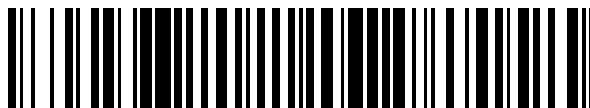


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 802 125**

(21) Número de solicitud: 201900101

(51) Int. Cl.:

F03D 80/30

(2006.01)

(12)

SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación:

05.07.2019

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

15.01.2021

(71) Solicitantes:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L. (100.0%)
Parque Tecnológico de Bizkaia, edificio 100
48170 Zamudio (Bizkaia) ES**

(72) Inventor/es:

**BIENES ARCHEL, Carlos;
SAN MARTIN ZARAGÜETA, Maria;
AZCONA PEREZ, Ignacio;
GARCIA IÑIGUEZ, Oscar y
UBIETO ARANGUREN, Xabier**

(54) Título: **Sistema de descarga de rayos para un aerogenerador**

(57) Resumen:

La invención se refiere a un sistema de descarga de rayos para un aerogenerador que comprende un buje (1), una cubierta (2) que define un espacio de protección donde está dispuesto el buje (1), una pala (3) fijada al buje (1), y una góndola (4). El sistema de descarga comprende una banda (101) de pala unida a la pala (3), un anillo (102) enfrentado a la góndola (4) y unido a la banda (101) y a dicha góndola (4), un dispositivo de contacto respectivo (103, 104) que conectan la banda (101) con el anillo (102) y el anillo (102) con la góndola (4). La banda (101) y el anillo (102) están dispuestos en dicho espacio, y dicho anillo (102) está además, unido al buje (1) de tal manera que queda enfrentado a la góndola (4) a través de una abertura trasera de la cubierta (2).

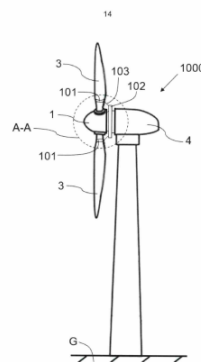


Fig. 2

DESCRIPCIÓN

Sistema de descarga de rayos para un aerogenerador

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se relaciona con sistemas de descarga de rayos para aerogeneradores, en particular para aerogeneradores de gran tamaño.

10 **Estado anterior de la técnica**

- Debido a su tamaño, los aerogeneradores son propensos a los rayos, en general las palas de los aerogeneradores. Si un rayo impacta sobre la punta de una pala de un aerogenerador, una corriente eléctrica fluye a través de los diferentes componentes del aerogenerador antes de descargarse en tierra. Los rayos provocan tensiones y corrientes elevadas, y algunos de estos componentes del aerogenerador no soportan tales valores y pueden ser dañados. Por lo tanto, es habitual en los aerogeneradores emplear sistemas de descarga de rayos para evitar estos daños y descargar estas corrientes y tensiones a tierra de manera controlada y segura.
- 15 Un aerogenerador comprende un buje, una cubierta de buje que define un espacio de protección interior donde está dispuesto el buje de manera protegida, una pluralidad de palas unidas al buje (normalmente tres), una góndola enfrentada a la cubierta de buje, un generador dispuesto en la góndola y un eje de generador que conecta el generador al buje. Cuando por la acción del viento las palas y el buje giran, este giro se transmite al generador a través del eje de generador, y el generador transforma este giro (energía mecánica) en energía eléctrica. Por lo general, los sistemas de descarga conocidos conectan de alguna manera las palas a la góndola, y la góndola a tierra. De esta manera, cuando un rayo alcanza una pala, éste se descarga a tierra a través de la góndola.
- 20 Para este tipo de soluciones es común disponer una banda de pala de material conductor eléctrico alrededor de la pala correspondiente, siendo dicha banda de pala la que se conecta a la góndola. Cuando un rayo alcanza dicha pala, se descarga a tierra a través de la banda de pala y la góndola.
- 25 Con el tiempo, el tamaño de los aerogeneradores empleados ha ido aumentando. Esto implica que el buje empleado es también más grande, de tal manera que la banda de pala, que normalmente se dispone cerca de la raíz de la pala (punto de conexión al buje), rota fuera del perímetro de la góndola cuando la correspondiente pala gira. Esto implica que algunas soluciones conocidas como sistemas de descarga no sean aplicables, y se requiera una solución específica para aerogeneradores de gran tamaño, en especial para aquellos en los que la banda de pala gira fuera del perímetro de la góndola.
- 30 US2016/0252078A1 divulga un sistema de descarga de rayos para aerogeneradores de gran tamaño. El aerogenerador comprende un buje, una cubierta de buje que define un espacio de protección interior donde está dispuesto el buje de manera protegida, una pala unida al buje, y una góndola conectada a un punto de referencia (tierra). El sistema de descarga comprende una banda de pala de un material conductor eléctrico y que está unida a la pala, un anillo de un material conductor eléctrico y que está unido a la cubierta de buje, enfrentado a la góndola y unido eléctricamente a la banda de pala, un primer dispositivo de contacto que conecta eléctricamente la banda de pala con el anillo, y un segundo dispositivo de contacto que conecta eléctricamente el anillo con la góndola. De esta manera, cuando un rayo impacta sobre la pala, el rayo se descarga al punto de referencia (tierra) a través del sistema de descarga, pasando
- 35
40
45
50

por la banda de pala, el anillo y la góndola, sin que se derive a otros componentes del aerogenerador que pudieran verse afectados negativamente si son expuestos a un rayo.

