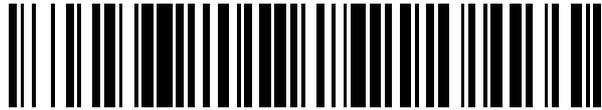


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 086**

51 Int. Cl.:

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2011 E 11009447 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015 EP 2458207**

54 Título: **Sistema pararrayos para pala de aerogenerador con laminados de fibra de carbono**

30 Prioridad:

30.11.2010 ES 201001525

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

13.10.2015

73 Titular/es:

**GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
(100.0%)**

**Avenida Ciudad de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren, Navarra, ES**

72 Inventor/es:

**AROCENA DE LA RUA, ION y
SANZ PASCUAL, ENEKO**

ES 2 548 086 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 PARARRAYOS PARA PALA DE AEROGENERADOR CON LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO**Objeto de la patente**

5

El objeto de la patente es dotar de un sistema de pararrayos a las actuales palas de aerogeneradores. El nuevo sistema pararrayos se logra añadiendo un dispositivo que reduce la fracción de la corriente del rayo que se transmite por los laminados de fibra de carbono.

10

Antecedentes de la invención

Debido a la altura alcanzada por los aerogeneradores y a su emplazamiento en zonas elevadas sin otros elementos de altura similar, existe un alto riesgo de recibir impacto de rayo, especialmente en las palas. Por este motivo, las palas deben disponer de un sistema de protección contra el rayo, y cualquier sistema adicional instalado en la pala que contenga elementos conductores (piezas metálicas, sensores, sistemas de balizado,...) debe estar protegido contra los impactos directos de rayo y los efectos indirectos debidos al campo electromagnético inducido por la corriente del rayo.

15

El sistema de protección contra rayos de las palas de aerogenerador tiene como principales componentes una serie de receptores metálicos dispuestos en la superficie de la pala y un cable conductor que conduce el rayo desde los receptores hasta la raíz.

20

La evolución en el desarrollo de aerogeneradores y el incremento en la potencia suministrada hacen que cada vez se conciben aerogeneradores de dimensiones superiores tanto en altura de torre como en diámetro de rotor. Con el aumento de la longitud de la pala se hace necesario un incremento en la rigidez. Una forma muy extendida de conseguir esta rigidez es mediante el uso de una mayor cantidad de laminados basado en fibra de carbono en la fabricación de la pala. Sin embargo, los laminados de fibra de carbono son conductores, por lo que deben ser conectados en paralelo con el cable conductor del sistema de protección contra rayos para evitar que se generen arcos internos entre el cable y el laminado y para que no se produzcan impactos directos de rayos en el laminado de carbono.

25

30

35

En ese sentido puede citarse la patente WO2006051147 donde se presenta un "Pararrayos para una pala de aerogenerador constituida con laminados de fibra de carbono" ya que el uso de la fibra de carbono en la construcción de la viga de la pala obliga a equipotenciar dicho material con el sistema pararrayos. Para ello, al cable principal del sistema pararrayos se le dota de derivaciones para conectarlo directamente con los laminados de la fibra de carbono. Estos cables auxiliares están conectados mediante unión atornillada a una pletina metálica en contacto directo con las capas de fibra de carbono. La conexión eléctrica puede mejorarse mediante el empleo de resinas conductoras adicionales en la zona de unión.

Sin embargo en esta solución, el reparto de corriente transmitida a través del cable y de los laminados de carbono no se controla, lo que puede hacer que sea más difícil transmitir la corriente por el carbono sin dañarlo, haciéndose necesario un dispositivo que conecte los laminados de fibra de carbono en paralelo con el cable conductor del sistema y que controle la corriente circulante por la fibra de carbono como el propuesto en la presente invención.

20 **Descripción**

Las grandes longitudes de las palas actuales obligan a reforzar de forma adecuada la viga interna de la pala (el elemento estructural que soporta los mayores esfuerzos). Así la viga se fabrica con un número creciente de capas de fibra de carbono lo que puede constituir un problema (dado que los laminados más gruesos y anchos presentan menos resistencia al paso de la corriente) para conducir las fuertes corrientes por el cable bajante del pararrayos en vez de por el laminado de la viga.

