

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 429**

51 Int. Cl.:

F03D 13/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2020** **E 20382390 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** **EP 3910195**

54 Título: **Disposición de sección de torre para una torre arriostrada de una turbina eólica, torre de turbina eólica arriostrada, turbina eólica y método para ensamblar una turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2024

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
INNOVATION & TECHNOLOGY S.L. (100.0%)
Avenida de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren (Navarra), ES**

72 Inventor/es:

SAEZ ANTHONISEN, AITOR

ES 2 980 429 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

Disposición de sección de torre para una torre arriostrada de una turbina eólica, torre de turbina eólica arriostrada, turbina eólica y método para ensamblar una turbina eólica

5

La presente invención se refiere a una disposición de sección de torre para una torre arriostrada de una turbina eólica, una torre de turbina eólica arriostrada, una turbina eólica y un método para ensamblar una turbina eólica.

10 La producción de energía de una turbina eólica en un sitio determinado aumenta con la altura del cubo del rotor y, por lo tanto, con la altura de la torre. Sin embargo, al aumentar la altura de la torre, los requisitos estructurales de la torre son uno de los factores desafiantes y limitantes.

15 Las torres de las turbinas eólicas están sujetas a diversas cargas, tales como cargas estáticas derivadas del peso de la góndola y de la propia torre, y cargas dinámicas, por ejemplo, que surgen del empuje del rotor y del viento entrante espacialmente irregular y temporalmente inestable. Además, las torres de las turbinas eólicas, que son estructuras altas y delgadas, son generalmente susceptibles a las vibraciones. Por lo tanto, las cargas inducidas por resonancia debidas a excitaciones cercanas a la frecuencia natural de la torre pueden desempeñar un papel importante.

20 Aumentar la altura de una torre de turbina eólica requiere aumentar su resistencia y rigidez estructurales. El aumento del diámetro de la torre y/o el grosor de su pared está limitado por cuestiones de transporte y costes.

25 Alternativamente, la resistencia estructural y la rigidez de una torre de turbina eólica se pueden aumentar diseñándola como una torre arriostrada que utilice cables tirantes. Los cables tirantes se anclan convencionalmente en la superficie interior de la pared de la torre de la turbina eólica. Sin embargo, los medios de fijación internos ocupan un espacio dentro de la torre que podría ser necesario para otros elementos, tal como una escalera, un ascensor, cables eléctricos y plataformas. Además, se requiere una plataforma adicional para acceder a los medios de fijación internos.

30 El documento CN 210 049 990 U describe la fijación de cables tirantes para una torre de turbina eólica arriostrada en bridas de la sección de torre. El documento WO 2016/116107 A1 describe la fijación a la torre de dos cables tirantes que se extienden desde dos distintos elementos de anclaje al suelo, de manera que las líneas de proyección longitudinales de los dos cables tirantes convergen en un punto de convergencia que se encuentra dentro de la pared de la torre o dentro de la torre. El documento WO 2018/233784 A1 describe la fijación de cables tirantes para una turbina eólica multirrotor en una disposición de guiñada entre una torre y una estructura portadora de carga. El documento CN 202 132 187 U describe la fijación de cables tirantes para una torre de turbina eólica arriostrada a un dispositivo de anclaje, una brida en forma de T o una placa de orejeta.

35 Adicionalmente, un objeto de la presente invención es proporcionar una disposición mejorada de sección de torre para una torre arriostrada de una turbina eólica. Adicionalmente, un objeto de la presente invención es proporcionar una torre de turbina eólica arriostrada mejorada y una turbina eólica mejorada. Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un método mejorado para ensamblar una turbina eólica.

40 Según un primer aspecto, se proporciona una disposición de sección de torre para una torre arriostrada de una turbina eólica según la reivindicación 1.

45 Tener los cables tirantes conectados a los soportes fijados en la superficie exterior de la pared de sección de torre, permite en la torre un anclaje más fácil de los cables tirantes. Por ejemplo, permite conectar los cables tirantes a la sección de torre desde el exterior de la torre. Por lo tanto, no se requiere una plataforma adicional dentro de la torre para fijar los cables tirantes desde el interior. Por ejemplo, permite conectar los soportes y/o los cables tirantes antes de levantar la sección de torre durante la instalación de la turbina eólica. Además, los medios de conexión no ocupan un espacio dentro de la torre que sea necesario para otros equipos.

50 Al disponer los cables tirantes de manera que el ángulo entre cada cable tirante y la tangente a la circunferencia exterior en el soporte respectivo tenga, en una vista superior de la turbina eólica montada, un valor de 90°, se requieren menos cables tirantes para soportar la torre. Por ejemplo, tres cables tirantes podrían ser suficientes para proporcionar la resistencia estructural requerida de la torre. Al tener menos cables tirantes, el área alrededor de la torre está menos congestionada, lo que permite un acceso más fácil a la torre y un mantenimiento más sencillo de la torre.

55 La turbina eólica es un aparato para convertir la energía cinética del viento en energía eléctrica. La turbina eólica comprende, por ejemplo, un rotor que tiene una o más las palas, una góndola que comprende un generador, y una torre que sostiene, en su extremo superior, la góndola. La torre de la turbina eólica está conectada a un cimiento de la turbina eólica. La turbina eólica es, por ejemplo, una turbina eólica terrestre.

60 La torre tiene, por ejemplo, una altura de 120 a 180 metros o más. La torre es, en particular, una torre de turbina eólica arriostrada que comprende los cables tirantes. Los cables tirantes soportan la rigidez estructural y la firmeza de la torre. Por lo tanto, los cables tirantes garantizan la estabilidad de la torre con respecto a las cargas de fatiga y las

65

cargas extremas. En particular, los cables tirantes garantizan la estabilidad de la torre con respecto a los eventos dinámicos provocados por el viento.

La torre comprende, por ejemplo, varias secciones de torre atornilladas entre sí en bridas de sección de torre. La sección de torre en la que se anclan los cables tirantes por medio de los soportes es, por ejemplo, una sección de torre de una mitad superior de la torre. La sección de torre a la que se anclan los cables tirantes mediante los soportes es, por ejemplo, una sección de torre corta que se puede transportar verticalmente. Su altura es, por ejemplo, menor que su diámetro. Tiene, por ejemplo, una altura de 1,5 a 3 metros. Sin embargo, también puede tener una altura diferente. Los cables tirantes pueden, por ejemplo, fijarse a la sección de torre cuando la sección de torre esté de pie verticalmente sobre el suelo, p. ej., en el sitio de montaje.

La pared de sección de torre es, en particular, una pared exterior de la sección de torre.

Los al menos dos soportes se fijan a la superficie exterior de la pared en diferentes ubicaciones de su circunferencia. Las diferentes ubicaciones están, en particular, separadas entre sí en la circunferencia en intervalos uniformes. Por lo tanto, los al menos dos cables tirantes conectados a los soportes están, en particular, dispuestos espaciados uniformemente alrededor de la sección de torre y la torre. Esto es ventajoso, ya que los cables tirantes solo proporcionan fuerza de tracción, pero no fuerza de compresión.

Los cables tirantes son elementos estructurales con una alta resistencia a las tensiones de tracción. Los cables tirantes están hechos, por ejemplo, de metal, en particular de acero, p. ej., acero de alta resistencia.

Cada cable tirante incluye, por ejemplo, una o más hebras de cables trenzados. Cada cable tirante incluye, por ejemplo, un núcleo de cable. Cada cable tirante incluye, por ejemplo, un revestimiento.

Un ángulo de 90° entre cada cable tirante y una tangente a la circunferencia exterior en el soporte respectivo, debe entenderse como un ángulo de aproximadamente 90°. Esto significa que incluye valores de alrededor de 90°, por ejemplo, valores en el rango de exactamente 80° a exactamente 100°, de exactamente 85° a exactamente 95°, y/o de exactamente 88° a exactamente 92°.

Los cimientos de cables están hechos, por ejemplo, de hormigón. Están, por ejemplo, enterrados en el suelo. Los cables tirantes se conectan, por ejemplo, a los cimientos de cables mediante medios de conexión, estando los medios de conexión parcialmente incrustados en el hormigón.

Los al menos dos soportes están fijados a la superficie exterior de la pared por medio de pernos.

