



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(21) **PI 1107022-6 A2**



(22) **Data de Depósito:** 30/11/2011

(43) **Data da Publicação:** 28/07/2015
(RPI 2325)

(54) **Título:** SISTEMA PARA-RAIOS PARA PÁ DE AEROGERADOR COM LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO

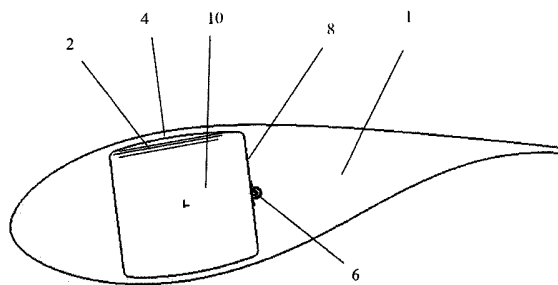
(51) **Int.CI.:** F03D11/00; F03D1/06; H02G13/00

(30) **Prioridade Unionista:** 30/11/2010 ES P201001525

(73) **Titular(es):** Gamesa Innovation & Technology, S.L.

(72) **Inventor(es):** Eneko Sanz Pascual, ION AROCENA DE LA RUA

(57) **Resumo:** SISTEMA PARA-RAIOS PARA PÁ DE AEROGERADOR COM LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO. Sistema para-raios para pá de aerogerador formado por várias conexões dispostas sobre os laminados de fibra de carbono (2) da pá (1), equipotenciando a superfície das asas (4) da viga (10) através das derivações de um cabo principal (6) mediante os respectivos cabos auxiliares (5), é realizado mediante o uso de um dispositivo (12) cujos terminais são emendados entre os extremos do citado cabo auxiliar (5). O uso dado ao dispositivo (12) de elevada indução colocado na conexão entre os laminados de carbono (2) e o cabo condutor ou cabo principal (6) é o de reduzir a passagem de corrente através do laminado de carbono e favorecer a condução através do cabo metálico.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para: **“SISTEMA PÁRA-RAIOS PARA PÁ DE AEROGERADOR COM LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO”**.

OBJETIVO DA PATENTE

O objetivo da presente patente é adotar um sistema de pára-raios as atuais pás de aerogeradores. O novo sistema pára-raios é alcançado acrescentando um dispositivo que
5 reduz a fração da corrente do raio que se transmite pelos laminados de fibra de carbono.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Devido à altura alcançada pelos aerogeradores e a sua localização em zonas elevadas, sem outros itens com altura similar, existe um alto risco de receber o impacto de
10 raios, especialmente nas pás. Por esse motivo, as pás devem dispor de um sistema de proteção contra raios, e qualquer sistema adicional instalado nas pás que contenha elementos condutores (peças metálicas, sensores, sistemas de balizamento,...) deve estar protegido contra o impacto direto de raios e os efeitos indiretos devido ao campo eletromagnético induzido pela corrente do raio.

O sistema de proteção contra raios das pás de um aerogerador tem como principais
15 componentes uma série de receptores metálicos dispostos na superfície da pá e um cabo condutor que conduz um raio desde os receptores até a raiz.

A evolução e o desenvolvimento de aerogeradores e o aumento na potência fornecida fazem com que cada vez mais se construam aerogeradores com dimensões
20 maiores, tanto em altura da torre como em diâmetro de rotor. Com o aumento da longitude das pás se faz necessário um aumento na rigidez. Uma forma generalizada de conseguir esta rigidez é mediante o uso de uma maior quantidade de laminados baseado em fibra de carbono para a fabricação das pás. Entretanto, os laminados de fibra de carbono são condutores, de modo que devem ser conectados em paralelo com um cabo condutor do
25 sistema de proteção contra raios para evitar que se gerem arcos internos entre o cabo e o laminado, e, para que não se produzam impactos diretos de raios no laminado de carbono.

