

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 785**

51 Int. Cl.:

F03D 80/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2020 PCT/EP2020/050812**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2020 WO20148279**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2020 E 20702218 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2023 EP 3874167**

54 Título: **Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica, pala de turbina eólica y procedimiento relacionado**

30 Prioridad:

16.01.2019 ES 201900007

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

07.07.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
INNOVATION & TECHNOLOGY S.L. (100.0%)
Avenida de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren (Navarra), ES**

72 Inventor/es:

**MARCH NOMEN, VICTOR;
BAUTISTA RABANAL, YOLANDA;
BELDA PEÑA, ADRIANA;
SANZ SOLANA, VICENTE y
MUÑOZ BABIANO, ALMUDENA**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 945 785 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

Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica, pala de turbina eólica y procedimiento relacionado

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica. Esta invención se refiere a sistemas de disipación de carga eléctrica de conformidad con el sistema de protección contra rayos y/o con la capacidad de mitigar los problemas de suciedad en las palas del generador de una turbina eólica.

Un segundo objeto de la invención es la pala de turbina eólica que comprende el sistema de disipación de carga eléctrica.

Un tercer objeto de la invención es un procedimiento para disipar cargas eléctricas en una pala de turbina eólica.

Antecedentes de la invención

En el estado de la técnica se conoce el documento US2497924 que se refiere al problema de la electricidad estática sobre la superficie de una aeronave. Este problema apareció en la industria aeronáutica con la inclusión de artículos eléctricos en aeronaves y el mal funcionamiento de los dispositivos cuando la aeronave se somete a nubes y hielo, lluvia o polvo. Además, la aeronave está aislada del suelo. Por lo tanto, no es posible tener un cable al suelo durante el vuelo para disipar la electricidad estática. Este sistema se basa en descargadores de corona dispuestos en las alas de las aeronaves que están conectados a la superficie metálica y descargan electricidad estática al aire. Esto reduce el aumento del potencial de la aeronave que protege los dispositivos eléctricos y electrónicos.

También se conoce el documento US3260893 relacionado con un sistema de descarga electrostática para aeronaves que compensa el potencial natural al que se somete la aeronave, usando un sistema basado en un generador que puede generar altos voltajes de CC para llevar la aeronaves al mismo potencial natural en esa región. También comprende un sensor para medir el potencial de referencia que el generador necesita adquirir.

Del documento US2003170122 A1 se conoce una turbina eólica que tiene un dispositivo para la descarga continua de carga electrostática de cada pala de rotor del rotor de la turbina eólica, proporcionado por una resistencia óhmica en serie y una inductancia, conectada entre la pala del rotor y la tierra.

El solicitante no conoce ningún sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica que resuelva los inconvenientes mencionados anteriormente.

El sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica y el procedimiento relacionado de la presente invención resuelven los inconvenientes citados anteriormente proporcionando un sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica que evita la electricidad estática sobre la superficie de la pala y la electricidad estática acumulada en los sistemas de protección contra rayos sin influir en el funcionamiento del propio sistema de protección contra rayos.

Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica en donde la electricidad estática recoge partículas cargadas y estas son guiadas a la raíz de la pala.

Además, el sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica de la presente invención resuelve los siguientes inconvenientes del estado de la técnica:

- Evita la electricidad estática sobre la superficie de la pala debido a:
 - Estática por precipitación:
 - la presencia de la turbina eólica en una tormenta, y
 - la carga triboeléctrica (friccional) causada por nieve neutra, lluvia, tormenta de arena o,
 - bombardeo de partículas de polvo de la superficie frontal de la pala.
 - Evita la electricidad estática acumulada en el sistema de protección contra rayos sin influir en el funcionamiento del propio sistema de protección contra rayos.
 - Mitiga la acumulación de suciedad reduciendo la carga estática.

El sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica, en donde la pala de turbina eólica comprende una raíz, una superficie interna, una superficie externa y una primera pintura conductora dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa, comprende:

- al menos un conjunto de receptor metálico dispuesto al menos parcialmente sobre la superficie externa de la pala, y

- al menos un cable conductor conectado a al menos un conjunto de receptor metálico, y,

en donde el sistema comprende además al menos un primer elemento antiestático configurado para conectar eléctricamente la primera pintura conductora dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa de la pala con el al menos un conjunto de receptor metálico.

