

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 969**

51 Int. Cl.:

F03D 13/00 (2006.01)

B66C 1/62 (2006.01)

F03D 13/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2020 PCT/CA2020/051035**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2021 WO21022361**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2020 E 20849430 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024 EP 4007850**

54 Título: **Abrazadera para pala del rotor de turbina eólica**

30 Prioridad:

02.08.2019 US 201962882298 P

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

25.06.2024

73 Titular/es:

**LIFTWERX HOLDINGS INC. (100.0%)
135 Werlich Dr., Unit No.2
Cambridge, ON N1T 1N7, CA**

72 Inventor/es:

**MAIJ, EELKO;
VAN DER STEEN, ANDRÉ y
AITKEN, GLEN D.,**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 973 969 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

Abrazadera para pala del rotor de turbina eólica

5 Campo

Esta solicitud se refiere a turbinas eólicas, en particular a abrazaderas para sujetar una sola pala del rotor de una turbina eólica para ayudar con el montaje y/o desmontaje de la pala del rotor en un cubo del rotor de la turbina eólica.

10

Antecedentes

Se conocen en la técnica métodos y dispositivos para montar y desmontar las palas del rotor en un cubo del rotor de una turbina eólica. Tales dispositivos incluyen mangas, yugos, carros y similares diseñados de diversas formas, que se fijan o se enganchan de alguna manera con la pala del rotor.

15

Se describe tal dispositivo en el documento US 2015/028610 A1. Este documento describe un dispositivo de agarre de pala para agarrar una pala del rotor de una turbina eólica. El dispositivo comprende un conjunto de agarre de pala con varias herramientas de agarre de pala y un arreglo de sensores realizado para detectar una característica específica de la pala del rotor. Por lo tanto, la característica específica es de manera que se puede utilizar para orientar el dispositivo de soporte de la abrazadera de la pala en relación a la pala del rotor en una maniobra de agarre de la pala. El documento US 2015/028610 A1 no describe proporcionar pares de bloques de elementos de poleas para llevar el dispositivo a una configuración de agarre.

20

Sin embargo, a pesar del número de dispositivos que se han desarrollado, todavía existe la necesidad de un dispositivo que ayude con el montaje y/o desmontaje de una pala del rotor en un cubo del rotor, que sea uno o más de fácil de operar, confiable, compacto y adaptable a diferentes palas del rotor.

25

Resumen

30

En un aspecto, se proporciona una abrazadera de la pala del rotor para ayudar con el montaje y/o desmontaje de una pala del rotor en un cubo del rotor de una turbina eólica, la abrazadera de la pala del rotor comprende: una primera parte de sujeción que tiene una primera cara interior contorneada para acomodar una forma de la pala del rotor en una ubicación de sujeción designada en la pala del rotor; una segunda parte de sujeción opuesta a la primera parte de sujeción, la segunda parte de sujeción tiene una segunda cara interior opuesta a la primera cara interior y contorneada para acomodar la forma de la pala del rotor en la ubicación de sujeción designada en la pala del rotor; una bisagra accionada por resorte que conecta la primera parte de sujeción con la segunda parte de sujeción, la bisagra accionada por resorte comprende al menos un resorte que separa las partes de sujeción en una configuración de abrazadera abierta; un mecanismo de enhebrado que comprende una primera parte de enhebrado en la primera parte de sujeción y una segunda parte de enhebrado en la segunda parte de sujeción, la primera y segunda partes de enhebrado adaptadas para recibir una línea entre ellas, de modo que tirar de una parte libre de la línea enhebrada a través de las partes de enhebrado acerca las partes de sujeción en una configuración de abrazadera cerrada contra la fuerza del al menos un resorte. La primera parte de enhebrado comprende un primer bloque de elementos de polea. La segunda parte de enhebrado comprende un segundo bloque de elementos de polea.

35

40

45

En otro aspecto, se proporciona un método de montaje o desmontaje de una pala del rotor de una turbina eólica, el método comprende: proporcionar una abrazadera de la pala del rotor como se define anteriormente; instalar aparejos en la abrazadera y suspender la abrazadera desde la parte superior de la turbina eólica en una posición donde la abrazadera pueda recibir la pala del rotor entre las partes de sujeción de la abrazadera; tensar previamente el mecanismo de enhebrado con la línea pasada a través de él hasta que la distancia entre los extremos distales de las partes de sujeción sea una distancia predeterminada basada en la geometría de la pala del rotor; mover la abrazadera sobre la punta de la pala del rotor de manera que la punta de la pala del rotor quede entre las partes de sujeción de la abrazadera, y además mover la abrazadera a lo largo de la pala del rotor con la pala del rotor entre las partes de sujeción hasta que la abrazadera alcance la ubicación de sujeción designada; operar el mecanismo de aparejo para cerrar la abrazadera sobre la pala del rotor en la ubicación de sujeción designada para asegurar la pala del rotor en la abrazadera; y elevar o bajar la pala del rotor utilizando los aparejos instalados en la abrazadera o aparejos separados instalados en la pala del rotor.

50

55

60

La primera parte de sujeción comprende preferiblemente un primer soporte de calzo para montar de forma removible un primer calzo en la primera cara interior de la primera parte de sujeción. El primer calzo comprende preferiblemente una primera geometría dependiendo del tipo de pala del rotor que se esté montando o desmontando. La segunda parte de sujeción comprende preferiblemente un segundo soporte de calzo para montar de forma removible un segundo calzo en la segunda cara interior de la segunda parte de sujeción. El segundo calzo comprende preferiblemente una segunda geometría dependiendo del tipo de pala del rotor que se esté montando o desmontando.

65

La bisagra accionada por resorte conecta preferiblemente un extremo proximal de la primera parte de sujeción con un extremo proximal de la segunda parte de sujeción. La bisagra proporciona preferentemente un eje de rotación común alrededor del cual las partes de sujeción giran cuando el resorte empuja las partes de sujeción para abrirse o cuando la tracción de la línea hace que la abrazadera se cierre. Al menos un resorte preferiblemente comprende al menos un resorte de torsión enrollado. La bisagra preferiblemente además comprende un pasador de bisagra dispuesto dentro de la bobina del al menos un resorte de torsión enrollado. Al menos un resorte de torsión enrollado comprende preferiblemente una pluralidad de resortes de torsión enrollados. El pasador de la bisagra se encuentra preferiblemente dentro de las bobinas de todos los resortes de torsión enrollados.

La primera parte de enhebrado está preferiblemente situada cerca de un extremo distal de la primera parte de sujeción. La segunda parte de enhebrado se encuentra preferiblemente cerca de un extremo distal de la segunda parte de sujeción. Los bloques de elementos de polea se montan preferiblemente en las caras interiores de las respectivas partes de sujeción. El mecanismo de enhebrado preferiblemente comprende un bloqueo unidireccional para evitar el movimiento de la línea en las partes de enhebrado y prevenir la apertura de la abrazadera. El bloqueo unidireccional comprende preferentemente una única polea de captura de progreso a través de la cual se enhebra la línea.

La abrazadera de la pala se sujeta preferiblemente a la pala del rotor en una ubicación donde no se instalen componentes secundarios de la pala, como conchas de dinosaurio, colas de dinosaurio, aletas de Gurney y generadores de vórtice. La abrazadera de la pala se sujeta preferiblemente a la pala del rotor en una ubicación en la que las fuerzas de la línea de etiqueta se puedan minimizar durante el levantamiento y descenso de la pala del rotor. Para varios tipos de palas del rotor, esta ubicación puede estar aproximadamente a 35 m desde la raíz de la pala del rotor.

La abrazadera de la pala del rotor es ventajosamente fácil de operar, confiable, compacta y adaptable a diferentes palas del rotor.

Se describirán o se harán evidentes otras características adicionales en el transcurso de la siguiente descripción detallada. Debe entenderse que cada característica descrita aquí puede ser utilizada en cualquier combinación con una o más de las otras características descritas, y que cada característica no depende necesariamente de la presencia de otra característica, excepto cuando sea evidente para un experto en la técnica.

Breve Descripción de las Figuras

Para una comprensión más clara, se describirán ahora en detalle ejemplos de modalidades preferidas, haciendo referencia a las figuras adjuntas, en los cuales:

La Figura 1 representa una vista en perspectiva desde arriba y desde el lado de una abrazadera de la pala del rotor; La Figura 2 representa la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1 desde arriba y desde el frente; La Figura 3 representa la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1 desde arriba y desde atrás; La Figura 4 representa una vista lateral de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1; La Figura 5 representa una vista superior de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1; La Figura 6 representa una vista inferior de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1; La Figura 7 representa una vista frontal de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1; La Figura 8 representa una vista trasera de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1; La Figura 9 representa una vista frontal en perspectiva superior ampliada de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1, mostrando los resortes de bisagra con más detalle; La Figura 10 representa una vista frontal en perspectiva lateral ampliada de la abrazadera de la pala del rotor con resortes de bisagra representados en la Figura 9; La Figura 11 representa una vista trasera en perspectiva superior de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1, que incluye una línea pasada a través de un mecanismo de enhebrado para operar las partes de sujeción de la abrazadera; La Figura 12 representa una vista superior de la abrazadera de la pala del rotor representado en la Figura 11; La Figura 13 representa una vista trasera de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 11 junto con las regiones A y B en la Figura 13 ampliadas 5 veces; La Figura 14 representa una vista superior de una parte de sujeción de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1, mostrada con un calzo de 5 mm; La Figura 15 representa una vista superior de una parte de sujeción de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1, mostrada con un calzo de 35 mm; La Figura 16 representa una vista frontal en perspectiva superior de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1 que incluye el aparejo; La Figura 17 representa una vista frontal de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 16; La Figura 18 representa una vista lateral de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 16; La Figura 19 representa una visión general del aparejo mostrado en la Figura 16 en el contexto de una torre y una pala del rotor de la turbina eólica durante una operación de montaje/desmontaje de la pala del rotor;

La Figura 20 representa una vista en perspectiva de la abrazadera de la pala del rotor de la Figura 1 mientras sujeta una pala del rotor; y,

La Figura 21 representa una vista lateral de la abrazadera de la pala del rotor y la pala del rotor representados en la Figura 20.