Exposición de la invención

5 El objeto de la invención es el de proporcionar un sistema de descarga de rayos para un aerogenerador de gran tamaño, según se define en las reivindicaciones.

10 El sistema de descarga de rayos está configurado para un aerogenerador de gran tamaño, de tal manera que los rayos que puedan impactar sobre dicho aerogenerador se descarguen a través de dicho sistema, evitándose que afecten a partes sensibles de dicho aerogenerador.

15 El aerogenerador comprende un buje, una cubierta de buje que define un espacio de protección interior donde está dispuesto el buje, al menos una pala fijada al buje, y una góndola conectada a un punto de referencia, como puede ser tierra, por ejemplo.

20 El sistema de descarga comprende una banda de pala de un material conductor eléctrico, que está unida a la pala y dispuesta, preferentemente, rodeando el perímetro de dicha pala, y un anillo de un material conductor eléctrico que está enfrenteado a la góndola y que está unido eléctricamente a dicha góndola y a la banda de pala. El sistema de descarga comprende además un primer dispositivo de contacto que conecta eléctricamente la banda de pala con el anillo, y un segundo dispositivo de contacto que conecta eléctricamente el anillo con la góndola. Así, el sistema de descarga está adaptado para descargar un rayo que impacte en la pala hasta el punto de referencia, a través de la banda de pala, el anillo, la góndola y las conexiones correspondientes.

30 La cubierta de buje comprende una abertura trasera enfrenteada a la góndola, a través de la cual el espacio de protección queda enfrenteado a dicha góndola. La banda de pala y el anillo están dispuestos en el espacio de protección definido por la cubierta de buje, de tal manera que tanto la banda de pala como el anillo quedan protegidos por la cubierta de buje, quedando el sistema de descarga más protegido. El anillo está, además, unido al buje de manera que queda enfrenteado a la góndola a través de la abertura trasera, girando así solidario con dicho buje.

35 La góndola está unida a un punto de referencia para la descarga de rayos, como puede ser tierra, por ejemplo. El hecho de disponer el anillo enfrenteado a la góndola tal y como se ha descrito facilita la conexión eléctrica entre dicho anillo y dicha góndola, y por lo tanto facilita tanto el montaje del sistema de descarga como el camino que debe seguir la corriente de descarga cuando la pala es alcanzada por un rayo.

40 Por otro lado, la cubierta de buje está fabricada normalmente de un material flexible como fibra de vidrio, y en el sistema de descarga propuesto, al estar el anillo unido al buje y no a la cubierta de buje como ocurre en el estado de la técnica, se ofrece una unión más segura y rígida del anillo, y se evita el riesgo de que la flexibilidad inherente de la cubierta de buje pudiera afectar a la unión con el anillo, tanto a su calidad como a su posición (porque el punto o zona de unión podría ser móvil en el caso de unión a la cubierta de buje, por ejemplo).

45 Estas y otras ventajas y características de la invención se harán evidentes a la vista de las figuras y de la descripción detallada de la invención.

50

Descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un aerogenerador.

- 5 La figura 2 muestra el aerogenerador de la figura 1 sin la cubierta de buje y con una realización de un sistema de descarga de rayos según la invención.

La figura 3 muestra el detalle A-A de la figura 2.

- 10 La figura 4 muestra un dispositivo de unión para unir el anillo al buje del sistema de descarga según la figura 2.

La figura 5 muestra un elemento de contacto para asegurar el contacto eléctrico entre el anillo y una banda de pala del sistema de descarga según la figura 2.

15

Exposición detallada de la invención

- 20 Un aerogenerador 1000 de gran tamaño comprende un buje 1, una cubierta de buje 2 que define un espacio de protección interior donde está dispuesto el buje 1, una pluralidad de palas 3 unidas al buje 1 y una góndola 4, tal y como se muestra en las figuras 1 y 2.

- 25 El aerogenerador 1000 comprende además un generador (no representado en las figuras) dispuesto en la góndola 4, y un eje de generador (no representado en las figuras) que une el generador al buje 1. Cuando por la acción del viento las palas 3 y el buje 1 giran solidarios, este giro se transmite al generador a través del eje de generador, y el generador transforma este giro (energía mecánica) en energía eléctrica.

