatos  
30 hidráulicos elevan el buque por encima del nivel del mar. Este tipo de buques tiene como ventajas que requieren grúas de menor altura, y que al estar las patas apoyadas en el fondo la estabilidad durante la operación es mucho mayor que con un buque a flote. Sin embargo, está limitado por la profundidad de operación y su oferta es escasa y muy costosa.

35 Otro tipo de barcos que se utilizan son barcos para la construcción en alta mar, con grandes

dimensiones que tienen grúas de gran altura y que para garantizar la estabilidad en el izado de la torre de aerogenerador usan el lastrado de grandes cantidades de agua. Estos barcos no tienen limitación por profundidad de trabajo, sin embargo, están muy afectados por el viento y la disponibilidad es también muy escasa y costosa.

5

Otro de los barcos utilizados es el buque grúa que permite el transporte e instalación, sin embargo, es el sistema más costoso, no es válido para poca profundidad y es solo operativo con buen estado del mar y sin viento.

10 Sin duda el factor que condiciona el tamaño de los buques es la estabilidad del mismo durante los izados por los pesos elevados al colgar la torre de su parte superior durante los izados.

Por ello se han adoptado diferentes soluciones para garantizar la estabilidad de la torre de aerogenerador durante el transporte e izado de la torre para su instalación. Sin embargo, las  
15 soluciones existentes tienen elevado peso con lo que dificultan las labores de montaje e instalación que ralentizan los tiempos de instalación. Para el transporte se emplean diseños con elementos verticales voluminosos en el exterior o el interior de la torre que dificultan los izados.

20 Otros sistemas empleados para el transporte requieren de sujeciones que van anclados a la brida inferior de la torre de aerogenerador produciendo daños en la base de la torre y siendo la torres sensibles al pandeo. Todas estas soluciones emplean soportes con gran huella en cubierta complicando las operaciones de instalación y en ocasiones siendo necesario el empleo de andamios para su instalación y mantenimiento dadas las grandes dimensiones de  
25 dichos soportes. A estos inconvenientes se suma el elevado tiempo necesario para retirar los sistemas de sujeción o soporte que encarecen la instalación del aerogenerador. Además, estas soluciones son específicas para cada modelo de aerogenerador y para cada estructura de barco.

30 A la vista de las descritas desventajas y limitaciones que presentan las soluciones existentes en la actualidad, resulta necesaria una solución que permita tanto el transporte como la instalación de la torre de aerogenerador sin necesidad de empleo de barcos especiales y costosos, a la vez que se proporciona un sistema versátil, seguro y que reduce los tiempos de instalación.

35

**Objeto de la invención**

Con la finalidad de cumplir este objetivo y solucionar los problemas técnicos comentados hasta el momento, además de aportar ventajas adicionales que se pueden derivar más adelante, la presente invención proporciona un sistema para el transporte vertical e instalación  
5 de un aerogenerador marítimo que comprende, un soporte base, adaptado para fijarse a un barco para soporte de una torre de aerogenerador durante su transporte; y una pluralidad de estructuras de sujeción adaptadas para unirse de forma pivotante en su parte inferior al soporte base, y con su parte superior en contacto con la superficie lateral de la torre de  
10 aerogenerador siendo las estructuras de sujeción adaptables a las dimensiones de la torre de aerogenerador; y que comprende al menos un anillo de izado que envuelve la torre de aerogenerador estando asociado mediante una pluralidad de cables tensores con una brida de izado sobre la que apoya la torre de aerogenerador; siendo el anillo de izado desplazable desde una posición de transporte sobre el soporte base a una posición de instalación; y  
15 estando la brida de izado y el anillo de izado sobrepuestos en el soporte base en la posición de transporte.

Por posición de transporte se entiende la posición en la que se sitúan los elementos del sistema de transporte e instalación de la torre de aerogenerador, cuando la misma está  
20 emplazada en el barco y es trasladada desde el muelle de tierra a las cercanías de la estructura marítima "offshore".

Por posición de instalación se entiende la posición de los elementos del sistema durante el izado e instalación de la torre de aerogenerador en la estructura marítima, permaneciendo el  
25 soporte base en el barco y siendo la posición del anillo de izado una posición elevada por encima del centro de gravedad de la torre de aerogenerador, para izarla desde el barco hasta la estructura marítima con ayuda de la brida de izado.

Gracias a esta configuración se consigue integrar en una misma solución tanto un sistema  
30 para transporte como un sistema para instalación de una torre de aerogenerador. Se consigue integrar todo el sistema de transporte e instalación de la torre de aerogenerador en un solo conjunto, fijando ambos sistemas a un barco durante el transporte de la torre resultando en un sistema compacto que será operativo en la instalación sin necesitar de estructuras adicionales. Esta compacidad se consigue al integrar el anillo y la brida de izado, propios del  
35 sistema de instalación, en el soporte base propio del sistema de transporte. De esta manera

se minimiza la huella en cubierta facilitando las maniobras en el barco, y se agiliza el proceso de instalación de la torre de aerogenerador al no necesitar de estructuras adicionales voluminosas para el transporte como andamios siendo posible instalar el sistema de izado sin necesidad de trabajadores en altura.

5

Las estructuras de sujeción del sistema permiten un ajuste adaptable a diferentes especificaciones de torres, ajustándose a su diámetro y soportando las cargas laterales durante el transporte de la torre del aerogenerador. Se obtiene una adaptación a diferentes tamaños de torres de aerogenerador para todo el proceso de instalación desde tierra hasta el emplazamiento offshore, tanto para el transporte como para el izado a la estructura marítima, siendo un sistema versátil, válido para diferentes tipos de barcos y dimensiones de torres de aerogenerador evitando el diseño de un sistema específico para cada caso.

10

Gracias al sistema de izado mediante el anillo de izado, es posible realizar la instalación de la torre del aerogenerador en la estructura marítima con grúas de menor altura, permitiendo el uso de barcos de menor tamaño y mayor disponibilidad y reduciendo los costes. Además, la instalación es sencilla, rápida y segura gracias a que el anillo de izado es desplazable hasta una posición elevada por encima del Centro de Gravedad de la torre, soportando las fuerzas laterales que intervienen durante el izado y estabilizando así la torre de aerogenerador para una correcta y rápida instalación.

15

20

Esta solución, por tanto, permite el transporte vertical de la torre hasta su instalación final evitando los volteos y maniobras que incrementan el riesgo y dificultad para la instalación de la torre de aerogenerador. Se transporta la torre íntegra en vertical y se lleva a cabo el izado en una sola maniobra. Esta facilidad de instalación permite el uso de un único barco con grúas no muy voluminosas y posibilita emplear como ya se ha dicho antes barcos más pequeños que dispongan de mayor disponibilidad y resulten más económicos.

