

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 947 442**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2020** **E 20170515 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3901451**

54 Título: **Instalación de pala de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.08.2023**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MADSEN, AXEL PETER y**  
**OLSEN, ANDERS**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 947 442 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

Instalación de pala de turbina eólica

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere a un dispositivo para su uso cuando se instalan palas de turbina eólica en un buje de una turbina eólica. La presente divulgación también se refiere a un método para instalar palas de turbinas eólicas y a una disposición de instalación de pala de turbina eólica.

10

**Antecedentes**

Las turbinas eólicas normalmente están dotadas de un rotor en forma de un buje rotatorio que porta un conjunto de palas de turbina eólica. El viento actúa sobre las palas de turbina eólica, haciendo de este modo que el buje rote. Los movimientos rotacionales del buje se transfieren a un generador, o bien a través de una disposición de engranajes o directamente, en el caso de que la turbina eólica sea del denominado tipo de accionamiento directo. En el generador, se genera energía eléctrica, que puede suministrarse a una red eléctrica.

15

Las turbinas eólicas se están haciendo cada vez más grandes a medida que aumenta globalmente la demanda de fuentes de energía renovables. Con el aumento en el tamaño de la turbina eólica viene un aumento asociado en el tamaño y peso de los componentes de la turbina eólica, tales como secciones de torre, góndolas, palas y bujes.

20

Se conoce bien en el campo del montaje de palas de turbina eólica el uso de grúas y otros engranajes de elevación mecánica para maniobrar secciones de componentes de turbina eólica para llevarlos a su posición antes de unirse entre sí, normalmente mediante pernos. Sin embargo, puede ser difícil controlar tal engranaje de elevación para garantizar que los diversos componentes de la turbina eólica se alineen correctamente para que puedan unirse mediante pernos entre sí. Un método y un sistema de instalación de pala eólica se dan a conocer en el documento KR101324962B1 en los que una pala se levanta mediante un dispositivo de elevación y un cable para la conexión a un cojinete de regulación de paso.

25

30

La invención se ha desarrollado en el contexto de estos antecedentes.

**Sumario de la invención**

La presente invención proporciona un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica para su uso cuando se instala una pala de turbina eólica en un buje de turbina eólica, comprendiendo el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica: un mecanismo de cabrestante soportado por un armazón estructural, en el que el mecanismo de cabrestante comprende un cable de guiado y un tambor, en el que el mecanismo de cabrestante está configurado de modo que el cable de guiado puede enrollarse en y desenrollarse del tambor en respuesta a una entrada de control; y un dispositivo de montaje, en el que el dispositivo de montaje está configurado para unir de manera liberable el armazón estructural al buje de turbina eólica de modo que, en uso, un extremo del cable de guiado puede pasar a través de un orificio de perno ubicado en un cojinete de regulación de paso del buje de turbina eólica desde el lado más interior del cojinete de regulación de paso hasta el lado más exterior del cojinete de regulación de paso.

35

40

El dispositivo de instalación de pala de turbina eólica es ventajoso ya que puede unirse temporalmente al buje durante la instalación de la pala de turbina eólica. También puede moverse desde una ubicación hasta otra en el buje para facilitar la instalación de una o más palas adicionales. Adicionalmente, si el dispositivo de instalación es defectuoso, puede retirarse rápidamente y reemplazarse con un nuevo dispositivo sin un tiempo de inactividad significativo en el proceso de instalación de pala. Pueden usarse dos o más dispositivos de instalación de pala al mismo tiempo si se desea para proporcionar un control adicional durante la instalación de pala de turbina eólica.

50

El armazón estructural comprende una primera parte y una segunda parte, en el que la primera parte del armazón estructural está configurada para soportar el tambor del conjunto de cabrestante, y en el que la segunda parte del armazón estructural está configurada para ubicarse adyacente al cojinete de regulación de paso en uso. Esta configuración permite ventajosamente que el mecanismo de cabrestante se ubique lejos de la proximidad inmediata del cojinete de regulación de paso ya que está separado del cojinete de regulación de paso por la segunda parte del armazón. Esto permite usar cabrestantes más grandes y más potentes ya que el tamaño del mecanismo de cabrestante no está necesariamente limitado por el espacio disponible dentro del buje de turbina eólica adyacente al cojinete de regulación de paso. También permite que se proporcione espacio en el armazón para la electrónica de control, dispositivos de comunicación, etc. que pueden ubicarse en la primera parte dimensionalmente restringida del armazón.

55

60

El dispositivo de montaje está configurado para unir de manera liberable la segunda parte del armazón estructural al cojinete de regulación de paso. Al unir la segunda parte del armazón al cojinete de regulación de paso, puede lograrse un mejor control de la posición del dispositivo de instalación en relación con el orificio de perno, evitando de ese modo problemas potenciales tales como el desgaste por rozamiento del cable de guiado en el borde del orificio de perno.

