

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 368**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08706946 .4**

96 Fecha de presentación: **29.02.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2260555**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.12.2010**

54 Título: **TURBINA EÓLICA DE BAJA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.12.2011**

73 Titular/es:  
**Vestas Wind Systems A/S  
Alsvej 21  
8940 Randers - SV, DK**

72 Inventor/es:  
**NIEUWENHUIZEN, John**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

**ES 2 370 368 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**

Turbina eólica de baja radiación electromagnética

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere al campo de las turbinas eólicas. Más específicamente, la invención se refiere a una turbina eólica de baja radiación electromagnética.

**Antecedentes de la invención**

10 Las turbinas eólicas están equipadas normalmente con montajes de pararrayos que sirven para conducir a tierra eléctrica una descarga eléctrica de un rayo que golpea a la turbina eólica, sin causar ningún daño permanente. Los receptores de rayos típicos se sitúan sobre las palas para atrapar un rayo, y mediante un sistema de conductor descendente los receptores de rayos se conectan a tierra eléctrica, por ejemplo en la forma de una barra de tierra en la base de la torre de la turbina eólica. Tales montajes de pararrayos pueden asegurar una protección eficiente de la turbina eólica frente a rayos.

15 En turbinas eólicas típicas las palas se montan de modo giratorio en el cubo, el cubo se monta de modo giratorio en relación a la góndola, y finalmente la góndola se monta de modo giratorio en la torre. Así pues, el montaje de conductor descendente incluye un número de contactos deslizantes, ya sea en la forma de escobillas o montajes de patín de contacto/carril, para asegurar la conexión eléctrica a través de estos montajes giratorios. Si se dimensionan correctamente, tales contactos deslizantes funcionan de modo fiable para conducir las corrientes bastante elevadas de los rayos. Tal dispositivo se divulga en el documento WO 2005/050008.

20 Sin embargo, los contactos deslizantes no proporcionan necesariamente una conexión eléctrica completamente continua, sino que la conexión adolece típicamente de rupturas muy cortas. Esto significa que las descargas eléctricas debidas a la electricidad estática provocada por el paso de las palas por la torre no se conducen a tierra de modo efectivo. Así pues, durante periodos cortos de conexión eléctrica mala o inexistente en el contacto deslizante, las cargas eléctricas estáticas pueden acumularse, y debido a los voltajes muy elevados se pueden crear chispas en el conductor descendente. Tales chispas dan como resultado pulsos cortos de alta tensión que son transmitidos en el conductor descendente, lo que significa que se irradia energía de radiación electromagnética (EM) de banda ancha del conductor descendente. Con la gran dimensión del conductor descendente, especialmente de las partes del conductor eléctrico en las palas, la turbina eólica puede actuar como una gran antena, y bajo ciertas condiciones se puede irradiar una cantidad sustancial de energía EM de alta frecuencia de la turbina eólica. Especialmente es problemático el intervalo de frecuencias de 1-100 MHz con relación a tal ruido EM, ya que este intervalo da servicio asimismo a numerosos canales de comunicación inalámbrica, y así pues el ruido en este intervalo puede provocar perturbaciones graves.

30 El documento EP-A 0583809 divulga la utilización de filtros ferrosos de supresión de radiación electromagnética en componentes eléctricos. El documento WO 2007/107158 A aborda el problema de la supresión de radiación electromagnética en el árbol del generador de una turbina eólica por medio de condensadores conectados al mismo, evitando así que el árbol actúe como una antena.

**Sumario de la invención**

35 Así pues, de acuerdo a la anterior descripción, un objeto de la presente invención es proporcionar una turbina eólica con una radiación EM reducida.

La invención proporciona una turbina eólica que tiene las características de la reivindicación 1, incluyendo

- una o más palas del rotor dispuestas para girar con relación a una góndola,
- una torre dispuesta para transportar la góndola, y
- 40 –un sistema de pararrayos que incluye
  - uno o más receptores de rayos montados sobre la una o más palas del rotor,
  - un conductor descendente dispuesto para conectar eléctricamente el uno o más receptores de rayos a tierra eléctrica, incluyendo el conductor descendente un primer montaje de contacto deslizante, y
  - 45 –un dispositivo de reducción de la radiación EM que rodea una porción de conductor descendente de modo que reduzca la radiación EM del conductor descendente.

Por "dispositivo de reducción de la radiación EM (EMRR)" se entiende un dispositivo dispuesto para absorber o estrangular magnéticamente la radiación EM debida a pulsos eléctricos en el conductor descendente.

Una turbina eólica de acuerdo con la invención resuelve el problema de la radiación EM del conductor descendente del pararrayos debida a cargas eléctricas estáticas que provoca que se creen chispas en el montaje de contacto deslizante. El dispositivo de EMRR sirve para reducir la transmisión de las chispas sobre el conductor descendente, y por ello reduce la radiación EM del conductor descendente de la turbina eólica.

