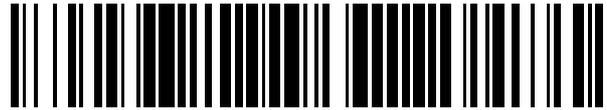


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 657**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2007 E 07726027 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2035694**

54 Título: **Cubo de rotor de una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

03.07.2006 DE 102006031174

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

02.04.2013

73 Titular/es:

**REPOWER SYSTEMS AG (100.0%)
Überseering 10 (Oval Office)
22297 HAMBURG, DE**

72 Inventor/es:

QUELL, PETER

74 Agente/Representante:

BOTELLA REYNA, Antonio

ES 2 399 657 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

Cubo de rotor de una instalación de energía eólica

- 5 La invención se refiere a un cubo de rotor de una instalación de energía eólica para un rotor, particularmente con al menos una pala de rotor, en donde el núcleo del cubo del cubo de rotor y al menos un cuerpo exterior al cubo del cubo de rotor están unidos entre sí, en donde el cuerpo exterior al cubo presenta una superficie de conexión para la pala de rotor. Asimismo, la invención se refiere a una instalación de energía eólica con un cubo de rotor.
- 10 En instalaciones de energía eólica, una pala de rotor se fija de forma giratoria a un cubo de rotor mediante un soporte de pala. Las instalaciones de energía eólica conocidas están formadas por una torre, una góndola dispuesta en el extremo superior de la torre, un rotor, que está apoyado sobre la góndola de forma giratoria alrededor de un eje de giro del rotor y que presenta un cubo de rotor así como al menos una pala de rotor que se extiende desde el cubo de rotor. Por ejemplo, en el documento DE-AB-102004023773 se describe una instalación de energía eólica de este
- 15 tipo, que presenta un cubo de rotor con un sistema de ajuste de palas.

Asimismo, el documento EP-B-1303698 publica un cubo de rotor de una instalación de energía eólica. El cubo de rotor establece una unión mecánica entre el árbol del rotor o el eje del rotor y las palas de rotor.

- 20 Además de ello, el documento WO-A-02/06667 publica un cubo de pala de rotor de una instalación de energía eólica, en donde el cubo de la pala de rotor presenta un núcleo del cubo y una o varias piezas exteriores al cubo para la recepción de una pala de rotor, en donde el núcleo del cubo presenta una brida conformada de forma sustancialmente ovalada para la recepción de una pieza exterior al cubo.
- 25 Partiendo de este estado de la técnica, el objeto de la presente invención es el de proporcionar un cubo de rotor que se pueda fabricar y montar de una forma sencilla y económica, debiendo ser posible transportar de una forma eficiente cubos de rotor de mayor tamaño.

- Este objetivo se resuelve mediante un cubo de rotor de una instalación de energía eólica para un rotor,
- 30 particularmente con al menos una pala de rotor, en donde un núcleo del cubo del cubo de rotor y al menos un cuerpo exterior al cubo del cubo del rotor están unidos entre sí mediante una unión por bridas, en donde el cuerpo exterior al cubo presenta una superficie de conexión para la pala de rotor, que está perfeccionada de tal forma que la unión por bridas está conformada con una inclinación predeterminada con respecto al eje de giro del rotor, en donde la inclinación de la unión por bridas es mayor que la inclinación de la superficie de conexión para la pala de rotor del
- 35 cuerpo exterior al cubo.

- Particularmente se proporciona un cubo de rotor de varias piezas, que en el estado final montado por ejemplo en una góndola de una instalación de energía eólica, está formado por un núcleo del cubo independiente y por al menos uno o varios cuerpos independientes exteriores al cubo. En el marco de la invención es posible que una pala
- 40 de rotor ya esté provista o esté conformada con un cuerpo exterior al cubo.

