

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 945**

51 Int. Cl.:

F03D 80/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2018** **E 18187442 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** **EP 3441611**

54 Título: **Pala de rotor de una turbina eólica y método para modernizar un dispositivo de protección contra rayos de una pala de rotor**

30 Prioridad:

07.08.2017 DE 102017007371

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.11.2024

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
SERVICE GMBH (100.0%)
Beim Strohhouse 17-31
20097 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

FLACH, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 987 945 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

Pala de rotor de una turbina eólica y método para modernizar un dispositivo de protección contra rayos de una pala de rotor

La invención se refiere a un método para modernizar un dispositivo de protección contra rayos de una pala de rotor de una turbina eólica. La presente invención se refiere a una pala de rotor de una turbina eólica.

Los dispositivos de protección contra rayos de las turbinas eólicas generalmente comprenden receptores de protección contra rayos que están dispuestos en las puntas de las palas del rotor y están diseñados para capturar los rayos. La carga eléctrica que se transmite con el rayo se conduce a través de un conductor eléctrico que se extiende desde el receptor de la punta de la pala hasta tierra. De esta manera, el rayo se descarga por medio del dispositivo de protección contra rayos, sin que se dañe la turbina eólica.

La trayectoria del conductor eléctrico comprende un cable de protección contra rayos que está conectado eléctricamente al receptor de la punta de la pala. Incluso si el cable de protección contra rayos tiene un aislamiento, es posible que un rayo no caiga sobre el receptor de la punta de la pala, sino que caiga directamente sobre el cable de protección contra rayos. Esto puede dañar el cable de protección contra rayos y las regiones adyacentes de la pala del rotor.

El documento US-2012/0020791 A1 describe un dispositivo de protección contra rayos para una pala de rotor de una turbina eólica, en donde se proporcionan un disco receptor y un bloque receptor hechos de un material eléctricamente conductor y en donde una funda, una tapa y un aislante del bloque receptor forman una cámara, en donde la cámara está provista de una capa eléctricamente conductora encerrada por un medio relativamente altamente dieléctrico, por lo que las partes contenidas en el dispositivo de protección contra rayos están aisladas eléctricamente y protegidas contra la caída de un rayo.

El documento WO 2016/165714 A1 describe un dispositivo de protección contra rayos para una pala de rotor de una turbina eólica, que comprende una base receptora en contacto con un cable de protección contra rayos y un receptor de protección contra rayos que está conectado a la base del receptor por medio de un perno de montaje, estando protegido el perno de montaje mediante aislamiento contra los daños causados por la caída de un rayo.

El objeto de la invención es presentar una pala de rotor y también un método para modernizar un dispositivo de protección contra rayos, con el que la pala del rotor y el método puedan reducir el riesgo de daños causados por la caída de un rayo. Partiendo de la técnica anterior citada, el objetivo se logra con las características de las reivindicaciones independientes. Realizaciones ventajosas se especifican en las reivindicaciones dependientes.

En el método según la invención, una sección de cable se despoja del aislamiento a lo largo de la extensión de un cable de protección contra rayos. Una pieza de conexión y un receptor de protección contra rayos se colocan en la sección del cable que está despojada de aislamiento, de modo que el receptor de protección contra rayos se acopla eléctricamente al cable de protección contra rayos. La pieza de conexión comprende una primera parte de envoltura y una segunda parte de envoltura que están separadas una de la otra antes del ensamblaje y encierran la sección de cable que está despojada de aislamiento entre ellas en el estado ensamblado.

La invención ha identificado que las secciones individuales de un cable de protección contra rayos pueden protegerse eficazmente contra los daños causados por la caída de un rayo de esta manera. Si durante el funcionamiento de una turbina eólica se descubre que una sección particular del cable de protección contra rayos es particularmente susceptible a la caída de rayos, el receptor de protección contra rayos según la invención se puede modernizar allí. El receptor de protección contra rayos atrae los rayos, de modo que una región del cable de protección contra rayos, cuya región es adyacente a la pieza de conexión, también está protegida contra los daños causados por los rayos. Por lo general, solo unas pocas regiones de un cable de protección contra rayos corren un mayor riesgo de que caigan rayos. Por lo general, se trata de regiones en las que el cable se encamina cerca de la superficie o se desvía. La protección contra rayos de una pala de rotor a menudo se puede mejorar considerablemente mediante un único receptor de protección contra rayos modernizado o al menos un pequeño número de receptores de protección contra rayos.

El cable de protección contra rayos puede extenderse en el interior de una pala del rotor de la turbina eólica. Un extremo del cable de protección contra rayos se puede conectar a un adaptador de punta de pala. Un adaptador de punta de pala es un elemento conductor de electricidad que captura los rayos que caen en la región de la punta de la pala y conduce dichos rayos al cable de protección contra rayos. Otro extremo del cable de protección contra rayos se puede disponer en la región de la raíz de la pala y se puede acoplar eléctricamente a un conductor que está dispuesto en el buje del rotor. Si la pala del rotor está montada de forma giratoria con respecto al buje del rotor, se requiere un acoplamiento eléctrico con el que se pueda puentear el soporte. El acoplamiento eléctrico puede ser un acoplamiento de corriente continua que puede extenderse, por ejemplo, a través de un contacto de anillo deslizante. También es posible el acoplamiento eléctrico a través de un espacio de chispa. En caso de que caiga un rayo, se

produce brevemente una tensión tan alta que se acumula una descarga a lo largo del espacio de chispa, de modo que es posible descargar altas intensidades de corriente a través de dicha descarga.