65

5 El dispositivo de montaje puede configurarse para unir de manera liberable la primera parte del armazón estructural a una pieza fundida de buje del buje de turbina eólica. La pieza fundida de buje proporciona una base estable grande para el dispositivo de instalación que puede emplearse en lugar de, o además de, unión del armazón al cojinete de regulación de paso.

10 Opcionalmente, la segunda parte del armazón estructural puede comprender un canal, en donde el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica está configurado de modo que, en uso, una parte del cable de guiado pasa a lo largo del canal desde el tambor hasta el orificio de perno. Esta disposición puede ayudar a garantizar el guiado del cable de guiado a través del orificio de perno sin impacto en los lados del orificio de perno, lo que conduce al desgaste del cable de guiado o del propio orificio de perno.

15 El dispositivo de montaje puede comprender opcionalmente uno o más imanes. Ventajosamente, los imanes permiten que el armazón se una de manera liberable al buje sin dañar los componentes del buje y sin necesidad de proporcionar puntos de unión tales como orificios de perno adicionales u otras características de unión. Además, los imanes permiten una instalación y retirada rápidas del dispositivo de instalación del buje.

20 El dispositivo de instalación de pala de turbina eólica puede comprender un dispositivo de medición de carga configurado para medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado en uso. Si el cable de guiado del dispositivo de instalación se rompiera, consumiría tiempo y, por lo tanto, sería caro. Por lo tanto, la provisión de un dispositivo de medición de carga es ventajosa ya que permite medir la carga en el cable de guiado y detener el funcionamiento del cabrestante incluso aunque la carga en el cable de guiado sea demasiado alta.

25 Opcionalmente, el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica comprende: un procesador configurado para recibir una entrada indicativa de la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado en uso medida por el dispositivo de medición de carga, y configurado para emitir una señal de control en función de la magnitud de la carga de tracción; y un controlador configurado para recibir la señal de control desde el procesador y para controlar el funcionamiento del mecanismo de cabrestante en respuesta a la señal de control. Esta disposición permite que el control de carga en el cable de guiado se automatice y se controle localmente.

30 El procesador puede configurarse opcionalmente para emitir una señal de control para hacer que el controlador controle el mecanismo de cabrestante para enrollar el cable de guiado si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado es menor que una primera cantidad predeterminada. De esta manera, se evitan altas cargas en el cable de guiado ya que el cable de guiado solo se enrolla cuando la carga de tracción en el cable de guiado está por debajo de una cantidad establecida.

35 El procesador puede configurarse para emitir una señal de control para hacer que el controlador controle el mecanismo de cabrestante para desenrollar el cable de guiado si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado excede una segunda cantidad predeterminada. De esta manera, se evitan altas cargas en el cable de guiado ya que el cable de guiado se desenrolla activamente para reducir la carga de tracción en el cable de guiado si la carga en el cable de guiado ha alcanzado una cantidad establecida.

40 Opcionalmente, el procesador puede configurarse para emitir una señal de control para hacer que el controlador controle el mecanismo de cabrestante para evitar que se enrolle y se desenrolle el cable de guiado si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado está en o entre la primera cantidad predeterminada y la segunda cantidad predeterminada. Esto permite que el cable de guiado se retenga automáticamente en su posición actual si la carga de tracción en el cable de guiado es demasiado alta como para permitir el enrollado, pero demasiado baja como para justificar el desenrollado.

45 En otro aspecto, la presente invención proporciona una disposición de instalación de pala de turbina eólica que comprende: una pala de turbina eólica; un pasador de guiado que sobresale desde un extremo de raíz de la pala de turbina eólica; un buje de turbina eólica que comprende una pieza fundida de buje y un cojinete de regulación de paso; y un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica como se describió anteriormente, en la que el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica se une de manera liberable al buje de turbina eólica. Por lo tanto, esta disposición de instalación de pala de turbina eólica está preparada y lista para la instalación de la pala de turbina eólica de manera controlada y eficiente.

50 Opcionalmente, una parte del cable de guiado se extiende desde el tambor a través de un orificio de perno ubicado en el anillo de regulación de paso hasta el pasador de guiado, y en donde un extremo del cable de guiado se une de manera liberable al pasador de guiado. Esta disposición refleja una configuración en la que la pala de turbina eólica se ha elevado hasta su posición, mediante grúas o grúas elevadoras separadas, por lo que el extremo de raíz de la pala de turbina eólica está en la proximidad del cojinete de regulación de paso del buje listo para guiarse por el dispositivo de instalación de pala hacia el cojinete de regulación de paso.