Por lo tanto, los soportes para los cables tirantes se pueden fijar fácilmente a la superficie de la pared exterior de la sección de torre. Los soportes se pueden fijar, por ejemplo, mediante pernos, a la pared de torre de la sección de torre, después de transportar la sección de torre a un sitio de montaje de la turbina eólica. Esto permite un transporte más fácil de la sección de torre, ya que la sección de torre sin los soportes tiene un diámetro menor que la sección de torre con los soportes. Por ejemplo, cada soporte se extiende aproximadamente de 0,5 a 1 metro desde la pared de sección de torre. En este ejemplo, la sección de torre sin los soportes sería aproximadamente de 1 a 2 metros más pequeña que la sección de torre con los soportes fijados.

Además, existen en algunos países normas restrictivas con respecto a la anchura/diámetro de los objetos transportados por tierra. Dichas normas restrictivas pueden, por ejemplo, exigir que el diámetro de un objeto transportado sea inferior a 4,5 metros. Sin embargo, con los soportes fijados, es probable que la sección de torre para una torre de turbina eólica grande tenga un diámetro superior a 4,5 metros. Por lo tanto, el fijar los soportes después del transporte de la sección de torre puede permitir el transporte por tierra de la sección de torre también en países que tengan tales regulaciones.

Los soportes incluyen, en particular, varios orificios pasantes para recibir los pernos.

Según una primera alternativa de la reivindicación 1, la disposición de sección de torre comprende medios de fijación soldados a la superficie exterior de la pared, en donde los al menos dos soportes están atornillados a los medios de fijación.

Los medios de fijación soldados a la superficie exterior incluyen, por ejemplo, pequeñas placas verticales, circunferenciales y/o parcialmente circunferenciales con orificios pasantes para recibir los pernos. Los medios de fijación pueden incluir, por ejemplo, un anillo que abarque la circunferencia exterior de la sección de torre.

Disponer de los medios de fijación permite una fijación de los soportes aún más fácil.

Según una segunda alternativa de la reivindicación 1, la pared de sección de torre incluye orificios pasantes en la pared, y los al menos dos soportes están atornillados a la superficie exterior de la pared mediante pernos insertados a través de los orificios pasantes de la pared.

Por lo tanto, los soportes se pueden atornillar directamente a la pared de sección de torre. Los soportes pueden, por ejemplo, atornillarse a la sección de torre cuando la sección de torre aún se encuentre en el suelo. Los tornillos se fijan, por ejemplo, con tuercas.

5 Según una realización adicional, cada uno de los al menos dos soportes comprende una estructura tipo placa. Cada una de las estructuras tipo placa está dispuesta, en una vista superior de la turbina eólica montada, en un ángulo de 90° con respecto a la tangente a la circunferencia exterior en la estructura tipo placa respectiva. Además, cada una de las estructuras tipo placa comprende un orificio pasante de soporte en una dirección paralela a dicha tangente. Además, cada uno de los orificios pasantes del soporte está configurado para su conexión con el primer extremo del cable tirante respectivo.

10 Tener las estructuras tipo placa orientadas en el mismo ángulo que los cables tirantes, permite una mejor transmisión de la carga desde la torre a los cables tirantes.

15 Cada una de las estructuras tipo placa está dispuesta, en particular, en una vista superior de la sección de torre vertical, en un ángulo de 90° con respecto a la tangente a la circunferencia exterior en la estructura tipo placa respectiva.

Según una realización adicional, cada uno de los al menos dos cables tirantes está conectado en su primer extremo con una horquilla que tiene dos orificios pasantes de horquilla. Cada horquilla está dispuesta de manera que sus dos orificios pasantes de horquilla y el orificio pasante de soporte respectivo estén alineados entre sí. Además, cada uno de los al menos dos cables tirantes está conectado a uno de los soportes mediante un pasador que se inserta a través de los dos orificios pasantes de horquilla respectivos y del orificio pasante de soporte respectivo.

20 Tener cada cable tirante conectado al soporte respectivo mediante una horquilla y un pasador, permite la rotación del cable tirante alrededor de un eje definido por el pasador, antes de conectar el cable tirante respectivo a su cimiento de cable. En otras palabras, permite la rotación alrededor de un eje paralelo a la tangente a la circunferencia exterior de la pared de sección de torre en el soporte respectivo. Por lo tanto, es posible corregir pequeñas desviaciones angulares antes de conectar un cable tirante al cimiento de cable. Por lo tanto, existe una mayor tolerancia de construcción con respecto a la disposición relativa de la torre, los soportes y los cimientos de cables. Además, la conexión horquilla-pasador restringe la rotación del cable tirante en otras direcciones.

Según una realización adicional, la sección de torre comprende uno o más elementos de refuerzo en una superficie interior de la pared de sección de torre, y opuestos a los al menos dos soportes fijados a la superficie exterior de la pared de sección de torre.

35 Por lo tanto, la pared de sección de torre se refuerza en una región en donde la fuerza de tracción de los cables tirantes afecte a la pared de sección de torre.

Según una realización adicional, la disposición de sección de torre comprende:

40 tres cables tirantes, y

tres soportes fijados a la superficie exterior de la pared de sección de torre, y dispuestos a intervalos correspondientes a ángulos de 120° a lo largo de su circunferencia.

45 La disposición de sección de torre también puede comprender, por ejemplo, cuatro cables tirantes y cuatro soportes, en donde los cuatro soportes están fijados a la superficie exterior de la pared y dispuestos a intervalos de 90° a lo largo de su circunferencia.

50 Según un segundo aspecto, se proporciona una torre de turbina eólica. La torre de la turbina eólica está configurada para arriostrarse por medio de cables tirantes. Además, la torre comprende una disposición de sección de torre como la descrita anteriormente.

Según un tercer aspecto, se proporciona una turbina eólica. La turbina eólica comprende una torre arriostrada como se describió anteriormente, y al menos dos cimientos de cables. Además, cada uno de los al menos dos cables tirantes de una disposición de sección de torre de la torre, está conectado en su primer extremo a un soporte de una sección de torre de la disposición de sección de torre, y está conectado en su segundo extremo a uno de los cimientos de cables. Además, cada uno de los al menos dos cables tirantes está arriostrado entre el soporte respectivo y el cimiento de cable respectivo. Además, un ángulo entre cada cable tirante y una tangente a una circunferencia exterior de una pared de sección de torre en el soporte respectivo tiene, en una vista superior de la turbina eólica montada, un valor de 90°.

Según un cuarto aspecto, se propone un método para ensamblar una turbina eólica según la reivindicación 8.

65 Por lo tanto, los cables tirantes se fijan a la sección de torre mediante los soportes antes de levantar la sección de torre para conectar la sección de torre con otra sección de torre ya erigida. Por lo tanto, los cables tirantes se pueden conectar más fácilmente a la sección de torre. Los cables tirantes pueden, por ejemplo, fijarse a los soportes de la

sección de torre en un sitio de montaje de la turbina eólica. Los cables tirantes pueden, por ejemplo, fijarse a los soportes cuando la sección de torre esté en posición vertical sobre el suelo.

5 Según una realización del cuarto aspecto, el método incluye, antes de la etapa a), la etapa de fijar los al menos dos soportes a la sección de torre en un sitio de montaje de la turbina eólica.

Por lo tanto, la sección de torre se puede transportar al sitio de montaje sin los soportes.

10 Según una realización adicional del cuarto aspecto, el método incluye, después de la etapa c), la etapa de conectar cada uno de los al menos dos cables tirantes a un cimiento de cable.

Según una realización adicional del cuarto aspecto, el método incluye la etapa de tensar los al menos dos cables tirantes.

15 Las realizaciones y características descritas con referencia a la disposición de sección de torre de la presente invención, se aplican *mutatis mutandis* a la torre, la turbina eólica y el método de la presente invención, y viceversa.

20 Posibles implementaciones o soluciones alternativas adicionales de la invención también abarcan combinaciones, que no se mencionan explícitamente en la presente memoria, de las características descritas anteriormente o a continuación con respecto a las realizaciones. El experto en la técnica también podrá añadir aspectos y características individuales o aislados a la forma más básica de la invención.

