

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 707**

51 Int. Cl.:

**F03D 80/30** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

**H02G 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2014 E 14164232 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2930357**

54 Título: **Pala de rotor de turbina eólica con una base de receptor de rayos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.10.2018**

73 Titular/es:  
**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)**  
**Langenhorner Chaussee 600**  
**22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:  
**OHLERICH, NICK**

74 Agente/Representante:  
**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 686 707 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).

**DESCRIPCION**

Pala de rotor de turbina eólica con una base de receptor de rayos

5 La invención se refiere a una pala de rotor de turbina eólica con dos receptores de rayos, que están dispuestos en un lado de aspiración y en un lado de presión, y con una base de receptor de rayos configurada de una sola pieza, dispuesta en la pala de rotor de turbina eólica, en la que están fijados los dos receptores de rayos y un conductor de protección de rayos, así como a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de turbina eólica de este tipo.

10 Se conoce conservar las palas de rotor de turbina eólica con una instalación de protección de rayos contra daños a través de un impacto de rayo. A tal fin se pueden disponer varios receptores de rayos en la pata de rotor. La corriente de un rayo que impacta en tal receptor de rayos se derivada sobre un conductor de protección de rayos hacia la raíz de la pala y desde allí a través de la góndola y la torre de la turbina eólica hacia la tierra.

15 Los receptores de rayos y todos los demás elementos de la instalación de protección de rayos deberían disponerse de tal manera que los rayos impacten exclusivamente en los receptores de rayos. Cada impacto de rayo en otro lugar, o sea en otro elemento conductor de electricidad de la pala de rotor de turbina eólica, como por ejemplo una estructura de soporte de un material de fibras de carbono, una instalación de calefacción eléctrica u otra línea eléctrica, puede conducir en determinadas circunstancias a un daño irreparable de la pala de rotor. Esto se aplica también para rayos, que impactan a una distancia de un receptor de protección de los rayos en la base del receptor de rayos o en el conductor de protección de los rayos.

20 Se conoce a partir de la publicación WO 2008/101506 A2 una pala de rotor de turbina eólica con dos receptores de rayos colocados opuestos entre sí en la zona de la punta de la pala. Los receptores de rayos están atornillados en cada caso con una base de receptor de rayos. Las dos bases de receptores de rayos están acopladas entre sí a través de un bulón y están separadas una de la otra por medio de líneas eléctricas con un conductor central de protección de rayos. Se conoce a partir de la publicación WO 2011/080177 A1 una instalación de proyección de rayos para una pala de rotor de turbina eólica. Un recubrimiento de la superficie conductor de electricidad sirve como receptor de rayos y está acoplado eléctricamente por medio de barras en un conductor de protección de rayos que se encuentra en el interior de la pala de rotor. Se conoce a partir de la publicación WO 2007/128314 A1 una instalación de protección de rayos para una pala de rotor de turbina eólica, en la que receptores de rayos opuestos entre sí están acoplados por medio de una barra en un conductor de protección del rayo. Se conoce a partir de la publicación EP 1 965 076 A1 una pala de rotor de turbina eólica, en la que en la zona de la punta de la pala están atornillados dos receptores de rayos dispuestos en el lado de presión y en el lado de aspiración con una base de receptor de rayos configurada de una pieza. La base de receptor de rayos es un bloque macizo de volumen grande de un material conductor de electricidad. La publicación US 2006/0280613 A1 muestra una pala de rotor de turbina eólica con varios receptores de rayos. Éstos están atornillados en cada caso con un elemento de unión metálico. Un conector adicional establece una conexión eléctrica entre dos receptores de rayos y un conductor de protección de rayos, respectivamente. La publicación US 2007/0081900 A1 muestra una pala de rotor de turbina eólica con una base de receptor de rayos esencialmente en forma de cajón. Otra pala de rotor de turbina eólica se conoce a partir del documento CN 202628403 U. Partiendo de aquí, el cometido de la invención es proporcionar una pala de rotor de turbina eólica con dos receptores de rayos dispuestos en el lado de presión y en el lado de aspiración, que están fijados ambos en una base de receptor de rayos configurada de una sola pieza, que se puede fabricar de una manera más sencilla y más económica y en la que se reduce el riesgo de un impacto de rayos en otra zona distinta que en los receptores de rayos, así como a un procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de turbina eólica de este tipo.

50 Este cometido se soluciona por medio de la pala de rotor de turbina eólica con las características de la reivindicación 1. Las configuraciones ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes siguientes.

55 La pala de rotor de turbina eólica tiene una raíz de pala, un conductor de protección del rayo para la derivación de una corriente de rayo hacia la raíz de la pala, un lado de aspiración, un lado de presión, un receptor de rayos dispuesto en el lado de aspiración, un receptor de rayos dispuesto en el lado de presión y una base de receptor de rayos configurada de una sola pieza, dispuesta en la pala de rotor de turbina eólica, en la que están fijados los dos receptores de rayos y el conductor de protección de rayos. La base de receptor de rayos comprende dos anillos de fijación, que presentan en cada caso una rosca interior, en la que se enrosca uno de los dos receptores de rayos, y un diámetro exterior, de manera que los lados exteriores de los anillos de fijación están dispuestos a una distancia entre sí inferior a un diámetro exterior.

60 La pala de rotor de turbina eólica puede estar destinada para una turbina eólica con eje esencialmente horizontal. Puede estar fabricada de un material compuesto de fibras, en particular de dos semicáscaras unidas entre sí. Puede presentar una envoltura aerodinámica, que está formada, por ejemplo, por los lados exteriores de las dos semicáscaras, así como uno o varios cinturones, por ejemplo de plástico reforzado con fibras de vidrio o con fibras

de carbono. Las dos semicáscaras pueden estar unidas entre sí por medio de una o varias nervaduras, que pueden estar dispuestas en particular entre dos cinturones principales opuestos entre sí.

