

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 373 154**

② Número de solicitud: 200901053

⑤ Int. Cl.:

F03D 11/00 (2006.01)

H02G 13/00 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **22.04.2009**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2012**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
01.02.2012

⑦ Solicitante/s:
GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
Polígono Industrial Los Agustinos - c/ A, s/n
31013 Pamplona, Navarra, ES

⑦ Inventor/es: **Arocena de la Rúa, Ion;**
Candela Garolera, Anna y
Sanz Pascual, Eneko

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Sistema de protección de rayos para palas seccionales.**

⑤ Resumen:

Sistema de protección de rayos para palas seccionales. Sistema de protección de rayos adicional para uniones intermedias de pala de aerogenerador consistente en un carenado metálico que cubre los elementos de unión de pala a la vez que apantalla y protege a los elementos internos de la unión frente a impactos de rayos.

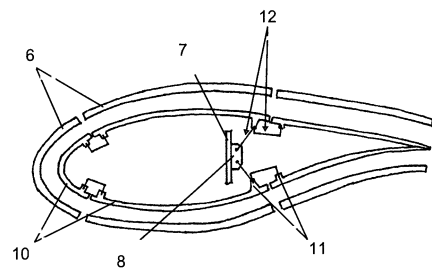


Figura 7

DESCRIPCIÓN

Sistema de protección de rayos para palas seccionales.

Objeto de la invención

La presente invención está relacionada con los sistemas de protección frente a rayos implementados en las palas de los aerogeneradores y más concretamente con un sistema de protección de rayos para palas seccionales.

Antecedentes de la invención

La pala es el componente de un aerogenerador más sensible frente a impactos de rayos. Numerosos factores hacen complejo el diseño de un sistema apropiado que evite daños por el impacto de los rayos: su gran longitud, la combinación de materiales no conductores (como la fibra de vidrio) con otros conductores (como la fibra de carbono), la baja resistencia al calor de las resinas empleadas, etc ...

En la bibliografía existente sobre impactos de rayos se recoge la necesidad de equipotencializar todos los elementos conductores de la pala y conectarlos al sistema pararrayos del resto del aerogenerador.

La fibra de carbono, como material conductor, deberá ser equipotencializada con el sistema pararrayos. El problema de dejar elementos conductores aislados es la diferencia de potencial tan elevada que se crea entre los mismos debido a los fenómenos de inducción originados por el rayo a su paso por el sistema pararrayos. Esta diferencia de potencial puede dar lugar a un salto del arco, lo que en el laminado de fibra de la pala una situación de este tipo sería fatal.

La mayor parte de los diseños de pala incluyen un sistema de protección de rayos que consiste en una serie de receptores dispuestos en la zona más cercana a la punta de la pala, que se unen, por medio de un cable que baja por el interior de la pala, a un sistema ubicado en el buje del aerogenerador que guía al rayo hasta la base del mismo. El sistema debe conseguir que el impacto de los rayos sea atraído a los receptores, para evitar que se produzcan en otras partes más expuestas de la pala. Una vez captado el rayo, el sistema debe conseguir que el rayo sea guiado hasta la base de la pala sin que su gran energía provoque daños en la estructura de la pala.

Se conocen diferentes soluciones basadas en este tipo de topología, las cuales se muestran en patentes como DE4436197, WO0177527, US6612810, WO9607825, EP0707145 o las patentes del solicitante ES2255436 y ES2255454.

Por otro lado, el gran tamaño alcanzado por los últimos diseños de palas está provocando que se comiencen a realizar diseños donde la pala se divide en varios tramos, que son ensamblados en el emplazamiento del aerogenerador. De esta forma, la logística y transporte del montaje de la máquina se simplifica y se puede acceder a emplazamientos donde resulta inviable transportar palas de un gran tamaño.

Los sistemas de unión de pala pueden ser de dos tipos: de unión química (mediante medios adhesivos) o de unión mecánica (mediante soluciones atornilladas). Dado lo sensible que son las uniones adhesivas a las condiciones ambientales, las uniones de pala basadas en sistemas atornillados son más robustas y adecuadas para el montaje en campo.

Las patentes EP 1 584 817 y ES 2 265 760 del solicitante muestran dos soluciones de pala seccional

cuyas uniones mecánicas se realizan mediante soluciones atornilladas.

