(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 722 529**

(51) Int. Cl.:

F03D 1/02 (2006.01)
F03D 80/80 (2006.01)
H02G 11/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.06.2016** **PCT/DK2016/050175**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017** **WO17008811**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2016** **E 16731787 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019** **EP 3322893**

(54) Título: **Enrutamiento de cable para sistema de turbina eólica que tiene múltiples rotores**

(30) Prioridad:

14.07.2015 DK 201570462

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.08.2019

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

BAUN, TORBEN LADEGAARD

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 722 529 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

Enrutamiento de cable para sistema de turbina eólica que tiene múltiples rotores

Campo técnico

La presente invención se refiere en general a un enrutamiento de cable mejorado para un sistema de turbina eólica que tiene múltiples rotores.

Antecedentes de la invención

El tipo más común de turbina eólica es la turbina eólica de eje horizontal (TEEH) a barlovento de tres palas, en la que el rotor de turbina está en la parte frontal de la góndola y orientado hacia el viento aguas arriba de su torre de turbina de soporte.

Existen varios diseños alternativos de turbina eólica. Un ejemplo es la turbina eólica de tipo conjunto multirotor.

El documento NL 1029060 C2 da a conocer un conjunto de turbina eólica que comprende múltiples rotores.

El documento EP1483501 B1 da a conocer una turbina eólica de tipo conjunto multirotor en la que se monta una pluralidad de rotores coplanarios en una estructura de soporte común. Una configuración de este tipo logra economías de escala que se pueden obtener con una turbina de un solo rotor muy grande, pero evita inconvenientes asociados tales como una masa grande de pala, componentes electrónicos de potencia aumentada, etc. Sin embargo, aunque tal turbina eólica multirotor coplanaria tiene sus ventajas; presenta desafíos para implementar el concepto en la práctica. La presente invención está relacionada con algunos de estos problemas.

Sumario de la invención

La invención se refiere a un sistema de turbina eólica que comprende una pluralidad de turbinas eólicas montadas en una estructura de soporte común mediante una disposición de brazo de soporte, en donde dicha disposición de brazo de soporte comprende una parte de montaje y al menos un brazo que se extiende desde dicha parte de montaje y contiene una turbina eólica respectiva. La disposición de brazo de soporte puede hacer un movimiento de guiñada alrededor de dicha estructura de soporte. Además, el sistema de turbina eólica comprende una disposición para guiar un cable que comprende al menos un cable; una estructura interior de soporte de cable, dentro de dicha estructura de soporte, configurada para alojar una pluralidad de arrollamientos de dicho cable; una estructura exterior de soporte de cable, fuera de dicha estructura de soporte, configurada para alojar una pluralidad de arrollamientos de dicho cable; y una abertura en dicha estructura de soporte, adaptada para guiar dicho cable entre dicha estructura interior de soporte de cable y dicha estructura exterior de soporte de cable durante la guiñada de dicha disposición de brazo de soporte alrededor de dicha estructura de soporte.

Con la presente invención, se ha encontrado una solución ventajosa de cómo garantizar un buen enrutamiento de cable para un sistema de turbina eólica con múltiples rotores.

Breve descripción de los dibujos

Para que se entienda mejor, la invención se describirá ahora solo a modo de ejemplo en los siguientes dibujos, en los que:

La figura 1 es una vista frontal de un sistema de turbina eólica multirotor;

La figura 2 es una vista desde arriba del sistema de turbina eólica multirotor de la figura 1;

La figura 3 es una vista frontal de una realización de acuerdo con la presente invención;

La figura 4 es una vista ampliada de la marca A en la figura 3; vista desde un ángulo de 90° si se compara con la figura 3;

La figura 5 describe dos realizaciones diferentes de acuerdo con la presente invención en una figura;

La figura 6 describe una realización de cables de soporte útiles en las realizaciones de las figuras anteriores, una vista lateral y una vista desde arriba en la misma figura; y

La figura 7 describe una realización de una longitud de cable de ajuste automático, en particular útil en la realización superior de la figura 5.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

Con referencia a las figuras 1 y 2, un sistema de turbina eólica 2 incluye una estructura de soporte 4 sobre la cual se monta una pluralidad de turbinas eólicas 6. En esta realización, la estructura de soporte 4 es una torre que está montada sobre una cimentación 8, como es típico en sistemas de turbinas eólicas modernas, aunque debe apreciarse que son posibles otras estructuras de soporte, por ejemplo, estructuras de tipo chasis. Hay que observar que el término 'turbina eólica' se utiliza aquí en el sentido aceptado por la industria para referirse principalmente a los componentes de generación con o sin convertidor y/o transformador del sistema de turbina eólica y separados de la estructura de soporte 4. Cada una de la pluralidad de turbinas eólicas en este documento incluye un rotor y un sistema de generación de energía accionado por el rotor. También hay que observar que la cimentación 8 puede ser una masa grande, por ejemplo, hormigón o acero, integrada en el suelo, o puede tener la forma de una estructura monopolo o de cubierta en una instalación de turbina eólica marina.