25

Según una particularidad de la invención, está previsto que el anillo de izado tenga al menos dos brazos basculantes unidos a él de forma pivotante. Así en la posición de instalación al hacer palanca, es decir, cuando los cables de las grúas tiran de los brazos basculantes en contraposición de los cables tensores, cada brazo basculante está conectado a una grúa pivotando hacia la torre de aerogenerador de modo que su parte superior presiona sobre la torre.

30

35

Gracias a esta configuración se proporciona una sujeción lateral adicional a la que proporciona el anillo de izado durante la instalación, contrarrestando de manera más efectiva las fuerzas laterales que sufre la torre durante el izado y por tanto resultando en un sistema más rápido y seguro, facilitando la versatilidad siendo válido para diferentes tipos de torres puesto que los brazos basculantes presionan sobre la torre adaptándose a la misma según su diámetro.

En este caso, el anillo de izado en la posición de transporte se sobrepone en el soporte base con los brazos basculantes intercalados con las estructuras de sujeción. Dichos brazos preferentemente se posicionan distribuidos angularmente, y más preferentemente en número par y enfrentados.

Así al intercalar los brazos basculantes con las estructuras de sujeción se consigue un sistema compacto y que conserva las garantías de seguridad. Se evita así la necesidad de emplear un barco para el transporte y otro para la instalación offshore de la torre de aerogenerador, o el uso de buques de grandes dimensiones que encarecen la instalación o buques que no permiten la instalación en aguas profundas alejadas de las zonas costeras. Dada la compacidad del sistema, se facilita igualmente los trabajos en el barco, y resultando en maniobras más sencillas que minimizan considerablemente el tiempo de maniobra frente a las soluciones conocidas garantizando en todo momento la seguridad. Se consigue una reducción de tiempo de manipulación de la torre desde preparación en tierra hasta izado en altamar del orden de un 30% frente a las soluciones del estado de la técnica.

Para que la ascensión del anillo sea más suave y no se dañe la torre de aerogenerador, está previsto que el brazo basculante comprenda al menos un rodillo en su parte superior para el contacto con la superficie de la torre. De esta forma se agilizan las maniobras de izado garantizando la seguridad de la torre en todo momento.

Según una característica particular de la invención, está previsto que el soporte base se fije a una pluralidad de soportes de anclaje, preferentemente en número de cuatro. De esta forma el sistema es adaptable a cualquier tipo de barco, ya que los soportes de anclaje se fijan al barco, preferentemente mediante soldadura, adaptándose a las características de la estructura del barco. Se consigue un sistema versátil que junto a la posibilidad de su empleo para diferentes tamaños de torre de aerogenerador, también permite que pueda ser utilizado en distintas tipologías de barco sin que la fijación sea una condición limitante. Adicionalmente, al formarse un conjunto sólido después de la unión del soporte base con los soportes de

anclajes, de forma preferente, las estructuras de sujeción irán fijadas a los soportes de anclaje. Con esta configuración se consigue que las fuerzas sean absorbidas por los soportes de anclaje transmitiendo las mismas a puntos seleccionados del barco que disponen de mayor resistencia, sin debilitar así la estructura del barco.

5

Adicionalmente de forma preferente, el sistema comprende al menos un elemento de refuerzo conectado a cada estructura de sujeción, con su parte superior en unión articulada con la estructura de sujeción y en su parte inferior en unión articulada con el soporte base para refuerzo e inmovilización de la estructura de sujeción. Se dota así de mayor resistencia al sistema para soportar los esfuerzos laterales producidos durante el transporte en el barco.

10

Este elemento de refuerzo es actuable preferentemente de forma neumática de manera que es extensible hasta una longitud seleccionada en la que la estructura de sujeción contacta con la superficie de la torre. La estructura de sujeción queda por tanto fijada contra la torre adaptándose a su diámetro, garantizando mayor seguridad que en otras soluciones existentes con dimensiones del sistema de menor tamaño, y de forma automática reduciendo el tiempo de instalación.

15

Otra característica de la invención es que el anillo de izado comprende en el perímetro interior una pluralidad de elementos de amortiguación ajustables radialmente al diámetro de la torre de aerogenerador. El anillo se adapta totalmente al diámetro de la torre, proporcionando una mejor sujeción y absorción de esfuerzos laterales sin que sea necesario diseñar un anillo específico para cada tipo de torre. Preferentemente dicho elemento de amortiguación comprende un rodillo en su parte de contacto con la superficie de la torre de aerogenerador para evitar dañar la misma y facilitar el izado del anillo de izado y por tanto agilizar las maniobras de instalación. Esta configuración garantiza una mayor seguridad durante el izado, siendo una solución sencilla, rápida y segura.

20

25

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el soporte base es divisible. El soporte base es modular, siendo las partes fijables mediante los medios mecánicos de unión usuales. Esta configuración posibilita su transporte en contenedores normalizados, reduciendo así costes y tiempos de traslado de los elementos hasta el muelle de carga, sin necesidad de transporte especial.

30

Para asegurar aún más la torre de aerogenerador durante el transporte en barco, está previsto

35

que el sistema comprenda un anillo interior de soporte acoplable a la torre de aerogenerador para su fijación en la posición de transporte a unos elementos de unión interiores del soporte base, pudiendo ser estos elementos uniones atornilladas. De este modo se garantiza una fijación más precisa para soportar las cargas que influyen sobre la torre durante el transporte en barco. Esta fijación además es sencilla y rápida de aplicar, sirviendo igualmente dicho anillo interior de la torre para fijar la torre a la estructura marítima.

Opcionalmente, la brida de izado comprende una elevación periférica de contacto con unos topes laterales del soporte base. Así, se consigue un ajuste correcto de la torre al soporte base, sirviendo la brida para la fijación de diferentes diámetros de torre, al estar dimensionada para la torre de mayor diámetro posible y siendo la elevación lateral periférica la que en su contacto con los topes laterales ajusta la torre al soporte base. Esta configuración agiliza las maniobras de fijación al soporte del barco y garantiza una mayor seguridad en la fijación durante el transporte.

Una característica adicional de la invención es que la brida de izado es divisible en una pluralidad de sectores, preferentemente unidos mediante tornillería. De este modo, tanto el anillo de izado como la brida de izado son divisibles, siendo más sencilla su retirada reduciendo así tiempos y ahorrando en costes ya que además es posible su utilización para instalaciones posteriores.

