



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 317 896**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)
H02G 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01921243 .0**
96 Fecha de presentación : **09.04.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1272759**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.01.2003**

54 Título: **Sistema de protección contra rayos, por ejemplo, para un aerogenerador, pala de aerogenerador que presenta un sistema de protección contra rayos, procedimiento de creación de un sistema de protección contra rayos y su utilización.**

30 Prioridad: **10.04.2000 DK 2000 00597**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2009

73 Titular/es: **Jomitek A.p.S.**
Skovlytoften 4
2840 Holte, DK

72 Inventor/es: **Johansen, Oluf, Peter, Kaad y**
Sørensen, Troels

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 317 896 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

5 Sistema de protección contra rayos, por ejemplo, para un aerogenerador, pala de aerogenerador que presenta un sistema de protección contra rayos, procedimiento de creación de un sistema de protección contra rayos y su utilización.

La presente invención se refiere a un sistema de protección contra rayos para una construcción, un procedimiento para la creación de un sistema de protección contra rayos y la utilización del mismo.

10 Se conocen en la técnica diversos sistemas distintos de protección contra rayos para la protección de construcciones que se han conocido durante varios siglos. En particular, un tipo de construcción que requiere ser protegida es la de las turbinas eólicas y sus palas. Las turbinas eólicas se montan generalmente en espacios abiertos, o en los últimos años en el mar, donde forman el punto más alto y con frecuencia atraen los rayos. Las palas del aerogenerador alcanzan la posición más alta y son por lo tanto el lugar usual de impacto para los rayos.

15 En el pasado, el hecho de que las palas se realizasen, con frecuencia, a partir de un material no conductor tal como fibra de vidrio llevaba a la creencia de que los rayos no eran un problema. Sin embargo, dichas palas son cubiertas con frecuencia por una capa delgada de polvo, sal o polución junto con humedad, el riesgo de conducir una corriente es real y da como resultado que diversas palas no protegidas sean dañadas o destruidas por los rayos.

20 La cuestión de establecer una protección contra rayos para palas de aerogenerador ha generado diversas soluciones distintas.

25 Una primera solución es la utilización de una cinta que comprende una capa conductora, estando dicha cinta conectada a un plano de tierra. La cinta se dispone en la superficie en el borde frontal de la pala desde la punta de la misma y hacia abajo. Cuando el rayo cae en la pala, el impacto normalmente será en la cinta debido a su trayecto hacia el plano de tierra.

En el documento EP-A 1011182, se da a conocer un ejemplo de este estado de la técnica.

30 La cinta montada en superficie genera diversos problemas, tales como unos problemas inductivos, que han conducido al desarrollo de una protección contra rayos que se construye en la pala. La protección implica un cable de metal con una conexión al plano de tierra que se extiende a través de la pala longitudinalmente y penetra en la superficie en la proximidad de la punta de la pala. El punto de penetración atrae el rayo que es conducido a tierra sin deteriorar la pala.

35 La protección contra rayos interior ha demostrado que ofrece una protección segura para las palas de una longitud limitada en la proximidad del punto de penetración. Con el desarrollo de palas cada vez más largas, el sistema no puede proteger la pala en su longitud total. Particularmente, el sistema interior descrito anteriormente no puede proteger una pala larga con eficacia.

En los documentos WO-A 96/07825 y WO 00/014405 se dan a conocer ejemplos de este estado de la técnica.

45 El objetivo de la invención consiste en crear un sistema de protección contra rayos que pueda proteger de manera segura todos los tipos y tamaños de construcciones en peligro de que les caiga un rayo.

La invención

50 Según la invención, la reivindicación 1 expone un sistema de protección contra rayos para las palas de aerogenerador de un aerogenerador que comprende uno o varios medios interiores de conducción de rayos, incluyendo dichos medios interiores de conducción de rayos una conexión a un plano de tierra, uno o varios medios exteriores de conducción de rayos que presentan una superficie montada sobre la superficie de dicha pala o en la inmediata proximidad de la misma, siendo dichos uno o varios medios de conducción de rayos de un material conductor de corriente, unos medios de conexión por medio de los cuales se conectan dichos medios interiores y exteriores de conducción de rayos, caracterizado porque dicho material conductor de corriente se monta como una capa en la superficie de la pala y/o se monta en una ranura de la pala antes de sellarse la ranura, y dicho material conductor de corriente presenta un extremo conectado a dicho medios de conexión, extendiéndose el otro extremo libremente.

60 Inicialmente, el sistema de protección contra rayos ofrece una interceptación eficaz del rayo mediante los medios exteriores de conducción de rayos y por lo tanto una conducción eficaz del rayo mediante los medios interiores de conducción de rayos. Particularmente, la posibilidad de extender la superficie de los medios exteriores de protección contra rayos en combinación con una conducción interior de rayos es ventajosa al conseguir una interceptación eficaz y una conducción descendente del rayo.

65 El número de medios de conexión también puede minimizarse debido al tamaño de los conductores para rayos exteriores en los que el número de medios de conexión es un factor de precio importante en la construcción de, por ejemplo, una pala de aerogenerador así como un factor en las características mecánicas de la construcción.