Es un objeto de la invención mejorar el sistema de pararrayos existente para palas de menor longitud y con una menor cantidad de fibra de carbono en los laminados de la viga de la pala.

Es otro objeto de la invención incluir un dispositivo en al menos una de las conexiones existentes entre los laminados de la fibra de carbono y el cable

conductor del sistema pararrayos para controlar la fracción de la corriente del rayo que se transmite por los laminados de fibra de carbono.

5 Es otro objeto de la invención que el dispositivo de control de corriente esté formado por un elemento de elevada inductancia, lo que permite reducir la fracción de la corriente del rayo transmitida por los laminados de la fibra de carbono.

10 Todo ello se logra al conectar el laminado de fibra de carbono con el cable conductor. De esta forma el sistema de protección contra rayos se convierte en un circuito con dos ramas en paralelo: una rama formada por el cable conductor, de baja resistencia y alta inductancia y la otra rama formada por el laminado de carbono, de alta resistencia y baja inductancia. Cuando un rayo impacta en uno de los receptores de la pala, el sistema de protección
15 contra rayos debe evacuar la corriente del rayo, cuya forma de onda está caracterizada por tener una primera fase en la que la corriente sube de forma súbita, seguida de una segunda fase donde la corriente desciende de forma más lenta. Cuando esta corriente se inyecta al circuito formado por el laminado de carbono conectado en paralelo al cable, la corriente se distribuye de la
20 siguiente forma:

- Durante la fase de subida súbita, la mayor parte de la corriente se transmite por el conductor de menor inductancia (el laminado de carbono)

- Durante la fase de bajada gradual, la mayor parte de la corriente se transmite por el conductor con menos resistencia (el cable conductor)

25 Con la distribución descrita de corriente, el laminado de carbono soporta un gran pico de corriente al comienzo de la descarga. Por otro lado, conforme el tamaño de las palas aumenta, la inductancia de los laminados de carbono (de mayor anchura y espesor) se reduce, lo que provoca que la fracción de la corriente que se conduce por el carbono sea mayor. La transmisión de una
30 descarga de rayo es fácil de realizar en elementos metálicos, pero complicada de realizar en laminados de carbono (que contienen resinas que se degeneran a temperaturas de 100°C a 200°C).

35 La principal ventaja del uso del dispositivo de elevada inductancia

colocado en la conexión entre los laminados de carbono y el cable conductor es la de reducir el paso de corriente a través del laminado de carbono y favorecer la conducción a través del cable metálico.

5 Otra de las ventajas es que no es necesario emplear un dispositivo en las dos conexiones entre el carbono y el cable conductor (al comienzo y final del laminado); es suficiente con emplear un dispositivo en una de las dos conexiones.

10 **Descripción de las figuras**

La figura 1 representa la posición relativa entre las alas de carbono y el cable que discurre a través del alma en una sección de la pala.

15 La figura 2 muestra la pletina que realiza la conexión con la fibra de carbono así como las derivaciones mediante cables auxiliares.

La figura 3 muestra en detalle la conexión entre la pletina y la fibra de carbono y las derivaciones de los cables auxiliares al cable principal con la inclusión del dispositivo de elevada inductancia.

20 **Descripción de la realización preferencial**

Tal y como muestra la figura 1, el sistema pararrayos en pala (1) con laminados de fibra de carbono (2) objeto de la invención emplea el sistema pararrayos basado en un cable principal (6) al que adicionalmente se dota de
25 unas derivaciones para conectarlo directamente con los laminados de fibra de carbono (2), de esta forma aseguramos que ambos sistemas se hallan al mismo potencial.

Tal y como muestra la figura 2, las derivaciones se realizan mediante dos
30 conexiones a cada uno de los dos laminados de fibra de carbono (2), el correspondiente a la parte superior de la viga (10) y el correspondiente a la parte inferior de la misma, representados en la figura anterior. Dichos laminados se encuentran dispuestos en las dos caras que se pegan enfrentadas a las conchas de la pala denominadas alas (4). Las conexiones se realizan una en la
35 zona de la raíz de la viga y otra en la zona de la punta, de tal forma que las alas