Nesse sentido, pode ser citado à patente WO2006051147 onde se apresenta um
“Para-raio para uma pá de aerogerador constituída com laminados de fibra de carbono”, já que o uso da fibra de carbono na construção da viga da pá obriga a equipotencializar o dito
30 material com o sistema de pára-raios. Para isso, o cabo principal do sistema de pára-raios é dotado de derivações para conectá-lo diretamente com os laminados de fibra de carbono. Estes cabos auxiliares estão conectados mediante união aparafusada em uma platina metálica em contato direto com as capas de fibra de carbono. A conexão elétrica pode ser melhorada mediante o emprego de resinas condutoras adicionais na zona de união.

Entretanto, nesta solução, a distribuição da corrente transmitida através do cabo e
35 dos laminados de carbono não se controla, o que pode fazer com que seja mais difícil transmitir a corrente pelo carbono sem danificá-lo, fazendo-se necessário um dispositivo que

conecte os laminados de fibra de carbono em paralelo com o cabo condutor do sistema e que controle a corrente circulante pela fibra de carbono tal como proposto na presente invenção.

DESCRIÇÃO

5 As grandes longitudes das pás atuais obrigam a reforçar de forma adequada a viga interna da pá (o elemento estrutural que suporta os maiores esforços). Assim a viga é fabricada com um número crescente de capas de fibra de carbono, o que pode constituir um problema (uma vez que os laminados mais grossos e largos apresentam menos resistência ao fluxo da corrente) para conduzir as fortes correntes pelo cabo do pára-raios em vês de
10 pelo laminado da viga.

É um objetivo da presente invenção é melhorar o sistema de pára-raios existente para pás de menor longitude e com uma menor quantidade de fibra de carbono nos laminados da viga da pá.

É um outro objetivo da presente invenção incluir um dispositivo em ao menos uma
15 das conexões existentes entre os laminados da fibra de carbono e o cabo condutor do sistema pára-raios para controlar a fração da corrente do raio que se transmite pelos laminados de fibra de carbono.

Outro objetivo da presente invenção é que o dispositivo de controle de corrente esteja formado por um elemento de elevada indutância, o que permite reduzir a fração da
20 corrente do raio transmitida pelos laminados de fibra de carbono.

Tudo isso se atinge ao conectar o laminado de fibra de carbono com o cabo condutor. Desta forma o sistema de proteção contra raios se converte em um circuito com dois ramos em paralelo: um ramo formado pelo cabo condutor, de baixa resistência e alta indutância e o outro ramo formado pelo laminado de carbono, de alta resistência e baixa
25 indutância. Quando um raio impacta em um dos receptores da pá, o sistema de proteção contra raios deve evacuar a corrente do raio, cuja forma de onda está caracterizada por ter uma primeira fase na qual a corrente sobe de forma súbita, seguida de uma segunda fase onde a corrente descende de forma mais lenta. Quando esta corrente se injeta no circuito formado pelo laminado de carbono conectado em paralelo ao cabo, a corrente se distribui da
30 seguinte forma:

- Durante a fase de subida súbita, a maior parte da corrente se transmite pelo condutor de menor indutância (o laminado de carbono);

- Durante a fase de declínio gradual, a maior parte da corrente se transmite pelo condutor com menos resistência (o cabo condutor).

35 Com a distribuição descrita da corrente, o laminado de carbono suporta um grande pico de corrente no começo da descarga. Por outro lado, conforme o tamanho das pás aumenta, a indutância dos laminados de carbono (de maior largura e espessura) se reduz, o

que provoca com que a fração da corrente que é conduzida pelo carbono seja maior. A transmissão de uma descarga de raio é fácil de realizar em elementos metálicos, mas complicada em realizar em laminados de carbono (que contem resinas que se degeneram a temperaturas de 100°C a 200°C).

5 A principal vantagem do uso do dispositivo de elevada indutância colocado na conexão entre os laminados de carbono e o cabo condutor é a de reduzir o fluxo de corrente através do laminado de carbono e favorecer a condução através do cabo metálico.

Outra das vantagens é que não é necessário empregar um dispositivo nas duas conexões entre o carbono e o cabo condutor (no começo e final do laminado); é suficiente
10 empregar um dispositivo em uma das conexões.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A figura 1 representa a posição relativa entre as asas de carbono e o cabo que atravessa o núcleo em uma seção da pá.