25 Otras realizaciones, características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de las siguientes descripción y reivindicaciones dependientes, en combinación con los dibujos adjuntos, en donde:

la Figura 1

muestra una turbina eólica según una realización;

30 la Figura 2

muestra una vista en sección transversal parcial de una disposición de sección de torre de la turbina eólica de la Figura 1, según una primera realización;

35 la Figura 3

muestra una vista en perspectiva de un soporte de la disposición de sección de torre de la Figura 2;

la Figura 4

40

muestra una vista superior esquemática de la disposición de sección de torre de la Figura 2;

la Figura 5

45 muestra una vista en perspectiva de una conexión horquilla-pasador de un cable tirante, y un soporte de la disposición en sección de torre de la Figura 2;

la Figura 6

50 muestra una vista en sección transversal parcial de una disposición de sección de torre de la turbina eólica de la Figura 1, según una segunda realización;

la Figura 7

55 muestra una vista en perspectiva de un soporte de la disposición de sección de torre de la Figura 6;

la Figura 8

60 muestra una vista en sección transversal parcial de una disposición de sección de torre de la turbina eólica de la Figura 1, según una tercera realización;

la Figura 9

65 muestra una vista en perspectiva de un soporte de la disposición de sección de torre de la Figura 8;

la Figura 10

ilustra un método para ensamblar la turbina eólica de la Figura 1; y

la Figura 11

muestra un diagrama de flujo que ilustra el método para ensamblar la turbina eólica de la Figura 1.

En las figuras, los números de referencia similares designan elementos similares o funcionalmente equivalentes, salvo que se indique lo contrario.

La Figura 1 muestra una turbina eólica 1 según una realización.

La turbina eólica 1 comprende un rotor 2 que tiene, por ejemplo, tres palas 3 de rotor. Las palas 3 de rotor se conectan a un cubo 4 de la turbina eólica 1. El cubo 2 está conectado a un generador (no mostrado) dispuesto dentro de una góndola 5. La góndola 5 está dispuesta en el extremo superior de una torre 6 de la turbina eólica 1. La góndola 5 está conectada a la torre 6, por ejemplo, mediante un cojinete de guiñada (no mostrado), de manera que la góndola 5 pueda girar con respecto a la torre 6. La torre 6 se erige, por ejemplo, sobre un monopilote 7 clavado en el suelo. La turbina eólica 1 es, en particular, una turbina eólica terrestre.

La turbina eólica 1 convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. Cuanto más alto esté el cubo 4, es decir, cuanto más alta sea la torre 6, más energía eléctrica se puede generar con una turbina eólica en un sitio de aprovechamiento eólico determinado.

La torre 6 tiene, por ejemplo, una altura de 120 a 180 metros. La torre 6 comprende, por ejemplo, varias secciones de torre, tales como las secciones 8, 9, 10 de torre que se muestran esquemáticamente en la Figura 1. La torre 6 es una torre arriostrada que comprende cables tirantes 11. Cada cable tirante 11 está atado entre la sección 9 de torre y un cimiento 12 de cable respectivo. Los cimientos 12 de los cables incluyen, por ejemplo, bloques de hormigón enterrados en el suelo.

Los cables tirantes 11 están conectados a la sección 9 de torre, como se describe a continuación.

La Figura 2 muestra una primera realización de una disposición 13 de sección de torre. La disposición 13 de sección de torre comprende la sección 9 de torre, los cables tirantes 11 y los soportes 14. La disposición 13 de sección de torre comprende, por ejemplo, tres cables tirantes 11 y tres soportes 14.

Los soportes 14 de la primera realización están soldados a una superficie exterior 15 de una pared 16 de la sección 9 de torre. Cada soporte 14 comprende un orificio 17 pasante de soporte para la conexión con un cable tirante 11 respectivo.

La sección 9 de torre comprende, además, elementos 18 de refuerzo, tales como anillos circunferenciales de refuerzo en una superficie interior 19 de la pared 16 de sección de torre.

La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de uno de los soportes 14 de la primera realización. El soporte 14 incluye una estructura 20 tipo placa y varios elementos transversales 21. La estructura 20 tipo placa comprende el orificio 17 pasante de soporte.

Como se muestra esquemáticamente en la Figura 4, la estructura 20 tipo placa de cada soporte 14 está dispuesta, en una vista superior de la sección 9 vertical de torre (es decir, en una vista superior de la turbina eólica 1 erigida), en un ángulo α de 90° con respecto a una tangente 22 a la circunferencia exterior 23 en la estructura 20 tipo placa respectiva. Además, cada uno de los orificios 17 pasantes del soporte (Figura 2) está dispuesto en una dirección paralela a la tangente 22 (Figura 4).

En el ejemplo de la Figura 4, la disposición 13 de sección de torre comprende tres soportes 14 fijados a la superficie exterior 15 en diferentes ubicaciones A, B, C en su circunferencia 23. En particular, los soportes 14 están dispuestos a intervalos uniformes que corresponden a ángulos β de 120° a lo largo de su circunferencia 23.

Los elementos transversales 21 de cada soporte 14 (Figura 3) están formados de manera que se adapten a la curvatura de la circunferencia exterior 23 de la pared 16 de sección de torre (Figura 4).

Cada cable tirante 11 está conectado en su primer extremo 24 a uno de los soportes 14 (Figuras 1, 2), y está conectado en su segundo extremo 25 a uno de los cimientos 12 de cables (Figura 1).

Como se muestra en la Figura 5, cada cable tirante 11 está conectado en su primer extremo 24 al soporte 14 respectivo, por ejemplo, por medio de una horquilla 26 y un pasador 27 y un retenedor 28 de pasador. La horquilla 26 se fija al primer extremo 24 del cable tirante 11 por medio de un tubo 29 de brida y un bloque 30 de anclaje. La horquilla

26 tiene una parte 31 en forma de U, que comprende dos patas 32. Cada pata 32 comprende un orificio pasante 33 (en la Figura 5 solo se puede ver uno de los dos orificios pasantes 33).

Cada horquilla 26 está dispuesta de manera que sus dos orificios 33 pasantes de horquilla y el orificio 17 pasante de soporte respectivo (Figura 2) estén alineados entre sí. Además, el pasador 27 se introduce a través de los dos orificios 33 pasantes de horquilla alineados y el orificio 17 pasante de soporte (Figura 5). El pasador 27 se asegura con el retenedor 28 de pasador. La conexión del cable tirante 11 y el soporte 14 mediante la horquilla 26 y el pasador 27, permite la rotación del cable tirante 11 en una dirección D (Figura 5), antes de que el cable tirante 11 se fije en su otro extremo 25 al cimiento 12 del cable (Figura 1).

La Figura 6 muestra una segunda realización de una disposición 113 de sección de torre. La disposición 113 de sección de torre comprende una sección 109 de torre, cables tirantes 11 y soportes 114. La disposición 113 de sección de torre comprende, por ejemplo, tres cables tirantes 11 y tres soportes 114.

Los soportes 114 de la segunda realización están atornillados a una superficie exterior 115 de una pared 116 de la sección 109 de torre. Cada soporte 114 comprende un orificio 117 pasante de soporte para la conexión con un cable tirante 11 respectivo. Los cables tirantes 11 están conectados, por ejemplo, al orificio pasante 117 mediante un sistema horquilla-pasador similar al mostrado en la Figura 5.

La sección 109 de torre puede comprender, además, elementos 118 de refuerzo en una superficie interior 119 de la pared 116 de sección de torre, similares a los elementos 18 de refuerzo según la primera realización.

La Figura 7 muestra una vista en perspectiva de uno de los soportes 114 de la segunda realización. Cada soporte 114 incluye una estructura 120 tipo placa que tiene el orificio 117 pasante de soporte. El soporte 114 incluye, además, varios elementos transversales 121 y una placa posterior 34.

La estructura 120 tipo placa de la segunda realización está dispuesta de manera similar a la estructura 20 tipo placa de la primera realización con respecto al ángulo α de 90° con respecto a la tangente 22, como se muestra en la Figura 4.

La placa posterior 34 comprende varios orificios pasantes 35 (Figura 7) para una conexión por pernos con la pared 116 de la sección 109 de torre (Figura 6). Algunos de los orificios pasantes 35 de la placa posterior 34 se indican con un signo de referencia en la Figura 7. Además, la pared 116 de sección de torre comprende varios orificios 36 pasantes de pared. El soporte 114 está atornillado a la pared 116 mediante pernos 37 insertados en los respectivos orificios pasantes 35 del soporte 114, y en los orificios 36 pasantes de pared de la pared 116.