Opcionalmente, la pala de turbina eólica comprende una placa metálica para conectar la pala a un buje de una turbina eólica, en donde el al menos un cable conductor también está conectado a la placa metálica.

El al menos un primer elemento antiestático es un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ].

Así configurado, el sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica de la presente invención permite descargar la carga estática opcionalmente al buje a través de la placa metálica, siendo preferiblemente un anillo de un cojinete de la pala, sin verse afectado por cualquier impacto de un rayo, ya que habitualmente el impacto de un rayo elimina la pintura cerca del conjunto de receptor metálico interrumpiendo la trayectoria entre la primera pintura conductora dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa de la pala y el cable conductor conectado a al menos un conjunto de receptor metálico. Además, el al menos un primer elemento antiestático así configurado garantiza el contacto entre la primera pintura conductora y el al menos un conjunto de receptor metálico.

Opcionalmente, el conjunto de receptor metálico comprende:

- al menos un receptor de perno metálico dispuesto sobre la superficie externa de la pala, y
- al menos un receptor de bloque metálico conectado a al menos un receptor de perno metálico.

Opcionalmente, el sistema comprende además al menos un segundo elemento antiestático dispuesto entre el al menos un cable conductor y la placa metálica que evita el flujo de corrientes producidas por rayos a través del mismo, actuando como un aislante para dichas corrientes.

Preferiblemente, el al menos un segundo elemento antiestático está dispuesto adyacente a la placa metálica.

Preferiblemente, el al menos un segundo elemento antiestático está dispuesto, al menos parcialmente, sobre la superficie interna de la pala.

Preferiblemente, el al menos un segundo elemento antiestático es un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ].

Preferiblemente, el al menos un segundo elemento antiestático comprende una estera de pintura que minimiza la pintura en la pala.

Alternativamente, el al menos un segundo elemento antiestático comprende una barra que permite un montaje más rápido del al menos un segundo elemento antiestático entre el al menos un cable conductor y la placa metálica de manera similar a un dispositivo de *plug and play*.

Opcionalmente, el sistema comprende además una banda metálica dispuesta sobre la superficie externa de la pala, que es adyacente a al menos un tercer elemento antiestático, en donde entre la banda metálica y el al menos un tercer elemento antiestático, y la superficie externa de la pala, se dispone una segunda pintura o lámina o pieza conductora, en donde la banda metálica está conectada a al menos un cable conductor. Esto constituye un punto de recogida adicional para electricidad estática.

Preferiblemente, la banda metálica, el al menos un tercer elemento antiestático y la segunda pintura o lámina o pieza conductora o pieza están dispuestas en la raíz de la pala.

Preferiblemente, la primera pintura conductora dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa de la pala de la turbina eólica comprende una resistividad superficial $\leq 10^{12} \Omega/\text{cuad}$, siendo dos órdenes de magnitud por debajo de las pinturas conductoras del estado de la técnica.

También preferiblemente, el al menos un tercer elemento antiestático comprende una resistividad superficial $\leq 10^{12} \Omega/\text{cuad}$, siendo dos órdenes de magnitud por debajo de las pinturas conductoras del estado de la técnica.

La presente invención también se refiere a una pala de turbina eólica que comprende el sistema de disipación de carga eléctrica descrito anteriormente.

La presente invención también se refiere a un procedimiento para disipar la carga eléctrica en una pala de turbina eólica, en donde la pala de turbina eólica comprende:

- una raíz
- una superficie interna,
- una superficie externa,
- una primera pintura conductora dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa,
- al menos un conjunto de receptor metálico dispuesto al menos parcialmente sobre la superficie externa, y
- al menos un cable conductor conectado a al menos un conjunto de receptor metálico, y

en donde el procedimiento comprende una primera etapa de conectar eléctricamente la primera pintura conductora dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa de la pala con el al menos un conjunto de receptor metálico por medio de al menos un primer elemento antiestático.

Opcionalmente, la pala de turbina eólica comprende una placa metálica para conectar la pala a un buje de una turbina eólica y el procedimiento comprende además una segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor a la placa metálica.

Preferiblemente, la primera etapa de conectar eléctricamente la primera pintura conductora dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa de la pala con al menos un conjunto de receptor metálico por medio del al menos un primer elemento antiestático se lleva a cabo colocando un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 k Ω , 10 M Ω].

Preferiblemente, la segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor a la placa metálica se lleva a cabo por medio de al menos un segundo elemento antiestático.