El cable de protección contra rayos se puede enrutar a una distancia de una superficie exterior de la pala del rotor. Este puede ser el caso, en particular, de la sección de cable a la que se le quita el aislamiento como parte del método según la invención. Por ejemplo, esta sección de cable se puede enrutar a lo largo de una superficie interior del revestimiento exterior de la pala del rotor. La distancia entre el cable de protección contra rayos y la superficie exterior de la pala del rotor es entonces tan baja que existe una cierta probabilidad de que un rayo caiga a través del revestimiento exterior de la pala del rotor y entre en el cable de protección contra rayos.

El cable de protección contra rayos puede comprender un conductor eléctrico, por ejemplo, en forma de cable de cobre, y también una capa aislante que rodea el conductor eléctrico. La eliminación del aislamiento significa que se abre una capa aislante que rodea el conductor eléctrico del cable, de modo que el conductor eléctrico es accesible. En particular, es posible eliminar completamente la capa aislante en la sección de cable que está despojada del aislamiento. La extensión de cable que está despojada del aislamiento puede extenderse, por ejemplo, a lo largo de una longitud de entre 4 cm y 10 cm. La capa aislante preferiblemente permanece inalterada en las regiones contiguas a la sección de cable a la que se le quita el aislamiento.

La pieza de conexión puede configurarse de manera que su extensión a lo largo del cable de protección contra rayos corresponda al menos a la longitud de la sección de cable que está despojada de aislamiento. Como resultado, la pieza de conexión puede disponerse de manera que cubra completamente la sección de cable que está despojada de aislamiento. La extensión de la pieza de conexión a lo largo del cable de protección contra rayos es preferiblemente de al menos un 5 %, preferiblemente de al menos un 10 %, aún más preferiblemente de al menos un 20 %, mayor que la longitud de la sección de cable que está despojada de aislamiento. Esto proporciona la opción de disponer la pieza de conexión de manera que se superponga con la región intacta de la capa aislante.

En el estado ensamblado, la pieza de conexión puede rodear la sección de cable que está completamente despojada del aislamiento en la dirección circunferencial. De esta manera, la pieza de conexión puede evitar el contacto eléctrico no deseado del conductor eléctrico con el exterior.

La pieza de conexión comprende una primera parte de envoltura y una segunda parte de envoltura, cuyas partes de envoltura están separadas entre sí antes del ensamblaje y se conectan entre sí en el estado ensamblado. Las dos partes de la envoltura encierran la sección del cable que está despojada de aislamiento entre ellas en el estado ensamblado. En este caso, las dos partes de la envoltura pueden sujetarse entre sí y/o a la sección de cable que está despojada de aislamiento.

Las partes de la envoltura se pueden sujetar entre sí mediante un dispositivo de sujeción. El dispositivo de sujeción puede comprender, por ejemplo, uno o más pernos roscados que se dirigen a través de un orificio en una de las partes de la envoltura en cada caso, de modo que dicha parte de la envoltura pueda sujetarse a la otra parte de la envoltura apretando el perno roscado.

En un ejemplo, la pieza de conexión tiene una forma circular con respecto a un plano que es paralelo a la dirección longitudinal de la sección de cable que está despojada de aislamiento. La sección de cable que está despojada de aislamiento puede extenderse a lo largo de un diámetro de forma circular.

La pieza de conexión puede tener un núcleo que esté compuesto de un material conductor de la electricidad, tal como latón o cobre, por ejemplo. En el estado ensamblado de la pieza de conexión, el material conductor de la electricidad puede estar en contacto eléctrico directo con la sección de cable que está despojada del aislamiento. En particular, el material eléctricamente conductor puede quedar plano sobre la sección de cable que está despojada de aislamiento en toda su longitud y/o en toda la circunferencia.

El material eléctricamente conductor de la pieza de conexión puede estar rodeado por una carcasa eléctricamente aislante. Por lo tanto, se pueden evitar los contactos eléctricos no deseados desde la pieza de conexión hacia el exterior.

