

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 228**

51 Int. Cl.:

F03D 13/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2012** **E 12170530 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020** **EP 2669508**

54 Título: **Aparato de sujeción de pala**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2020

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**BITSCH, MICHAEL BRIX;
KNUDSEN, PETER;
PEDERSEN, DAVID STIEN;
TALEBNASAB, REZA y
UHRENHOLT, JESPER**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 796 228 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

Aparato de sujeción de pala

5 La invención describe un aparato de sujeción de pala y un método de hacer funcionar un aparato de sujeción de pala de este tipo.

10 Las palas de rotor para una turbina eólica deben acabarse según determinados criterios. Por ejemplo, la superficie exterior de la pala de rotor debe ser lisa, de modo que las propiedades aerodinámicas del rotor no se vean comprometidas. Además, la superficie de la pala de rotor debe ser resistente a la intemperie. Por estas razones, la superficie de la pala de rotor generalmente debe someterse a una o más etapas de manipulación o procesamiento tales como lijado, pintado, pulido, etc., antes de transportarse al sitio para el montaje sobre una turbina eólica.

15 Sin embargo, tales etapas de manipulación o procesamiento pueden ser problemáticas debido a que las palas de rotor cada vez son más largas a medida que los avances en diseño de turbinas y fabricación de palas permiten generadores más grandes y mayores longitudes de pala de rotor. Una pala de rotor para una turbina eólica puede superar, por tanto, los 70 m de longitud, medida desde la raíz hasta la punta. Una pala de este tipo fácilmente puede pesar aproximadamente 20.000 kg. Una pala de rotor habitualmente se realiza de un material compuesto y es principalmente hueca. La forma de la pala de rotor cambia a lo largo de su longitud, por ejemplo, desde una sección de raíz cilíndrica, pasando por una sección de saliente más ancha, hasta una parte de perfil aerodinámico, terminando en una región de punta bastante delgada. Las zonas conformadas de manera diferente a lo largo de la longitud de la pala, junto con el peso de la pala y el cuidado que debe tenerse para evitar cualquier daño a la superficie de pala, dan como resultado procedimientos de manipulación caros y que requieren mucho tiempo.

25 En un enfoque conocido, la pala se sujeta esencialmente en horizontal soportando el extremo de raíz de alguna manera adecuada y usando un aparato de sujeción para fijar la pala en algún punto en la sección de perfil aerodinámico durante un procedimiento de manipulación. En el documento WO 2012/066158 A1 se proporciona un ejemplo de un aparato de sujeción de pala de este tipo. El tipo conocido de aparato de sujeción implica un mecanismo de tornillo estacionario para aplicar una fuerza de retención a la pala. El mecanismo de tornillo puede accionarse manual, eléctrica, neumática o hidráulicamente. Puesto que la pala se sujeta sólo en dos puntos, la mayor parte de la superficie de pala está expuesta. El acceso a la superficie inferior o el lado inferior de la pala es relativamente sencillo. Sin embargo, sólo puede accederse al lado superior de la pala con dificultad. Puede ser necesario que los trabajadores usen grúas y/o plataformas móviles con el fin de alcanzar estas superficies. Alternativamente, el mecanismo de tornillo puede abrirse para liberar la pala de modo que pueda hacerse rotar media vuelta y después fijarse de nuevo. De cualquier manera, las técnicas de la técnica anterior requieren mucho tiempo y por tanto también son caras. Además, el uso de un mecanismo de tornillo de este tipo puede dar como resultado daños en aquellas regiones de la pala sobre las que se retiene. Además, la sujeción del mecanismo de tornillo se basa exclusivamente en los recursos humanos del operario, de modo que no siempre puede garantizarse una fijación segura.

40 Por tanto, un objeto de la invención es proporcionar una manera mejorada de sujetar una pala de rotor de turbina eólica durante un procedimiento de manipulación de este tipo.

45 Este objeto se logra mediante el aparato de sujeción de pala según la reivindicación 1 y mediante el método según la reivindicación 11 de hacer funcionar un aparato de sujeción de pala de este tipo.

50 Según la invención, el aparato de sujeción de pala, para sujetar un extremo de una pala de turbina eólica durante una etapa de manipulación, comprende una estructura de soporte que comprende una abertura para alojar un extremo de la pala de turbina eólica; una disposición de retención dispuesta en la abertura, realizándose la disposición de retención para ejercer una fuerza de retención sobre la pala de turbina eólica; y una disposición de bloqueo para bloquear la disposición de retención en relación con la estructura de soporte, en el que la disposición de retención comprende un par de elementos de agarre de pala montados sobre lados opuestos de la abertura en la estructura de soporte, caracterizado porque al menos un elemento de agarre de pala está montado de manera móvil a lo largo de su lado de la abertura en la estructura de soporte, mediante lo cual se efectúa un movimiento hacia abajo del elemento de agarre de pala en relación con la abertura de la estructura de soporte mediante el peso de la pala.