- La invención se basa en la idea de que en un rotor no articulado o en un cubo de rotor rígido de una instalación de energía eólica, en el que se realiza una unión rígida de las palas de rotor con el eje del rotor o el árbol del rotor a través de un cubo de rotor no articulado o rígido, está prevista una unión por bridas que está dispuesta en un plano
- 45 de conexión y que forma un ángulo predeterminado con el eje de giro del rotor o del árbol del rotor. En el sentido geométrico, el eje de rotor atraviesa el plano en el que se encuentra situada la superficie plana de conexión de la brida de unión o de la unión por bridas entre el núcleo del cubo y el cuerpo exterior al cubo. Para ello, la unión por bridas está conformada entre el núcleo del cubo, que se une o está unido con el árbol del rotor, y el cuerpo exterior al cubo entre el núcleo del cubo y la pala de rotor dispuesta en el mismo, preferentemente en forma de superficie
- 50 plana de conexión.

- Con respecto a las conexiones existentes hasta la fecha para los cuerpos de unión entre la pala de rotor exterior y el núcleo del cubo, el plano, en el que está dispuesta la unión por bridas entre el núcleo y el cuerpo de unión, está conformado de forma inclinada. En las conexiones existentes hasta la fecha, los planos de conexión de la brida y del
- 55 eje del rotor están orientados paralelos entre sí, de tal forma que no se tocan o cortan entre sí. Además de ello, en otras conexiones conocidas de acuerdo con el estado de la técnica, los planos de conexión para palas de rotor están inclinados con un ángulo de inclinación del orden de 3° con respecto al eje de rotación. Este ángulo de inclinación del plano de conexión de las palas de rotor es de acuerdo con la invención menor que el ángulo de inclinación de la superficie de conexión entre el núcleo del cubo y el cuerpo o cuerpos exteriores al cubo.

De acuerdo con la invención se proporciona un cubo de rotor de una instalación de energía eólica que presenta un núcleo del cubo a modo de cuerpo de cubo de rotor, en donde el núcleo del cubo se une o está unido con un árbol del rotor. El núcleo del cubo presenta además al menos una unión por bridas, cuya superficie está inclinada en un ángulo predeterminado con respecto al eje de giro del árbol del rotor. Además de ello se debe afirmar que, de acuerdo con la invención, la superficie de la unión por bridas está dispuesta en un ángulo predeterminado, no perpendicular, con respecto a un eje de pala de rotor de una pala de rotor.

El núcleo del cubo une el cubo de rotor a modo de pieza central con el árbol del rotor. En él están dispuestos, en las uniones por bridas dispuestas de forma inclinada con respecto al eje de giro del rotor, los cuerpos de unión o cuerpos exteriores al cubo, de tal forma que las palas de rotor se pueden montar o están montadas en ellos.

Mediante las uniones por bridas que discurren inclinadas o conformadas de forma oblicua con respecto al eje de giro del rotor es posible conformar un cubo de rotor divisible, es decir, de varias piezas, de tal forma que con ello se facilita el transporte de piezas individuales del cubo de rotor, como, por ejemplo, núcleos del cubo y/o cuerpos exteriores al cubo. En el lugar de montaje de una instalación de energía eólica se ensamblan a continuación las piezas individuales del cubo de rotor transportadas hasta allí y se unen entre sí a través de las conexiones de bridas con la ayuda de, por ejemplo, uniones por tornillo. De este modo es posible de acuerdo con la invención transportar sin problemas cubos de rotor con uniones de bridas de entre 3 m y 6 m de diámetro después de su fabricación hasta el lugar de montaje.

De acuerdo con una solución alternativa del objetivo, en un cubo de rotor de una instalación de energía eólica para un rotor, particularmente con al menos una pala de rotor, en donde están unidas o se unen entre sí un núcleo del cubo del cubo de rotor y al menos un cuerpo exterior al cubo del cubo del rotor mediante una unión por bridas circular, en donde el cuerpo exterior al cubo presenta una superficie de conexión para la pala de rotor, está previsto que la altura del núcleo del cubo sea menor que el diámetro de la superficie de conexión circular para la pala de rotor del cuerpo exterior al cubo.