La Figura 8 muestra una tercera realización de una disposición 213 de sección de torre. La disposición 213 de sección de torre comprende una sección 209 de torre, cables tirantes 11 y soportes 214. La disposición 213 de sección de torre comprende, por ejemplo, tres cables tirantes 11 y tres soportes 214.

Los soportes 214 de la tercera realización están atornillados a una superficie exterior 215 de una pared 216 de la sección 209 de torre. Cada soporte 214 comprende un orificio 217 pasante de soporte para la conexión con un cable tirante 11 respectivo. Los cables tirantes 11 están conectados, por ejemplo, al orificio pasante 217 mediante un sistema horquilla-pasador similar al mostrado en la Figura 5.

La sección 209 de torre puede comprender, además, elementos de refuerzo (no mostrados) en una superficie interior 219 de la pared 216 de sección de torre, similares a los elementos 18 de refuerzo según la primera realización.

La Figura 9 muestra una vista en perspectiva de uno de los soportes 214 de la tercera realización. Cada soporte 214 incluye una estructura 220 tipo placa que tiene el orificio 217 pasante del soporte. La estructura 220 tipo placa de la tercera realización está dispuesta de manera similar a la estructura 20 tipo placa de la primera realización con respecto al ángulo α de 90° con respecto a la tangente 22, como se muestra en la Figura 4.

El soporte 214 incluye, además, varios elementos transversales 221 que tienen orificios pasantes 38. Además, la estructura 220 tipo placa también incluye varios orificios pasantes 39. Algunos de los orificios pasantes 38 y 39 se indican con un signo de referencia en la Figura 9. Los orificios pasantes 38 y 39 están configurados para una conexión por perno con los medios 40, 41 de fijación soldados a la pared 216 de la sección 209 de torre (Figura 8).

Los medios 40 de fijación incluyen, por ejemplo, una o más placas verticales con orificios pasantes 42. Los medios 40 de fijación están atornillados a la estructura 220 tipo placa del soporte 214 por medio de pernos 43 insertados en los orificios pasantes 42 y 39. Los medios 41 de fijación incluyen, por ejemplo, uno o más anillos circunferenciales o anillos circunferenciales parciales. Los medios 41 de fijación están atornillados mediante pernos 44 a los elementos transversales 221 (Figura 9).

A continuación, se describe un método para ensamblar la turbina eólica 1 de la Figura 1 con referencia a las Figuras 10 y 11.

5 En la etapa S1 del método, la sección 9, 109, 209 de torre se transporta por medio de un vehículo 45 a un sitio de montaje de la turbina eólica 1, como se muestra en la Figura 10. En este ejemplo, la sección 9, 109, 209 de torre ya comprende los soportes 14, 114, 214 antes del transporte. De manera alternativa, la sección 9, 109, 209 de torre podría transportarse sin los soportes 14, 114, 214 al sitio de montaje. En este caso, los soportes 14, 114, 214 están fijados a la sección 9, 109, 209 de torre en el sitio de montaje.

En la etapa S2 del método, los cables tirantes 11 se conectan en su primer extremo 24 a los soportes 14, 114, 214 cuando la sección 9, 109, 209 de torre está en posición vertical, como se muestra en la Figura 10.

10 En la etapa S3 del método, la disposición 13, 113, 213 de sección de torre (es decir, la sección 9, 109, 209 de torre, los soportes 14, 114, 214, y los cables tirantes 11) se eleva mediante una grúa 46 hasta otra sección 8 de torre ya erigida.

15 En la etapa S4 del método, cada uno de los cables tirantes 11 se conecta a un cimiento 12 de cable (Figura 1).

En la etapa S5 del método, cada uno de los cables tirantes 11 se tensa entre el soporte 14, 114, 214 respectivo y el cimiento 12 del cable.

20 Aunque la presente invención se ha descrito según realizaciones preferidas, resulta obvio para el experto en la técnica que las modificaciones son posibles en todas las realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una disposición (13, 113, 213) de sección de torre para una torre arriostrada (6) de una turbina eólica (1), comprendiendo la disposición (13, 113, 213) de sección de torre:

una sección (9, 109, 209) de torre que incluye una pared (16, 116, 216) que tiene una superficie exterior (15, 115, 215) con una circunferencia (23), al menos dos soportes (14, 114, 214) fijados a la superficie exterior (15, 115, 215) de la pared (16, 116, 216) en diferentes ubicaciones (A, B, C) de su circunferencia (23), y al menos dos cables tirantes (11), en donde cada cable tirante (11) está conectado en su primer extremo (24) a uno de los soportes (14, 114, 214), y está configurado para conectarse en su segundo extremo (25) a un cimiento (12) de cable, en donde un ángulo (α) entre cada cable tirante (11) y una tangente (22) a la circunferencia exterior (23) en el soporte (14, 114, 214) respectivo, tiene, en una vista superior de la turbina eólica (1) erigida, un valor de 90° cuando el cable tirante (11) respectivo está arriostrado, y en donde la disposición (213) de sección de torre comprende medios (40, 41) de fijación soldados a la superficie exterior (215) de la pared (216), y los al menos dos soportes (214) están atornillados a los medios (40, 41) de fijación, o la pared (116) de sección de torre incluye orificios (36) pasantes de pared, y los al menos dos soportes (114) están atornillados a la superficie exterior (115) de la pared (116) por medio de pernos (37) insertados a través de los orificios (36) pasantes de pared.

2. La disposición (13, 113, 213) de sección de torre según la reivindicación 1, en donde:

cada uno de los al menos dos soportes (14, 114, 214) comprende una estructura (20, 120, 220) tipo placa, cada una de las estructuras (20, 120, 220) tipo placa está dispuesta, en una vista superior de la turbina eólica (1) erigida, en un ángulo (α) de 90° con respecto a la tangente (22) a la circunferencia exterior (23) en la estructura (20, 120, 220) tipo placa respectiva, cada una de las estructuras (20, 120, 220) tipo placa comprende un orificio (17, 117, 217) pasante de soporte en una dirección paralela a dicha tangente (22), y cada uno de los orificios (17, 117, 217) pasantes de soporte está configurado para conectarse con el primer extremo (24) del cable tirante (11) respectivo.

3. La disposición (13, 113, 213) de sección de torre según la reivindicación 2, en donde:

cada uno de los al menos dos cables tirantes (11) está conectado en su primer extremo (24) a una horquilla (26) que tiene dos orificios (33) pasantes de horquilla, cada horquilla (26) está dispuesta de manera que sus dos orificios (33) pasantes de horquilla y el orificio (17, 117, 217) pasante de soporte respectivo estén alineados entre sí, y cada uno de los al menos dos cables tirantes (11) está conectado a uno de los soportes (14, 114, 214) mediante un pasador (27) que se inserta a través de los dos orificios (33) pasantes de horquilla respectivos y del orificio (17, 117, 217) pasante de soporte respectivo.

4. La disposición (13, 113, 213) de sección de torre según una de las reivindicaciones 1 - 3, en donde la sección (9, 109, 209) de torre comprende uno o más elementos (18, 118) de refuerzo en una superficie interior (19, 119, 219) de la pared (16, 116, 216) de sección de torre, y opuestos a los al menos dos soportes (14, 114, 214) fijados a la superficie exterior (15, 115, 215) de la pared (16, 116, 216) de sección de torre.

5. La disposición (13, 113, 213) de sección de torre según una de las reivindicaciones 1 - 4, que comprende:

tres cables tirantes (11), y tres soportes (14, 114, 214) fijados a la superficie exterior (15, 115, 215) de la pared (16, 116, 216) de sección de torre, y dispuestos a intervalos correspondientes a ángulos (β) de 120° a lo largo de su circunferencia (23).

6. Torre (6) de turbina eólica configurada para arriostrarse mediante cables tirantes (11), comprendiendo la torre (6) una disposición (13, 113, 213) de secciones de torre según una de las reivindicaciones 1 - 5.

