

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 228**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2008** **E 08014876 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017** **EP 2157315**

54 Título: **Sección de pala para una pala de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2017

73 Titular/es:

LM WIND POWER A/S (100.0%)
Jupitervej 6
6000 Kolding, DK

72 Inventor/es:

RAJKUMAR, RAJAMANI

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 640 228 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

Sección de pala para una pala de turbina eólica

5 La presente invención se relaciona con una sección de pala para una pala de turbina eólica, donde dicha sección de pala se extiende a lo largo de un eje longitudinal y tiene por lo menos un primer extremo, y donde la sección de pala comprende una sección principal de la pala que tiene un contorno con una superficie exterior. La invención también se relaciona con una pala de turbina eólica que comprende por lo menos una primera sección de pala y una segunda sección de pala. La invención se relaciona además con un método para montar una pala de turbina eólica.

10 Las palas de turbinas eólicas de polímero reforzado con fibras usualmente se fabrican en moldes, como partes en forma de carcasas, donde la parte superior y la parte inferior del perfil de la pala (típicamente la cara de presión y la cara de succión, respectivamente) se fabrican por separado disponiendo mantas de fibra de vidrio en cada una de las dos partes del molde. Luego de eso, las dos mitades se pegan entre sí, frecuentemente por medio de partes que consisten en un reborde interno. Se aplica pegamento a la cara interior de la mitad inferior de la pala antes de bajar sobre la misma la mitad superior de la pala. Adicionalmente, frecuentemente se unen uno o dos perfiles de refuerzo (vigas) al interior de la mitad inferior de la pala antes de pegarla a la mitad superior de la pala.

15 Las partes en forma de carcasa para la pala de turbina eólica típicamente se fabrican como estructuras de materiales compuestos con fibras por medio de VARTM (moldeo con transferencia de resina asistido con vacío), donde se usa un polímero líquido, que también se denomina resina, para rellenar una cavidad de un molde, donde se ha insertado anteriormente dicho material de fibra, y donde se genera vacío en la cavidad de un molde, que absorbe al polímero hacia su interior. El polímero puede ser un plástico termoendurecible o un termoplástico.

20 La infusión con vacío o VARTM es un proceso se que utiliza para moldear materiales compuestos con fibras, donde se disponen en capas unas fibras distribuidas uniformemente en una de las partes del molde, donde las fibras son mechas, es decir haces de bandas de fibras, bandas de mechas, o mantas, que son ya sea mantas de fieltro hechas de fibras individuales o mantas tejidas hechas de mechas de fibras. La segunda parte del molde frecuentemente se hace de una bolsa de vacío elástica, y subsiguientemente se dispone sobre el material de fibra. Al generar un vacío, típicamente entre 80% y 95% de un vacío total, en la cavidad que hay en el molde entre la cara interior de la parte del molde y la bolsa de vacío, el polímero líquido se puede absorber hacia su interior y puede llenar la cavidad del molde con el material de fibra contenido allí. Para obtener una distribución del polímero tan correcta y eficiente como sea posible, entre la bolsa de vacío y el material de fibra se utilizan unas denominadas capas de distribución o tubos de distribución, que también se denominan canales de admisión. En la mayoría de los casos, el polímero que se aplica es poliéster o epoxi, y el refuerzo de fibra más frecuentemente es a base de fibras de vidrio o fibras de carbono.

35 Comúnmente se sabe que los moldes para hacer artículos de gran tamaño, como por ejemplo palas de turbinas eólicas, consisten en moldes en dos partes que se cierran alrededor de una línea longitudinal de bisagras, donde las bisagras son pasivas, es decir que se utiliza una grúa para elevar una de las partes del molde girando alrededor de la línea de bisagra para cerrar y abrir el molde. Cuando se hacen palas de turbinas eólicas, el molde se cierra de manera que las dos mitades de la carcasa de la pala se pegan entre sí, donde dichas mitades de la carcasa se producen en unas partes de molde separadas.

40 La longitud de las palas de turbinas eólicas ha ido creciendo con el transcurso de los años y se producen en masa palas de más de 60 metros, por lo que los conjuntos de moldes para moldear dichas palas también se han vuelto cada vez más grandes. Como resultado de esto, han surgido problemas relacionados con los conjuntos de moldes que se utilizan, porque la parte del molde que rota con respecto a la otra durante el cierre del conjunto del molde alcanza una gran altura durante el movimiento de rotación, lo que puede hacer que la altura del techo de las salas donde se fabrican las palas deba ser muy grande. Esto significa que las salas son más costosas de construir, o que se deben elevar los techos de las salas existentes, lo que por supuesto también hace que aumenten los costos financieros. Además, el transporte de dichas estructuras de material compuesto de gran tamaño es problemático.

45 Por lo tanto, se ha propuesto separar las palas de las turbinas eólicas en dos o más secciones de pala separadas y luego montar las palas en el sitio donde se erige una turbina eólica. De esa manera, es posible fabricar las secciones de pala separadas en moldes de menor tamaño y es menos problemático transportar las secciones de pala de un tamaño mucho menor. Un ejemplo de una pala con dichas características se ha descrito en WO 06/103307.