60 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un método para instalar una pala de turbina eólica en un buje de turbina eólica, comprendiendo el método: unir de manera liberable un dispositivo de instalación de pala de

turbina eólica como se describió anteriormente a un buje de turbina eólica; pasar un extremo del cable de guiado a través de un orificio de perno ubicado en un cojinete de regulación de paso del buje de turbina eólica desde el lado más interior del cojinete de regulación de paso hasta el lado más exterior del cojinete de regulación de paso; unir un pasador de guiado al extremo de raíz de una pala de turbina eólica; usar un equipo de elevación para elevar la pala de turbina eólica a una posición en la que el extremo de raíz de la pala de turbina eólica está en la proximidad del cojinete de regulación de paso; unir el extremo del cable de guiado al pasador de guiado; y hacer funcionar el mecanismo de cabrestante para guiar el pasador de guiado hacia el orificio de perno del cojinete de regulación de paso. Este método proporciona una manera eficiente de guiar una pala de turbina eólica a su posición de instalación usando el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica descrito anteriormente.

Opcionalmente, hacer funcionar el mecanismo de cabrestante comprende medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado y enrollar el cable de guiado en el tambor cuando la magnitud de la carga de tracción está por debajo de una primera cantidad predeterminada.

Hacer funcionar el mecanismo de cabrestante puede comprender opcionalmente medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado y desenrollar el cable de guiado del tambor cuando la magnitud de la carga de tracción está por encima de una segunda cantidad predeterminada.

Hacer funcionar el mecanismo de cabrestante puede comprender medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado y evitar que el cable de guiado se enrolle en y se desenrolle del tambor cuando la magnitud de la carga de tracción está en o entre la primera cantidad predeterminada y la segunda cantidad predeterminada.

Opcionalmente, el método puede comprender: mover un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica como se describió anteriormente desde una primera ubicación en el buje de turbina eólica cerca de un primer cojinete de regulación de paso del buje de turbina eólica hasta una segunda ubicación en el buje de turbina eólica cerca de un segundo cojinete de regulación de paso del buje de turbina eólica; unir de manera liberable el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica al buje de turbina eólica en la segunda ubicación; pasar un extremo del cable de guiado a través de un orificio de perno ubicado en el segundo cojinete de regulación de paso desde el lado más interior del segundo cojinete de regulación de paso hasta el lado más exterior del segundo cojinete de regulación de paso; unir un pasador de guiado al extremo de raíz de una pala de turbina eólica; usar equipo de elevación para elevar la pala de turbina eólica a una posición en la que el extremo de raíz de la pala de turbina eólica está en la proximidad del segundo cojinete de regulación de paso; unir el extremo del cable de guiado al pasador de guiado; y hacer funcionar el mecanismo de cabrestante para guiar el pasador de guiado hacia el orificio de perno del segundo cojinete de regulación de paso. De este modo, el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica puede usarse para ayudar con la instalación de todas las palas de turbina eólica en un único buje, o, de hecho, con la instalación de palas de turbina eólica en cualquier número de bujes. Por lo tanto, cada buje no necesita estar dotado de su propio dispositivo de instalación de pala.

#### Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora a modo de ejemplos no limitantes con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática de una turbina eólica;

la figura 2 es una vista esquemática de un extremo de raíz de pala de turbina eólica en la proximidad de un buje de turbina eólica antes de la instalación; y

la figura 3 es una vista esquemática de un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica según la presente invención unido al buje de una turbina eólica.

#### Descripción detallada

La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos que muestran, a modo de ilustración, detalles específicos y realizaciones en las que puede ponerse en práctica la invención. Estas realizaciones se describen con suficiente detalle para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica la invención. Pueden utilizarse otras realizaciones, y pueden hacerse cambios estructurales sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

La figura 1 muestra una turbina eólica 1. La turbina eólica 1 incluye una góndola 2 que está soportada en una torre 4 generalmente vertical, que en sí misma comprende una pluralidad de secciones de torre 5. La góndola 2 aloja un número de componentes funcionales, incluyendo una caja de engranajes y un generador (no mostrado), y soporta una disposición de rotor principal 6. La disposición de rotor principal 6 comprende un buje 8 y una pluralidad de palas de turbina eólica 10 conectadas al buje 8. En este ejemplo, la turbina eólica 1 comprende tres palas de turbina eólica 10.