5 Además de la radiación EM provocada por chispas debidas a cargas eléctricas estáticas, el dispositivo de EMRR tiene un efecto de reducción adicional de la radiación EM. La presencia del dispositivo de EMRR sirve para destruir la capacidad del conductor descendente de actuar como una antena de recepción de radiofrecuencia (RF), ya que el dispositivo de EMRR cambiará la impedancia del conductor descendente. Así pues, la radiación EM del conductor descendente debida a señales de RF que son recibidas de transmisores externos será reducida  
10 asimismo por el dispositivo de EMRR.

La solución es ventajosa ya que es bastante fácil de instalar dispositivos de EMRR sobre partes del conductor eléctrico del conductor descendente, por ejemplo en la forma de bobinas de estrangulación de modo común o estranguladores del tipo de estado sólido sobre partes del conductor eléctrico del conductor descendente. En turbinas eólicas con un conductor descendente que incluya dos o tres conjuntos de contactos deslizantes, los dispositivos de EMRR pueden ser instalados en conexión con uno, dos o tres de los conjuntos de contactos deslizantes sucesivamente para reducir la radiación EM a un nivel deseado, por ejemplo un nivel establecido por normas. Los dispositivos de EMRR que ajustan en el tamaño de partes del conductor eléctrico típicas del conductor descendente son componentes estándar, y así pues es completamente posible reducir la radiación EM de turbinas eólicas existentes a bajo coste y dentro de un período de parada limitado.

20 Como los dispositivos de EMRR no están conectados eléctricamente con el conductor descendente no afectan a la capacidad del conductor descendente de conducir corrientes eléctricas elevadas durante la ocurrencia de un rayo.

A continuación, se describirán modos de realización preferidos.

En los modos de realización preferidos, la turbina eólica incluye una pluralidad de dispositivos de EMRR separados que rodean diferentes porciones del conductor descendente. El efecto de reducción EM efectiva está determinado parcialmente por la porción del conductor descendente rodeada por los dispositivos de EMRR. Sin embargo, el uso más efectivo de los dispositivos de EMRR para reducir la transmisión de impulsos eléctricos en el conductor descendente es disponer dispositivos de EMRR sobre una parte terminal de una parte del conductor eléctrico del conductor descendente que está enfrentada al primer conjunto de contacto deslizante. De aquí, los impulsos eléctricos se bloquean cerca de su origen, esto es, en el conjunto de contacto deslizante. Así pues, se prefiere tener al menos un dispositivo de EMRR dispuesto sobre una parte del conductor eléctrico del conductor descendente tan próxima como sea posible al conjunto de contacto deslizante.

El dispositivo de EMRR puede incluir alternativa o adicionalmente una bobina con una pluralidad de espiras dispuestas para rodear una porción del conductor descendente. Tal bobina puede incluir una pluralidad de espiras dispuestas como capas alrededor de la porción de conductor descendente. Además, se puede utilizar una combinación de dispositivos de estado sólido o bobinas para aumentar el efecto de EMRR sobre un intervalo de frecuencias deseado, utilizando las diferentes propiedades de dispositivos de estado sólido y bobinas.

En modos de realización que incluyen una pluralidad de dispositivos de EMRR separados, se puede utilizar al menos dos tipos diferentes de dispositivos de EMRR con distintas propiedades de EMRR, por ejemplo, una combinación de bobinas y dispositivos de estado sólido montados próximos entre sí. De aquí es posible, por ejemplo, combinar las distintas propiedades de EMRR para obtener una gran atenuación de la radiación EM que cubra un intervalo de frecuencias deseado, ya que algunos tipos de dispositivos de EMRR son más efectivos en un intervalo de frecuencias bastante estrecho.

En modos de realización preferidos, el conductor descendente incluye una primera parte del conductor eléctrico dispuesta en una pala del rotor, primera parte del conductor eléctrico que interconecta el uno o más receptores de rayos y el primer conjunto de contacto deslizante para conectar eléctricamente la primera parte del conductor eléctrico con una segunda parte del conductor eléctrico, y en el que un primer dispositivo de reducción EM rodea una porción de la primera parte del conductor eléctrico, preferiblemente una porción terminal de la primera parte del conductor eléctrico que se enfrenta al primer conjunto de contacto deslizante. El primer contacto deslizante puede servir para proporcionar una interconexión eléctrica giratoria entre la pala y el cubo/rotor. Típicamente, la mayor parte de la EM irradiada del conductor descendente en una turbina eólica se irradia de las partes del conductor descendente en las palas, y por tanto es una alta prioridad instalar un dispositivo de reducción EM para reducir la radiación EM de las partes del conductor eléctrico en las palas. Así pues, preferiblemente se instala un dispositivo de reducción EM sobre partes del conductor descendente en todas las palas de la turbina eólica. Un segundo dispositivo de EMRR puede ser montado sobre la segunda parte del conductor eléctrico, preferiblemente en una porción terminal de la segunda parte del conductor eléctrico que se enfrenta al primer conjunto de contacto deslizante.