En otra conformación está previsto que la altura del núcleo del cubo sea menor que el diámetro de la superficie de conexión para la pala de rotor, particularmente circular o redonda, en donde particularmente la unión por bridas entre el núcleo del cubo y el cuerpo exterior al cubo está conformada ventajosamente de forma circular o redonda. De este modo es posible proporcionar un cubo de rotor de varias piezas, que debido a la menor altura del núcleo del cubo en comparación con el diámetro de brida de pala, preferentemente circular, del cuerpo exterior al cubo permite un transporte sencillo del núcleo del cubo, puesto que la altura del núcleo del cubo se puede contemplar como altura de transporte del núcleo del cubo. De este modo se puede transportar, por ejemplo, un núcleo del cubo con un diámetro de conexión de la brida circular con respecto al lado del árbol del rotor de 3 m y de una altura inferior a 4 m sobre un vehículo de transporte, en donde en el cubo de rotor final montado con núcleo del cubo y al menos un cuerpo exterior al cubo se puede fijar una pala de rotor con un diámetro (redondo) de brida de pala de más de 4 m. La altura del núcleo del cubo es, por ejemplo, entre 0,5 m y 2,5 m menor que el diámetro de brida de la pala.

En una forma preferida de realización, la unión de brida entre el núcleo del cubo y el cuerpo exterior al cubo está conformada de forma circular, es decir, redonda. Esto tiene además la ventaja de que debido al punto redondo de unión en la zona de la unión por bridas, se establece durante el montaje una unión más fuerte entre el cuerpo del cubo y el cuerpo de unión fijado al mismo, puesto que hay más tornillos distribuidos en el perímetro circular de brida, en comparación con el perímetro ovalado de brida. Además de ello, se obtienen numerosas ventajas en la fabricación.

Para proporcionar un rotor que presenta varias palas de rotor está además previsto que estén conformadas varias uniones por bridas en el cubo de rotor entre el núcleo del cubo y varios cuerpos de unión cubo – pala de rotor.

Para ello está además previsto ventajosamente que las uniones por brida estén dispuestas o previstas uniformemente en el núcleo del cubo.

Particularmente, el o cada uno de los cuerpos exteriores al cubo está unido con una pala de rotor. En una instalación de energía eólica con un rotor que presenta varias palas de rotor, cada uno de los cuerpos de unión está unido con una pala de rotor respectivamente.

Además también resulta ventajoso si el cuerpo exterior al cubo y el núcleo del cubo están unidos entre sí de forma permanente.

Para hacer posible un acceso al rotor para el personal de mantenimiento está además previsto que en el núcleo del cubo esté prevista una abertura de acceso. En el marco de la invención puede estar prevista otra abertura de acceso adicional en otro lugar del rotor o de la góndola.

5 Particularmente, la abertura de acceso está conformada en la zona del eje del rotor en el núcleo del cubo. También resulta imaginable que la abertura de acceso esté prevista en otro lugar del cubo del rotor.

Para la fijación de palas del rotor al cubo de rotor, el cuerpo exterior al cubo presenta una unión por bridas hacia el lado de la pala de rotor, de tal forma que se puede situar o fijar a ella una pala de rotor. La unión por bridas también
10 se denomina brida de pala de rotor o brida de pala.

Preferentemente, la unión por bridas en el lado de la pala de rotor está conformada de forma circular, para establecer una unión fiable entre la pala de rotor y el cuerpo de unión correspondiente, y hacer posible de una forma sencilla el ajuste de la pala de rotor mediante un soporte de pala redondo.

15 Asimismo, de acuerdo con una forma preferida de realización del cubo de rotor de acuerdo con la invención, se propone que el diámetro de la unión por bridas en el lado de la pala de rotor del cuerpo exterior al cubo sea mayor que el diámetro de la unión por bridas particularmente circular en el lado del núcleo del cubo. De este modo se obtienen unas proporciones optimizadas en lo que respecta a la rigidez, al peso y a las dimensiones de un núcleo
20 del cubo o de un cubo de rotor de acuerdo con la invención. En cubos de rotor de gran tamaño, en los que se encuentran fijados palas de rotor de, por ejemplo, un diámetro de brida de pala de más de 4 m, se hace posible de este modo un transporte más sencillo, puesto que la altura de transporte o la altura del núcleo del cubo es menor que el diámetro de la brida de pala.