5 El conductor de protección de rayos se puede extender esencialmente sobre toda la longitud de la pala de rotor de turbina eólica, en particular desde un punto de conexión en la zona de la raíz de la pala hasta la zona de la punta de la pala. Allí se puede conectar con la base del receptor de rayos. La conexión eléctrica entre el conductor de protección de rayos y los dos receptores de rayos se puede establecer a través de la base del receptor de rayos.

10 Los dos receptores de rayos están constituidos de un material conductor de electricidad, y están dispuestos en el lado exterior de la pala de rotor de turbina eólica, de manera que terminan aproximadamente enrasados con el lado de aspiración o bien con el lado de presión. Pueden estar colocados opuestos entre sí en la zona de la punta de la pala, pero también a distancia de ella. Pueden estar previstas también varias parejas de receptores de rayos, dispuestas a diferentes distancias de la punta de la pala, a las que está asociada en cada caso una base de receptor de rayos. Los receptores de rayos y la base de receptor de rayos pueden estar dispuestas en una sección longitudinal o en una zona cerca del canto trasero de la pala de rotor de turbina eólica, en la que la distancia entre el lado de aspiración y el lado de presión es tan reducida que no es posible ya sin más un acceso al interior de la pala de rotor. Por ejemplo, la distancia puede ser 30 cm o menos o 20 cm o menos.

20 Un componente esencial de la base de receptor de rayos de acuerdo con la invención son los dos anillos de fijación, que están dispuestos estrechamente adyacentes entre sí. Los lados exteriores de los anillos de fijación están dispuestos a una distancia inferior a un diámetro exterior de un anillo de fijación. Cada anillo de fijación presenta una rosca interior, en la que está enroscado uno de los dos receptores de rayos. A tal fin, el receptor de rayos puede presentar una sección en forma de bulón con una rosca exterior correspondiente. En el caso más sencillo, los receptores de rayos están constituidos por un bulón roscado con una cabeza, por ejemplo, en forma de disco. También es posible una forma de realización de varias partes de los receptores de rayos, por ejemplo con un disco, en el que está insertado un bulón roscado. Las roscas están dimensionadas de tal forma que a través de la unión roscada se puede derivar una corriente de rayos de por ejemplo 200 kA de manera libre de daños.

30 La base del receptor de rayos de acuerdo con la invención presenta dimensiones muy compactas. Al mismo tiempo posibilita una fijación segura de los dos receptores de rayos y una derivación libre de daños de la corriente del rayo. Debido a su configuración compacta es especialmente economizadora de material. Otra ventaja consiste en que la base del receptor de rayos posee, en virtud de su forma compacta, una atracción muy reducida para rayos, con lo que se reduce esencialmente la probabilidad de un impacto de rayos por delante de un receptor de rayos hasta la base del receptor. Los anillos de fijación están cerrados en cada caso en forma de anillo alrededor de la rosca interior. Pueden estar configurados en forma de anillo circular.

40 En una configuración, un radio de los cantos en las periferias exteriores de los dos anillos de fijación tiene 3 mm o más. Tales cantos muy redondeados contrarrestan los máximos locales de la intensidad de campo y reducen adicionalmente la atracción de la base del receptor de rayos para un impacto de rayos.

45 En una configuración, los dos anillos de fijación están dispuestos lateralmente adyacentes entre sí. En esta disposición, la altura de toda la base del receptor de rayos puede estar limitada esencialmente a la longitud de la rosca interior, de manera que la base del receptor de rayos encuentra espacio también en zonas de la pala de rotor de turbina eólica con espesor muy reducido del perfil. Además, los receptores de rayos pueden estar enroscados profundos en la rosca interior o se pueden enroscar a través de los anillos de fijación, sin que los bulones roscados de los receptores de rayos choquen entre sí.

50 En una configuración, los dos anillos de fijación presentan en cada caso un eje longitudinal que se extiende a través del punto medio del anillo de fijación. Los dos ejes longitudinales están dispuestos en un ángulo entre sí en el intervalo de 0° a 30°, de manera que uno de los ejes longitudinales corta perpendicularmente el lado de aspiración y el otro de los lados longitudinales corta perpendicularmente el lado de presión. En una disposición de los receptores de rayos entre un canto extremo del perfil y una posición con espesor máximo del perfil, el ángulo puede estar en particular en el intervalo de 3° a 20°. En este caso, la forma de la base del receptor de rayos predetermina ya la disposición correcta del ángulo de los dos receptores de rayos, de manera que en el caso de la fijación de la base del receptor de rayos en la pala del rotor en la posición prevista, se establece la disposición correcta de los dos receptores de rayos.

60 En una configuración, la base del receptor de rayos presenta una sección de fijación, que está conectada con el conductor de protección de rayos y está dispuesta entre los dos anillos de fijación. La sección de fijación puede estar configurada, por ejemplo, en forma de tubo o en forma de barra y puede estar soldada con el conductor de protección de rayos. La disposición de la sección de fijación entre los dos anillos de fijación contribuye a la estructura compacta de la base del receptor de rayos. En particular, la base del receptor de rayos puede estar constituida esencial o exclusivamente por los dos anillos de fijación y por la sección de fijación.

En una configuración, los dos anillos de fijación están soldados entre sí y/o con la sección de fijación. En este caso, en particular, los anillos de fijación se pueden fabricar de manera especialmente económica, por ejemplo como piezas torneadas. De manera alternativa, la base del receptor de rayos se puede fabricar de una sola pieza, por ejemplo como pieza forjada.

5 En una configuración, los dos anillos de fijación presentan un diámetro exterior más pequeño que los receptores de rayos. De este modo, la base del receptor de rayos con relación a los receptores de rayos es de nuevo menos atractiva para el impacto de un rayo.