5

Descripción Detallada

Con referencia a las Figuras, en una modalidad, una abrazadera de la pala del rotor 1 comprende un marco de la abrazadera 2 definido por una primera parte de sujeción 10 vinculada de forma pivotante y opuesta a una segunda parte de sujeción 20. La primera parte de sujeción 10 tiene un extremo proximal 11, un extremo distal 12 y una cara interior 13. La segunda parte de sujeción 20 tiene un extremo proximal 21, un extremo distal 22 y una cara interior 23. Los extremos proximales 11, 21 de la primera y segunda partes de sujeción 10, 20, respectivamente, están unidos de forma pivotante en una bisagra accionada por resorte 30, la bisagra 30 separa las caras interiores opuestas 13, 23 de las partes de sujeción 10, 20, respectivamente, hacia una configuración de abrazadera abierta. La configuración abierta se ilustra en la Figura 11, Figura 12 y Figura 13. La abrazadera de la pala del rotor 1 además comprende un mecanismo de enhebrado 40 que comprende una primera parte de enhebrado 14 y una segunda parte de enhebrado 24. La primera parte de enhebrado 14 está montada en la cara interior 13 próxima al extremo distal 12 de la primera parte de sujeción 10. La segunda parte de enhebrado 24 se opone a la primera parte de enhebrado 14, y está montada en la cara interior 23 próxima al extremo distal 22 de la segunda parte de sujeción 20. Una línea de aparejo 41 se enhebra a través del mecanismo de enhebrado 40 entre la primera parte de enhebrado 14 y la segunda parte de aparejo 24. Tirando de una parte libre 42 de la línea de aparejo 41, se juntan las partes de sujeción 10, 20 en una configuración de abrazadera cerrada en contra de la fuerza de bisagra 30. La configuración cerrada se ilustra en la Figura 1 a la Figura 8.

Las caras interiores 13, 23 de la primera y segunda partes de sujeción 10, 20, respectivamente, están contorneadas para adaptarse a la forma de una pala del rotor 80 en una ubicación de sujeción designada en la pala del rotor 80. Las dos caras interiores pueden tener un contorno de cualquier manera adecuada, y pueden ser simétricas o asimétricas entre sí. En la abrazadera de la pala del rotor 1, las caras interiores 13, 23 proporcionan al marco de la abrazadera 2 un contorno interno simétrico en forma de "omega" dentro del cual se puede sujetar la pala del rotor 80. Cuando está sujeta, la pala del rotor 80 ocupa una parte proximalmente situada con forma de "gota de lágrima" del contorno interno, mientras que los extremos distales 12, 22 se ensanchan hacia afuera uno del otro para proporcionar espacio para la operación de la línea de aparejo 41.

Para adaptarse aún más a la forma de una pala del rotor 80 y proporcionar una superficie no dañina sobre la cual la pala del rotor 80 pueda deslizarse al ser insertada en la abrazadera 1 y pueda asentarse cuando está sujeta en la abrazadera 1, la abrazadera de la pala del rotor 1 está provista de una placa deslizante elástica 50 montada en las caras interiores 13, 23 de la primera y segunda partes de sujeción 10, 20. La placa deslizante elástica 50 preferiblemente cubre la bisagra 30 donde la primera y segunda partes de sujeción 10, 20 están montadas de forma pivotante para proteger tanto la pala del rotor 80 como la bisagra 30 de daños cuando se está sujetando la pala del rotor 80. La placa deslizante elástica 50 es preferiblemente una pieza única de material elástico, por ejemplo, espuma elastomérica, que se adapta al contorno interno del marco de la abrazadera 2. La placa deslizante elástica 50 puede ser montada en el marco de la abrazadera 2, por ejemplo, con pernos, adhesivos, clips, etc., en uno o más soportes de placa 51, que son placas montadas en las caras interiores 13, 23 de la primera y segunda partes de sujeción 10, 20.

Para adaptarse aún más a la forma de la pala del rotor 80, se pueden insertar uno o más calzos (por ejemplo, primer y segundo calzos de 5 mm 61, 62) entre el marco de la abrazadera 2 y la placa deslizante elástica 50. El marco de la abrazadera 2 está provisto de primeros y segundos soportes de calzo 63, 64 a los cuales se montan de forma removible los primeros y segundos calzos 61, 62, respectivamente, por ejemplo, mediante pernos u otros dispositivos de montaje reversibles. Los calzos 61, 62 tienen geometrías (tamaño y/o forma) que dependen del tipo de pala del rotor que se esté montando o desmontando de la turbina eólica. Los calzos 61, 62 ajustan funcionalmente el tamaño de la parte "en forma de lágrima" del contorno interno del marco de la abrazadera 2, mientras que la placa deslizante elástica 50 aún separa el marco de la abrazadera 2 (incluyendo el primer y segundo calzos 61, 62) de la pala del rotor 80. Se pueden utilizar calzos de cualquier grosor adecuado y/o cualquier cantidad de calzos, por ejemplo, de 0 a 10 calzos, y el número y/o la geometría de los calzos montados en la primera parte de sujeción pueden ser iguales o diferentes al número y/o la geometría de los calzos montados en la segunda parte de sujeción, dependiendo del tipo de pala del rotor. Por ejemplo, con referencia a la Figura 14 y la Figura 15, el segundo calzo de 5 mm 62, como se ve en la Figura 14, sobresale menos hacia el interior que un calzo de 35 mm 69, como se ve en la Figura 15. Por lo tanto, el calzo de 35 mm 69 puede ser utilizado en lugar del calzo de 5 mm 62 cuando la pala del rotor tiene un perfil más delgado en la ubicación de sujeción designada. El uso de calzas intercambiables para adaptar la abrazadera de la pala 1 a muchos tipos diferentes de palas del rotor es una característica particularmente ventajosa.

Distalmente desde los soportes de calzo 63, 64, las caras interiores 13, 23 de la primera y segunda partes de sujeción 10, 20, respectivamente, tienen primeras y segundas placas de montaje 65, 66, respectivamente, montadas sobre ellas. Las placas de montaje 65, 66 están adaptadas para permitir el montaje de los primeros y segundos

amortiguadores elásticos 67, 68, respectivamente. Los amortiguadores elásticos 67, 68 sobresalen preferiblemente más hacia el interior de las caras interiores 13, 23 que la placa deslizante elástica 50, para proporcionar una barrera a la pala del rotor 80 y evitar que la pala del rotor 80 se deslice en la abrazadera 1 hacia el mecanismo de enhebrado 40. Cuando la abrazadera 1 está en la configuración cerrada, los primeros y segundos amortiguadores elásticos 67, 68 aplican fuerza a la pala del rotor 80 para sujetar la pala del rotor 80 de manera más rígida en la abrazadera 1. Los amortiguadores elásticos 67, 68 pueden estar hechos de un material resistente pero elástico, por ejemplo, un elastómero u otro material gomoso.

Como se puede apreciar mejor en la Figura 9 y la Figura 10, la bisagra accionada por resorte 30 se caracteriza porque comprende una primera placa de bisagra 31 y una segunda placa de bisagra 32 conectadas de forma pivotante a un perno de bisagra común 34, el perno de bisagra 34 insertado a través de las espiras de cuatro resortes de torsión enrollados 36, el perno de bisagra 34 define un eje de rotación común alrededor del cual giran la primera y segunda partes de sujeción 10, 20. Las primera y segunda partes de sujeción 10, 20 están montadas en el pasador de bisagra común 34, que se inserta a través y se extiende a través de aperturas alineadas en los elementos del marco superior e inferior de la primera y segunda partes de sujeción 10, 20. El pasador de bisagra 34 está asegurado en las aperturas y en los cuatro resortes de torsión enrollados 36 mediante pasadores de horquilla 35. Las primeras y segundas placas de bisagra 31, 32 están fijamente unidas a la primera y segunda partes de sujeción 10, 20, respectivamente, por ejemplo, mediante soldadura o mediante su formación integral con las partes de sujeción. Cada una de las placas de bisagra 31, 32 tiene cuatro conectores 37 montados de forma fija en ellas, por ejemplo, mediante pernos, cada uno de los conectores 37 tiene aperturas pasantes para recibir una cola de un resorte de torsión enrollado correspondiente 36. Para cada uno de los cuatro resortes de torsión enrollados 36, hay un conector correspondiente 37 en la primera placa de bisagra 31 y un conector correspondiente 37 en la segunda placa de bisagra 32. Los cuatro resortes de torsión enrollados 36 están tensionados para ejercer presión en las caras interiores de las primeras y segundas placas de bisagra 31, 32, y, por lo tanto, alejan las caras interiores 13, 23 de la primera y segunda partes de sujeción 10, 20 entre sí hacia la configuración abierta de la abrazadera. De esta manera, las primeras y segundas placas de bisagra 31, 32 están caracterizadas porque están cargadas por resorte para girar las respectivas primera y segunda partes de sujeción 10, 20 alejándose una de la otra alrededor del eje de rotación común definido por el perno de bisagra 34. Mientras que la abrazadera de la pala del rotor 1 se ilustra con cuatro resortes de torsión enrollados, se puede utilizar uno o más resortes de torsión enrollados. Además, se pueden utilizar diferentes tipos de resortes, por ejemplo, resortes de lámina.

