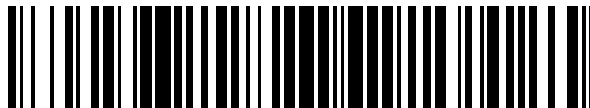


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 778**

51 Int. Cl.:

F03D 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2016 PCT/DK2016/050296**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2017 WO17041806**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2016 E 16766845 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 3347594**

54 Título: **Una sección de torre para una torre de turbina eólica anclada**

30 Prioridad:

11.09.2015 DK 201570584

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

26.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LEIJTEN, EDGAR

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 744 778 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

Una sección de torre para una torre de turbina eólica anclada

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un módulo de interfaz para una torre de turbina eólica en la que la torre está sujeta por una serie de cables que se extienden entre los elementos de anclaje en bloques de anclaje y el módulo de interfaz en la torre.

10

Antecedentes de la invención

Una torre tradicional para una turbina eólica es una torre tubular de acero con secciones de torre colocadas una encima de la otra, fijadas a un cimiento de hormigón. Debido a restricciones de transporte y producción, el diámetro exterior tiene un tamaño limitado. Por lo tanto, a menudo, el espesor de la cubierta se considera el principal parámetro de dimensionamiento al aumentar la altura de la torre.

15

Sin embargo, simplemente aumentar el espesor de la carcasa de la torre es una forma muy ineficaz de lograr una mayor capacidad de soporte y refuerzo, ya que estos parámetros solo se vuelven lineales con el espesor de la carcasa. En comparación, al aumentar el diámetro de la torre se obtiene una capacidad de carga aumentada con el diámetro en la potencia de dos, y un refuerzo que crece con el diámetro en tres.

20

Para superar este problema de limitación de tamaño se han utilizado diferentes soluciones. Por ejemplo, la capacidad de carga de una torre, como una torre de turbina eólica, se puede aumentar y las tensiones reducidas en partes de la torre mediante la instalación de una serie de cables o alambres desde una serie de anclajes o cimientos hasta puntos de fijación en la torre. Los cables pueden proporcionar estabilidad a la torre para reducir las oscilaciones del viento y pueden reducir considerablemente las cargas en la parte de la torre debajo de los cables. Esta llamada torre enganchada o anclada se descargará en cierta medida por las reacciones de los cables y, por lo tanto, potencialmente se podrá construir con secciones más largas con diámetros relativamente más pequeños y, por lo tanto, más transportables.

25

30

Por lo general, los cables están igualmente espaciados alrededor de la torre, con uno de sus extremos unidos a la torre. A través de, por ejemplo, ojos en placas montadas en la torre, y los otros extremos para anclar bloques al nivel del suelo. En, por ejemplo, el documento US4266911, se monta un anillo separado alrededor y se puede mover a lo largo de la torre y se pueden montar los cables.

35

El documento WO 2014/033332 A1 describe otra torre de turbina eólica anclada de acuerdo con la técnica anterior. Es un objeto de la presente invención proporcionar mejoras a las torres de turbinas eólicas ancladas.

40 Sumario de la invención

La invención se refiere a una sección de torre para una torre anclada, como una torre de turbina eólica anclada. La sección de la torre tiene una pared generalmente cilíndrica y se extiende en una dirección longitudinal a lo largo y alrededor de un eje longitudinal central desde un extremo inferior hasta un extremo superior de dicha sección de la torre. La sección de la torre comprende una pluralidad de tubos distribuidos alrededor del eje longitudinal central, y cada uno de la pluralidad de tubos tiene una forma generalmente cilíndrica y se extiende a través de la pared cilíndrica desde un extremo del tubo interior en un lado interior de la pared cilíndrica hasta un extremo del tubo exterior en un lado exterior de la pared cilíndrica. Además, cada uno de la pluralidad de tubos tiene una línea central de tubo, y cada uno de la pluralidad de tubos está adaptado para recibir un cable a su través y fijar el cable en el extremo del tubo interior.

45

50

En la presente invención, se ha encontrado una solución, en la que los tubos se utilizan para transferir las cargas de cable a las otras partes del módulo de interfaz de una manera muy ventajosa. Una carga adicional temporal, por ejemplo, debido a un fuerte viento desde cierta dirección del viento, se distribuirá de forma muy organizada en la sección de torre debido a los tubos. Esto se puede mejorar aún más a través de la inserción de anillo(s) de refuerzo para ayudar a distribuir las cargas. Además, puede ser posible mejorar esto aún más para evitar la deformación debido al aumento de los niveles de tensión alrededor de la interfaz entre los tubos y la pared de la sección de la torre ajustando la línea central del cable en relación con dicha línea central del tubo.

55

En una realización de la invención, la sección de la torre es una estructura fundida.
En una realización de la invención, la sección de la torre es una estructura soldada.

60

En una realización de la invención, la sección de la torre es una combinación de una estructura fundida y soldada.

En una realización, donde la sección de la torre es una estructura fundida, los tubos se funden en la estructura.

65

En una realización, donde la sección de la torre es una estructura soldada, los tubos se unen a la estructura mediante soldadura.

En una realización, donde la sección de la torre es una estructura soldada, los tubos pueden ser fundidos en la estructura o unidos a la estructura mediante soldadura.