Preferiblemente, la segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor a la placa metálica por medio del al menos un segundo elemento antiestático se lleva a cabo en un lugar ubicado adyacente a la placa metálica, preferiblemente en un lugar ubicado al menos parcialmente sobre la superficie interna de la pala.

Preferiblemente, la segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor a la placa metálica por medio del al menos un segundo elemento antiestático se lleva a cabo colocando un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 k Ω , 10 M Ω].

Opcionalmente, el procedimiento comprende además una etapa adicional de conectar eléctricamente una banda metálica dispuesta sobre la superficie externa de la pala, banda metálica preferiblemente dispuesta en la raíz de la pala, a al menos un cable conductor.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 muestra una vista en alzado del sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica de la presente invención.

La Figura 2 muestra una vista de la sección AA de la Figura 1 en donde está representado el al menos un primer elemento antiestático configurado para conectar eléctricamente la primera pintura conductora dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa de la pala con el al menos un conjunto de receptor metálico.

La Figura 3 muestra una vista esquemática del interior de la pala en la zona de la raíz de la pala en donde está representado el al menos un segundo elemento antiestático que comprende una estera de pintura dispuesta entre el al menos un cable conductor y la placa metálica.

La Figura 4 muestra una vista esquemática del interior de la pala en la zona de la raíz de la pala en donde está representado el al menos un segundo elemento antiestático que comprende una barra que está dispuesta entre el al menos un cable conductor y la placa metálica.

La Figura 5 muestra una vista de la sección BB de la Figura 1, en donde se muestra la banda metálica dispuesta sobre la superficie externa de la pala adyacente a al menos un tercer elemento antiestático y la segunda pintura o lámina o pieza conductora.

5 Realización preferida de la invención

En una realización preferida de la invención, el sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1), en donde la pala de turbina eólica (1) comprende una raíz (2), una superficie interna (3), una superficie externa (4) y una primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4), comprende:

- al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) dispuesto al menos parcialmente sobre la superficie externa (4) de la pala (1), que a su vez comprende:
 - al menos un receptor de perno metálico (7) dispuesto sobre la superficie externa (4) de la pala (1), y
 - al menos un receptor de bloque metálico (8) conectado a al menos un receptor de perno metálico (7), y
- al menos un cable conductor (9) conectado a al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8),

en donde el sistema comprende además al menos un primer elemento antiestático (10) configurado para conectar eléctricamente la primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4) de la pala (1) con el al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8).

Opcionalmente, la pala de turbina eólica (1) comprende una placa metálica (6) para conectar la pala (1) a un buje de una turbina eólica (no mostrado), en donde el al menos un cable conductor (9) también está conectado a la placa metálica (6).

El al menos un primer elemento antiestático (10) es un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ], que comprende preferiblemente una resistencia en el intervalo [10 kΩ, 1 MΩ].

El sistema comprende además al menos un segundo elemento antiestático (11), que comprende preferiblemente una estera de pintura, dispuesta entre el al menos un cable conductor (9) y la placa metálica (6), en donde el al menos un segundo elemento antiestático (11) está dispuesto adyacente a la placa metálica (6) y, al menos parcialmente, sobre la superficie interna (3) de la pala (1).

El al menos un segundo elemento antiestático (11) es un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ], que comprende preferiblemente una resistencia en el intervalo [10 kΩ, 1 MΩ].

El sistema comprende además una banda metálica (12) dispuesta sobre la superficie externa de la pala (4), que es adyacente a al menos un tercer elemento antiestático (13), en donde entre la banda metálica (12) y el al menos un tercer elemento antiestático (13), y la superficie externa (4) de la pala (1), está dispuesta una segunda pintura o lámina o pieza conductora (14), en donde la banda metálica (12) está conectada a al menos un cable conductor (9), preferiblemente por medio de un artículo metálico, preferiblemente un sistema de perno (15) y tuerca (16), y en donde la banda metálica (12), el al menos un tercer elemento antiestático (13) y la segunda pintura o lámina o pieza conductora (14) están dispuestos en la raíz (2) de la pala (1),

La presente invención también se refiere a una pala de turbina eólica (1) que comprende el sistema de disipación de carga eléctrica descrito anteriormente.