### **Descripción de las figuras**

La figura 1 muestra una vista en perspectiva del sistema de transporte vertical e instalación de un aerogenerador marítimo, una vez ha sido fijado al barco junto con la torre de aerogenerador y en la posición de transporte.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva del sistema de transporte vertical e instalación de aerogenerador marítimo, en el momento de izado para su instalación en la estructura marítima, donde los cables superiores representan los cables de unas grúas de izado del propio barco.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva del soporte base sobre el que se apoya la torre para su fijación durante el transporte con todas sus partes unidas mediante uniones atornilladas.



La figura 4 muestra una vista en perspectiva de la parte inferior de la torre de aerogenerador, en la que se visualiza un anillo interior de soporte acoplado a la misma.

5 La figura 5 muestra una vista en perspectiva de un sector de la brida de izado divisible.

La figura 6 muestra una vista esquemática de corte transversal por la zona media del brazo basculante, en la que se visualiza el contacto interior del anillo con la torre de aerogenerador mediante los elementos de amortiguación que presionan contra la superficie de la torre por  
10 medio de unos rodillos y unos elementos de resorte.

La figura 7 muestra una vista en perspectiva de la torre de aerogenerador en el momento de su apoyo sobre la estructura marítima. Se muestra además el barco con las grúas que actúan durante el izado para una mejor comprensión de proceso de instalación.  
15

La figura 8 muestra una vista en perspectiva con un corte parcial de la torre en su instalación en la estructura marítima antes de retirar la brida de izado para la instalación definitiva.

Las figuras 9 y 10 muestran de forma esquemática las secuencias de fijación de la torre a la estructura marítima. Siendo la figura 9 donde aún no se ha retirado la brida de izado y la figura  
20 10 cuando se ha retirado la brida de izado y se ha fijado por completo la torre a la estructura marítima.

### **Descripción detallada de la invención**

25 A la vista de las mencionadas figuras, y de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, la cual comprende las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

30 En la figura 1 se puede visualizar un sistema para el transporte vertical e instalación de un aerogenerador marítimo ya montado para el transporte. Para llegar a esta situación primeramente los elementos del sistema (1) serán trasladados por tierra hasta el muelle para su montaje. Siendo el soporte base (2) el elemento más voluminoso, como se puede ver en la figura 3, gracias a que es divisible todos los elementos del sistema (1) serán transportables  
35 en contenedores normalizados sin necesidad de emplear transportes especiales, reduciendo

en costes y tiempos.

Inicialmente se dispone el soporte base (2) en tierra, uniendo sus partes mediante elementos de unión usuales. A continuación, la brida de izado (9) también divisible se posiciona sobre el soporte base (2) de forma centrada. Para dicho centrado y para que se evite su movimiento lateral durante el transporte, la brida de izado (9) comprende una elevación periférica (15) (figura 5) que se posiciona en contacto directo contra una pluralidad de topes laterales (16) (figura 3). De este modo la brida de izado (9) queda apoyada sobre el soporte base (2) centrada en el mismo.

Posteriormente, se posiciona también sobre dicho soporte base (2) un anillo de izado (7) divisible uniendo sus partes por los medios mecánicos de unión usuales. En dicho anillo de izado (7) se conectan enfrentados al menos dos brazos basculantes (8) unidos de forma articulada a la parte exterior del anillo de izado (7), de modo que pueden pivotar respecto de la unión articulada.

Finalmente se conectan al soporte base (2) una pluralidad de estructuras de sujeción (5), en número preferente de cuatro. Estas estructuras de sujeción (5) se conectan preferentemente en las esquinas del soporte base (2) y se posiciona el anillo de izado (7) de forma que los brazos basculantes (8) quedan entre las estructuras de sujeción (5) de forma alternativa. Gracias a esta configuración es posible incluir todos los elementos del sistema (1) de transporte vertical e instalación de un aerogenerador marítimo en un solo conjunto, con lo que se obtiene un sistema (1) compacto válido para todo el proceso de instalación de una torre de aerogenerador (12).

Para reforzar las estructuras de sujeción (5) y que resistan los esfuerzos generados durante el transporte de la torre de aerogenerador (12), se conectan a las mismas unos correspondientes elementos de refuerzo (6). Estos elementos de refuerzo (6) se conectan en su parte inferior al soporte base (2) de forma articulada e igualmente a las estructuras de sujeción (5) preferentemente en su parte media también de forma articulada. De este modo no solo se refuerzan las estructuras de sujeción (5) sino que también se controla su grado de apertura gracias a que los elementos de refuerzo (6) son extensibles de forma preferentemente neumática, fijando su extensión y consecuentemente la apertura de las estructuras de sujeción (5).

Una vez se han montado todos los elementos en tierra, se trasladan a un barco que será encargado de transportar e instalar la torre de aerogenerador (12) en la estructura marítima (13). Dicho barco dispone de al menos dos grúas para el izado e instalación de la torre de aerogenerador. Antes de trasladar al barco los elementos del sistema (1) montados en tierra, se fijan al barco unos soportes de anclaje (4) que irán preferentemente soldados al mismo de forma que se fijan a la cubierta en puntos del barco de mayor resistencia. Dichos soportes de anclaje (4) son por tanto adaptables a cualquier tipo de barco de forma que el sistema (1) será válido para su empleo en distintos barcos sin limitarse a un barco específico por cada tipo de torre de aerogenerador (12). Una vez fijados los soportes de anclaje (4) en la cubierta del barco, opcionalmente, se dispone una cama de maderas sobre la cubierta sobre la que se apoyará el soporte base (2), de manera que se distribuya el peso de la torre (12) sobre la cubierta.

En este momento se traslada el conjunto de elementos montados en tierra a la cubierta del barco fijando el soporte base (2) a los soportes de anclaje (4) por los medios mecánicos de unión usuales. De este modo, quedaría completamente fijado el sistema de transporte vertical e instalación de un aerogenerador marítimo (1) en el barco.

Según una realización alternativa, las estructuras de sujeción (5) son fijadas en su parte inferior en los soportes de anclaje (4) en vez de en el soporte base (2) para que los soportes de anclaje (4) transmitan los esfuerzos a una parte del barco más resistente.

Se forma así un sistema (1) que aúna un sistema de transporte formado por los soportes de unión a cubierta (4), el soporte base (2), las estructuras de sujeción (5) y los elementos de refuerzo (6); así como un sistema de instalación o izado compuesto por una brida de izado (9), un anillo de izado (7) y unos brazos basculantes (8). Esta configuración compacta reduce la huella en cubierta, proporcionando un sistema (1) que permite tanto el transporte vertical como la instalación de la torre de aerogenerador (12) de forma segura y más rápida que las soluciones existentes.

