

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 833 348**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06** (2006.01)

**B66C 1/10** (2006.01)

**B66C 1/12** (2006.01)

**F03D 13/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2016 PCT/DK2016/050444**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17108052**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2016 E 16822890 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020 EP 3394431**

54 Título: **Método y un sistema para montar un rotor en un árbol de accionamiento de una turbina eólica**

30 Prioridad:

**22.12.2015 DK 201570863**

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

**15.06.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**STORGAARD, GUNNAR K.**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 833 348 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 y un sistema para montar un rotor en un árbol de accionamiento de una turbina eólica

### 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a la fabricación de turbinas eólicas y, en particular, a un método y a un sistema para montar un rotor en un árbol de accionamiento de una turbina eólica.

10 Las turbinas eólicas, particularmente las turbinas eólicas de eje horizontal, comprenden una torre y una góndola, la góndola es típicamente giratoria en un extremo superior de la torre y lleva un árbol de accionamiento y un rotor. El rotor acciona un árbol de accionamiento que nuevamente acciona un generador de energía para generar energía eléctrica.

15 El rotor comprende un buje y varias palas unidas al buje. Adicionalmente, el rotor puede comprender un aguja giratoria que forma una punta aerodinámica orientada hacia el viento frente al buje.

Recientemente, el tamaño de las turbinas eólicas ha aumentado con la creciente demanda de energía y eficiencia. Las turbinas eólicas modernas son muy grandes, y el rotor puede abarcar más de cien metros. Típicamente, las  
20 turbinas eólicas se fabrican en el lugar mediante la construcción de una torre y la elevación de la góndola sin el rotor hasta la parte superior de la torre. Esta operación se lleva a cabo usando una grúa. El buje a menudo se levanta en una sola pieza y se fija al árbol del rotor. Posteriormente, cada pala se levanta individualmente y se fija al buje.

La operación de elevación suele ser compleja y cara, sobre todo debido a la necesidad de grúas muy grandes.

25 El documento CN202848861U divulga un aparato de suspensión de rotor que comprende un conjunto de dos eslingas unidas a la raíz de dos de las palas. Se conecta una línea de control a una tercera pala y se utiliza para controlar la posición y la orientación del rotor durante la instalación.

30 El documento EP2154366 divulga un método de montaje de un rotor para un generador eólico. De acuerdo con este método, un cable está conectado a un soporte de elevación proporcionado en el rotor. El soporte de elevación se puede unir y retirar de la cabeza del rotor.

### Descripción de la invención

35 Es un objetivo de las realizaciones de la invención reducir la complejidad en la fabricación de turbinas eólicas, particularmente relacionada con la manipulación y la fijación del rotor al árbol del rotor.

40 De acuerdo con este y otros objetivos, la invención, en un primer aspecto, proporciona un método para montar un rotor en un árbol de accionamiento de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1.

En un segundo aspecto, la invención proporciona un sistema para montar un rotor en un árbol de accionamiento de una turbina eólica, comprendiendo el sistema al menos tres eslingas, cada una siendo adecuada para ser envuelta  
45 alrededor de una pala, una pieza de conexión para sujetar las eslingas a un cable de grúa, y un accionador para cambiar la distancia entre la pieza de conexión y una de las eslingas para permitir de ese modo controlar la orientación de un rotor que es levantado por una eslinga alrededor de cada pala.

50 Dado que el rotor se eleva mediante eslingas alrededor de cada una de las palas, el rotor se puede levantar de manera eficiente y segura sin tener que montar el rotor con orejetas de elevación fijas y otros equipos que deberán retirarse después de la operación de elevación. Por consiguiente, la operación de elevación se puede finalizar simplemente soltando las eslingas. Esto se puede hacer de forma remota, o al menos sin tener que realizar trabajos de reparación costosos o que consuman mucho tiempo en el rotor en un intento de retirar las orejetas de elevación fijas.

55 Dado que el proceso no requiere ninguna modificación del rotor con orejetas de elevación fijas, el proceso no deja marcas visuales en el rotor.

60 En el presente documento, el término "rotor" se utiliza para expresar la unidad unida al árbol de accionamiento y que comprende el buje, las palas y, opcionalmente, un componente adicional, tal como componentes de inclinación de las palas, aguja giratoria, componentes protectores de relámpagos, etc.

El término "árbol" expresa el árbol de accionamiento de la turbina eólica, es decir, ese árbol es accionado por el rotor y que acciona un generador de energía u otros componentes, por ejemplo, a través de una caja de engranajes.

65 La turbina eólica a la que se refiere la invención puede ser una turbina eólica de eje horizontal o casi horizontal, y particularmente una turbina eólica del tipo en el que el rotor comprende tres palas desplazadas en el intervalo de 120

grados entre sí. La invención es particularmente útil en grandes turbinas eólicas, por ejemplo, en turbinas eólicas que tengan un efecto superior a 1 MW o incluso superior a 2 o 3 MW.

5 En particular, la invención se puede usar en combinación con construcciones de góndolas donde la góndola es giratoria con respecto a la torre para permitir así que el rotor se enfrente al viento. En tales turbinas eólicas, la emisión de ruido de la turbina puede ser en cualquier dirección dependiendo del viento, y el sonido de enmascaramiento puede reducir de manera eficiente particularmente el componente tonal del ruido de la turbina.

10 La etapa de unir el rotor al árbol de accionamiento se realiza en un procedimiento estándar conocido en la técnica, sin embargo, durante este procedimiento, la posición y la orientación del rotor es controlada por las eslingas. En particular, el método puede depender completamente de las eslingas para sujetar y orientar el rotor, de manera que no se apliquen otros elementos. En particular, el método puede llevarse a cabo sin atornillar, soldar o fijar de otra manera elementos al rotor.

15 Para mejorar la capacidad de reorientar el rotor mediante el uso de las eslingas y evitar el deslizamiento entre las eslingas y las palas, al menos una de las eslingas y preferiblemente todas las eslingas se pueden envolverse dos o más vueltas alrededor de la pala, es decir, más de 360 grados alrededor de una pala de rotor.