60 Una ventaja del aparato de sujeción de pala según la invención es que la pala puede sujetarse o soportarse de una manera muy sencilla durante la manipulación, y de tal manera que sólo una fracción muy pequeña de su área superficial queda cubierta por elementos de la disposición de retención, de modo que puede accederse a la mayor parte de la superficie de pala para su tratamiento. Además, la fuerza ejercida por la disposición de retención sobre la superficie de la pala se distribuye muy favorablemente alrededor de la circunferencia de la pala, de modo que puede evitarse el daño o la tensión en la pala. Puesto que la estructura de soporte se realiza para sujetar la pala cerca de un extremo, por ejemplo el extremo de punta, sólo es necesario soportar la pala en otro extremo, por ejemplo, el extremo de raíz, dejando la mayor parte de la superficie de pala accesible libremente.

- La disposición de retención, que comprende un par de elementos de agarre de pala o “mordazas” montadas una en cada lado de la abertura en la estructura de soporte, permite una realización en la que la fuerza de retención se aplica en la superficie tanto delantera como trasera de la pala, proporcionando una distribución favorable de fuerzas y evitando cualquier daño a la superficie de pala. Según la invención, el método de hacer funcionar un aparato de sujeción de pala de este tipo, durante un procedimiento de manipulación de una pala de turbina eólica, comprende las etapas de hacer pasar un extremo de la pala de turbina eólica a través de la abertura en la estructura de soporte; accionar la disposición de retención para ejercer una fuerza de retención sobre la pala de turbina eólica; y bloquear la disposición de retención en relación con la estructura de soporte durante el procedimiento de manipulación. Una ventaja del método según la invención de hacer funcionar un aparato de sujeción de pala de este tipo es que, con un mínimo de esfuerzo, puede accederse a la mayor parte de la superficie de pala para su tratamiento. El método según la invención es favorablemente seguro, puesto que la pala queda retenida de manera segura pero sin tener que aplicar presión excesiva, durante el procedimiento de manipulación. Por tanto, se garantiza la seguridad de los trabajadores de servicio y se elimina esencialmente el riesgo de daño a la pala.
- Se proporcionan características y realizaciones particularmente ventajosas de la invención mediante las reivindicaciones dependientes, tal como se revela en la siguiente descripción. Pueden combinarse características de diferentes categorías de reivindicación según sea apropiado para proporcionar realizaciones adicionales no descritas en el presente documento.
- A continuación, puede suponerse que una pala de rotor comprende distintas regiones tales como una sección de raíz y una sección de cuerpo, que puede suponerse que tienen una sección transversal de perfil aerodinámico. La pala puede presentar una sección decreciente en anchura y grosor hacia un extremo de punta. También puede suponerse que la pala tiene una superficie delantera y una superficie trasera, mediante lo cual pueden usarse los términos habituales para “lado de succión” y “lado de presión” para referirse a la superficie delantera con una forma esencialmente convexa y una superficie trasera con una forma esencialmente cóncava, respectivamente.
- A continuación, sin limitar la invención en modo alguno, los términos “pala de rotor de turbina eólica”, “pala de rotor” y simplemente “pala” pueden usarse de manera intercambiable.
- Puesto que la pala se sujeta preferiblemente en horizontal durante la manipulación, de modo que los trabajadores en el suelo pueden acceder a la mayor parte del área superficial de la pala, en una realización particularmente preferida de la invención, la estructura de soporte comprende un plano erguido, es decir, un plano esencialmente vertical. De esta manera, la estructura de soporte puede alojar una pala de turbina eólica sujeta esencialmente en horizontal. Se deduce que el plano vertical de la estructura de soporte es por tanto esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la pala, entendiéndose que el eje longitudinal se extiende desde la sección de raíz de la pala hasta la punta.
- Tal como se indicó anteriormente, es ventajoso desde el punto de vista de los trabajadores que la mayor parte posible de la superficie de pala sea accesible para los trabajadores en el suelo, de modo que los trabajadores no necesiten usar grúas o plataformas hidráulicas para alcanzar determinadas regiones de la pala. Por tanto, en una realización particularmente preferida de la invención, la estructura de soporte puede rotar en un plano esencialmente vertical, de modo que la pala puede girarse alrededor de su eje longitudinal, permitiendo por tanto que los trabajadores accedan a la mayoría de partes de la pala. Por ejemplo, en una realización preferida de la invención, la estructura de soporte es esencialmente circular, puesto que esta forma se presta a una rotación de este tipo. La estructura de soporte puede realizarse para rotar o girar en su plano vertical y alrededor de su centro de geometría, de modo que su centro permanece esencialmente fijo o estacionario. Alternativamente o además, la estructura de soporte podría realizarse para rodar o rotar a lo largo del suelo o de alguna otra superficie a modo de rueda, de modo que su centro describe un movimiento lineal.
- Preferiblemente, el aparato de sujeción de pala comprende un armazón de soporte para sujetar la estructura de soporte. Un armazón de soporte de este tipo puede tener un cojinete adecuado de modo que la estructura de soporte pueda rotar libremente, es decir, con un mínimo de fricción. El armazón de soporte puede moverse por sí mismo, por ejemplo para transportar la estructura de soporte entre ubicaciones, y puede estar equipado con ruedas para este fin, y con un freno para mantener su posición en una ubicación determinada.
- La estructura de soporte puede realizarse para agarrar o sujetar la pala en cualquier punto a lo largo de su longitud, es decir, en la sección de raíz, en una sección de perfil aerodinámico, en una sección de punta, etc. Para este fin, la abertura puede dimensionarse para alojar la sección relevante. Además, la disposición de retención puede realizarse para alojar esa sección de la pala. Preferiblemente, la estructura de soporte se realiza para agarrar la pala en un punto a lo largo de su parte de perfil aerodinámico. Para este fin, la abertura en la estructura de soporte puede realizarse como una forma de “lágrima” u “óvalo estirado”, puesto que una sección transversal de perfil aerodinámico es generalmente más ancha en un extremo (que corresponde al bode de ataque de la pala) y más estrecha en el otro extremo (que corresponde al borde de salida de la pala, que incluso puede presentar una sección decreciente hasta un punto). A continuación, pero sin limitar la invención en modo alguno, puede suponerse que la estructura de soporte y la disposición de retención se realizan para agarrar la pala en un punto a lo largo de su parte de perfil aerodinámico, y los términos “estructura de soporte” y “disco de punta” pueden usarse por tanto de manera intercambiable. Los elementos de agarre de pala pueden realizarse de cualquier manera adecuada. Preferiblemente,