ES 2 317 896 T3

Además, estableciendo un trayecto más sencillo con el sistema de protección contra rayos puede controlarse indirectamente cualquier distribución de campo electrostático (campos de baja frecuencia) en el caso de que la distribución de campos electrostáticos en una construcción controle normalmente el lugar de impacto de un rayo.

5 Cualquier carga triboeléctrica de las palas de aerogenerador o alas de aeroplano por el aire seco que barre las palas o alas también puede evitarse eficazmente o conducirse a una plano de tierra.

Además, el sistema de protección contra rayos protege la construcción contra el deterioro producido por cualquier campo eléctrico tal como los campos electrostáticos y la carga triboeléctrica. De este modo, se obtiene una protección adicional de los distintos circuitos eléctricos de la construcción durante la caída de un rayo así como bajo una utilización normal. Pueden ser ejemplos de distintos circuitos eléctricos, por ejemplo, los sensores y elementos de calefacción en y sobre las palas de aerogenerador.

Es importante indicar que el término “exterior” deberá entenderse como un conductor para rayos al que puede caerle directamente el rayo, al estar montado en la superficie de la construcción o en la proximidad cercana de la superficie. El montaje puede establecerse preferentemente por medio de una capa de adhesivo entre los medios exteriores de conducción de rayos y la superficie. Los expertos en la materia comprenderán que pueden utilizarse otros tipos de fijación, por ejemplo, pernos, tornillos o remaches.

La expresión “que presentan una superficie” deberá entenderse que se refiere a la superficie de un conductor para rayos exterior con un determinado tamaño lo suficientemente grande para establecer una protección activa de la construcción.

Los medios de conexión entre los medios interiores y exteriores de conducción pueden ser un cable, una varilla o forma de perno conectado a los medios interiores de conducción de rayos por medio de soldeo, soldeo con estaño o una simple conexión mecánica.

Además, los medios de conexión pueden estar a una distancia de un material no conductor o mal conductor entre los medios interiores y exteriores de conducción de rayos. La distancia requiere ser una longitud tal que el rayo todavía la elija como el trayecto más corto a los medios interiores de conducción de rayos.

Deberá ponerse de relieve que la invención puede utilizarse en muchas disposiciones aunque ésta se describe principalmente con respecto a las palas de aerogenerador. Otra disposición puede ser las alas de un aeroplano o similar.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 2, dichos medios interiores de conducción de rayos son un cable o una varilla, preferentemente con un diámetro comprendido entre 8 y 20 milímetros, es posible construir un conductor que pueda conducir la corriente de un rayo sin fundirse ni generar demasiado calor que produzca deterioro a la construcción.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 3, dichos medios interiores de conducción de rayos están dispuestos en la línea central longitudinal de la construcción, se ha obtenido una forma de realización preferida de la invención.

Deberá hacerse hincapié en que los medios interiores de conducción de rayos pueden disponerse en cualquier lugar en el interior de la construcción.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 4, dichos medios exteriores de conducción rayos son de un material conductor de corriente tal como una banda de metal, y preferentemente una banda de cobre, es posible dirigir el rayo a un plano de tierra de manera ventajosa. La utilización de una banda de metal es particularmente ventajosa puesto que la delgadez de la banda permite la disposición de la misma sobre una superficie de la construcción sin variar las características de dicha construcción de manera importante.

Deberá ponerse de relieve que la dirección del rayo a un plano de tierra puede llevarse al material conductor de corriente o guiarse a la proximidad del material conductor de corriente como una ionización del aire.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 5, dicho material conductor de corriente es una cinta o una red de malla pequeña u otra capa delgada de material conductor, se ha obtenido una forma de realización preferida de la invención.

Particularmente, con la utilización del material conductor de corriente puede constituirse una pala aerodinámica. El material conductor de corriente también es fácil de montar y colocar.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 6, dicho material conductor de corriente presenta un extremo conectado a dichos medios de conexión, extendiéndose el otro extremo libremente, se ha obtenido una forma de realización preferida de la invención.

ES 2 317 896 T3

Extendiendo un extremo libremente, por ejemplo hacia el borde de un aerogenerador puede minimizarse la cantidad de material conductor de corriente utilizado. El material conductor de corriente también puede conectarse en los dos extremos a los medios interiores de conducción de rayos o al material conductor de corriente que se extiende desde otros medios de conexión.