Una vez el sistema de transporte vertical e instalación de un aerogenerador marítimo (1) queda dispuesto en el barco y con sus estructuras de sujeción (5) en posición abierta con los elementos de refuerzo (6) en posición extendida, se posiciona la torre de aerogenerador (12) sobre el soporte base (2) de forma centrada sobre la brida de izado (9) y quedando a su vez rodeada por el anillo de izado (7). Una vez la torre de aerogenerador (12) está posicionada,

para asegurar la misma, las estructuras de sujeción (5) se cierran y se disponen con su parte superior en contacto con la superficie de la torre de aerogenerador (12) de forma que esta queda inmovilizada. Para ello los elementos de refuerzo (6) se recogen de forma preferentemente neumática hasta que las estructuras de sujeción (5) se adaptan al diámetro de la torre de aerogenerador (12). Gracias a esta configuración se consigue un sistema de transporte que soporta los esfuerzos laterales generados durante el transporte como pueden ser los derivados del movimiento del barco, el oleaje y las condiciones adversas.

Para evitar dañar la torre (12), está previsto que en la zona de contacto con la torre (12) las estructuras de sujeción (5) comprendan en la parte superior un protector preferentemente de goma de neopreno o teflón.

Una vez queda sujeta la torre (12) en el barco, está previsto que la torre (12) se fije además al soporte base (2) mediante unos elementos de unión interiores (3) (figura 3) que preferentemente serán uniones atornilladas. Estas uniones atornilladas se fijan a un anillo interior de soporte (11) (figura 4) dispuesto en la parte inferior de la torre (12) en su parte interna. Así, se refuerza la fijación de la torre (12) en el barco, soportando las fuerzas verticales ascendentes producidas por los movimientos del barco.

Como se puede ver en la figura 1 el sistema (1) quedaría en posición de transporte sobre el barco. Se procede entonces con el traslado de la torre de aerogenerador (12) hasta la estructura marítima (13) garantizando la seguridad y reduciendo el tiempo de montaje de la torre de aerogenerador (12) desde tierra al barco.

Cuando el barco llega al emplazamiento donde se encuentra una estructura marítima (13) en la que se instalará la torre de aerogenerador (12) comienza el proceso de izado e instalación.

En este momento, se conectan unos cables tensores (10) uniendo la brida de izado (9) con el anillo de izado (7), conectando un extremo de los cables en número preferentemente de tres a unas agarraderas de la brida de izado (9) y en el otro extremo de los cables a unas agarraderas de uno de los brazos basculantes (8) del anillo de izado (7), conectando el mismo número de cables para el otro brazo basculante (8) del anillo de izado (7). De esta forma el anillo de izado (7) queda asociado a la brida para el izado de la torre de aerogenerador (12).

A continuación, cada una de las dos grúas del barco se conecta a cada uno de los brazos

basculantes (8). Dichas grúas al recoger su cable actúan sobre los brazos basculantes (8) elevando el anillo de izado (7). Preferentemente los brazos basculantes (8) comprenden unos rodillos (14) para facilitar la elevación del anillo de izado (7) adaptándose a la superficie de la torre de aerogenerador (12).

5

Cuando el anillo de izado (7) se aproxima a la zona de presión contra la torre de aerogenerador (12) de la parte superior de las estructuras de sujeción (5), estas se abren para dejar paso al anillo de izado (7), para que una vez haya pasado dicho anillo de izado (7) esa zona de las estructuras de sujeción (5) se cierren de nuevo. Se garantiza así que durante el izado del anillo de izado (7) la torre (12) quede asegurada evitando vuelcos o inclinaciones que pondrían en riesgo la integridad de la torre (12).

Dicho anillo de izado (7) se eleva hasta la posición de instalación, elevando el anillo de izado (7) hasta un punto superior al centro de gravedad de la torre (12), de forma que se garantice el equilibrio de la torre (12) durante su izado.

15

Una vez se ha alcanzado dicho punto y los cables tensores (10) quedan en tensión, se produce un efecto palanca en el brazo basculante (8) por la acción contrapuesta entre los cables tensores (10) y los cables de la grúa. Así, el brazo basculante (8) se adapta a la superficie de la torre (12) presionando sobre la misma y reforzando la sujeción producida por el anillo de izado (7). Asimismo, para que dicho anillo se adapte a la superficie de la torre (12) sin tener que diseñar un anillo de izado (7) específico para cada tipo de torre (12), está previsto que el anillo de izado (7) comprenda una pluralidad de elementos de amortiguación (17) que mediante un resorte se adaptan a la torre (12) en su contacto. Preferentemente dichos elementos de amortiguación (17) comprenden en su extremo de contacto con la torre (12) unos rodillos para evitar dañarla y facilitar la elevación del anillo de izado (7) (figura 6).

20

25

De este modo se asegura la torre de aerogenerador (12) quedando lista para su izado e instalación en la estructura marítima (13). Para ello se abren las estructuras de sujeción (5), las fijaciones entre el anillo interior de soporte (11) y las uniones atornilladas (3) son liberadas. y se comienza el izado con las grúas como se puede ver en la figura 2.

30

Como se visualiza en la figura 7, la torre (12) se eleva hasta posicionarla en la estructura marítima (13). En este instante se procede con la instalación de la torre (12) en dicha estructura marítima (13). Para ello primeramente se posiciona la torre (12) de manera centrada

35

en la estructura marítima (13), y se atornilla el anillo interior de soporte (11) a unos elementos de fijación (18) como se puede ver en la figura 8. Sin embargo, la fijación no se realiza por completo, sino que se fija la torre (12) dejando una holgura superior al espesor de la brida de izado (9), como se puede ver en la figura 9. Es entonces cuando el anillo de izado (7) es retirado de forma sencilla al ser divisible, e igualmente con la brida de izado (9) al ser divisible en sectores se puede retirar sin dificultades para un uso posterior.

Tras retirar todos los elementos del sistema (1) que toman parte en el izado de la torre de aerogenerador (12), esta se fija por completo a la estructura marítima (13) ajustando la fijación entre el anillo interior de soporte (11) y los elementos de fijación (18). Quedando la torre de aerogenerador (12) completamente instalada de forma sencilla reduciendo los tiempos de instalación y garantizando la seguridad de la torre en todo momento.

## REIVINDICACIONES

1.- Sistema para el transporte vertical e instalación de un aerogenerador marítimo que comprende:

- 5 - un soporte base (2), adaptado para fijarse a un barco, para soporte de una torre de aerogenerador (12) durante su transporte;
- y una pluralidad de estructuras de sujeción (5) adaptadas para unirse de forma pivotante en su parte inferior al soporte base (2), y con su parte superior en contacto con la superficie lateral de la torre de aerogenerador (12) y siendo las estructuras de sujeción (5) adaptables a las
- 10 dimensiones de la torre de aerogenerador (12);

**caracterizado por que** comprende al menos un anillo de izado (7) que envuelve la torre de aerogenerador (12) estando asociado mediante una pluralidad de cables tensores (10) con una brida de izado (9) sobre la que apoya la torre de aerogenerador (12); siendo el anillo de izado (7) desplazable desde una posición de transporte sobre el soporte base (2) a una

15 posición de instalación; y estando la brida de izado (9) y el anillo de izado (7) sobrepuestos en el soporte base (2) en la posición de transporte.