un elemento de agarre de pala se realiza para adaptarse a un contorno de la pala de turbina eólica. El elemento de agarre de pala puede formarse para tener ya una forma que coincida con un contorno a lo largo de una determinada longitud de la pala y/o el elemento de agarre de pala puede formarse para adaptarse a un contorno en una sección específica a lo largo de la pala. Para la primera opción, el elemento de agarre de pala puede comprender una forma básica fija, a la que se aplica una capa de material tal como una espuma compresible o elástica a lo largo de una superficie del elemento de agarre de pala que descansará contra la superficie de la pala, para actuar como una almohadilla de protección. Para la segunda opción, el elemento de agarre de pala puede comprender dos o más secciones que pueden moverse unas en relación con otras, y conformarse de modo que puedan adaptarse a un contorno de la pala cuando se acciona la disposición de retención.

Tal como se indicó anteriormente, al menos un elemento de agarre de pala se monta de manera móvil a lo largo de su lado de la abertura en la estructura de soporte, mediante lo cual se efectúa un movimiento del elemento de agarre de pala, en relación con la abertura de la estructura de soporte, mediante el peso de la pala. Un montaje móvil de este tipo permite que el elemento de agarre de pala ajuste su posición en respuesta al peso de la pala. Un elemento de agarre de pala puede ser estacionario en relación con la estructura de soporte, mientras que un segundo elemento de agarre de pala puede montarse de manera móvil, de modo que, cuando la pala descansa en la disposición de retención, el peso de la pala da como resultado un movimiento correspondiente del elemento de agarre de pala montado de manera móvil, que a su vez actúa para ejercer una fuerza de retención sobre la pala. Preferiblemente, ambos elementos de agarre de pala se montan de manera móvil de tal manera.

En una realización particularmente preferida de la invención, la disposición de retención comprende unos medios de conexión flexibles para conectar los elementos de agarre de pala de modo que una fuerza hacia abajo ejercida sobre los medios de conexión da como resultado un movimiento hacia abajo de un elemento de agarre de pala. Por ejemplo, unos medios de conexión flexibles de este tipo pueden comprender una correa suspendida entre puntos inferiores en los elementos de agarre de pala. Un borde exterior de la pala puede descansar sobre la correa, de modo que, cuando el peso de la pala descansa sobre la correa, se efectúa un movimiento hacia abajo y un movimiento lateral correspondiente de uno o ambos elementos de agarre de pala, de modo que se reduce la distancia entre los elementos de agarre de pala, ejerciendo de ese modo de manera eficaz una fuerza de retención sobre la pala. Preferiblemente, la pala se inserta en la disposición de retención de modo que un borde de ataque de la pala apunta hacia abajo. De esta manera, el borde de ataque redondeado descansa sobre la correa, y el borde de salida estrecho apunta hacia arriba. Para llevar la pala a un estado en el que se soporta sólo mediante el aparato de sujeción de pala en su extremo de punta y mediante otro aparato de sujeción en su extremo de raíz, la pala puede soportarse inicialmente en uno o más puntos a lo largo de su longitud mediante cualquier medio de soporte adecuado tal como un bloque o un carro o carretilla móvil. La acción de soporte de tales medios de soporte puede disminuir progresivamente hasta que el peso de la pala en la sección de perfil aerodinámico se transporte por la correa, fase en la que las posiciones de los elementos de agarre de pala pueden bloquearse en su sitio accionando la disposición de bloqueo.