Se conocen también otras soluciones de pala partida cuyas secciones se unen mecánicamente mediante uniones atornilladas como las que se muestran en las patentes US20030138290 y DE3109566.

La inclusión de uniones atornilladas entre tramos de pala se consigue, por tanto, mediante la inclusión de elementos metálicos en la unión de pala.

Estos elementos metálicos afectan directamente al comportamiento de la pala frente a impactos de rayos, ya que se convierten en puntos potenciales de atracción de impactos, por lo que deben ser tenidos en cuenta en el diseño del sistema de protección de rayos de la pala, ya que el impacto de rayos en la unión atornillada podría dañarla (generación de puntos de inicio de grietas, daños de las uniones roscadas, daños en posibles sistemas de monitorización, saltos de arcos entre diferentes elementos metálicos, etc ...).

Una solución básica de protección consistiría en conectar los elementos metálicos al cable bajante de la pala, pero el hecho de estar conectados a tierra les hace más susceptibles de recibir un impacto de rayo. No conectar estos elementos metálicos al cable bajante disminuye el riesgo, pero se debe tener en cuenta que en el caso de que hubiera impacto de rayo, la corriente sólo podría derivarse al cable bajante mediante un arco eléctrico, con el consiguiente daño en la unión.

Se conocen también soluciones de sistemas de protección frente a impactos de rayos como la Patente europea EP 2 019 204, que proponen la colocación de un receptor a modo de abrazadera sobre la superficie externa de material compuesto de la pala (embebidos en el laminado o montados *a posteriori* sobre el compuesto). Esta solución se comporta de la misma forma que un receptor típico de punta, cambiando solamente la forma del receptor, de mayor superficie que los receptores típicos. Sin embargo estas soluciones, al ir sobre la superficie de la concha, no solucionan el problema del impacto de rayos en las uniones de las secciones de la pala, dado que la colocación de receptores como el mostrado al lado de la unión de pala no eliminaría la posibilidad de impactos en los elementos metálicos de la unión de pala.

Descripción de la invención

La presente invención consiste en un sistema de protección de rayos adicional para uniones intermedias de pala de aerogenerador consistente en un carenado metálico que cubre los elementos de unión de pala, manteniendo la geometría aerodinámica de la sección de pala a la vez que protege a los elementos internos de la unión frente a impactos de rayos.

La invención se aplica en una pala que consta de varios módulos que se unen entre sí a través de una unión atornillada y que consta de un sistema de protección frente a impactos de rayos formado por un receptor en un extremo de la pala y un cable bajante que se extiende a lo largo de la viga estructural de la pala.

Una vez que se realiza la unión estructural entre módulos de pala, dicha unión se cubre mediante una serie de carenados metálicos que consiguen una continuidad superficial en el exterior de la pala, apantando el volumen contenido por las carenas, donde se localizan los elementos metálicos de la unión, es decir, creando un recinto en el cual el campo eléctrico existente es nulo. Este fenómeno provoca que, cuan-

do la pala se ve sometida al intenso campo eléctrico generado antes del impacto del rayo, no surjan descargas verticales de los elementos de unión de pala y sí de los carenados metálicos, con lo que se garantiza que el impacto se realizará antes en las carenas que en los elementos metálicos de pala. De esta manera los elementos de la unión quedan aislados frente a impactos de rayos.

Una vez protegidos del impacto directo los elementos de unión de pala, se puede optar por conectar o no los elementos de unión al cable bajante, para solucionar otros fenómenos (corrientes inducidas en los elementos, descarga de electricidad estática, etc ...).

La fijación de los carenados a los módulos de pala se realiza mediante uniones atornilladas.

Por otro lado, los carenados se conectan al cable bajante del sistema de protección de rayos convirtiéndose de este modo, en un receptor adicional del sistema pararrayos.

La conexión de los carenados al cable bajante se puede realizar:

1. De forma directa; atornillado un cable auxiliar a los carenados y al cable bajante.
2. De forma indirecta; colocando unos elementos conductores auxiliares, perfiles metálicos, en las zonas externas de los módulos de pala donde se atornillan los carenados, conectados al cable bajante. De esta forma, al asentar la carena metálica sobre los perfiles, todo el conjunto de carenas queda conectado eléctricamente al cable bajante.