5 Cuando, tal como se expone en la reivindicación 7, el extremo libre de dicho material conductor de corriente se extiende en dirección hacia la punta de la construcción tal como la punta de una pala de aerogenerador, es posible dirigir la corriente a un plano de tierra sin producir trayectos conductores paralelos. Si la dirección se separa de la punta pueden establecerse trayectos conductores paralelos y pueden producirse daños al material entre los conductores
10 paralelos que generalmente es el material de la pala.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 8, la extensión de dichos medios exteriores de conducción de rayos es curvada, se ha establecido un trayecto de la corriente ventajoso. La utilización de una extensión con una parte angular es posible pero puede producirse una potente reacción contra la parte angular cuando es conducido el rayo.
15 La acción electrodinámica puede ser tan potente que haga que la extensión se suelte de la superficie en la que está dispuesta.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 9, dichos medios exteriores de conducción de rayos presentan una longitud comprendida entre 0,1 y 5 metros, y preferentemente menos de 2,5 metros, es posible establecer una forma de
20 realización preferida de la invención. La longitud es importante con el fin de obtener un sistema de protección contra rayos eficaz puesto que unos medios exteriores de conducción de rayos demasiado largos pueden producir descargas disruptivas, por ejemplo, entre la punta de los medios exteriores de conducción de rayos y los medios interiores de conducción de rayos a través de la construcción. También pueden establecerse descargas disruptivas entre los medios
25 exteriores de conducción de rayos y otros medios conductores de corriente si los medios exteriores de conducción de rayos son demasiado largos. Los otros medios de conducción de corriente pueden ser, por ejemplo, la humedad o suciedad en el interior de la construcción, cables u otros componentes de la construcción.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 10, dichos medios exteriores de conducción de rayos presentan una anchura comprendida entre 0,01 y 0,5 metros, y preferentemente entre 0,05 y 0,2 metros, se ha obtenido una forma
30 de realización preferida.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 11, dicho material conductor de corriente se monta como una capa en la superficie de la construcción, es posible obtener un sistema de protección contra rayos eficaz en el que
35 la construcción no será dañada por los rayos. Asimismo, la capa mantendrá las características aerodinámicas de la construcción en gran medida.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 12, dicho material conductor de corriente se monta en una ranura en la construcción antes de que se selle la ranura, se mantendrán las características aerodinámicas de la construcción y
40 el deterioro por rayos a la construcción será solamente limitado. El sellado de la ranura no evitará que caigan rayos en el material conductor de corriente sino que dicho sellado se perforará o incluso desaparecerá cuando le caiga un rayo.

Deberá subrayarse que el montaje también puede ser la combinación de lo expuesto en las reivindicaciones 11 y
12.

45 Cuando, tal como se expone en la reivindicación 13, se extienden varios medios de conducción de rayos desde dichos medios de conexión, y preferentemente dos medios exteriores de conducción de rayos desde uno de dichos medios de conexión, se ha obtenido una forma de realización preferida.

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 14, la conexión entre dichos medios exteriores de conducción de rayos y dichos medios de conexión es por lo menos un acoplamiento de proximidad, es posible permitir una pequeña
50 separación aislante en los medios de acoplamiento entre los medios exteriores de conducción de rayos y los medios de conexión y los medios interiores de conducción, debido a que la falta de contacto eléctrico no tiene efecto puesto que el voltaje del rayo es normalmente de por lo menos 20 Kv lo cual implica que el rayo pasará el acoplamiento de proximidad de cualquier modo. El acoplamiento de proximidad es particularmente ventajoso puesto que resulta fácil
55 establecer, por ejemplo, mediante encolado los medios exteriores de conducción de rayos sobre la parte superior de los medios de conexión. Puede establecerse un acoplamiento eléctrico utilizando un adhesivo conductor o mediante soldeo o soldeo con estaño. Además, puede establecerse un acoplamiento eléctrico mediante medios mecánicos o conexiones.

60 Cuando, tal como se expone en la reivindicación 15, dichos medios exteriores de conducción de rayos se disponen a cada lado de la construcción, se ha obtenido una forma de realización preferida de la invención. Puesto que la posición del impacto del rayo es difícil de predecir por naturaleza, la disposición de medios exteriores de conducción de rayos a cada lado es ventajosa.

65 Cuando, tal como se expone en la reivindicación 16, dichos medios exteriores de conducción de rayos se disponen en la mitad superior de la construcción, se ha obtenido una protección suficiente y rentable puesto que los rayos raramente caen en la mitad inferior de la construcción.

ES 2 317 896 T3

Cuando, tal como se expone en la reivindicación 17, una parte sustancialmente paralela de dichos medios exteriores de conducción de rayos con respecto a dichos medios interiores de conducción de rayos está separada de los medios interiores de conducción de rayos, es posible aumentar la distancia entre los medios exteriores de conducción de rayos y los medios interiores de conducción de rayos. Con el aumento de la distancia, se reduce la posibilidad de una
5 descarga de ruptura a través de la construcción que debe protegerse.

El sistema de protección contra rayos puede establecerse en una construcción tal como una pala o un ala durante su fabricación. Sin embargo, los medios exteriores de conducción de rayos también pueden montarse suplementarios en las palas o alas salientes de dicha fabricación. La longitud correcta de los medios exteriores de conducción de rayos
10 puede adaptarse a la pala o ala determinada, por ejemplo, mediante la utilización de unas tijeras o un cuchillo.