5 Algunos modos de realización incluyen un segundo conjunto de contacto deslizante que interconecta la segunda parte del conductor eléctrico y una tercera parte del conductor eléctrico del conductor descendente, en el que se monta un dispositivo de EMRR sobre la tercera parte del conductor eléctrico, preferiblemente en una porción terminal de la tercera parte del conductor eléctrico que se enfrenta al segundo conjunto de contacto deslizante. El segundo conjunto de contacto deslizante puede servir para proporcionar una interconexión eléctrica giratoria entre el cubo/rotor y la góndola.

10 Algunos modos de realización incluyen un tercer conjunto de contacto deslizante que interconecta la tercera parte del conductor eléctrico y una cuarta parte del conductor eléctrico del conductor descendente, en el que se monta un dispositivo de EMRR sobre la cuarta parte del conductor eléctrico, preferiblemente en una porción terminal de la cuarta parte del conductor eléctrico que se enfrenta al tercer conjunto de contacto deslizante. El segundo conjunto de contacto deslizante puede servir para proporcionar una interconexión eléctrica giratoria entre la góndola y la torre.

Para una reducción óptima de la EM, se monta al menos un dispositivo de EMRR sobre partes del conductor eléctrico que se enfrentan con todos los conjuntos de contactos deslizantes en el conductor descendente.

15 El primer conjunto de contacto deslizante puede incluir dos contactos deslizantes interconectados mediante una parte intermedia del conductor eléctrico, y en el que un dispositivo de EMRR rodea la parte intermedia del conductor eléctrico. Más específicamente, cada uno de los dos contactos deslizantes puede incluir un carril y un patín de contacto forzados a contactar entre sí mediante un miembro de resorte, de modo que se proporcione un contacto eléctrico entre el carril y el patín de contacto. En estos modos de realización, se utiliza una parte del conductor eléctrico del conjunto de contacto deslizante para introducir una reducción adicional de la radiación EM que es bastante efectiva, ya que se sitúa muy cerca de la parte de contacto real en donde se generan las chispas. Además, la parte intermedia del conductor eléctrico puede ser fácilmente desmontable, y así se puede dotar fácilmente de dispositivos de EMRR del tipo de estado sólido y de bobina. Especialmente para suplementar turbinas eólicas existentes, tales partes intermedias del conductor eléctrico pueden ser sustituidas fácilmente por otra pieza intermedia del conductor eléctrico más larga, permitiendo así que la pieza intermedia del conductor eléctrico sea arrollada una o más veces alrededor de orificios pasantes respectivos en los dispositivos de EMRR, tal como del tipo de estado sólido y/o bobina, y pase a través de los mismos, obteniendo así un efecto de reducción de EM aumentado en comparación con el dispositivo de EMRR que meramente rodea una vez la parte intermedia del conductor eléctrico.

20 En general, para aumentar el efecto de reducción EM, el conductor descendente puede ser arrollado una pluralidad de veces alrededor del dispositivo de EMRR, conductor descendente que pasa alrededor de una porción del dispositivo de EMRR y a través de un orificio pasante en el mismo, de tal modo que el EMRR rodea una pluralidad de porciones del conductor descendente. De aquí una porción más larga del conductor es rodeada por el dispositivo de EMRR, y así pues se obtiene una mejor utilización del EMRR, que necesitaría de otro modo del montaje de varios dispositivos de EMRR del mismo tipo. Especialmente, el conductor descendente puede ser arrollado una pluralidad de veces alrededor de una pluralidad de dispositivos de reducción de la radiación electromagnética, pasando el conductor descendente alrededor de una porción de dicha pluralidad de dispositivos de reducción de la radiación electromagnética, y a través de orificios pasantes en los mismos. Todavía más específicamente, tal pluralidad de dispositivos de EMRR puede incluir al menos dos dispositivos de EMRR con diferentes propiedades de reducción de EM.

30 En un segundo aspecto, la invención proporciona un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 para reducir la radiación electromagnética de una turbina eólica, en el que la turbina eólica incluye al menos dos palas del rotor dispuestas para girar en relación a una góndola, una torre dispuesta para transportar la góndola, y un sistema de pararrayos que incluye uno o más receptores de rayos montados sobre la una o más palas del rotor, así como un conductor descendente dispuesto para conectar eléctricamente el uno o más receptores de rayos a tierra eléctrica, y en el que el conductor descendente incluye un conjunto de contacto deslizante, en el que el procedimiento incluye disponer un dispositivo de reducción de la radiación electromagnética con relación al conductor descendente de modo que al menos una porción del conductor descendente quede rodeada por el dispositivo de radiación electromagnética.

35 Especialmente, el dispositivo de reducción de la radiación electromagnética puede estar dispuesto para rodear una porción del conductor descendente, estando situada dicha porción de manera adyacente al conjunto de contacto deslizante.

Se aprecia que los modos de realización y ventajas mencionados para el primer aspecto se aplican igualmente al tercer aspecto.