5 En realizaciones de la invención, el (los) anillo(s) de refuerzo pueden ser un anillo de refuerzo interior y / o un anillo de refuerzo exterior. Se puede usar un anillo de refuerzo interior para soportar una plataforma para facilitar el acceso al extremo del tubo interior y / u otros propósitos. En realizaciones de la invención, un anillo de refuerzo exterior puede tener la forma de un tronco cónico, mediante el cual se puede obtener un buen refuerzo adicional ya que la dirección se puede alinear con los cables. Además, en otras realizaciones, se puede obtener un buen refuerzo adicional cuando el anillo de refuerzo exterior se conecta a los lados de los tubos.

10 En una realización de la invención, el anillo de refuerzo interior y / o el anillo de refuerzo exterior tienen forma de placa, es decir, una delgada pieza plana de metal. La placa se puede formar en un tronco cónico o un anillo para adaptarse a la sección de la torre.

15 La invención se refiere además a una turbina eólica que comprende una sección de torre como se describe anteriormente y al menos dos secciones de torre adicionales, que pueden ser secciones de torre estándar. Por ello, por ejemplo, comparado con el uso de un anillo exterior separado como en el documento US4266911, Además, puede ser posible reducir el uso general del material integrando la conexión del cable en una sección de torre.

20 **Breve descripción de las figuras**

En las siguientes realizaciones diferentes de la invención se describirán con referencia a los dibujos, en donde:

25 La figura 1 ilustra una turbina eólica,
La figura 2 muestra un dispositivo de electrodiálisis de acuerdo con una realización de la invención,
La figura 3 muestra un módulo de interfaz deformado,
Las figuras 4 y 5 muestran módulos de interfaz de acuerdo con realizaciones de la invención, y
Las figuras 6 y 7 muestran sistemas de placa de anclaje de acuerdo con realizaciones de la invención.

30 **Divulgación detallada de la invención**

30 Para una turbina eólica anclada, el tensado y los accesorios de los cables son cruciales para que la torre de la turbina eólica resista las fuerzas de viento variables y potencialmente altas que en la interacción con el rotor crean cargas dinámicas complejas y, en ocasiones, bastante extremas.

35 Cuando aquí se usa el término 'placa de anclaje', este es un término conocido para el experto en la materia; una placa de anclaje que se utiliza para fijar el extremo del cable. Además, una placa de anclaje que se utilizará para cables de varios hilos puede ser una placa con una pluralidad de orificios, cada uno de los cuales permite que los hilos individuales pasen y se aprieten individualmente.

40 Los cables pueden ser cables de un solo elemento o líneas de amarre, varillas de unión, y / o cada uno comprende una serie de cables, tales como cables del tipo de múltiples hilos que consisten en una serie de hilos, cada uno de los cuales consta de varios cables, donde los cables pueden ser dispuestos en paralelo lado a lado, unidos, retorcidos, o trenzados o combinaciones de los mismos. Cuando en este documento se hace referencia a un 'cable' en el sentido de un sistema de cable de múltiples hilos, está bajo la interpretación de que el sistema de cable de múltiples hilos después de la instalación, por todas las razones prácticas, puede considerarse como un solo cable, y los hilos individuales solo hacen una diferencia durante el proceso de instalación, donde el ajuste individual revela una serie de ventajas, como será apreciado por el experto en la materia. Además, en el presente documento, cuando se habla aquí de una 'línea central de cable' para un cable de múltiples hilos, esta será la línea que indica el centro geométrico del cable. Esto significa que a pesar de que un cable de varios hilos típicamente para sujetar los hilos individuales se dividirá en hilos separados justo antes de la placa de anclaje, obteniendo así un mayor diámetro del cable como tal, ya que las fuerzas serán absorbidas igualmente en los hilos individuales, la línea central del cable todavía estará bien definida.

Los cables pueden estar hechos de acero y / u otros materiales como Kevlar®.

55 El bloque de anclaje podría colocarse en o dentro del suelo o del lecho marino, o podría unirse o formar parte de otra construcción, tal como una plataforma flotante, anclajes de profundidad, u otro cimiento de la torre etc.

60 Un cable puede anclarse únicamente en el elemento de anclaje y en el módulo de interfaz, o puede estar soportado o conectado en uno o más puntos a lo largo de su longitud, por ejemplo, mediante la conexión a otros cables o refuerzos.

65 La torre puede comprender una o más secciones de la torre unidas entre sí antes o después de colocarse una encima de la otra o ambas. La torre puede formar típicamente una pared de torre generalmente cilíndrica. La torre puede estar hecha al menos en parte de acero y / o hormigón, y puede reforzarse en lugares con otros materiales o materiales adicionales. En una realización preferente, la sección de la torre es una construcción de acero. La torre puede ser autoportante con y sin los cables conectados. Alternativamente, la torre puede ser autosuficiente solo con

los cables conectados y tensados. En tal caso, la torre puede estar temporalmente rígida o apoyada por un soporte temporal durante el montaje hasta que los cables estén conectados.