20 De acuerdo con la invención, la orientación del rotor se controla cambiando la distancia desde la pieza de conexión a una de las palas del rotor. Esta pala de rotor se denominará en lo sucesivo "pala de rotor controlada". La distancia puede, por ejemplo, variar dentro del intervalo del 50-150 por ciento de la distancia entre la pieza de conexión y las otras palas, tal como en el intervalo entre el 75-125 por ciento.

25 La distancia desde la pieza de conexión hasta la pala del rotor controlada se puede cambiar cambiando la distancia entre la pieza de conexión y la eslinga que se envuelve alrededor de la pala controlada o cambiando la longitud de esa eslinga. A continuación, nos referiremos a esta eslinga como "una eslinga controlada". La distancia se puede cambiar mediante el uso de un accionador motorizado, por ejemplo, un accionador lineal hidráulico o eléctrico.

30 Al menos una eslinga, y preferiblemente todas las eslingas, se pueden unir a la pieza de conexión mediante un bloque de poleas que permite que las eslingas rueden hacia adelante y hacia atrás independientemente de la orientación de la pieza de conexión. En una realización, el bloque de poleas puede ser controlable, por ejemplo, para que cada bloque de polea se pueda bloquear de forma independiente para evitar que las eslingas individuales se muevan en relación con la pieza de conexión.

35 El accionador accionado por motor se podría unir entre la pieza de conexión y el bloque de poleas de la eslinga controlada de modo que la eslinga pueda moverse con relación al accionador motorizado a través del bloque de poleas.

40 El rotor podría protegerse contra contacto con la eslinga controlada por un blindaje que se retira del rotor cuando el rotor está montado en el árbol de accionamiento. El blindaje puede cubrir particularmente una porción de la punta del buje o puede cubrir una porción de una aguja giratoria, si una aguja giratoria está conectada al buje.

45 El blindaje puede, por ejemplo, formar una lámina de metal, material compuesto o plástico. El blindaje puede, por ejemplo, mantenerse en posición mediante la eslinga controlada, o puede mantenerse en posición mediante otros medios, por ejemplo, de forma adhesiva a una superficie exterior del buje o la aguja giratoria, o mediante correas, etc.

50 Todas las eslingas se pueden unir a una sola pieza de conexión y todas las eslingas se pueden levantar en particular desde una única ubicación. A modo de ejemplo, la pieza de conexión puede ensamblar todas las eslingas en un solo punto desde el cual el cable de la grúa puede levantar el rotor. De esta manera, las eslingas pueden formar un ángulo relativamente grande entre sí, por ejemplo, un ángulo superior a 10 grados.

55 En una realización alternativa, las eslingas pueden sujetarse, por ejemplo, mediante una orejeta de elevación separadas entre sí. De esa forma, las eslingas pueden extenderse con un ángulo más pequeño entre sí, por ejemplo, por debajo de 10 grados, o incluso paralelas entre sí.

Todas las eslingas se pueden unir a una sola pieza de conexión que se levanta de nuevo, por ejemplo, mediante un cable de grúa.

60 El rotor forma típicamente forma una brida para la unión al árbol de accionamiento y, por lo tanto, define un eje de rotor alrededor del cual el rotor está configurado para girar cuando se une al árbol de accionamiento. El método de acuerdo con esta invención puede incluir el uso de un soporte para el rotor de manera que el rotor y particularmente la brida se levante de la superficie. Esto no solo facilita envolver las eslingas alrededor de las palas, también protege las palas contra el contacto con la superficie o el suelo si el rotor se inclina ligeramente.

65 En un segundo aspecto, se proporciona un sistema para montar un rotor en un árbol de accionamiento de una

turbina eólica. El sistema comprende una eslinga para cada pala del rotor, una pieza de conexión para sujetar las eslingas a un cable de grúa, y un accionador para cambiar la distancia entre la pieza de conexión y una de las eslingas para permitir de ese modo controlar la orientación de un rotor que es levantado por una eslinga alrededor de cada pala. La pieza de conexión puede ser, por ejemplo, un gancho de grúa y el accionador puede ser un accionador hidráulico.

El sistema puede comprender además un blindaje que se puede unir al rotor o a una de las eslingas y que es adecuado para proteger el rotor contra el contacto con una eslinga. El blindaje puede tener una pista curvada para recibir una de las eslingas durante la reorientación del rotor. El blindaje puede ser particularmente una lámina de acero, material compuesto o plástico, y la pista curvada puede estar formada por la forma del blindaje. En particular, la pista puede estar formada, por ejemplo, por partes de borde dobladas del blindaje, de modo que la eslinga controlada se mantenga sobre el blindaje entre los bordes doblados.

### Descripción detallada de los dibujos

Se describirá ahora la invención con detalles adicionales con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra una turbina eólica con una torre y una góndola;

La figura 2 ilustra un rotor colocado en el suelo en un soporte listo para ser elevado;

La figura 3 ilustra el rotor cuando se levanta para liberarlo del soporte;

La figura 4 ilustra la etapa de reorientar el rotor mediante el uso de un accionador que extiende la distancia desde la pieza de conexión hasta la pala controlada;

La figura 5 ilustra el rotor en una orientación lista para la unión a un árbol de accionamiento; y

La figura 6 ilustra una realización de la eslinga controlada.

El alcance adicional de aplicabilidad de la presente invención resultará evidente a partir de la siguiente descripción detallada y ejemplos específicos. Sin embargo, se debe entender que la descripción detallada y los ejemplos específicos, si bien indican realizaciones preferentes de la invención, se dan únicamente a modo de ilustración, ya que para los expertos en la materia serán evidentes diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de la invención a partir de esta descripción detallada.

La figura 1 ilustra una turbina eólica 1 con una torre 2, una góndola 3, un rotor que incluye tres palas 4 y un buje cubierto con una aguja giratoria 5

La figura 2 ilustra el rotor 6 de la turbina eólica antes de que se fije al árbol de accionamiento en la góndola. El rotor comprende un buje cubierto por una aguja giratoria 5 y las tres palas 4. El rotor se coloca en un soporte 7 en la superficie del suelo.