55

**Breve descripción de las figuras**

La invención se describirá a continuación en más detalle con relación a las figuras adjuntas, en las cuales::

la fig. 1 ilustra un boceto de los elementos básicos de la invención,

5 la fig. 2 ilustra una vista en sección transversal y una vista en sección de un dispositivo de reducción EM de forma cilíndrica montado sobre una parte del conductor eléctrico de un conductor descendente,

la fig. 3 ilustra un boceto de una pala de turbina eólica con un dispositivo de EMRR montado sobre una parte interna del conductor descendente,

la fig. 4 ilustra un boceto de un sistema de conductor descendente de una turbina eólica con tres conjuntos de contactos deslizantes y las posibles posiciones de dispositivos de reducción de EM en relación a los mismos,

10 la fig. 5 ilustra un detalle de un dispositivo de EMRR montado sobre una pieza intermedia del conductor eléctrico que forma parte de un conjunto de contacto deslizante, y

la fig. 6 muestra una foto de una pieza intermedia del conductor eléctrico arrollado dentro de una pluralidad de dispositivos de EMRR de forma cilíndrica.

15 Las figuras ilustran específicamente modos de implementación de la presente invención y no están construidas como limitativas de otros posibles modos de realización que caigan dentro del ámbito del conjunto de reivindicaciones adjunto.

**Descripción detallada de un modo de realización**

20 La fig. 1 ilustra un diagrama aproximado que indica la función básica de un modo de realización de la invención. En una turbina eólica, un sistema de pararrayos incluye receptores de rayos R ubicados en las palas para capturar rayos, asegurando así que los rayos no golpearán y dañarán una parte vital de la turbina eólica. En general los receptores se puede situar igualmente en otras partes de la turbina eólica, por ejemplo en la góndola. Un conductor descendente sirve para conectar eléctricamente los receptores R a tierra eléctrica, por ejemplo a una barra de tierra en la base de la torre de la turbina eólica. El conductor descendente incluye un conductor eléctrico W para conectar eléctricamente los receptores R a un conjunto de contacto deslizante SC que sirve para asegurar el contacto eléctrico entre las diferentes partes de la turbina eólica que se pueden mover relativamente entre sí, por ejemplo las palas en relación al cubo/rotor y la góndola. Otro conductor eléctrico sirve para conectar el otro lado del conjunto de contacto deslizante SC a tierra eléctrica.

25 En general, tal conjunto de contacto deslizante SC en la forma de montajes de escobillas o de patín de contacto y carril no proporcionará una conducción eléctrica continua perfecta. Así pues, se pueden acumular descargas electrostáticas en las palas y generar chispas de alto voltaje a través del conjunto de contacto deslizante SC, introduciendo así impulsos de corriente en el conductor descendente. Para reducir la EM debida a tales impulsos que viajan a lo largo del conductor descendente, especialmente partes del conductor eléctrico W en las palas, se monta un dispositivo D de EMRR en la parte del conductor eléctrico W, que rodea la parte del conductor eléctrico W y reduce por ello la radiación EM irradiada del conductor descendente. La reducción EM más efectiva se consigue al ubicar el dispositivo D de EMRR sobre la parte del conductor eléctrico W cerca del conjunto de contacto deslizante, esto es, cerca de donde se generan los impulsos eléctricos. Para reducir de la manera más efectiva la radiación EM del conductor descendente, el dispositivo D de EMRR se puede montar a ambos lados de todos los conjuntos de contactos deslizantes SC en la turbina eólica. Sin embargo, típicamente la mayor parte de toda la radiación EM de una turbina eólica se irradiada de las partes del conductor descendente en las palas, y así pues la reducción de EM más efectiva puede ser alcanzada al montar un dispositivo D de EMRR sobre las partes del conductor descendente W en todas las palas, preferiblemente tan cerca como sea posible del conjunto de contacto deslizante SC que conecta eléctricamente la parte del conductor eléctrico W en la pala con el resto del conductor descendente, tal como se ilustra en la fig. 1.

30 Los dispositivos D de EMRR son conocidos y están disponibles comercialmente en diferentes tamaños y materiales con diferentes propiedades de EMRR. Así pues, se pueden seleccionar dispositivos D de EMRR para ajustarse al tamaño real de las partes del conductor eléctrico W y con propiedades de EMRR adaptadas para reducir la radiación EM en el intervalo de frecuencias más crítico. Más a menudo, el intervalo de frecuencias de 1-100 MHz es el más crítico, pero bajo condiciones especiales se puede requerir atenuar igualmente el intervalo de frecuencias por debajo de 1 MHz o por encima de 100 MHz. Para cubrir un intervalo de frecuencias grande, el efecto de EMRR más efectivo se puede obtener montando una pluralidad de diferentes dispositivos D de EMRR próximos entre sí, ya que algunos dispositivos D de EMRR son adecuados para proporcionar una atenuación efectiva en un intervalo de frecuencias bastante estrecho. Por ejemplo, se puede utilizar una combinación de un dispositivo D de EMRR del tipo de estado sólido y dispositivos D de EMRR del tipo de bobina de estrangulación.

40 Ejemplos de fabricantes de dispositivos de EMRR adecuados para turbinas eólicas son: Magnetec y Kitagawa. Sin embargo, se aprecia que se pueden utilizar muchos otros dispositivos de EMRR.