Como se puede apreciar mejor en la Figura 11, Figura 12 y Figura 13, el mecanismo de enhebrado 40 comprende la primera parte de enhebrado 14 y la segunda parte de enhebrado 24 montadas respectivamente en la primera parte de sujeción 10 y la segunda parte de sujeción 20. Las partes de enhebrado 14, 24 están montadas cerca de los extremos distales 12, 22 de la primera y segunda partes de sujeción 10, 20, respectivamente, y se enfrentan transversalmente a lo largo de un eje transversal Y entre la primera y segunda partes de enhebrado 14, 24 a través de un eje longitudinal central X de la abrazadera 1. La línea de aparejo 41 se apareja a través del mecanismo de enhebrado 40 entre la primera parte de enhebrado 14 y la segunda parte de aparejo 24. Tirando de la parte libre 42 de la línea de enhebrado 41, se acercan los extremos distales 12, 22 de las partes de sujeción 10, 20 hacia una configuración de abrazadera cerrada en contra de la fuerza de la bisagra 30. Los extremos proximales 11, 21 de las partes de sujeción 10, 20, respectivamente, están unidos de forma pivotante entre sí en el perno de bisagra 34, de modo que las partes de sujeción 10, 20 giran alrededor del perno de bisagra 34 cuando los extremos distales 12, 22 de las partes de sujeción 10, 20, respectivamente, se acercan.

La primera parte de enhebrado 14 comprende un primer bloque de poleas 45 apiladas una al lado de la otra a lo largo de un eje orientado verticalmente con respecto a los ejes longitudinales y transversales X, Y. La segunda parte de enhebrado 24 comprende un segundo bloque de poleas 46 apiladas una al lado de la otra a lo largo de un eje orientado verticalmente con respecto a los ejes longitudinales y transversales X, Y. Los bloques de poleas 45, 46 están montados en las caras interiores 13, 23 de las respectivas partes de sujeción 10, 20. Los bloques de poleas 45, 46 pueden comprender cualquier número adecuado de poleas para proporcionar suficiente ventaja mecánica para que un operador que tire de la parte libre 42 de la línea de aparejo 41 pueda superar las fuerzas de torsión de los resortes de torsión enrollados 36 de la bisagra accionada por resorte 30. Un extremo muerto 43 de la línea de aparejo 41 está fijamente unido al bloque del segundo bloque de poleas 46 en un soporte de línea 44 (por ejemplo, una abertura en el bloque, un anillo en O, un grillete de aparejo u otro similar) y la línea de aparejo 41 se enhebra de ida y vuelta entre las poleas de los bloques de poleas 45, 46 en un arreglo de poleas y aparejo. La disposición de poleas y aparejos preferiblemente tiene de 3 a 12 partes de enhebrado, por ejemplo 7 partes de enhebrado. La parte libre 42 de la línea de aparejo 41 se extiende desde la última polea del primer bloque de poleas 45 hasta una posición donde un agarre manual 49 está al alcance del operador.

Un bloqueo unidireccional que comprende una sola polea de captura de progreso 47 está montado de forma segura en el bloque del primer bloque de poleas 45, por ejemplo, utilizando un giratorio abierto vinculado a un grillete de pasador verde vinculado al bloque. La línea de enhebrado 41 se enhebra a través de la única polea de captura de progreso 47 para evitar el movimiento de la línea de enhebrado 41 en las partes de enhebrado 14, 24 y evitar la apertura de la abrazadera 1 cuando la parte libre 42 de la línea de enhebrado 41 es liberada por el operador. El extremo muerto de la línea de enhebrado puede estar fijamente unido al bloque de cualquiera de los bloques de poleas, o al marco de la abrazadera en una u otra de las partes de sujeción. El bloqueo unidireccional puede ser

montado en el bloque de cualquiera de los bloques de poleas, o en el marco de la abrazadera en una u otra de las partes de sujeción.

Con referencia específica a la Figura 16, Figura 17, Figura 18 y Figura 19, en una modalidad de funcionamiento, la abrazadera de la pala del rotor 1 puede estar equipada con una pluralidad de líneas de aparejo, una pluralidad de líneas de etiqueta y al menos una línea de dirección. Se pueden utilizar cualquier número de líneas de aparejo, cualquier número de líneas de etiqueta y cualquier número de líneas de dirección, dependiendo de la naturaleza de la pala del rotor y de los requisitos del equipo utilizado para montar y/o desmontar la pala del rotor. En algunas modalidades, solo se pueden utilizar varias líneas de etiqueta durante las operaciones de descenso y elevación. La pluralidad de líneas de aparejo se puede utilizar para ayudar a colocar la abrazadera de la pala del rotor en la pala del rotor, pero la pluralidad de líneas de aparejo y la al menos una línea de dirección no se pueden utilizar para ayudar a elevar o bajar la pala del rotor. En lugar de la pluralidad de líneas de aparejo y al menos una línea de dirección, se puede utilizar un aparejo separado instalado en la pala del rotor para ayudar en el descenso y elevación de la pala del rotor una vez que la abrazadera de la pala del rotor esté colocada en la pala del rotor.

En la modalidad mostrada en la Figura 16, Figura 17, Figura 18 y Figura 19, la pluralidad de líneas de aparejo puede comprender un arreglo de aparejo de tres vías que comprende tres líneas de aparejo 71 conectadas a la parte superior de la abrazadera de la pala 1 cerca de los extremos proximal y distal de las partes de sujeción 10, 20. Cerca de los extremos proximales de las partes de sujeción 10, 20, la línea de aparejo 71 se divide en dos líneas 71a, 71b, la línea 71a conectada a la primera parte de sujeción 10 y la línea 71b conectada a la segunda parte de sujeción 20. Conexión de las líneas de aparejo 71, 71a, 71b a la abrazadera de la pala 1 se realiza a través de cualquier estructura adecuada, por ejemplo, mediante grilletes de aparejo 76. Las tres líneas de aparejo 71 se unen en una única línea de gancho 75, que está adaptada para ser conectada a un gancho de un sistema de elevación (por ejemplo, una grúa) (no mostrado). El sistema de elevación se opera para elevar o bajar la abrazadera de la pala 1 cuando las líneas de aparejo 71 están conectadas a la abrazadera de la pala 1 y la línea del gancho 75, y la línea del gancho 75 está conectada al gancho del sistema de elevación. El sistema de elevación puede ser una grúa terrestre grande, pero preferiblemente es una grúa montada en la parte superior de una torre 81 de la turbina eólica, preferiblemente en una góndola de la turbina eólica.

La pluralidad de líneas de etiqueta puede comprender dos líneas de etiqueta 72 conectadas a la parte inferior de la abrazadera de la pala 1 cerca de los extremos distales de las partes de sujeción 10, 20. Las líneas de etiquetas 72 están conectadas a la abrazadera de la pala 1 a través de cualquier estructura adecuada, por ejemplo, mediante grilletes de aparejo 77. Las líneas de etiqueta 72 se extienden hacia abajo desde la abrazadera de la pala 1 hasta los cabrestantes (no mostrados), que desenrollan o enrollan las líneas de etiqueta 72 durante el levantamiento o descenso, respectivamente, de la abrazadera de la pala 1 para proporcionar estabilidad a la abrazadera de la pala 1 y a la pala del rotor 80 sujeta en ella durante el montaje o desmontaje de la pala del rotor 80.

La al menos una línea de dirección puede comprender una línea de dirección 73 conectada a la abrazadera de la pala 1 cerca del extremo proximal de una de las partes de sujeción, por ejemplo, la segunda parte de sujeción 20. La línea de dirección 73 está conectada a la abrazadera de la pala 1 a través de cualquier estructura adecuada, por ejemplo, mediante un mosquetón 78 enganchado a un elemento del marco 2a de la segunda parte de sujeción 20. La línea de dirección 73 se extiende hacia abajo al alcance del personal en tierra o una grúa en tierra para manipular la línea de dirección 73 y orientar adecuadamente la pala del rotor 80 durante el montaje o desmontaje de la pala del rotor 80.

En una modalidad del método, la pala del rotor 80 puede ser desmontada de un rotor de la turbina eólica mediante el siguiente procedimiento. Para montar la pala del rotor 80 en el cubo de la turbina eólica, se puede utilizar el inverso del siguiente procedimiento.