50 Como otro ejemplo, US2003/0138290A1 divulga una unión a tope para unir un primer miembro de perfil hueco y un segundo miembro de perfil hueco, mediante lo cual se puede formar una pala de turbina eólica. El primer miembro de perfil hueco y el segundo miembro de perfil hueco se unen por medio de una pluralidad de tiras que conectan entre sí las partes de la unión, y donde cada una de las tiras tiene un extremo fijado al primer miembro de perfil hueco y el otro extremo fijado al segundo miembro de perfil hueco.

Como aún otro ejemplo, EP1584817A1 divulga una pala de turbina eólica subdividida transversalmente en dos o más módulos independientes, donde cada módulo comprende una estructura de refuerzo longitudinal interna, que en el extremo de la estructura de refuerzo longitudinal interna comprende orejas, de manera tal que los módulos se puedan conectar entre sí.

5 Sin embargo, la pala de turbina eólica desmontable que se divulga en US2003/0138290A1 no es aerodinámicamente eficiente y generará ruido porque hay varias tiras dispuestas en el exterior del perfil aerodinámico de las palas de turbinas eólicas, y por lo tanto las tiras interferirán y perturbarán el flujo alrededor de la pala de turbina eólica desmontable. La pala de turbina eólica desmontable que se divulga en EP1584817A1 y WO06/103307 resuelve dichos problemas. Sin embargo los problemas se resuelven introduciendo una estructura de refuerzo interna a lo
10 largo de la dirección longitudinal de la pala de turbina eólica desmontable, y por lo tanto los problemas quedan sin resolver para una pala de turbina eólica sin una estructura de refuerzo interna completa. Además, la pala desmontable tiene la desventaja de que la unión queda dispuesta en el interior de la carcasa de la pala, lo que significa que o se debe trepar por el interior de la carcasa de la pala para montar la pala o bien la pala se debe recubrir con una superficie de recubrimiento adicional después de armarla. Además, la unión se provee solo en una
15 parte central de la sección transversal. Por lo tanto, la unión puede causar un desequilibrio o tensiones internas en los límites de la sección transversal o en la dirección transversal de la pala.

Un objeto de la invención consiste en obtener una nueva sección de pala para una pala de turbina eólica, así como una nueva pala de turbina eólica y un nuevo método para montar una pala de turbina eólica que resuelve o mitiga por lo menos una de las desventajas del arte anterior o que provee una alternativa útil. Una ventaja de la invención
20 consiste en que, después de montar la pala de turbina eólica desmontable a partir de varias secciones de pala, se puede volver a desmontar en la misma cantidad de secciones de pala, por lo tanto, el proceso de montaje es reversible. Esta característica es ventajosa porque de esta manera la pala de turbina eólica desmontable se puede desmontar cuando sea necesario, por ejemplo debido a una inspección, un mantenimiento y/o una reparación.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, esto se obtiene proveyendo varios elementos de conexión en el primer extremo de la sección principal de la pala, donde cada uno de la pluralidad de elementos de conexión se
25 acopla con la sección principal de la pala de manera que puede pivotar alrededor de un eje de rotación, y donde cada uno de la pluralidad de elementos de conexión se provee de un medio de unión para anclar cada uno de la pluralidad de elementos de conexión a otra sección de la pala y donde el medio de unión de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión está dispuesto a cierta distancia del eje de rotación. De esa manera, se provee
30 una sección de pala, donde en una posición de acople, cada uno de la pluralidad de elementos de conexión se puede unir a otra sección de la pala a través del medio de unión y cada uno de los elementos de conexión se puede hacer pivotar a una posición de anclaje alrededor del eje de rotación mientras se la está uniendo a la otra sección de la pala.

Como los elementos de conexión se acoplan con la sección principal de la pala de una forma que les permite pivotar, de manera tal que los medios de unión quedan dispuestos a una cierta distancia del eje de rotación, los elementos de conexión se pueden hacer girar alrededor del eje de rotación de manera tal de llevar al medio de unión a una
35 posición, donde el medio de unión queda posicionado externamente en la superficie de la sección principal de la pala. Por lo tanto, se puede acceder fácilmente a los medios de unión y estos se pueden anclar fácilmente al medio de unión de la correspondiente segunda parte de la pala.

En otra forma de realización de acuerdo con la invención, cada uno de la pluralidad de elementos de conexión comprende una primera parte de la superficie exterior, que en una primera posición de la rotación queda al ras con por lo menos una parte de la superficie exterior de la sección principal de la pala. De esa manera, después de ser
40 anclados a la correspondiente pluralidad de elementos de conexión de otra sección de la pala, la pluralidad de elementos de conexión se puede llevar a una posición en la que forman una superficie lisa y aerodinámica junto con la sección principal de la pala.

En otra forma de realización de acuerdo con la invención, la primera parte de la superficie exterior de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión en la primera posición de la rotación hace tope con por lo menos una parte de la superficie exterior de la sección principal de la pala. De esa manera, se provee una sección de pala donde la transición desde la sección principal de la pala hacia los elementos de conexión es suave y continua, conservando
50 así una sección de pala aerodinámicamente eficiente y con un bajo nivel de ruido.

En otra forma de realización de acuerdo con la invención, la sección principal de la pala comprende varios elementos de conexión yuxtapuestos. De esa manera, es posible anclar los elementos de conexión a una correspondiente pluralidad de elementos de conexión que se encuentra en otra sección de la pala, para proveer de esa manera un fuerte acople mecánico a través de toda la sección transversal.