En el estado ensamblado, el receptor de protección contra rayos se puede conectar a la pieza de conexión. La pieza de conexión forma entonces la conexión entre el cable de protección contra rayos y el receptor de protección contra rayos en el estado ensamblado, de modo que el receptor de protección contra rayos se mantiene mecánicamente en su posición y se acopla eléctricamente al cable de protección contra rayos. El acoplamiento eléctrico entre el receptor de protección contra rayos y el cable de protección contra rayos puede ser el resultado de un contacto eléctrico directo entre el receptor de protección contra rayos y el cable de protección contra rayos o de un contacto eléctrico directo que se extiende desde el cable de protección contra rayos, a través de la pieza de conexión, hasta el receptor de protección contra rayos. El acoplamiento eléctrico en este sentido también puede proporcionarse sin contacto eléctrico directo, por ejemplo, cuando hay un espacio de aire entre dos componentes y dicho espacio de aire se cierra mediante una descarga en caso de que caiga un rayo. Es fundamental para el acoplamiento eléctrico que las cargas eléctricas

que se introducen en el receptor de protección contra rayos en caso de que caiga un rayo puedan transmitirse al cable de protección contra rayos.

5 El receptor de protección contra rayos se puede conectar de forma fija o liberable a la pieza de conexión. En el caso de una conexión liberable, el receptor de protección contra rayos se conecta primero a la pieza de conexión y, a continuación, la pieza de conexión se ajusta a la sección de cable que está despojada de aislamiento en una variante del método según la invención. En otra variante, la pieza de conexión se ajusta primero a la sección de cable que está despojada del aislamiento, y el receptor de protección contra rayos se conecta a continuación a la pieza de conexión.

10 La conexión liberable entre el receptor de protección contra rayos y la pieza de conexión puede ser una conexión por tornillo. La conexión por tornillo puede extenderse en la dirección radial con respecto a la sección de cable que está despojada de aislamiento.

15 El receptor de protección contra rayos puede tener una superficie receptora a la que se puede acceder desde el exterior de la pala del rotor. El receptor de protección contra rayos puede extenderse a través del revestimiento exterior de la pala del rotor. La superficie receptora puede terminar alineada con la superficie exterior circundante de la pala del rotor. También es posible que la superficie receptora sobresalga ligeramente o se hunda ligeramente en relación con la superficie exterior circundante de la pala del rotor. Si un rayo cae sobre la superficie del receptor, la carga eléctrica puede ser conducida al cable de protección contra rayos, sin dañar el revestimiento exterior circundante de la pala del rotor.

20 La superficie receptora puede tener un diámetro de entre 1 cm y 5 cm, preferiblemente entre 2 cm y 4 cm. La superficie del receptor puede ser circular. Se puede formar un elemento de acoplamiento para una herramienta en la superficie del receptor. El elemento de acoplamiento puede comprender, por ejemplo, uno o más orificios en la superficie del receptor, siendo posible que una llave se acople en dicho orificio u orificios para apretar o aflojar la conexión por tornillo entre el receptor de protección contra rayos y la pieza de conexión.

25 El receptor de protección contra rayos puede ser de acero inoxidable. Este tiene la ventaja de que la superficie receptora del receptor de protección contra rayos, cuya superficie receptora está expuesta a las influencias meteorológicas, no se corroe. La superficie receptora se puede disponer a una distancia de entre 1 m y 5 m de la punta de la pala.

30 Cuando el cable de protección contra rayos se coloca en el interior de la pala del rotor, no es posible acceder directamente al cable de protección contra rayos desde el exterior. Por lo tanto, el método según la invención puede comprender la etapa de crear un acceso al cable de protección contra rayos a través del revestimiento exterior de la pala del rotor. La abertura de acceso en el revestimiento exterior está dimensionada preferiblemente de manera que se pueda acceder al cable de protección contra rayos a través de la abertura de acceso, de modo que se pueda quitar el aislamiento de una sección de cable del cable de protección contra rayos. Por lo tanto, el método según la invención puede llevarse a cabo de manera que se acceda al cable de protección contra rayos a través de una abertura de acceso en el revestimiento exterior de la pala del rotor para separar el aislamiento de una sección del cable de protección contra rayos.

35 La abertura de acceso en el revestimiento exterior se puede dimensionar de manera que la pieza de conexión o una parte de la envoltura de la pieza de conexión se pueda insertar en el interior de la pala del rotor a través de la abertura de acceso. El diámetro de la abertura de acceso puede estar, por ejemplo, entre 5 cm y 15 cm. La abertura de acceso puede tener una sección transversal circular.

40 Dado que las condiciones de espacio en el interior de la pala del rotor son ocasionalmente limitadas, puede ser ventajoso hacer una primera abertura de acceso y una segunda abertura de acceso en el revestimiento exterior de la pala del rotor, en las que la primera y la segunda abertura de acceso estén dispuestas de manera que el cable de protección contra rayos sea accesible desde dos lados. Entonces, una primera parte de la envoltura de la pieza de conexión puede enrutarse a través de la primera abertura de acceso, y una segunda parte de la envoltura de la pieza de conexión puede enrutarse a través de la segunda abertura de acceso. Las dos partes de la envoltura se pueden conectar entre sí en el interior de la pala del rotor de modo que dichas partes de la envoltura encierren la sección de cable que está despojada de aislamiento entre ellas.