La fig. 2 ilustra en vista en sección y en sección transversal un dispositivo D de EMRR del tipo de estado sólido de forma cilíndrica, por ejemplo, de un material nanocristalino, que rodea una porción de una parte del conductor descendente W. Como se observa, el dispositivo D de EMRR tiene una abertura en forma de un orificio pasante circular con un diámetro mayor que el del conductor eléctrico C, más una capa aislante I de la parte del conductor descendente W, dejando así un pequeño espacio de aire alrededor de la parte del conductor descendente. En principio, tal espacio de aire no es necesario, pero se requiere que el material de núcleo del dispositivo D de EMRR no deba estar en contacto eléctrico con el conductor C de la parte del conductor descendente W.

Instalar el dispositivo D de EMRR sobre una turbina eólica existente puede requerir desmantelar la parte del conductor descendente W en el caso de que el dispositivo D de EMRR sea de la forma de uno de estado sólido. Sin embargo, también están disponibles comercialmente dispositivos D de EMRR del tipo "de broche a presión", esto es, dispositivos con el material de EMRR en dos o más piezas, por ejemplo moldeadas en una carcasa de plástico con un mecanismo de bloqueo dispuesto para su apertura durante la instalación, y que cuando se cierra alrededor de la parte del conductor descendente, el material de EMRR rodea la parte del conductor descendente. Tales tipos pueden ser utilizados para instalaciones suplementarias si desmantelar la parte del conductor descendente es complicado debido a la ausencia de espacio, o si es demasiado intensiva en tiempo.

La fig. 3 ilustra una pala de turbina eólica con una posición preferida de un dispositivo D de EMRR. Una pluralidad de receptores de rayos R se sitúan a lo largo de la extensión de la pala y se interconectan eléctricamente mediante una parte del conductor descendente W. En la base de la pala donde se dispone para su montaje a un cubo/rotor, la parte del conductor descendente W se conecta eléctricamente a un carril eléctricamente conductor RL que sirve como parte de un conjunto de contacto deslizante que puede permitir que la pala gire en relación al cubo/rotor una vez instalada, permitiendo así el ajuste del paso. Un dispositivo D de EMRR se monta rodeando la parte del conductor descendente W dentro de la estructura de la pala, quedando así protegido por la estructura de la pala, y tan cerca del carril RL eléctricamente conductor como sea posible en la práctica.

La fig. 4 ilustra un diagrama de un modo de realización de un sistema de pararrayos en una turbina eólica, en el que el conductor descendente incluye una pluralidad de partes del conductor eléctrico W1, W2, W3, W4, que sirven para conectar eléctricamente un receptor de rayos R a una tierra eléctrica por medio una pluralidad de conjuntos de contactos deslizantes SC1, SC2, SC3 que están ubicados de modo que permitan que el receptor R se conecte eléctricamente a tierra eléctrica en la base de la torre de turbina eólica a través de las palas, cubo/rotor, góndola y torre, y permite aún así que estas piezas se muevan relativamente entre sí. Especialmente, W1 es un conductor eléctrico en la pala, SC1 conecta el conductor eléctrico W1 de la pala con un conductor eléctrico W2 en el cubo/rotor. SC2 conecta a continuación W2 en el cubo/rotor con un conductor eléctrico W3 en la góndola. SC3 conecta el conductor eléctrico W3 en la góndola con el conductor eléctrico W4 situado dentro de la torre, o con el conductor eléctrico W4 constituido por la propia torre metálica. Finalmente, el conductor eléctrico W4 puede ser conectado a una barra de tierra para terminar eléctricamente el conductor descendente a tierra eléctrica.

Las flechas D1, D2, D3, D4, D5, y D6 indican posibles posiciones para montar los dispositivos de EMRR sobre el conductor descendente. Dependiendo de la estructura de la turbina eólica y del nivel deseado de atenuación de la radiación EM, se puede utilizar una, varias o todas estas posiciones para el montaje de dispositivos de EMRR.

La fig. 5 ilustra un boceto detallado de una posición alternativa de un dispositivo D de EMRR en un conjunto de contacto deslizante específico. El conjunto de contacto deslizante interconecta eléctricamente un carril R1 eléctricamente conductor montado en la pala B con el carril R2 eléctricamente conductor montado en la góndola N mediante los patines de contacto T1 y T2 eléctricamente conductores, forzados a estar en contacto con raíles respectivos R1 y R2 por medio de miembros de resorte S1 y S2 respectivos. Los patines de contacto T1 y T2 están conectados eléctricamente por medio de un conductor eléctrico intermedio C1. En este modo de realización, el dispositivo D de EMRR se monta rodeando el conductor eléctrico intermedio C1. Utilizando este conductor eléctrico intermedio C1 para montar un dispositivo D de EMRR, el dispositivo de EMRR se monta sobre una parte del conductor descendente a la que típicamente se accede bastante fácilmente, y así pues este conductor eléctrico intermedio C1 es adecuado para el montaje suplementario de un dispositivo de EMRR. Además, al ser un conductor eléctrico de longitud limitada, el conductor eléctrico intermedio C1 puede ser sustituido fácilmente por otro componente de conductor eléctrico preparado con un dispositivo D de reducción de EM montado sobre el mismo, y así pues el dispositivo D de EMRR puede ser instalado muy rápidamente con un periodo de parada de la turbina eólica muy limitado.