En otra forma de realización de acuerdo con la invención, la primera parte de la superficie exterior de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión, en la primera posición de la rotación queda al ras con la primera parte de la

superficie exterior de por lo menos un elemento de conexión yuxtapuesto. De esa manera, los elementos de conexión forman una superficie exterior aerodinámica lisa, continua y casi sin marcas en toda la sección transversal de la sección de pala o en por lo menos una parte de la sección transversal.

- 5 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, la primera parte de la superficie exterior de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión en la primera posición de la rotación hace tope con la primera parte de la superficie exterior de por lo menos un elemento de conexión yuxtapuesto. De esa manera, se provee una sección de pala donde la transición entre la pluralidad de elementos de conexión es lisa y continua, manteniendo así la eficiencia aerodinámica de la sección de pala así como un bajo nivel de ruido. Además, los elementos de conexión individuales se sostienen entre sí, proporcionando de esa manera un acople mecánico aún más fuerte.
- 10 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, por lo menos uno de la pluralidad de elementos de conexión se acopla de manera que puede pivotar a la sección principal de la pala por medio de un eje que se extiende desde el primer extremo de la sección principal de la pala a través de un agujero en el elemento de conexión. De esa manera, por medio de componentes estándar tales como un eje roscado y/o pernos y tuercas se provee una sección de pala donde la pluralidad de elementos de conexión se puede acoplar con la sección principal de la pala de manera que pueden pivotar. Cada uno de los elementos de conexión se puede equipar con un bajorrelieve de manera tal que en una posición montada toda la tuerca queda por debajo de la superficie que no tiene el bajorrelieve.
- 15 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, por lo menos un elemento de conexión se acopla con un agujero en el primer extremo de la sección principal de la pala por medio de un eje que se extiende desde el elemento de conexión. De esa manera, se provee una sección de pala donde la pluralidad de elementos de conexión se puede acoplar con la sección principal de la pala de manera que pueden pivotar por medio de componentes estándar tales como un eje roscado y/o pernos y tuercas.
- 20 En otra forma de realización de acuerdo con la invención el eje de rotación de por lo menos un elemento de conexión es sustancialmente paralelo al eje longitudinal. De esa manera, se provee una sección de pala donde el primer extremo tiene una superficie sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal. La pluralidad de elementos de conexión comprendidos en la sección de pala son por lo menos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 o aún 60.
- 25 De acuerdo con una forma de realización, la sección de pala tiene una longitud dentro del intervalo entre 10 y 60 metros, o 12 y 50 metros, o 15 y 40 metros.
- 30 La sección de pala se puede proveer además de un segundo extremo con elementos de conexión adicionales de acuerdo con la invención. Por lo tanto, la sección de pala puede ser una parte media de una pala armada, de manera tal que la sección de pala se arma con dos partes adicionales de la pala. Por supuesto, la pala de turbina eólica se puede armar usando cualquier cantidad de secciones de pala, como por ejemplo dos, tres, cuatro o cinco.
- 35 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, el objeto se obtiene con una pala de turbina eólica que comprende por lo menos una primera sección de pala y una segunda sección de pala de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el eje de rotación de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la primera sección de pala y el eje de rotación de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la segunda sección de pala están alineados de a pares. De esa manera, se provee una pala de turbina eólica, donde cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la primera sección de pala y cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la segunda sección de pala tiene ejes de rotación alineados de a pares y pueden pivotar alrededor del mismo eje de rotación.
- 40 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, el medio de unión de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la primera sección de pala y el medio de unión de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la segunda sección de pala están anclados rígidamente de a pares para formar varios elementos de conexión anclados rígidamente de a pares. De esa manera, se provee una pala de turbina eólica donde cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la primera sección de pala y cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la segunda sección de pala que están anclados rígidamente de a pares y tienen ejes de rotación alineados de a pares puede pivotar alrededor del mismo eje de rotación. El medio de unión comprende soldadura, medios adhesivos, tuerca(s) y perno(s) u otros similares.
- 45 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, cada uno de la pluralidad de elementos de conexión anclados rígidamente de a pares en la primera posición de la rotación se fija mediante un medio de fijación a por lo menos uno de los elementos de conexión yuxtapuesto anclados rígidamente de a pares. De esa manera, se provee una pala de turbina eólica donde cada uno de la pluralidad de elementos de conexión anclados rígidamente de a pares en la primera posición de la rotación es fijado por el medio de fijación, y por lo tanto puede ser que no pivote alrededor del eje de rotación durante el uso. Por lo tanto, durante el uso de la pala de turbina eólica, los elementos de conexión no rotarán de manera no deseada hasta una posición en que los elementos de conexión perjudiquen la
- 50
- 55

eficacia aerodinámica de la pala.