5 La figura 1 muestra un esquema de una torre de turbina eólica 100, en la parte superior de la cual se apoya una góndola de turbina eólica y un rotor. Un número de cables, 101, anclan la torre. La torre se extiende en una dirección longitudinal a lo largo y alrededor de un eje longitudinal vertical central. En general, cada cable 101 se extiende entre un primer extremo del cable unido a un módulo de interfaz 103 en la torre y un segundo extremo del cable unido a un elemento de anclaje 102. En la presente realización que se muestra en la figura, tres cables diferentes 101 se extienden entre sus primeros extremos de cable unidos al módulo de interfaz 103 entre una sección de torre superior 104 y una sección de torre inferior 105 de la torre y sus segundos extremos de cable unidos en total tres elementos de anclaje diferentes 102 que aquí se encuentran en el suelo. En el presente documento, representados en un terreno perfectamente plano, los elementos de anclaje 102 se colocan a la misma distancia de la torre y separados a 120° alrededor de la torre, de modo que el tensado de los cables sea simétrico. Aquí, los cables se extienden hacia la torre en un ángulo de aproximadamente 45° y se unen a la torre a una altura justo por debajo de la altura de la punta de la pala de la turbina eólica cuando está en su posición más baja. De esta manera, los cables no pueden ser golpeados por una pala bajo ninguna condición climática. En general, se prefieren tres cables, pero también se pueden aplicar números alternativos. Además, diferentes alturas en la torre y diferentes ángulos pueden entrar en juego, y de hecho diferentes longitudes de los cables debido al terreno no plano. En la figura 1, la altura desde el suelo hasta el centro del módulo de interfaz 103 se indica como 'h', y la distancia desde el centro de la torre hasta los puntos de entrada de los cables en el elemento de anclaje 102 se indica como 'd'. Claramente, en terreno plano d y h serán sustancialmente iguales para un ángulo de cable de aproximadamente 45°; no obstante, en terreno no plano, d puede cubrir diferentes valores para cada cable, d_1 , d_2 , d_3 , donde ninguno sea necesariamente cercano a h.

25 Como se indica, la torre está formada por varias secciones de torre tubular. En la realización mostrada, el módulo de interfaz 103 funciona como una sección de torre separada colocada entre una sección de torre superior 104 y una sección de torre inferior 105. Un detalle de este módulo de interfaz se puede ver en la figura 2, donde los puntos de conexión del cable se colocan en una sección de torre muy corta, el módulo de interfaz 103, montado entre las secciones estándar de la torre. Sin embargo, la estructura con puntos de conexión de cable también se puede integrar en una sección de torre estándar, lo que ahorrará el coste de una conexión de brida. En consecuencia, en una realización, la sección de la torre tiene una longitud longitudinal de al menos la mitad de la media de la sección de la torre superior y la sección de la torre inferior, tal como sustancialmente la misma longitud que las otras secciones de la torre. En otra realización siendo un módulo corto, la sección de la torre tiene una longitud longitudinal de menos del doble del tamaño del diámetro de la pared cilíndrica.

35 La estructura que forma el punto de conexión de los cables / cables tensores a la torre puede comprender una hoja gruesa 201, un tubo 202 para cada cable 205, un anillo de refuerzo interior 203 y un anillo de refuerzo exterior 204. La hoja gruesa tiene el mismo contorno de la sección transversal que la parte restante de la torre, en este caso circular, y está conectada a la parte restante de la torre a través de las bridas superior 210 e inferior 211. Esto significa que, en esta realización, dicho extremo superior y dicho extremo inferior comprenden pestañas de unión 210, 211 para la conexión a otras secciones de torre 104, 105. Como alternativa a la hoja gruesa, la estructura puede comprender otro refuerzo adicional en comparación con las secciones de la torre adyacente al tener mayor resistencia y / o refuerzo.

45 Los cables se conectan a la misma altura y a intervalos regulares alrededor del módulo intermedio para así distribuir las fuerzas de los cables de manera uniforme y facilitar que los cables se puedan conectar a un módulo de interfaz. En realizaciones adicionales, la torre puede estar sujeta por más cables o más juegos de cables conectados a diferentes alturas de la torre.

50 En las figuras 2 y 3, por simplicidad, el cable 205 se ilustra como un solo cable circular que llena todo el interior del tubo, en el que cada cable 205 se alimenta a su tubo individual 202 y se une a una placa de anclaje 206 en el extremo del tubo interior 208. Sin embargo, en realidad, se pueden usar diferentes soluciones, de las cuales la parte interior completa del tubo no estará completamente llena. En una realización preferente, se utiliza un sistema de cable de varios hilos que está soportado por una placa de anclaje 206, pero en realizaciones alternativas, otros cables y / o sistemas de anclaje (por ejemplo, horquilla) también podrían usarse con un diseño estructural de módulo de interfaz similar. En una situación habitual, por ejemplo, para un sistema de cable de múltiples hilos, Los tubos pueden tener un diámetro de 450 mm y el cable un diámetro de 125 mm. En tal situación, el cable llena solo alrededor del 8 % del volumen interior del tubo.

60 De acuerdo con diversas realizaciones, los tubos pueden tener un diámetro entre 300 mm y 600 mm, por ejemplo, entre 400 mm y 500 mm. Según diversas realizaciones, los cables pueden tener un diámetro entre 50 mm y 300 mm, tal como entre 100 mm y 150 mm. Según diversas realizaciones, el cable se llena entre el 4 % y el 40 % del volumen interior del tubo, tal como entre el 6 % y el 20 %.

65 Los tubos 202 se utilizan para guiar los cables en la torre, soportar la placa de anclaje 206 y transferir las cargas de cable a las otras partes del módulo de interfaz. Los extremos del tubo exterior 207 también se pueden utilizar para el montaje de tuberías de receso de cable estándar o revestimiento de cable, con el fin de proteger los extremos de los

cables de la intemperie.