La presente invención también se refiere a un procedimiento para disipar la carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1), en donde la pala de turbina eólica (1) comprende:

- una raíz (2),
- una superficie interna (3),
- una superficie externa (4),
- opcionalmente una placa metálica (6) para conectar la pala (1) a un buje de una turbina eólica,
- una primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4),
- al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) dispuesto sobre la superficie externa, que a su vez comprende:
 - al menos un receptor de perno metálico (7) dispuesto sobre la superficie externa (4) de la pala (1), y

○ al menos un receptor de bloque metálico (8) conectado al menos a un receptor de perno metálico (7), y

5 ● al menos un cable conductor (9) conectado a al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) y a la placa metálica (6), y

10 en donde el procedimiento comprende una primera etapa de conectar eléctricamente la primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4) de la pala (1) con el al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) por medio de al menos un primer elemento antiestático (10), y opcionalmente una segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor (9) a la placa metálica (6).

15 La primera etapa de conectar eléctricamente la primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4) de la pala (1) con al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) por medio del al menos un primer elemento antiestático (10) se lleva a cabo colocando un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ], preferiblemente colocando un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [10 kΩ, 1 MΩ].

20 La segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor (9) a la placa metálica (6) se lleva a cabo por medio de al menos un segundo elemento antiestático (11), segunda etapa llevada a cabo en un lugar situado adyacente a la placa metálica (6), preferiblemente en un lugar situado al menos parcialmente sobre la superficie interna (3) de la pala.

25 La segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor (9) a la placa metálica (6) por medio del al menos un segundo elemento antiestático (11) se lleva a cabo colocando un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ], preferiblemente colocando un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [10 kΩ, 1 MΩ].

30 Preferiblemente, el procedimiento comprende además una etapa adicional de conectar eléctricamente una banda metálica (12) dispuesta sobre la superficie externa (4) en la raíz (2) de la pala (1), a al menos un cable conductor (9).

35 La etapa adicional comprende además una sub-etapa de conectar eléctricamente la banda metálica (12) a al menos un tercer elemento antiestático (13) adyacente a la banda metálica (12), y disponer una segunda pintura o lámina o pieza conductora (14) entre la banda metálica (12) y el al menos un tercer elemento antiestático (13), y la superficie externa (4) de la pala (1).

Las pruebas de laboratorio dan soporte al hecho de que las corrientes debidas a rayos no pueden fluir a través de estos elementos antiestáticos (10, 11, 13), y que el nivel de aislamiento es el mismo que para cualquier aislador.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1), en donde la pala de turbina eólica (1) comprende una raíz (2), una superficie interna (3), una superficie externa (4) y una primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4), en donde el sistema comprende:
 - al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) dispuesto al menos parcialmente en la superficie externa (4) de la pala (1),
 - al menos un cable conductor (9) conectado a al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8),**caracterizado porque** el sistema comprende además al menos un primer elemento antiestático (10) configurado para conectar eléctricamente la primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4) de la pala (1) con el al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8), y en donde el al menos un primer elemento antiestático es un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ].
2. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 1 en donde la pala de turbina eólica (1) comprende una placa metálica (6) para conectar la pala (1) a un buje de una turbina eólica, **caracterizado porque** el al menos un cable conductor (9) también está conectado a la placa metálica (6).
3. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 2 **caracterizado porque** comprende además al menos un segundo elemento antiestático (11) dispuesto entre el al menos un cable conductor (9) y la placa metálica (6).
4. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 3 **caracterizado porque** el al menos un segundo elemento antiestático (11) está dispuesto adyacente a la placa metálica (6).
5. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4 **caracterizado porque** el al menos un segundo elemento antiestático (11) está dispuesto, al menos parcialmente, en la superficie interna (3) de la pala (1).
6. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 **caracterizado porque** el al menos un segundo elemento antiestático (11) es un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ], que comprende preferiblemente una resistencia en el intervalo [10 kΩ, 1 MΩ].
7. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6 **caracterizado porque** el al menos un segundo elemento antiestático (11) comprende una estera de pintura.
8. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6 **caracterizado porque** el al menos un segundo elemento antiestático (11) comprende una barra.
9. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) dispuesto al menos parcialmente en la superficie externa (4) de la pala (1) comprende:
 - al menos un receptor de perno metálico (7) dispuesto en la superficie externa (4) de la pala (1), y
 - al menos un receptor de bloque metálico (8) conectado a al menos un receptor de perno metálico (7).
10. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el al menos un primer elemento antiestático (10) es un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 kΩ, 10 MΩ], que comprende preferiblemente una resistencia en el intervalo [10 kΩ, 1 MΩ].
11. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** comprende además una banda metálica (12) dispuesta en la superficie externa de la pala (4), que es adyacente a al menos un tercer elemento antiestático (13), en donde entre la banda metálica (12) y el al menos un tercer elemento antiestático (13), y la superficie externa (4) de la pala (1), se dispone una segunda pintura o lámina o pieza conductora (14), en donde la banda metálica (12) está conectada a al menos un cable conductor (9).