Dibujos

15 La invención se describirá en detalle en la exposición siguiente, haciendo referencia a los dibujos, en los cuales
la figura 1 muestra un aerogenerador del estado de la técnica,
la figura 2 muestra una pala de un rotor utilizado en el aerogenerador de la figura 1,
20 la figura 3 muestra una pala con diversas penetraciones en unos medios interiores de conducción de rayos,
la figura 4 muestra una forma de realización preferida de una pala según la invención,
25 la figura 5 muestra la pala con una configuración distinta,
la figura 6 muestra una vista en sección transversal de una pala según la invención vista desde la punta de la pala, y
la figura 7 muestra una vista en sección transversal de la pala vista desde el lado.
30

Descripción detallada

35 La figura 1 muestra un aerogenerador estándar 1 que comprende una torre 2, una góndola 3 y un rotor con varias palas 4. El aerogenerador presenta además un conductor para rayos en forma de una conexión 6 a un plano de tierra 5, extendiéndose dicha conexión desde el plano de tierra a través de la torre y la góndola al centro del rotor. Desde el centro del rotor la conexión se extiende a través del interior de las palas hasta la punta de las mismas. La conexión interior es un conductor interior para rayos descendente, por ejemplo en forma de un cable.

40 La figura 2 muestra una sección del rotor y una pala 4 en su total longitud. En la punta de la pala se muestra el punto de penetración 8 de un sistema de protección contra rayos interior. Asimismo, se muestra el sistema de protección contra rayos interior junto con el plano de tierra y la conexión que conecta los dos.

45 La figura 3 muestra una pala con unos medios interiores de conducción de rayos. Existen tres puntos de penetración 8 en la superficie de la pala 4 y los puntos de penetración son los cabezales de los medios de conexión 12. Dichos puntos de penetración están presentes en cada lado de la pala y pueden disponerse en una línea central de la pala. Cada uno de los medios de conexión presenta una conexión a los medios interiores de conducción de rayos 7.

50 La figura 4 muestra un terminal aéreo para rayos en forma de unos medios exteriores de conducción de rayos 9 dispuestos en la superficie de una pala 4 en una configuración preferida según la invención. La configuración incluye tres conjuntos de extensiones curvadas 13, 14 desde un punto de penetración 8 de los medios de conexión 12 que presenta una conexión a los medios interiores de conducción de rayos 7. Cada uno de los conjuntos de extensiones curvadas 13, 14 se establece por medio de dos brazos de extensión que se extienden contra la punta de la pala en cada
55 lado de la línea central de la pala. Los extremos libres 15, 16 de las extensiones 13, 14 estarán normalmente en los bordes de la pala 4.

Las extensiones de un punto de penetración 8 pueden ser en cualquier número determinado y la configuración también puede ser no geométrica, por ejemplo, únicamente extensiones hacia el borde frontal de la construcción.

60 Las extensiones son preferentemente de cinta de cobre con una longitud menor de 2,5 metros y una anchura comprendida entre 0,05 y 20 metros, por ejemplo, 0,15 metros. La cinta comprende una capa adhesiva que asegura una conexión duradera a la superficie de la construcción y puede incluir una capa de protección en la parte superior del cobre.

65 En un procedimiento preferido, los medios exteriores de protección contra rayos en forma de un material conductor de corriente se montan suplementarios en la estructura, sin embargo también pueden montarse en la fabricación de la construcción.

ES 2 317 896 T3

El material conductor de corriente también puede montarse en una ranura en la construcción. Para sellar la ranura se utilizará posteriormente, por ejemplo, una capa de pintura. La ranura no evitará que caigan rayos en el material conductor de corriente sino que dicho sellado se perforará o incluso desaparecerá cuando le caiga un rayo.

5 La figura 5 muestra otra configuración de los medios exteriores de protección contra rayos 9, 10 en la que el material conductor de corriente se extiende desde los puntos de penetración 8. El material conductor de corriente se muestra en una parte de la pala como dos extensiones 13, 14 que se extienden hacia los bordes de la pala 4.

10 Además, la figura 5 muestra que el material conductor de corriente en la punta de pala puede ser tres extensiones 10 que se extienden hacia el borde de la punta.

Una extensión también puede conectar con otras extensiones, por ejemplo, una conexión que establece contacto a lo largo de la punta de la pala entre las tres extensiones 10.

15 La figura 6 muestra una vista en sección transversal de una pala 4 según la invención vista desde la punta de la pala. Los medios interiores de conducción de rayos 7 son preferentemente un cable o una varilla de un material conductor de corriente tal como cobre con un diámetro comprendido entre 8 y 20 milímetros, por ejemplo, 12 milímetros. El cable o la varilla pueden disponerse en la línea central longitudinal de la pala y presenta unos medios de conexión 12 que establecen una conexión con la superficie de la pala o la proximidad de la superficie y además con unos medios exteriores de conducción de rayos 9.

20 La figura 7 muestra otra vista en sección transversal de la pala 4 vista desde el lado. La figura ilustra una sección de la pala con el cable o la varilla de los medios interiores de conducción de rayos 7. El cable o la varilla se extiende longitudinalmente a través de la pala desde la punta de la misma o sustancialmente desde la punta al centro del rotor o al acoplamiento de las palas en el rotor. Los medios de conexión 12 se extienden perpendicularmente con respecto a los medios interiores de conducción de rayos 7 y terminan en esta forma de realización justo encima de la superficie de la pala 4 en la que están dispuestos los medios exteriores de conducción de rayos 9 en la parte superior de los medios de conexión 12. Los medios de conexión pueden ser un cable, una varilla o forma de perno conectado a los medios interiores de conducción de rayos 7 por medio de soldeo, soldeo con estaño o una simple conexión mecánica.