La conexión de los cables bajantes de cada módulo se realiza por el atornillado de un herraje en cada módulo, en uno de los laterales de la viga, antes de la colocación de los carenados.

Por último, una ventaja añadida del diseño propuesto es la fácil sustitución de las carenas si son impactadas por un rayo o la fácil inspección del estado de la unión intermedia mediante el desmontaje de las carenas situadas sobre la unión.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una perspectiva de una pala seccional.

La figura 2 muestra un detalle de la parte de la unión de los módulos de una pala mediante uniones atornilladas.

La figura 3 muestra un detalle de la parte de unión de dos módulos de una pala con la disposición de unos carenados según la invención.

La figura 4 muestra un detalle en perspectiva del acoplamiento del cable bajante a un herraje dispuesto en la viga estructural de un módulo de pala.

La figura 5 muestra un detalle de la sección de la parte de la unión entre módulos de la pala para una conexión directa de los carenados según la invención.

La figura 6 muestra un detalle de la sección de la parte de la unión entre módulos de la pala para una conexión indirecta de los carenados según la invención.

La figura 7 muestra una vista en sección explosionada de la disposición de los carenados sobre los perfiles en la parte de la unión de los módulos de la pala según la invención.

La figura 8 muestra un detalle esquemático de la conexión entre los perfiles y el cable bajante según la invención.

Descripción de una realización preferencial

Las palas de aerogeneradores de grandes dimensiones presentan diseños modulares, es decir, determinan diferentes tramos unidos entre sí mediante uniones mecánicas, como por ejemplo uniones atornilladas que incorporan en la pala gran cantidad de elementos metálicos concentrados en secciones intermedias, que constituyen un punto potencial de impactos de rayos.

La figura 1 muestra una pala seccional (1) de estas características, constituida por un módulo I (3) y un módulo II (4), unidos entre sí mediante una serie de elementos metálicos (5) como los mostrados en la figura 2.

Generalmente los sistemas de protección frente al impacto de rayos basan su topología en la ubicación de un receptor en el extremo más alejado del aerogenerador, es decir, en la punta de la pala, el cual se conecta a un cable bajante que se extiende longitudinalmente a lo largo de la viga de la pala hasta un punto de conexión a tierra.

Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, estas soluciones no protegen la parte de las uniones de las palas constituidas por varios módulos, por lo que la presente invención propone un sistema de protección frente a rayos adicional, de aplicación en dichos puntos de unión (2) de los diferentes módulos (3, 4) que forman la pala (1) seccional.

El sistema de protección adicional, tal y como se muestra en la figura 3, se basa en la incorporación de unos carenados (6), de los cuales al menos dos son metálicos, preferentemente los opuestos entre sí de cada concha, en las partes de unión (2), de forma que estos queden integrados en la propia estructura de la pala (1), dejando una superficie lisa y evitando de esta forma problemas aerodinámicos que pueden derivar en ruidos y en bajada de rendimiento aerodinámico.

La incorporación de los carenados metálicos (6) dispuestos de tal forma, apantalla la unión de la pala de manera que en la zona de la unión (2) se anula el campo eléctrico (5) y por lo tanto se evitan los impactos de rayo en los elementos de la unión. En el caso de que el rayo impacte sobre los carenados (6) se deriva directamente al cable bajante (7) y de este a tierra, de manera que la corriente no circula por los elementos de la unión (2), mientras que en el caso de que impacte sobre el receptor del sistema de protección principal, la corriente se derivará por el cable bajante (7) hasta llegar a tierra, sin circular a través del carenado (6) ni por los elementos metálicos (5) de la unión (2).

La conexión de los carenados (6) al cable bajante (7) del sistema de protección de rayos principal, puede realizarse de forma directa o indirecta.

La conexión de forma directa (ver figura 5) incorpora un cable adicional para su conexión entre el herraje (8), dispuesto en la viga (9) estructural de la pala (1) al que se conecta el cable bajante (7) (ver figura 4), y los carenados metálicos (6) dispuestos cubriendo la unión (2) de los módulos (3 y 4) de la pala (1).