45 Una vez montados la pieza de conexión y el receptor de protección contra rayos, se puede volver a cerrar la abertura de acceso en el revestimiento exterior de la pala del rotor. El cierre se puede realizar de manera que el revestimiento exterior restablecido de la pala del rotor termine a ras de una superficie circunferencial del receptor de protección contra rayos o con la circunferencia de la superficie del receptor. La abertura de acceso se puede cerrar de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante de la pala. Las capas múltiples que están compuestas de un material reforzado con fibra generalmente se laminan para cerrar la abertura de acceso.

50 El método según la invención se puede llevar a cabo como un método de mejora en donde una pala del rotor intacta se equipa posteriormente (es decir, después de la puesta en servicio) de un receptor de protección contra rayos

adicional. Esto se puede realizar, por ejemplo, con el objetivo de alinear la pala del rotor con un estándar de protección contra rayos de nivel superior.

También es posible llevar a cabo el método según la invención como un método de reparación. Si cae un rayo en el cable de protección contra rayos, tanto el revestimiento exterior de la pala del rotor como el cable de protección contra rayos suelen dañarse en esta región, por lo que es necesario repararlos. En los métodos de reparación convencionales de cables, normalmente se añade material conductor eléctrico adicional al sitio del daño para corregir el daño al cable. Sin embargo, debido al material conductor eléctrico adicional, aumenta la probabilidad de que caigan más rayos precisamente en este lugar. Al emplear el método de reparación según la invención, los rayos se desvían de manera dirigida hacia el receptor adicional, de modo que la carga eléctrica puede descargarse sin dañar la pala del rotor.

La invención también se refiere a una pala de rotor de una turbina eólica, en la que una pala de rotor, una pieza de conexión y un receptor de protección contra rayos están montados en una sección de cable, que está despojada de aislamiento, de un cable de protección contra rayos, de modo que el receptor de protección contra rayos se acopla eléctricamente al cable de protección contra rayos, en donde el receptor de protección contra rayos se extiende a través de una región, que posteriormente se cierra, en el revestimiento exterior de la pala del rotor. La región, que se cierra posteriormente, del revestimiento exterior corresponde a la región en la que se hizo una abertura de acceso al llevar a cabo el método, para poder insertar la pieza de conexión o un componente de la pieza de conexión en el interior de la pala del rotor.

La pala del rotor se puede desarrollar con características adicionales que se describen en relación con el método según la invención. El método se puede desarrollar con características adicionales que se describen en relación con la pala del rotor según la invención.

La invención se describe a modo de ejemplo a continuación con referencia a los dibujos adjuntos a modo de realizaciones ventajosas. En los dibujos:

La Figura 1 muestra una turbina eólica con una pala de rotor según la invención;

La Figura 2 muestra la sección de punta de pala de una pala del rotor según la invención;

La Figura 3 muestra una pieza de conexión según la invención;

La Figura 4 muestra una vista lateral de un receptor de protección contra rayos según la invención;

La Figura 5 muestra una vista del receptor de protección contra rayos según la Figura 4 desde arriba;

La Figura 6 muestra una ilustración esquemática del método de reparación según la invención.

En una turbina eólica mostrada en la Figura 1, una góndola 14 está montada de forma giratoria en una torre 15. La góndola 14 está equipada con un rotor que comprende un buje del rotor 16 y tres palas del rotor 17. El rotor 16, 17 se hace girar por el viento. La rotación se transmite a un generador por medio de un eje del rotor y un mecanismo de engranajes. El generador genera energía eléctrica que se alimenta a una red eléctrica.

Cada una de las palas del rotor 17 está equipada con un dispositivo de protección contra rayos que en la Figura 1 se ilustra solo usando el ejemplo de la pala del rotor 17 que apunta hacia arriba. La punta de la pala del rotor 17 está equipada con un receptor de la punta de la pala 18 que está compuesto de un material metálico. Un cable de protección contra rayos 19 que se extiende hasta la raíz de la pala del rotor 17 está conectado al receptor de la punta de la pala 18. Los componentes de la turbina eólica que se mueven uno con respecto al otro durante el funcionamiento de la turbina eólica se encuentran entre sí en la transición 20 entre la pala del rotor 17 y el buje del rotor 16, en la transición 21 entre el buje del rotor 16 y la góndola 14 y también en la transición 22 entre la góndola 14 y la torre 15. Las secciones del cable de protección contra rayos están acopladas eléctricamente entre sí mediante contactos de anillos deslizantes y/o espacios de chispa en la región de las transiciones 20, 21, 22. Esto da como resultado un conductor de pararrayos continuo que se extiende desde el receptor 18 de la punta de la pala hasta la tierra 23.

La pala del rotor 17 está construida de un material eléctricamente no conductor, de modo que los rayos se conducen principalmente al receptor 18 de la punta de la pala. La carga eléctrica que se transmite con el rayo se descarga desde el receptor 18 de la punta de la pala, a través del conductor del pararrayos, al suelo 23, sin que se dañen otros componentes de la turbina eólica.