30

Lista

- 35 1. Aerogenerador
2. Torre
3. Góndola
- 40 4. Pala de un rotor
5. Plano de tierra
- 45 6. Conexión a plano de tierra
7. Medios interiores de conducción de rayos
8. Punto de penetración
- 50 9. Configuración de los medios exteriores de conducción de rayos
10. Configuración de los medios exteriores de conducción de rayos en una punta de pala
11. Punta de pala
- 55 12. Medios de conexión
13. Primera extensión
- 60 14. Segunda extensión
15. Extremo libre de la primera extensión
16. Extremo libre de la segunda extensión

65

ES 2 317 896 T3

REIVINDICACIONES

1. Sistema de protección contra rayos para palas de aerogenerador (4) de un aerogenerador (1) que comprende
5 uno o varios medios interiores de conducción de rayos (7) incluyendo dichos medios interiores de conducción de rayos una conexión (6) a un plano de tierra (5),
10 uno o varios medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) que presentan una superficie montada en la superficie de dicha pala o en la inmediata proximidad de la misma, siendo dichos uno o varios medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) de un material conductor de corriente,
15 unos medios de conexión (12) por medio de los cuales están conectados dichos medios interiores de conducción de rayos (7) y unos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10)
caracterizado porque
20 dicho material conductor de corriente está montado como una capa en la superficie de la pala y/o está montado en una ranura en la pala antes de que se selle la misma, y
25 dicho material conductor de corriente presenta un extremo conectado a dichos medios de conexión (12), extendiéndose el otro extremo (15, 16) libremente.
2. Sistema de protección contra rayos según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichos medios interiores de conducción de rayos (12) son un cable o una varilla preferentemente de un diámetro comprendido entre 8 y 20 milímetros.
3. Sistema de protección contra rayos según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque dichos medios interiores de conducción de rayos (7) están dispuestos en la línea central longitudinal de la pala.
- 30 4. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) son de un material conductor de corriente tal como una banda de metal y preferentemente una banda de cobre.
- 35 5. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque dicho material conductor de corriente forma parte de una cinta o una red de malla pequeña u otra capa delgada de material conductor.
- 40 6. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el extremo libre (15, 16) de dicho material conductor de corriente se extiende en la dirección hacia la punta (11) de la pala de aerogenerador.
- 45 7. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la extensión (13, 14) de dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) es curvada.
- 50 8. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) presentan una longitud comprendida entre 0,1 y 5 metros, y preferentemente menos de 2,5 metros.
- 55 9. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) presentan una anchura comprendida entre 0,01 y 0,5 metros, y preferentemente entre 0,05 y 0,2 metros.
- 60 10. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque varios de dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) se extienden desde dichos medios de conexión (12) y preferentemente dos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) desde uno de dichos medios de conexión (12).
- 65 11. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque la conexión entre dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) y dichos medios de conexión (12) es por lo menos un acoplamiento de proximidad.
12. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) están dispuestos a cada lado de la pala.
13. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) están dispuestos en la mitad superior de la pala.

ES 2 317 896 T3

14. Sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque una parte sustancialmente paralela (13, 14) de dichos medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) con respecto a dichos medios interiores de conducción de rayos (7) está distanciada de los medios interiores de conducción de rayos (7).

5 15. Pala de aerogenerador (4) que presenta un sistema de protección contra rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, comprendiendo dicha pala

10 uno o varios medios interiores de conducción de rayos (7) incluyendo dichos medios interiores de conducción de rayos una conexión (6) a un plano de tierra (5),

15 uno o varios medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) que presentan una superficie montada en la superficie de dicha pala (4) o en la inmediata proximidad de la misma, siendo dichos uno o varios medios exteriores de conducción de rayos (9, 10) de un material conductor de corriente,

unos medios de conexión (12) por medio de los cuales se conectan dichos medios interiores y exteriores de conducción de rayos,

20 **caracterizada** porque

dicho material conductor de corriente está montado como una capa en la superficie de la pala y/o está montado en una ranura en la pala antes de que se selle dicha ranura, y

25 dicho material conductor de corriente presenta un extremo conectado a dichos medios de conexión (12), extendiéndose el otro extremo (15, 16) libremente.

16. Procedimiento para crear un sistema de protección contra rayos para una pala de aerogenerador de un aerogenerador que presenta uno o varios medios interiores de conducción de rayos y unos medios de conexión, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes

30 disponer un material conductor de corriente en la superficie de dicha pala como una capa sobre la superficie de la pala y/o montarlo en una ranura de la pala antes de que se selle dicha ranura,

35 adaptar dicho material conductor de corriente a una longitud deseada,

establecer el acoplamiento de dicho material conductor de corriente en dicha superficie con la ayuda de unos medios de fijación que unen el material conductor de corriente a la superficie,

40 establecer una conexión directa o indirecta entre un extremo de dicho material conductor de corriente y dicho medios de conexión, y

dejar que el otro extremo de dicho material conductor de corriente se extienda libremente.

45 17. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que dichos medios de fijación son una capa de adhesivo.