La conexión de forma indirecta, como se muestra en las figuras 6, 7 y 8, incorpora unos perfiles (10) que determinan unas lengüetas de conexión (11) y que se colocan sobre los rebordes (1.1) de los extremos de

los módulos (3 y 4) de la pala (1). Los carenados (6) se atornillan sobre dichos perfiles (10) que previamente se conectan mediante cables adicionales (12) entre sí

y al herraje (8) ubicado en la pared lateral de la viga estructural (9) de la pala (1) a la que se conecta el cable bajante (7).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sistema de protección de rayos para palas seccionales, del tipo que se incorpora con carácter adicional a un sistema de protección de rayos principal que consta de un receptor y un cable bajante (7), para proteger la parte de la unión metálica (2) de una pala (1) formada por diferentes módulos (3, 4), **caracterizado** porque comprende la incorporación de unos carenados (6) a paño con las conchas de la pala que mantienen la geometría aerodinámica, de los cuales al menos dos son metálicos, sobre la parte de la unión metálica (2) entre módulos (3, 4) de la pala (1) conectados al cable bajante (7) del sistema de protección de rayos principal, apantando el volumen donde se contienen los elementos de unión de pala.

2. Sistema de protección de rayos para palas seccionales, según la primera reivindicación, **caracterizado** porque los carenados (6) se atornillan en los rebordes (1.1) de los extremos de los módulos (3, 4) de la pala (1) formando una superficie de pala (1) lisa y continua.

3. Sistema de protección de rayos para palas seccionales, según la segunda reivindicación, **caracterizado** porque los carenados (6) se conectan mediante un cable auxiliar a unos herrajes (8) ubicados en el lateral de la viga ; estructural (9) de la pala (1) al que se

conecta el cable bajante (7).

4. Sistema de protección de rayos para palas seccionales, según la primera reivindicación, **caracterizado** porque incorpora unos perfiles (10) que determinan unas lengüetas de conexión (11) y que se colocan sobre los rebordes (1.1) de los extremos de los módulos (3 y 4) de la pala (1).

5. Sistema de protección de rayos para palas seccionales, según las reivindicaciones primera y cuarta, **caracterizado** porque los carenados (6) se atornillan sobre los perfiles (10).

6. Sistema de protección de rayos para palas seccionales, según las reivindicaciones primera, cuarta y quinta, **caracterizado** porque los perfiles (10) se conectan entre sí y a unos herrajes (8) dispuestos en los laterales de la viga estructural (9) de la pala (1), a los que se conecta el cable bajante (7), mediante cables auxiliares (12).

7. Sistema de protección de rayos para palas seccionales, según las reivindicaciones primera y cuarta, **caracterizado** porque se incorporan el mismo número de perfiles (10) que de carenados (6).

8. Sistema de protección de rayos para palas seccionales, según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en las que los elementos de unión de pala se conectan también al cable bajante del sistema de protección de rayos.