- A. Elevar un sistema de elevación montable en la turbina con capacidad suficiente para levantar la pala del rotor 80 hasta la góndola de la turbina eólica e instalada en ella. Se describe un sistema de elevación de este tipo en la Solicitud de Patente Canadiense CA 3,016,141 presentada el 31 de agosto de 2018, cuyo contenido completo se incorpora aquí por referencia.
- B. Ajuste adecuadamente la abrazadera de la pala 1 para el tipo de pala del rotor 80 mediante la instalación de los calzos 61, 62 entre los soportes de calzo 63, 64 y la placa deslizante 50.
- C. Posicione la pala del rotor 80 en una posición tal que la punta de la pala del rotor 80, la posición de instalación de la abrazadera 1 en el suelo y la posición del gancho del sistema de elevación estén alineadas. La posición suele estar entre las posiciones de '5 en punto' y '7 en punto', por ejemplo, la posición de '6 en punto'.
- D. Después de que la pala del rotor 80 esté posicionada, utiliza el engranaje de giro en el lado de alta velocidad de la caja de cambios para bloquear el freno, de modo que el personal pueda estar de manera segura en el cubo.

ES 2 973 969 T3

- 5 E. Instale la línea de gancho 75, con las líneas de aparejo 71 sujetas a ella, en el gancho del sistema de elevación con las líneas de aparejo 71 colgando hacia el suelo. Luego instale las líneas de aparejo 71, las líneas de etiqueta 72 y la línea de dirección 73 en la abrazadera de la pala 1. Las líneas de etiqueta 72, la línea de dirección 73 y la línea de aparejo 41 deben estar libres para colgar debajo de la abrazadera de la pala 1 y ser alcanzadas por el personal en tierra durante todo el procedimiento.
- 10 F. Apriete el mecanismo de enhebrado 40 de la abrazadera de la pala 1 hasta que la distancia entre los extremos distales 12, 22 de las partes de sujeción 10, 20 sea la cantidad deseada dependiendo del tipo de pala del rotor 80.
- 15 G. Ajuste las líneas de aparejo 71 sujetas a los extremos distales 12, 22 de las partes de sujeción 10, 20 para obtener una geometría de aparejo deseada dependiendo del tipo de pala del rotor 80.
- 20 H. Eleve la abrazadera de la pala 1 con el sistema de elevación hasta la punta de la pala del rotor 80, manteniendo la orientación adecuada utilizando las líneas de etiqueta 72.
- 25 I. Posicione la abrazadera de la pala 1 para deslizarse libremente sobre la punta de la pala del rotor 80, y luego levante la abrazadera de la pala 1 con el sistema de elevación hasta una posición aproximadamente de 2-3m por encima de la punta de la pala del rotor 80 para apoyarse suavemente en el borde delantero de la pala del rotor 80.
- 30 J. Después de que la abrazadera de la pala 1 repose suavemente en el borde delantero de la pala del rotor 80, eleve la abrazadera de la pala 1 con el sistema de elevación hasta la ubicación de sujeción designada en la pala del rotor 80.
- 35 K. Cerrar la abrazadera de la pala 1 alrededor de la pala del rotor 80 tirando de la parte libre 42 de la línea de aparejo 41.
- L. Desconecte la pala del rotor 80 del cubo del rotor.
- M. Baje la pala del rotor 80 con el sistema de elevación utilizando las líneas de etiqueta 72 y la línea de dirección 73 para guiar la pala del rotor 80 a una ubicación deseada. Las líneas de etiquetas 72 se utilizan principalmente para la estabilidad lateral. La línea de dirección 73 se utiliza principalmente para alejar la abrazadera de la pala 1 de la torre 81.
- 40 La pala del rotor 80 puede ser bajada al suelo o a una plataforma de un vehículo de transporte. Alternativamente, la pala del rotor 80 puede ser bajada a una altura suficientemente inferior a la altura original de la pala del rotor para permitir el mantenimiento o reemplazo de las partes de la pala del rotor, en casos donde no haya necesidad de bajar la pala del rotor 80 hasta el suelo. En algunas modalidades, las líneas de aparejo pueden ser reemplazadas o complementadas con otros elementos de aparejo una vez que la abrazadera de la pala 1 se haya cerrado en la ubicación de sujeción designada. Cuando se desee quitar la abrazadera de la pala 1, se pueden realizar los siguientes pasos adicionales.
- 45 N. Abra la abrazadera de la pala 1 desenganchando el bloqueo unidireccional.
- O. Deslice la abrazadera de la pala 1 desde la pala del rotor 80 (utilizando el sistema de elevación para bajar la abrazadera de la pala 1 y utilizando las líneas de etiqueta 72 y la línea de dirección 73 para mantener la abrazadera alineada correctamente, si es necesario).
- 50 P. Baje la abrazadera 1 al suelo utilizando el sistema de elevación, si es necesario.
- 55 Q. Retire las líneas de aparejo 71, las líneas de etiqueta 72 y la línea de dirección 73 de la abrazadera de la pala 1.
- Las características novedosas se harán evidentes para aquellos expertos en el campo al examinar la descripción. Sin embargo, debe entenderse que el alcance está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una abrazadera de la pala del rotor (1) para ayudar con el montaje y/o desmontaje de una pala del rotor (80) en un cubo del rotor de una turbina eólica, la abrazadera de la pala del rotor (1) que comprende:
- 5 una primera parte de sujeción (10) que tiene una primera cara interior (13) contorneada para adaptarse a una forma de la pala del rotor (80) en una ubicación de sujeción designada en la pala del rotor;
- 10 una segunda parte de sujeción (20) opuesta a la primera parte de sujeción, la segunda parte de sujeción que tiene una segunda cara interior (23) opuesta a la primera cara interior y contorneada para adaptarse a la forma de la pala del rotor en la ubicación de sujeción designada en la pala del rotor;
- 15 una bisagra accionada por resorte (30) que conecta la primera parte de sujeción a la segunda parte de sujeción, la bisagra accionada por resorte que comprende al menos un resorte que separa las partes de sujeción en una configuración de abrazadera abierta;
- 20 un mecanismo de enhebrado (40) que comprende una primera parte de enhebrado en la primera parte de sujeción y una segunda parte de enhebrado en la segunda parte de sujeción, la primera y segunda partes de enhebrado adaptadas para recibir una línea entre ellas, de modo que tirar de una parte libre de la línea enhebrada a través de las partes de enhebrado acerca las partes de sujeción a una configuración de abrazadera cerrada contra la fuerza de al menos un resorte;
- 25 caracterizada porque la primera parte de enhebrado comprende un primer bloque de elementos de polea (45) y la segunda parte de enhebrado comprende un segundo bloque de elementos de polea (46).
- 30 2. La abrazadera de la reivindicación 1, en donde la primera parte de sujeción comprende un primer soporte de calzo para montar de forma removible un primer calzo en la primera cara interior de la primera parte de sujeción, el primer calzo tiene una primera geometría que depende del tipo de pala del rotor que se está montando o desmontando.
- 35 3. La abrazadera de la reivindicación 2, en donde la segunda parte de sujeción comprende un segundo soporte de calzo para montar de forma removible un segundo calzo en la segunda cara interior de la segunda parte de sujeción, el segundo calzo que tiene una segunda geometría dependiendo del tipo de pala del rotor que se esté montando o desmontando.
- 40 4. La abrazadera de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la bisagra conecta un extremo proximal de la primera parte de sujeción a un extremo proximal de la segunda parte de sujeción, y proporciona un eje de rotación común alrededor del cual las partes de sujeción giran cuando el resorte empuja las partes de sujeción para abrirse o cuando la tracción de la línea hace que la abrazadera se cierre.
- 45 5. La abrazadera de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el al menos un resorte es al menos un resorte de torsión enrollado y la bisagra además comprende un pasador de bisagra dispuesto dentro de la bobina del al menos un resorte de torsión enrollado.
- 50 6. La abrazadera de la reivindicación 5, en donde al menos un resorte de torsión enrollado es una pluralidad de resortes de torsión enrollados y el pasador de bisagra está dispuesto dentro de las bobinas de todos los resortes de torsión enrollados.
- 55 7. La abrazadera de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la primera parte de enhebrado está situada cerca de un extremo distal de la primera parte de sujeción y la segunda parte de enhebrado está situada cerca de un extremo distal de la segunda parte de sujeción.
- 60 8. La abrazadera de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 7, en donde los bloques de elementos de polea están montados en las caras interiores de las respectivas partes de sujeción.
- 65 9. La abrazadera de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 8, en donde el mecanismo de enhebrado comprende un bloqueo unidireccional para evitar el movimiento de la línea en las partes de enhebrado y prevenir la apertura de la abrazadera.
10. La abrazadera de la reivindicación 9, en donde el bloqueo unidireccional comprende una única polea de captura de progreso a través de la cual se enhebra la línea.
11. Un método de montaje o desmontaje de una pala del rotor de una turbina eólica, el método que comprende:
- proporcionar una abrazadera de la pala del rotor como se define en la reivindicación 1;

instalar aparejos en la abrazadera y suspender la abrazadera desde la parte superior de la turbina eólica en una posición donde la abrazadera pueda recibir la pala del rotor entre las partes de sujeción de la abrazadera;

5 tensar previamente el mecanismo de enhebrado con la línea enhebrada a través de este hasta que la distancia entre los extremos distales de las partes de sujeción sea una distancia predeterminada basada en la geometría de la pala del rotor;

10 mover la abrazadera sobre la punta de la pala del rotor de manera que la punta de la pala del rotor esté entre las partes de sujeción de la abrazadera, y luego mover la abrazadera a lo largo de la pala del rotor con la pala del rotor entre las partes de sujeción hasta que la abrazadera llegue a la ubicación de sujeción designada;

operar el mecanismo de enhebrado para cerrar la abrazadera en la pala del rotor en la ubicación de sujeción designada para asegurar la pala del rotor en la abrazadera; y,

15 elevar o bajar la pala del rotor utilizando el aparejo instalado en la abrazadera o el aparejo separado instalado en la pala del rotor.

