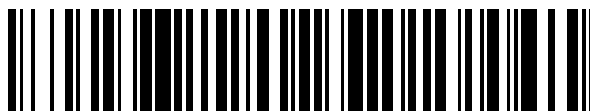


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 579**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2017** **E 17204272 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019** **EP 3336347**

54 Título: **Dispositivo de ajuste angular de palas de rotor de un aerogenerador**

30 Prioridad:

**13.12.2016 DE 102016014742**

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

**11.05.2020**

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)  
Überseering 10  
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**DOS SANTOS, JOSE PEDRO**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 759 579 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**

Dispositivo de ajuste angular de palas de rotor de un aerogenerador.

La invención se refiere a un dispositivo de ajuste angular de palas de rotor de un aerogenerador y a un procedimiento correspondiente, tal como es conocido, por ejemplo, por el documento WO 2016/101961.

5 Los aerogeneradores típicos comprenden un rotor que está dispuesto rotativamente en una góndola, estando dispuesta la góndola a su vez rotativamente sobre una torre. El rotor acciona un generador, eventualmente a través de un árbol de rotor y un engranaje. Un movimiento de rotación del rotor inducido por el viento puede transformarse en energía eléctrica que, a través de variadores de frecuencia y/o transformadores – también, según la clase de construcción del generador, directamente al menos en parte – puede alimentarse después a una red eléctrica.

10 El rotor comprende varias – en general tres – palas que están fijadas rotativamente a un cubo del rotor para ajustar el ángulo de ataque de las palas. A este fin, entre una pala y el cubo del rotor está previsto un cojinete de ángulo de pala alrededor de cuyo eje puede hacerse girar la pala del rotor con ayuda de un accionamiento de regulación de dicha pala.

15 La regulación del ángulo de ataque de la pala y el control del accionamiento de regulación de la pala se efectúan generalmente con ayuda de una determinación del ángulo de ataque actual de la pala en base a variaciones precedentes del ángulo de ataque de la pala, referido a una posición angular de partida. Mientras que las variaciones del ángulo de ataque de la pala por el accionamiento de regulación de la pala o por fuerzas (eólicas) exteriores actuantes sobre la pala del rotor pueden medirse con suficiente exactitud, la posición angular de partida tiene que ajustarse regularmente a mano. Aun cuando en un aerogenerador en funcionamiento se puede comprobar mediante interruptores de fin de carrera o similares la consecución de distintos ángulos de ataque de la pala – por ejemplo para la posición de banderas – es necesario antes un ajuste manual exacto de la posición angular de partida para lograr un calibrado exacto de justamente estos interruptores de fin de carrera. Un ajuste inexacto de la posición angular de partida conduce a un ángulo de ataque real de una pala de rotor que diverge permanentemente del ángulo de ataque nominal, lo que puede tener como consecuencia pérdidas de potencia y vibraciones no deseadas durante el funcionamiento del aerogenerador.

25 Es conocido el recurso de emplear los llamados calibres de pala para realizar el ajuste manual de la posición angular de partida. Estos calibres de pala se fijan en una posición predefinida a la parte del cojinete de ángulo de pala unida con el cubo del rotor y se proyectan en dirección a la pala del rotor. En la propia pala del rotor está prevista una marcación. Para ajustar la posición angular de partida se traslada después la pala del rotor de modo que la marcación de la pala del rotor quede alineada con el calibre de pala. La marcación consiste frecuentemente en una llamada marcación a 0° que indica la posición de 0° de la pala del rotor al alcanzar el calibre de pala.

30 En este estado de la técnica es desventajoso el hecho de que los calibres de pala son inmanejables, por lo que un ajuste angular de la pala requiere frecuentemente dos montadores. Debido al tamaño de los calibres de pala se producen también frecuentemente daños, por ejemplo por alabeos, que hacen imposible un ajuste exacto de la posición angular de partida. Y, no en último término, tienen que emplearse regularmente también calibres de pala diferentes para tipos de aerogeneradores diferentes, con lo que se tiene que mantener continuamente en reserva una multiplicidad de calibres de pala diferentes.

40 Dado que en los modernos aerogeneradores está dispuesta una multiplicidad de componentes en la zona del cojinete de ángulo de la pala, ocurre que, antes del empleo de un calibre de pala, se tienen que desmontar regularmente primero, para crear espacio, algunos componentes, por ejemplo recipientes de recogida de grasa o carcasas de recipientes de grasa, y éstos tiene, que volverse a montar una vez efectuado el ajuste de la posición angular de partida. En tal caso, es considerable el consumo de tiempo para el ajuste angular de la pala.