10 El cometido mencionado anteriormente se soluciona de la misma manera por medio del procedimiento con las características de la reivindicación 8. Las configuraciones ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes siguientes.

El procedimiento sirve para la fabricación de una pala de rotor de turbina eólica con las siguientes etapas:

- 15
- preparación de dos semicáscaras de pala de rotor,
  - preparación de una base de receptor de rayos de una sola pieza, que presenta un primer anillo de fijación con una primera rosca interior y un segundo anillo de fijación con una segunda rosca interior,
  - enroscado de un primer tornillo en la primera rosca interior y de un segundo tornillo en la segunda rosca interior,
  - fijación de la base de recepción de rayos en un lado interior de una de las semicáscaras de la pala de rotor,
  - ensamblaje de las dos semicáscaras de la pala de rotor,
  - realización de un primer taladro a través de una pared de una de las dos semicáscaras en la zona del primer tornillo y de un segundo taladro a través de la pared de la otra semicáscara de la pala de rotor en la zona del segundo tornillo,
  - retirada de los dos tornillos a través del taladro respectivo,
  - enroscado de un primer receptor de rayos a través del primer taladro en la primera rosca interior y de un segundo receptor de rayos a través del segundo taladro en la segunda rosca interior.

20

25

30 Con respecto a las características y ventajas del procedimiento se remite en primer lugar a las explicaciones anteriores de la pala de rotor de turbina eólica, que se aplican de manera correspondiente. El procedimiento se puede emplear en particular para la fabricación de una pala de rotor de turbina eólica con las características de una de las reivindicaciones descritas a continuación. El procedimiento representa una posibilidad sencilla y práctica para la fabricación de una pala de rotor de turbina eólica de este tipo.

35 En el procedimiento de acuerdo con la invención se fija en primer lugar la base del receptor de rayos de una sola pieza en un lado interior de una de las semicáscaras de la pala de rotor, por ejemplo con capas laminadas y un adhesivo, tal como resina adhesiva, que se aplican en la zona de la sección de fijación o del conductor de protección de rayos. Los dos tornillos enroscados en la rosca interior de la base del receptor de rayos impiden en este caso así como durante el ensamblaje de las dos semicáscaras de la pala de rotor, en general, de la misma manera, utilizando adhesivo, de manera fiable una penetración de adhesivo o de otras contaminaciones en los taladros roscados de la base del receptor de rayos. Al mismo tiempo, los dos tornillos pueden servir como orientación en la realización de los dos taladros a través de las paredes de las dos semicáscaras, puesto que su disposición en la pala de rotor ensamblada a partir de las dos semicáscaras de la pala de rotor identifica la posición de las dos roscas interiores, en las que se enroscan los receptores de rayos.

40

45 A través de la utilización de una base prefabricada del receptor de rayos, que presenta ya los dos taladros roscados, y la realización de los taladros a través de las paredes de la pala de rotor ya después de la fijación de la base del receptor de rayos se consigue un montaje especialmente sencillo y poco propenso a errores de toda la instalación de protección de rayos.

En una configuración, el procedimiento presenta la otra etapa:

- 50
- identificación de la posición de uno de los dos tornillos desde un lado exterior de las semicáscaras ensambladas por vía óptica.

55

60 Como ya se ha mencionado, la disposición de los tornillos puede servir como orientación para la realización de los taladros a través de las paredes de la pala de rotor. En principio, la posición de los tornillos a este respecto se puede establecer de manera discrecional, por ejemplo utilizando imanes. En el caso de utilización de tornillos suficientemente grandes con preferencia con una cabeza de tornillos estructurada de forma característica, en particular con un hexágono interior, es posible, sin embargo, en muchos casos reconocer a simple vista los dos tornillos a través de la pared de la pala de rotor. La fabricación de los taladros en el lugar correcto es de esta manera especialmente sencilla.

En una configuración, los receptores de rayos enroscados en la rosca interior terminan enrasados con un lado exterior de la semicáscara de la pala de rotor respectiva, sin entrar en contacto con el taladro que los rodean. Con otras palabras, se realiza el taladro tan grande que permanece un espacio libre alrededor de los receptores de rayos enroscados. La fijación de los receptores de rayos se realiza exclusivamente sobre la base del receptor de rayos, y no incide una aplicación de fuerza sobre los receptores de rayos especialmente en el caso de una deformación elástica de la pala de rotor de turbina eólica. Esto contribuye a una fijación duradera de la instalación de protección de rayos.

En una configuración, el procedimiento presenta la otra etapa:

- cierre de los intersticios entre los receptores de rayos y los taladros que los rodean después de enroscar los dos receptores de rayos

En particular, los intersticios se pueden cerrar con una masa duroelástica. De este modo se consigue una obturación del espacio interior de la pala de rotor de la turbina eólica, sin que se puedan ejercer fuerzas desde la pared de la pala de rotor sobre la instalación de protección de los rayos.

En una configuración se enroscan los tornillos en la base del receptor hasta que las cabezas de los tornillos están dispuestas después del ensamblaje de las dos semicáscaras de la pala de rotor, respectivamente, a una distancia inferior a 10 mm desde el lado interior de una de las semicáscaras de rotor. Con preferencia se puede seleccionar una distancia todavía menor de por ejemplo 5 mm. Una disposición de los tornillos posiblemente inmediatamente debajo del lado interior de la semicáscara respectiva de la pala de rotor simplifica la localización de los tornillos desde el exterior.