2.- Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por que el anillo de izado (7) comprende al menos dos brazos basculantes (8) unidos a él de forma pivotante, de manera que en la

20 posición de instalación al hacer palanca la parte superior del anillo de izado (7) presiona sobre la torre de aerogenerador (12).

3.- Sistema según la reivindicación anterior, caracterizado por que en la posición de transporte el anillo de izado (7) se sobrepone en el soporte base (2) con los brazos basculantes (8)

25 intercalados con las estructuras de sujeción (5).

4.- Sistema según la reivindicación anterior, caracterizado por que el brazo basculante (8) comprende al menos un rodillo (14) en su parte superior para el contacto con la torre de aerogenerador (12).

30 5.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el soporte base (2) es fijable a una pluralidad de soportes de anclaje (4) de fijación al barco.

6.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que

35 comprende al menos un elemento de refuerzo (6) conectado a cada estructura de sujeción

(5), con su parte superior en unión articulada con la estructura de sujeción (5) y en su parte inferior en unión articulada con el soporte base (2), siendo dicho elemento de refuerzo (6) actuable según las dimensiones de la torre de aerogenerador (12).

5 7.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el anillo de izado (7) comprende en el perímetro interior una pluralidad de elementos de amortiguación (17) ajustables al diámetro de la torre de aerogenerador (12).

8.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el  
10 soporte base (2) es divisible.

9.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un anillo interior de soporte (11) acoplable a la torre de aerogenerador (12) para su fijación en la posición de transporte a unos elementos de unión interiores (3) del soporte  
15 base (2).

10.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la brida de izado (9) comprende una elevación periférica (15) de contacto con unos topes laterales (16) del soporte base (2).

20 11.- Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la brida de izado (9) es divisible en una pluralidad de sectores.