En esta realización, hay cuatro turbinas eólicas 6 y están montadas en la estructura de soporte 4 en dos pares, incluyendo cada par dos turbinas eólicas 6 que están montadas en la estructura de soporte 4 mediante una disposición de brazo de soporte 10.

Cada una de las dos las disposiciones de brazo de soporte 10 comprende una parte de montaje 12 y unos brazos primero y segundo 13 que se extienden desde la parte de montaje y contienen una turbina eólica 6 respectiva. Como tales, cada uno de los brazos de soporte 13 incluye un extremo interno 16 conectado a la parte de montaje 12 y un extremo externo 18 que está conectado a una turbina eólica 6. Dichos brazos de soporte pueden comprender una estructura de viga y/o de cuadrícula y pueden tener una longitud de al menos 20 m, por ejemplo, al menos 40 m o al menos 60 m, desde dicho extremo interno (16) hasta dicho extremo externo (18). Si se utiliza una estructura de cuadrícula, el cable puede enrutarse en diferentes direcciones a lo largo de la estructura de cuadrícula. Además, los brazos de soporte pueden reforzarse con alambres de tensión o tirantes de tensión.

Cada una de las dos disposiciones de brazo de soporte 10 está montada en la parte de montaje 12 de la estructura de soporte 4, de modo que la disposición de brazo de soporte 10 pueda girar alrededor del eje vertical de la estructura de soporte 4. Para este propósito, se proporcionarán un cojinete de guiñada adecuado y opcionalmente un engranaje (no mostrado). Este movimiento proporciona un primer grado de libertad para la turbina eólica 6 con respecto a la estructura de soporte, como se muestra en la figura 2 como 'F1'.

Además, cada turbina eólica 6 puede ser capaz de realizar un movimiento de guiñada hacia la izquierda y hacia la derecha con respecto al brazo de soporte 13 en el que está montada. Para este propósito, las turbinas eólicas 6 pueden montarse en su respectivo brazo de soporte 13 mediante una unidad de guiñada 20. El montaje de cada una de las turbinas eólicas 6 en una unidad de guiñada 20 proporciona un segundo grado de libertad para las turbinas eólicas 6 con respecto a la estructura de soporte 2, como se muestra en la figura 2 como 'F2'. Sin embargo, en una realización preferida, las turbinas eólicas se fijan mediante rotación a su brazo de soporte respectivo y no pueden realizar un movimiento de guiñada entre sí.

Cada turbina eólica 6 incluye un rotor 22 que se monta de manera giratoria en una góndola 23 en el modo habitual. El rotor 22 tiene un conjunto de tres palas 24 en esta realización. Obviamente, la cantidad de guiñada con el segundo grado de libertad estará limitada por la distancia entre las palas 24 y el brazo de soporte 13. Los rotores de tres palas son la configuración más común de rotor, pero también se conocen diferentes números de palas. Por tanto, las turbinas eólicas 6 pueden generar energía a partir del flujo de viento que pasa a través del área barrido o 'disco de rotor' 26 asociado con la rotación de las palas.

Las figuras 1 y 2 muestran los principales componentes estructurales del sistema de turbina eólica 2, aunque los expertos entenderán que la realización ilustrada se ha simplificado para no ocultar la invención con detalles innecesarios. Algo crucial que se deja de lado en estas figuras son los cables, por ejemplo, el cable de alimentación. Al menos un cable de alimentación con uno o más subcables debe extenderse desde un generador de cada turbina eólica hasta el suelo para transferir la energía. Generalmente, tal cable puede tener un diámetro de entre 60 y 110 mm. Sin embargo, este cable de alimentación puede no ser el único cable que se extienda desde la turbina eólica hasta el suelo, sino que también otros cables adicionales, tales como cables de señal o similares, pueden extenderse de la misma manera. Normalmente, estos cables se pueden combinar en un solo cable y, por tanto, solo hablaremos de un cable en este documento; sin embargo, esto no debe considerarse como un límite del ámbito de aplicación de la presente invención. Como tal, dicho cable puede comprender al menos 2 subcables, tal como al menos 3, 4 o 6.