5 El anillo exterior 204 se conecta a los lados de los tubos y a la hoja gruesa 201. El anillo exterior tiene la forma de un tronco cónico y, como los tubos, está en una realización colocada en el mismo ángulo que el cable. El anillo exterior proporciona refuerzo y distribuye una parte de las cargas desde la torre hasta los tubos del cable y viceversa.

10 El anillo interior 203 se conecta al interior de la estructura, en aproximadamente la altura donde se adjunta el anillo exterior. El anillo interior se muestra como horizontal y endurece la estructura. En realizaciones adicionales, el anillo interior podría colocarse en otros ángulos, como también un tronco cónico (básicamente como una extensión del anillo exterior). El anillo interior puede diseñarse de tal manera que, o parte de él, se puede utilizar para soportar una plataforma para acceder a los extremos del cable en el extremo del tubo interior.

15 Con este diseño se puede acceder a los extremos de los cables desde el interior de la torre, por ejemplo para la instalación, tensado posterior y mantenimiento. Esto tiene ventajas para el procedimiento de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo el reemplazo de hilos individuales, y los extremos de los cables y el punto de conexión están bastante protegidos del clima. El diseño es relativamente compacto para el transporte, sin dejar de proporcionar espacio en el interior para los internos de la torre. Colocar el refuerzo requerido solo en el exterior puede ser problemático para el transporte, ya que el tamaño puede volverse demasiado grande. La colocación del refuerzo requerido solo en el interior puede ser problemática, ya que hará que el orificio de paso en el interior sea muy pequeño y puede ser problemático para el personal y el material. Por lo tanto, se cree que para la mayoría de las realizaciones, la solución más preferible es tener refuerzo, tales como anillos de refuerzo, tanto por dentro como por fuera.

25 La estructura está diseñada de tal manera que las cargas transferidas desde / hacia los cables se distribuyen en la estructura tanto como sea posible, lo que mantiene el estrés bastante bajo. Además, la estructura proporciona refuerzo para minimizar las deformaciones locales, que ayuda a minimizar las deformaciones de las bridas de las torres adyacentes o carcasas de torre.

30 Como se ha mencionado antes, en una primera realización, el ángulo del cable 205 es idéntico al ángulo de la estructura de soporte (tubo 202 y refuerzo exterior 203). Durante el análisis, se ha encontrado que la estructura de soporte puede desviarse debido a la carga del cable y, por lo tanto, se puede inclinar hacia abajo (como se muestra en la figura 3 a continuación, deformación exagerada por razones ilustrativas. El tubo desviado indicado con 202a). Aunque las deflexiones son limitadas, esto conduce a un aumento local de los niveles de estrés alrededor de los tubos del cable.

35 Por lo tanto, La figura 4 revela que según las realizaciones del módulo de interfaz, se introduce una introducción deliberada de una desalineación entre el cable (línea central del cable indicada con 401) y los tubos (línea central del tubo indicada con 402). De este modo, las cargas de cable inducen un momento de flexión local 403 que contrarresta una parte o la mayor parte de la desviación de inclinación observada en el diseño sin desalineación. La acción contraria conduce a una reducción significativa de las tensiones en la región alrededor de los tubos. Se cree que esto puede proporcionar una reducción del estrés de hasta un 25 % en las áreas con mayor estrés. Implementar la desalineación podría, por lo tanto, dar como resultado un menor uso de material (menor espesor de las placas) y, por lo tanto, una reducción de peso y coste.

45 Una desalineación óptima aún no se ha decidido, pero por ejemplo a 5° se ha visto un efecto significativo. Por lo tanto, se espera ver una mejora con los ángulos de desalineación en el rango de 1 a 20°, tal como 2 a 10° o 3 a 8°. Se cree que tal desalineación deliberada debería ser preferiblemente hacia abajo en relación con los tubos, de modo que la línea central del cable, la línea central del tubo y el eje longitudinal central 200 están todos sustancialmente en el mismo plano.

50 En la figura 4, el cable se coloca en un ángulo de desalineación en comparación con 45°; no obstante, de acuerdo con otras realizaciones, el ángulo de cable predefinido se mantiene y el ángulo de desalineación se incorpora al diseño estructural.

55 Otra posibilidad como se muestra en la figura 5 es lograr el mismo efecto colocando el cable excéntrico en el tubo de la estructura de soporte. La línea central del cable 501 y la línea central del tubo 502 son paralelas pero con una distancia intermedia. Esta distancia podría ser, por ejemplo, al menos el 2 % del radio del tubo, tal como al menos 5 %, el 10 %, 20 % o al menos 30 %, medido al menos en el extremo del tubo interior 208. Similar a una desalineación angular, esto resulta en un momento de flexión 503 que contrarresta una parte o la mayor parte de la desviación de inclinación observada en el diseño sin desalineación. Debe quedar claro que la desalineación angular y la desalineación excéntrica pueden usarse en combinación.

65 La desalineación excéntrica deliberada se puede obtener de varias formas bien conocidas por los expertos en la técnica.

La desalineación angular deliberada se puede obtener de varias formas según las realizaciones de la presente

invención.

Por ejemplo, la desalineación excéntrica deliberada se puede obtener simplemente colocando la placa de anclaje 206 compensada en relación con el extremo del tubo interior 208. Esto se puede hacer de varias maneras, ya que simplemente se habla, es una cuestión de cómo se diseña / coloca la placa de anclaje en relación con el tubo. La cuestión importante es simplemente introducir una desalineación excéntrica deliberada.