La fig. 6 muestra una foto de un ejemplo específico de un conductor eléctrico intermedio C1 con una pluralidad de dispositivos D1, D2 de EMRR de forma cilíndrica, montados rodeando el conductor eléctrico intermedio C1. Como se ve, se utilizan dos tipos diferentes de dispositivos de EMRR con diferentes propiedades de EMRR, esto es, dos oscuros D1 y ocho D2 de color más claro. El uso de diversos dispositivos de EMRR individuales próximos entre sí asegura que efectivamente se rodea una longitud sustancial del conductor eléctrico, aumentando así la eficiencia de EMRR. La foto muestra que el conductor eléctrico intermedio C1 está arrollado una pluralidad de veces alrededor de los dispositivos D1, D2 de EMRR, pasando a conductor eléctrico C1 alrededor de los dispositivos D1, D2 de EMRR, y a través de los

respectivos orificios pasantes en los mismos. De este modo, cada uno de los dispositivos D1, D2 de EMRR rodea una pluralidad de porciones del conductor eléctrico C1. Este arrollamiento que proporciona un efecto de EMRR superior en comparación con el dispositivo de EMRR que rodea meramente una vez el conductor eléctrico C1.

5 En resumen, la invención proporciona una turbina eólica con un sistema de pararrayos que incluye uno o más receptores de rayos montados sobre una o más palas del rotor. Un conductor descendente conecta eléctricamente uno o más de los receptores de rayos R a tierra eléctrica mediante un conjunto de contacto deslizante, y un dispositivo de EMRR rodea una porción del conductor descendente de modo que reduzca la radiación EM del conductor descendente. Tal turbina eólica tendrá una radiación EM baja, ya que los impulsos eléctricos en el conductor descendente son atenuados mediante tales dispositivos de EMRR. Tales impulsos eléctricos pueden ser creados debido a descargas electrostáticas provocadas por un contacto eléctrico imperfecto en el conjunto de contacto deslizante. Se pueden utilizar los tipos conocidos de dispositivos de EMRR en la forma de bobinas de estrangulación de modo comunes, del tipo de estado sólido nanocristalino de forma cilíndrica, o similares, disponibles comercialmente. Una pluralidad de los diferentes tipos con diferentes propiedades de EMRR pueden ser utilizados en combinación. Para obtener una reducción de la radiación EM más efectiva, se puede utilizar una pluralidad de dispositivos de EMRR, por ejemplo situados en diversas porciones del conductor descendente, especialmente próximos a los conjuntos de contacto deslizante. Una posición preferida de un dispositivo D de EMRR es sobre una parte del conductor descendente W en cada una de las palas del rotor, en un extremo del conductor eléctrico W que se enfrenta al conjunto de contacto deslizante RL que sirve para conectar eléctricamente el conductor eléctrico W a tierra eléctrica.

20 Aunque la presente invención ha sido descrita en conexión con los modos de realización especificados, ésta no se debe considerar como limitada en ningún modo a los ejemplos presentados. El ámbito de la presente invención debe ser interpretado a la luz del conjunto de reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una turbina eólica que incluye
  - una o más palas del rotor dispuestas para girar con relación a una góndola,
  - una torre dispuesta para transportar la góndola, y
- 5        –un sistema de pararrayos que incluye
  - uno o más receptores de rayos (R) montados sobre la una o más palas del rotor,
  - un conductor descendente (W) dispuesto para conectar eléctricamente a tierra eléctrica el uno o más receptores de rayos (R), incluyendo el conductor descendente un primer montaje de contacto deslizante (SC), y caracterizado por
- 10       –un dispositivo (D) de reducción de la radiación electromagnética que rodea una porción de conductor descendente (W) de modo que reduzca la radiación electromagnética de conductor descendente.
2. Turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye una pluralidad de dispositivos D de reducción de la radiación electromagnética separados que rodean diferentes porciones del conductor descendente.
3. Turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en la que al menos un dispositivo de reducción de la radiación electromagnética se dispone en una parte terminal de una porción del conductor eléctrico (C) del conductor descendente que se enfrenta al primer conjunto de contacto deslizante (SC1).
- 15       4. Turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 2, en la que la pluralidad de dispositivos separados de reducción de la radiación electromagnética incluye al menos dos tipos diferentes de dispositivos (D1, D2) de reducción con diferentes propiedades de reducción de la radiación electromagnética.
- 20       5. Turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que el dispositivo (D) de reducción de la radiación electromagnética es una bobina con una pluralidad de espiras dispuestas para rodear una porción del conductor descendente (W).
6. Turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conductor descendente (W) incluye un primer conductor eléctrico (W1) dispuesto en una pala del rotor, primer conductor eléctrico que interconecta el uno o más receptores de rayos (R) y el primer conjunto de contacto deslizante (SC1) para conectar eléctricamente el primer conductor eléctrico (W1) con un segundo conductor eléctrico (W2), y en la que un primer dispositivo (D1) de reducción de la radiación electromagnética rodea una porción del primer conductor eléctrico (W1), preferiblemente una porción terminal del primer conductor eléctrico que se enfrenta al primer conjunto de contacto deslizante (SC1).
- 25       7. Turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 6, en la que se monta un segundo dispositivo (D2) de reducción de la radiación electromagnética sobre segundo conductor eléctrico (W2), preferiblemente en una porción terminal del segundo conductor eléctrico que se enfrenta al primer conjunto de contacto deslizante (SC1).
- 30       8. Turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el primer conjunto de contacto deslizante (SC1) incluye dos contactos deslizantes interconectados mediante un conductor eléctrico intermedio (C1), y en la que un dispositivo (D) de reducción de la radiación electromagnética rodea el conductor eléctrico intermedio (C1).
- 35       9. Turbina eólica de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, que incluye un segundo conjunto de contacto deslizante (SC2) que interconecta el segundo conductor eléctrico (W2) y un tercer conductor eléctrico (W3) del conductor descendente (W), en la que un dispositivo (D4) de reducción de la radiación electromagnética se monta sobre el tercer conductor eléctrico (W3), preferiblemente en una porción terminal del tercer conductor eléctrico que se enfrenta al segundo conjunto de contacto deslizante (SC2).
- 40       10. Turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 9, que incluye un tercer conjunto de contacto deslizante (SC3) que interconecta el tercer conductor eléctrico (W3) y un cuarto conductor eléctrico (W4) del conductor descendente, en la que un dispositivo (D6) de reducción de la radiación electromagnética se monta sobre el cuarto conductor eléctrico (W4), preferiblemente en una porción terminal del cuarto conductor eléctrico que se enfrenta con el tercer conjunto de contacto deslizante (SC3).
- 45       11. Turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el conductor descendente está arrollado una pluralidad de veces alrededor del dispositivo de reducción de la radiación electromagnética, conductor descendente que pasa alrededor de una porción del dispositivo de reducción de la radiación