Ocasionalmente, puede darse el caso de que un rayo no caiga sobre el receptor 18 de la punta de la pala, sino que encuentre directamente el cable de protección contra rayos 19. El rayo pasa entonces a través del revestimiento exterior de la pala del rotor 17 y el aislamiento del cable de protección contra rayos 19, como resultado de lo cual se daña la pala del rotor 17. A menudo ocurre que las secciones del cable de protección contra rayos 19 que son particularmente susceptibles a la caída de rayos se descubren solo durante el funcionamiento de la turbina eólica.

Usando el método según la invención, la turbina eólica puede modernizarse, de modo que se eviten los daños causados por la caída de un rayo en la sección afectada del cable de protección contra rayos 19.

La Figura 2 muestra la sección de la pala del rotor 17 que es adyacente a la punta de la pala. El cable de protección contra rayos 19 tiene una sección de cable 24 que tiene un mayor riesgo de que caiga un rayo. En el método según la invención, la sección de cable 24 está despojada del aislamiento 41. Una pieza de conexión 25 y un receptor adicional de protección contra rayos 33 están montados en la sección de cable 24 que está despojada del aislamiento 41. Los rayos que inciden en el receptor de protección contra rayos 26 pueden conducirse al cable de protección contra rayos 19, sin que se dañe la pala del rotor 17.

Según la Figura 3, la pieza de conexión 25 comprende una parte de la envoltura superior 26 y una parte de la envoltura inferior 27. Cada una de las dos partes de la envoltura 26, 27 tiene una cavidad que se corresponde con el cable de protección contra rayos 19. Cuando las dos partes de la envoltura 26, 27 se juntan, las cavidades descansan planas sobre la superficie de la sección de cable 24, que está despojada de aislamiento en toda la circunferencia y en toda la longitud de la sección de cable 24, que está despojada de aislamiento.

La pieza de conexión 25 tiene un núcleo 28 que está compuesto de un material eléctricamente conductor y tiene una carcasa eléctricamente aislante 29. El núcleo eléctricamente conductor 28 está en contacto eléctrico directo con la sección de cable 24 que está despojada de aislamiento. La carcasa aislante termina con la capa eléctricamente aislante del cable de protección contra rayos 19 junto a la sección de cable 24, que está despojada de aislamiento.

Las dos partes de la envoltura 26, 27 están conectadas entre sí por medio de cuatro pernos roscados. La parte superior de la envoltura 26 comprende cuatro orificios de paso 30 que están dispuestos de manera que no coincidan con el cable de protección contra rayos 19. La parte inferior de la envoltura 27 tiene cuatro orificios ciegos 31 que coinciden con dichos cuatro orificios de paso y están equipados con una rosca interna. Los pernos roscados pasan a través de los orificios de paso 30 y se enganchan en los agujeros de los orificios ciegos 31. Las dos partes de la envoltura 26, 27 se conectan entre sí apretando los pernos roscados, de modo que se produce una pieza de conexión coherente 25.

La parte superior de la envoltura 26 comprende un orificio ciego 32 de un diámetro relativamente grande, en cuyo orificio ciego también se forma una rosca interna. El receptor de protección contra rayos 33 está atornillado en el orificio ciego 32 y se muestra en forma ampliada en la Figura 4.

El receptor de protección contra rayos 33 está hecho de acero inoxidable y se extiende hacia abajo desde una superficie receptora 34 en forma de cilindro. La sección cilíndrica se fusiona con una sección de perno roscado 35 mediante una transición cónica. La sección de perno roscado 35 coincide con el agujero del orificio ciego 32 en la parte de la envoltura superior 26 de la pieza de conexión 25. Se forman dos orificios 36 en la superficie receptora 34, siendo posible que una llave se acople en dichos dos orificios para poder ejercer un par de torsión al atornillar el receptor de protección contra rayos 33.

Cuando el receptor de protección contra rayos 33 se enrosca en la pieza de conexión 25, se produce un contacto eléctrico directo que conduce desde la superficie receptora 34, a través de la pieza de conexión 25 y la sección de cable 24 que está despojada de aislamiento, al cable de protección contra rayos 19.

La secuencia del método de reparación según la invención se muestra en la Figura 6. Según la Figura 6A, la caída de un rayo provoca daños en el revestimiento exterior 38 de la pala del rotor 17 y en el cable de protección contra rayos 19 en la región 37 de la pala del rotor 17. Según la Figura 6B, una primera abertura de acceso 39 se hace en el revestimiento exterior 38 de la pala del rotor 17 mediante una cortadora de orificios. La primera abertura de acceso 39 tiene una sección transversal circular y está dispuesta de tal manera que el material dañado del revestimiento exterior 38 se elimina por completo. La sección dañada del cable de protección contra rayos 29 es accesible a través de la primera abertura de acceso 39. Se retiran unos pocos centímetros de la capa aislante del cable de protección contra rayos 29 a cada lado del sitio del daño, de modo que se produce una sección de cable 24 que está despojada de aislamiento.

Una segunda abertura de acceso 40 está hecha opuesta a la primera abertura de acceso 39, de modo que la sección de cable 24 que está despojada de aislamiento es accesible desde dos lados. El diámetro de la primera abertura de acceso 39 es algo mayor que el diámetro de la parte de la envoltura superior 26 de la pieza de conexión 25. El diámetro de la segunda abertura de acceso 40 es algo mayor que el diámetro de la parte inferior de la envoltura 27 de la pieza de conexión 25.