7. Una turbina eólica (1), que comprende:

una torre arriostrada (6) según la reivindicación 6, y al menos dos cimientos (12) de cables, en donde cada uno de los al menos dos cables tirantes (11) de una disposición (13, 113, 213) de sección de torre de la torre (6), está conectado en su primer extremo (24) a un soporte (14, 114,

- 214) de una sección (9, 109, 209) de torre de la disposición (13, 113, 213) de sección de torre, y está conectado en su segundo extremo (25) a uno de los cimientos (12) de cables, cada uno de los al menos dos cables tirantes (11) está conectado entre el soporte (14, 114, 214) respectivo y el cimiento (12) de cable respectivo, y
- 5 un ángulo (α) entre cada cable tirante (11) y una tangente (22) a una circunferencia exterior (23) de una pared (16, 116, 216) de sección de torre en el soporte (14, 114, 214) respectivo, tiene, en una vista superior de la turbina eólica (1) erigida, un valor de 90° .
8. Un método de ensamble de una turbina eólica (1), que comprende las etapas de:
- 10 a) proporcionar (S1) una sección (9, 109, 209) de torre, incluyendo la sección (9, 109, 209) de torre al menos dos soportes (14, 114, 214) fijados a una superficie exterior (15, 115, 215) de una pared (16, 116, 216) de sección de torre, y en diferentes ubicaciones (A, B, C) en su circunferencia (23), y cada soporte (14, 114, 214) está configurado para conexión con un cable tirante (11), de manera que un ángulo (α)
- 15 entre cada cable tirante (11) y una tangente (22) a la circunferencia exterior (23) en el soporte (14, 114, 214) respectivo, tenga, en una vista superior de la turbina eólica (1) erigida, un valor de 90° cuando el cable tirante (11) respectivo está arriostrado,
- 20 b) conectar (S2) al menos dos cables tirantes (11) a los al menos dos soportes (14, 114, 214), y
- c) elevar (S3) la sección (9, 109, 209) de torre con los cables tirantes (11) fijados a otra sección (8) de torre ya erigida.
9. El método según la reivindicación 8, que incluye, antes de la etapa a), la etapa de fijar los al menos dos soportes (14, 114, 214) a la sección (9, 109, 209) de torre en un sitio de montaje de la turbina eólica (1).
- 25 10. El método según la reivindicación 8 o 9, que incluye, después de la etapa c), la etapa de conectar (S4) cada uno de los al menos dos cables tirantes (11) a un cimiento (12) de cable.
11. El método según la reivindicación 10, que incluye la etapa de tensar (S5) los al menos dos cables tirantes (11).