25 Además de ello, el objetivo se resuelve mediante una instalación de energía eólica que está provista de un cubo de rotor dividido o divisible de acuerdo con la invención, con superficies de conexión inclinadas con respecto al eje de giro. Para evitar repeticiones, se hace referencia explícita a las explicaciones anteriores.

A continuación se describe la invención sin limitación de la idea general de la invención, en base a un ejemplo de
30 realización ejemplar, en donde se remite expresamente a los dibujos con respecto a cualquier detalle de acuerdo con la invención no descrito más detalladamente en el texto. Muestran:

la fig. 1 una sección a través de un cubo de rotor de acuerdo con la invención, y

35 la fig. 2 una vista desde arriba sobre el cubo de rotor de acuerdo con la invención según la fig. 1.

En las siguientes figuras se ha provisto a elementos iguales o del mismo tipo o piezas correspondientes de los mismos números de referencia, de tal forma que se prescinde de una nueva presentación correspondiente.

40 La fig. 1 muestra un cubo de rotor 10 en su sección. El cubo de rotor 10 dispone de un núcleo del cubo 12, que está unido con el árbol del rotor de una instalación de energía eólica (no representada) a través de una brida anular 14. Debido a la representación de la sección, en la fig. 1 está representada la unión del núcleo del cubo 12 con un cuerpo exterior al cubo 16. Típicamente, la brida anular 14 tiene, por ejemplo, un diámetro de 3 m para una instalación de energía eólica de una potencia comprendida entre 8 y 12 megavatios.

45 Asimismo, en la fig. 1 está indicada la altura h del núcleo del cubo 12, que se encuentra situada, por ejemplo, por debajo de 4 m. La altura h es una magnitud decisiva para un transporte del núcleo del cubo 12, puesto que a través de ella se determina la altura de transporte de un vehículo de transporte. Un transporte sencillo por carreteras convencionales se puede realizar sin problemas con una altura inferior a 4 m.

50 Tal y como se desprende de la fig. 2, el cubo del rotor 10 está conformado en su vista desde arriba de tal forma que están dispuestos tres cuerpos exteriores al cubo 16 en forma de estrella y uniformemente en el núcleo del cubo 12. En los cuerpos exteriores al cubo 16, las palas de rotor (no representadas) están unidas de forma giratoria con el cuerpo exterior al cubo 16 a través de unas bridas y soportes de pala 20 correspondientes.

55 Asimismo se puede deducir de la fig. 2, que en el núcleo del cubo 12 están dispuestas tres piezas exteriores en forma de los cuerpos exteriores al cubo 16. De este modo, el cubo de rotor 10 está formado por un número de cuerpos independientes o piezas individuales, que se unen entre sí cuando se monta la instalación de energía eólica.

Para unir el cuerpo exterior al cubo 16 con el núcleo del cubo 12 está prevista una brida 18 entre ambos cuerpos, de tal forma que los dos cuerpos 12 y 16 se ensamblan firmemente y quedan unidos entre sí. De la fig. 1 se deduce que la unión por bridas 18 se encuentra en un plano 22 situado en un ángulo predeterminado con respecto al eje de giro 24 del rotor. De este modo, el plano 22 y el eje de giro 24 forman un ángulo α que está conformado como ángulo 5 más agudo. En el sentido geométrico, el eje de giro 24 atraviesa el plano 22 por un punto P.

De acuerdo con la invención, todas las bridas de unión o uniones por bridas 18 están conformadas en el núcleo del cubo 12 para un cuerpo exterior al cubo 16 en un ángulo predeterminado con respecto al eje de giro 24 del rotor.