- 5 12. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 11 **caracterizado porque** la banda metálica (12) está conectada al menos un cable conductor (9) por medio de un artículo metálico, preferiblemente un sistema de perno (15) y tuerca (16).
- 10 13. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12 **caracterizado porque** en donde la banda metálica (12), el al menos un tercer elemento antiestático (13) y la segunda pintura o lámina o pieza conductora (14) están dispuestos en la raíz (2) de la pala (1).
- 15 14. Sistema de disipación de carga eléctrica para una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13 **caracterizado porque** el al menos un tercer elemento antiestático (13) comprende una resistividad superficial $\leq 10^{12} \Omega/\text{cuad}$.
- 20 15. Pala de turbina eólica (1) que comprende el sistema de disipación de carga eléctrica de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 25 16. Pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 15 que comprende además una raíz (2), una superficie interna (3), una superficie externa (4) y una primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4), **caracterizada porque** la primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4) comprende una resistividad superficial $\leq 10^{12} \Omega/\text{cuad}$.
- 30 17. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1), en donde la pala de turbina eólica (1) comprende:
- una raíz (2),
 - una superficie interna (3),
 - una superficie externa (4),
 - una primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4),
 - al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) dispuesto en la superficie externa (4),
 - al menos un cable conductor (9) conectado a al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8), y
- 35 **caracterizado porque** el procedimiento comprende una primera etapa de conectar eléctricamente la primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4) de la pala (1) con el al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) por medio de al menos un primer elemento antiestático, en donde el al menos un primer elemento antiestático es un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 k Ω , 10 M Ω].
- 40 18. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 17, en donde la pala de turbina eólica comprende una placa metálica (6) para conectar la pala (1) a un buje de una turbina eólica y el procedimiento comprende además una segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor (9) a la placa metálica (6).
- 45 19. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18 **caracterizado porque** la primera etapa de conectar eléctricamente la primera pintura conductora (5) dispuesta al menos parcialmente sobre la superficie externa (4) de la pala (1) con el al menos un conjunto de receptor metálico (7, 8) por medio del al menos un primer elemento antiestático (10) se lleva a cabo por medio de un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [10 K Ω , 1 M Ω].
- 50 20. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1) según las reivindicaciones 18 **caracterizado porque** la segunda etapa de conectar eléctricamente el al menos un cable conductor (9) a la placa metálica (6) se lleva a cabo por medio de al menos un segundo elemento antiestático (11).
- 55 21. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 20 **caracterizado porque** la segunda etapa se lleva a cabo en un lugar situado adyacente a la placa metálica (6).
- 60 22. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 21 **caracterizado porque** la segunda etapa se lleva a cabo en un lugar ubicado al menos parcialmente en la superficie interna (3) de la pala.
- 65 23. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 18, 20, 21 o 22 **caracterizado porque** la segunda etapa se lleva a cabo colocando un

elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [1 k Ω , 10 M Ω], preferiblemente colocando un elemento resistivo que comprende una resistencia en el intervalo [10 k Ω , 1 M Ω].

- 5 24. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 23 **caracterizado porque** comprende además una etapa adicional de conectar eléctricamente una banda metálica (12) dispuesta en la superficie externa (4) de la pala (1), a al menos un cable conductor (9).
- 10 25. Procedimiento para disipar carga eléctrica en una pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 24 **caracterizado porque** la etapa adicional comprende una sub-etapa de conexión eléctrica de la banda metálica (12) a al menos un tercer elemento antiestático (13) adyacente a la banda metálica (12), y disponer una segunda pintura conductora (14) o lámina o pieza entre la banda metálica (12) y el al menos un tercer elemento antiestático (13), y la superficie externa (4) de la pala (1).