La figura 2 muestra una vista esquemática del extremo de raíz 12 de una pala de turbina eólica 10 antes de la

instalación en un buje 8. En esta vista, la pala de turbina eólica 10 se ha elevado mediante una o más grúas (no mostradas) a una posición mediante la cual su extremo de raíz 12 está en la proximidad de uno de los cojinetes de regulación de paso 20 del buje 8. En este contexto, “en la proximidad de” significa que el extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10 está lo suficientemente cerca del cojinete de regulación de paso 20 para que pueda alcanzarse por un trabajador colocado en el cojinete de regulación de paso 20. En este contexto, el trabajador puede emplear una herramienta adecuada para alcanzar el extremo de raíz 12 desde su posición en el cojinete de regulación de paso. Se entenderá que, en el contexto de esta divulgación, el extremo de raíz 12 comprende cualquier perno prisionero 14 o cualquier otra herramienta o dispositivo unido al mismo.

El buje 8 tiene tres cojinetes de regulación de paso 20 correspondientes a las tres palas de turbina eólica 10 que van a instalarse en el buje 8. En esta vista, el cojinete de regulación de paso 20 en el que se instalará la pala de turbina eólica 10 está orientado hacia abajo hacia el extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10. Cada cojinete de regulación de paso comprende una pluralidad de orificios de perno 28 que se extienden desde un lado más interior 30 del cojinete de regulación de paso 20 hasta un lado más exterior 32 del cojinete de regulación de paso 20.

Cada uno de los cojinetes de regulación de paso 20 está montado de manera rotatoria en una pieza fundida de buje 22 del buje 8. La pieza fundida de buje 22 y los cojinetes de regulación de paso 20 están rodeados por una cubierta de carenado 26 (del inglés, *spinner cover*) de tal manera que el buje 8 comprende la pieza fundida de buje 24, la cubierta de carenado 26 y los cojinetes de regulación de paso 20.

Como se muestra más claramente en la figura 3, el extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10 comprende una pluralidad de pernos prisioneros 14 que se extienden desde el extremo de raíz 12 en una dirección sustancialmente paralela a un eje central de simetría rotacional (no mostrado) del extremo de raíz 12. Uno de los pernos prisioneros 14 está sustituido por un pasador de guiado 16 que es más largo que los pernos prisioneros 14. El pasador de guiado 16 puede tener, por ejemplo, 100 mm de longitud. El número de orificios de perno 28 en el cojinete de regulación de paso 20 coincide con el número de pernos prisioneros 14 más el pasador de guiado 16.

Con el fin de ayudar con el guiado del extremo de raíz 12 de la turbina eólica 10 hacia el cojinete de regulación de paso 20 durante la instalación de la pala de turbina eólica 10, un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 se une de manera retirable al buje 8 como se describe en detalle a continuación.

El dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 comprende un mecanismo de cabrestante 42 soportado en un almacén estructural 44. El mecanismo de cabrestante 42 comprende un cable de guiado 45 enrollado en un tambor 46. El cable de guiado 45 puede enrollarse en y desenrollarse del tambor 46 en respuesta a una entrada de control que puede ser un conmutador controlado electrónicamente controlado por la electrónica de control ubicada en el propio mecanismo de cabrestante 42 o ubicada en otro lugar. El conmutador controlado electrónicamente puede hacerse funcionar remotamente por comunicaciones inalámbricas.

El almacén estructural 44 del dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 comprende una primera parte 47 que soporta el tambor 46 del mecanismo de cabrestante 42, y una segunda parte 48 que se extiende desde la primera parte 47 hacia el lado más interior 30 del cojinete de regulación de paso 20 en uso. Por lo tanto, la segunda parte 48 está ubicada cerca del cojinete de regulación de paso 20 en uso. La segunda parte 48 del almacén estructural 44 define un canal 43 a lo largo del cual el cable de guiado 45 pasa en uso desde el tambor 46 hasta el orificio de perno 28.

La segunda parte 48 del almacén estructural 44 se une temporalmente al lado más interior 30 del cojinete de regulación de paso 20 por un dispositivo de montaje 50 ubicado en el extremo distal 49 de la segunda parte 48 del almacén estructural 44. En este ejemplo, el dispositivo de montaje 50 comprende imanes 52 que están dispuestos de modo que, en uso, unen el extremo distal 49 de la segunda parte 48 del almacén estructural 44 al lado más interior 30 del cojinete de regulación de paso 20 a cada lado de uno de los orificios de perno 28.

En uso, el cable de guiado 45 se desenrolla del tambor 46 y se alimenta a través de uno de los orificios de perno 28 en el cojinete de regulación de paso 20. Cuando el extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10 está en la proximidad del cojinete de regulación de paso 20 al que va a unirse, un trabajador unió el extremo libre del cable de guiado 45 al extremo sobresaliente del pasador de guiado 16. Esta conexión puede realizarse mediante cualquier accesorio de conexión liberable adecuado y el trabajador puede efectuarla manualmente, o con la ayuda de una herramienta.