10 Por el hecho de que el plano 22 no esté dispuesto paralelo con respecto al eje de giro 24 es posible construir el núcleo del cubo 12 ocupando poco espacio para un transporte, así como un núcleo del cubo 12 de mayor tamaño de un cubo de rotor 10 hasta un tamaño de 6 m, sin provocar mayores dificultades en el transporte. Mediante la posición inclinada del plano 22, en el que está dispuesta la unión por bridas 18, se hace posible fabricar el cuerpo del cubo 12 de una forma compacta. Las piezas individuales se fabrican preferentemente en un proceso de colada.

15 Además de ello, en la fig. 1 está representado un eje de pala de rotor 26 de una pala de rotor (no representada aquí), que también se encuentra en un ángulo predeterminado, a excepción de un ángulo recto y de un intervalo de ángulo comprendido entre 85° y 90° , con respecto al eje del rotor 24.

20 Asimismo, la unión por bridas 18 está conformada en el núcleo del cubo 12 de forma redonda o circular por motivos de fabricación, con lo que se establece una unión firme y estable entre el núcleo del cubo 12 y el cuerpo exterior al cubo 16.

Además de ello, el núcleo del cubo 12 dispone de una abertura de acceso 28 por la cara exterior del núcleo del cubo 25 12, es decir, por el lado opuesto a la góndola de una instalación de energía eólica, que está dimensionada de tal forma que el personal de mantenimiento puede entrar al núcleo del cubo 12 conformado como elemento hueco para la realización de trabajos de mantenimiento. Naturalmente es posible en el marco de la invención prever una abertura de acceso para el personal de mantenimiento en otro lugar del cubo del rotor. Por ejemplo, la abertura de acceso puede estar conformada en una zona A dibujada en un lateral del núcleo del cubo 12, que se encuentra 30 próxima a la conexión al árbol del rotor o próximo a la brida anular 14, o sobre o en uno de los cuerpos exteriores al cubo 16.

Preferentemente, el ángulo α entre el plano 22 y el eje de giro 24 se encuentra comprendido en un orden de magnitud de entre 10° y 75° . Idealmente el ángulo α es en una forma preferida de realización mayor que 15° , 35 particularmente está comprendido entre 15° y 45° . De este modo se hace posible lograr una conformación especialmente compacta del núcleo del cubo 12 como pieza individual a modo de un cono o de un cuerpo que se estrecha.

En la fig. 1 están además indicados los diámetros de los orificios circulares de las uniones por bridas 18 y de la 40 unión por bridas 20 (unión de brida de pala). De ello se puede deducir que el diámetro D_R de la unión por bridas 20 es mayor que el diámetro D_I de la unión por bridas 18 entre el núcleo del cubo 12 y el cuerpo exterior al cubo 16. Además de ello, la unión por bridas 20 está dispuesta preferentemente en un plano que se encuentra sustancialmente paralelo con respecto al eje de giro 24 del cubo del rotor 10. Por ejemplo, el diámetro D_R tiene un tamaño de más de 4 m, particularmente de más de 4,5 m. De este modo el diámetro D_R de la unión por bridas es 45 mayor que la altura h del núcleo del cubo 12 con un valor, por ejemplo, inferior a 4 m. Además de ello, en la fig. 1 está indicada la altura constructiva B de la parte delantera del cuerpo exterior al cubo 16, que preferentemente no es mayor o menor que la altura h del núcleo del cubo 12 y se encuentra comprendida, por ejemplo, en un intervalo de entre 2 m y 3 m.

50 En la fig. 2 está además representado que las uniones por bridas 18 entre el núcleo del cubo 12 y los tres cuerpos exteriores al cubo 16 están conformados uniformemente en el núcleo del cubo. Los taladros de las uniones por tornillo en las uniones por brida 18 están distribuidos para ello uniformemente por el perímetro, de tal forma que de este modo están previstas más uniones por tornillo en la brida 18 entre los dos cuerpos 12 y 16 que, por ejemplo, en las bridas ovaladas que se encuentran dispuestas paralelas al eje del rotor 24.