electromagnética, y a través de un orificio pasante en el mismo, de tal modo que el dispositivo de reducción de la radiación electromagnética rodea una pluralidad de porciones del conductor descendente.

5 12. Turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 11, en la que conductor descendente se arrolla una pluralidad de veces alrededor de una pluralidad de dispositivos (D1, D2) de reducción de la radiación electromagnética, pasando el conductor descendente alrededor de una porción de dicha pluralidad de dispositivos de reducción de la radiación electromagnética y a través de orificios pasantes respectivos en los mismos.

10 13. Un procedimiento para reducir la radiación electromagnética de una turbina eólica, en el que la turbina eólica incluye al menos dos palas del rotor dispuestas para girar en relación a una góndola, una torre dispuesta para transportar la góndola, y un sistema de pararrayos que incluye uno o más receptores de rayos (R) montados sobre la una o más palas del rotor, así como un conductor descendente (W) dispuesto para conectar eléctricamente el uno o más receptores de rayos a tierra eléctrica, y en el que el conductor descendente incluye un conjunto de contacto deslizante (SC), en el que el procedimiento se caracteriza por disponer un dispositivo (D) de reducción de la radiación electromagnética con relación al conductor descendente (W) de modo que al menos una porción del conductor descendente quede rodeada por el dispositivo (D) de radiación electromagnética.

15 14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el dispositivo de reducción de la radiación electromagnética se dispone para rodear una porción de conductor descendente, estando ubicada dicha porción de manera adyacente al conjunto de contacto deslizante (SC).