A figura 2 mostra a platina que realiza a conexão com a fibra de carbono assim
15 como as derivações mediante cabos auxiliares.

A figura 3 mostra um detalhe da conexão entre a platina e a fibra de carbono e as derivações dos cabos auxiliares ao cabo principal com a inclusão do dispositivo de elevada indutância.

DESCRIÇÃO DA MODALIDADE PREFERENCIAL

20 Tal como mostra a figura 1, o sistema de pá-raios na pá (1) com laminados de fibra de carbono (2) objeto da presente invenção emprega o sistema pá-raios baseado em um cabo principal (6) ao qual adicionalmente é dotado de umas derivações para conectá-lo diretamente com os laminados de fibra de carbono (2), desta forma asseguramos que ambos os sistemas possuem o mesmo potencial.

25 Tal como mostrado na figura 2, as reivindicações se realizam mediante duas conexões a cada um dos laminados de fibra de carbono (2), o correspondente a parte superior da viga (10) e o correspondente a parte inferior da mesma, representadas na figura anterior. Os ditos laminados se encontram dispostos em ambos os lados que ficam de frente as conchas da pá denominadas asas (4). As conexões se realizam uma na zona da raiz da
30 viga e a outra na zona da ponta, de tal forma que as asas (4) da viga passam a ser caminhos alternativos do raio. A característica diferenciadora do sistema empregado reside na forma de realizar as conexões entre o cabo principal (6) e os laminados de carbono (2), isso se consegue por meio de derivações do cabo principal (6) graças a pequenos pedaços de cabo auxiliar (5) que são conectados mediante união aparafusada a uma platina (3)
35 metálica. A platina (3) metálica é a responsável de realizar a conexão direta com o carbono (2). As platinas (3) são colocadas durante o processo de laminação da viga sobre as capas de fibra de carbono da viga e posteriormente são cobertas com as capas de fibra de vidro ou

carbono empregadas no laminado posterior da viga. As platinas (3) se aderem aos laminados na cura normal da dita viga conseguindo assim uma união mecanicamente robusta com a viga e eletricamente bem conectada com a fibra de carbono (2).

5 Tal e como se mostra na figura 3, segunda a modalidade prática da invenção, se tem a seção típica da viga da pá formada por dois núcleos (8) e duas asas (4). Os laminados de carbono (2) utilizados para enrijecer a viga se emprega nas asas (4) da viga (10). Por isso, são estes laminados (2) os que se conectam ao cabo condutor ou cabo principal (6) através de um elemento condutor auxiliar (5) e que se conecta por meio de uma união aparafusada à platina metálica (3) e ao dispositivo (12) capaz de reduzir o fluxo de corrente através do laminado de carbono (2) e favorecer a condução através do cabo principal (6). O dispositivo (12) redistribui a corrente dentro da pá e não fora dela, protegendo a fibra de carbono (2) utilizada na viga da pá (1).

15 O dispositivo do sistema pára-raios, objeto da presente invenção, é aplicável aos sistemas pára-raios já existentes. Para isso unicamente tem que incluir o novo dispositivo, cortando o cabo existente emendando entre o laminado de carbono (2) e o cabo principal (6). O dispositivo (12) é um elemento induzido cuja indutância varia entre 5mH e 50mH em função da longitude da pá (que pode variar entre 20 e 70 metros) e está formado preferencialmente por uma bobina com dois terminais para facilitar a sua conexão.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema pára-raios em pá de aerogerador com laminados de fibra de carbono que se dispõe de um cabo principal (6) de passagem equipotencializado com os laminados (2) de fibra de carbono em diferentes localizações da pá (1) por meio de derivações do cabo principal (6) com cabos auxiliares (5) conectados mediante união aparafusada a uma chapa (3) metálica conectada por sua vez ao laminado de fibra de carbono (2) **caracterizado** pelo fato de que ao menos em um cabo auxiliar (5) se dispõe de um dispositivo (12) com duas conexões que facilitam sua emenda com o cabo principal (6) e com o laminado de fibra de carbono (2).
2. Sistema pára-raios em pá de aerogerador com laminados de fibra de carbono, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo é um elemento indutivo cuja indução varia entre 5mH e 50 mH em função da longitude da pá.
3. Uso do sistema pára-raios em pá de aerogerador com laminados de fibra de carbono, **caracterizado** pelo fato de que quando o dispositivo (12) tem uma indução maior de 5mH e dita indução está colocada na conexão existente entre os laminados de carbono e o cabo condutor ou o cabo principal (6) se reduz a passagem de corrente através do laminado de carbono e favorece a condução através do cabo metálico.