Según la Figura 6C, la parte de la envoltura superior 26 se inserta en el interior de la pala del rotor 17 a través de la primera abertura de acceso 39 y la parte de la envoltura inferior 27 se introduce en el interior de la pala del rotor 17 a través de la segunda abertura de acceso 40, de modo que la sección de cable 24 que está despojada de aislamiento queda cubierta por las partes de la envoltura 26, 27.

Según la Figura 6D, una pieza de conexión 25 que está conectada de manera fija al cable de protección contra rayos 19 se produce después de que las dos partes de la envoltura 26, 27 se conecten entre sí. El receptor de protección contra rayos 33 se atornilla en la pieza de conexión 25 desde arriba, de modo que la superficie receptora 34 mire hacia fuera y sobresalga ligeramente en relación con el revestimiento exterior 38 de la pala del rotor 17. Las dos aberturas de acceso 39, 40 se cierran de nuevo mediante laminación. En la primera abertura de acceso 39, el revestimiento exterior reparado 38 termina a ras de una superficie circunferencial del receptor de protección contra rayos 33.

La pala del rotor 17 está nuevamente lista para su uso en este estado. Se reduce el riesgo de que se produzcan nuevamente daños debido a la caída de un rayo en esta región de la pala del rotor 17.

REIVINDICACIONES

1. Un método para modernizar un dispositivo de protección contra rayos de una pala de rotor (17) de una turbina eólica, en cuyo método se quita el aislamiento de una sección de cable (24) a lo largo de la extensión de un cable de protección contra rayos (19), y en cuyo método se colocan una pieza de conexión (25) y un receptor de protección contra rayos (33) en la sección de cable (24) que está despojada de aislamiento, de modo que el receptor de protección contra rayos (33) se acopla eléctricamente cable de protección contra rayos (19), **caracterizado por que** la pieza de conexión (25) comprende una primera parte de la envoltura (26) y una segunda parte de la envoltura (27), cuyas partes de la envoltura se separan entre sí antes del ensamblaje y encierran la sección de cable (24) que está despojada de aislamiento entre ellas en el estado ensamblado, de manera que la pieza de conexión está configurada de manera que su extensión a lo largo del cable de protección contra rayos corresponda al menos a la longitud de la sección de cable que está despojada de aislamiento, y que la pieza de conexión está dispuesta de manera que cubra completamente la sección del cable que está despojada de aislamiento.
2. El método reivindicado en la reivindicación 1, en donde el cable de protección contra rayos (19) se extiende en el interior de la pala del rotor (17).
3. El método reivindicado en las reivindicaciones 1 o 2, en donde la sección de cable (24) que está despojada de aislamiento se extiende sobre una longitud de entre 4 cm y 10 cm.
4. El método reivindicado en una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la pieza de conexión (25) se extiende a lo largo del cable de protección contra rayos (19) en una longitud que es al menos un 5 %, preferiblemente al menos un 10 %, aún más preferiblemente al menos un 20 %, mayor que la longitud de la sección de cable (24) que está despojada de aislamiento.
5. El método reivindicado en una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la pieza de conexión (25) tiene un núcleo eléctricamente conductor (28) y una carcasa eléctricamente aislante (29).
6. El método reivindicado en una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el receptor de protección contra rayos (33) está conectado a la pieza de conexión (25) mediante una conexión roscada.
7. El método reivindicado en una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde una primera abertura de acceso (39) al cable de protección contra rayos (24) se realiza a través del revestimiento exterior (38) de la pala del rotor (17).
8. El método reivindicado en la reivindicación 7, en donde una segunda abertura de acceso (40) al cable de protección contra rayos (24) se realiza a través del revestimiento exterior (38) de la pala del rotor (17), de modo que el cable de protección contra rayos (24) es accesible desde un segundo lado.
9. El método reivindicado en las reivindicaciones 7 u 8, en donde la primera abertura de acceso (39) y/o la segunda abertura de acceso (40) se cierran de nuevo después de colocar la pieza de conexión (25) y el receptor de protección contra rayos (33).
10. El método reivindicado en la reivindicación 9, en donde el receptor de protección contra rayos (33) se extiende a través del revestimiento exterior (38) cerrado de nuevo de la pala del rotor (17).
11. El método reivindicado en una de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el método se lleva a cabo como un método de reparación.
12. El método reivindicado en una de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el método se lleva a cabo como un método de mejora.
13. Una pala de rotor de una turbina eólica, en la que una pala del rotor, una pieza de conexión (25) y un receptor de protección contra rayos (33) están instalados en una sección de cable (24), que está despojada de aislamiento a lo largo de un cable de protección contra rayos (19), de modo que el receptor de protección contra rayos (33) se acopla eléctricamente al cable de protección contra rayos (19), donde el receptor de protección contra rayos (33) se extiende a través de una región, que posteriormente se cierra, en revestimiento exterior (38) de la pala del rotor (17), **caracterizado por que** la pieza de conexión (25) comprende una primera parte de la envoltura (26) y una segunda parte de la envoltura (27), cuyas partes de la envoltura se separan entre sí antes del ensamblaje y encierran la sección de cable (24) que está despojada de aislamiento entre ellas en el estado ensamblado, que la pieza de conexión está configurada de tal manera que su extensión a lo largo del cable de protección contra rayos corresponde al menos a la longitud de la sección de cable que está despojada de aislamiento, y que la pieza de conexión está dispuesta de manera que cubre completamente la sección del cable que está despojada aislamiento.