- 30 El sistema de descarga de la invención está configurado para su uso en aerogeneradores 1000 de gran tamaño, y más concretamente para descargar los rayos que lleguen a las palas 3 de los aerogeneradores 1000 a un punto de referencia G (normalmente tierra). La góndola 4 está conectada al punto de referencia G mediante una conexión no representada en las figuras, de tal manera que los rayos se descargan a dicho punto de referencia G a través de la góndola 4.

- 35 El sistema de descarga comprende una banda de pala 101 para cada pala 3 a la que se quiera aplicar el sistema de descarga, que está unida a la pala 3 correspondiente. La banda de pala 101 es de un material conductor eléctrico, y, preferentemente, rodea la pala 3 correspondiente. El sistema de descarga comprende además un anillo 102 de un material conductor eléctrico, que está enfrentado a la góndola 4 y que está unido eléctricamente a la banda de pala 101 mediante un primer dispositivo de contacto 103 y a dicha góndola 4 mediante un segundo dispositivo de contacto 104, tal y como se representa en la figura 3 de manera simplificada. El anillo 102 comprende un eje central 102.0, que se corresponde preferentemente con el eje de generador.

- 45 En el caso de que el sistema de descarga proteja una pluralidad de palas 3, cada pala 3 comprendería una banda de pala 101 asociada y el anillo 102 estaría unido a todas las bandas de palas 101 (no se requeriría un anillo 102 por banda de pala 101), comprendiendo el sistema de descarga un dispositivo de contacto 103 respectivo para la unión entre el anillo 102 y cada una de las bandas de pala 101. En adelante, por facilidad y sin carácter limitativo, se explica el sistema de descarga orientado a una sola pala 3, pero como se ha descrito pudiera estar orientado a más palas 3, caso en el que comprendería una banda de pala 101 asociada a cada
- 50 pala 3 y su unión correspondiente al anillo 102.

La cubierta de buje 2 comprende una abertura trasera (no representada en las figuras) enfrentada a la góndola 4, quedando el espacio de protección enfrentado a la góndola 4 a través de dicha abertura trasera. Es habitual que la cubierta de buje 2 comprenda una apertura para el paso del eje de generador, pero la abertura trasera es una apertura mayor que, o adicional a, la apertura para el eje de generador. La función de la abertura trasera se explica con más detalle a continuación.

La banda de pala 101 y el anillo 102 están dispuestos en el espacio de protección que delimita la cubierta de buje 2, quedando así protegidos por dicha cubierta de buje 2. El anillo 102 está unido al buje 1, y está unido de tal manera que queda enfrentado a la góndola 4 a través de la abertura trasera de la cubierta de buje 2. Esto facilita una unión eléctrica y mecánica fiable entre el anillo 102 y la góndola 4, mediante el segundo dispositivo de conexión 104. Así, cuando se habla de un aerogenerador de gran tamaño se puede interpretar como un aerogenerador donde la banda de pala 101 recorre un recorrido fuera del perímetro de la góndola 4 cuando gira.

En el sistema de descarga propuesto, cuando un rayo alcanza una pala 3 se descarga a través del camino formado por la banda de pala 101 correspondiente, el dispositivo de contacto 103 entre la banda de pala 101 y el anillo 102, el propio anillo 102, el dispositivo de contacto 104 que une el anillo 104 con la góndola 4, la propia góndola 4 y la conexión entre la góndola 4 y el punto de referencia G.

El sistema de descarga comprende un dispositivo de unión para unir el anillo 102 al buje 1, tal y como se muestra con más detalle en la figura 4. El dispositivo de unión está configurado para proporcionar un aislamiento eléctrico entre el anillo 102 y el buje 1. De esta manera, a pesar de estar el anillo 102 unido al buje 1, gracias al tipo de dispositivo de unión empleado (a su aislamiento) se evita que el rayo se descargue a través del buje 1, o llegue al buje 1, y con el sistema de descarga propuesto se mantienen a salvo los elementos sensibles del aerogenerador 1000.

El hecho de que el anillo 102 esté unido al buje 1 otorga solidez a dicha unión, puesto que el buje 1 es un elemento rígido del aerogenerador 1000, asegurándose además que dicha unión esté siempre en la misma posición, lo que asegura siempre el mismo camino de descarga para un rayo que impacte sobre la pala 3, sin riesgo a que pudiera variar como es el caso de una unión a la cubierta de buje 2, que es de un material flexible (generalmente fibra de vidrio), que pudiera provocar un desplazamiento del anillo 102, y, por lo tanto, un cambio en el recorrido del rayo en su descarga.

El dispositivo de unión comprende una pluralidad de elementos de unión 105 distribuidos de manera homogénea alrededor del eje central 102.0 del anillo 102. Cada elemento de unión 105 comprende un aislamiento eléctrico para aislar el anillo 102 y el buje 101, preferentemente en el extremo más cercano al anillo 102.