Una primera, segunda y tercera eslingas 8, 9, 10 está envuelta alrededor de las palas. Las eslingas están unidas a una pieza de conexión, en esta realización en forma de un gancho de elevación 11. Dos de las eslingas están conectadas al gancho a través de cuerdas 12, 13 y los bloques de polea 14, 15. La última eslinga 8, aquí citada como eslinga controlada, está conectada a la pieza de conexión a través de un accionador 16 y una cuerda 17.

Dos de las eslingas 9, 10 se envuelven dos vueltas alrededor de la pala correspondiente, y la eslinga controlada 8 se envuelve solo una vuelta alrededor de la pala controlada.

El sistema incluye un blindaje 18 que protege contra el contacto directo entre el buje o el rotor y las eslingas, particularmente la eslinga controlada 8. Típicamente, el buje está cubierto con una aguja giratoria que tiene una apariencia lisa y aerodinámica. La aguja giratoria típicamente está colocada directamente contra el buje. Para proteger la aguja giratoria, o para proteger el buje, el blindaje está dispuesto contra la superficie exterior del buje o aguja giratoria y formado de tal manera que la eslinga controlada es guiada por el blindaje y permanece en la superficie del blindaje. La guía puede estar asegurada por bordes doblados del blindaje de modo que el blindaje forme una pista entre dos bordes, por ejemplo, bordes paralelos, en cuya pista la eslinga puede entrar en contacto con el blindaje durante la reorientación del rotor.

La figura 3 ilustra cuando el rotor se levanta y se libera del soporte. En esta vista, la orientación todavía no ha cambiado.

En la figura 4, la orientación del rotor se controla mediante la operación del accionador motorizado 16, cambiando así la distancia desde la pieza de conexión hasta la pala de rotor controlada 4. El accionador motorizado puede ser controlado por un controlador que obtiene los parámetros de orientación desde un sensor, por ejemplo, un giróscopo, y mediante el cual se puede seleccionar una orientación deseada. El accionador 16 puede funcionar simultáneamente con la elevación del rotor.

Cuando el rotor se inclina, el blindaje protege el buje o una ruleta adjunta al buje. El blindaje forma bordes doblados 19, 20 sujetando las eslingas a lo largo de la pista central del blindaje y evitando así que la eslinga controlada 8 se

deslice fuera del blindaje.

El blindaje se sujeta por la eslinga en los puntos 21, 22 donde la eslinga penetra unos orificios pasantes del blindaje.

5 La figura 5 ilustra el rotor en una orientación lista para ser acoplada al árbol de accionamiento en la góndola.

10 La figura 6 ilustra una realización en la que la eslinga controlada 8 está sujeta por una estructura distribuidora. La estructura distribuidora comprende un yugo de elevación 23 con bloques de poleas 24. La eslinga controlada pasa a través de los bloques de poleas 24 y a través de los ojales 25 en la viga de transporte inferior 26. El yugo y la viga de transporte inferior mantienen una distancia entre los lados derecho e izquierdo 27, 28 de la eslinga controlada y, por lo tanto, protege la pala controlada. En particular, la aguja giratoria y/o el buje pueden entrar en la ventana abierta 29 formada entre los lados derecho e izquierdo 27, 28 de la eslinga controlada. Por consiguiente, no es necesario el blindaje que protege la aguja giratoria del contacto con la eslinga.

15 En una realización, la estructura distribuidora se combina con el blindaje de protección, y en una realización, el blindaje de protección está suspendido por la eslinga dentro de la ventana 29.

20 El accionador 16 puede, como se ilustra, estar dispuesto sobre el yugo, o alternativamente, puede disponerse entre el yugo y la viga de transporte inferior para aumentar o disminuir así la longitud de la ventana abierta 29.

25 En esta realización, la eslinga controlada 8 podría estar en dos secciones distintas, por ejemplo, formada por dos cuerdas, o correas, separadas, donde una de las dos secciones distintas se conecta al yugo de elevación 23 y los bloques de poleas 24 y opcionalmente a la viga de transporte inferior 26, y la otra de las dos secciones distintas se conecta únicamente a la viga de transporte inferior.

30 En una realización, el yugo y la viga de transporte inferior están formados en una sola pieza, por ejemplo, en forma de un marco de 4 barras de acero unidas para formar una forma cuadrangular. En otra realización, la estructura distribuidora está constituida por o comprende una forma de anillo, por ejemplo, una estructura circular, por ejemplo, hecha de acero y dispuesta para recibir la aguja giratoria o el buje durante la reorientación del rotor.