Para una turbina eólica estándar, un problema conocido para cables que van del generador al nivel del suelo es el retorcimiento durante la guiñada. Este problema puede tratarse de varias maneras diferentes, conocidas por el experto. Sin embargo, cuando entra en juego una turbina eólica multirotor, surge otro problema, como se muestra en las figuras 1 y 2. En lugar de simplemente conducir el cable desde la góndola hacia abajo a través de la torre como en una turbina eólica estándar, para la turbina eólica multirotor aparecen problemas adicionales. Debe encontrarse una buena forma de conducir el cable desde el exterior de la torre al interior de la torre o de transferir la energía/señales sin utilizar un solo cable. Una solución conocida por los expertos es usar un sistema de anillo

deslizante, que sin embargo es una solución muy costosa para un tamaño tan grande como una circunferencia de torre. Algunas formas diferentes de proporcionar mejores soluciones de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se explicarán con referencia a las figuras 3-5.

La figura 3 muestra una imagen en primer plano del área que rodea la parte de montaje inferior 12 en la figura 1. Se muestra la parte interior de los brazos de soporte 13, así como parte de la estructura de soporte 4. La parte de montaje completa 12 no se muestra para poner de manifiesto características importantes de su interior. Como parte de la parte de montaje 12, una bandeja exterior de cable 31 se coloca circunferencialmente alrededor de la estructura de soporte 4 en el lado exterior y se fija a y, por tanto, realiza un movimiento de guiñada junto con los brazos de soporte 13. En el lado interior de la estructura de soporte 4 y fijada a la misma hay una bandeja interior de cable circunferencial 33. Para mantener el cable a una distancia de la estructura de soporte 4 durante la guiñada, se usa una pared lateral circunferencial adicional 32 dentro de dicha bandeja exterior de cable 31. Esta pared lateral se muestra aquí con una parte superior, que es una pared inclinada circunferencialmente hacia dentro 32a, creando un embudo para recoger el cable durante la guiñada. De este modo se puede obtener una recogida mejorada del cable. Tal forma de embudo también se puede usar para la bandeja interior de cable 33 si se desea.

Como se explica anteriormente, desde cada turbina eólica, al menos un cable 30 se desplaza (no se muestra) desde el extremo externo 18 de cada brazo de soporte 13. Por razones de claridad, aquí solo nos centraremos en un cable al asumir que al menos dos cables se combinan en un solo cable antes de o al entrar en la bandeja exterior de cable 31. El experto en la materia sabrá cómo hacer esto, por ejemplo, podría usarse una barra colectora. Un cable 30 procedente del extremo distal de un brazo de soporte 13 se introduce fácilmente en la bandeja exterior de cable 31, ya que giran conjuntamente. En la figura 3 se muestran dos arrollamientos completos del cable 30 en la bandeja exterior de cable 31; sin embargo, esto variará dependiendo de la posición de guiñada en ese momento. Del mismo modo, en la figura 3 se muestran dos arrollamientos completos del cable 30 en la bandeja interior de cable 33; desde donde el cable es conducido más hacia abajo (no se muestra) en la estructura de soporte 4 de una manera bien conocida por los expertos en turbinas eólicas convencionales.

En funcionamiento, la disposición de brazo de soporte 10 que incluye los brazos de soporte 13 gira alrededor del cojinete de guiñada para que las palas queden orientadas correctamente hacia el viento. Mediante el uso de las bandejas de cable tal como se describe anteriormente, y al conducirse el cable 30 a través de una abertura 42 en la estructura de soporte 4, el cable 30 se enrollará en la bandeja interior o exterior de cable, dependiendo de la dirección de guiñada, desenrollándose por tanto de la otra bandeja si, por ejemplo, hay 5 arrollamientos completos en ambas bandejas en una posición inicial, después de dos giros de 360° de la disposición de brazo de soporte, una bandeja tendrá 7 arrollamientos completos y la otra tendrá 3 arrollamientos completos, dependiendo de la dirección de guiñada. El número combinado de arrollamientos en las dos bandejas se puede diseñar como se desee, por ejemplo, entre 2 y 20 o entre 5 y 15.

La abertura 42 se ve con más claridad en la figura 4, que muestra una vista lateral de la figura 3, como se indica con A en la figura 3. Al menos el borde inferior de esta abertura 42 puede comprender una superficie de o revestida con un material adecuado para permitir que el cable se deslice con la menor fricción posible, evitando así el desgaste excesivo del cable. Un material para esto puede ser, por ejemplo, politetrafluoroetileno (PTFE). Alternativamente, este borde inferior puede ser un cojinete de guía. Además, el cable 30 puede guiarse por el lado interior de la torre, según lo requieran uno o más cojinetes de guía 34, tal como al menos 2, 3 o 4. Estos cojinetes de guía pueden guiar el cable, por ejemplo, a lo largo de la pared interior o alrededor de obstáculos dentro de la estructura de soporte 4. La abertura 42 puede tener cualquier forma deseada que permita que la atraviese un cable. En realizaciones adicionales, se puede requerir que pasen más cables y la abertura puede conformarse en correspondencia. Se cree que es ventajoso tener la abertura situada encima de las bandejas de cable para hacer uso de la gravedad a fin de colocar el cable en las bandejas de cable. Además, el punto más bajo de dicha abertura 42 puede estar por encima del punto más bajo de dichos brazos de soporte 13.