Además, la desalineación angular deliberada se puede obtener, por ejemplo, ajustando el extremo del tubo interior 208, de tal manera que una placa de anclaje plana estándar que se encuentra contra el extremo del tubo interior 208 no sea perpendicular a la línea central del tubo.

En lo sucesivo, se describen dos métodos que pueden utilizarse para hacer frente a desalineaciones no deliberadas en el lado de los cimientos del cable y / o en el lado de la torre, por ejemplo, para compensar las tolerancias o imprecisiones durante la instalación. Si en tal situación el cable se conectara directamente a la torre y los cimientos, la desalineación introduciría inclinaciones y tensiones desfavorables dentro del sistema de cable. Cabe destacar, no obstante, que estos dos métodos también pueden usarse para obtener una desalineación angular deliberada como se discutió anteriormente.

En una primera realización, el sistema comprende un sistema de placa de anclaje ajustable para un sistema de cable de múltiples hilos como se muestra en la figura 6. El sistema de placa de anclaje consta de dos componentes, un anillo 603 que está montado en la estructura de soporte en la superficie inferior 602, y la placa de anclaje 605 en la que se montan los cables con un sistema de cuña estándar. Las cuñas y los extremos del cable están orientados perpendicularmente a la superficie superior 607 de la placa de anclaje. Un borde 606 mantiene los dos componentes centrados.

La superficie de interfaz 604 entre los dos componentes se coloca en ángulo. La inclinación de la superficie superior 607 en dos direcciones se puede lograr girando la placa de anclaje o girando el conjunto. A través de estas rotaciones es posible lograr una línea central de cable 601 como se desee dentro de un rango definido por el ángulo entre los dos componentes. Por lo tanto, esto se puede usar para alinear la línea central del cable con la dirección del tubo o introducir deliberadamente una desalineación deseada para disminuir los niveles de tensión alrededor de los tubos del cable como se explicó anteriormente.

De acuerdo con diversas realizaciones, el sistema puede facilitar que una rotación de dicha placa de anclaje con respecto a dicho anillo pueda dar como resultado ángulos de dicha línea central del cable con respecto a dicha superficie inferior de entre $0,1^\circ$ y 15° , tal como entre 1° y 10° .

En una segunda realización, el sistema es como se muestra en la figura 7, basado en superficies esféricas 703. Este sistema consta de dos partes, una parte de placa de anclaje 704 con una superficie esférica convexa y una placa de soporte 702 con una superficie esférica cóncava. La placa de soporte está fijada a una estructura de soporte. Los filamentos de cable 701 entran a través de una(s) abertura(s) en la placa de soporte 702 y se unen al componente de placa de anclaje convexo 704. Las cuñas y los extremos del cable están orientados perpendicularmente a la superficie superior 705 de la parte de la placa de anclaje.

De acuerdo con diversas realizaciones, el sistema puede facilitar que un movimiento de dicha placa de anclaje con respecto a dicha placa de soporte pueda dar como resultado ángulos de dicha línea central del cable con respecto a dicha placa de soporte de entre $0,1^\circ$ y 15° , tal como entre 1° y 10° .

Ambas superficies esféricas tienen al menos aproximadamente el mismo radio. El componente convexo se puede inclinar en la dirección deseada para obtener una línea central del cable lo más recta posible. Después de tensar los cables, el componente se mantendrá en su lugar por medio de la fricción y el ángulo de inclinación ya no cambiará. Además de eso, la forma cóncava de la placa de soporte 702 garantiza la estabilidad del sistema de alineación, ya que la tensión del cable mantendrá la placa convexa perpendicular al cable incluso cuando la fricción haya desaparecido.

En una situación habitual, sin carga exterior en la turbina eólica, cada cable puede ser tensado previamente a un valor en el intervalo de 30-55 % de su resistencia nominal, como en el intervalo del 40-50 % de su resistencia nominal.

Ambas soluciones mostradas en las figuras 6 y 7 se pueden usar tanto en el lado del extremo del cable como en el lado de los cimientos. Se cree que lo más preferido es que se use una placa de anclaje ajustable en el extremo de la torre del cable, y que el método esférico se aplique en el lado de los cimientos. Sin embargo, también son posibles otras combinaciones.

Además, se observa que debido a las variaciones del terreno o similares, puede ser necesario colocar los anclajes un poco desplazados desde 120° alrededor de la torre. En ese caso, también puede ser ventajoso tener un sistema capaz de ajustarse en consecuencia.

De acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención, se puede utilizar una placa de anclaje estándar, como sabe el experto en la materia, en la que los ángulos de la línea central del cable no se pueden ajustar.