35 Las figuras 7 y 8 ilustran una realización alternativa en la que la eslinga controlada 8 está sujeta por un solo distribuidor 30. El distribuidor forma unos ojales 31 en los que se lleva la pala controlada y permite que la aguja giratoria sea recibida en el ojal cuando se gira el rotor. La longitud del único distribuidor 30 puede corresponder, por ejemplo, al menos al diámetro de la aguja giratoria en la sección transversal donde se unen las palas. Por consiguiente, no es necesario el blindaje que protege la aguja giratoria del contacto con la eslinga.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para montar un rotor (3) en un árbol de accionamiento de una turbina eólica (1), comprendiendo el colocar un buje sobre una superficie, fijar una primera, una segunda y una tercera pala de rotor (4) al buje para hacer así un rotor in situ, envolver una eslinga (8, 9, 10) alrededor de cada una de las palas, unir cada eslinga a una pieza de conexión (11), levantar cada pieza de conexión para levantar así el rotor de la superficie, y fijar el rotor al árbol de accionamiento mientras la posición y la orientación del rotor está controlada por las eslingas, donde la orientación del rotor se controla cambiando la distancia desde la pieza de conexión (11) a una de las palas del rotor que, de ese modo, se convierte en una pala de rotor controlada.
- 10 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos una de las eslingas (9, 10) se envuelve más de 360 grados alrededor de una pala de rotor.
- 15 3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la distancia desde la pieza de conexión hasta la pala de rotor controlada se cambia cambiando la distancia entre el pieza de conexión y la eslinga que se envuelve alrededor de la pala controlada, volviéndose así la eslinga en una eslinga controlada (8).
- 20 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la distancia se cambia mediante el uso de un accionador motorizado (16).
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos una eslinga está unida a la pieza de conexión a través de un bloque de poleas (14, 15).
- 25 6. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 4 y 5, donde el accionador motorizado está unido entre la pieza de conexión y el bloque de poleas de la eslinga controlada.
- 30 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-6, donde el rotor está protegido contra el contacto con la eslinga controlada mediante un blindaje (18) que se retira del rotor cuando el rotor está montado en el árbol de accionamiento.
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, donde el blindaje es sujetado por la eslinga controlada.
- 35 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde todas las eslingas están unidas a una sola pieza de conexión.
10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde todas las eslingas se montan en un punto donde se unen a la pieza de conexión.
- 40 11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el rotor forma una brida para la unión al árbol de accionamiento y de este modo define un eje de rotor alrededor del cual el rotor está configurado para girar cuando está unido al árbol de accionamiento, y donde el rotor es llevado por un soporte en la superficie de manera que la brida se levanta de la superficie.
- 45 12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-11, en el que la eslinga controlada se envuelve una vuelta alrededor de la pala controlada y las otras eslingas se envuelven dos vueltas alrededor de las palas correspondientes.
- 50 13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-12, en el que la eslinga controlada está conectada a un accionador sin un bloque de poleas y las otras eslingas están conectadas a la pieza de conexión a través de un bloque de poleas.
- 55 14. Un sistema para montar un rotor en un árbol de accionamiento de una turbina eólica, comprendiendo el sistema al menos tres eslingas, cada una siendo adecuada para ser envuelta alrededor de una pala, una pieza de conexión para sujetar las eslingas a un cable de grúa, y un accionador para cambiar la distancia entre la pieza de conexión y una de las eslingas para permitir de ese modo controlar la orientación de un rotor que es levantado por una eslinga alrededor de cada pala.
15. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además un blindaje que se puede unir al rotor o a una de las eslingas y que es adecuado para proteger el rotor contra el contacto con una eslinga.