15

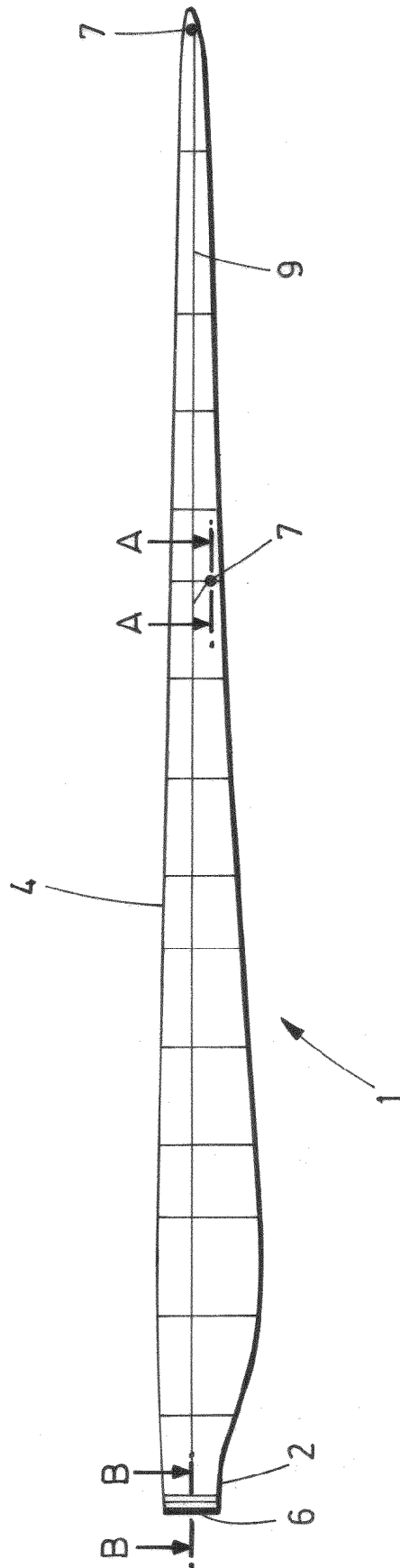


Figura1

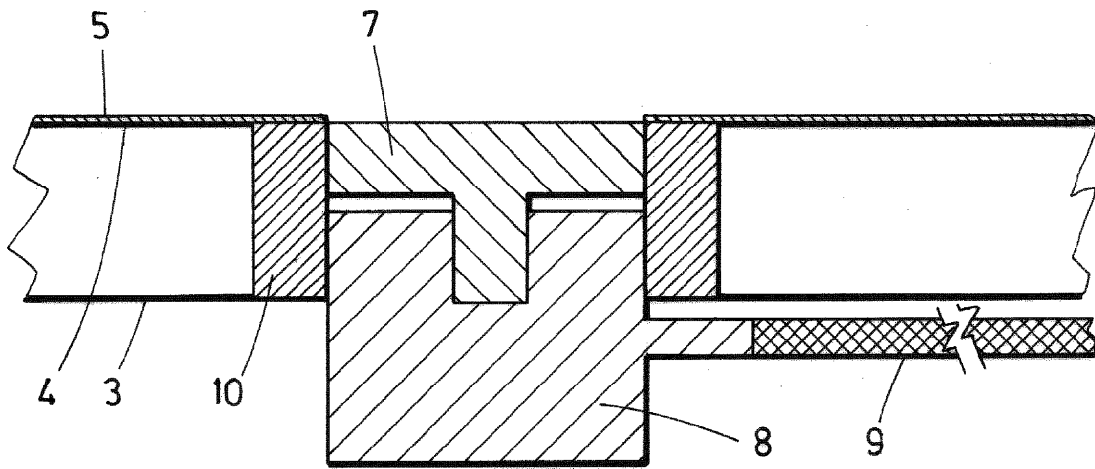