La disposición de bloqueo puede comprender cualquier medio adecuado de fijación de las posiciones de los elementos de agarre de pala en relación con la estructura de soporte. En una realización particularmente preferida de la invención, la disposición de bloqueo comprende un trinquete constituido por una primera fila de dientes en un elemento de agarre de pala y una segunda fila de dientes correspondiente en la estructura de soporte. Una cualquiera de estas filas de dientes o filas de trinquetes pueden moverse en relación con la otra. Por ejemplo, una fila de trinquetes puede cargarse por resorte para permitir un movimiento lateral en relación con la otra fila de trinquetes montada de manera rígida. En una realización preferida de la invención, la primera fila de trinquetes se monta de manera rígida en el elemento de agarre de pala, y la segunda fila de trinquetes se carga por resorte y se monta en la estructura de soporte. Para este fin, puede disponerse un resorte entre la segunda fila de trinquetes y el disco de punta. Los dientes de las filas de trinquetes se realizan para permitir un movimiento libre de un elemento de agarre de pala hacia el extremo más estrecho de la abertura en la estructura de soporte, es decir, en una dirección hacia abajo cuando la pala está cargándose en la estructura de soporte, y para impedir un movimiento en el sentido contrario.

Preferiblemente, la disposición de bloqueo comprende unos medios de bloqueo de posición para bloquear una posición del trinquete, de modo que los trinquetes se fijan en su sitio, por ejemplo, durante una rotación de la estructura de soporte. Para este fin, la disposición de bloqueo comprende algunos medios de bloqueo adecuados que bloquean el resorte, es decir, unos medios que impiden que el resorte se comprima y por tanto impiden un movimiento lateral de la segunda fila de trinquetes. Al permitir que la disposición de retención se bloquee en su posición de esta manera, la pala puede sujetarse de manera segura mediante la disposición de retención incluso cuando la estructura de soporte se hace rotar durante el procedimiento de manipulación.

La forma de sección transversal de una pala de rotor cambia a lo largo de su longitud, por ejemplo, desde una sección transversal esencialmente circular en su extremo de raíz hasta una sección transversal relativamente plana en su extremo de punta exterior. Por tanto, cuando se hace rotar la pala, las orientaciones relativas del extremo de punta hasta el extremo de raíz pueden cambiar. Para compensar esto, en una realización particularmente preferida de la invención, la abertura en el aparato de sujeción de pala no se dispone preferiblemente de manera central en el disco de punta, sino que se desplaza del centro. Después, cuando se efectúa una rotación de la pala, con una

rotación correspondiente del disco de punta, una trayectoria de la abertura puede seguir la trayectoria natural del extremo de punta. En una realización adicional preferida de la invención, el aparato de sujeción de pala también puede moverse en una dirección vertical. Para este fin, por ejemplo, el armazón de soporte puede comprender algunos medios de elevación del disco de punta verticalmente. Tal movimiento vertical del disco de punta puede efectuarse de manera manual, o puede efectuarse por medio de una disposición de accionamiento adecuada tal como una disposición de accionamiento motorizada. Al realizarse el aparato de sujeción de pala para que pueda rotar y sea ajustable verticalmente, es posible acceder esencialmente a todas las superficies de la pala durante el procedimiento de manipulación.

Otros objetos y características de la presente invención resultarán evidentes a partir de las siguientes descripciones detalladas consideradas junto con los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe entenderse que los dibujos se diseñan solamente por motivos de ilustración y no como una definición de los límites de la invención.

La figura 1 muestra un aparato de sujeción de pala según una realización de la invención en una posición no cargada inicial;

la figura 2 muestra el aparato de sujeción de pala de la figura 1 en una primera posición cargada;

la figura 3 muestra el aparato de sujeción de pala de la figura 1 en una segunda posición cargada;

la figura 4 muestra el aparato de sujeción de pala de la figura 1 en una tercera posición cargada;

la figura 5 muestra fases de manipulación de una pala de rotor de turbina eólica usando un aparato de sujeción de pala según una realización de la invención.

En los diagramas, números de referencia similares se refieren a objetos similares a lo largo del documento. Los objetos en los diagramas no están necesariamente dibujados a escala.

La figura 1 muestra un aparato 1 de sujeción de pala según una realización de la invención en una posición no cargada inicial. El diagrama muestra una vista frontal del aparato 1 de sujeción de pala, y muestra una estructura 10 de soporte vertical o disco 10 de punta montado sobre un armazón 12 de soporte. El disco 10 de punta puede rotar en esta realización alrededor de su centro geométrico, tal como se indica mediante la flecha curva. Una abertura 11 está dimensionada para alojar elementos 2, 20 de una disposición de retención. En esta realización, la disposición de retención comprende un par de elementos 2 de agarre de pala, cada uno montado en una base 20 rígida. Los elementos 2 de agarre de pala se conectan por medio de una correa 22 retirable, que se engancha sobre un pasador 21 corto o muñón 21. La disposición de retención se realiza para interactuar con una disposición de bloqueo. Para este fin, la base 20 rígida de un elemento 2 de agarre de pala comprende una primera fila de dientes para un trinquete, y una segunda fila de dientes correspondiente está montada en la estructura 10 de soporte, de modo que las filas de dientes pueden engancharse, tal como se mostrará en los siguientes diagramas, cuando los elementos 2 de agarre de pala se mueven hacia abajo en las direcciones indicadas por las flechas cortas.