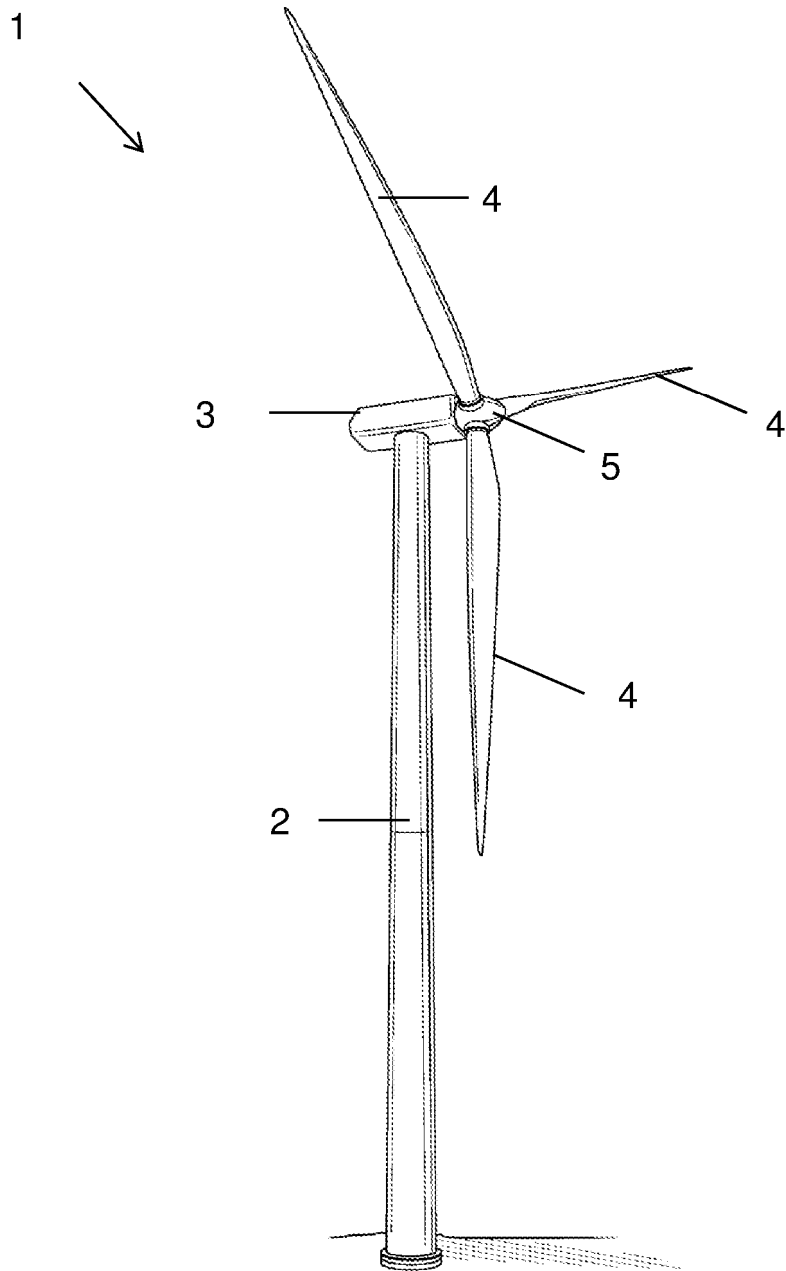


Fig. 1

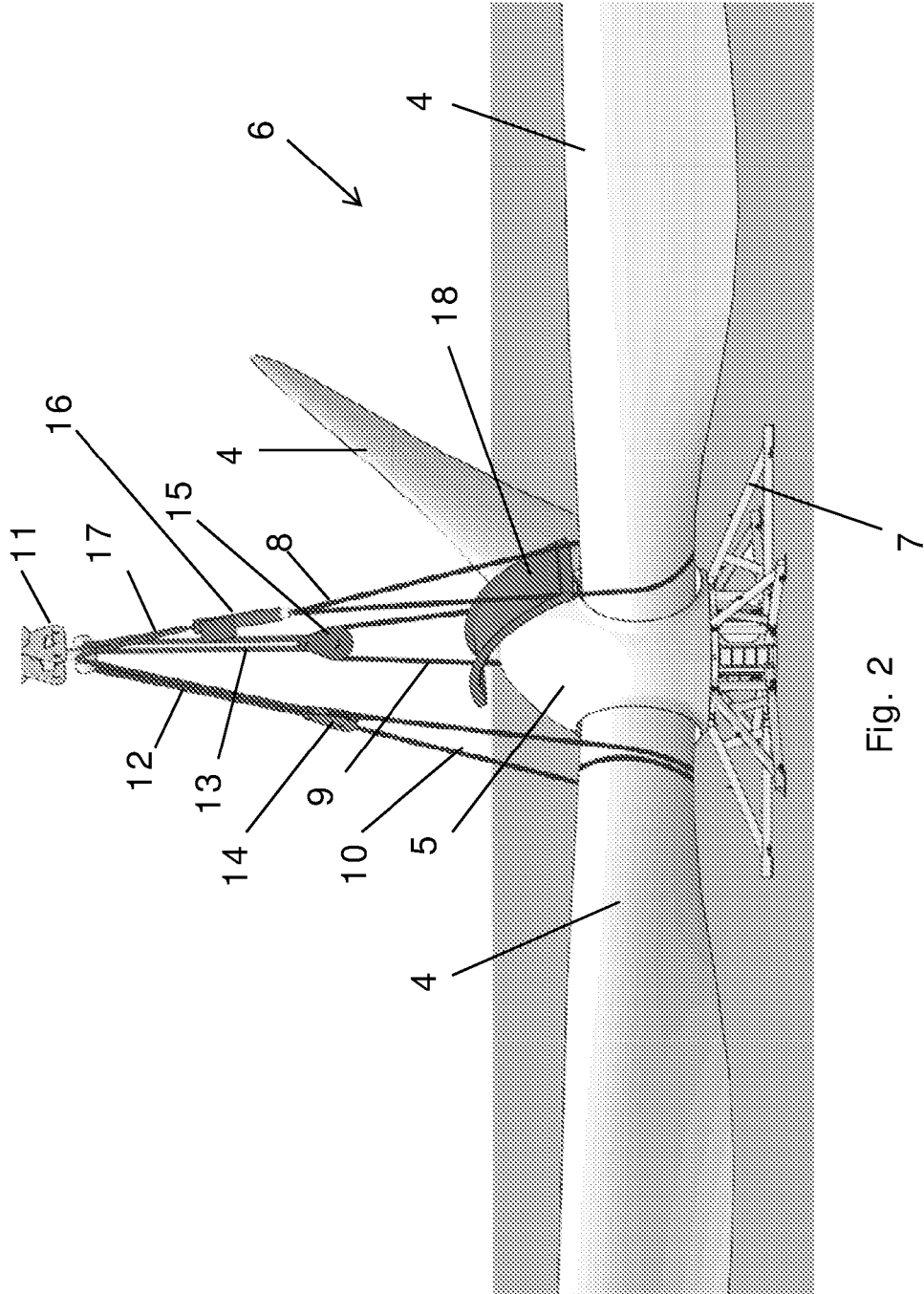


Fig. 2