(4) de la viga pasan a ser caminos alternativos del rayo. La característica diferenciadora del sistema empleado radica en la forma de realizar las conexiones entre el cable principal (6) y los laminados de carbono (2), esto se consigue por medio de derivaciones del cable principal (6) gracias a pequeños trozos de cable auxiliar (5) que son conectados mediante unión atornillada a una pletina (3) metálica. La pletina (3) metálica es la responsable de realizar la conexión directa con el carbono (2). Las pletinas (3) son colocadas durante el proceso de laminación de la viga sobre las capas de fibra de carbono de la viga y posteriormente son cubiertas con las capas de fibra de vidrio o carbono empleadas en el laminado posterior de la viga. Las pletinas (3) se adhieren a los laminados en el curado normal de dicha viga consiguiendo así una unión mecánicamente robusta con la viga y eléctricamente bien conectada con la fibra de carbono (2).

Tal y como se muestra en la figura 3, según la realización práctica de la invención, se tiene la sección típica de la viga de la pala formada por dos almas (8) y dos alas (4). Los laminados de carbono (2) utilizados para rigidizar la viga se emplean en las alas (4) de la viga (10). Por ello, son estos laminados (2) los que se conectan al cable bajante o cable principal (6) a través de un elemento conductor auxiliar (5) y que se conecta por medio de una unión atornillada a la pletina metálica (3) y al dispositivo (12) capaz de reducir el paso de corriente a través del laminado de carbono (2) y favorecer la conducción a través del cable principal (6). El dispositivo (12) redistribuye la corriente dentro de la pala y no fuera de ella, protegiendo la fibra de carbono (2) utilizada en la viga de la pala (1).

El dispositivo del sistema pararrayos objeto de la invención es aplicable a los sistemas pararrayos ya existentes. Para ello únicamente hay que incluir el nuevo dispositivo cortando el cable existente y empalmándolo entre el laminado de carbono (2) y el cable principal (6). El dispositivo (12) es un elemento inductivo cuya inductancia varía entre 5mH y 50mH en función a la longitud de la pala (que puede variar entre 20 y 70 metros) y está formado preferentemente por una bobina con dos terminales para facilitar su conexión.

35

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema pararrayos en pala de aerogenerador con laminados de fibra de carbono de los que se dispone de un cable principal (6) de bajada
5 equipotencializado con los laminados (2) de fibra de carbono en diferentes localizaciones de la pala (1) por medio de derivaciones del cable principal (6) con cables auxiliares (5) conectados mediante unión atornillada a una pletina (3) metálica conectada a su vez al laminado de fibra de carbono (2) caracterizado porque al menos en un cable auxiliar (5) se dispone de un
10 dispositivo (12) con dos conexiones que facilita su empalme con el cable principal (6) y con el laminado de fibra de carbono (2) caracterizado porque el dispositivo es un elemento inductivo cuya inductancia varía entre 5mH y 50mH en función a la longitud de la pala.
- 15 2.- Uso del sistema pararrayos en pala de aerogenerador con laminados de fibra de carbono de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque cuando el dispositivo (12) tiene una inductancia mayor de 5mH y dicha inductancia está colocada en la conexión existente entre los laminados de carbono y el cable conductor o cable principal (6) se reduce el paso de corriente
20 a través del laminado de carbono y se favorece la conducción a través del cable metálico.