En una configuración se fija con uno de los tornillos una placa de fijación en la base del receptor de rayos y se encola para la fijación de la base del receptor de rayos en el lado interior de una de las semicáscaras de la pala de rotor. La placa de fijación posibilita un encolado sencillo y de superficie relativamente grande con la semicáscara de la pala de rotor. Adicionalmente, la base del receptor de rayos propiamente dicha se puede encolar con el lado interior de la semicáscara de pala de rotor o bien con la placa de fijación. Una ventaja especial consiste en que después de la fijación de la placa de fijación en el lado interior de la semicáscara de la pala de rotor es posible todavía un reajuste de la posición de la base del receptor de rayos al menos a través de rotación. La base del receptor de rayos se puede alinear de esta manera de una forma exacta y sencilla, antes de que se fije definitivamente. Además, se puede insertar la cabeza del tornillo utilizado para la fijación de la placa de fijación en la base del receptor de rayos en la placa de fijación, de modo que termina enrasado con su superficie. Entonces se encuentra después del encolado de la placa de fijación con la semicáscara de la pala de rotor directamente en el lado interior de la semicáscara de la pala de rotor, de modo que es especialmente bien visible desde el exterior.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de un ejemplo de realización representado en las figuras. En este caso:

La figura 1 muestra una pala de rotor de turbina eólica de acuerdo con la invención en una representación simplificada en perspectiva.

La figura 2a muestra una base de receptor de rayos de la pala de rotor de turbina eólica de la figura 1 en una representación en perspectiva.

La figura 2b muestra la base del receptor de rayos en la figura 2a en una vista en planta superior.

La figura 3 muestra un anillo de fijación de la base de receptor de rayos de las figuras 2a/b en tres vistas diferentes.

La figura 4 muestra la sección de fijación de la base del receptor de rayos de las figuras 2a/b en tres vistas diferentes.

La figura 5 muestra una representación de detalle para la fijación de la base del receptor de rayos de la figura 2 en una semicáscara de la pala de rotor en una representación en sección y esquemática.

La figura 6 muestra una representación de detalle de la base del receptor de rayos de la figura 2 fijada entre las dos semicáscaras de la pala de rotor antes de la realización de los taladros.

La figura 7 muestra la disposición de la figura 6 después de la realización de los taladros.

La figura 8 muestra la disposición de la figura 7 con receptores de rayos enroscados.

La pala de rotor de turbina eólica 10 de la figura 1 tiene una punta de pala 12, una raíz de la pala 14, un lado de

presión 16 y un lado de aspiración 18. Un conductor de protección de rayos 20 se extiende desde la raíz de la pala 14 hasta la zona de la punta de la pala 12, donde está conectado con un receptor de rayos de la punta de la pala 22. En la zona del canto de los salientes del perfil 24 se indica como una opción adicional una instalación de calefacción eléctrica 26.

5 A una distancia de la punta de la pala 12 se encuentra un receptor de rayos 28 dispuesto sobre el lado de presión 16. Sobre el lado de aspiración 18, frente al mismo se encuentra tal vez otro receptor de rayos 30 (ver la figura 8). Los dos receptores de rayos 28, 30 están atornillados con una base de receptor de rayos 32, que se encuentra en el interior de la pala del rotor de la turbina eólica 10 (ver por ejemplo la figura 2). La base del receptor de rayos 32 está  
10 conectada con el conductor de protección de rayos 20.

Las figuras 2a y 2b muestran la base del receptor de rayos 32, que presenta dos anillos de fijación 34, 36 y una sección de fijación 38 dispuesta en medio. Los dos anillos de fijación 34, 36 están dispuestos estrechamente adyacentes. Tienen en cada caso un diámetro exterior en el intervalo de 30 mm a 40 mm y presentan entre sus  
15 lados exteriores 43 una distancia 47 en el intervalo de 5 mm a 20 mm. Cada uno de los dos anillos de fijación 34, 36 presenta una rosca interior-M20 40.

Los dos anillos de fijación 34, 36 están dispuestos lateralmente adyacentes entre sí. Como se puede ver claramente en la figura 2b, sin embargo, no se encuentran exactamente en un plano, sino que están basculados relativamente entre sí en un ángulo de aproximadamente 15°. Todos los cantos exteriores 42, en particular en las periferias  
20 exteriores de los anillos de fijación 34, 36, están redondeados con un radio de aproximadamente 4 mm.

La base del receptor de rayos 32 está ensamblada por medio de soldadura de los dos anillos de fijación 34, 36 con la sección de fijación 38 dispuesta entre los dos anillos de fijación 34, 36.  
25

La figura 3 muestra un anillo de fijación 34 de la base del receptor de rayos 32 en la parte superior izquierda en la sección transversal, en la parte superior derecha en una vista en planta superior desde arriba y desde abajo en una representación en perspectiva. Se reconocen en particular bien en la representación en sección los cantos redondeados 42 en las periferias exteriores así como un aplanamiento lateral 44 en el lado exterior 43, que forma la  
30 superficie de contacto para la soldadura con la sección de fijación 38.

La figura 4 muestra la sección 38 en dos vistas en planta superior desde diferentes direcciones y adicionalmente en una representación en perspectiva. La sección de fijación 38 tiene una forma básica cilíndrica circular con un diámetro en el intervalo de 10 mm a 20 mm. En un extremo, que se dispone entre los dos anillos de fijación 34, 36, existen dos aplanamientos 46 opuestos entre sí, que proporcionan un contacto de superficie grande con los  
35 aplanamientos 44 de los anillos de fijación 34, 36 durante la soldadura.

La figura 5 muestra de forma esquemática cómo se fija la base del receptor de rayos 32 en el lado interior 48 de una semicáscara de pala de rotor 50. En la parte inferior de la figura se reconocen los dos anillos de fijación 34, 35 de la base del receptor de rayos 32. En la rosca interior 40 del anillo de fijación 34 está enroscado un primer tornillo 52, a saber, un tornillo de cabeza avellanada. Con este tornillo de cabeza avellanada se atornilla una placa de fijación 54, que está constituida en el ejemplo de un material compuesto de fibras de vidrio, con la base del receptor de rayos 32. El lado superior de la cabeza avellanada del primer tornillo 52, que presenta un hexágono interior 56, termina  
40 aproximadamente enrasado con el lado superior de la placa de fijación 54.