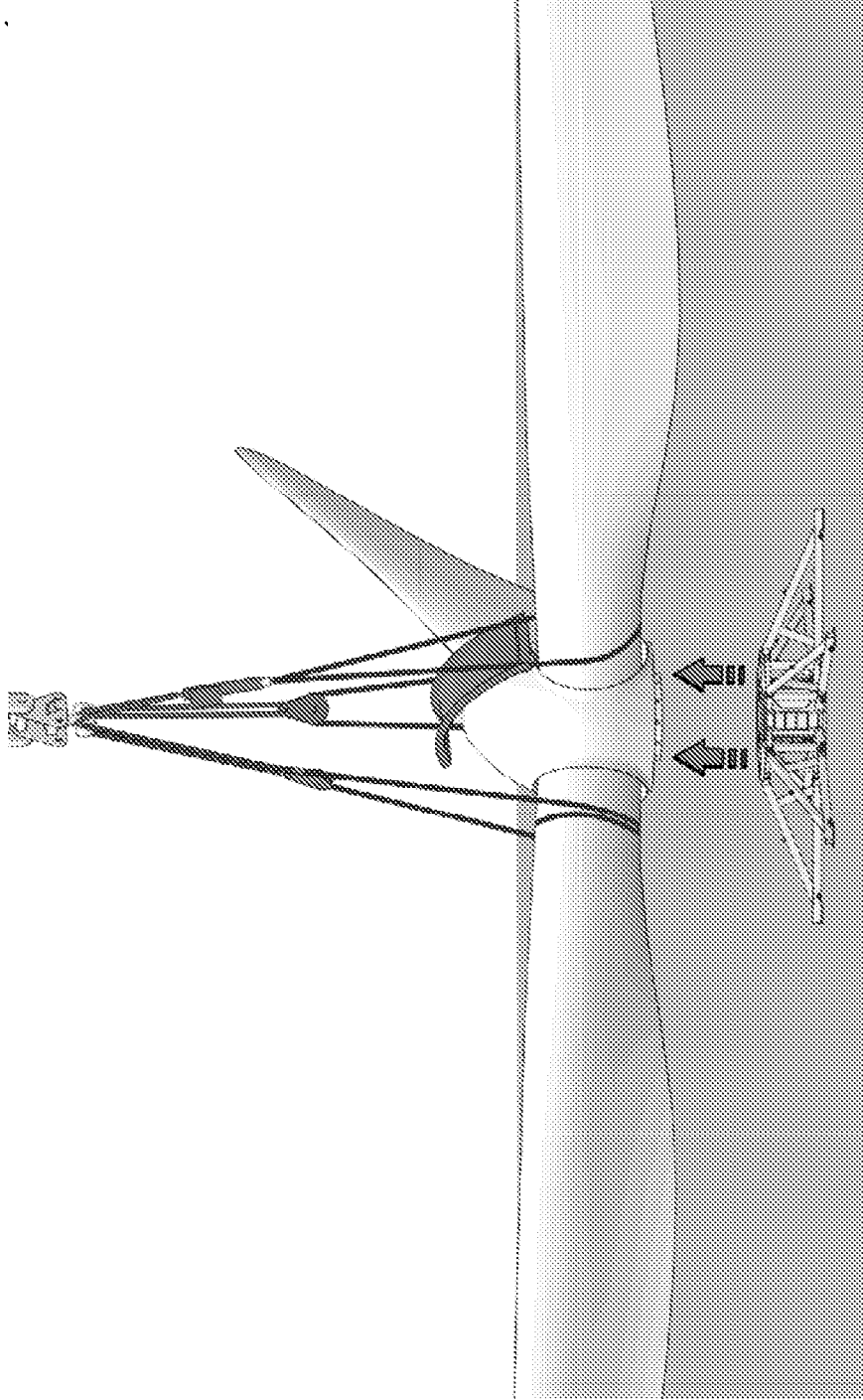


Fig. 3

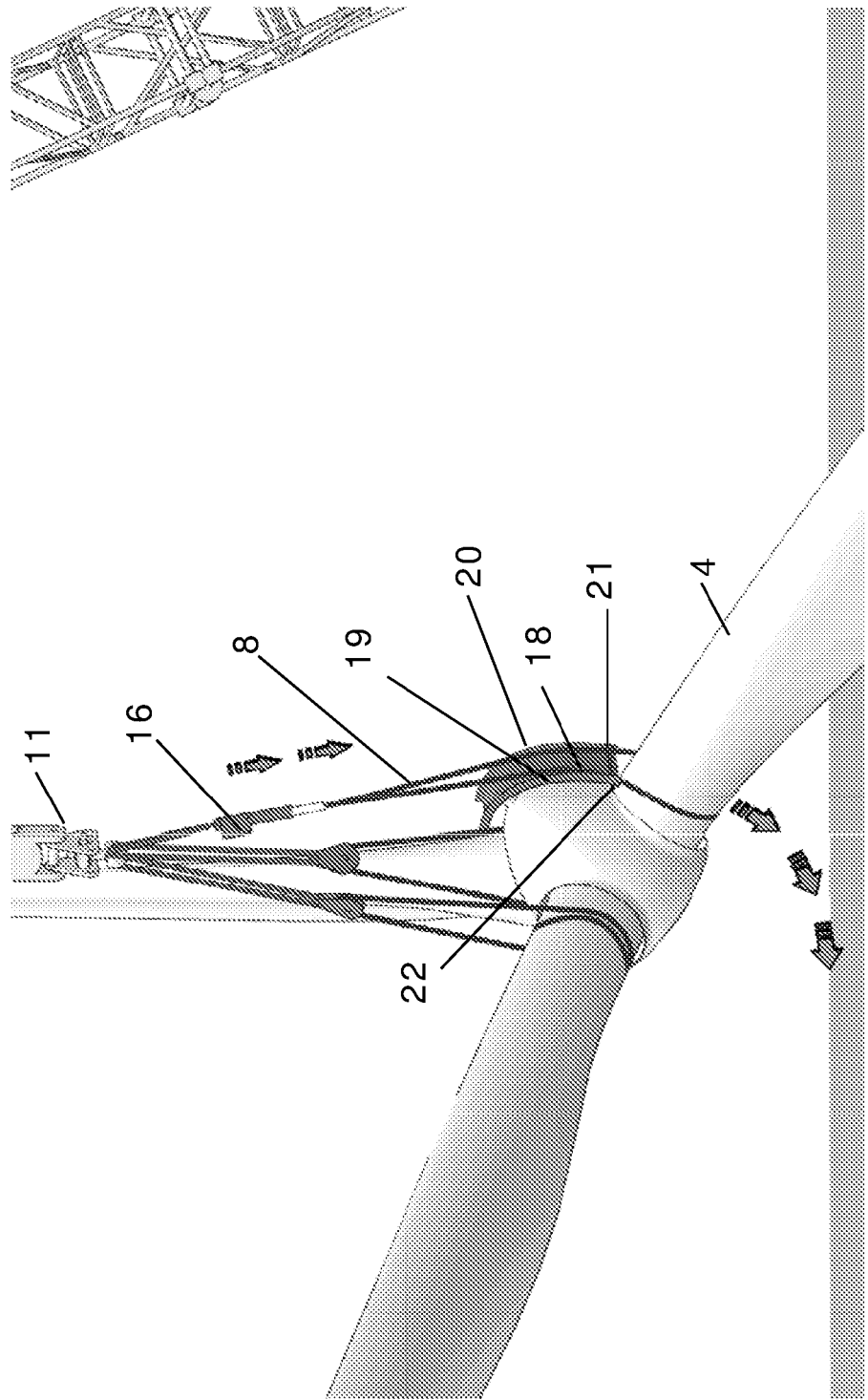


Fig. 4