El extremo de punta de una pala de rotor se ha hecho pasar a través de la abertura 10, de modo que una sección 40 de perfil aerodinámico de la pala, indicada por el sombreado con rayas, se coloca entre los elementos 2 de agarre de pala. Durante esta maniobra, se sujeta el extremo de raíz de la pala, por ejemplo mediante una carretilla elevadora, y la pala se soporta en uno o más puntos a lo largo de su longitud mediante un aparato de soporte tal como una carretilla, tal como se mostrará en la figura 5, de modo que la sección 40 de perfil aerodinámico de la pala puede moverse libremente a través de la abertura 11 hasta que se logra una posición deseada.

Los bordes exteriores de los elementos 2 de agarre de pala se cubren mediante una almohadilla 23 de protección, que puede comprender una tira de caucho, caucho alveolar, etc., con el fin de proteger la superficie de la pala cuando se agarra en la disposición de retención.

La figura 2 muestra una representación más simplificada del aparato 1 de sujeción de pala de la figura 1, en una primera posición cargada (la sección 400 de perfil aerodinámico de pala y los elementos 2 de agarre de pala se muestran en las figuras 2 - 4 de una manera muy simplificada por motivos de claridad). En este punto en el procedimiento de manipulación, se ha retirado el aparato de soporte, de modo que el peso de la pala se lleva sólo en su extremo de raíz y mediante la correa 22 de la disposición de retención. El peso de la pala ejerce una fuerza hacia abajo F_D sobre la correa 22, lo que provoca que los elementos 2 de agarre de pala se muevan en una dirección hacia abajo, permitiendo que las primeras filas de dientes 30 de trinquete se muevan hacia abajo en relación con las segundas filas de dientes 31 de trinquete, hasta que la disposición de retención ha alcanzado su posición final. La funcionalidad unidireccional o trinquete se proporciona mediante la forma de los dientes, que son puntiagudos para permitir que la primera fila de dientes 30 se mueva libremente hacia abajo en relación con la segunda fila de dientes 31, tal como se indica mediante las flechas laterales, mientras que prohíbe un movimiento libre en una dirección hacia arriba. El movimiento hacia abajo de la primera fila de dientes 30 de trinquete se hace posible cargando por resorte la segunda fila de dientes 31 de trinquete, tal como se indica esquemáticamente mediante el elemento 32 de resorte, lo que permite que la segunda fila 31 de trinquetes se mueva a los lados o lateralmente cuando se empuja

hacia un lado por un diente de la primera fila 30 de trinquetes, y que vuelva y se enganche de ese modo con los dientes de la primera fila 30 de trinquetes.

5 La figura 3 muestra el aparato de sujeción de pala de la figura 1 en una segunda posición cargada, en este caso la disposición de retención está ahora en una posición final. El movimiento hacia abajo de los elementos 2 de agarre de pala y la forma de sección decreciente de la abertura 11 han dado como resultado un movimiento lateral (tal como se indica mediante las flechas que apuntan hacia dentro horizontales) de los elementos 2 de agarre de pala de modo que estas se han forzado a acercarse entre sí, reduciendo el hueco entre ellas y ejerciendo de ese modo una fuerza de retención F_C sobre la sección 40 de perfil aerodinámico de la pala, hasta que no es posible ningún movimiento hacia abajo adicional de la primera fila de trinquetes. La figura 3 también indica esquemáticamente la funcionalidad de un mecanismo 33 de bloqueo para garantizar que el trinquete 30, 31 también se bloquea activa o deliberadamente con el fin de impedir un movimiento "hacia arriba" de los elementos 2 de agarre de pala. Para este fin, se acciona un dispositivo 33 de bloqueo adecuado para bloquear activamente el elemento 32 de resorte y para sujetar las filas 30, 31 de trinquetes en una posición enganchada, de modo que la segunda fila 31 de trinquetes no puede moverse en relación con la primera fila 30 de trinquetes, es decir, estas no puede desengancharse.

20 La figura 4 muestra el aparato 1 de sujeción de pala de la figura 1 en una tercera posición cargada. En este caso, la estructura 10 de soporte se ha hecho rotar de modo que la abertura 11 y la sección 40 de perfil aerodinámico encerrada son ahora esencialmente horizontales. En esta posición, la disposición de retención todavía se bloquea tal como se describió anteriormente, por lo que los elementos 2 de agarre de pala no se deslizarán ni moverán. Continúan ejerciendo una fuerza de retención F_C sobre la sección 40 de perfil aerodinámico. En esta posición, la correa 22 puede retirarse temporalmente, de modo que ahora puede accederse a la parte 43 del perfil aerodinámico que estaba cubierta por la correa 22 para una etapa de tratamiento tal como lijado, pulido, pintado, etc.