La placa de fijación 54 está fijada con adhesivo 58 en el lado interior 48 de la semicáscara de pala de rotor 50. El lado superior del tornillo 52 se encuentra de esta manera en la proximidad inmediata del lado interior 48, de manera que el tornillo 52 es especialmente bien visible desde el exterior.  
45

La figura 6 muestra otra vista sobre la base del receptor de rayos 32, en la que se pueden reconocer los dos anillos de fijación 34, 36 y adicionalmente la sección de fijación 38. En la representación de la figura 6 se enrosca, además, la placa de fijación 54 sobre el primer tornillo 52 con la base del receptor de rayos 32; y la placa de fijación 54 está encolada con el lado interior 48 de la semicáscara de la pala de rotor 50. En el anillo de fijación 36 está enroscado un segundo tornillo 60. A continuación se ensambla la semicáscara de la pala de rotor 50 con otra semicáscara de la pala del rotor 62, de manera que la base del receptor de rayos 32 está dispuesta totalmente en el interior de la pala de rotor de turbina eólica 10.  
50  
55

El segundo tornillo 60 es de la misma manera un tornillo de cabeza avellanada. Está enroscado en el anillo de fijación 36 hasta que su cabeza presenta una distancia inferior a 10 mm desde el lado interior 64 de la otra semicáscara de la pala de rotor 62.  
60

Los ejes longitudinales 66, 68 de los dos tornillos, que corresponden a los ejes longitudinales de los dos taladros roscados de los anillos de fijación 34, 36, se representan con puntos y trazos en la figura 6. Se reconoce que el eje longitudinal 66 está dispuesto perpendicular a la semicáscara de la pala de rotor 50 y el otro eje longitudinal 68 está

dispuesto perpendicular a la otra semicáscara de la pala de rotor 62.

5 En la disposición de la figura 6, los dos tornillos 52, 60 son visibles desde el exterior a través de las paredes de las semicáscaras de la pala del rotor 50, 52, de manera que se posición se puede identificar por vía óptica. Esto posibilita la realización de los taladros 70, 72 mostrados en la figura 7 a través de la pared de la semicáscara de la pala de rotor 50 o bien a través de la pared de la otra semicáscara de la pala de rotor 62. El diámetro de los taladros 70, 72 se selecciona un poco mayor que el diámetro de las cabezas de los tornillos 52, 60, de manera que éstos se pueden desenroscar fácilmente desde los anillos de fijación 34, 36 y se pueden realizar a través de los taladros 70, 72.

10 A continuación se enroscan los dos receptores de rayos 28, 30 a través de los taladros 70, 72 en la rosca interior 49 de los anillos de fijación 34, 36, como se representa en la figura 8. Los receptores de rayos 28, 30 están realizados como tornillos de cabeza avellanada de acero noble y se enroscan en la rosca interior 40 de los anillos de fijación 34, 36 hasta que sus lados frontales terminan enrasados con los lados exteriores de las semicáscaras de la pala de rotor 50, 62. Los intersticios que permanecen entre los taladros 70, 72 y los receptores de rayos 28, 30 se llenan con una masa duroelástica.

**Lista de signos de referencia**

20	10	Pala de rotor de turbina eólica
	12	Punta de la pala
	14	Raíz de la pala
	16	Lado de presión
	18	Lado de aspiración
25	20	Conductor de protección de rayos
	22	Receptor de rayos de la punta de la pala
	24	Canto del saliente perfilado
	26	Instalación de calefacción
	28, 30	Receptor de rayos
30	32	Base del receptor de rayos
	34, 36	Anillo de fijación
	38	Sección de fijación
	40	Rosca interior
	42	Canto
35	43	Lado exterior
	44, 46	Aplanamiento
	47	Distancia entre lados exteriores
	48	Lado interior
	50	Semicáscara de pala de rotor
40	52	Primer tornillo
	54	Placa de fijación
	56	Hexágono interior
	58	Adhesivo
	60	Segundo tornillo
45	62	Otra semicascara de la pala del rotor
	64	Lado interior
	66, 68	Eje longitudinal
	70, 72	Taladro