Figura 1

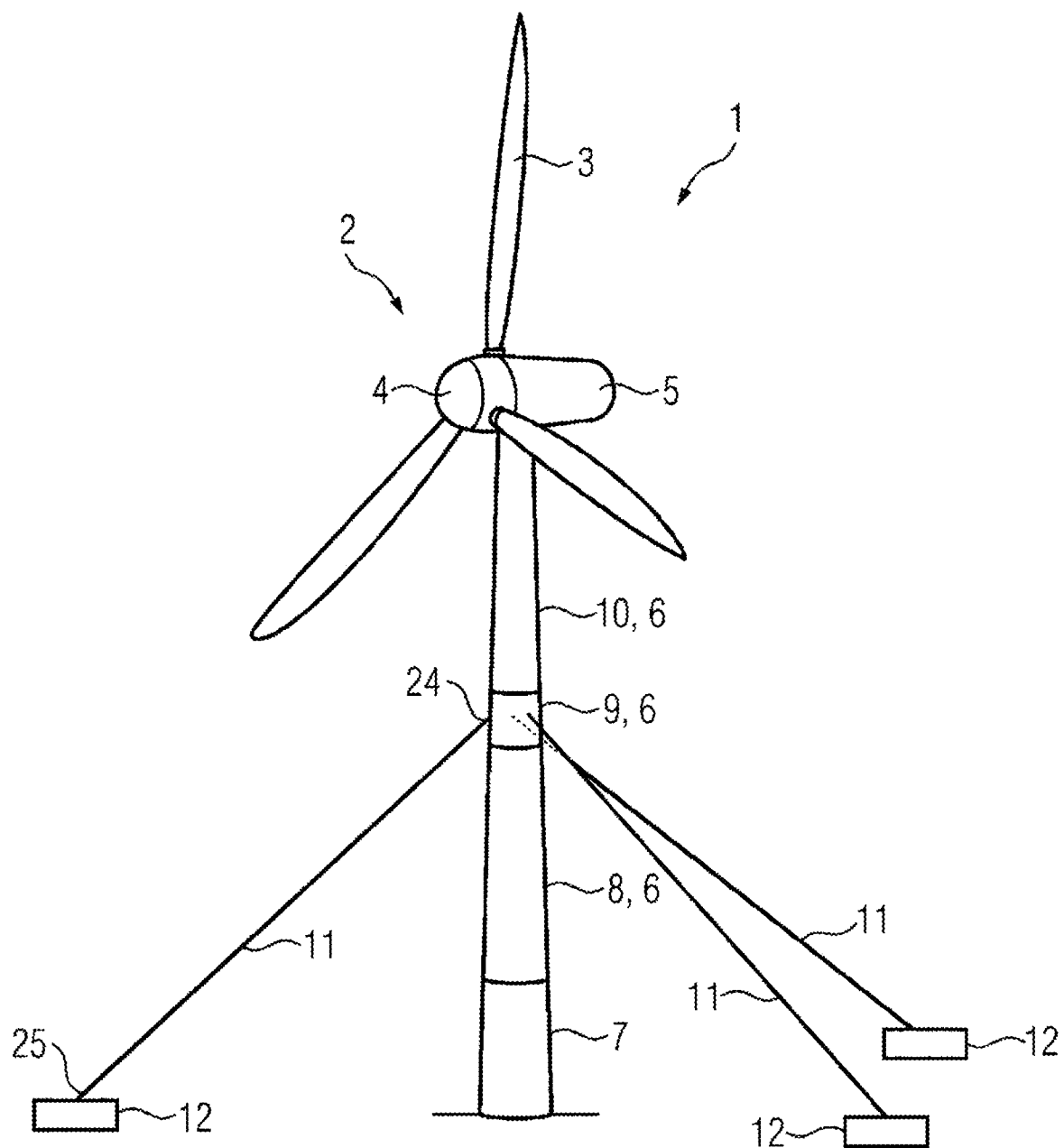


Figura 2

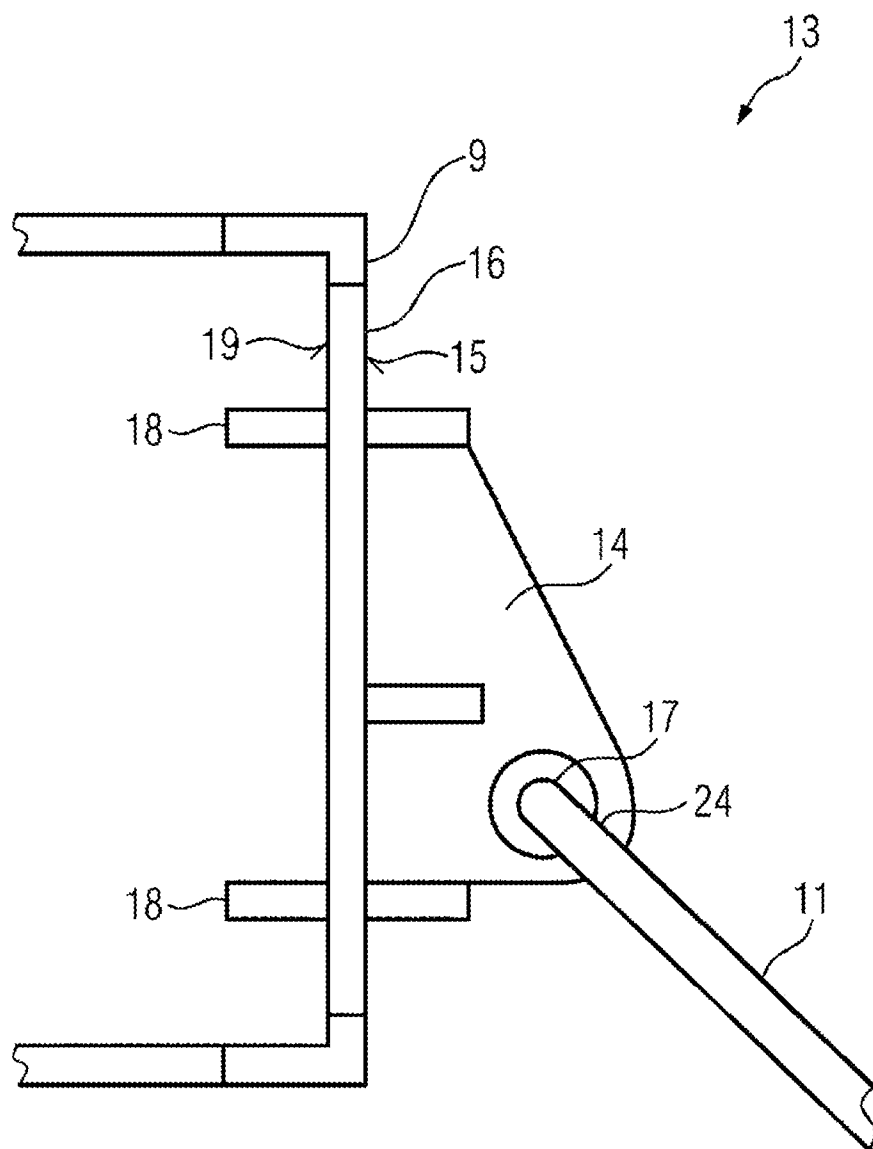


Figura 3

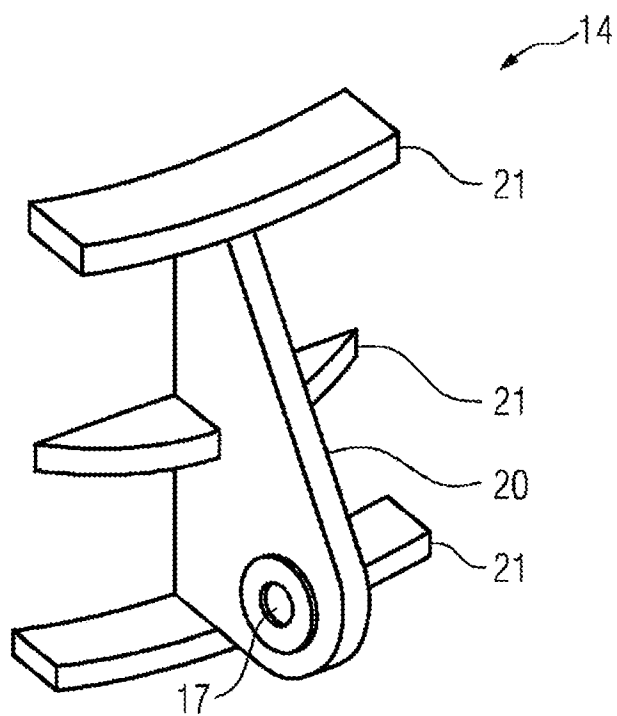


Figura 4