50

55

60

65

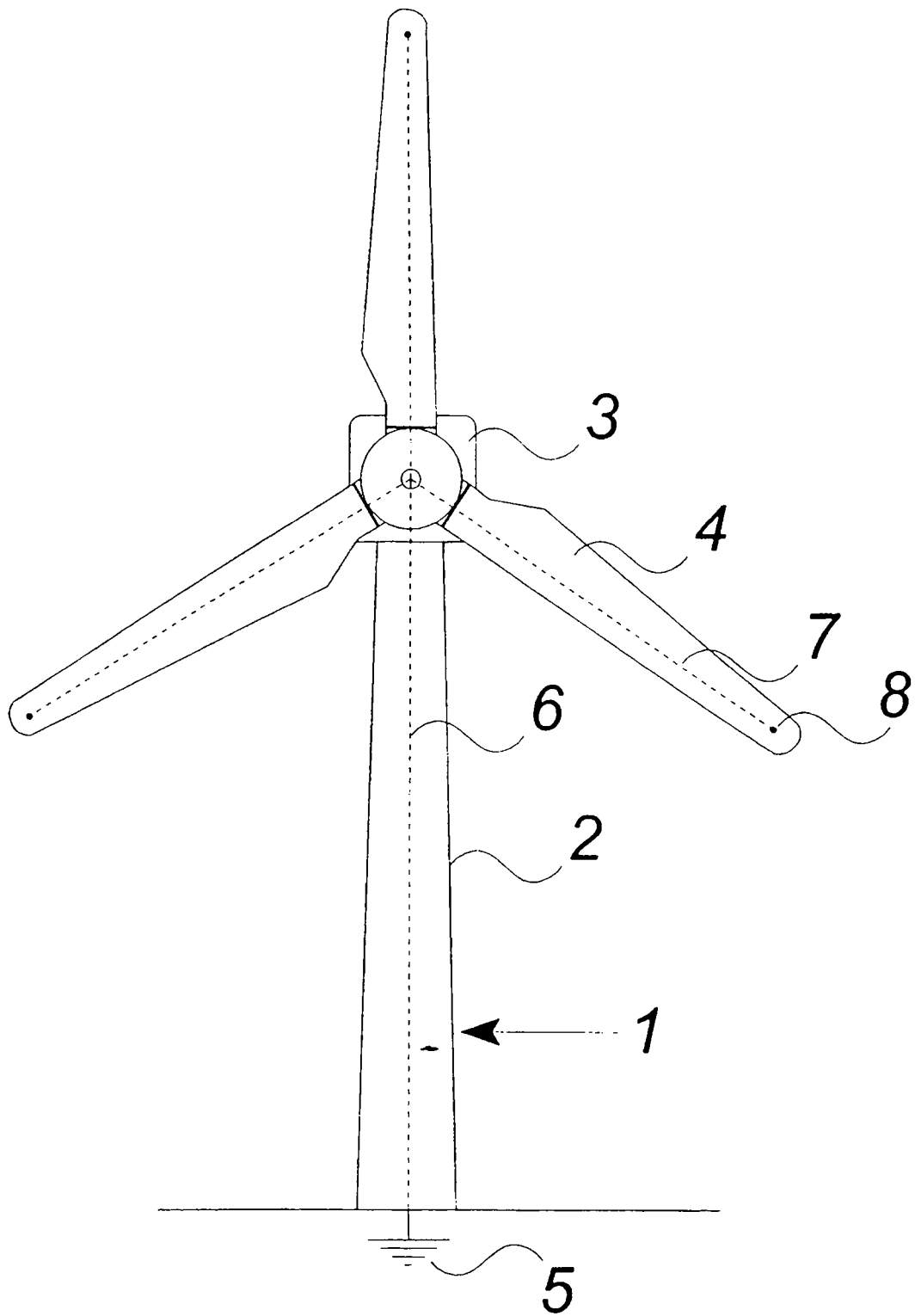


Fig. 1

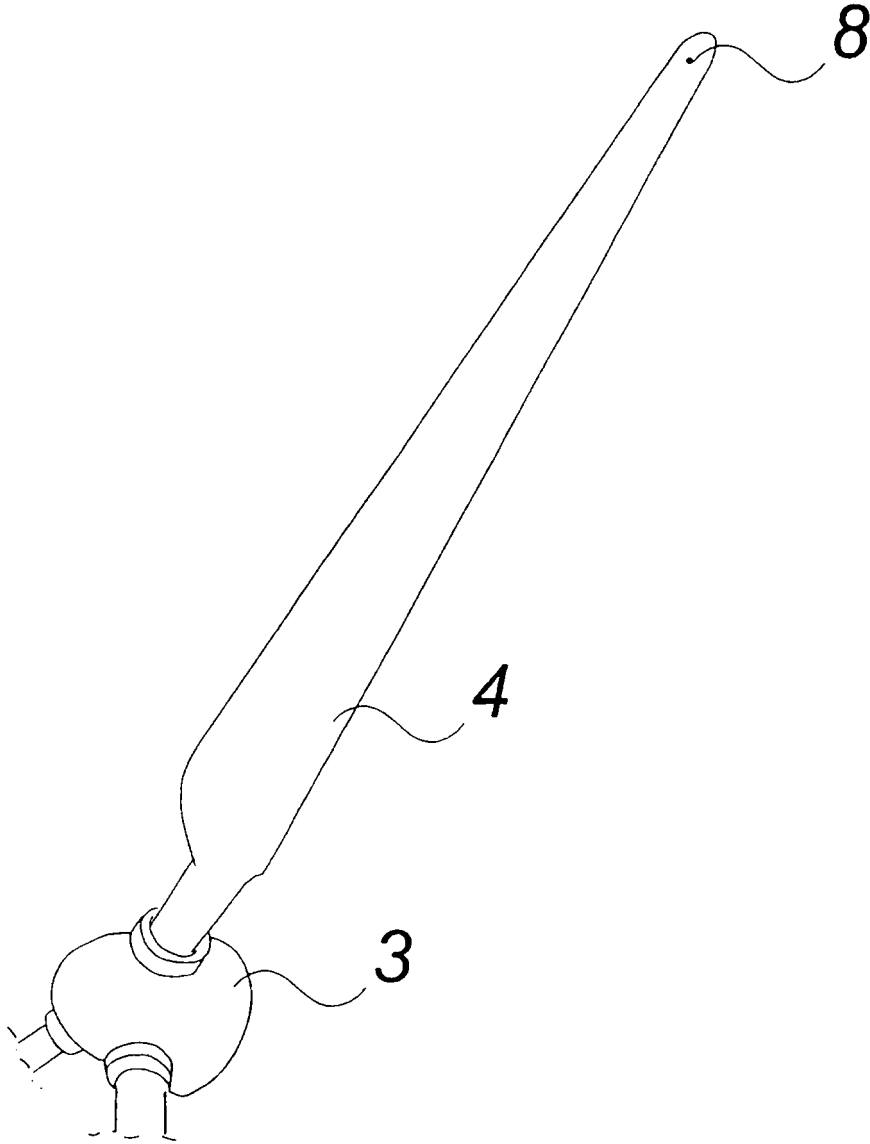