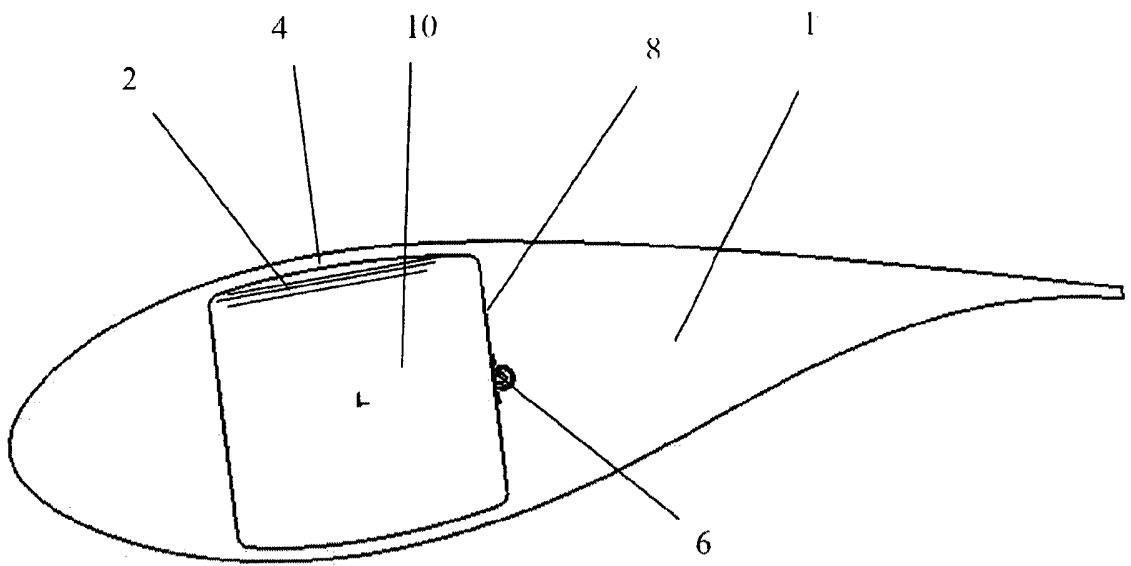


Fig. 1

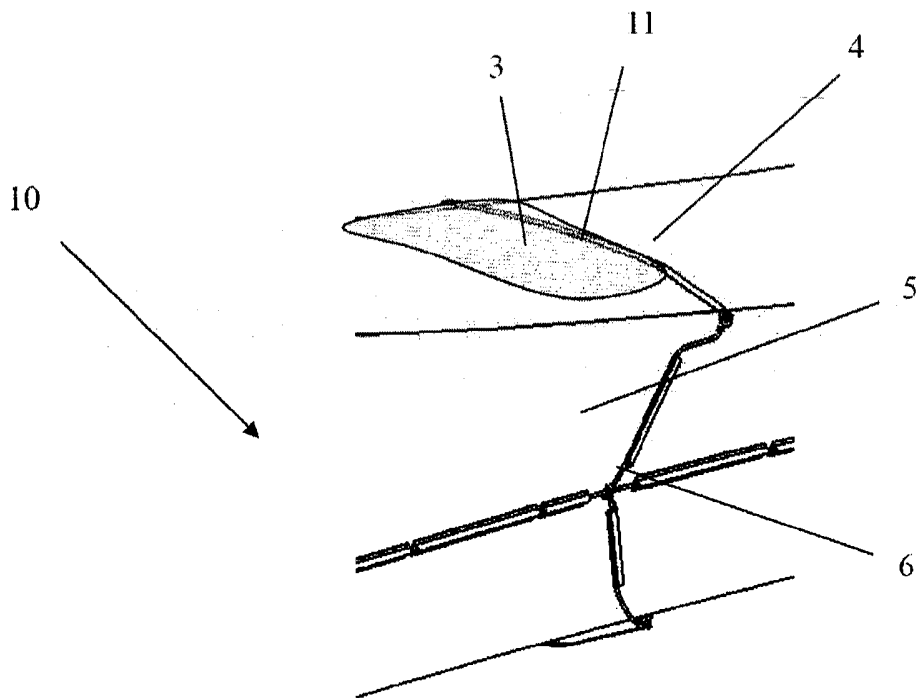


Fig. 2

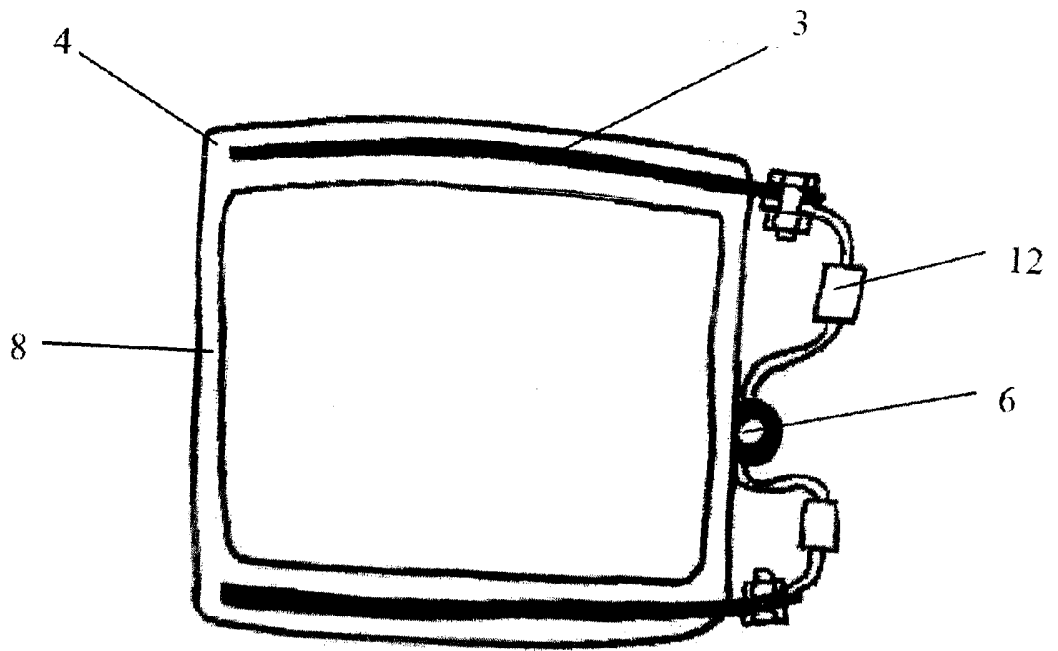


Fig. 3

Resumo da Patente de Invenção para: **“SISTEMA PÁRA-RAIOS PARA PÁ DE AEROGERADOR COM LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO”**.

5 Sistema pára-raios para pá de aerogerador formado por várias conexões dispostas sobre os laminados de fibra de carbono (2) da pá (1), equipotenciando a superfície das asas (4) da viga (10) através das derivações de um cabo principal (6) mediante os respectivos cabos auxiliares (5), é realizado mediante o uso de um dispositivo (12) cujos terminais são emendados entre os extremos do citado cabo auxiliar (5).

10 O uso dado ao dispositivo (12) de elevada indução colocado na conexão entre os laminados de carbono (2) e o cabo condutor ou cabo principal (6) é o de reduzir a passagem de corrente através do laminado de carbono e favorecer a condução através do cabo metálico.