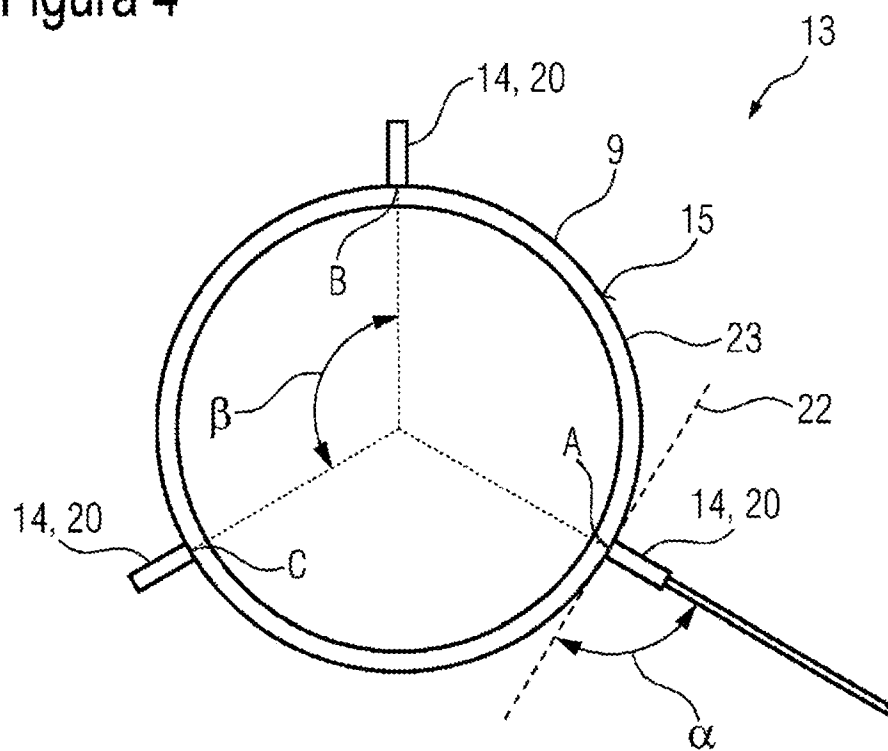


Figura 5

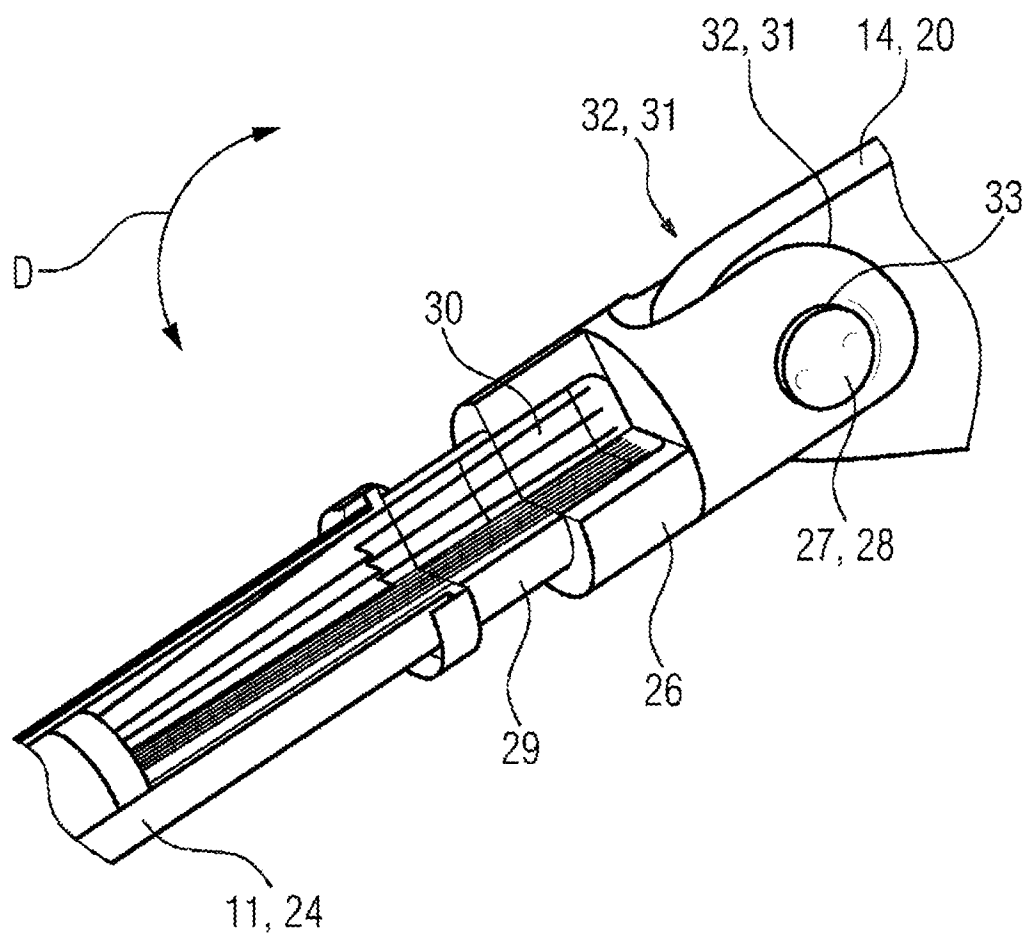


Figura 6

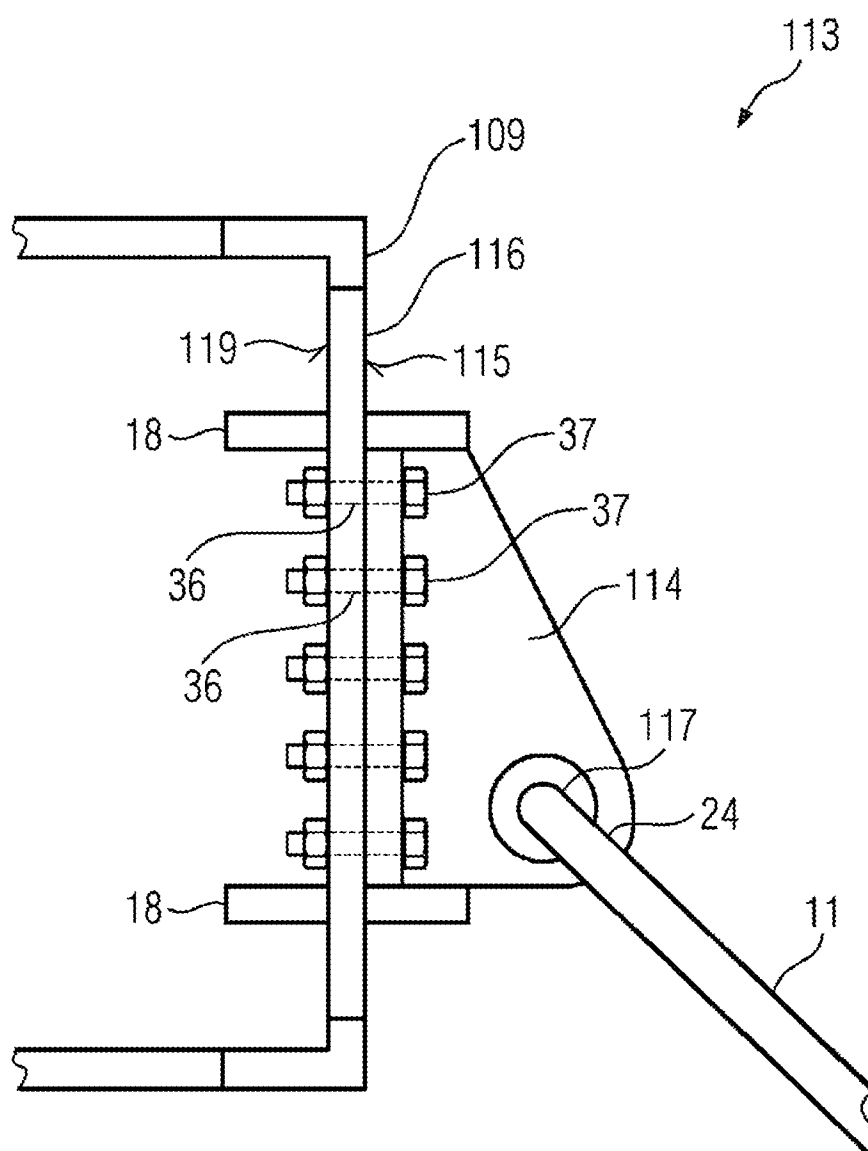


Figura 7

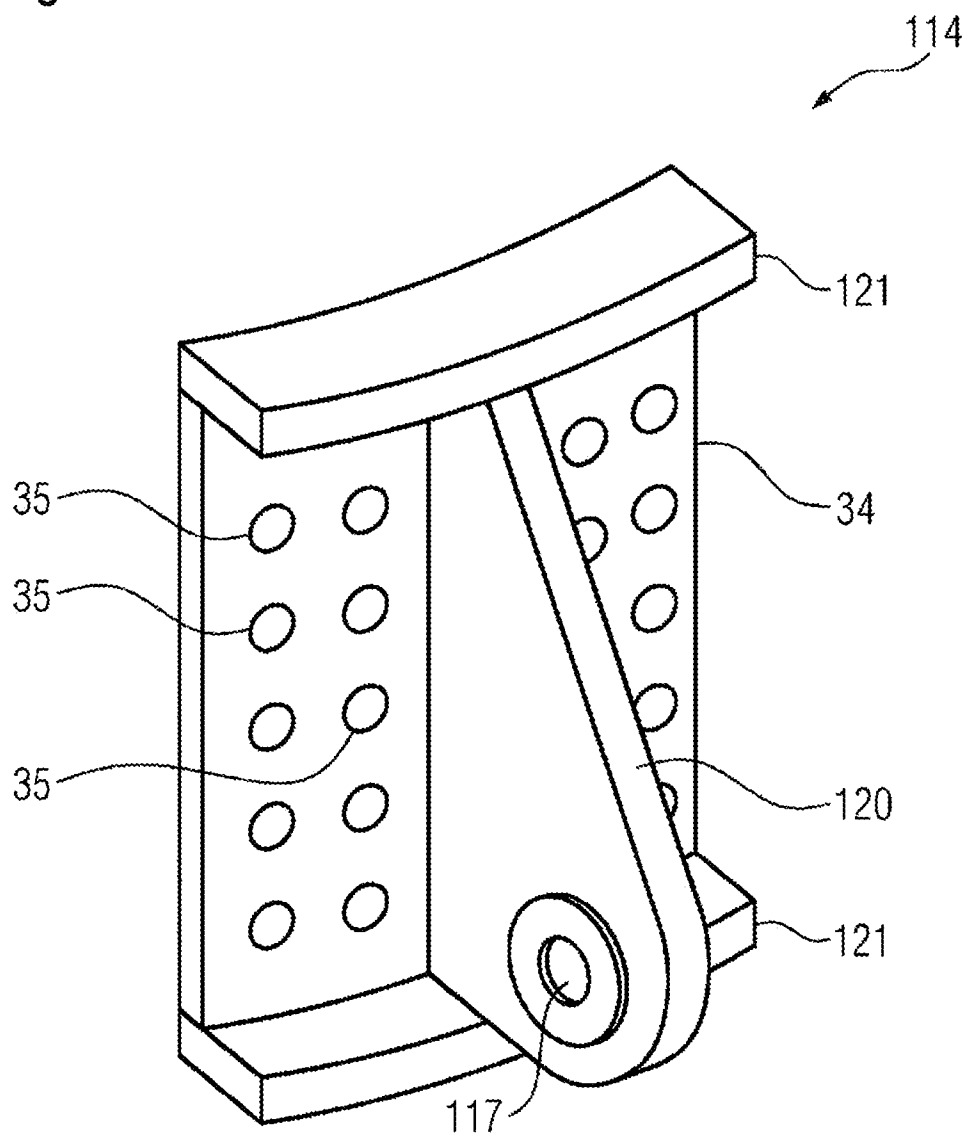