5 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, el objeto se obtiene por un método para montar una pala de turbina eólica donde el método comprende los siguientes pasos: a) alinear la primera sección de pala y la segunda sección de pala en la dirección longitudinal, de manera que por lo menos uno de los primeros elementos de conexión y por lo menos uno de los segundos elementos de conexión tengan un eje de rotación en común, b) anclando rígidamente de a pares la pluralidad de primeros elementos de conexión de la primera sección de pala a la pluralidad de segundos elementos de conexión de la segunda sección de pala a través del medio de unión, d) hacer pivotar cada uno de la pluralidad de elementos de conexión anclados rígidamente de a pares hasta la primera posición de la rotación. De esa manera, se provee un método donde la pala de turbina eólica se puede montar a partir de varias secciones de pala en el sitio donde se erige, facilitando así el transporte porque las secciones de pala son más cortas que una pala armada de turbina eólica.

10 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, el medio de unión comprende medios que consisten en tuercas y pernos, adhesivos, pegamentos o soldadura. De esa manera, se pueden utilizar componentes, técnicas y herramientas estándar para montar la pala de turbina eólica a partir de varias secciones de pala en el sitio donde se erige. Así se puede evitar el uso de herramientas costosas, especializadas y/o pesadas, haciendo que el proceso de montaje sea más eficiente en cuanto a los costos y más versátil.

15 En otra forma de realización de acuerdo con la invención, el método además comprende un paso que precede al paso d), donde los elementos de conexión anclados rígidamente de a pares se fijan mediante un medio de fijación a por lo menos uno de los elementos de conexión yuxtapuestos anclados rígidamente de a pares. De esa manera, se provee un método donde se impide que pivoten los elementos de conexión anclados rígidamente de a pares cuando se aseguran al elemento de conexión yuxtapuesto anclado rígidamente de a pares.

Breve descripción de las figuras

La invención se explica en detalle más adelante, haciendo referencia a una forma de realización que se muestra en las figuras, en las cuales:

- 25 La Figura 1 muestra una turbina eólica del arte anterior,
- La Figura 2 muestra una pala de turbina eólica del arte anterior,
- La Figura 3 muestra una pala de turbina eólica desmontable de acuerdo con la invención,
- La Figura 4 muestra una vista lateral de un elemento de conexión de acuerdo con la invención,
- La Figura 5 muestra una vista lateral de un elemento de conexión de acuerdo con la invención,
- 30 La Figura 6 muestra una vista lateral de un elemento de conexión de acuerdo con la invención,
- La Figura 7 muestra una vista lateral de un elemento de conexión de acuerdo con la invención,
- La Figura 8 muestra una sección transversal de dos elementos de conexión yuxtapuestos de acuerdo con la invención,
- La Figura 9 muestra una vista en perspectiva de dos elementos de conexión de acuerdo con la invención,
- 35 La Figura 10 muestra una vista en sección transversal a lo largo de A-A de una sección de pala de acuerdo con la invención,
- La Figura 11 muestra una vista en sección transversal a lo largo de B-B de una sección de pala de acuerdo con la invención, y
- 40 La Figura 12 muestra una vista en sección transversal a lo largo de A-A de una sección de pala de acuerdo con la invención.

Descripción detallada

La Figura 1 ilustra una turbina eólica a barlovento 2 moderna convencional de acuerdo con el denominado "concepto danés" con una torre 4, una nacela [o góndola] 6 y un rotor con un eje de rotor sustancialmente horizontal. El rotor

incluye un cubo 8 y tres palas 10 que se extienden radialmente desde el cubo 8, cada una de los cuales tiene un pie de pala 16 más cerca del cubo 8 y una punta de la pala 14 más alejada del cubo 8.

5 La Figura 2 ilustra una pala de turbina eólica convencional no desmontable 20, que se fabrica convencionalmente ya sea en una sola pieza o en dos piezas, donde cada una de las dos piezas tiene la misma longitud en la dirección longitudinal que una pala de turbina eólica que se arma a partir de las dos piezas.

10 La Figura 3 ilustra una pala de turbina eólica desmontable 30 en una configuración armada. La pala de turbina eólica desmontable 30 se extiende entre una región de pie 37 y una región de punta 38 en la dirección longitudinal L, y comprende una primera sección de pala 31 y una segunda sección de pala 32. La primera sección de pala 31 comprende a la región de pie 37, donde hay un primer extremo 35 en dirección opuesta a la región de pie 37 de la pala 30 y una primera sección principal de la pala 33 entre la región de pie 37 y el primer extremo 35, donde la primera sección principal de la pala tiene un perfil que genera sustentación. El primer extremo 35 de la primera sección principal de la pala 33 está acoplado con varios primeros elementos de conexión 40 de manera que puede pivotar. La segunda sección de pala 32 comprende la región de punta 38, un primer extremo 36 que mira en dirección opuesta a la región de punta 38 de la pala 30 y una segunda sección principal de la pala 34 entre la región de punta 38 y el primer extremo 36, donde la segunda sección principal de la pala tiene un perfil que genera sustentación. El primer extremo 36 de la segunda sección principal de la pala 34 está acoplado con varios segundos elementos de conexión 50 de manera que puede pivotar.