Una vez que el cable de guiado 16 está conectado al pasador de guiado 16, la falta de tirantez en el cable de guiado 45 se reduce enrollando el cable de guiado 45 de nuevo en el tambor 46. La una o más grúas (no mostradas) se hacen funcionar para mover el extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10 más cerca con respecto al cojinete de regulación de paso 20. A medida que el extremo de raíz 12 se acerca al cojinete de regulación de paso 12, el mecanismo de cabrestante 42 se hace funcionar de modo que el cable de guiado 45 se enrolla de nuevo en el tambor 46. A medida que disminuye la longitud de trabajo del cable de guiado 45, el extremo del pasador de guiado 16 al que está conectado el cable de guiado 45 se acerca más al orificio de perno 28 a través del cual pasa el cable. De esta manera, el extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10 se guía hacia el cojinete de regulación de paso 20. Más

específicamente, los pernos prisioneros 14 se guían con mayor precisión hacia sus orificios de perno 28 correspondientes en el cojinete de regulación de paso.

El extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10 se guía por el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 hasta que los pernos prisioneros 14 están ubicados en sus orificios de perno 28 correspondientes. Una vez que los pernos prisioneros 14 se ubican de manera segura dentro de los orificios de perno 28, el pasador de guiado 16 se separa del cable de guiado 45 y el pasador de guiado 16 se reemplaza por un perno prisionero 14 estándar. El dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 puede separarse del buje 8 antes o después de que se haya retirado el pasador de guiado 16.

Si va a instalarse otra pala de turbina eólica 10 en el buje 8, el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 vuelve a unirse al buje en la nueva posición de instalación con el armazón estructural 44 del dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 ahora unido de manera retirable al cojinete de regulación de paso 20 en la nueva posición de instalación. Este proceso descrito anteriormente se repite entonces para la instalación de la nueva pala de turbina eólica 10 y así sucesivamente hasta que todas las palas de turbina eólica 10 se han instalado en el buje 8. El dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 se retira entonces para su almacenamiento o uso en la instalación de palas de turbina eólica en otro buje.

En una realización preferida, el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 comprende un dispositivo de medición de carga 60 configurado para medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado 45 en uso. El dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 también comprende un procesador 62 que está configurado para recibir una entrada indicativa de la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado 45 medida por el dispositivo de medición de carga 60, y emitir una señal de control a un controlador 64 en función de la magnitud de la carga de tracción. El controlador 64 está configurado para recibir la señal de control del procesador 62 y para controlar el funcionamiento del mecanismo de cabrestante 42 en respuesta a la señal de control.

Específicamente, el procesador 62 está configurado para emitir una señal de control para hacer que el controlador 64 controle el mecanismo de cabrestante 42 para que enrolle el cable de guiado 45 si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado 45 es menor que una primera cantidad predeterminada, y el procesador 62 está configurado para emitir una señal de control para hacer que el controlador 64 controle el mecanismo de cabrestante 42 para desenrollar el cable de guiado 45 si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado 45 excede una segunda cantidad predeterminada. De esta manera, el cable de guiado 45 puede controlarse de modo que se enrolla solo cuando la tensión en el cable de guiado 45 está por debajo de un umbral predeterminado, y se desenrolla cuando la tensión en el cable de guiado 45 está por encima de un segundo umbral predeterminado. Al hacer esto, puede evitarse el tensado excesivo del cable de guiado 45, evitando de ese modo el daño potencial al cable de guiado 45 y otros componentes que pueden dañarse si el cable de guiado 45 se rompe cuando está bajo tensión, liberando de ese modo el extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10 con energía potencial almacenada. Los umbrales utilizados para la tensión en el cable de guiado 45 pueden variar entre los sitios de instalación y las condiciones locales.

El procesador 62 también puede configurarse para emitir una señal de control para hacer que el controlador 64 controle el mecanismo de cabrestante 42 para evitar el enrollado o el desenrollado del cable de guiado 45 si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado 45 está en o entre la primera cantidad predeterminada y la segunda cantidad predeterminada. De esta manera, el extremo de raíz 12 de la pala de turbina eólica 10 puede mantenerse en la proximidad del cojinete de regulación de paso 20 siempre que la tensión en el cable de guiado no exceda el segundo umbral predeterminado.

Se entenderá que el procesador 62 podría ubicarse lejos del dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 y comunicarse con el dispositivo de medición de carga 60 y el controlador 64 a través de medios de comunicación inalámbrica.

Si se desea, el armazón estructural 44 del dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 podría unirse al buje en otra ubicación en lugar de, o además del cojinete de regulación de paso. Específicamente, el dispositivo de montaje 50 podría comprender imanes adicionales 52 para unir la primera parte 47 del armazón estructural 44 a la pieza fundida de buje. Además, el dispositivo de montaje 50 podría comprender cualquier dispositivo de montaje liberable adecuado tal como pernos, pasadores o adhesivo retirable. Además, el armazón estructural 44 podría unirse de manera liberable a la cubierta de carenado 26.