20 12. El método de la reivindicación 11, que además comprende la instalación de al menos un calzo en la cara interior de al menos una de las partes de sujeción de la abrazadera, el al menos un calzo que tiene una geometría que depende del tipo de pala del rotor que se está montando o desmontando.

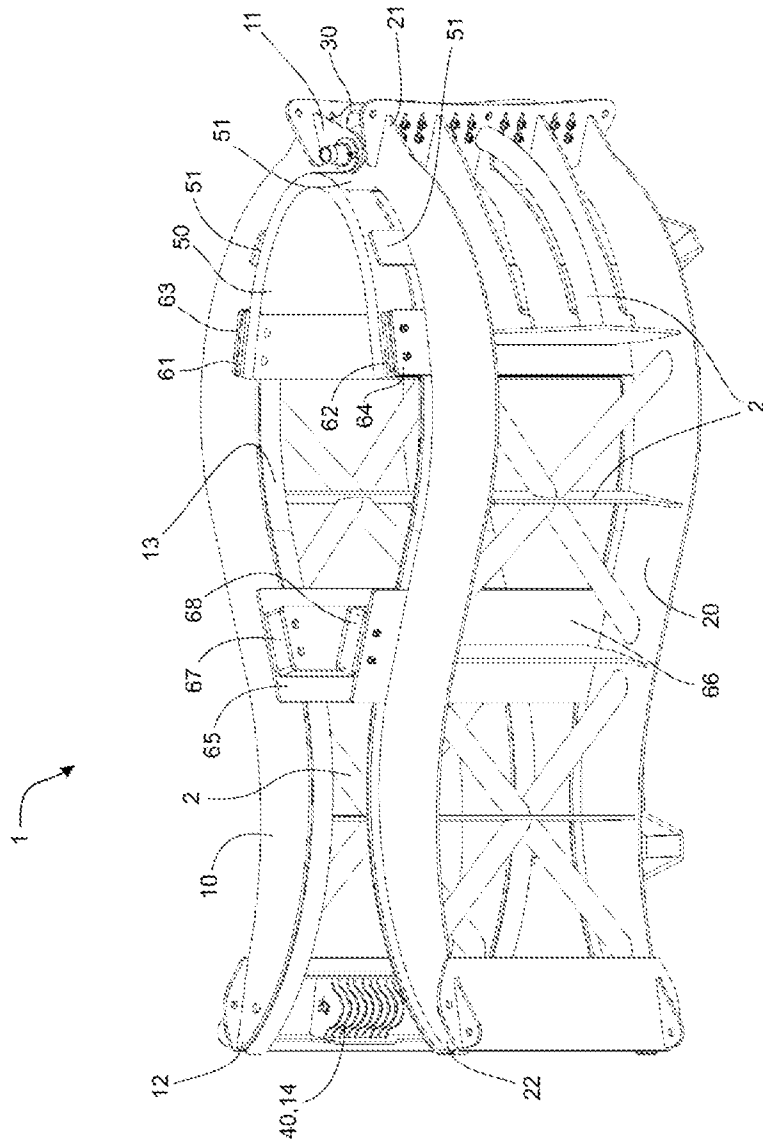


Figura 1

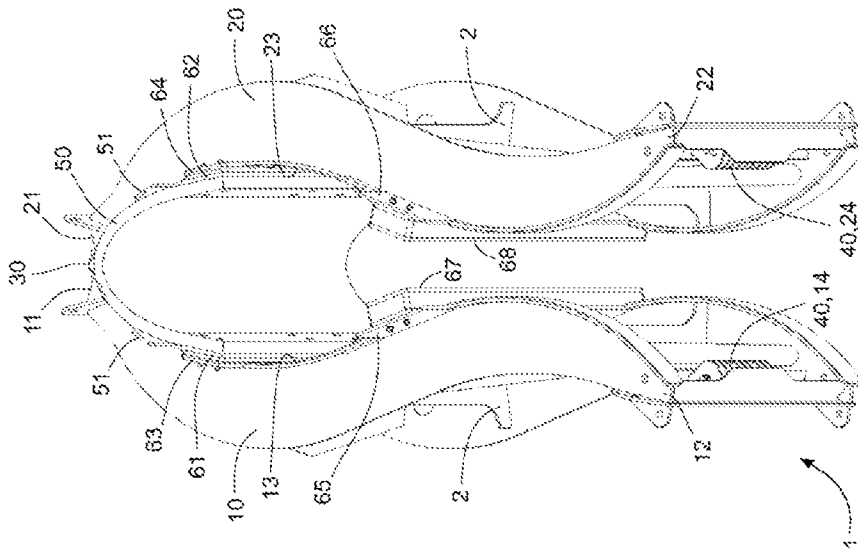


Figure 3

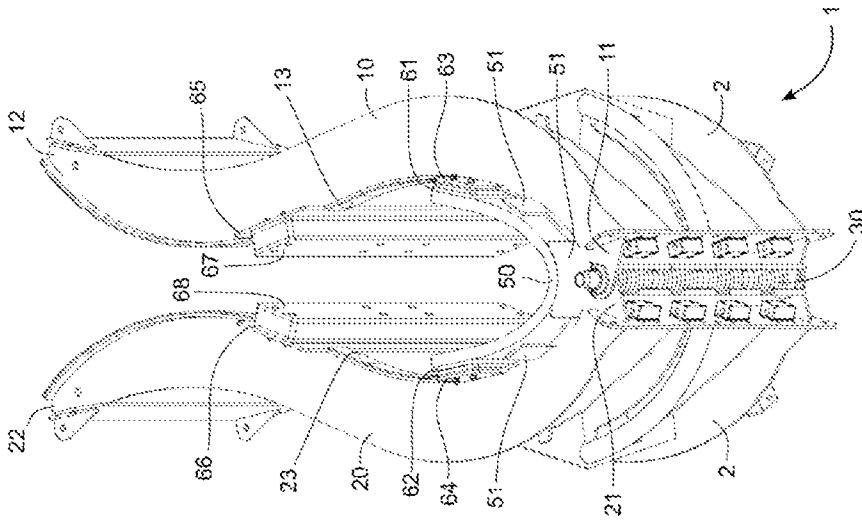


Figure 2

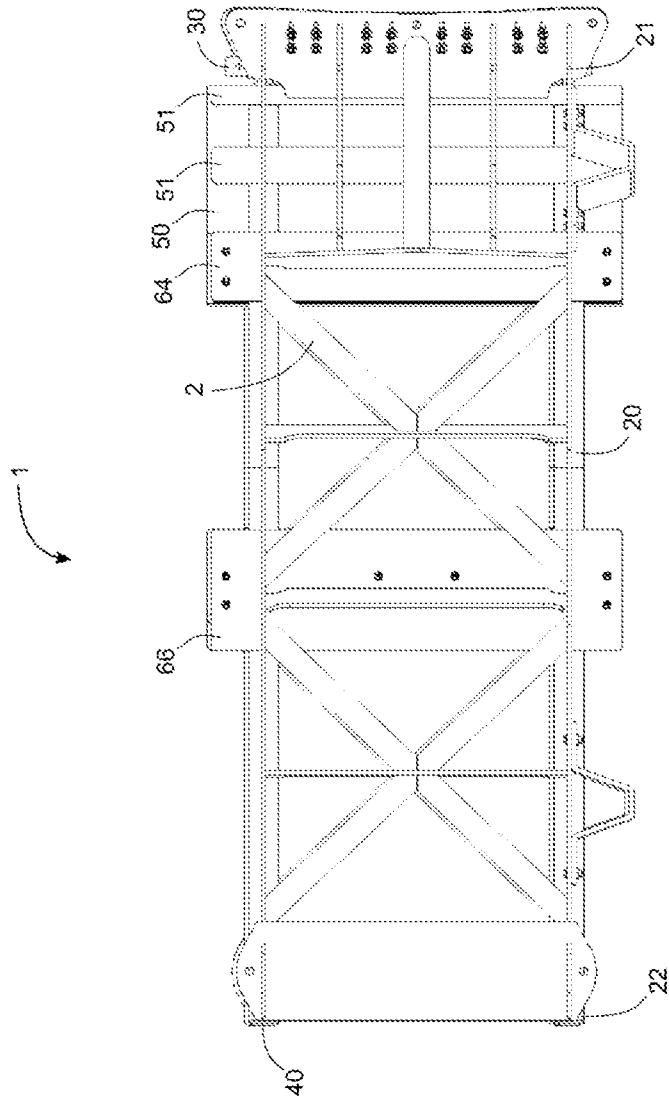


Figura 4

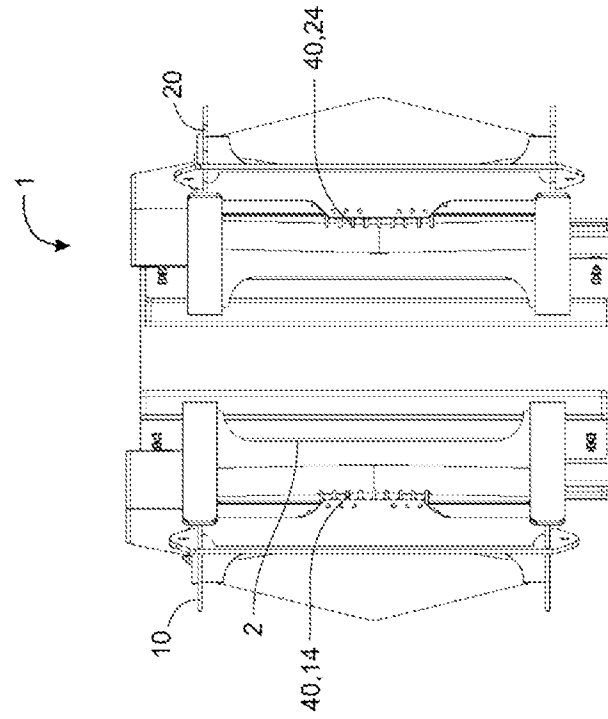


Figura 8

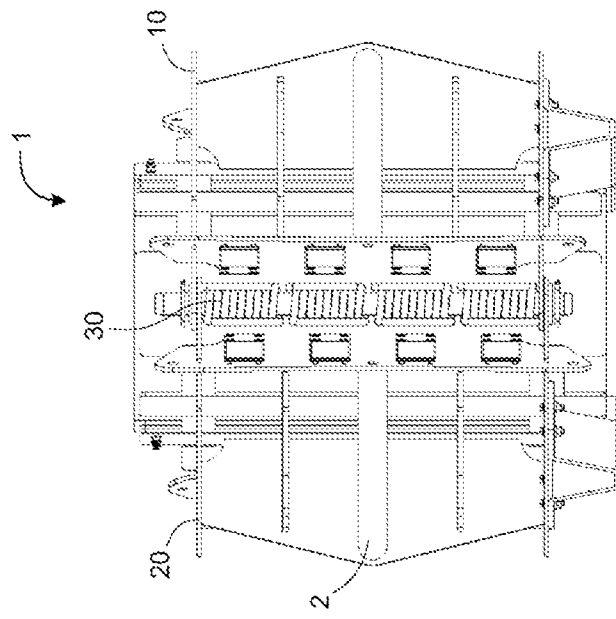