Mientras que se han descrito diversas realizaciones de la invención, debe entenderse que la invención no está tan limitada y que pueden realizarse modificaciones sin apartarse de la invención. El alcance de la invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas, y todos los dispositivos que están dentro del significado de las reivindicaciones están destinados a ser incluidos en el mismo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una sección de la torre (103) para una torre anclada, tal como una torre de turbina eólica anclada, dicha sección de torre tiene una pared generalmente cilíndrica y se extiende en una dirección longitudinal a lo largo y alrededor de un eje longitudinal central (200) desde un extremo inferior hasta un extremo superior de dicha sección de torre, comprendiendo dicha sección de torre:
- 10 una pluralidad de tubos (202) distribuidos alrededor de dicho eje longitudinal central, cada uno de dicha pluralidad de tubos tiene una forma generalmente cilíndrica y se extiende a través de dicha pared cilíndrica desde un extremo interior del tubo (208) en un lado interior de dicha pared cilíndrica hasta un extremo exterior del tubo (207) en un lado exterior de dicha pared cilíndrica, cada uno de dicha pluralidad de tubos tienen una línea central de tubo (402), estando adaptada cada una de dicha pluralidad de tubos para recibir un cable (205) a través del mismo y fijar dicho cable en dicho extremo interior del tubo.
- 15 2. Una sección de torre de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha sección de torre comprende al menos uno de un anillo de refuerzo interior (203) y un anillo de refuerzo exterior (204).
- 20 3. Una sección de torre de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicho anillo de refuerzo interior se coloca a lo largo del lado interior de la pared cilíndrica en un único plano perpendicular a dicho eje longitudinal central.
4. Una sección de torre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2-3, en donde dicho anillo de refuerzo interior está adaptado para soportar una plataforma para un fácil acceso al extremo del tubo interior.
- 25 5. Una sección de torre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en donde dicho anillo de refuerzo exterior tiene la forma de un tronco cónico.
6. Una sección de torre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en donde dicho anillo de refuerzo exterior se conecta a los lados de la pluralidad de tubos.
- 30 7. Una sección de torre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2-6, en donde dicho anillo de refuerzo interior se conecta al interior de la sección de la torre sustancialmente a la misma altura que donde la línea central del tubo de cada uno de dicha pluralidad de tubos cruza dicha pared cilíndrica.
- 35 8. Una sección de torre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2-7, en donde el ángulo entre dicho eje longitudinal central y dicha línea central de tubo de cada uno de dicha pluralidad de tubos es sustancialmente el mismo que el ángulo entre dicho eje longitudinal central y dicho anillo de refuerzo exterior.
- 40 9. Una sección de torre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde dicha línea central del tubo de cada uno de dicha pluralidad de tubos y dicho eje longitudinal central tiene un ángulo mutuo de entre 30 y 60°, tal como entre 40 y 50°.
- 45 10. Una sección de torre de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde dicha pared generalmente cilíndrica tiene al menos dos espesores diferentes; un espesor más delgado más cercano a dicho extremo inferior de dicha sección de torre y dicho extremo superior de dicha sección de torre y un espesor más grueso de la pared (201) alrededor de dicha pluralidad de tubos.
- 50 11. Una sección de torre de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dicho espesor más grueso es al menos un 25 % más grande que dicho espesor más delgado, tal como al menos un 50 % más grande.
- 55 12. Una turbina eólica (100) que comprende una sección de torre (103) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-11 y al menos dos secciones de torre adicionales (104, 105), en donde dicha sección de torre está acoplada a dichas al menos otras dos secciones de torre en dicho extremo inferior y dicho extremo superior, respectivamente, de dicha sección de torre.