Figura 8

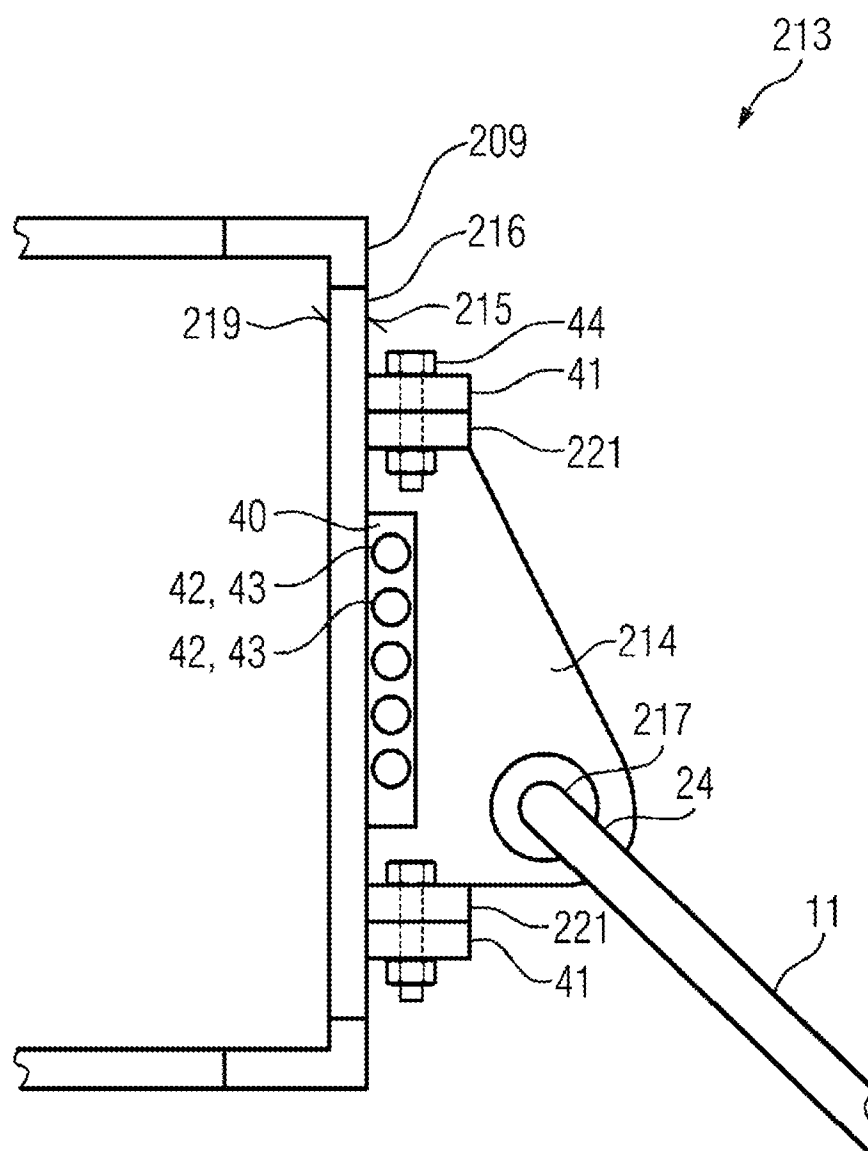
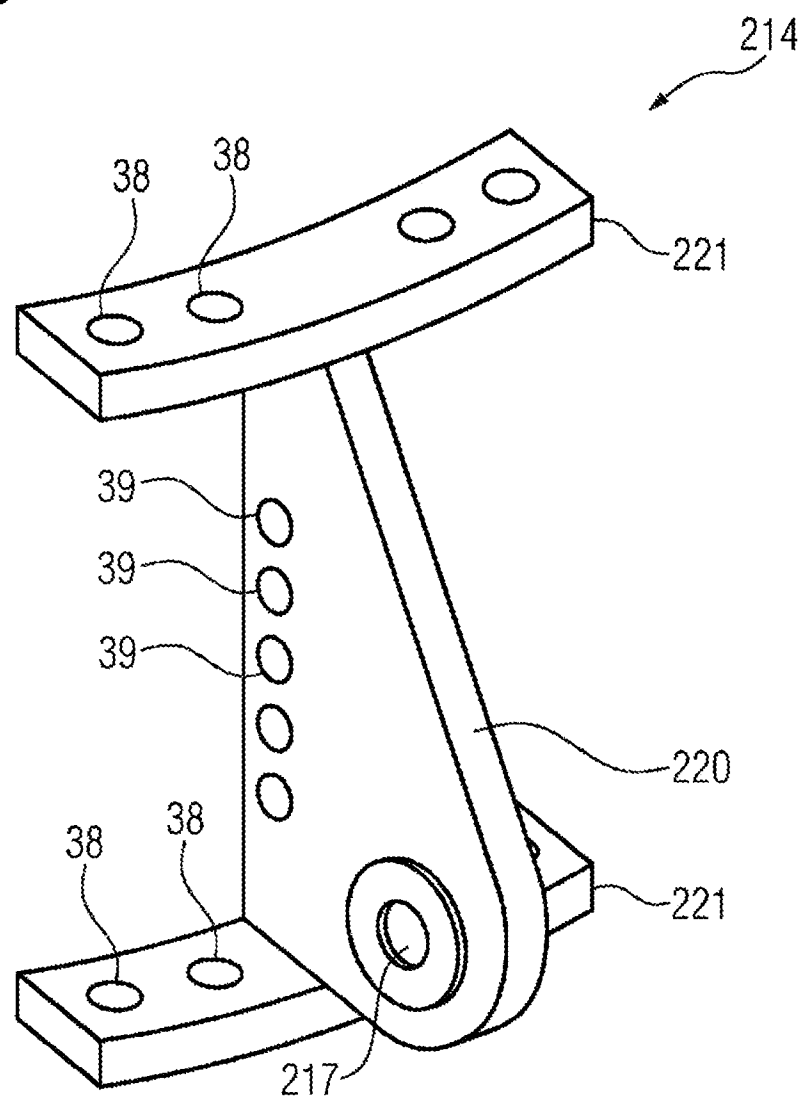


Figura 9



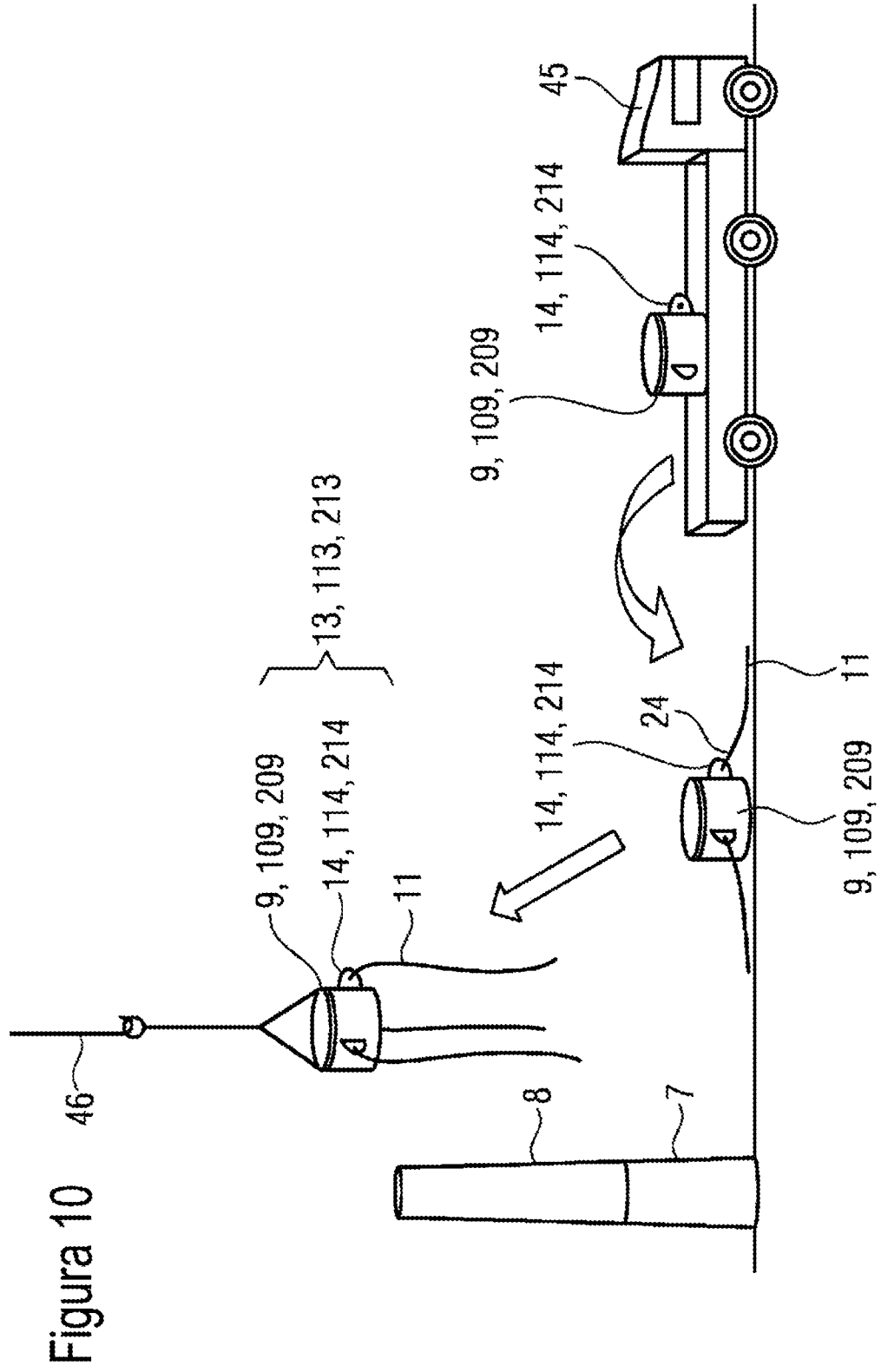


Figura 11