30

35

40

45

50

55

60

65

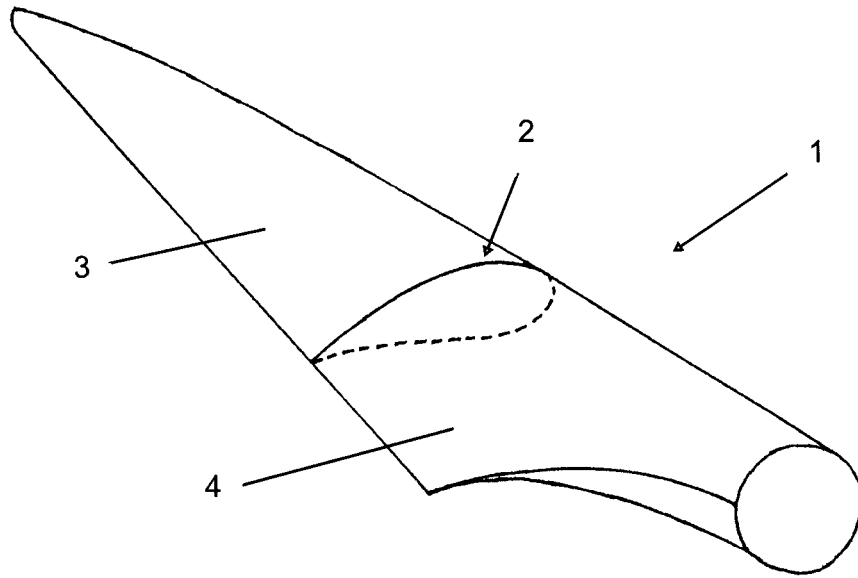


Figura 1

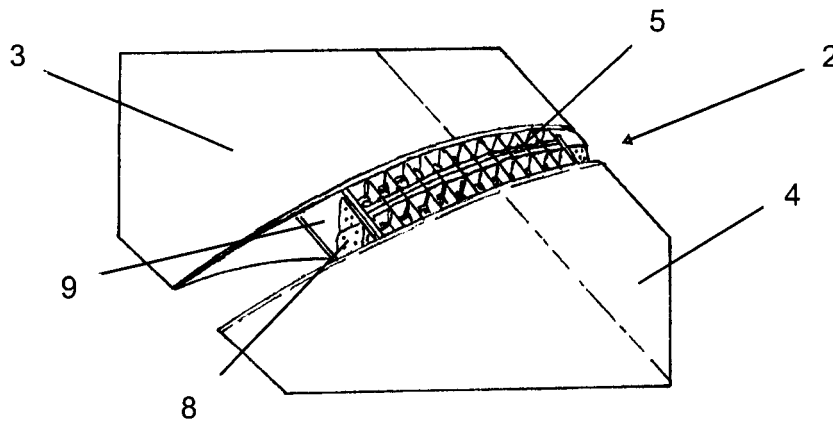


Figura 2

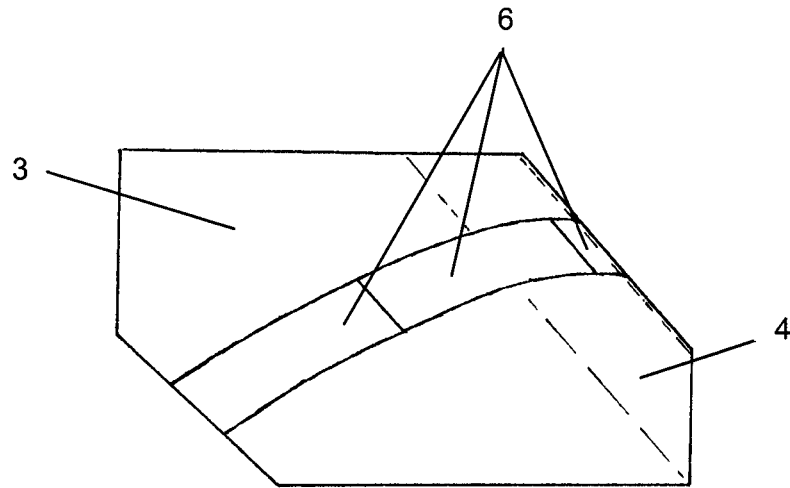


Figura 3

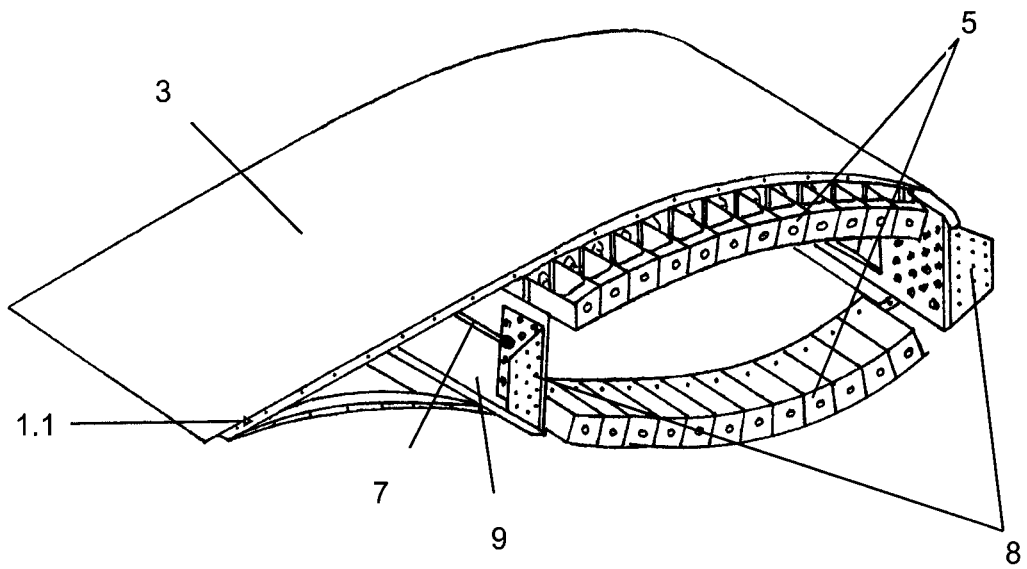


Figura 4

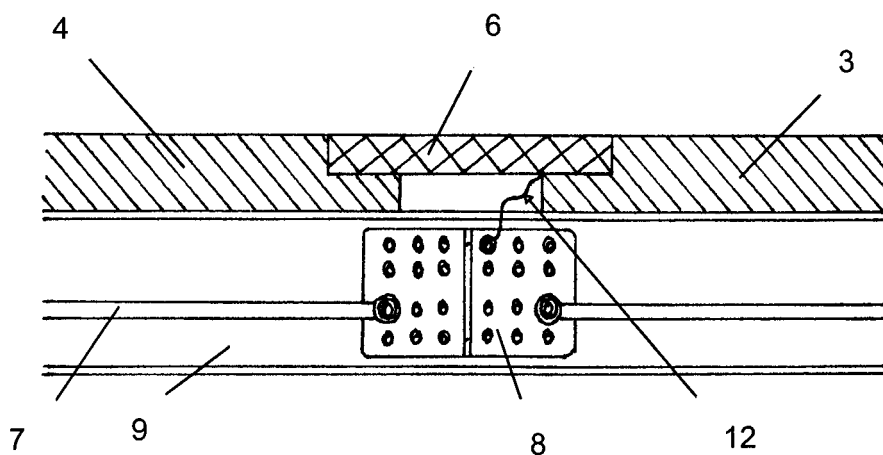


Figura 5

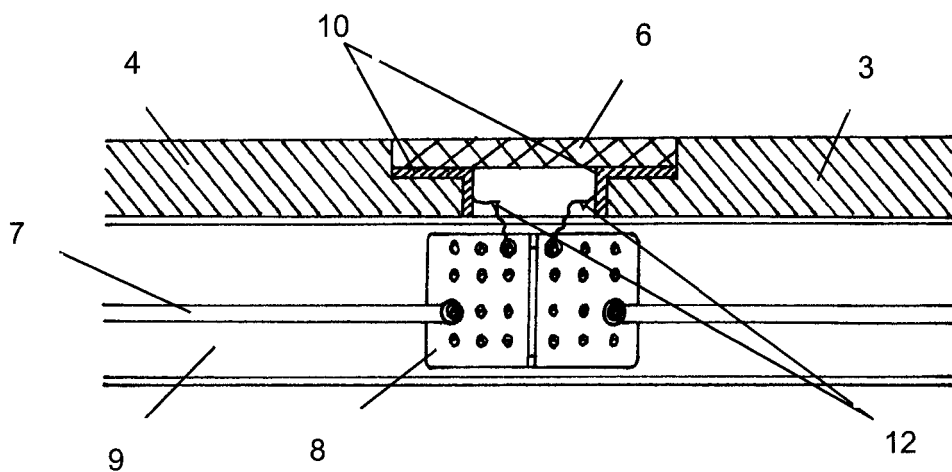


Figura 6

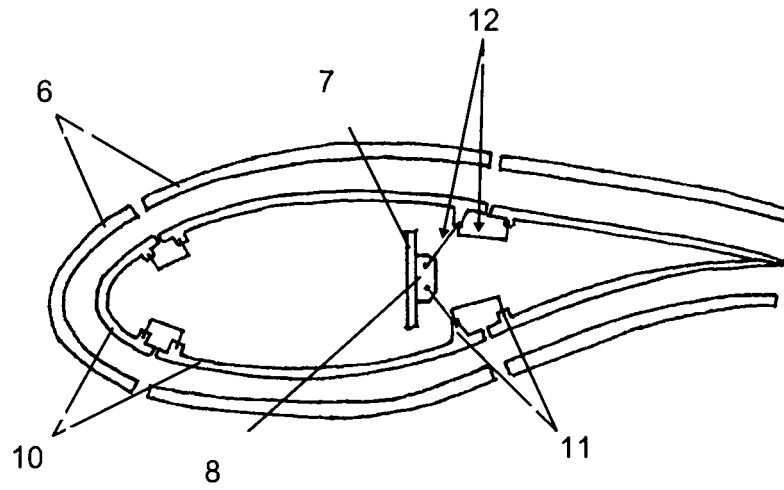


Figura 7

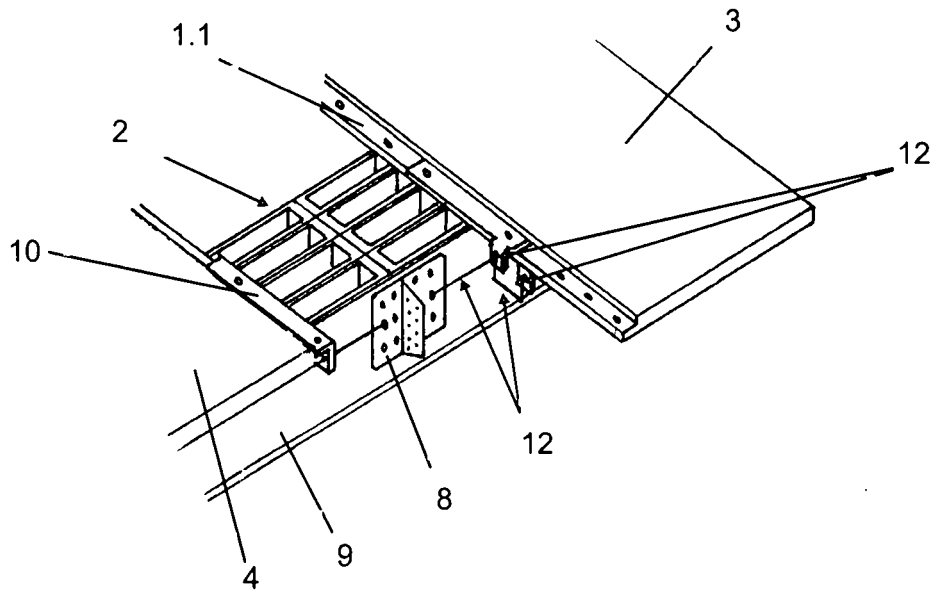


Figura 8



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200901053

②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.04.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2008240925 A1 (KITA MASAKAZU et al.) 02.10.2008, todo el documento.	1
A	JP 2008115783 A (FUJI HEAVY IND LTD) 22.05.2008, & Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; AN JP-2006300383-A. Figuras.	1
A	ES 2203171 T3 (LM GLASFIBER AS) 01.04.2004, resumen; figuras.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
18.01.2012

Examinador
M. A. López Carretero

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F03D11/00 (2006.01)