45 Por último, se ha visto, además, que es frecuente que no sea suficientemente preciso el ajuste de la posición angular de partida con el procedimiento conocido por el estado de la técnica ayudándose de un calibre de pala. Aun cuando no esté dañado o alabeado el calibre de pala, la marcación en la pala del rotor por medio del calibre de pala tiene que direccionarse a ojo, con lo que el resultado final del ajuste de la pala varía según la experiencia del montador. Incluso los resultados de varios ajustes de pala de un mismo montador pueden variar en parte considerablemente.

50 La invención se basa en el problema de crear un dispositivo de ajuste angular de palas de rotor de aerogeneradores y un procedimiento de ajuste angular de palas de rotor de aerogeneradores, en los que ya no se presenten, o solo se presente en grado aminorado, los inconvenientes conocidos por el estado de la técnica.

Este problema se resuelve con un dispositivo según la reivindicación principal y con un procedimiento según la reivindicación 6 de igual rango. Perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Por consiguiente, la invención se refiere a un dispositivo de ajuste angular de las palas del rotor de un

aerogenerador que comprende dos apoyos distanciados uno de otro para aplicar el dispositivo a una superficie de cazoleta del cojinete de ángulo de una pala de rotor o de un componente unido con éste de modo que la línea de unión entre los dos apoyos forme una secante de la superficie de cazoleta situada en un plano perpendicular al eje del cojinete de ángulo de la pala, y un láser para emitir un rayo láser visible perpendicular al eje del cojinete de ángulo de la pala, cumpliéndose que el eje del rayo discurre centrado y en ángulo recto con la línea de unión entre los dos apoyos.

Asimismo, la invención se refiere a un procedimiento de ajuste angular de la pala del rotor de un aerogenerador con un dispositivo según la invención, con los pasos siguientes:

a) aplicar un dispositivo con sus apoyos a una superficie de cazoleta del cojinete de ángulo de la pala del rotor o de un componente unido con éste en una posición predefinida o de tal manera que un rayo láser saliente del dispositivo incida sobre una marcación del cubo del rotor en la zona del lado del cojinete de ángulo de la pala opuesto al dispositivo;

b) fijar el dispositivo en la posición predefinida o encontrada; y

c) trasladar la pala del rotor hasta que el rayo láser incida sobre una marcación de la pala del rotor.

En primer lugar, se explicarán algunos términos empleados en relación con la invención.

Con “superficie de cazoleta del cojinete de ángulo de la pala” se designa una superficie del cojinete de ángulo de la pala que en general está curvada una sola vez, está dispuesta concéntricamente con el eje del cojinete y preferiblemente se extiende por todo el perímetro. Por ejemplo, la superficie de cazoleta puede consistir en la superficie interior del aro interior o en zonas laterales, accesibles desde fuera, de la superficie del aro exterior vuelta hacia el aro interior. La superficie de cazoleta puede estar formada también por componentes del cojinete de ángulo de la pala, por ejemplo un apoyo o similar, unidos (de preferencia directamente) con el cojinete propiamente dicho.

Con “secante a una superficie de cazoleta del cojinete de ángulo de la pala” se designa una recta que discurre en un plano perpendicular al eje del cojinete de ángulo de la pala y con la que están unidos los puntos de la superficie de cazoleta en los que descansan los apoyos del dispositivo.

Con “rayo láser visible” se designa un rayo láser con una longitud de onda en el dominio visible para el ojo humano.

Si se dispone el dispositivo según la invención con sus apoyos sobre una superficie de cazoleta del cojinete de ángulo de la pala o sobre un componente unido con éste, el rayo láser, debido a la disposición del láser según la invención en el dispositivo y a la forma circular del cojinete de ángulo de la pala, discurre a través del eje de giro de justamente este cojinete hasta el lado opuesto del cojinete de ángulo de la pala y hasta la pala de rotor unida con éste. El rayo láser puede utilizarse entonces para ajustar el ángulo de la pala o su posición angular de partida, por ejemplo trasladando la pala del rotor hasta que el rayo láser incida sobre una marcación predefinida estacionaria con respecto a la pala del rotor, por ejemplo una marcación a 0°. Esta marcación de la pala del rotor puede estar dispuesta directamente en la pala del rotor o bien – según la configuración del cojinete de ángulo de la pala – sobre el propio cojinete de ángulo de la pala. Se suprime con ello un direccionamiento propenso a errores de la marcación de la pala del rotor, tal como es conocido por el estado de la técnica.