El dispositivo de unión para unir el anillo 102 al buje 1 comprende un número de elementos de unión 105 múltiplo entero positivo del número de palas 3 del aerogenerador 1000. Preferentemente el aerogenerador comprende tres palas 3, siendo así el número de elementos de unión 105 igual a un múltiplo entero positivo de tres. En este caso, preferentemente el número de elementos de unión 105 es tres (siendo el múltiplo entero positivo igual a uno), y están dispuestos uno a 120° del siguiente (alrededor del eje central 102.0).

El sistema de descarga puede comprender un anillo de buje 106 fijado al buje 1 y concéntrico al anillo 102, estando el dispositivo de unión configurado para unir el anillo 102 al anillo de buje

106. Esto facilita la unión entre el anillo 102 y el buje 1, al comprender el propio buje 1 un elemento específico para su unión con el anillo 102 (el anillo de buje 106), y otorga rigidez a dicha unión asegurándose además que el anillo 2 no sufra desplazamientos relativos con respecto al buje 1, manteniéndose un camino seguro y fijo para la descarga de los rayos. El anillo de buje 106 comprende preferentemente un diámetro menor que el anillo 102, tal y como se muestra en el ejemplo de la figura 4.

Preferentemente, tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 5, el dispositivo de contacto 103 que une el anillo 102 con la banda de pala 101 comprende un cabezal 103.0 que está en contacto con la banda de pala 101 y al menos un cable 103.1 unido por un extremo al cabezal 103.0 y por el otro extremo al anillo 102. El sistema de descarga puede comprender al menos un elemento de contacto 107 para asegurar el contacto eléctrico entre el anillo 102 y la banda de pala 101. En este caso el cabezal 103.0 está unido a dicho elemento de contacto 107, asegurándose dicho contacto. Entre la banda de pala 101 y el cabezal 103.0 puede haber un movimiento relativo debido al giro de la pala 3 correspondiente, y sin este elemento de contacto 107 puede darse el caso de que se pierda el contacto entre el cabezal 103.0 y la banda de pala 101 debido a dicho movimiento relativo, siendo peligroso que la falta de contacto ocurra cuando un rayo impacta contra dicha pala 3. El elemento de contacto 107 evita esta situación, asegurando dicho contacto en todo momento.

El elemento de contacto 107 está unido preferentemente al anillo 102, pero que también pudiera estar unido al buje 1 o a otro elemento que gire solidario con el anillo 102 y el buje 1, que como se ha comentado giran solidarios sin desplazamiento relativo entre ellos, y al primer dispositivo de contacto 103 para asegurar el contacto eléctrico de dicho dispositivo de contacto 103 con la banda de pala 101. Dicho elemento de contacto 107 está configurado para aplicar una fuerza de empuje hacia la banda de contacto 101, y el primer dispositivo de contacto 103 está unido a dicho elemento de contacto 107 de tal manera que dicha fuerza de empuje lo empuja contra dicha banda de pala 101. En particular, es el cabezal 103.0 el elemento del primer dispositivo de contacto 103 que está unido al elemento de unión 107.

El elemento de contacto 107 comprende un soporte de fijación 107.0 unido al anillo 102 o al buje 1, y un soporte flexible 107.1 unido a dicho soporte de fijación 107.0 y configurado para ejercer la fuerza de empuje hacia la banda de pala 101. El primer dispositivo de contacto 103 (el cabezal 103.0) está unido a dicho soporte flexible 107.1.

El cabezal 103.0 comprende una escobilla de carbón que es la que realiza la conexión eléctrica entre el cable 103.1 y la banda de pala 101. Al ser de carbón no sufre el efecto de la corrosión, por ejemplo, alargándose su vida útil en comparación con otro tipo de escobillas. El cabezal 103.0 comprende además una vía de chispas no representada en las figuras, separada de la escobilla por una distancia determinada de, preferentemente, entre 5-7 mm, y unida al elemento de unión 107. De esta manera, la escobilla asegura la descarga de electrostática y la vía de chispas asegura la descarga de un rayo de alta corriente que podría dañar la escobilla.

REIVINDICACIONES

- 5

1. Sistema de descarga de rayos para una pala de aerogenerador, comprendiendo el aerogenerador (1000) un buje (1), una cubierta de buje (2) que define un espacio de protección interior donde está dispuesto el buje (1), una pala (3) fijada al buje (1), y una góndola (4) conectada a un punto de referencia (G), y comprendiendo dicho sistema de descarga una banda de pala (101) de un material conductor eléctrico, que está unida a la pala (3), un anillo (102) de un material conductor eléctrico, que está enfrentado a la góndola (4), que está unido eléctricamente a la banda de pala (101) y a dicha góndola (4) y que comprende un eje central (102.0), un primer dispositivo de contacto (103) que conecta eléctricamente la banda de pala (101) con el anillo (102), y un segundo dispositivo de contacto (104) que conecta eléctricamente el anillo (102) con la góndola (4), **caracterizado porque** la cubierta de buje (2) comprende una abertura trasera enfrentada a la góndola (4) y a través de la cual el espacio de protección queda enfrentado a dicha góndola (4), estando dispuestos la banda de pala (101) y el anillo (102) en el espacio de protección definido por la cubierta de buje (2), y estando dicho anillo (102), además, unido al buje (1) de tal manera que queda enfrentado a la góndola (4) a través de la abertura trasera de la cubierta de buje (2).
- 20