H02G13/00 (2006.01)

F03D1/06 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03D, H02G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 18.01.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-8	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-8	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2008240925 A1 (KITA MASAKAZU et al.)	02.10.2008
D02	JP 2008115783 A (FUJI HEAVY IND LTD)	22.05.2008
D03	ES 2203171 T3 (LM GLASFIBER AS)	01.04.2004

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La presente solicitud de patente en su reivindicación independiente 1 reivindica un sistema de protección de rayos, del tipo que se incorpora con carácter adicional a un sistema de protección de rayos principal que consta de un receptor y un cable bajante, para proteger la parte de la unión metálica de una pala formada por diferentes módulos, caracterizado porque comprende la incorporación de unos carenados a paño con las conchas de la pala que mantienen la geometría aerodinámica, de los cuales al menos dos son metálicos, sobre la parte de la unión metálica entre módulos de la pala conectados al cable bajante del sistema de protección de rayos principal, apantallando el volumen donde se contienen los elementos de unión de la pala.

El documento D01 es el más cercano a la solicitud y muestra una pala dividida en módulos con un sistema de protección de rayos. La unión de los módulos de la pala es a través de una unión mecánica con unos fastener y unos cables conductores que descargan el posible impacto de un rayo desde la unión metálica hasta la protección antirayos que recorre toda la pala. Esta disposición, sin embargo, no cuenta con carenados aerodinámicos que apantallan el volumen donde se produce la unión mecánica, sino que deja ésta a la intemperie a modo de receptor de un posible rayo.

El resto de los documentos divulgan distintos sistemas de protección de rayos que muestran el estado general de la técnica y no se consideran de particular relevancia pudiéndose considerar por tanto que la invención es nueva e implica actividad inventiva tal y como requieren los Arts. 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes 11/86.