Figura 7

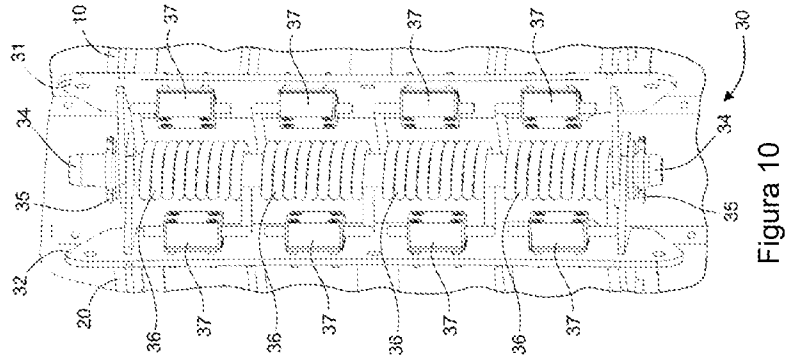


Figure 10

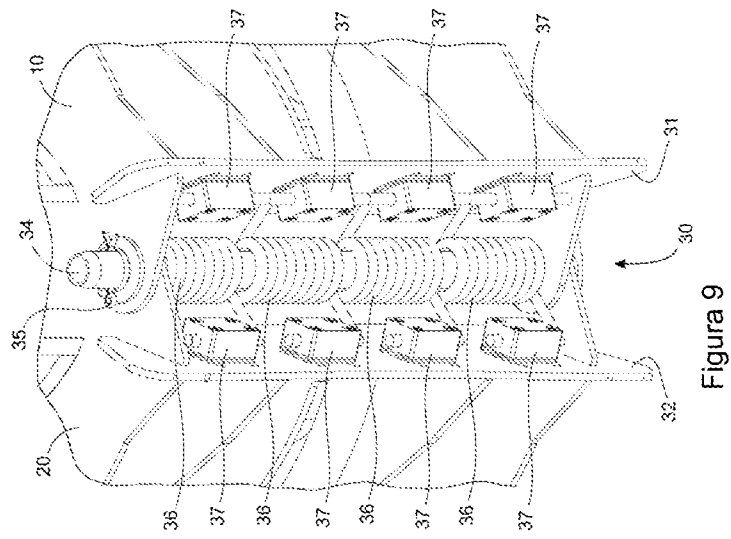


Figure 9

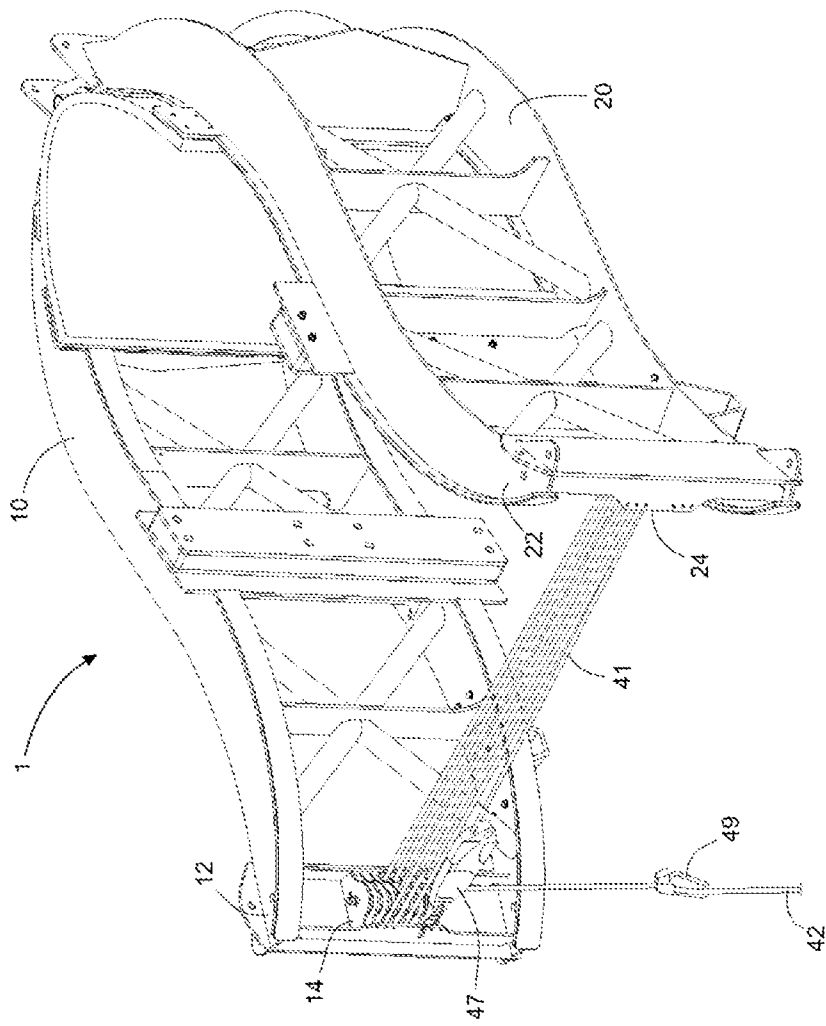


Figura 11

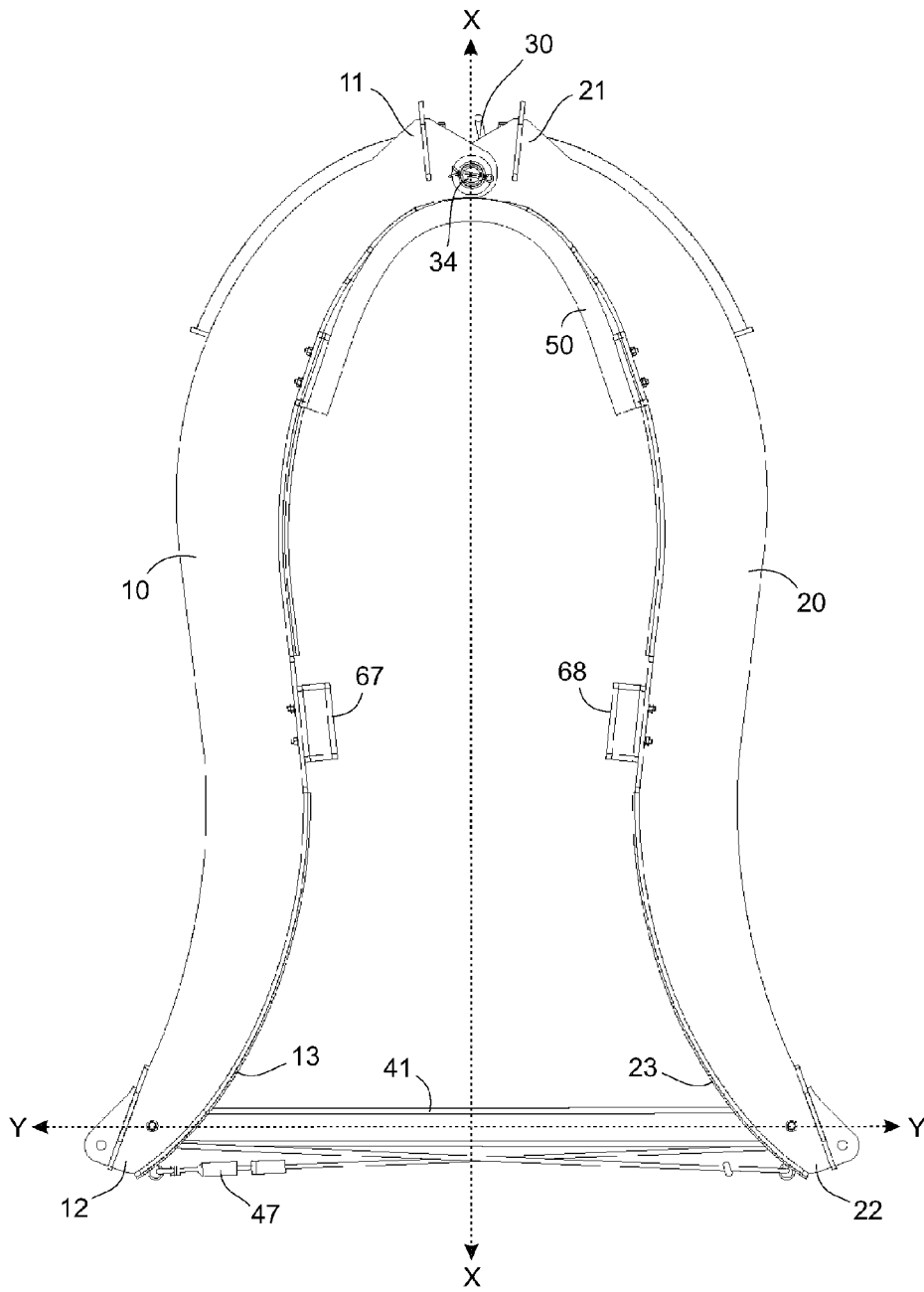


Figura 12

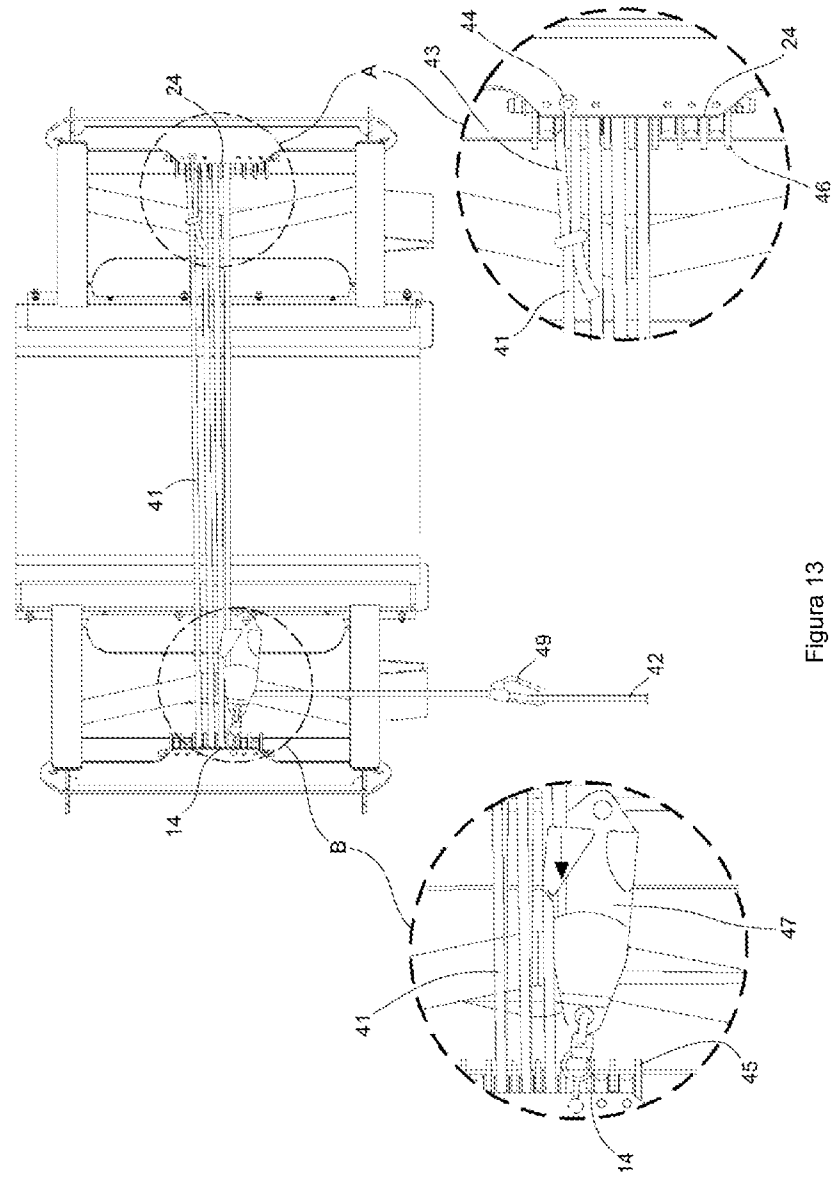


Figure 13