2. Sistema de descarga de rayos según la reivindicación 1, que comprende un dispositivo de unión para unir el anillo (102) al buje (1), estando dicho dispositivo de unión configurado para proporcionar un aislamiento eléctrico entre el anillo (102) y el buje (1).
- 25

3. Sistema de descarga de rayos según la reivindicación 2, en donde el dispositivo de unión para unir el anillo (102) al buje (1) comprende una pluralidad de elementos de unión (105) distribuidos de manera homogénea alrededor del eje central (102.0) del anillo (102), comprendiendo cada elemento de unión (105) un aislamiento eléctrico en el extremo más cercano al anillo (102).
- 30

4. Sistema de descarga de rayos según la reivindicación 3, en donde el dispositivo de unión para unir el anillo (102) al buje (1) comprende un número de elementos de unión (105) múltiplo entero positivo del número de palas (3) del aerogenerador (1000).
- 35

5. Sistema de descarga de rayos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende un anillo de buje (106) fijado al buje (1) y concéntrico al anillo (102), estando el dispositivo de unión (105) configurado para unir el anillo (102) al anillo de buje (106).
- 40

6. Sistema de descarga de rayos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende al menos un elemento de contacto (107) unido al anillo (102) o al buje (1) y al primer dispositivo de contacto (103) para asegurar el contacto eléctrico de dicho primer dispositivo de contacto (103) con la banda de pala (101), estando dicho elemento de contacto (107) configurado para aplicar una fuerza de empuje hacia la banda de contacto (101) y estando dicho primer dispositivo de contacto (103) unido a dicho elemento de contacto (107) de tal manera que dicha fuerza de empuje lo empuja contra dicha banda de pala (101).
- 45

7. Sistema de descarga de rayos según la reivindicación 6, en donde el primer dispositivo de contacto (103) comprende un cabezal (103.0) configurado para contactar con la banda de pala (101) y al menos un cable (103.1) unido por un extremo al cabezal (103.0) y por el otro extremo al anillo (102), estando dicho cabezal (103.0) unido al elemento de unión (107).
- 50

8. Sistema de descarga de rayos según la reivindicación 7, en donde el cabezal (103.0) comprende una escobilla de carbón que es la que realiza la conexión eléctrica entre el cable (103.1) y la banda de pala (101), para la descarga electrostática.
- 5 9. Sistema de descarga de rayos según la reivindicación 8, en donde el cabezal (103.0) comprende una vía de chispas separada de la escobilla de carbón por una distancia determinada y unida al elemento de unión (107).
- 10 10. Sistema de descarga de rayos según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde el elemento de contacto (107) comprende un soporte de fijación (107.0) unido al anillo (102) o al buje (1) y un soporte flexible (107.1) unido a dicho soporte de fijación (107.0) y configurado para ejercer la fuerza de empuje hacia la banda de pala (101), estando el primer dispositivo de contacto (103) unido a dicho soporte flexible (107.1).
- 15