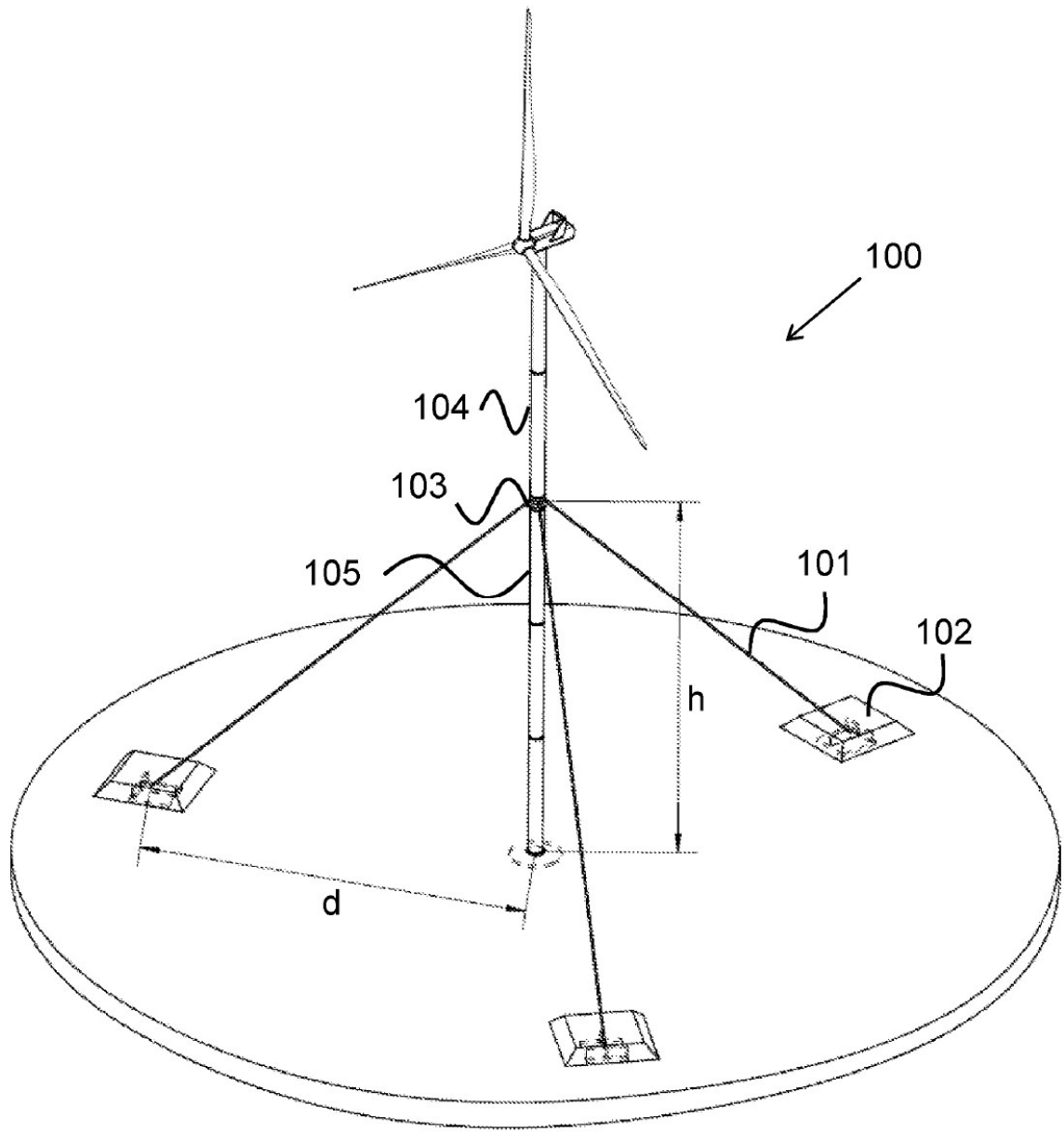


Figura 1

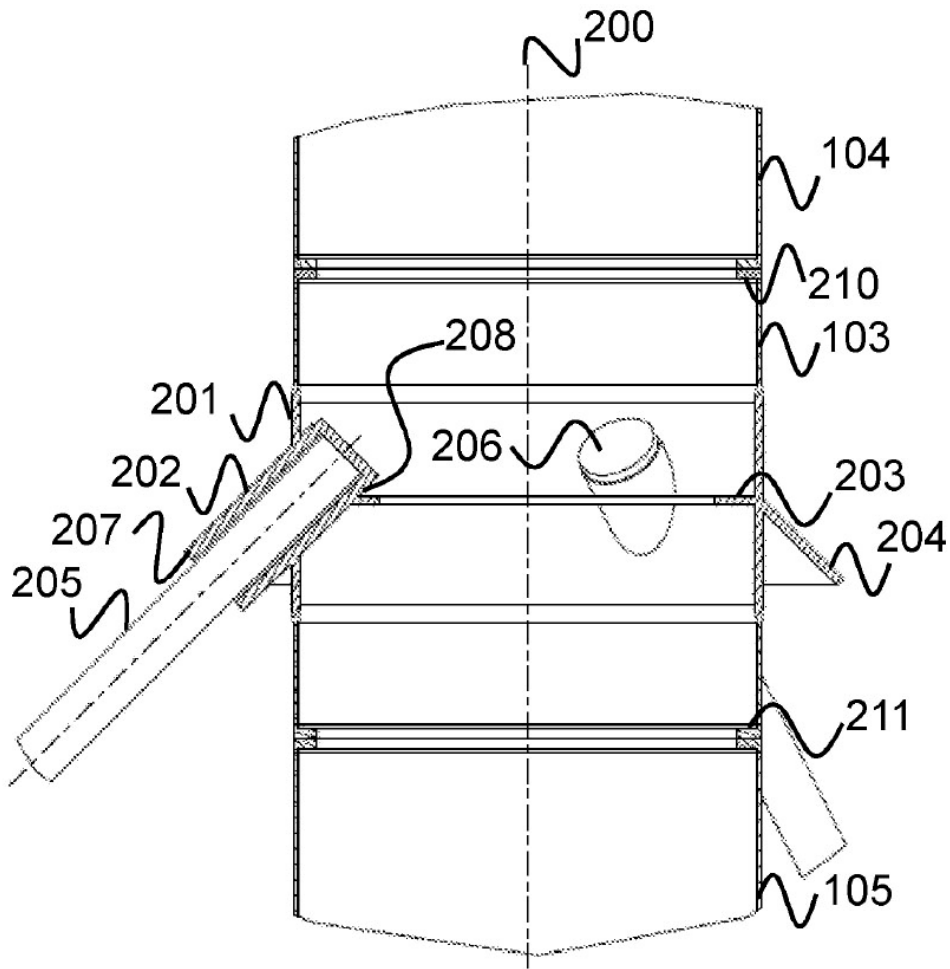


Figura 2

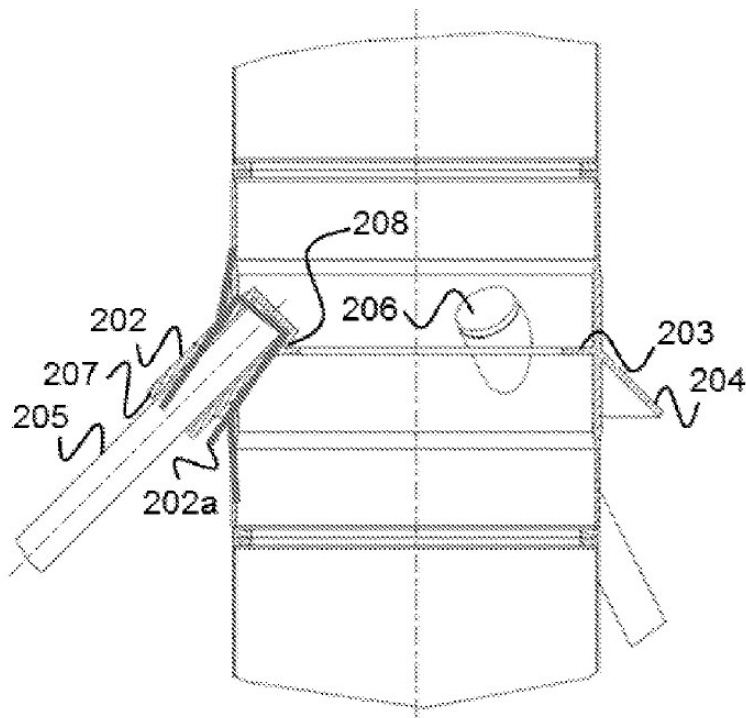


Figura 3