Figura 2
A-A

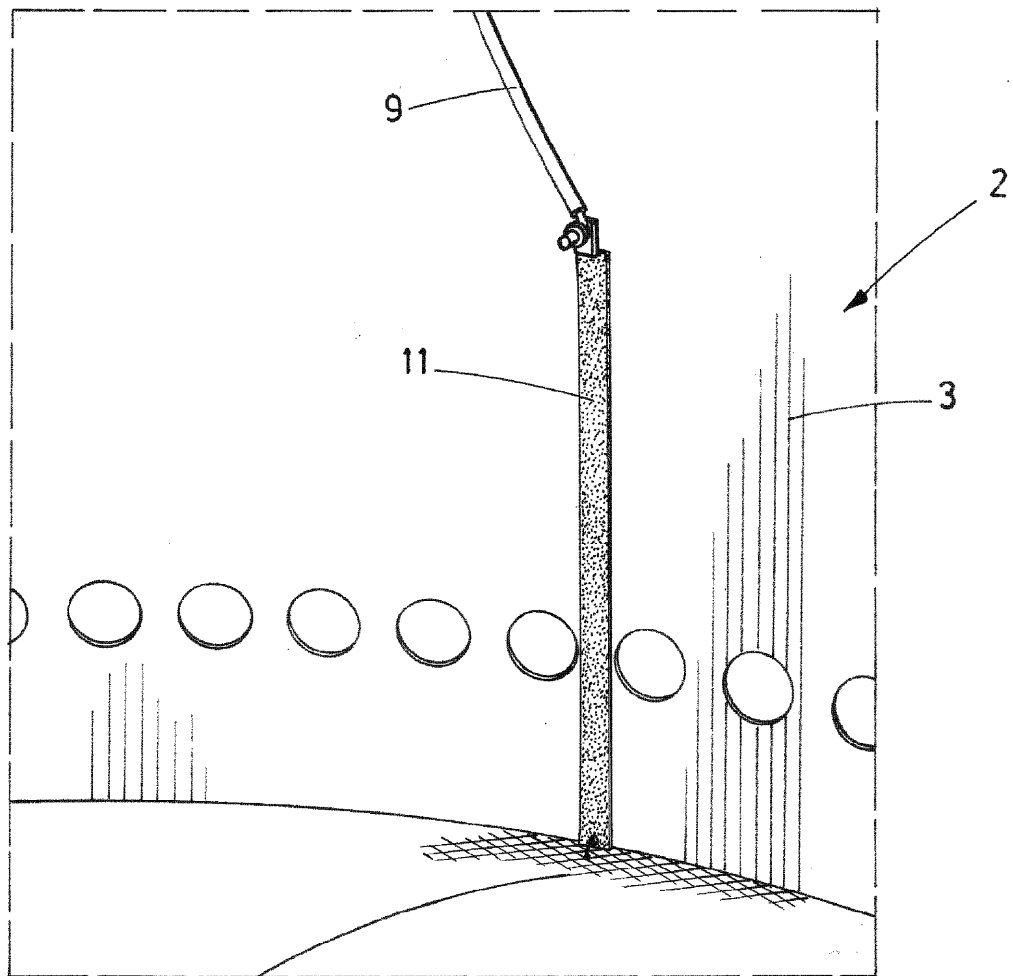


Figura 3