Figura 1

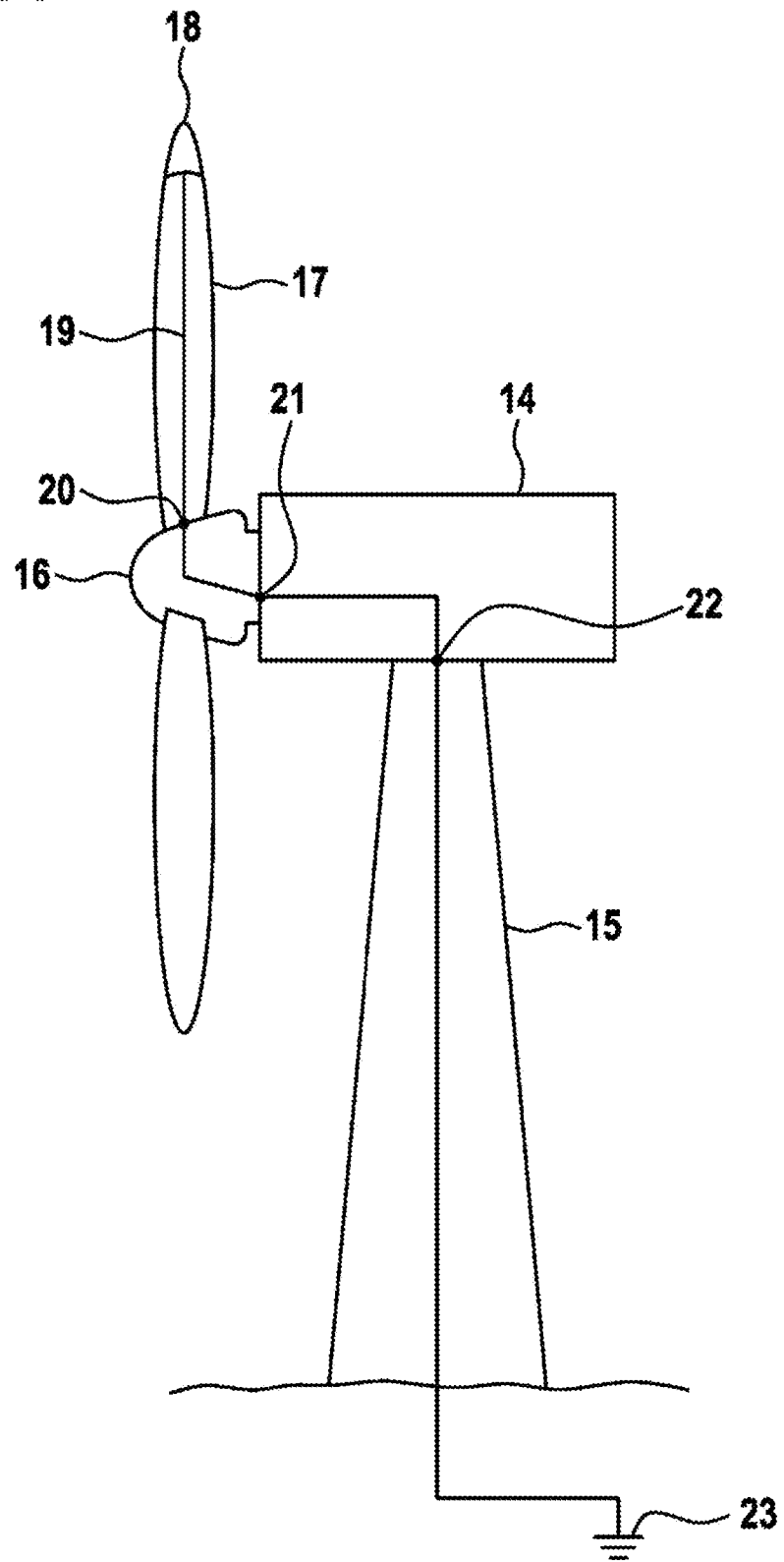


Figura 2

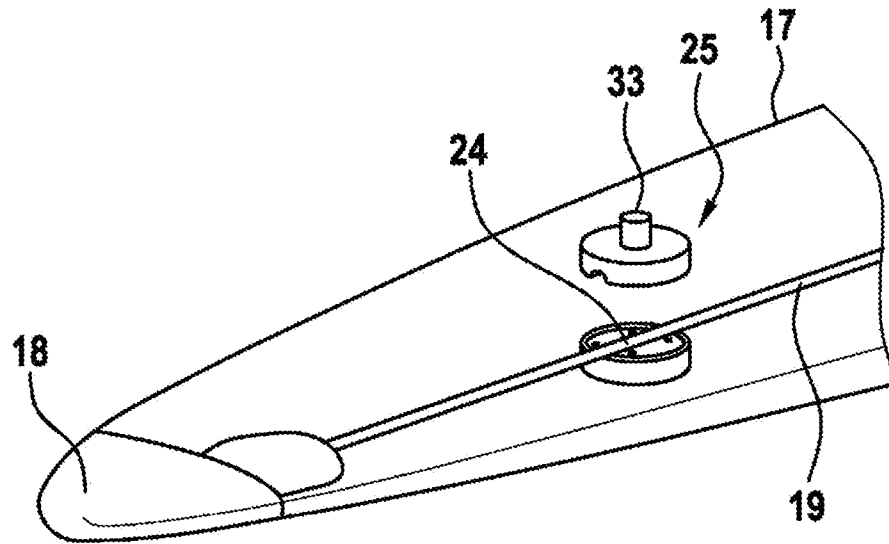


Figura 3

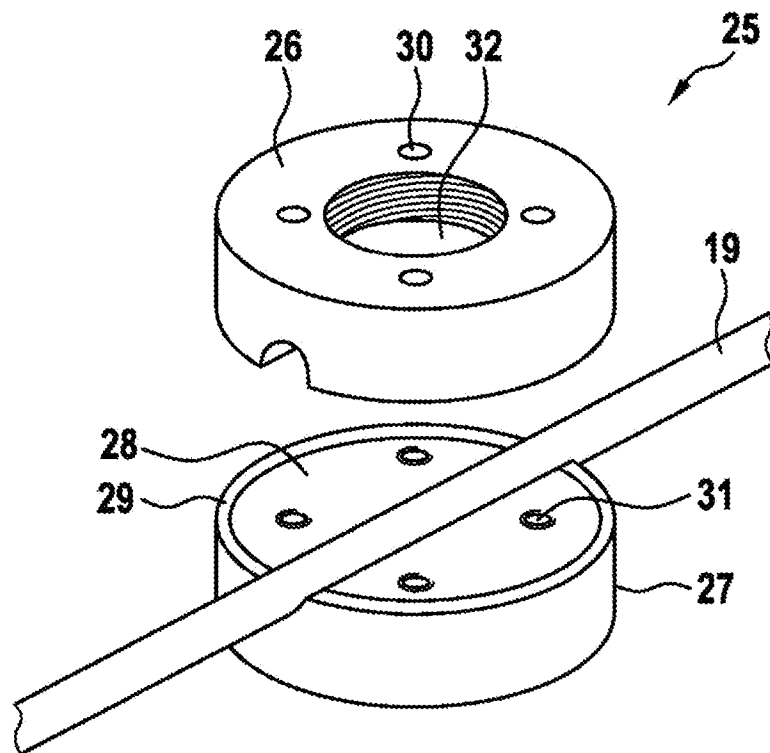