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Pala de rotor de turbina eólica (10) con una raíz de la pala (14), con un conductor de protección de rayos (20) para la derivación de una corriente de rayos hacia la raíz de la pala (14), con un lado de aspiración (18), con un lado de presión (16), con un receptor de rayos (28) dispuesto en el lado de la presión (16) y con una base de receptor de rayos (32) configurada de una sola pieza, dispuesta en la pala de rotor de turbina eólica (10), en la que están fijados los dos receptores de rayos (28, 30) y el conductor de protección de rayos (20), **caracterizada** porque la base de receptor de rayos (32) comprende dos anillos de fijación (34, 36), que presentan, respectivamente, una rosca interior (40), en la que está enroscado uno de los dos receptores de rayos (28, 30), y un diámetro exterior y un lado exterior (43), en el que los lados exteriores (43) de los anillos de fijación están dispuestos entre sí a una distancia (47) inferior a un diámetro exterior.
- 15 2.- Pala de rotor de turbina eólica (10) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque un radio de los cantos en las periferias exteriores de los dos anillos de fijación (34, 35) tiene 3 mm o más.
- 3.- Pala de rotor de turbina eólica (10) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque los anillos de fijación (34, 36) están dispuestos lateralmente adyacentes entre sí.
- 20 4.- Pala de rotor de turbina eólica (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque los dos anillos de fijación (34, 36) presentan, respectivamente, un eje longitudinal (66, 68) y los dos ejes longitudinales (66, 68) están dispuestos en un ángulo en el intervalo de 0° a 30° entre sí, de manera que uno de los ejes longitudinales (66) corta perpendicularmente el lado de aspiración (18) y el otro de los ejes longitudinales (68) corta perpendicularmente el lado de la presión (16).
- 25 5.- Pala de rotor de turbina eólica (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque la base del receptor de rayos (32) presenta una sección de fijación (38), que está conectada con el conductor de protección de rayos (20) y está dispuesta entre los dos anillos de fijación (34, 36).
- 30 6.- Pala de rotor de turbina eólica (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque los dos anillos de fijación (34, 36) están soldados entre sí y/o con la sección de fijación (38).
- 35 7.- Pala de rotor de turbina eólica (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** porque los cada uno de los dos anillos de fijación (34, 36) presenta un diámetro exterior menor que el receptor de rayos (28, 30) asociado.
- 8.- Procedimiento para la fabricación de una pala de rotor de turbina eólica (10) con las siguientes etapas:
- preparación de dos semicáscaras de pala de rotor (50, 62),
  - preparación de una base de receptor de rayos (32) de una sola pieza, que presenta un primer anillo de fijación (34) con una primera rosca interior (40) y un segundo anillo de fijación (36) con una segunda rosca interior (40),
  - enroscado de un primer tornillo (52) en la primera rosca interior (40) y de un segundo tornillo (60) en la segunda rosca interior (40),
  - fijación de la base de recepción de rayos (32) en un lado interior (48) de una de las semicáscaras de la pala de rotor (50, 62),
  - ensamblaje de las dos semicáscaras de la pala de rotor (50, 62),
  - realización de un primer taladro (70) a través de una pared de una de las dos semicáscaras (50, 62) en la zona del primer tornillo (52) y de un segundo taladro (72) a través de la pared de la otra semicáscara de la pala de rotor (62) en la zona del segundo tornillo (60),
  - retirada de los dos tornillos (52, 60) a través del taladro (70, 72) respectivo,
  - enroscado de un primer receptor de rayos (28) a través del primer taladro (70) en la primera rosca interior (40) y de un segundo receptor de rayos (30) a través del segundo taladro (72) en la segunda rosca interior (40).
- 55 9.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** por la otra etapa:
- identificación de la posición de uno de los dos tornillos (52, 60) desde un lado exterior de las semicáscaras de palas de rotor (50, 62) ensambladas por vía óptica.
- 60 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque los receptores de rayos (28, 30) enroscados en la rosca interior (40) terminan enrasados con una rosca exterior de las semicáscaras de palas de rotor (50, 62) respectivas, sin contactar con el taladro (70, 72) circundante.

11.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** por la otra etapa:

- cierre de los intersticios entre los receptores de rayos (28, 30) y los taladros (70, 72) que los rodean después de enroscar los dos receptores de rayos (28, 30).

5  
12.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado** porque los tornillos (52, 60) son enroscados en la base del receptor (32) hasta el punto de que las cabezas de los tornillos (52, 60) están dispuestas después del ensamblaje de las dos semicáscaras de la pala de rotor (50, 62), respectivamente, a una distancia inferior a 10 mm desde el lado interior (48) de una de las semicáscaras de la pala de rotor (50).

10  
13.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado** porque con uno de los tornillos (52, 60) se fija una placa de fijación (54) en la base del receptor de rayos (32) y para la fijación de la base de receptor de rayos (32) en el lado interior (48) de una de las semicáscaras de la pala de rotor (50, 62), se encola la placa de fijación (54) con el lado interior (48) de la semicáscara de la pala de rotor (50, 62).