Si bien la descripción anterior se ha dado en el contexto de un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica 40 que se usa para instalar una pala de turbina eólica 10 en un buje 8, se apreciará que podrían usarse dos o más dispositivos de instalación de turbina eólica para instalar la pala de turbina eólica 10 con cada cable de guiado 45 pasando a través de un orificio de perno 28 y uniéndose a un pasador de guiado 16.

También se apreciará que la pala de turbina eólica 10 que va a instalarse en el buje 8 puede estar en cualquier orientación con respecto al suelo durante la instalación, soportado por la una o más grúas. En particular, la pala de turbina eólica 10 puede estar sustancialmente horizontal durante la instalación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) para su uso cuando se instala una pala de turbina eólica (10) en un buje de turbina eólica (8), comprendiendo el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40):
 

5 un mecanismo de cabrestante (42) soportado por un armazón estructural (44) y un conmutador controlado electrónicamente para controlar el mecanismo de cabrestante, en el que el mecanismo de cabrestante (42) comprende un cable de guiado (45) y un tambor (46), en el que el mecanismo de cabrestante (42) está configurado de modo que el cable de guiado (45) puede enrollarse en y desenrollarse del tambor (46) en respuesta a una entrada de control de dicho conmutador; y

10 un dispositivo de montaje (50), en el que el dispositivo de montaje (50) está configurado para unir de manera liberable el armazón estructural (44) al buje de turbina eólica (8) de modo que, en uso, un extremo del cable de guiado (45) puede pasar a través de un orificio de perno (28) ubicado en un cojinete de regulación de paso (20) del buje de turbina eólica (8) desde un lado más interior (30) del cojinete de regulación de paso (20) hasta un lado más exterior (32) del cojinete de regulación de paso (20), en el que el armazón estructural (44) comprende una primera parte (47) y una segunda parte (48), en el que la primera parte (47) del armazón estructural (44) está configurada para soportar el tambor (46) del conjunto de cabrestante (42), y en el que la segunda parte (48) del armazón estructural (44) está configurada para ubicarse adyacente al cojinete de regulación de paso (20) en uso, en el que el dispositivo de montaje (50) está configurado para unir de manera liberable la segunda parte (48) del armazón estructural (44) al cojinete de regulación de paso (20).
2. Un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de montaje (50) está configurado para unir de manera liberable la primera parte (47) del armazón estructural (44) a una pieza fundida de buje (22) del buje de turbina eólica (8).
3. Un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un dispositivo de medición de carga (60) configurado para medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado (45) en uso.
4. Un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) según la reivindicación 3, que comprende:
 

35 un procesador (62) configurado para recibir una entrada indicativa de la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado (45) en uso medida por el dispositivo de medición de carga (60), y configurado para emitir una señal de control en función de la magnitud de la carga de tracción; y

40 un controlador (64) configurado para recibir la señal de control del procesador (62) y para controlar el funcionamiento del mecanismo de cabrestante (42) en respuesta a la señal de control.
5. Un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) según la reivindicación 4, en el que el procesador (62) está configurado para emitir una señal de control para hacer que el controlador (64) controle el mecanismo de cabrestante (42) para enrollar el cable de guiado (45) si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado (45) es menor que una primera cantidad predeterminada.
6. Un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) según la reivindicación 5, en el que el procesador (62) está configurado para emitir una señal de control para hacer que el controlador (64) controle el mecanismo de cabrestante (42) para desenrollar el cable de guiado (45) si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado (45) excede una segunda cantidad predeterminada.
7. Un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) según la reivindicación 6, en el que el procesador (62) está configurado para emitir una señal de control para hacer que el controlador (64) controle el mecanismo de cabrestante (42) para evitar el enrollado y el desenrollado del cable de guiado (45) si la magnitud de la carga de tracción en el cable de guiado (45) está en o entre la primera cantidad predeterminada y la segunda cantidad predeterminada.
8. Una disposición de instalación de pala de turbina eólica que comprende:
 

60 una pala de turbina eólica (10);

un pasador de guiado (16) que sobresale desde un extremo de raíz (12) de la pala de turbina eólica (10);

un buje de turbina eólica (8) que comprende una pieza fundida de buje (22) y un cojinete de regulación de paso (20); y

65 un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,

en la que el dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) se une de manera liberable al buje de turbina eólica (8).

5  
9. Una disposición de instalación de pala de turbina eólica según la reivindicación 8, en la que una parte del cable de guiado (45) se extiende desde el tambor (46) a través de un orificio de perno (28) ubicado en el anillo de regulación de paso (20) hasta el pasador de guiado (16), y en la que un extremo del cable de guiado (45) se une de manera liberable al pasador de guiado (16).