25 La figura 5 muestra fases H1, H2, H3 de manipulación una pala 4 de rotor de turbina eólica usando un aparato 1 de sujeción de pala según una realización de la invención. En una primera fase de manipulación H1, la pala 4 se lleva al aparato 1 de sujeción de pala usando una carretilla 6 elevadora para sujetar la pala 4 en el extremo 41 de raíz, y una carretilla 5 para soportar el peso de la pala 4 en un punto a lo largo de su longitud. Se permite que la punta 42 de la pala 4 pase a través de la abertura de la estructura 10 de soporte, sujeta por un armazón 12 de soporte. Una pala de rotor puede ser muy larga, del orden de varias decenas de metros, y el dibujo por tanto muestra sólo las partes relevantes de la pala 4.

35 En una segunda fase de manipulación H2, una sección de perfil aerodinámico de la pala 4 se retiene mediante los elementos 2 de agarre de pala (indicados por la línea discontinua) de la disposición de retención. Se ha retirado la carretilla, y la pala 4 se soporta sólo en su extremo 41 de raíz y en la estructura 10 de soporte. En esta posición, puede accederse a gran parte de la superficie de pala alrededor del borde de ataque para su tratamiento. En una tercera fase de manipulación H3, se ha rotado la pala 4 de modo que el perfil aerodinámico es esencialmente horizontal, permitiendo que se acceda a gran parte de un lado "plano" de la pala, por ejemplo el lado de presión, para su tratamiento. La etapa de hacer rotar la estructura de soporte puede repetirse en el otro sentido, de modo que también puede accederse al otro lado "plano", es decir, el lado de succión, para su tratamiento. Durante esta tercera fase de manipulación H3, la correa de la disposición de retención puede liberarse o retirarse de los muñones, de modo que también puede accederse a la parte de la sección de perfil aerodinámico que estaba cubierta por la correa para su tratamiento. Para acceder a la parte de la sección de perfil aerodinámico que está cubierta por los elementos 2 de agarre de pala, la pala puede soportarse de nuevo por la carretilla, de modo que la disposición de retención puede liberarse, permitiendo que la pala 4 se mueva más hacia dentro o más hacia fuera de la estructura de soporte en una cantidad apropiada para exponer esas partes de superficie. Después, pueden repetirse las etapas descritas anteriormente en las fases de manipulación H1, H2, H3 hasta que toda la superficie de la pala 4 se ha tratado tal como se desea.

50 Aunque la presente invención se ha dado a conocer en forma de realizaciones preferidas y variaciones de la misma, se entenderá que pueden realizarse numerosas modificaciones y variaciones adicionales a la misma sin apartarse del alcance de la invención, que se define mediante las reivindicaciones. Por ejemplo, en lugar de poder rotarse alrededor de su centro de geometría, una estructura de soporte con forma de disco podría "hacerse rodar" hasta una determinada distancia por el suelo, en su plano vertical, mientras que un aparato de sujeción, que sujeta el extremo de raíz de la pala, sigue este movimiento lineal. En una realización de este tipo, la abertura para alojar la sección de perfil aerodinámico de pala preferiblemente se ubica de manera esencialmente central en la estructura de soporte.

60 Por motivos de claridad, debe entenderse que el uso de "un" o "una" a lo largo de esta solicitud no excluye una pluralidad, y "que comprende" no excluye otras etapas o elementos.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1) de sujeción de pala para sujetar un extremo de una pala (4) de turbina eólica durante una etapa de manipulación, comprendiendo el aparato (1) de sujeción de pala
 - 5 - una estructura (10) de soporte que comprende una abertura (11) para alojar un extremo de la pala (4) de turbina eólica;
 - 10 - una disposición (2, 20, 21, 22) de retención dispuesta en la abertura (11), realizándose la disposición (2, 20, 21, 22) de retención para ejercer una fuerza de retención (F_c) en la pala (4) de turbina eólica; y
 - 15 - una disposición (3, 30, 31) de bloqueo para bloquear la disposición (2,) de retención en relación con la estructura (10) de soporte;
 - 20 en el que la disposición (2, 20, 21, 22) de retención comprende un par de elementos (2) de agarre de pala montados en lados opuestos de la abertura (11) en la estructura (10) de soporte, caracterizado porque al menos un elemento (2) de agarre de pala está montado de manera móvil a lo largo de su lado de la abertura (11) en la estructura (10) de soporte, mediante lo cual se efectúa un movimiento del elemento (2) de agarre de pala en relación con la abertura de la estructura (10) de soporte por el peso de la pala (4).
2. Aparato de sujeción de pala según la reivindicación 1, en el que la estructura (10) de soporte comprende un elemento (10) plano vertical para alojar una pala (4) de turbina eólica sujeta esencialmente en horizontal.
3. Aparato de sujeción de pala según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la estructura (10) de soporte puede rotar en un plano esencialmente vertical.
4. Aparato de sujeción de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un elemento (2) de agarre de pala se realiza para adaptarse a un contorno correspondiente de la pala (4) de turbina eólica.
5. Aparato de sujeción de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios (22) de conexión flexibles para conectar los elementos (2) de agarre de pala de modo que una fuerza hacia abajo (F_D) ejercida sobre los medios (22) de conexión por el peso de la pala (4) da como resultado un movimiento hacia abajo de los elementos (2) de agarre de pala.
6. Aparato de sujeción de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición (2, 20, 21, 22) de retención se realiza de modo que un movimiento hacia abajo de un elemento (2) de agarre de pala da como resultado un movimiento lateral del elemento (2) de agarre de pala hacia la pala (4) y una fuerza de retención ejercida sobre la pala (F_c).
7. Aparato de sujeción de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición (3, 30, 31) de bloqueo comprende un trinquete (30, 31) constituido por una primera fila de dientes (30) dispuestos sobre un elemento (2) de agarre de pala y una segunda fila de dientes (31) dispuestos sobre la estructura (10) de soporte.
8. Aparato de sujeción de pala según la reivindicación 7, en el que la disposición (3, 30, 31) de bloqueo comprende unos medios (3) de bloqueo de la posición para bloquear una posición del trinquete (30, 31) .
9. Aparato de sujeción de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un armazón (12) de soporte para sujetar la estructura (10) de soporte.
10. Aparato de sujeción de pala según la reivindicación 9, en el que el armazón (12) de soporte puede moverse en una dirección vertical.
11. Método de hacer funcionar un aparato (1) de sujeción de pala según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 durante un procedimiento de manipulación de una pala (4) de turbina eólica, comprendiendo el método las etapas de
 - 55 - hacer pasar un extremo de la pala (4) de turbina eólica a través de la abertura (11) en la estructura (10) de soporte;
 - 60 - accionar la disposición (2, 20, 21, 22) de retención para ejercer una fuerza de retención (F_c) sobre la pala (4) de turbina eólica; y
 - 65 - accionar la disposición (3, 30, 31) de bloqueo para bloquear la disposición (2, 20, 21, 22) de retención en relación con la estructura (10) de soporte durante el procedimiento de manipulación.