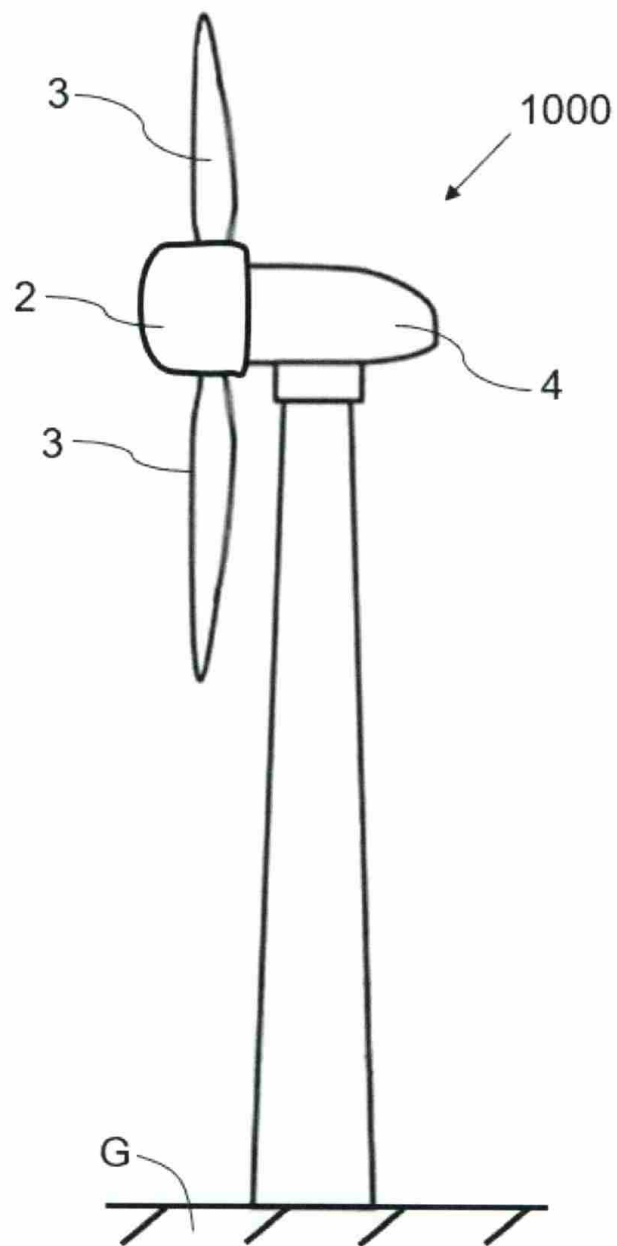


Fig. 1

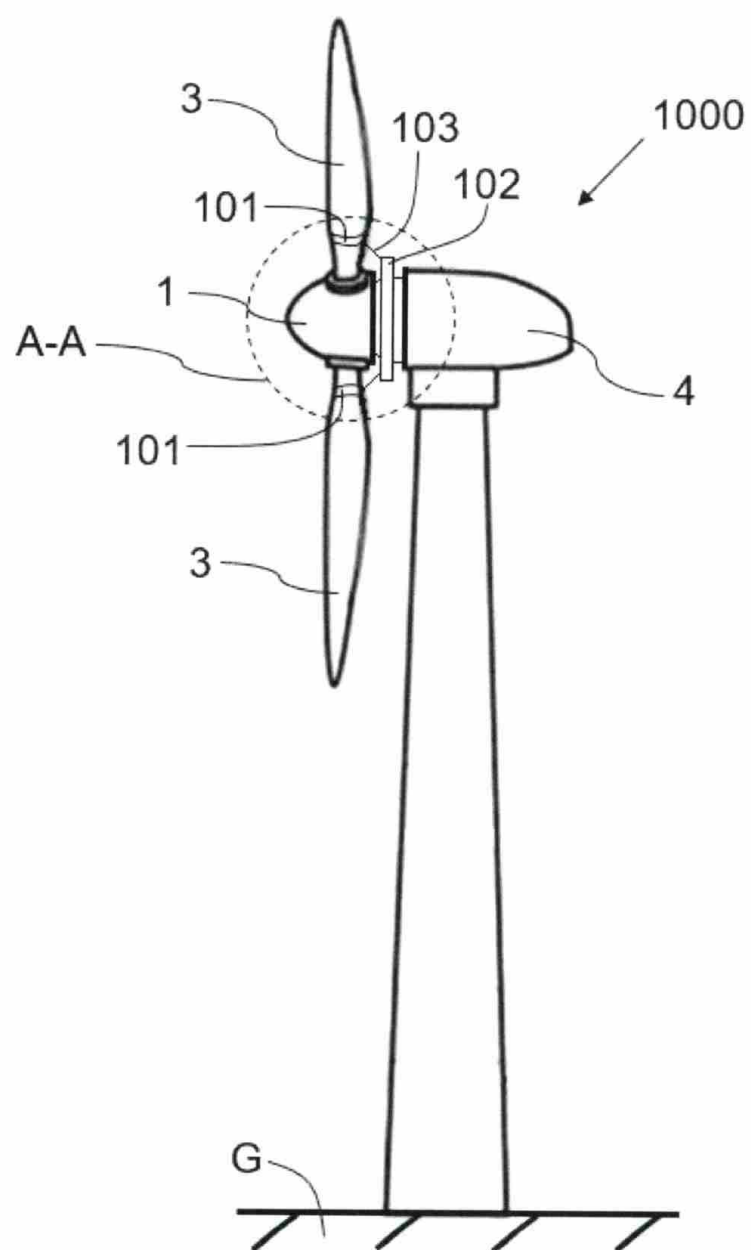


Fig. 2

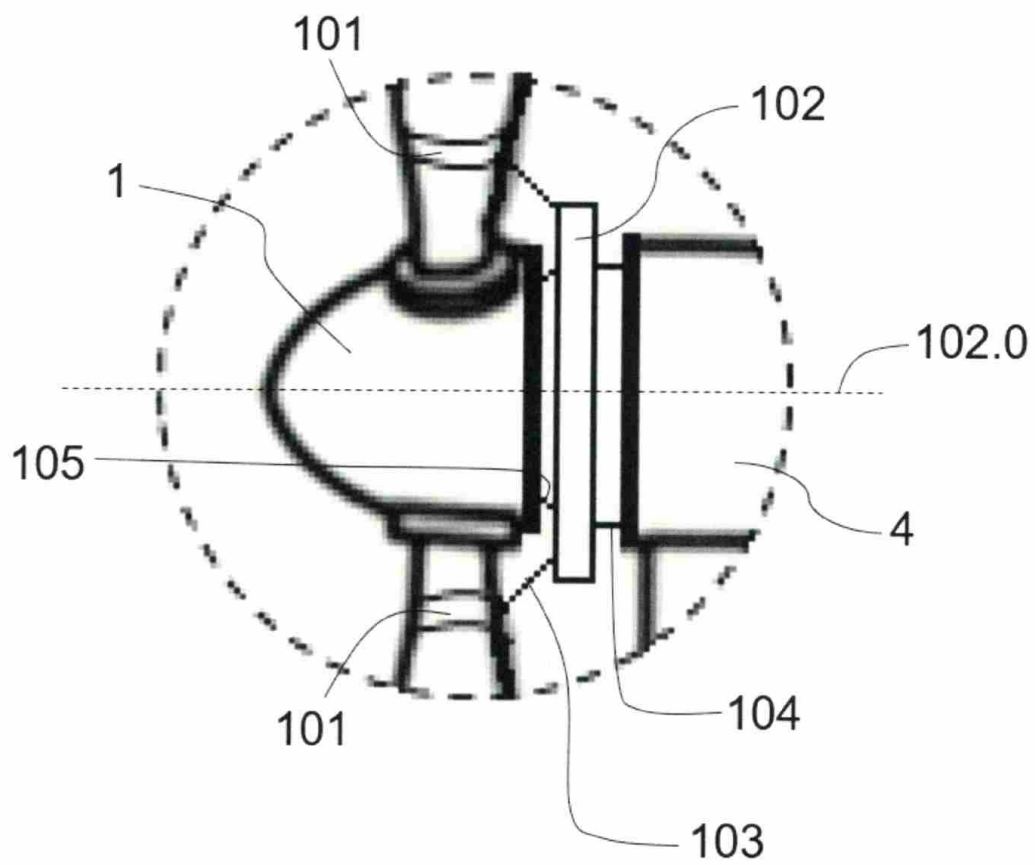


Fig. 3

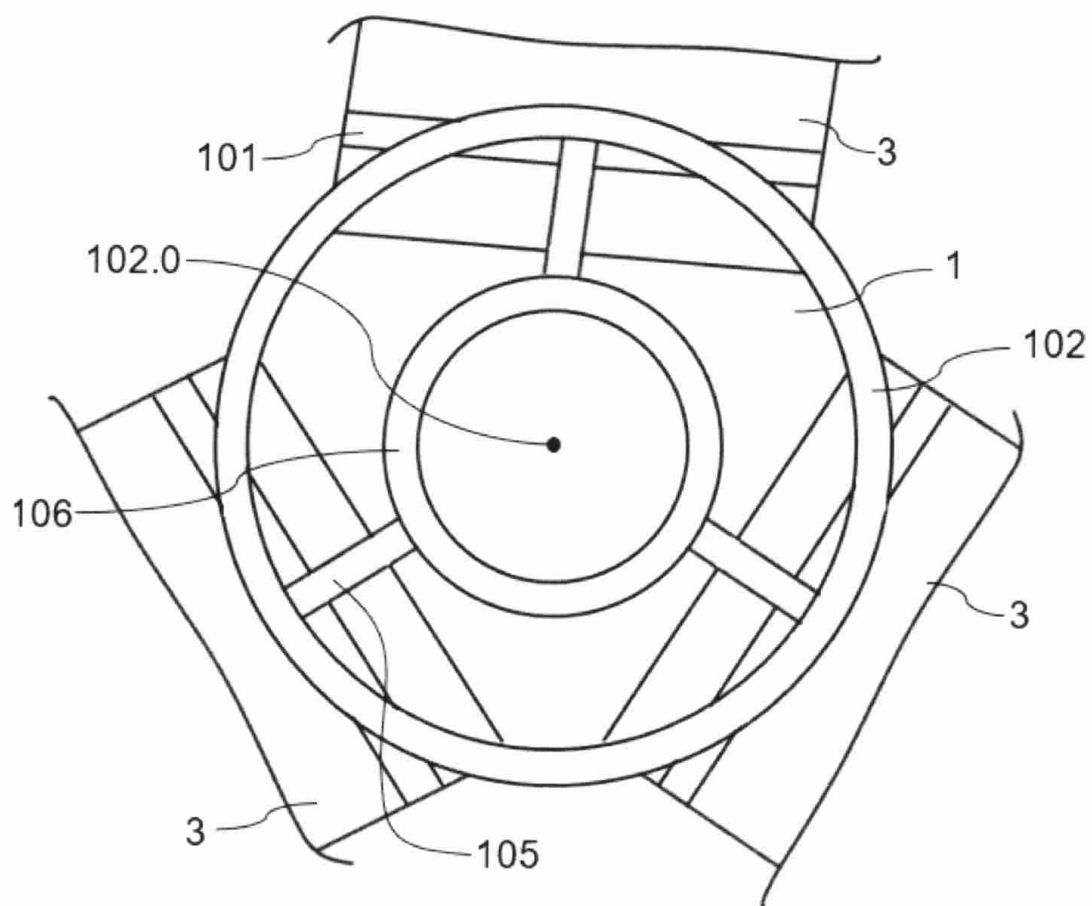


Fig. 4

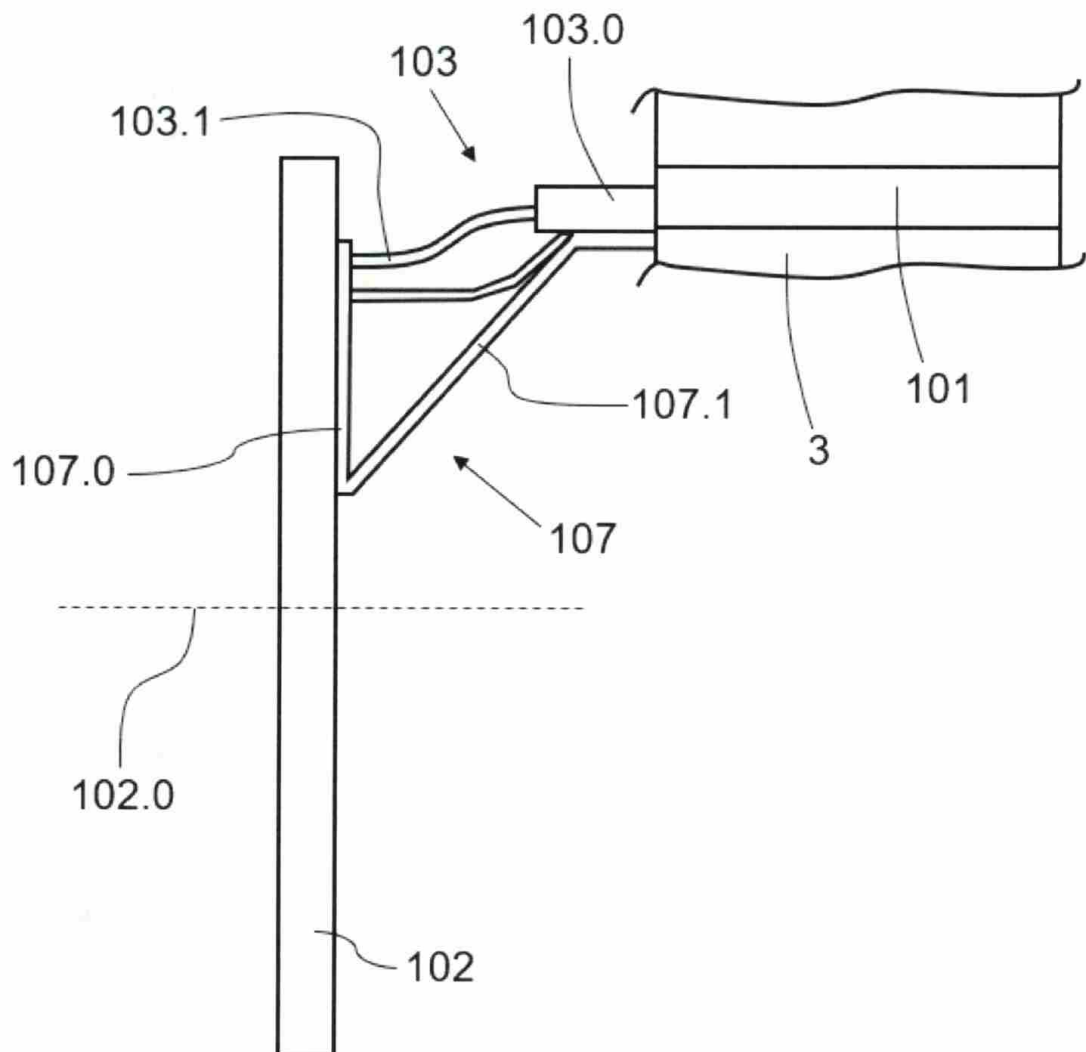


Fig. 5



- ②① N.º solicitud: 201900101
②② Fecha de presentación de la solicitud: 05.07.2019
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **F03D80/30** (2016.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 2015051800 A1 (VESTAS WIND SYS AS) 16/04/2015, Página 1, línea 10 - página 14, línea 25; Figuras.	1,2
Y	US 2017350373 A1 (HANSEN ANDERS NIELS et al.) 07/12/2017, Párrafos [45 - 86]; Figuras.	1,2
A	US 2016281687 A1 (SØGAARD MORTEN BAGGER et al.) 29/09/2016, Párrafos [30 - 38]; Figuras.	1-10
A	US 2009038819 A1 (MOLBECH ALLAN LAURSEN) 12/02/2009, Todo el documento.	1-10

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
20.09.2019

Examinador
M. A. López Carretero

Página
1/2

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

F03D

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

INVENES, EPODOC