Fig. 2

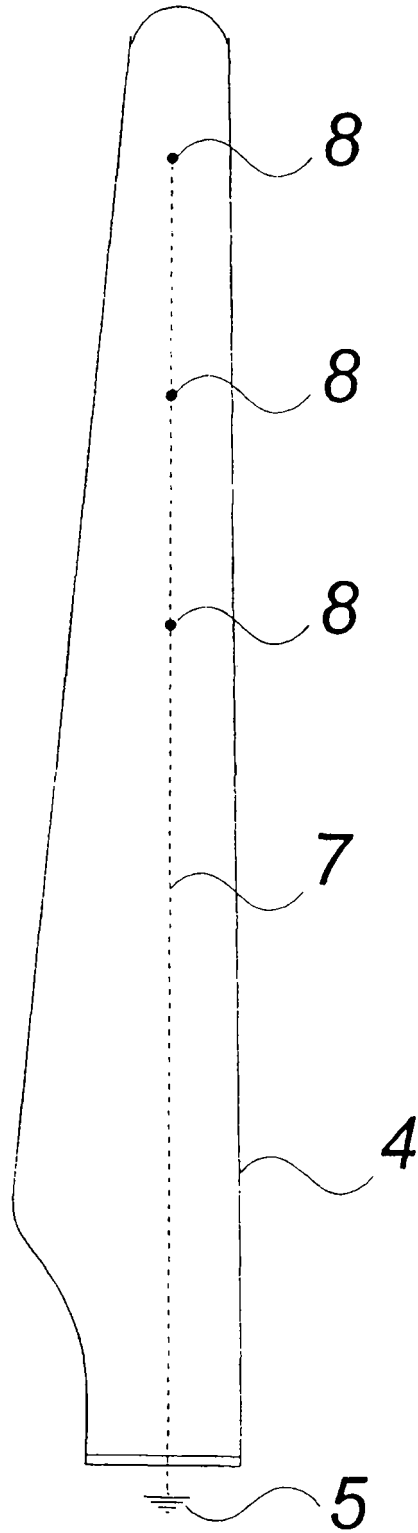


Fig. 3