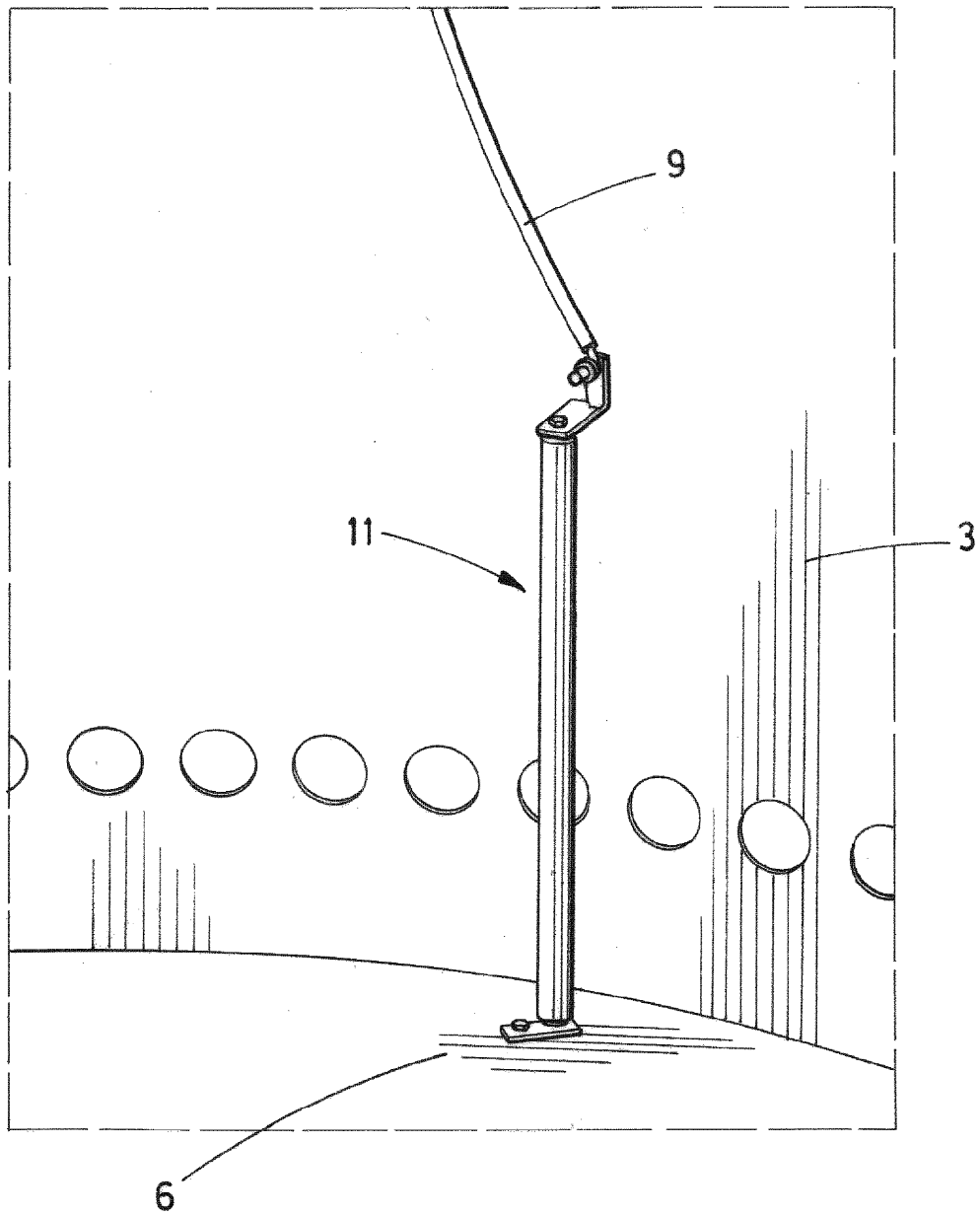


Figura 4

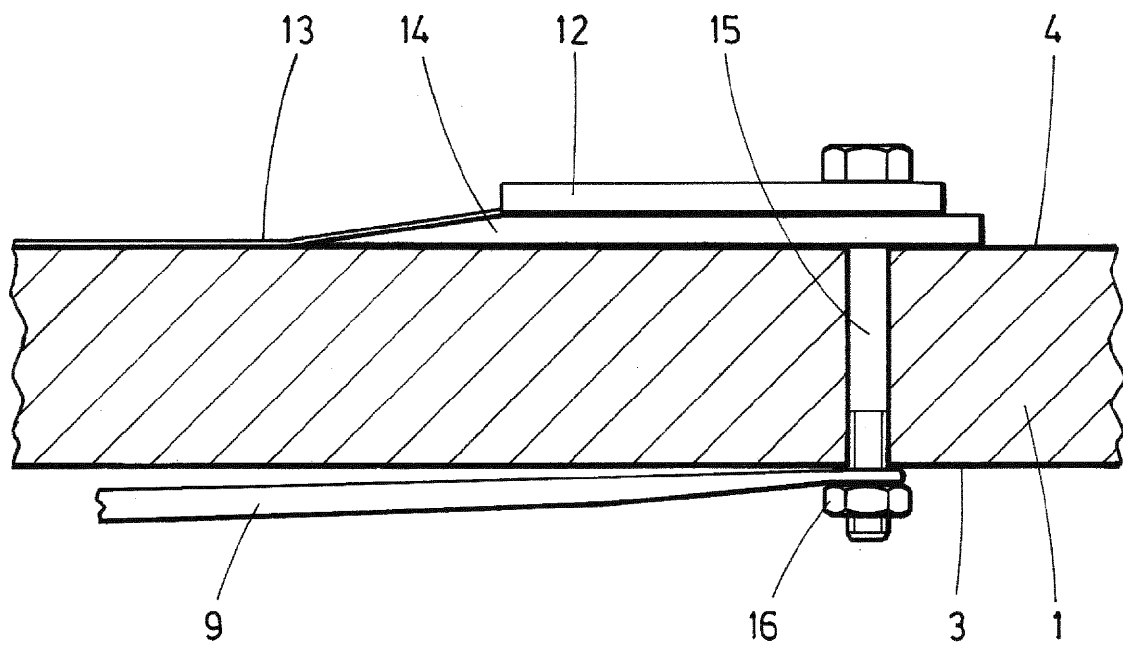


Figura 5
B-B