Para turbina eólicas estándar, un número típico de rotaciones completas permitidas antes de regresar a la posición inicial es aproximadamente 5. Del mismo modo, la posición inicial y el número de arrollamientos en las bandejas de cable pueden ser tales que los brazos de soporte 13 puedan girarse aproximadamente cinco arrollamientos completos antes de que tengan que volver a su posición original para evitar daños en los cables. Sin embargo, esto puede diseñarse claramente como se desee ajustando el número total de arrollamientos en las bandejas de cable individuales desde un punto inicial.

La figura 5 muestra una imagen en primer plano del área que rodea las partes de montaje superior e inferior 12 en la figura 1; se muestra la estructura de soporte 4. Las partes de montaje completas 12 no se muestran para poner de manifiesto características importantes de su interior. La figura 5 muestra dos realizaciones combinadas, resolviendo ambas el mismo problema que en las figuras 3 y 4, a saber, cómo conducir un cable desde los brazos de soporte 13, en particular el brazo de soporte inferior, y hacia el suelo. Para evitar confusiones, a continuación, clasificaremos estas dos realizaciones, la realización superior y la realización inferior.

Realización superior

Para la realización superior, el cable 50 es conducido desde la disposición de brazo de soporte inferior 51 a través de la estructura de cuadrícula del brazo de soporte y luego hacia arriba verticalmente fuera de la estructura de soporte 4 hasta que alcance la disposición de brazo de soporte superior 52, donde se conduce sobre un elemento circular 53 de la disposición de brazo de soporte superior 52 y hacia el interior de la torre, desde donde puede ser conducido hasta el nivel del suelo de acuerdo con la conocida tecnología convencional de turbinas eólicas, conocida por los expertos en la técnica.

En particular, con respecto a la realización superior, aunque sin limitarse a la misma, puede ser importante restringir la guiñada de las dos disposiciones de brazo de soporte 10, de manera que una no pueda desviarse más de 120°, tal como más de 90°, con respecto a la otra alrededor de la estructura de soporte. En la realización superior, esto es importante ya que garantiza que el cable que cuelga libremente entre las dos disposiciones de brazo de soporte 10 no sea forzado contra la estructura de soporte 4 y quede expuesto a fuerzas no deseadas.

Realización inferior

Para la realización inferior, el cable 60 es conducido desde la disposición de brazo de soporte inferior 51 y hacia abajo verticalmente fuera de la estructura de soporte 4; ya sea hasta el nivel del suelo o hasta un medio de conexión de cable (no mostrado) adaptado para agarrar el cable durante la guiñada. De este modo, esta realización ahorra parte de la longitud de cable en comparación con la “realización superior”. El medio de conexión de cable puede colocarse, por ejemplo, al menos 3 m o al menos 5 m sobre el nivel del suelo. Esto se puede realizar como un canal para agarrar el cable cuando realice un movimiento de guiñada de forma similar a las bandejas de cable descritas en las figuras 3 y 4. El cable puede ser conducido sobre un elemento circular 63 de la disposición de brazo de soporte inferior 51.

Los elementos circulares 53/63 se indican aquí como parte de la estructura de cuadrícula como tal, pero también pueden tener la forma de un tambor giratorio o de un revestimiento en la estructura de cuadrícula o en una capa adicional de la estructura de cuadrícula. Se pueden utilizar realizaciones correspondientes si el brazo de soporte es una viga en lugar de una estructura de cuadrícula. Como capa de revestimiento, se pueden usar las mismas soluciones que para la abertura con referencia a las figuras 3 y 4.

Para cualquiera de las realizaciones anteriores, la energía se transfiere hacia el nivel del suelo, cerca de la parte inferior de la estructura de soporte 4, y a equipos eléctricos tales como un convertidor de CC a CA, un transformador o un mecanismo de conexión. Si el cable transfiere CC, normalmente se conectará a un convertidor de CC a CA; si el cable transfiere CA, normalmente se conectará a un transformador y/o mecanismo de conexión. Como tal, el diseño está abierto a varios diseños. También se debe tener en cuenta que dicha pluralidad de turbinas eólicas puede compartir al menos un componente entre, por ejemplo, un convertidor de CC a CA, un transformador o un mecanismo de conexión, ahorrando así en costes si se compara con 4 turbinas eólicas individuales en el sentido convencional.

El equipo eléctrico puede colocarse dentro o fuera de la estructura de soporte de acuerdo con lo que desee el experto en la materia, de manera similar a las soluciones conocidas para turbinas eólicas convencionales.