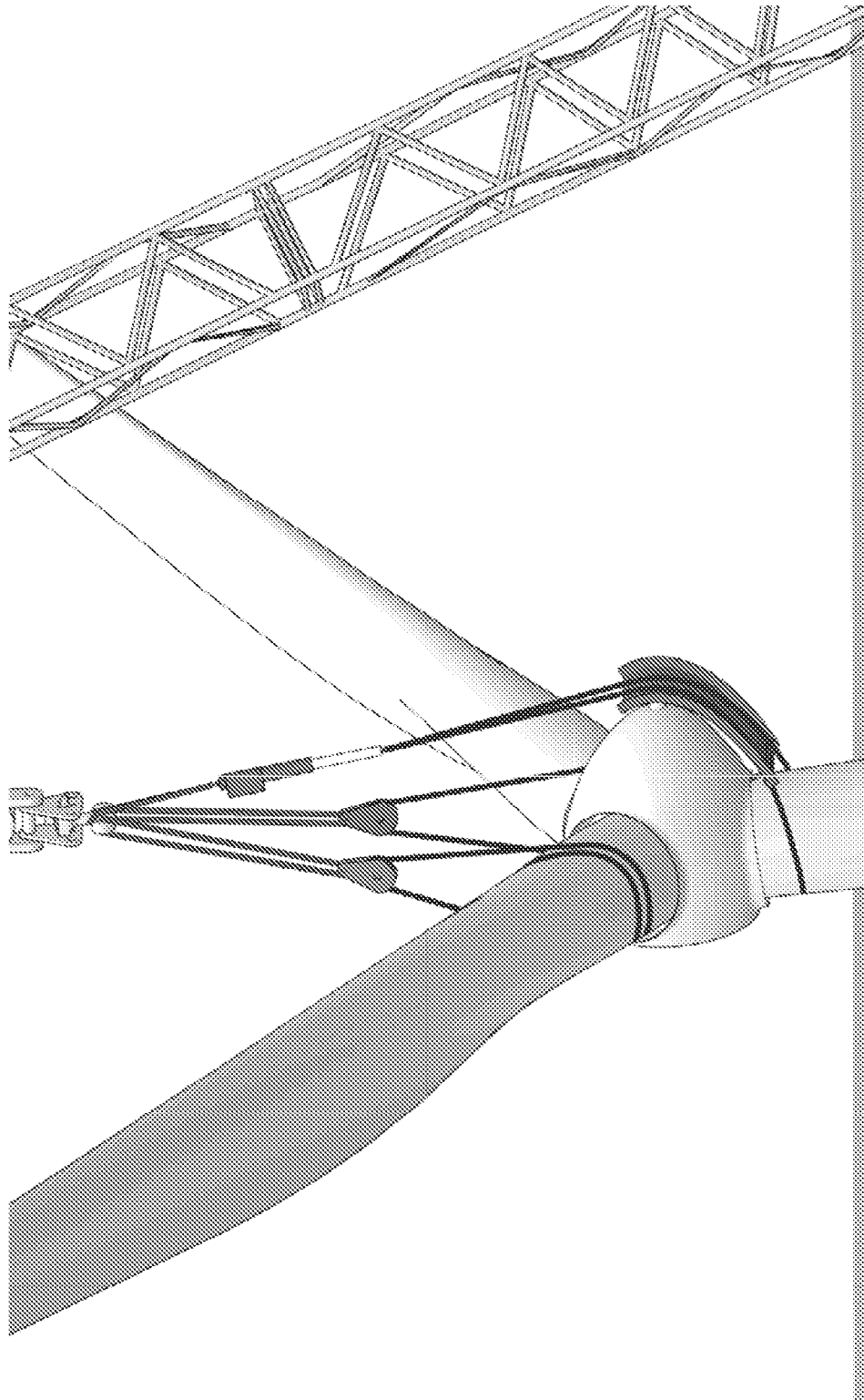


Fig. 5

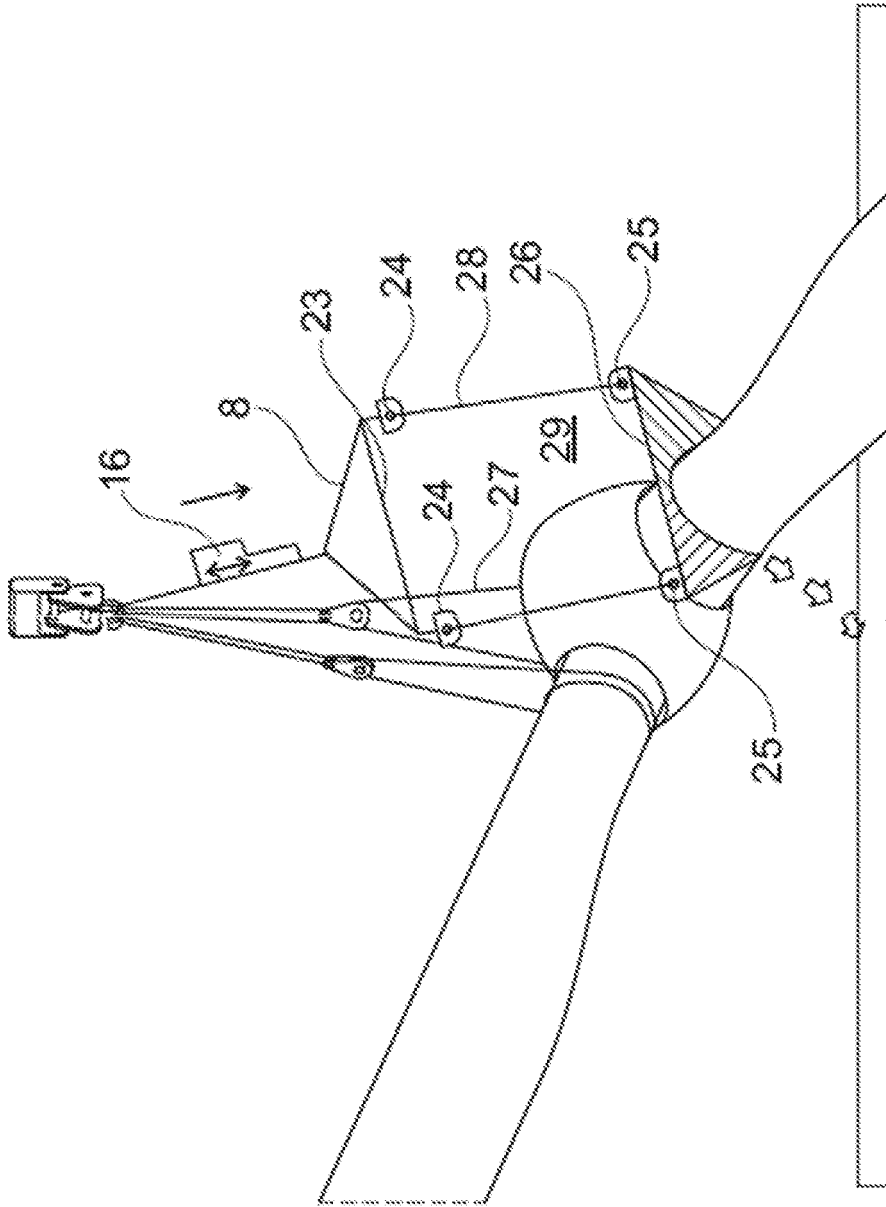


Fig. 6