15

Fig. 1

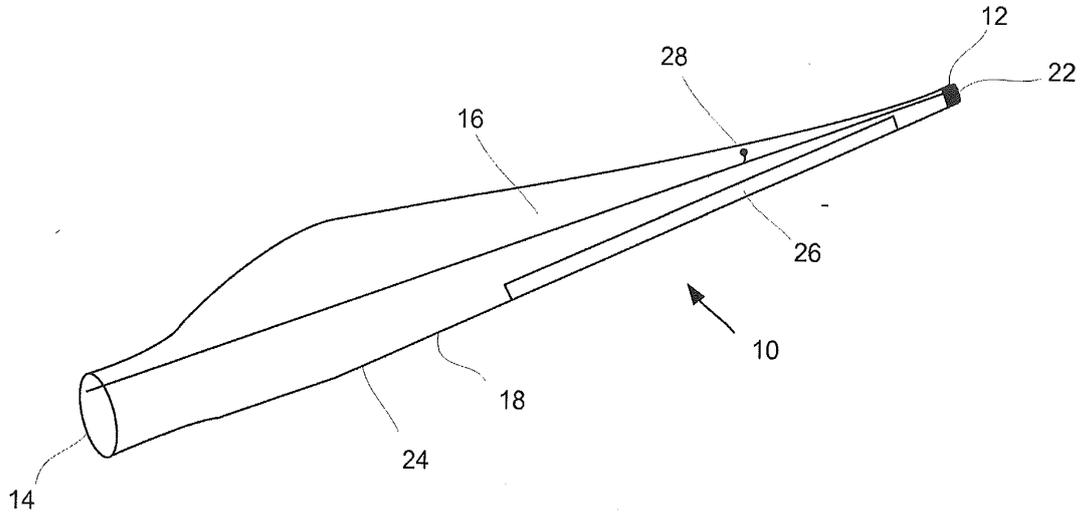


Fig. 2a

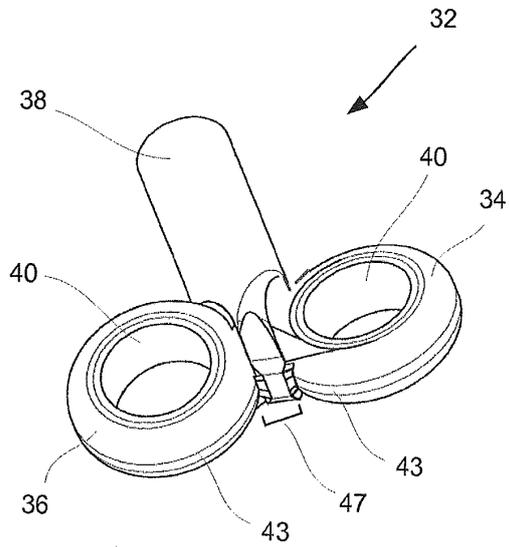


Fig. 2b

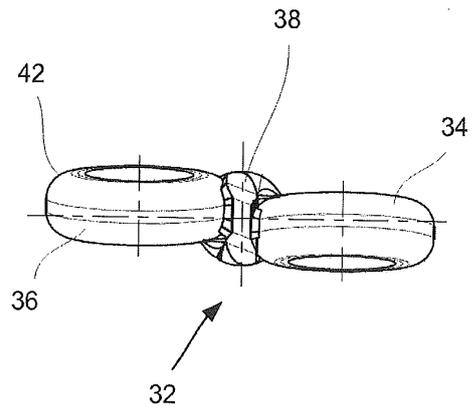


Fig. 3

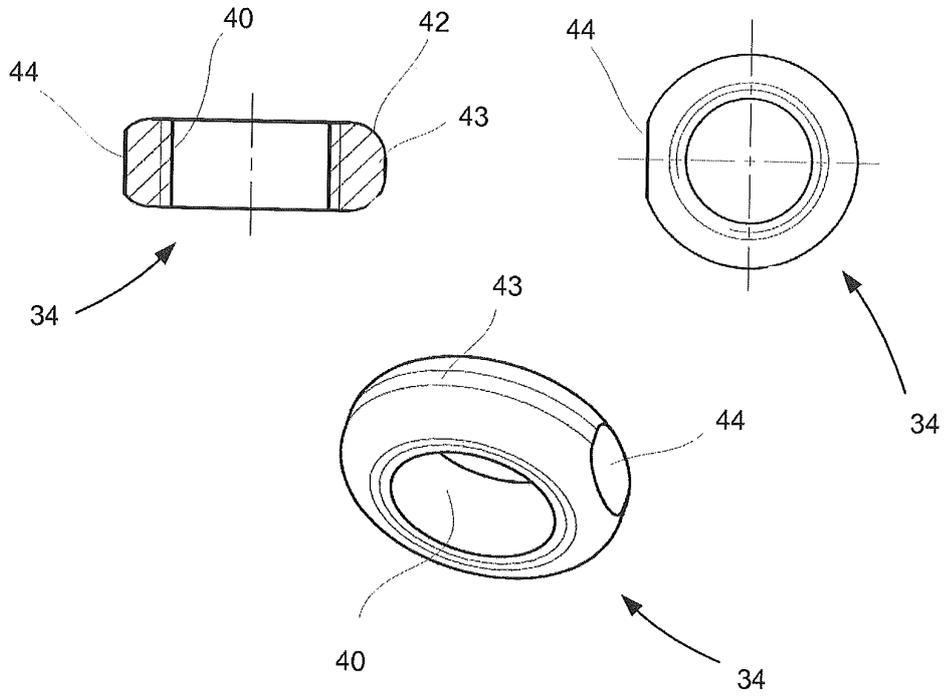