12. Método según la reivindicación 11, que comprende la etapa de hacer rotar la estructura (10) de soporte durante el procedimiento de manipulación con el fin de permitir el acceso a esencialmente todas las superficies de la pala (4).
- 5 13. Método según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, que comprende la etapa de liberar los medios (22) de conexión flexibles de la disposición (2, 20, 21, 22) de retención mientras que la estructura (10) de soporte está en una posición rotada para acceder a una parte (43) de superficie de pala correspondiente.

FIG 1

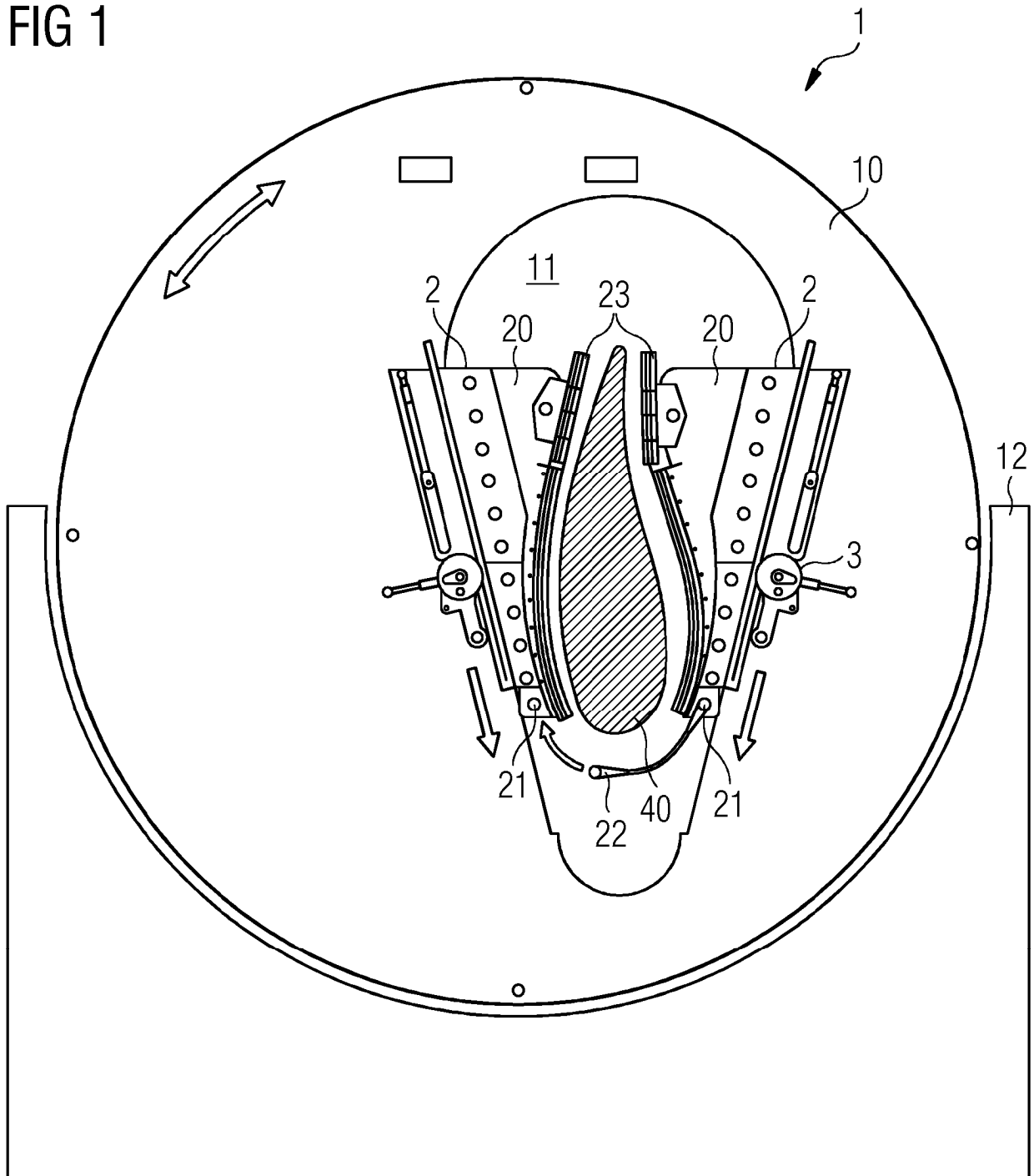


FIG 2

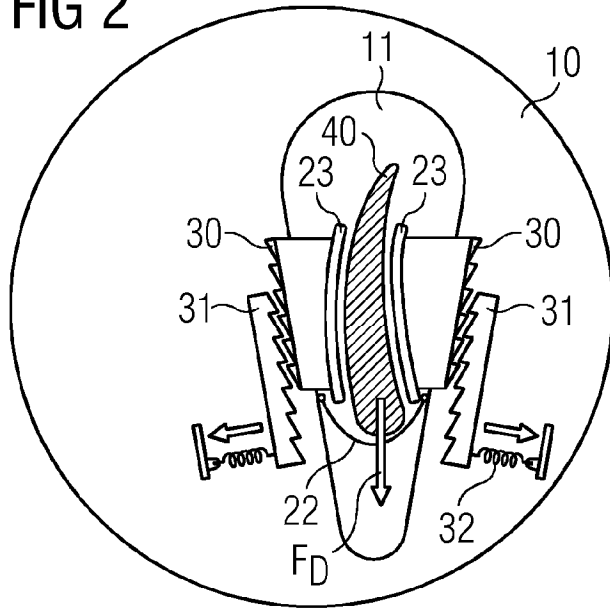


FIG 3

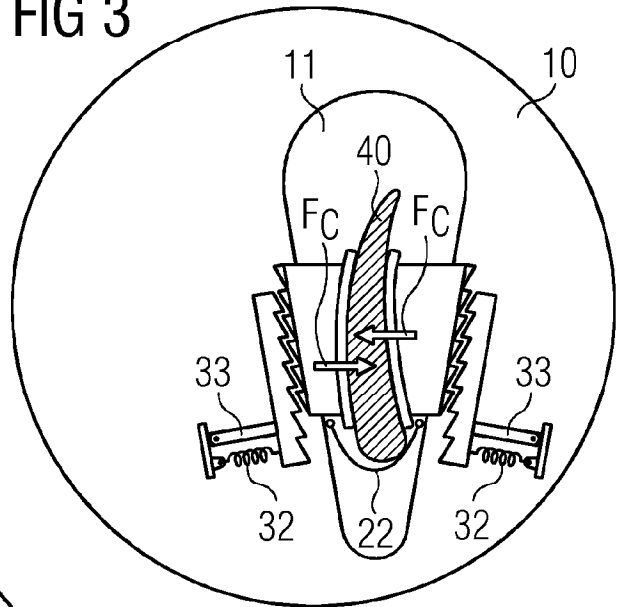


FIG 4

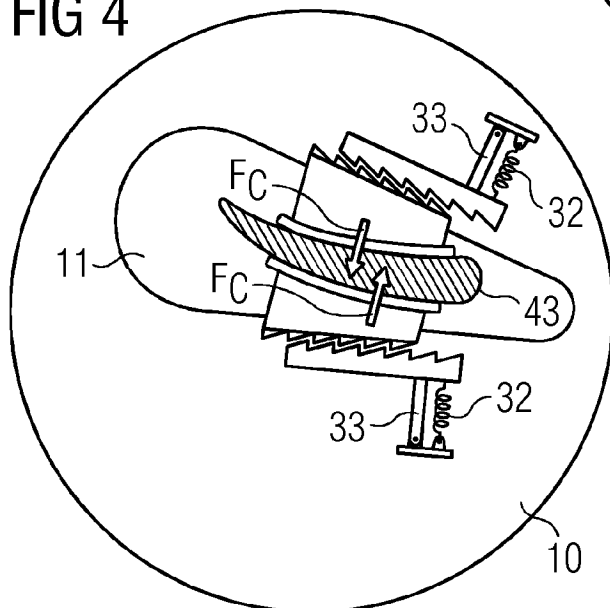


FIG 5