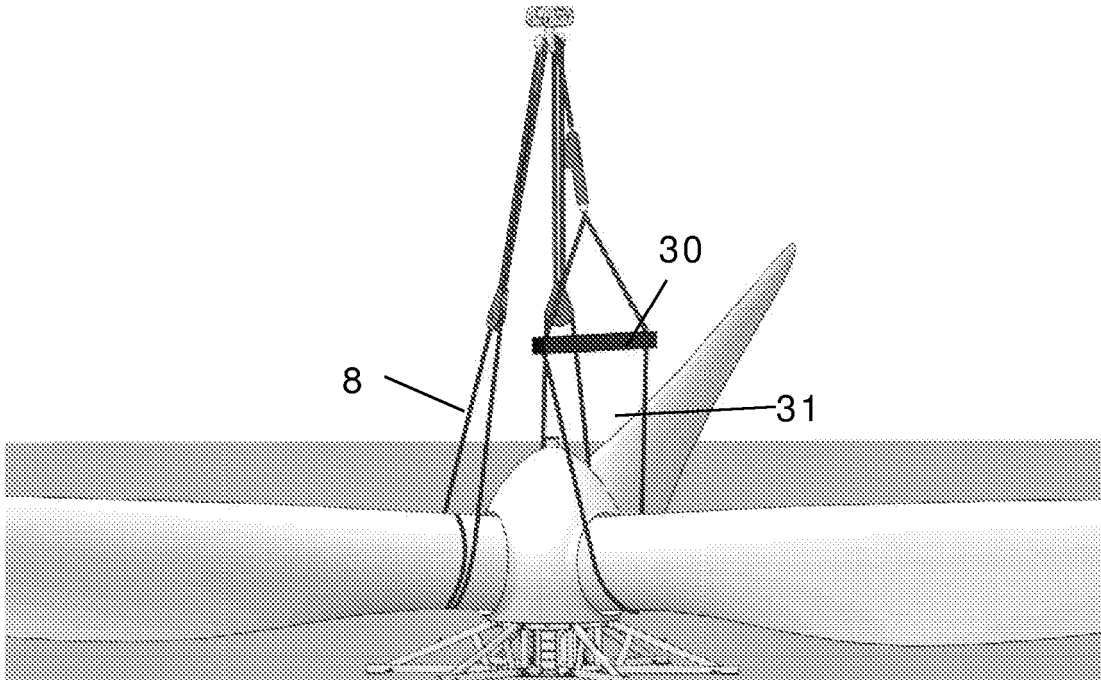


Fig. 7

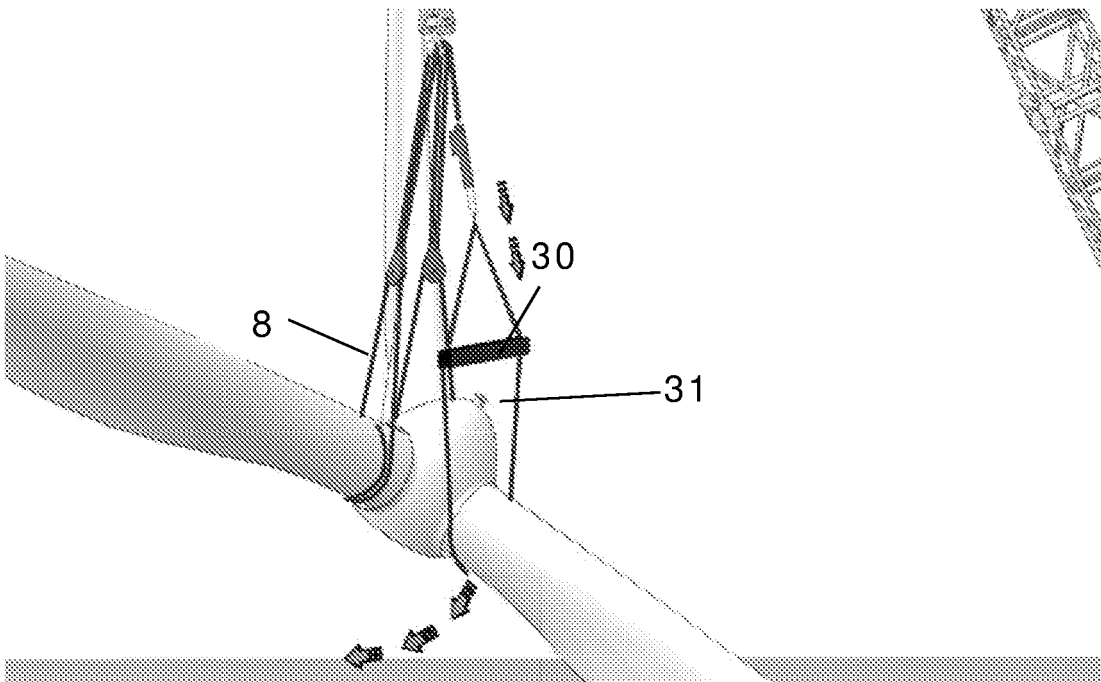


Fig. 8