Fig. 4

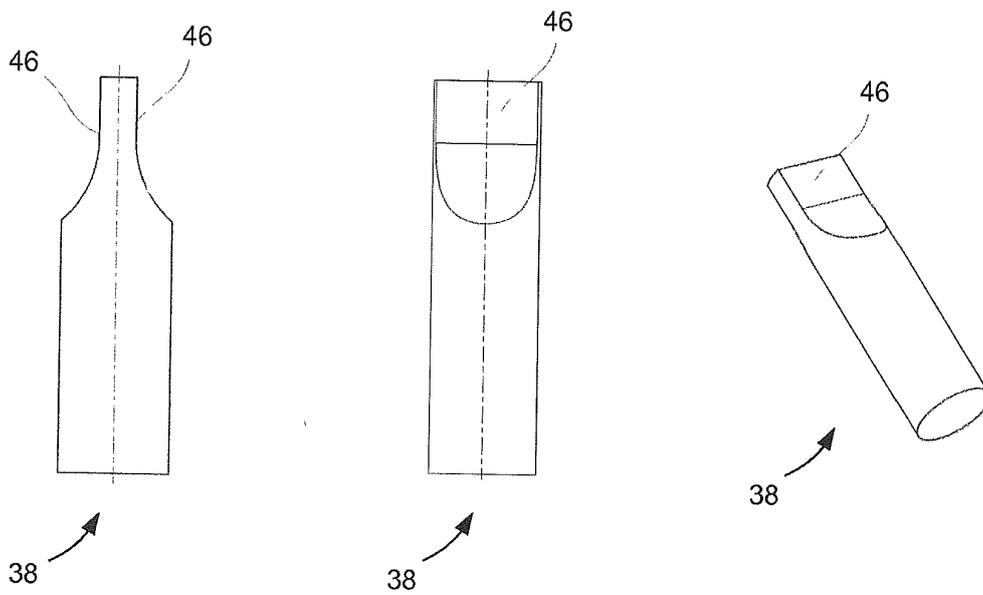


Fig. 5

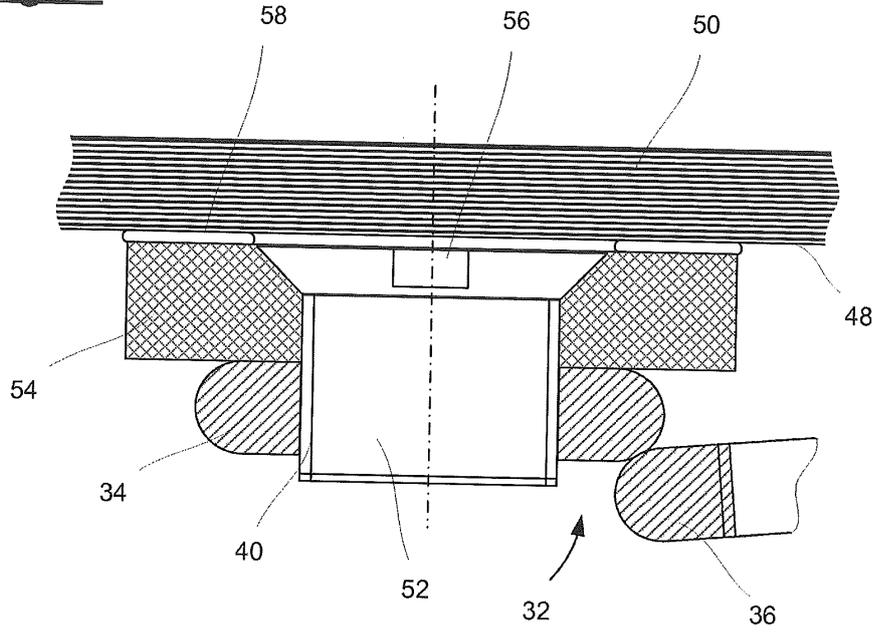


Fig. 6

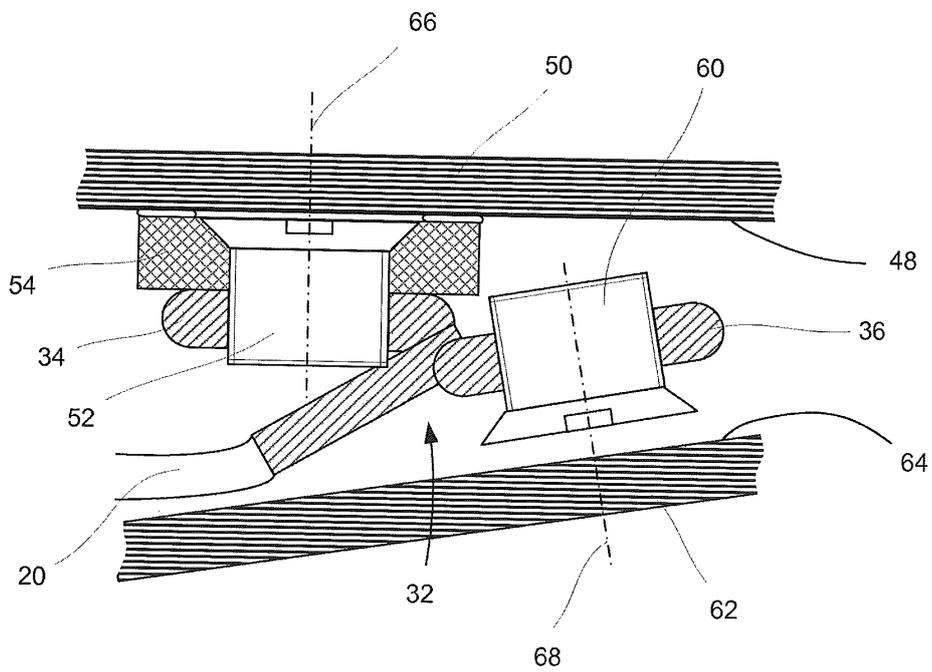


Fig. 7

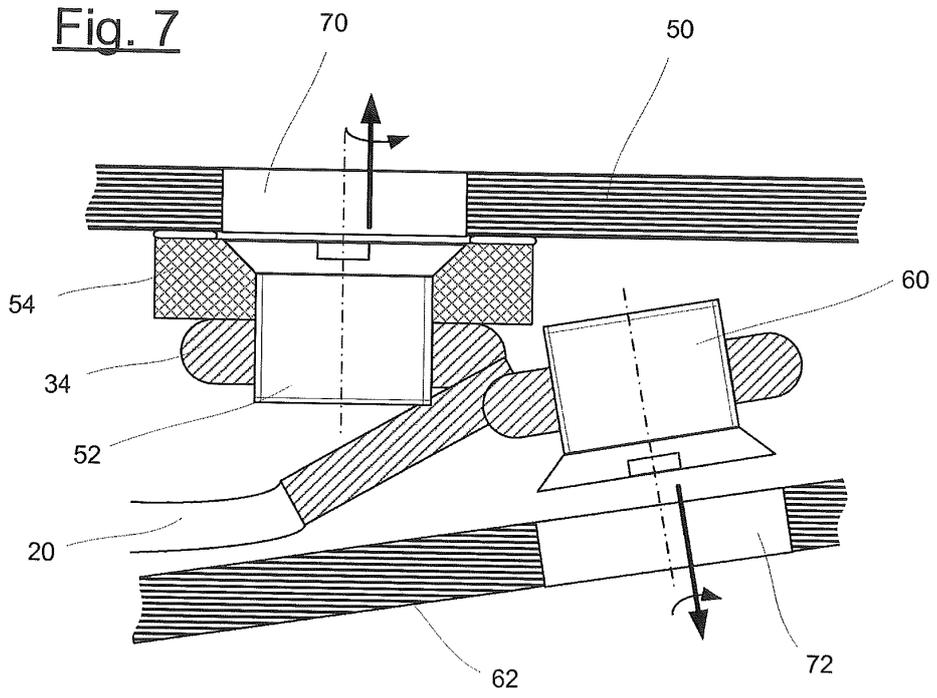


Fig. 8