20 La primera sección de pala 31 y la segunda sección de pala 32 están conectadas entre sí en una unión mediante el anclaje de la pluralidad de primeros elementos de conexión 40 al número correspondiente de segundos elementos de conexión 50. Los primeros elementos de conexión 40 tienen una primera superficie exterior y los segundos elementos de conexión 50 tienen una segunda superficie exterior. Los primeros elementos de conexión 40 y los segundos elementos de conexión 50 se muestran en una primera posición de la rotación, donde las primeras superficies exteriores de los primeros elementos de conexión 40 y las segundas superficies exteriores de los segundos elementos de conexión quedan respectivamente al ras con la primera sección principal de la pala 33 y la segunda sección principal de la pala 34 y hacen tope con las mismas. Además, las primeras superficies exteriores quedan al ras con las segundas superficies exteriores, de manera tal que la conexión entre las dos secciones de pala 31, 32 provee una superficie lisa y aerodinámica, que hace tope casi sin marcas con las superficies exteriores de las secciones de pala principales 33, 34.

30 La Figura 4 ilustra una vista lateral de un ejemplo de un primer elemento de conexión 40. El primer elemento de conexión 40 tiene un agujero 41 a través del primer elemento de conexión 40. La perforación 41 tiene un avellanado para recibir la cabeza de un tornillo o para alojar una tuerca, de manera tal que la cabeza del tornillo o la tuerca no sobresalga de la superficie lateral del primer elemento de conexión 40 que se muestra. La perforación 41 se utiliza para acoplarse de manera que pueda pivotar al primer elemento de conexión 40 con el primer extremo 35 de la primera sección de pala 31 y el centro de la perforación 41 define un eje de rotación 55, alrededor de cuyo eje de rotación 55 puede pivotar el primer elemento de conexión 40. En la primera posición de la rotación, la superficie lateral del primer elemento de conexión 40 que se muestra quedará mirando en dirección opuesta al primer extremo 35 de la primera sección de pala 31 con la que se acopla el primer elemento de conexión 40 de manera que puede pivotar.

40 La Figura 5 ilustra el primer elemento de conexión 40 en una vista lateral opuesta a la vista lateral que se muestra en la Figura 4. El primer elemento de conexión 40 tiene una primera superficie exterior 43, que está diseñada de manera que quede al ras y haga tope con una parte de una superficie de la primera sección principal de la pala 33 y una parte 44 de la segunda superficie que está diseñada para hacer tope con una superficie exterior de otro primer elemento de conexión 40' yuxtapuesto. El primer elemento de conexión 40 tiene un medio de unión para anclar rígidamente el primer elemento de conexión 40 a un segundo elemento de conexión 50. El medio de unión se muestra como varias perforaciones 42 a través del primer elemento de conexión 40 y cada una de las perforaciones tiene un avellanado para recibir la cabeza de un tornillo o para alojar una tuerca, de manera tal que la cabeza del tornillo o la tuerca no sobresalga de la superficie lateral del primer elemento de conexión 40 que se muestra. Los medios de unión se disponen a cierta distancia desde la perforación 41, de manera tal que, cuando el primer elemento de conexión 41 está anclado rígidamente al segundo elemento de conexión 50, puede pivotar alrededor del eje de rotación 55. En la primera posición de la rotación, la superficie lateral del primer elemento de conexión 40 que se muestra mirará el primer extremo 35 de la primera sección de pala 31 con la que se acopla el primer elemento de conexión 40 de manera que puede pivotar.

55 La Figura 6 ilustra una vista lateral del segundo elemento de conexión 50. El segundo elemento de conexión 50 tiene una primera superficie exterior 53, que está diseñada de manera que quede al ras y haga tope con una parte de una superficie de la segunda sección principal de la pala 34 y una parte de la segunda superficie 54, que está diseñada para hacer tope con una superficie exterior de otro segundo elemento de conexión yuxtapuesto. El segundo elemento de conexión 50 tiene un medio de unión para anclar rígidamente el segundo elemento de conexión 50 al primer elemento de conexión 40. El medio de unión se muestra como varias perforaciones 52 a través del segundo

5 elemento de conexión 50 y cada una de las perforaciones 52 tiene un avellanado para recibir la cabeza de un tornillo o para alojar una tuerca, de manera tal que la cabeza del tornillo o la tuerca no sobresalga de la superficie lateral del segundo elemento de conexión 50 que se muestra. Los medios de unión se disponen a cierta distancia desde la perforación 51, de manera tal que, cuando el segundo elemento de conexión 51 está anclado rígidamente al primer elemento de conexión 40, puede pivotar alrededor del eje de rotación 55. En la primera posición de la rotación, la superficie lateral del segundo elemento de conexión 50 que se muestra mirará hacia el primer extremo 36 de la segunda sección de pala 32 a la cual está acoplado el segundo elemento de conexión 50 de manera que puede pivotar.

10 La Figura 7 ilustra un segundo elemento de conexión 50 en una vista lateral opuesta a la vista lateral que se muestra en la Figura 6. El segundo elemento de conexión 50 tiene un agujero 51 a través del segundo elemento de conexión 50. La perforación 51 tiene un avellanado para recibir la cabeza de un tornillo o para alojar una tuerca, de manera tal que la cabeza del tornillo o la tuerca no sobresalga de la superficie lateral del segundo elemento de conexión 50 que se muestra. La perforación 51 se utiliza para acoplarse de manera que pueda pivotar el segundo elemento de conexión 50 con el primer extremo 36 de la segunda sección de pala 32, y el centro de la perforación 51 define un eje de rotación 55, alrededor de cuyo eje de rotación 55 el segundo elemento de conexión 50 puede pivotar. En la primera posición de la rotación, la superficie lateral del segundo elemento de conexión 50 que se muestra quedará mirando en dirección opuesta al primer extremo 36 de la segunda sección de pala 32 a la cual está acoplado el segundo elemento de conexión 50 de manera que puede pivotar.