55 De este modo se pueden absorber particularmente de una forma especialmente segura los grandes momentos de flexión de la pala del rotor en la dirección del viento (momentos de impacto).

Lista de símbolos de referencia

10	cubo de rotor
12	núcleo del cubo
14	brida anular
16	cuerpo exterior al cubo
5 18	unión por bridas
20	unión por bridas
22	plano
24	eje de giro
26	eje de la pala del rotor
10 28	abertura de acceso
α	ángulo
A	zona
B	altura constructiva
D_R	diámetro
15 D_I	diámetro
h	altura
P	punto de intersección

REIVINDICACIONES

1. Cubo de rotor (10) de una instalación de energía eólica para un rotor, particularmente con al menos una pala de rotor, en donde un núcleo del cubo (12) del cubo de rotor (10) y al menos un cuerpo exterior al cubo (16) del cubo de rotor (10) están unidos o se unen entre sí mediante una unión por bridas (18), en donde el cuerpo exterior al cubo (16) presenta una superficie de conexión para la pala de rotor, caracterizado porque la unión por bridas (18) está conformada con una inclinación (α) predeterminada con respecto al eje de giro (24) del rotor, en donde la inclinación (α) de la unión por bridas (18) es mayor que la inclinación de la superficie de conexión para la pala de rotor del cuerpo exterior al cubo (16).
5
- 10 2. Cubo de rotor (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque la altura (h) del núcleo del cubo (12) es menor que el diámetro (D_R) de la superficie de conexión para la pala de rotor del cuerpo exterior al cubo (16).
3. Cubo de rotor (10) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la unión por bridas (18) está conformada de forma circular.
15
4. Cubo de rotor (10) de una instalación de energía eólica para un rotor, particularmente con al menos una pala de rotor, en donde un núcleo del cubo (12) del cubo de rotor (10) y al menos un cuerpo exterior al cubo (16) del cubo de rotor (10) están unidos o se unen entre sí mediante una unión por bridas (18) circular, en donde el cuerpo exterior al cubo (16) presenta una superficie de conexión para la pala de rotor, caracterizado porque la altura (h) del núcleo del cubo (12) es menor que el diámetro (D_R) de la superficie circular de conexión para la pala de rotor del cuerpo exterior al cubo (16).
20
5. Cubo de rotor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque están previstas varias uniones por bridas (18) entre el núcleo del cubo (12) y varios cuerpos exteriores al cubo (16).
25
6. Cubo de rotor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque están previstas varias uniones por bridas (18) uniformemente en el núcleo del cubo (12).
- 30 7. Cubo de rotor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el cuerpo exterior al cubo (16) está unido con una pala de rotor.
8. Cubo de rotor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el cuerpo exterior al cubo (16) y el núcleo del cubo (12) están unidos de forma permanente entre sí.
35
9. Cubo de rotor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque en el núcleo del cubo (12) está prevista una abertura de acceso (28).
10. Cubo de rotor (10) según la reivindicación 9, caracterizado porque la abertura de acceso (28) está conformada en el núcleo del cubo (12) en la zona del eje del rotor (24).
40
11. Cubo de rotor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el cuerpo exterior al cubo (16) presenta una unión por bridas (20) hacia el lado de la pala de rotor.
- 45 12. Cubo de rotor (10) según la reivindicación 11, caracterizado porque la unión por bridas (20) del lado de la pala de rotor está conformada de forma circular.
13. Cubo de rotor (10) según la reivindicación 11 o 12, caracterizado porque el diámetro (D_R) de la unión por bridas (20) del lado de la pala de rotor del cuerpo exterior al cubo (16) es mayor que el diámetro (D_I) de la unión por bridas (18) particularmente circular del lado del núcleo del cubo.
50
14. Instalación de energía eólica con un cubo de rotor (10) según una de las reivindicaciones 1 a 13.