Tanto en la realización superior como en la inferior, la distancia a la que se conduce dicho cable verticalmente por el exterior de dicha estructura de soporte puede ser una distancia correspondiente a al menos la mitad del diámetro de un rotor. Esto puede ser al menos 10 m, tal como al menos 20 m o al menos 30 m.

Anteriormente, el cable se ha tratado como un solo cable por razones de claridad. En algunas realizaciones, el cable comprende más de un subcable. La figura 6 muestra un ejemplo de cómo puede ser un cable combinado de este tipo. En este caso, cuatro subcables 71 se acoplan a un alambre central 70, para que el alambre 70 contenga las cargas en lugar de los cables 71. Esta configuración puede estar rodeada parcial o totalmente por una capa de recubrimiento, conocida por el experto. Como tal, en realizaciones de la invención, el único cable descrito anteriormente puede ser una combinación de, por ejemplo, 4 subcables y al menos un alambre para transportar las cargas. Para poder ver esta configuración más claramente, se muestra tanto una vista lateral como una vista superior. Por consiguiente, en una realización de la invención, dicho cable es soportado por un alambre; de preferencia un alambre coaxial a dicho cable.

En particular para la realización superior de la figura 5, puede ser útil tener un sistema para ajustar la longitud de cable en el exterior de la torre. La figura 7 describe una realización para tal ajuste automático de la longitud de cable, donde el cable 50 se conduce sobre un elemento circular 53 hacia el interior de la torre, como se describe con respecto a la figura 5. Aquí, la realización de la figura 7 muestra además que el cable es conducido a través de un sistema de ajuste de longitud que, por ejemplo, puede ser tan simple como un contrapeso 72 montado con una polea, tal como se muestra. El experto en la materia conocerá otros sistemas adecuados para el ajuste automático de la longitud de cable. Esto significa que cuando las dos disposiciones de brazo de soporte no realizan un movimiento de guiñada simultáneamente (si, por ejemplo, una está averiada), se puede añadir una longitud de cable

adicional al exterior de la torre y el cable simplemente puede enrollarse alrededor de la torre en el exterior. Esto puede considerarse como una alternativa para restringir la diferencia en el movimiento de guiñada entre las dos disposiciones de brazo de soporte; sin embargo, debe observarse que ambas pueden funcionar juntas de acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención.

El experto apreciará que pueden realizarse modificaciones en las realizaciones específicas descritas anteriormente sin apartarse del concepto inventivo, como se define en las reivindicaciones.

Además, debe apreciarse que, aunque la realización ilustrada incluye cuatro turbinas eólicas montadas en la estructura de soporte, esto es para ilustrar el principio del sistema de control jerárquico propuesto que se puede aplicar a sistemas de turbina eólica con más de cuatro turbinas eólicas. Además, se prevén realizaciones en las que las turbinas eólicas no están emparejadas en grupos de dos, como en la realización ilustrada, sino que están dispuestas de manera diferente y no necesariamente tienen una relación coplanaria.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de turbina eólica que comprende una pluralidad de turbinas eólicas montadas en una estructura de soporte común (4) mediante una disposición de brazo de soporte (10);
comprendiendo dicha disposición de brazo de soporte (10) una parte de montaje (12) y al menos un brazo (13) que se extiende desde dicha parte de montaje y contiene una turbina eólica respectiva (6);
pudiendo dicha disposición de brazo de soporte (10) hacer un movimiento de guiñada alrededor de dicha estructura de soporte (4);
comprendiendo además dicho sistema de turbina eólica una disposición para guiar un cable de alimentación que comprende:

- al menos un cable de alimentación (30);
- una estructura interior de soporte de cable de alimentación (33), dentro de dicha estructura de soporte (4), configurada para alojar una pluralidad de arrollamientos de dicho cable de alimentación;
- una estructura exterior de soporte de cable de alimentación (31), fuera de dicha estructura de soporte (4), configurada para alojar una pluralidad de arrollamientos de dicho cable de alimentación;
- una abertura (42) en dicha estructura de soporte (4), adaptada para guiar dicho cable de alimentación entre dicha estructura interior de soporte de cable de alimentación (33) y dicha estructura exterior de soporte de cable de alimentación (31) durante el movimiento de guiñada de dicha disposición de brazo de soporte (10) alrededor de dicha estructura de soporte (4).

2. Sistema de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha estructura interior de soporte de cable de alimentación (33) está fijada a dicha estructura de soporte (4).

3. Sistema de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicha estructura exterior de soporte de cable de alimentación (31) está fijada a dicha disposición de brazo de soporte (10).

4. Sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el número combinado de arrollamientos en dicha estructura interior de soporte de cable de alimentación (33) y dicha estructura exterior de soporte de cable de alimentación (31) oscila entre 2 y 20, preferiblemente entre 5 y 15.

5. Sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que un borde inferior de dicha abertura está dispuesto a una altura de entre 10 cm y 100 cm por encima de la parte más alta de un borde inferior de dicha estructura interior de soporte de cable de alimentación (33) y un borde inferior de dicha estructura exterior de soporte de cable de alimentación (31).

6. Sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicho cable de alimentación se guía entre dicha estructura interior de soporte de cable de alimentación (33) y dicha abertura (42) a través de al menos un cojinete de guía (34).

7. Sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dicha estructura exterior de soporte de cable de alimentación comprende una pared lateral con una parte superior que es una pared inclinada circunferencialmente (32a) que crea así un embudo para recoger el cable de alimentación durante el uso.

8. Sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que un borde inferior de dicha abertura comprende una superficie revestida para facilitar el deslizamiento de baja fricción de dicho cable de alimentación; comprendiendo dicha superficie revestida, por ejemplo, politetrafluoroetileno (PTFE).

9. Sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que un borde inferior de dicha abertura comprende un cojinete de guía para facilitar el deslizamiento de dicho cable de alimentación.

10. Sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que dicho sistema de turbina eólica comprende al menos dos disposiciones de brazo de soporte (10).

11. Sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que dicha disposición de brazo de soporte comprende dos brazos (13) que se extienden desde dicha parte de montaje; conteniendo cada uno al menos una turbina eólica respectiva (6).

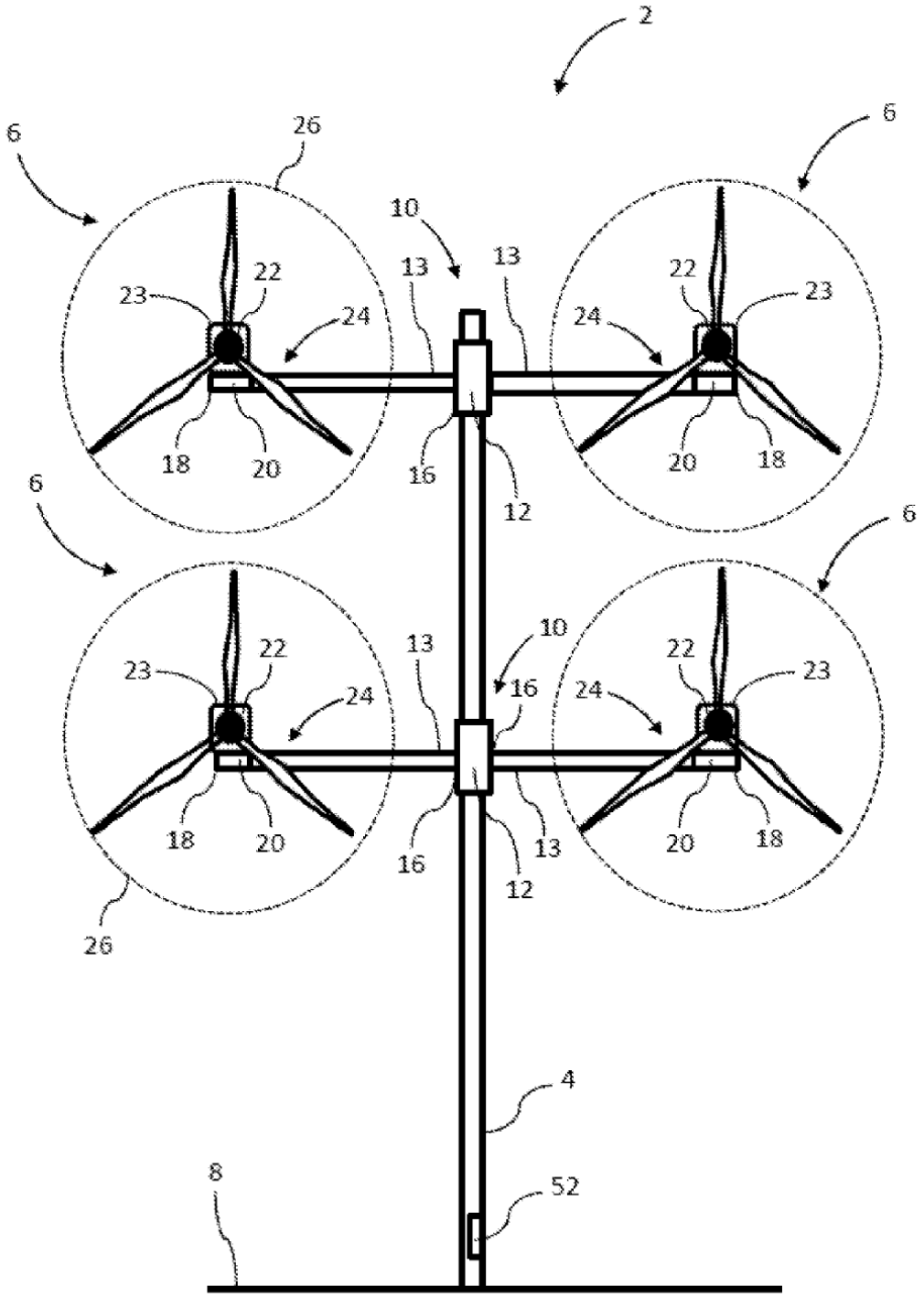
2
6
26
6
10
13
13
22
23
24
22
23
24
18
20
16
12
20
18
6
6
10
13
22
23
24
16
22
23
24
18
20
16
13
12
20
18
26
4
8
52