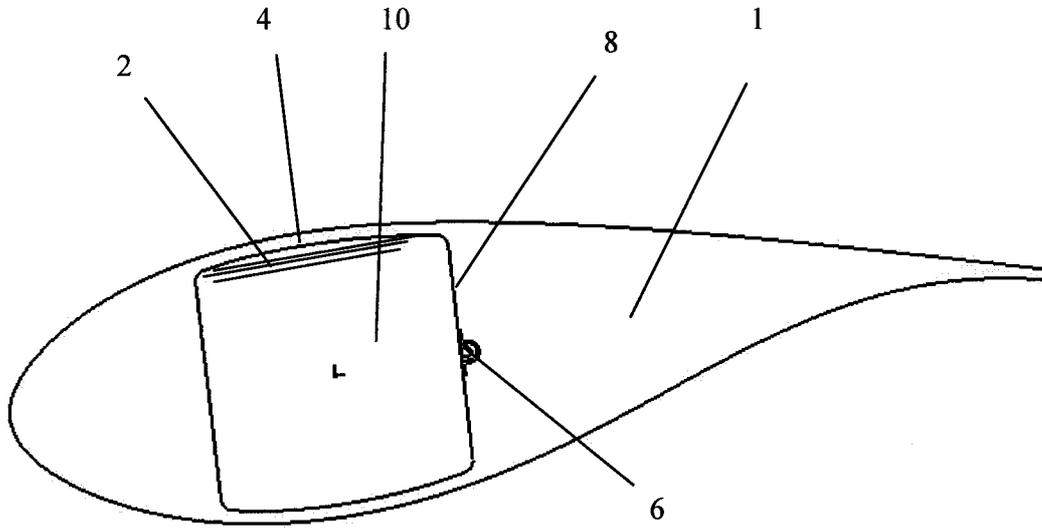


Fig. 1

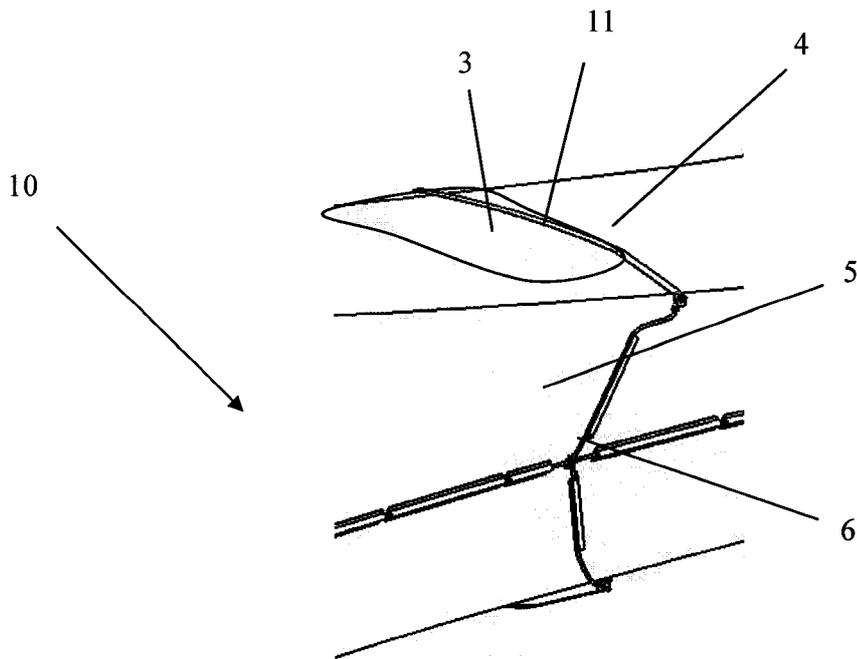


Fig. 2

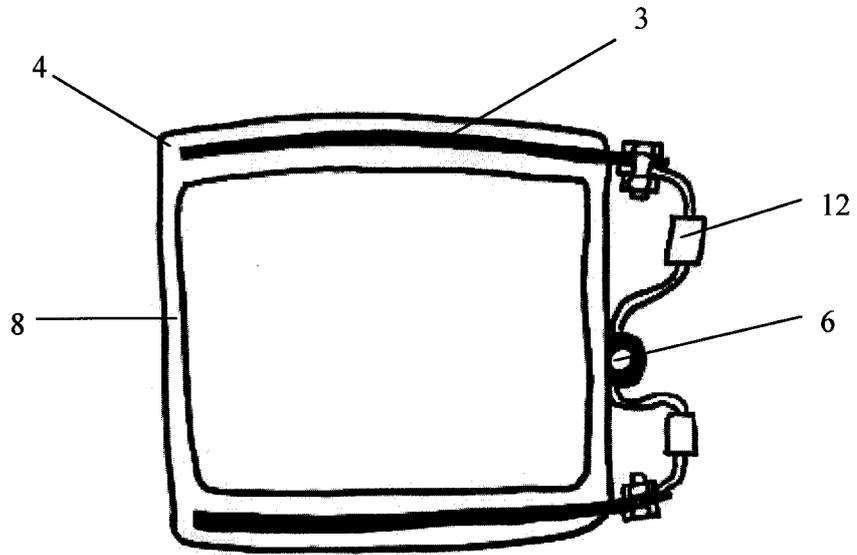


Fig. 3