20 La Figura 8 ilustra una vista en sección transversal de un primer elemento de conexión 40 y otro primer elemento de conexión 40' yuxtapuesto en la primera posición de la rotación, donde la parte 44 de la segunda superficie queda al ras con la superficie del primer elemento de conexión 40' yuxtapuesto con y hace tope la misma. El primer elemento de conexión 40 y el elemento de conexión yuxtapuesto 40' se aseguran entre sí por medio de un tornillo 60. Por lo tanto, la superficie exterior del elemento de conexión yuxtapuesto 40' se puede proveer de varias perforaciones roscadas.

25 La Figura 9 ilustra una vista en perspectiva del primer elemento de conexión 40 y el segundo elemento de conexión 50 antes de ser anclados rígidamente entre sí mediante un medio de unión tal como tuercas y pernos a través de las perforaciones 52 y las perforaciones 51. El eje de rotación en común 55 para el primer elemento de conexión 40 y el segundo elemento de conexión 50 se extiende a través de la perforación 51 del segundo elemento de conexión y a través de la perforación 41 del primer elemento de conexión 40, y cuando el primer elemento de conexión 40 y el segundo elemento de conexión 50 están rígidamente anclados entre sí, el elemento de conexión unido y rígidamente anclado puede pivotar alrededor del eje de rotación 55.

35 Las Figuras 10, 11 y 13 ilustran una vista en sección transversal a lo largo de la línea A-A de la primera sección de pala 31 con varios ejes roscados 39 que se extienden desde un primer extremo 35 de la primera sección principal de la pala de la primera sección de pala 31 según se muestra en la Figura 10. Los primeros elementos de conexión 40 están conectadas a los ejes roscados 39 conectando los ejes roscados 39 a las perforaciones 41 de los primeros elementos de conexión 40 y asegurando los primeros elementos de conexión 40 con unas tuercas 45 según se muestra en la Figura 11, de forma tal que los primeros elementos de conexión 40 se acoplan a los ejes 39 de manera que pueden pivotar. De esa manera, los primeros elementos de conexión 40 se pueden hacer pivotar alrededor del eje de rotación 55. Los ejes rotacionales 55 de los primeros elementos de conexión 40 preferiblemente son paralelos al eje longitudinal L de la pala.

45 Como los medios de unión 42 (en forma de varias perforaciones) quedan dispuestos a cierta distancia de la perforación 41 y del eje de rotación 55, los primeros elementos de conexión 40 se pueden llevar girándolos a una posición en la cual los medios de unión 42 quedan posicionados en el exterior de la superficie exterior de la primera sección principal de la pala según se muestra en la Figura 11. Por lo tanto, se puede acceder fácilmente a los medios de unión 42 y estos se pueden conectar fácilmente a los medios de unión 52 del número correspondiente de segundos elementos de conexión 50 de la segunda sección de pala 32 según se muestra en la Figura 12, que ilustra una vista en sección transversal a lo largo de la línea B-B en la Figura 3. Los medios de unión 42, 52 de los primeros elementos de conexión 40 y los segundos elementos de conexión 50 se pueden conectar o anclar entre sí usando medios que consisten en tuercas y pernos, pegándolos, soldándolos o por cualquier medio equivalente.

50 Una vez que los primeros elementos de conexión 40 y los segundos elementos de conexión 50 están anclados entre sí, los mismos se pueden hacer rotar de a pares alrededor de un eje de rotación en común hasta una primera posición de la rotación, donde las primeras superficies exteriores 43 de los primeros elementos de conexión 40 quedan al ras con las primeras superficies exteriores 53 de los segundos elementos de conexión 50, según se muestra en la Figura 13. Además, cada una las primeras superficies exteriores 43 de los primeros elementos de conexión 40 queda al ras con una parte de la superficie exterior de la primera sección principal de la pala 33, y cada una de las primeras superficies exteriores 53 de los segundos elementos de conexión 50 queda al ras con una parte de la superficie exterior de la segunda sección principal de la pala 34. Adicionalmente, los primeros elementos de conexión 40 (así como los segundos elementos de conexión 50) quedan al ras con los primeros elementos de

conexión yuxtapuestos y hacen tope con los mismos, de manera tal que se obtiene una superficie lisa y aerodinámica exterior en toda la sección transversal, o por lo menos la mayor parte de la sección transversal.

5 Sin embargo, los primeros elementos de conexión 40 no cubren toda la superficie de la sección principal de la pala 33 de la primera sección de pala 31 porque los elementos de conexión 40 no cubren la región que normalmente se denomina borde de fuga de la pala, según se ilustra en la Figura 13, por lo cual se forma un borde de fuga trunco y/o romo. Sin embargo, para algunas aplicaciones esto puede ser beneficioso. No obstante, si no es así y lo más beneficioso es son unos bordes de fuga convergentes, esto se puede obtener montando en la pala de turbina eólica un elemento de carcasa que hace tope con la superficie de la sección principal de la pala 33 y queda al ras con la misma. El elemento de carcasa se puede pegar con pegamento, adherir y/o fijar a un eje que se extiende desde el primer extremo 36 de la primera sección de pala. Otra manera de construir un borde de fuga convergente es cambiar la dirección en que pivotan los elementos de conexión 40, mediante lo cual geoméricamente es más fácil montar elementos de conexión que también cubran el borde de fuga de la sección principal de la pala 33.