Figura 1

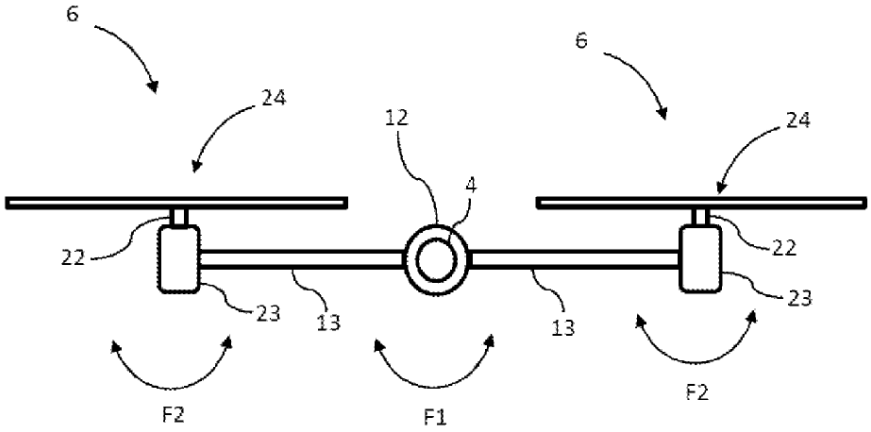

Figura 2

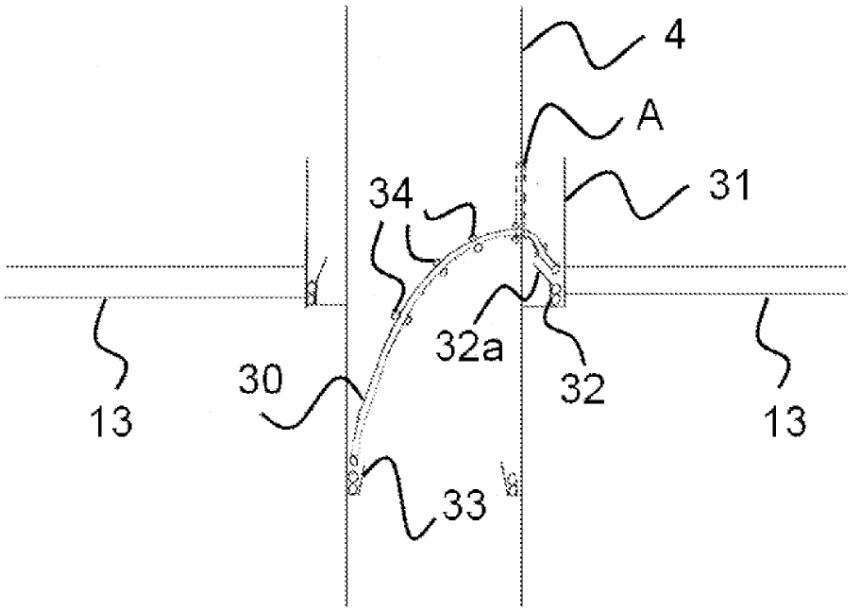

Figura 3

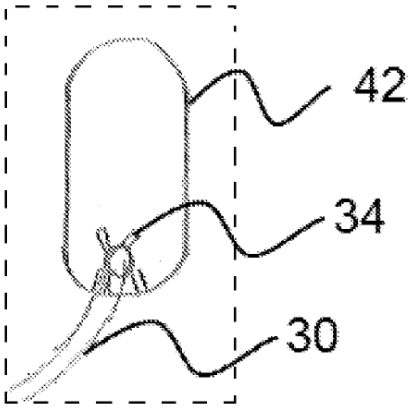