10  
10. Un método para instalar una pala de turbina eólica (10) en un buje de turbina eólica (8), comprendiendo el método:

15 unir de manera liberable un dispositivo de instalación de pala de turbina eólica (40) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 a un buje de turbina eólica (8);

20 hacer pasar un extremo del cable de guiado (45) a través de un orificio de perno (28) ubicado en un cojinete de regulación de paso (20) del buje de turbina eólica (8) desde un lado más interior (30) del cojinete de regulación de paso (20) hasta un lado más exterior (32) del cojinete de regulación de paso (20);

25 unir un pasador de guiado (16) al extremo de raíz (12) de una pala de turbina eólica (10);

30 usar un equipo de elevación para elevar la pala de turbina eólica (10) a una posición en la que el extremo de raíz (12) de la pala de turbina eólica (10) está en la proximidad del cojinete de regulación de paso (20);

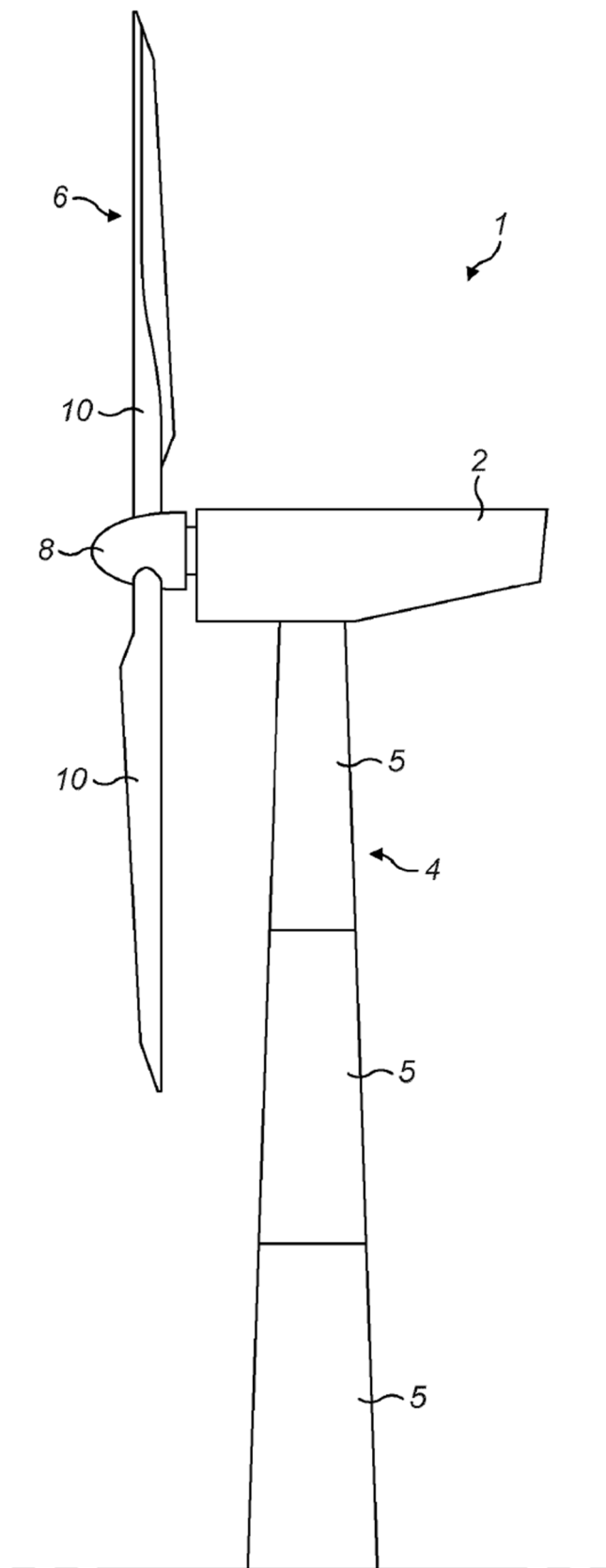
35 unir el extremo del cable de guiado (45) al pasador de guiado (16); y

40 hacer funcionar el mecanismo de cabrestante (42) para guiar el pasador de guiado (16) hacia el orificio de perno (28) del cojinete de regulación de paso (20).