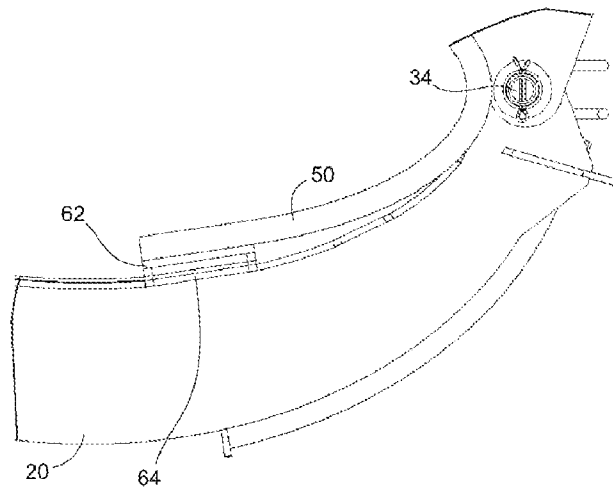


Figura 14

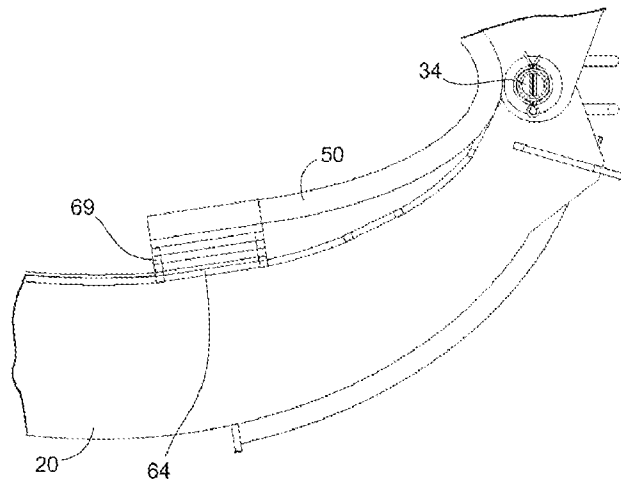


Figura 15

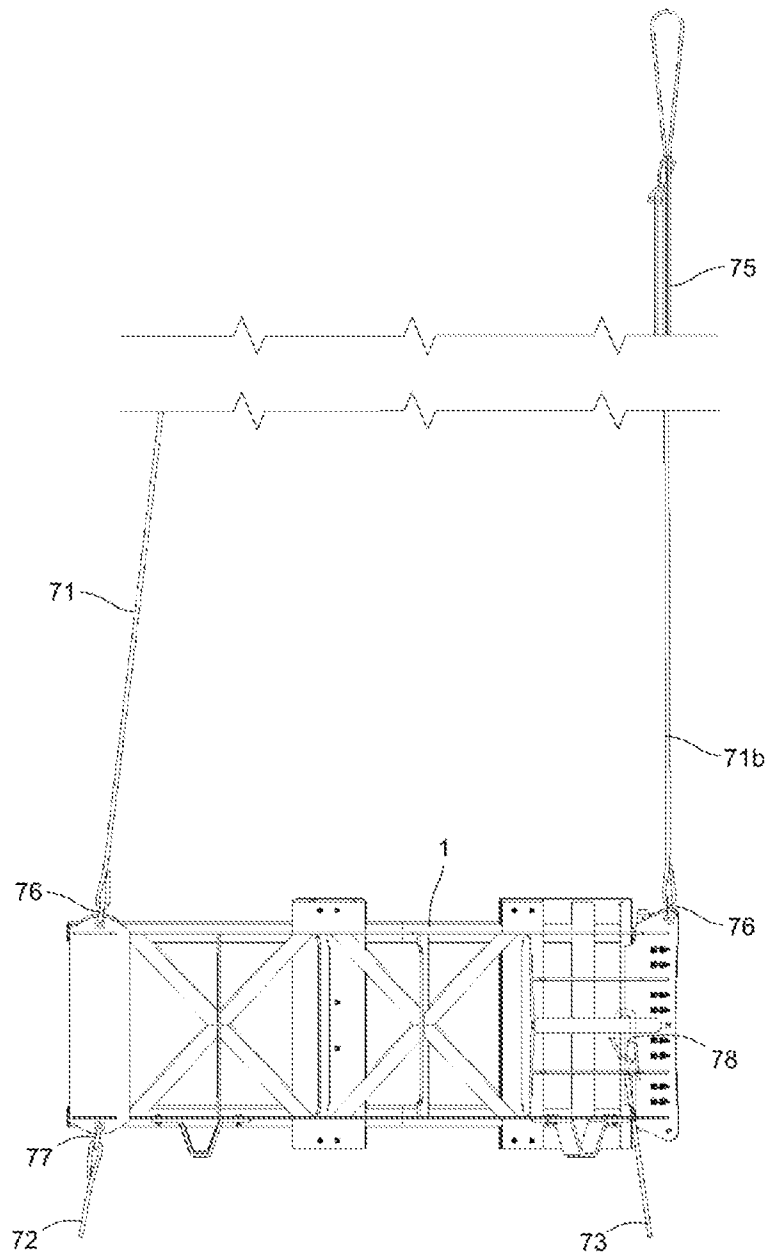


Figura 18

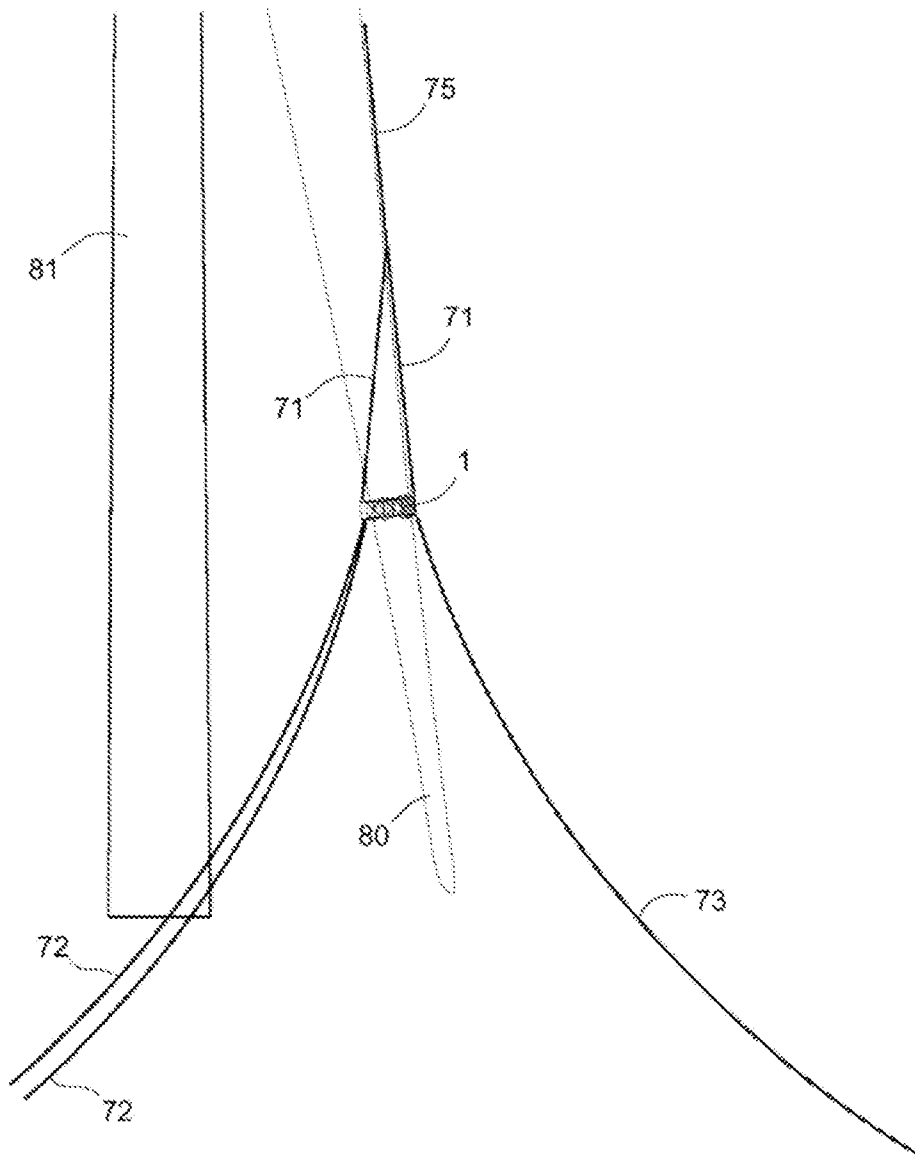


Figura 19

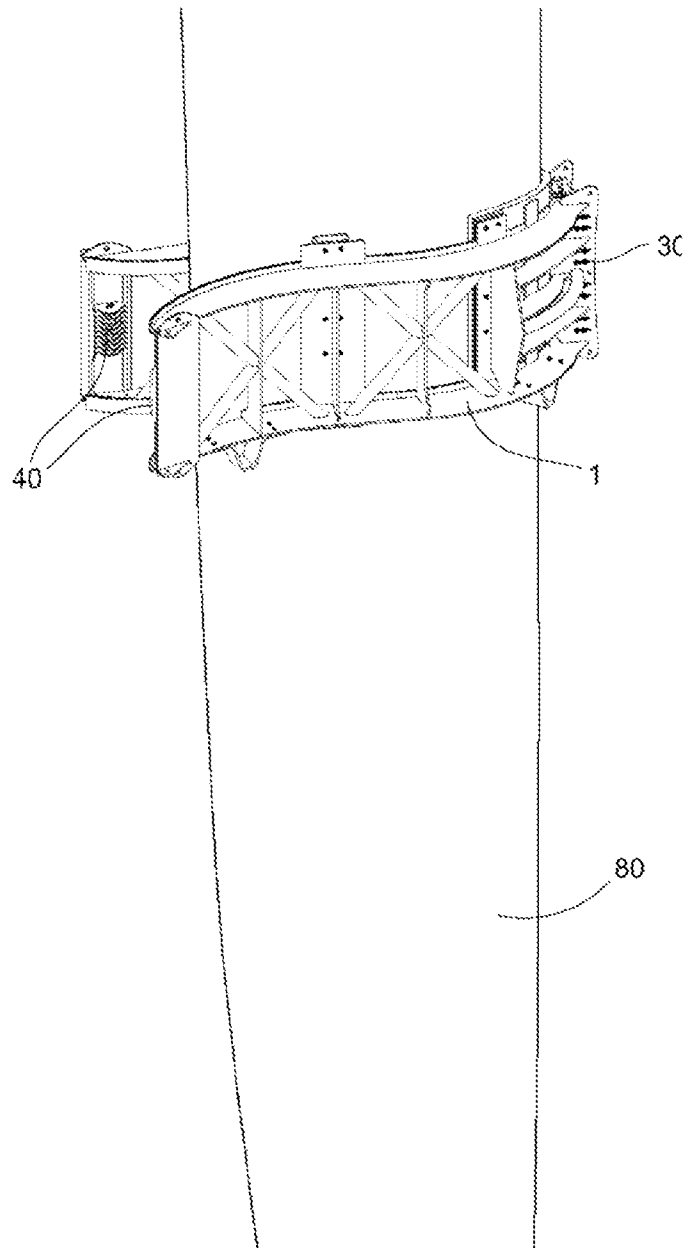


Figura 20

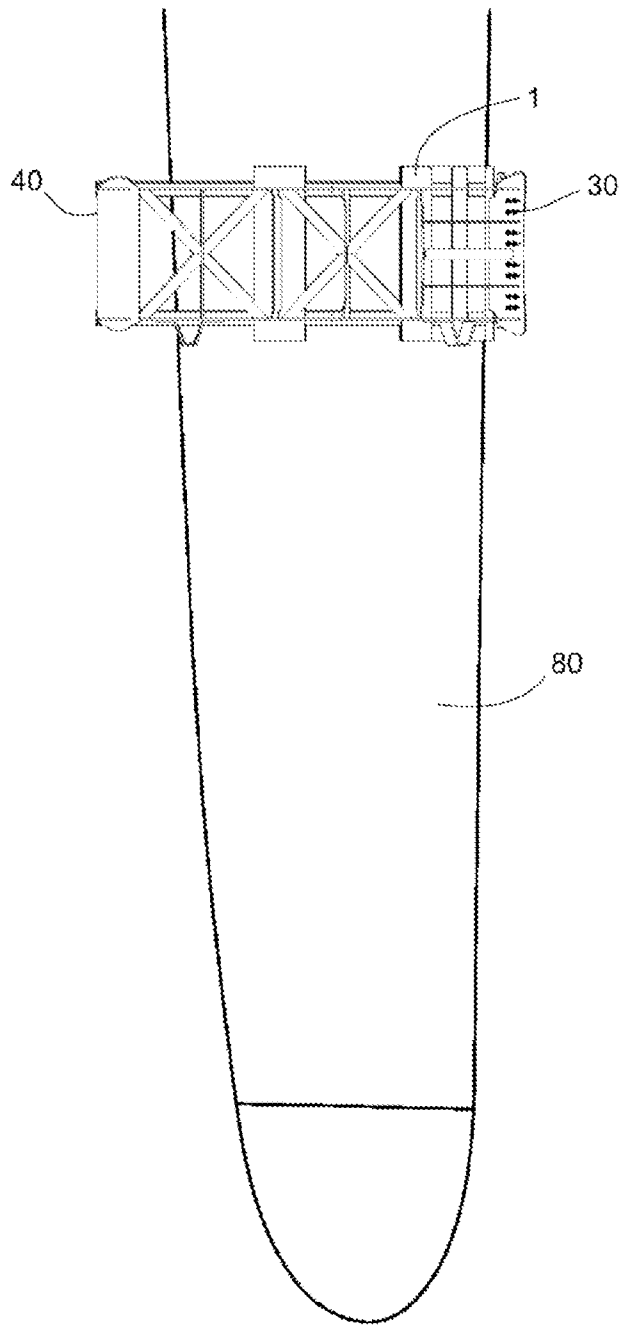


Figura 21