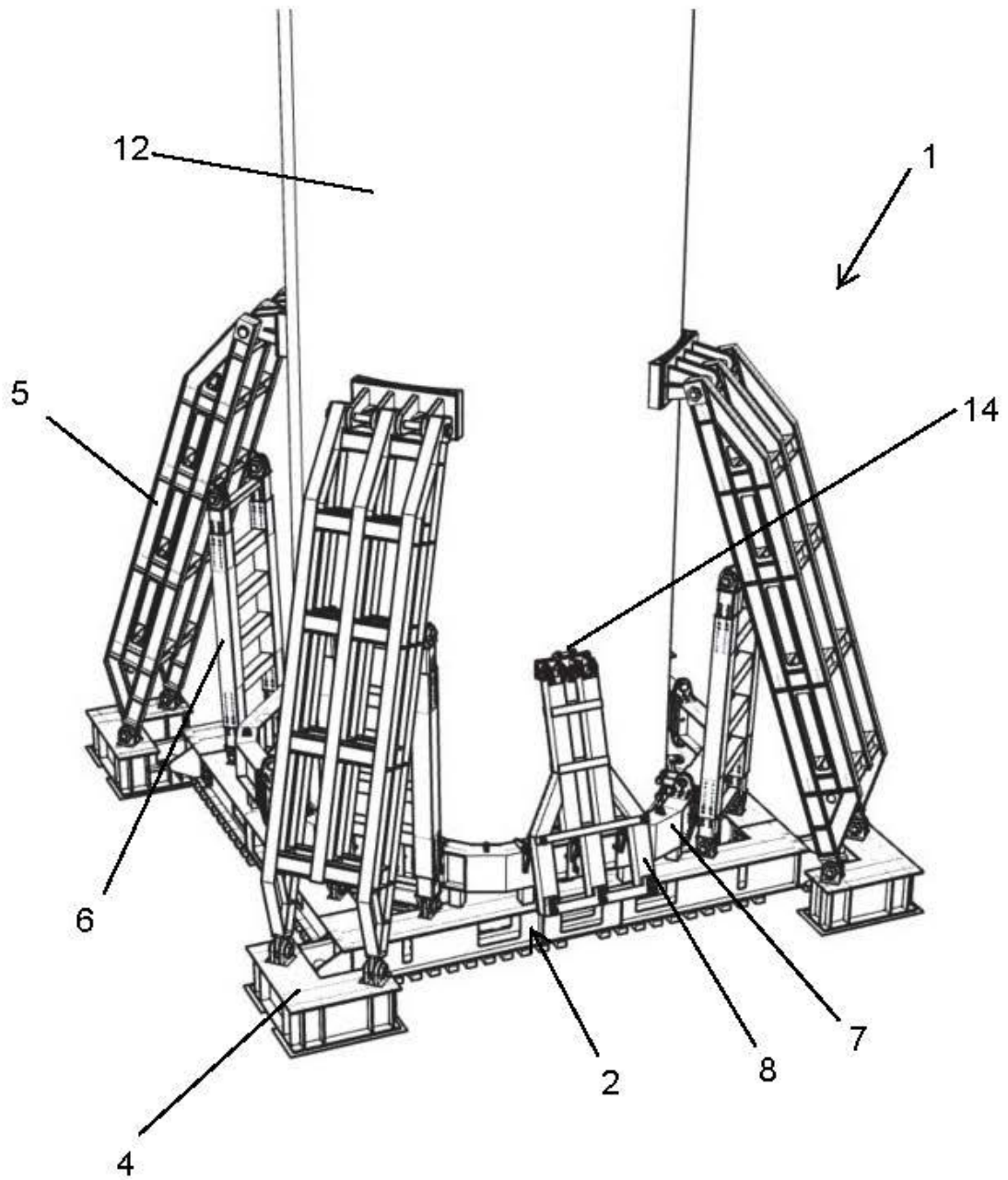


FIG. 1

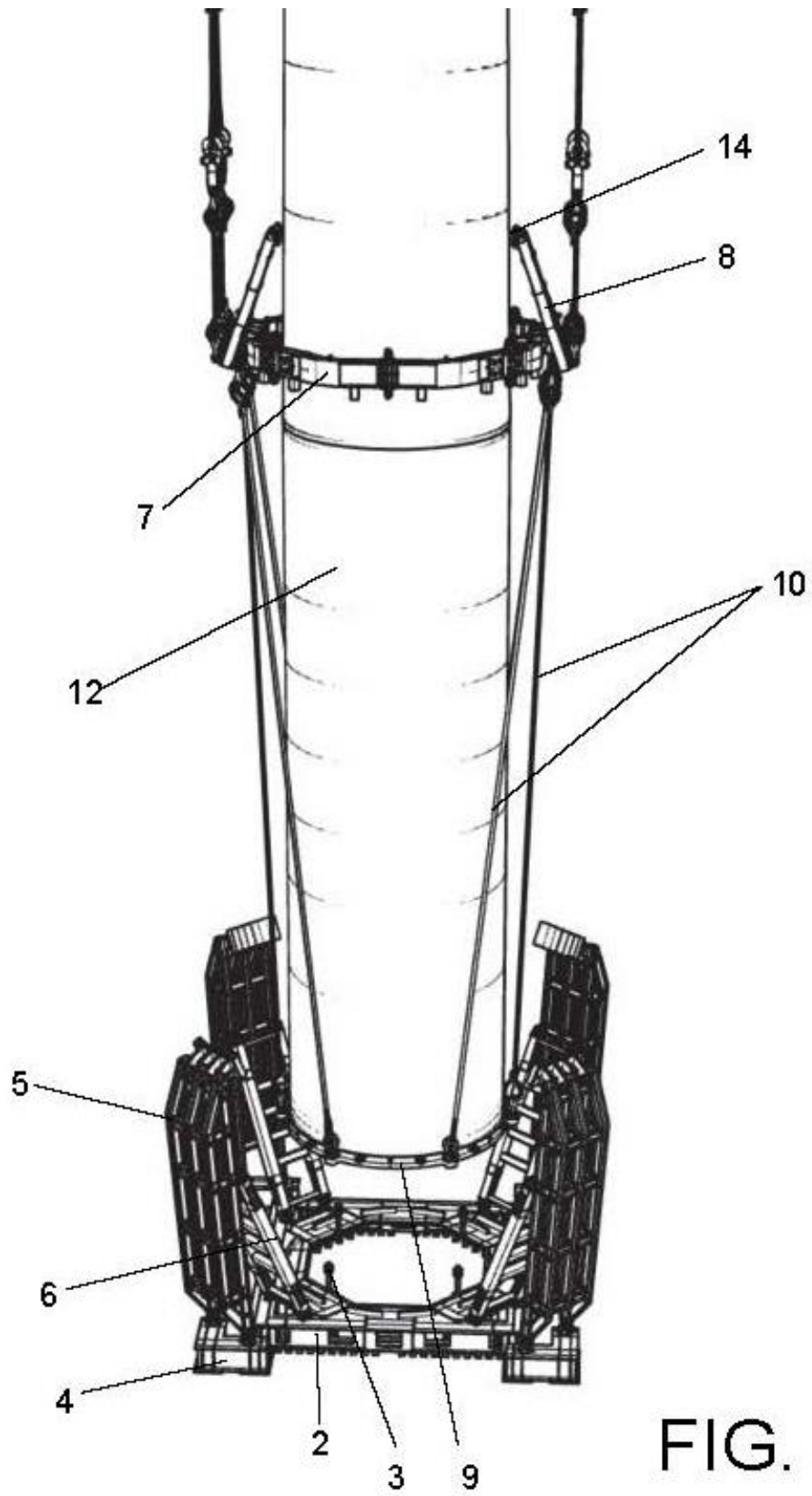


FIG. 2

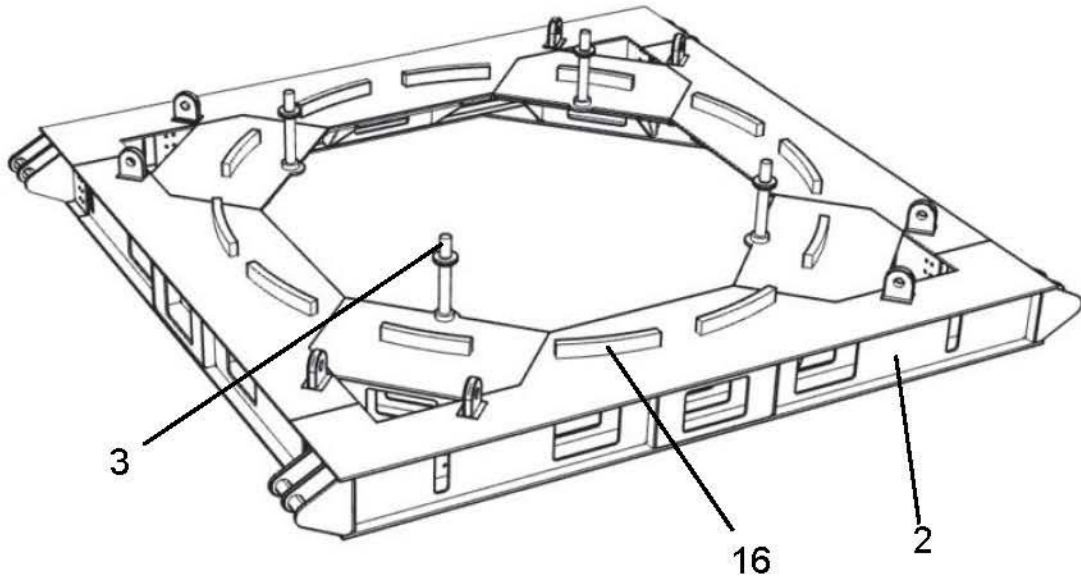