15 Para asegurar una unión duradera, es importante que la unión sea suficientemente fuerte y por lo tanto es importante que durante el uso los elementos de conexión queden asegurados en su primera posición de rotación. Esto se puede conseguir de muchas formas, una manera es pretensar los elementos de conexión en su primera posición de rotación. Esto se puede hacer usando elementos de conexión con forma de cuña, de manera tal que, debido a su forma de cuña, los elementos de conexión se deben presionar hasta su primera posición de rotación, mediante lo cual la unión queda pretensada. Otra manera de asegurar que los elementos de conexión queden fijos durante el uso es incluir los elementos de conexión en una sustancia que llene los espacios entre los elementos de conexión y endurezca después de hacer pivotar los elementos de conexión hasta su primera posición de rotación. Sin embargo, con esta solución la pala de turbina eólica no se puede desmontar fácilmente después de montarla. Otra manera de asegurar una unión duradera es reducir las cargas que se imponen sobre los elementos de conexión aplicando en el interior de la pala de turbina eólica una estructura de refuerzo interna, como por ejemplo una viga, que puentee la unión, mediante lo cual las cargas que se aplican sobre la pala de turbina eólica se distribuyen entre la estructura de refuerzo interna y los elementos de conexión.

25 La invención se ha descrito con referencia a una forma de realización preferida. Sin embargo, el alcance de la invención no se limita a la forma de realización que se ilustra, y se le pueden realizar alteraciones y modificaciones sin desviarse del alcance de la invención, definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una sección de pala (31, 32) para una pala de turbina eólica, donde la sección de pala (31, 32) se extiende a lo largo de un eje longitudinal (L) y tiene por lo menos un primer extremo (35, 36), donde la sección de pala (31, 32) comprende una sección principal de la pala (33, 34) con un contorno que tiene una superficie exterior, donde la sección principal de la pala (33, 34) se provee de varios elementos de conexión (40, 50) en el primer extremo (35, 36), caracterizada porque cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) se acopla con la sección principal de la pala de manera que puede pivotar (33, 34) alrededor de un eje de rotación (55), y cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) está provisto de un medio de unión (42, 46, 52) para anclar cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) a otra sección de la pala (31, 32) y donde el medio de unión (42, 46, 52) de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) está dispuesto a cierta distancia del eje de rotación (55).
- 10 2. Una sección de pala de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) comprende una primera parte de la superficie exterior (43, 53), que en una primera posición de la rotación queda al ras con por lo menos una parte de la superficie exterior de la sección principal de la pala (33, 34).
- 15 3. Una sección de pala de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde, en la primera posición de la rotación, la primera parte de la superficie exterior (43, 53) de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) hace tope con por lo menos una parte de la superficie exterior de la sección principal de la pala (33, 34).
4. Una sección de pala de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, donde la sección principal de la pala (33, 34) comprende varios elementos de conexión yuxtapuestos (40, 40').
- 20 5. Una sección de pala de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde en la primera posición de la rotación la primera parte de la superficie exterior (43, 43') de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 40') queda al ras con la primera parte de la superficie exterior de por lo menos un elemento de conexión yuxtapuesto (40, 40').
- 25 6. Una sección de pala de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde en la primera posición de la rotación, la primera parte de la superficie exterior (43, 43') de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) hace tope con la primera parte de la superficie exterior de por lo menos un elemento de conexión yuxtapuesto (40, 40').
- 30 7. Una sección de pala de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde por lo menos uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) se acopla de manera que puede pivotar a la sección principal de la pala (33, 34) por medio de un eje (39) que se extiende desde el primer extremo (35) de la sección principal de la pala (33, 34) a través de un agujero (41, 51) que hay en el elemento de conexión (40, 50).
8. Una sección de pala de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde se acopla por lo menos un elemento de conexión con un agujero en el primer extremo de la sección principal de la pala por medio de un eje que se extiende desde el elemento de conexión.
- 35 9. Una sección de pala de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el eje de rotación (55) de por lo menos un elemento de conexión (40, 50) es sustancialmente paralelo al eje longitudinal (L).
- 40 10. Una pala de turbina eólica (25) que comprende por lo menos una primera sección de pala (31) y una segunda sección de pala (32) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el eje de rotación (55) de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) de la primera sección de pala (31, 32) y el eje de rotación (55) de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40,50) de la segunda sección de pala (31, 32) están alineados de a pares.
- 45 11. Una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 10, donde el medio de unión (42, 46, 52) de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión (40, 50) de la primera sección de pala (31, 32) y el medio de unión (42, 46, 52) de cada uno de la pluralidad de elementos de conexión de la segunda sección de pala (31, 32) están anclados rígidamente de a pares para formar varios elementos de conexión anclados rígidamente de a pares.
- 50 12. Una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, donde cada uno de la pluralidad de elementos de conexión anclados rígidamente de a pares en la primera posición de la rotación se fija mediante un medio de fijación (60) a por lo menos uno de los elementos de conexión yuxtapuestos anclados rígidamente de a pares.
13. Un método para montar una pala de turbina eólica (30) de acuerdo con cualquiera de reivindicaciones 10-12,

donde el método comprende los siguientes pasos:

- a) alinear la primera sección de pala (31, 32) y la segunda sección de pala (31, 32) en dirección longitudinal (L), de manera que por lo menos uno de los primeros elementos de conexión y por lo menos uno de los segundos elementos de conexión tiene un eje de rotación en común (55),
 - 5 b) anclar rígidamente de a pares la pluralidad de primeros elementos de conexión (40, 50) de la primera sección de pala (31, 32) a la pluralidad de segundos elementos de conexión (40, 50) de la segunda sección de pala (31, 32) a través del medio de unión (42, 46, 52),
 - d) hacer pivotar a la primera posición de rotación cada uno de la pluralidad de elementos de conexión anclados rígidamente de a pares.
- 10 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, donde el medio de unión (42, 46, 52) del paso c) comprende medios que consisten en tuercas y pernos, adhesivos, pegamentos o soldaduras.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, donde el método además comprende un paso que precede al paso d), donde los elementos de conexión anclados rígidamente de a pares se fijan mediante un medio de fijación (60) a por lo menos uno de los elementos de conexión yuxtapuestos anclados rígidamente de a pares.

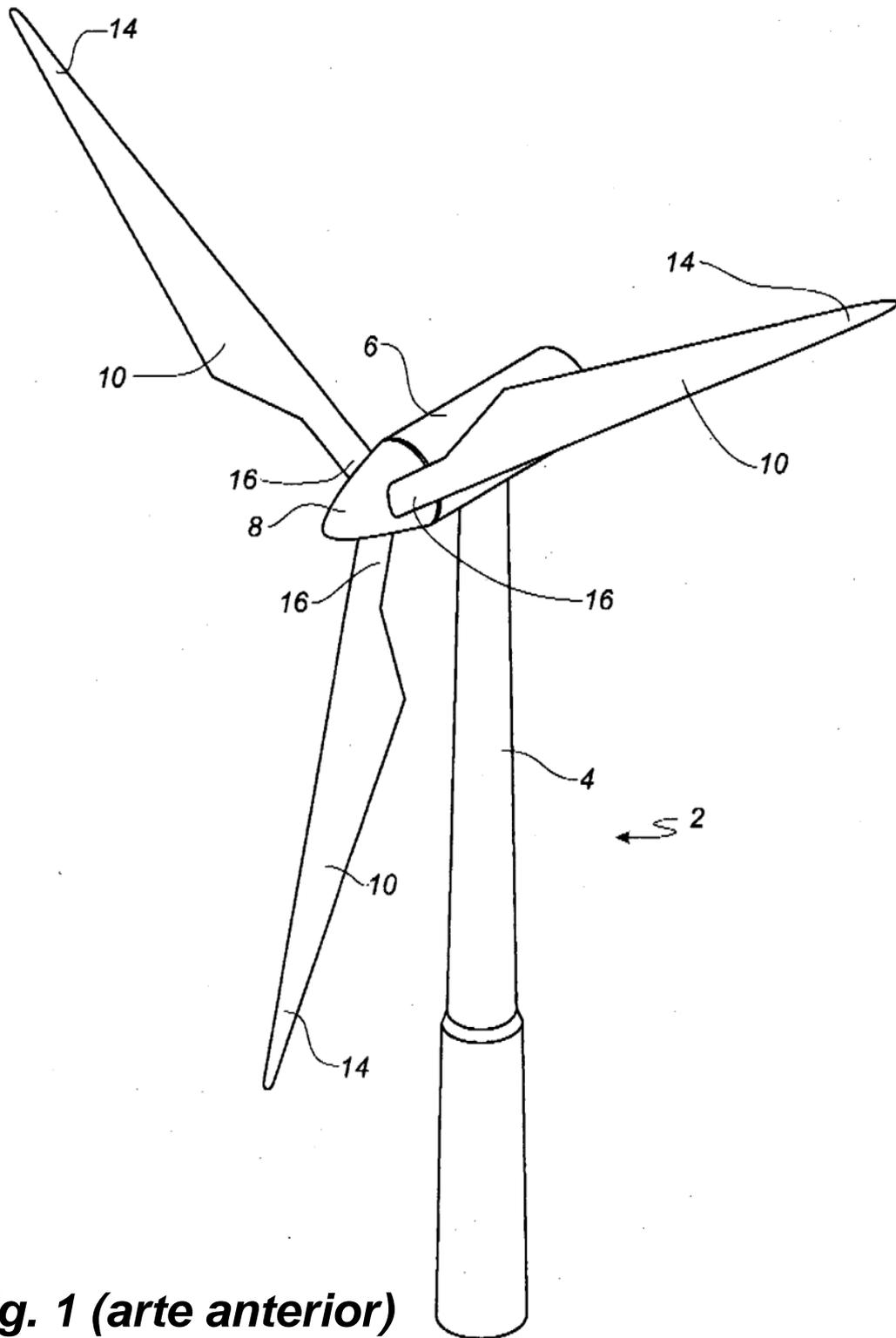


Fig. 1 (arte anterior)