Para garantizar que un ángulo de ataque de la pala ajustado por medio del rayo láser corresponda realmente también al ángulo de ataque deseado de la pala, es necesario que el dispositivo según la invención se disponga previamente en la posición correcta sobre el cojinete de ángulo de la pala. A este fin, especialmente en nuevos aerogeneradores es posible prever en el cojinete de ángulo de la pala, para los apoyos del dispositivo, unas marcaciones o alojamientos especiales, por ejemplo depresiones, a través de los cuales se pueda entonces colocar directamente el dispositivo en una posición correcta.

En particular, cuando se emplea el dispositivo según la invención en aerogeneradores ya existentes, cuyo ángulo de ataque de pala se ha ajustado previamente con ayuda de un calibre de pala, es posible también posicionar el dispositivo con ayuda del propio rayo láser. A este fin, se varía la posición del dispositivo a lo largo de la superficie de cazoleta del cojinete de ángulo de la pala o de un componente unido con éste hasta que el rayo láser – que, como ya se ha descrito, discurre a través del eje de giro del cojinete de ángulo de la pala debido a la configuración del dispositivo – incida sobre una marcación estacionaria con respecto al cubo del rotor, por ejemplo una marcación a 0°, en la zona del cojinete de ángulo de la pala – es decir, por ejemplo, en el propio cojinete de ángulo de la pala o en el cuerpo de fundición del cubo del rotor. En aerogeneradores existentes está, en principio, presente una marcación correspondiente del cubo como ayuda de posicionamiento de calibres de pala.

Se prefiere que el láser sea un láser lineal. La extensión de la línea generada por el láser discurre de preferencia perpendicularmente tanto a la línea de unión entre los dos apoyos como al eje del rayo del láser. Gracias al empleo de un láser lineal correspondiente es posible que el rayo láser incida al mismo tiempo tanto sobre una marcación del cubo como sobre una marcación de la pala del rotor, con lo que es factible un ajuste angular exacto de la pala junto

con una comprobación simultánea del posicionamiento correcto del dispositivo según la invención. Como alternativa a un láser lineal puede estar previsto también un láser puntual. En este caso, se prefiere que el láser puntual pueda pivotar alrededor de un eje paralelo a la línea de unión de los dos apoyos para que el rayo láser pueda ser dirigido discrecionalmente a una marcación del cubo o a una marcación de la pala del rotor.

5 Se prefiere que el dispositivo comprenda un sujetador magnético con el que se pueda fijar el dispositivo, de manera soltable, al cojinete de ángulo de la pala. El cojinete de ángulo de la pala está fabricado regularmente de metal, al menos en gradades partes, de modo que, a través de un sujetador magnético, se pueda sujetar el dispositivo al cojinete de ángulo de la pala en una posición segura.

10 Preferiblemente, el dispositivo comprende una batería para suministrar energía eléctrica al láser. Más preferiblemente, la batería es recargable. Si el dispositivo cuenta con una batería correspondiente, se puede prescindir de una alimentación de corriente externa al láser, por ejemplo a través de un cable, con lo que se simplifica el manejo del dispositivo.

15 Los apoyos, el láser y eventualmente un compartimiento para alojar la batería están preferiblemente dispuestos dentro o al lado de una carcasa, preferiblemente de plástico. Los apoyos pueden estar formados, por ejemplo, por pasadores, pernos o tornillos dispuestos en la carcasa. Mediante una elección adecuada del plástico se puede construir el dispositivo de manera que, por un lado, sea ligero y, por otro lado, sea suficientemente rígido y robusto. El dispositivo puede presentar, por ejemplo, las medidas de 20 cm x 4 cm x 5 cm, pudiendo estar prevista para las longitudes anteriores de los lados una varianza de  $\pm 1$  cm, preferiblemente de  $\pm 0,5$  cm. Por tanto, el dispositivo es lo suficientemente pequeño como para que pueda ser llevado sin problemas por un montador.

20 Para explicar el procedimiento según la invención se hace referencia a las manifestaciones anteriores. El procedimiento ofrece frente al estado de la técnica la ventaja de que el ajuste del ángulo de ataque de la pala se puede efectuar de una manera netamente más precisa que con el empleo de un calibre de pala. El ajuste puede ser realizado también sin mayores dificultades por un solo montador. Dado que se puede prescindir igualmente de un costoso montaje del calibre de pala junto con un desmontaje precedente eventualmente necesario de otros  
25 componentes, se puede conseguir frecuentemente también un ahorro de tiempo para el ajuste angular de la pala.

Se describirá ahora la invención a modo de ejemplo ayudándose de una forma de realización ventajosa y haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

La figura 1, un primer ejemplo de realización de un dispositivo según la invención para ajustar angularmente una pala del rotor de un aerogenerador; y

30 La figura 2, un ejemplo de uso del dispositivo de la figura 1.

En la figura 1 se muestra un dispositivo 1 según la invención para ajustar angularmente una pala del rotor de un aerogenerador.