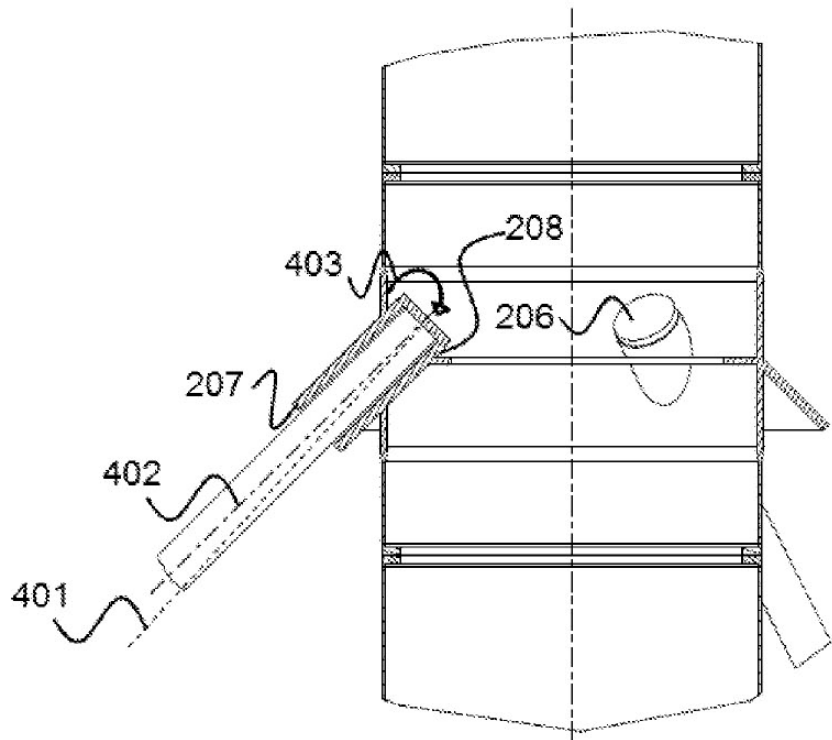


Figura 4

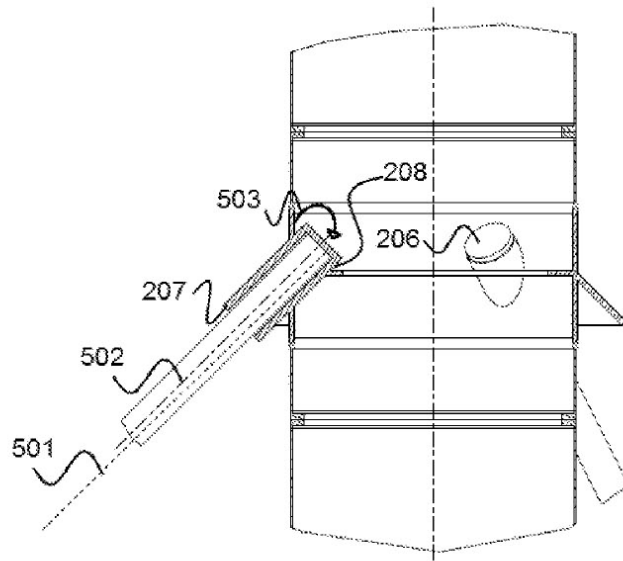


Figura 5

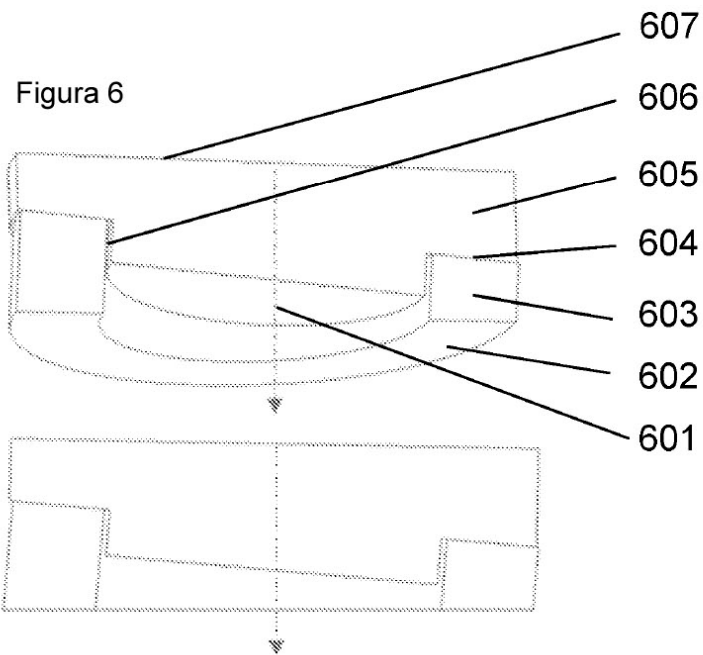


Figura 6

Figura 7