Figura 4

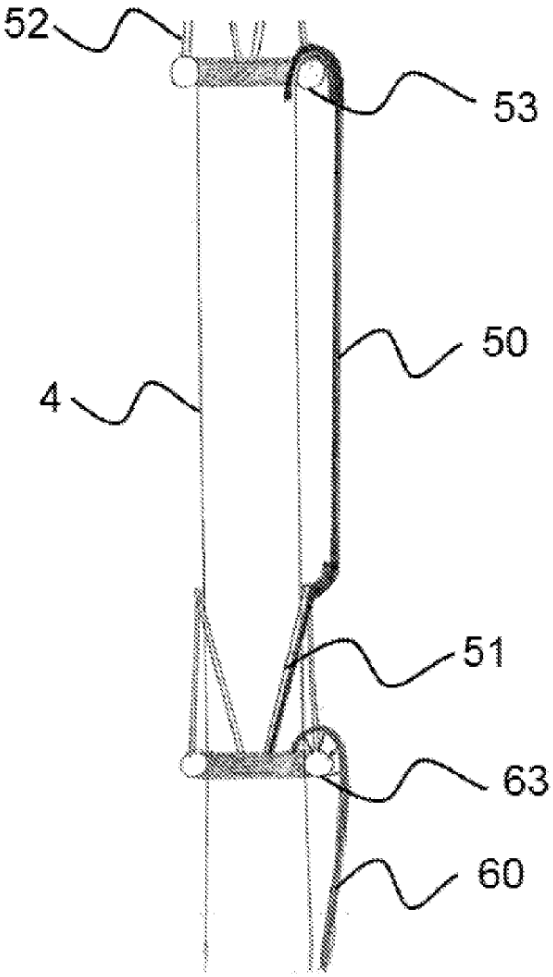

Figura 5

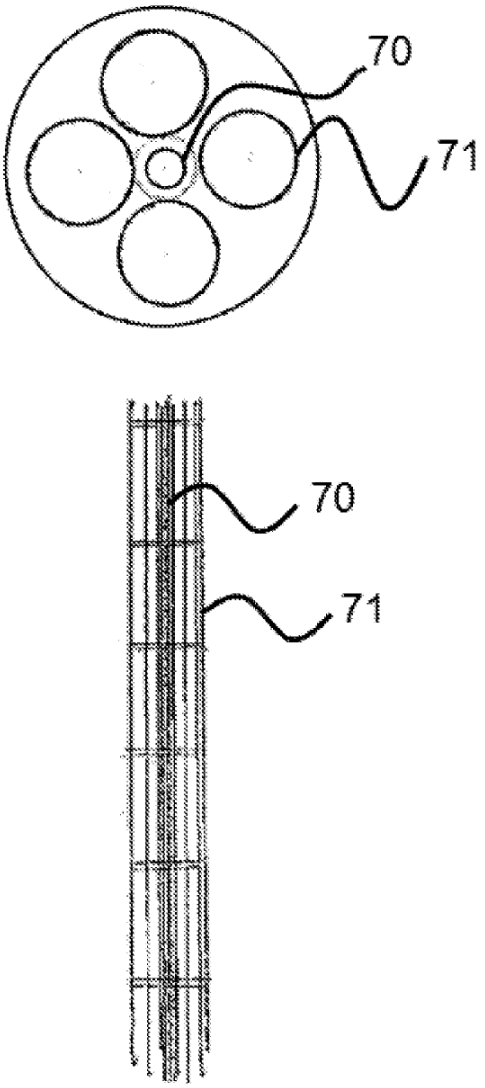

Figura 6

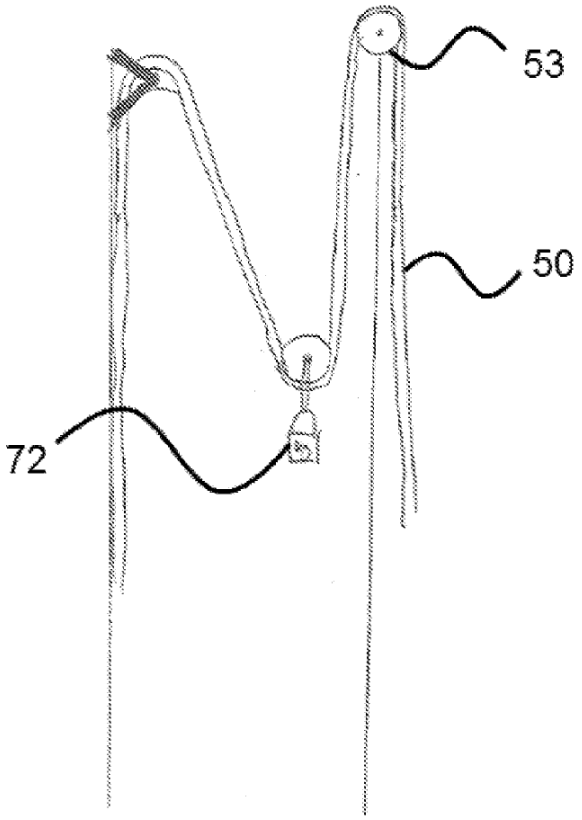

Figura 7