35 El dispositivo 1 comprende dos apoyos 2 distanciados uno de otro con los que se puede aplicar el dispositivo a una superficie de cazoleta 11 de un cojinete de ángulo 10 de la pala (véase la figura 2). Los puntos con los que se aplican finalmente los apoyos 2 a la superficie de cazoleta 11 del cojinete de ángulo 10 de la pala se pueden unir uno con otro por medio de una línea 3 insinuada en la figura 1.

40 El dispositivo 1 comprende también un láser 4 para emitir un rayo láser visible a lo largo del eje 5 de éste. El eje 5 del rayo está dispuesto centrado entre los dos apoyos 2, perpendicularmente a la línea de unión 3, de tal manera que, al emplear el dispositivo 1, el eje 5 del rayo discurra perpendicularmente a la superficie de cazoleta 11 del cojinete de ángulo 10 de la pala. El láser 4 es un láser lineal, discurriendo la extensión de la línea 6 emitida por el láser 4 en dirección perpendicular tanto al eje 5 del rayo como a la línea de unión 3. Se garantiza así que, empleando debidamente el dispositivo, la extensión del rayo láser discurra paralelamente al eje 12 del cojinete de ángulo 10 de la pala.

45 Tanto los apoyos 2 como el láser 4 están dispuestos dentro o al lado de una carcasa 7 de plástico con las dimensiones de 20 cm x 4 cm x 5 cm. Los apoyos 2 están configurados aquí como dos pasadores dispuestos en la carcasa 7. La carcasa 7 comprende también un sujetador magnético 8 y un compartimiento de batería 9. El sujetador magnético 8 está dispuesto de modo que, estando debidamente colocado el dispositivo 7 en un cojinete de ángulo 10 de la pala, el sujetador magnético 8 entre en contacto con un componente metálico del cojinete de ángulo 10 de la pala y se fije así el dispositivo 1, de manera soltable, al cojinete de ángulo 10 de la pala. El compartimiento de batería 9 está previsto para alojar una batería o un acumulador eléctrico para suministrar energía eléctrica al láser 4.  
50

En la figura 2 se ilustra el uso del dispositivo 1 de la figura 1. En la figura 2 se representa sobre todo esquemáticamente un cojinete de ángulo 10 de pala que une una pala del rotor de un aerogenerador con el cubo del rotor de tal manera que se pueda variar el ángulo de ataque de la pala del rotor por giro alrededor del eje 12 del

cojinete de ángulo 10 de la pala. El cojinete de ángulo 10 de la pala es un rodamiento con un aro exterior y un aro interior, formando, entre otras cosas, el lado interior del aro interior una superficie de cazoleta 12 que está curvada una sola vez y discurre concéntricamente alrededor del eje 12 del cojinete de ángulo 10 de la pala.

5 El dispositivo 1 está colocado con sus apoyos 2 en la superficie de cazoleta 11 del cojinete de ángulo 10 de la pala o en su canto de tal manera que la línea de unión 3 entre los dos apoyos 2 forme en un plano perpendicular al eje 12 una secante a la superficie de cazoleta 11. Debido a la disposición anteriormente descrita del láser 4 en el dispositivo 1 (véanse las explicaciones referentes a la figura 1) y a la forma de la superficie de cazoleta 11 se garantiza que el eje 5 del rayo láser pase por el eje 12 del cojinete de ángulo 10 de la pala, cumpliéndose que la extensión de la línea 6 emitida por el láser 4 es paralela a este eje 12.

10 El dispositivo 1 está colocado en la superficie de cazoleta 11 del cojinete de ángulo 10 de la pala de tal manera que la línea 6 generada por el láser 4 incide sobre una marcación 13 a 0° aplicada al cuerpo de fundición 14 del cubo del rotor unido con la superficie de cazoleta 11 del cojinete de ángulo 10 de la pala. El dispositivo 1 es mantenido en esta posición por el sujetador magnético 8, que coopera magnéticamente con el aro interior del cojinete de ángulo 10 de la pala.