FIG. 3

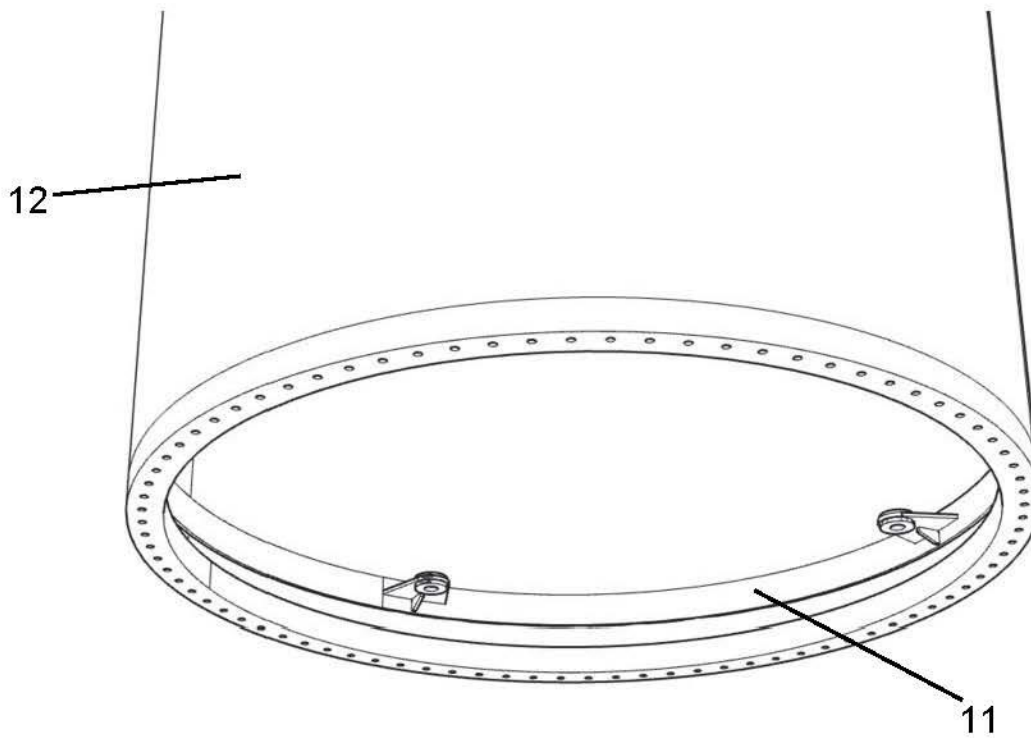
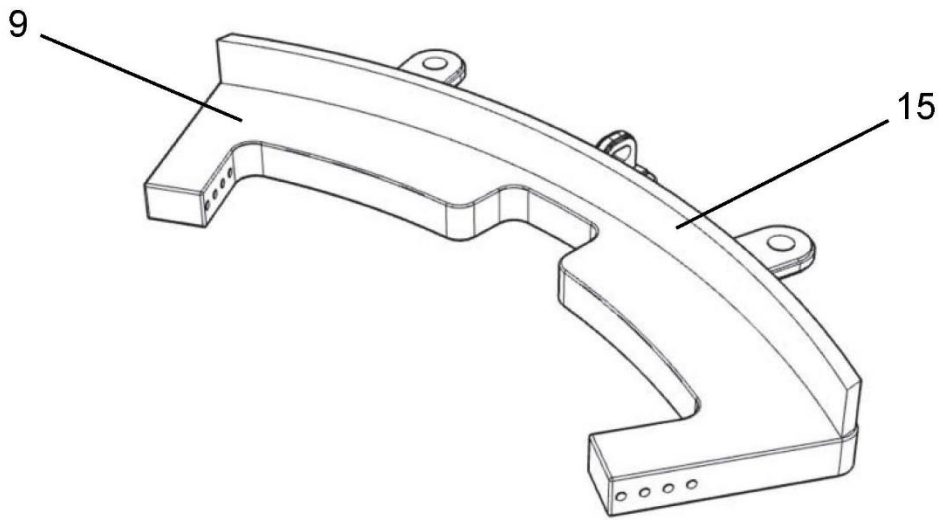
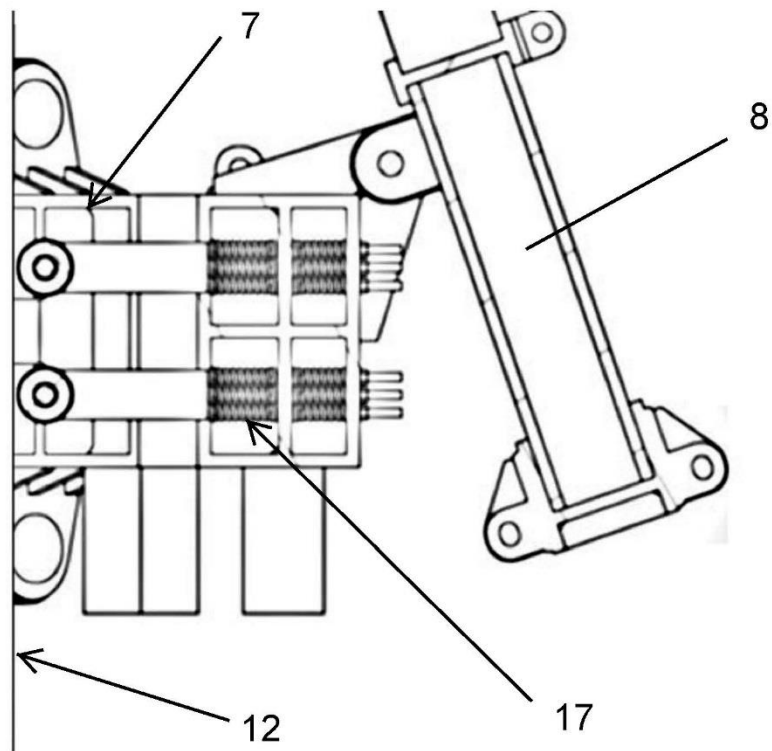


FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6**

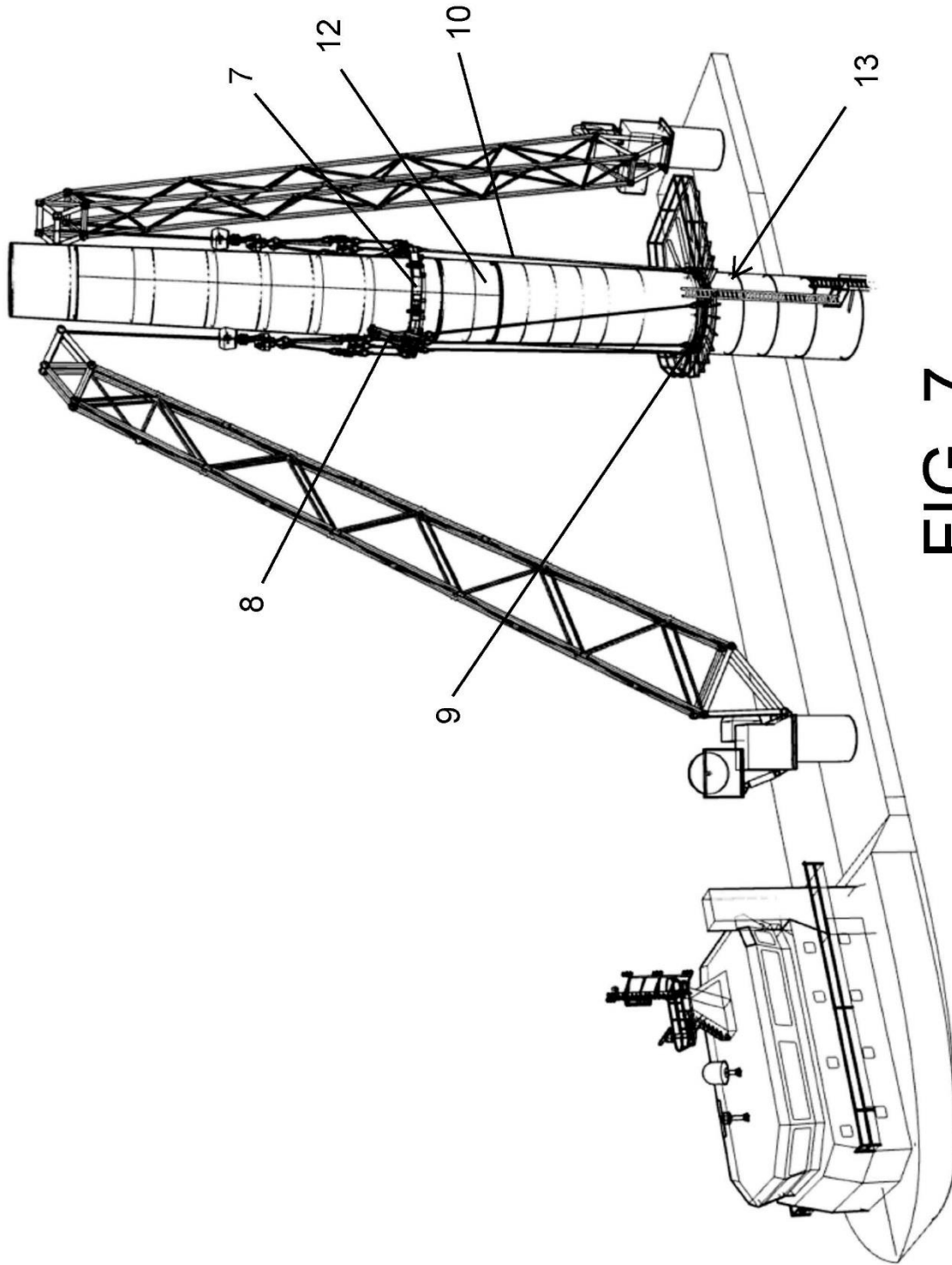


FIG. 7

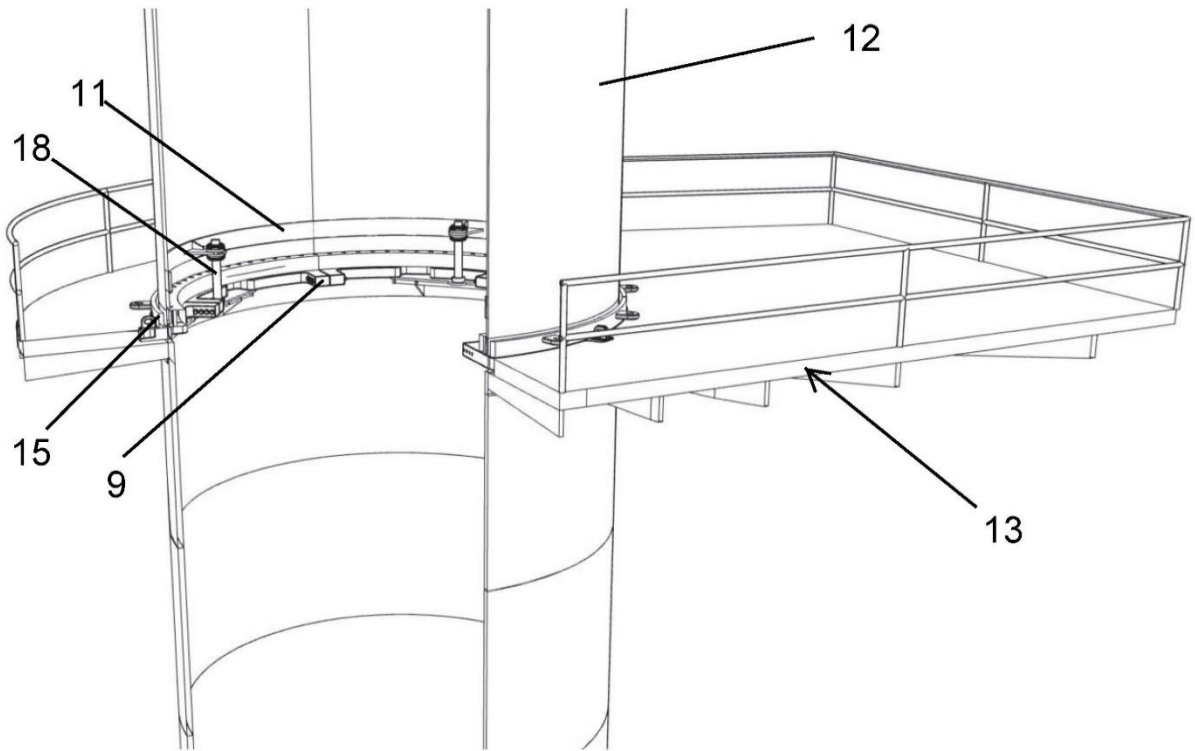


FIG. 8

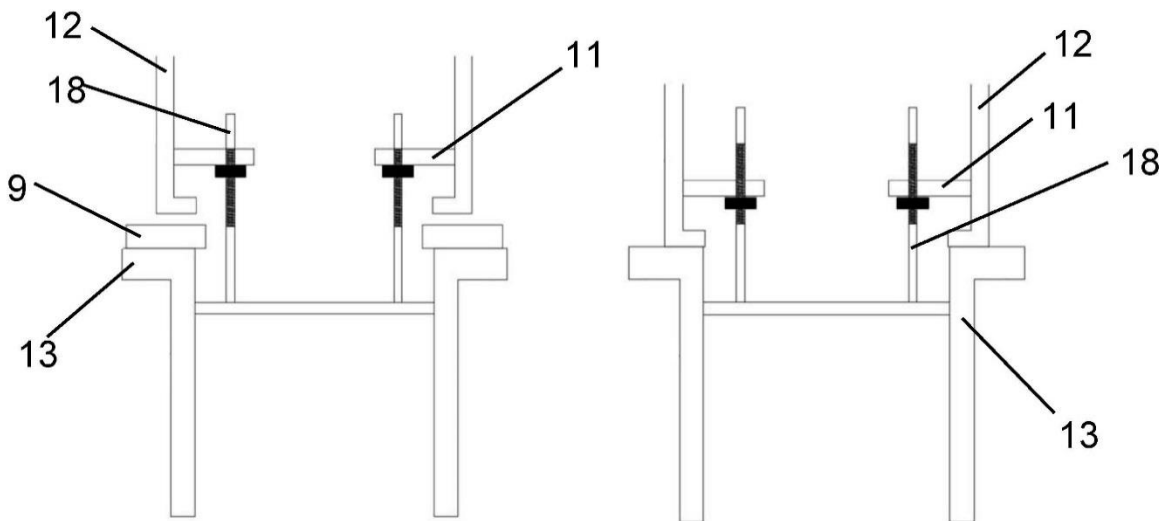


FIG. 9

FIG. 10