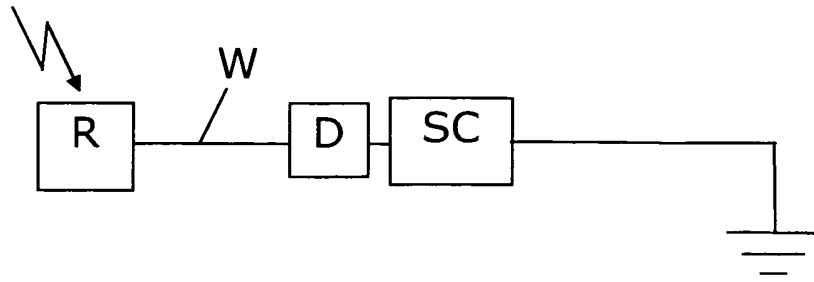


Fig. 1

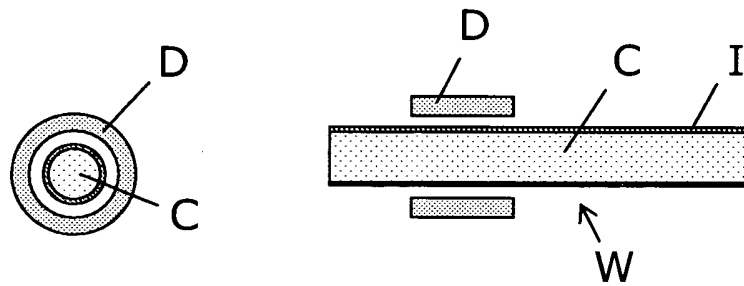


Fig. 2

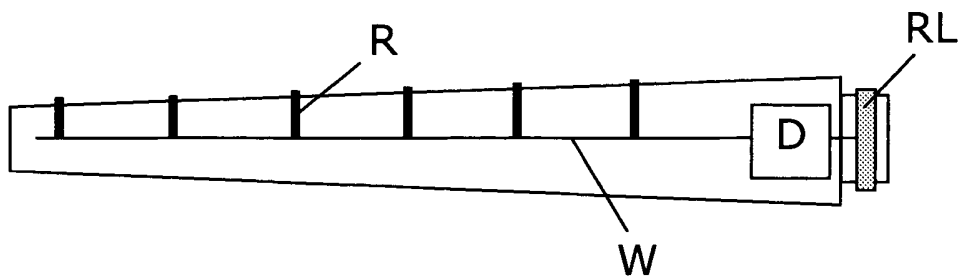


Fig. 3

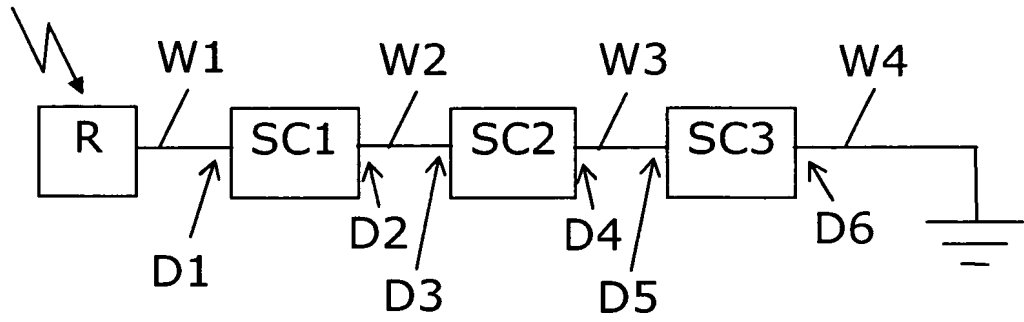


Fig. 4

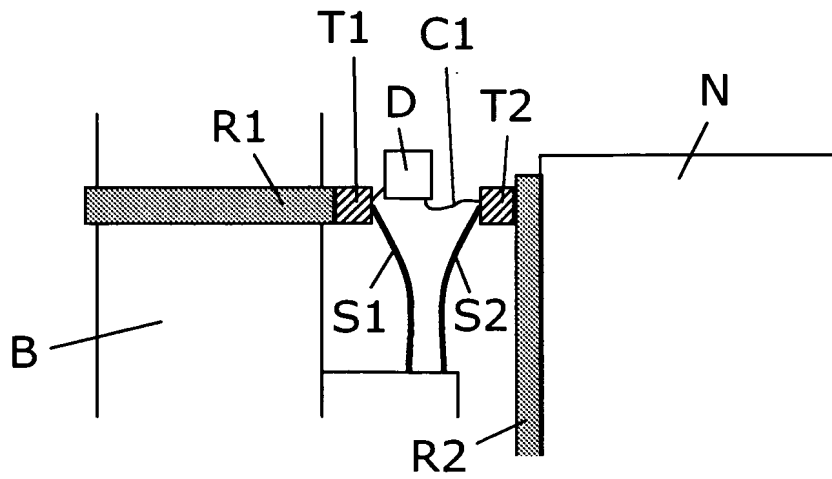


Fig. 5

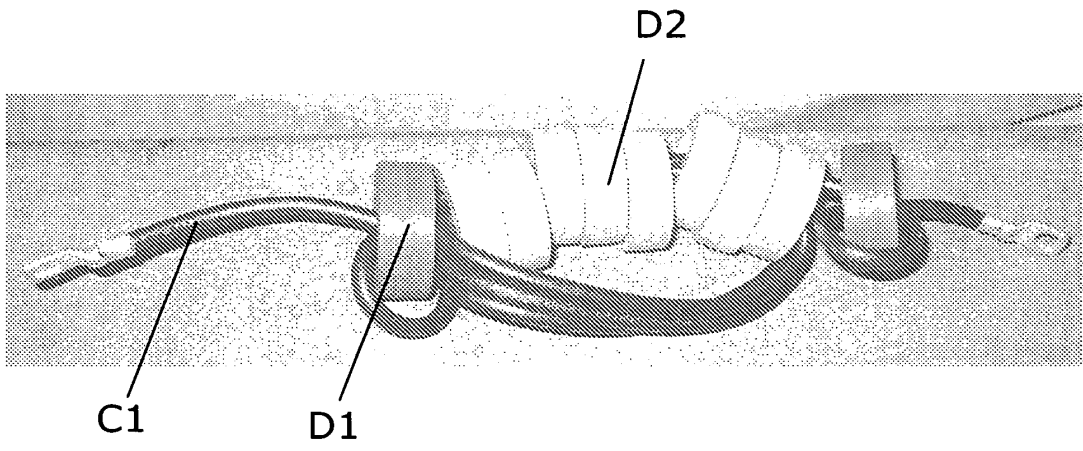


Fig. 6