15 A continuación, se traslada la pala del rotor de modo que la línea 6 del láser 4 incida también sobre una marcación 20 a 0° de la pala del rotor que está dispuesta en el lado interior de la pala del rotor (insinuado con 21). Si la línea 6 del láser 4 incide al mismo tiempo sobre ambas marcaciones 13, 20 a 0°, la pala del rotor se encuentra con precisión en la posición de 0°. La posición puede archivarse después como posición angular de partida en el sistema de control para el ángulo de ataque de la pala del rotor.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (1) de ajuste angular de las palas del rotor de un aerogenerador, que comprende:
- dos apoyos (2) distanciados uno de otro para aplicar el dispositivo (1) a una superficie de cazoleta (11) del cojinete de ángulo (10) de una pala de rotor o de un componente unido con éste de modo que la línea de unión (3) entre los dos apoyos (2) forme una secante de la superficie de cazoleta (11) situada en un plano perpendicular al eje (12) del cojinete de ángulo (10) de la pala, y
  - un láser (4) para emitir un rayo láser visible perpendicular al eje (12) del cojinete de ángulo (10) de la pala, cumpliéndose que el eje (5) del rayo discurre centrado y en ángulo recto con la línea de unión (3) entre los dos apoyos (2).
2. Dispositivo según la reivindicación anterior, **caracterizado** por que el láser (4) es un láser lineal, cumpliéndose que la extensión de la línea (6) generada por el láser (4) discurre de preferencia perpendicularmente a la línea de unión (3) entre los dos apoyos (2) y perpendicularmente al eje (5) del rayo del láser (4).
3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que está previsto un sujetador magnético (8) con el que se puede fijar el dispositivo, de manera soltable, al cojinete de ángulo (10) de la pala.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el dispositivo comprende una batería, preferiblemente una batería recargable, para suministrar energía eléctrica al láser (4).
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que los apoyos (2), el láser (4) y/o un compartimiento (9) para alojar la batería están dispuestos dentro o al lado de una carcasa (7), preferiblemente de plástico.
6. Procedimiento de ajuste angular de una pala del rotor de un aerogenerador con un dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos siguientes:
- a) aplicar un dispositivo (1) con sus apoyos (2) a una superficie de cazoleta (11) del cojinete de ángulo (10) de la pala del rotor o de un componente unido con éste en una posición predefinida o de tal manera que un rayo láser saliente del dispositivo (1) incida sobre una marcación (13) del cubo del rotor en la zona del lado del cojinete de ángulo (10) de la pala opuesto al dispositivo (1);
  - b) fijar el dispositivo (1) en la posición predefinida o encontrada; y
  - c) trasladar la pala del rotor hasta que el rayo láser incida sobre una marcación (20) de la pala del rotor.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** por que la marcación (13) del cubo y la marcación (20) de la pala del rotor son una marcación a 0°.
8. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7.

Fig. 1

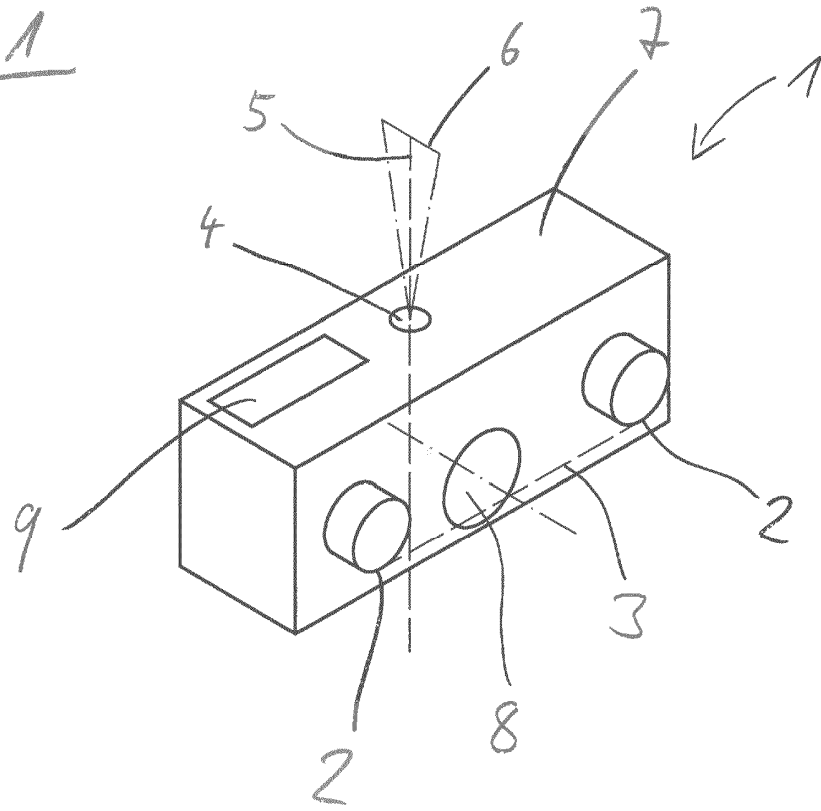


Fig. 2