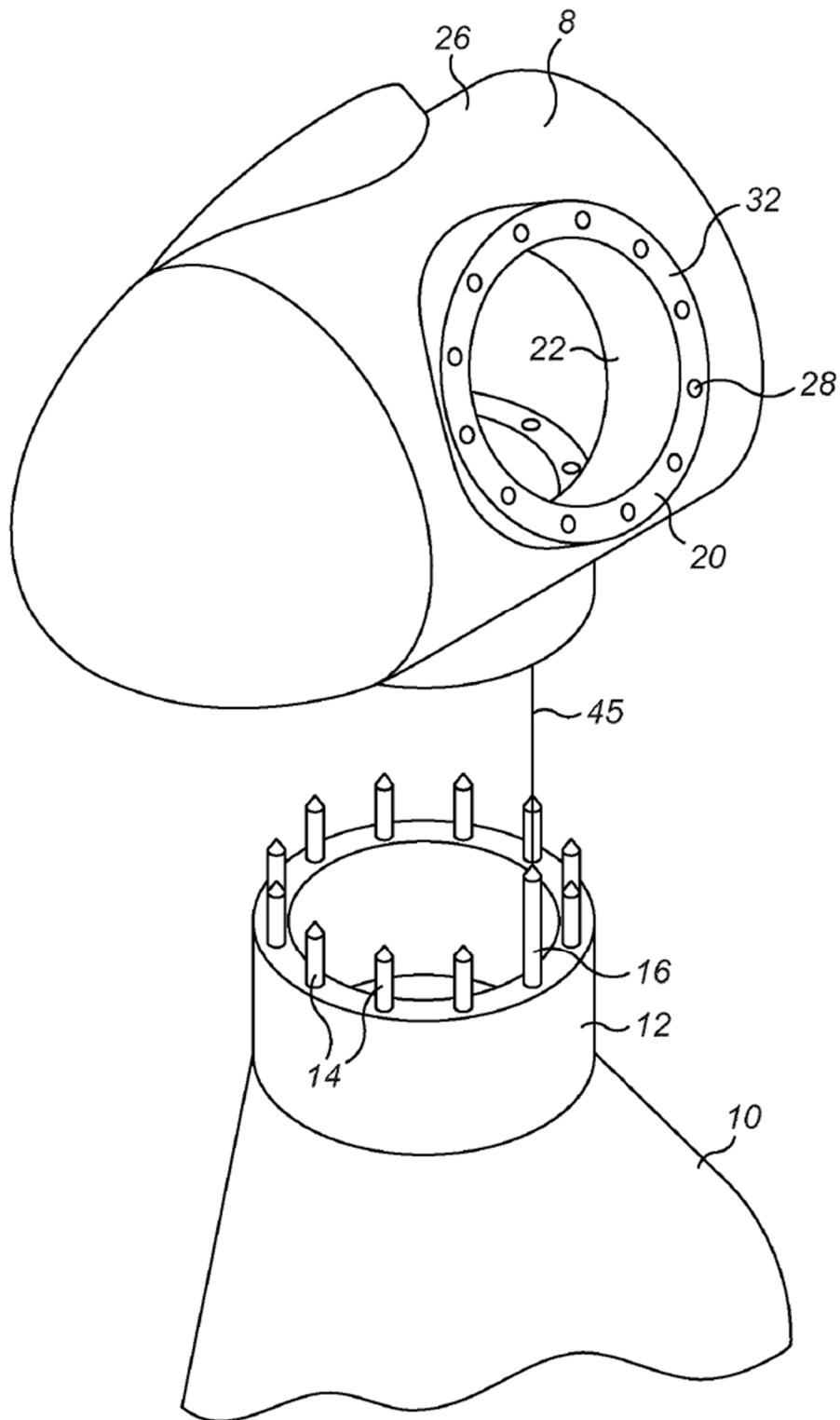
45  
11. Un método para instalar una pala de turbina eólica (10) en un buje de turbina eólica (8) según la reivindicación 10, en el que hacer funcionar el mecanismo de cabrestante (42) comprende medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado (45) y enrollar el cable de guiado (45) en el tambor (46) cuando la magnitud de la carga de tracción está por debajo de una primera cantidad predeterminada.

12. Un método para instalar una pala de turbina eólica (10) en un buje de turbina eólica (8) según la reivindicación 11, en el que hacer funcionar el mecanismo de cabrestante (42) comprende medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado (45) y desenrollar el cable de guiado (45) del tambor (46) cuando la magnitud de la carga de tracción está por encima de una segunda cantidad predeterminada.

13. Un método para instalar una pala de turbina eólica (10) en un buje de turbina eólica (8) según la reivindicación 12, en el que hacer funcionar el mecanismo de cabrestante (42) comprende medir la magnitud de una carga de tracción en el cable de guiado (45) y evitar que el cable de guiado (45) se enrolle en y se desenrolle del tambor (46) cuando la magnitud de la carga de tracción está en o entre la primera cantidad predeterminada y la segunda cantidad predeterminada.



**FIG. 1**



**FIG. 2**