Figura 4

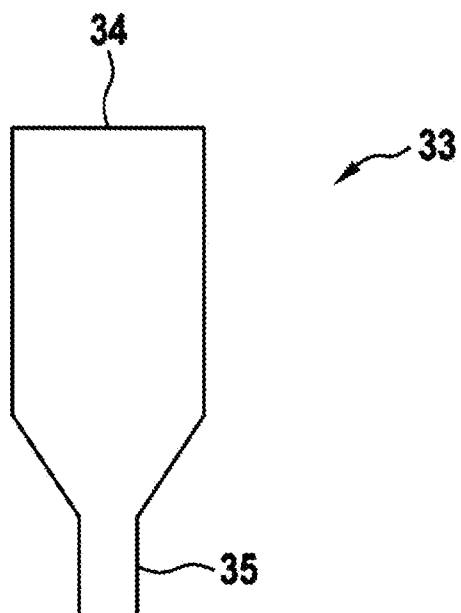


Figura 5

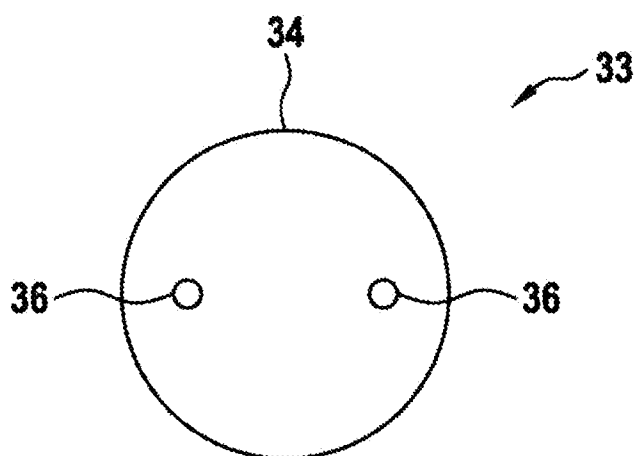


Figura 6