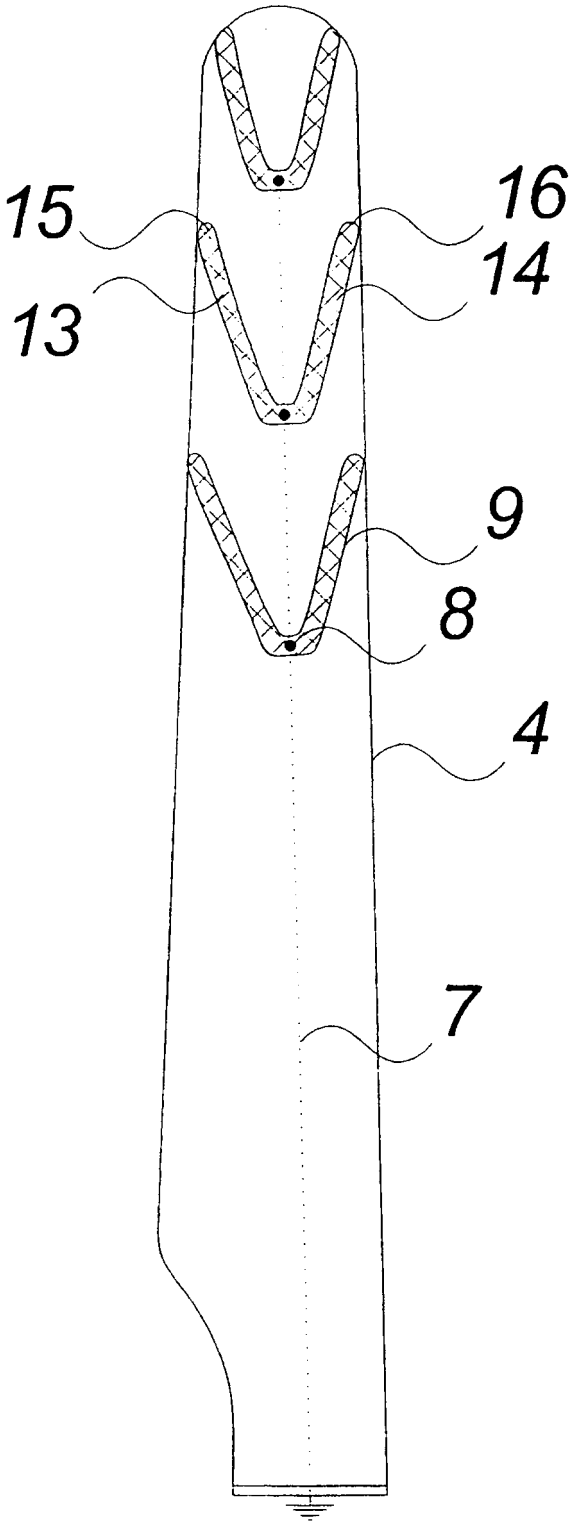


Fig. 4

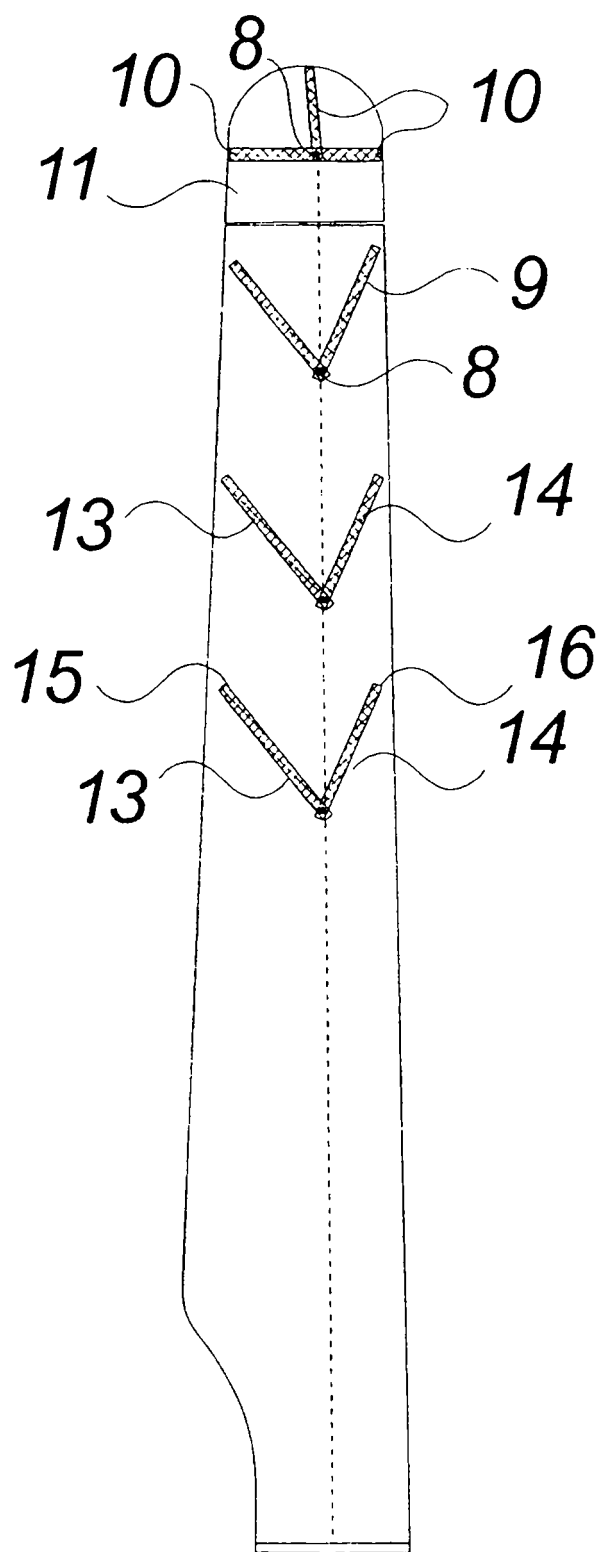


Fig. 5

