

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 879**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.02.2012 PCT/ES2012/000035**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2013 WO2013121054**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2012 E 12868774 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2816225**

54 Título: **Turbina eólica de accionamiento directo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.03.2017

73 Titular/es:

**ADWEN OFFSHORE, S.L. (100.0%)
Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 208
48170 Zamudio, Bizkaia, ES**

72 Inventor/es:

**ALTI BARBON, IGNACIO y
VILLANUEVA MONZÓN, MAURO**

74 Agente/Representante:

PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén

ES 2 606 879 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 accionamiento directo

Campo de la invención

5 La presente invención reside en el campo técnico de las turbinas eólicas de eje horizontal y, concretamente, las turbinas eólicas de accionamiento directo con un rotor conectado directamente a las palas del rotor que gira alrededor de un estator interno.

Antecedentes de la invención

10 Las turbinas eólicas son comunes en el estado de la técnica y se están volviendo cada vez más importantes para generar energía eléctrica a escala global. Las turbinas eólicas más comunes incluyen turbinas eólicas de eje horizontal, en las que un buje del rotor que lleva una pluralidad de palas de la turbina está unido al rotor interno de una máquina eléctrica a través de un árbol y caja de cambios de transmisión horizontal. El buje está montado de manera giratoria en una góndola en la parte superior de una torre. La góndola aloja la caja de cambios, la máquina eléctrica y otros elementos funcionales. La caja de cambios, además de ser bastante cara, es un elemento que requiere un constante mantenimiento y una gran cantidad de espacio, como consecuencia, las dimensiones de la góndola deberían ser suficientemente bastante grandes para alojar la caja de cambios.

15 Las turbinas eólicas "de accionamiento directo" se han desarrollado para resolver este problema. Una turbina eólica de accionamiento directo comprende un rotor externo y un estator interno, un árbol horizontal conectado al rotor externo, de manera que el rotor externo gira alrededor del estator interno. También comprende una góndola montada en la parte superior de una torre que aloja un mecanismo portador del árbol para transportar el árbol horizontal. Las raíces de las palas están conectadas al rotor externo, generalmente a través de un buje hueco. Las dimensiones del buje están diseñadas para permitir el acceso a algunos pernos mediante los que la raíz de la pala está fijada directamente al buje o, en su caso, de la misma manera a un mecanismo de ajuste del ángulo de paso para regular el ángulo de ataque de la pala. El buje es un elemento adicional que debería estar conectado al rotor externo. Lo anterior requiere una unidad relativamente grande e implica la necesidad de elementos de conexión adicionales, que deberían ser montados y mantenidos. Una turbina eólica de accionamiento directo de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento WO 01/21956-A1.

20 Los documentos EP-084748-A1, EP1394406A2, EP-1783363-A1 y DE-4415570-A1 también describen turbinas eólicas de accionamiento directo que carecen de un buje con las palas acopladas directamente a estructuras de soporte montadas de forma equidistante en partes periféricas externas del cuerpo de un rotor externo. El problema inherente a las turbinas eólicas de este tipo involucra a los pernos empleados para sujetar la pala, en su caso, los elementos del mecanismo de inclinación, a las estructuras de soporte de las palas, ya que no están accesibles para las tareas de inspección, mantenimiento o reparación y/o sustitución. Así, cuando estas tareas son necesarias, el rotor completo de la góndola debe ser desmontado y bajado al suelo.

Descripción de la invención

35 La presente invención está destinada a superar los inconvenientes mencionados anteriormente en el estado de la técnica proporcionando una turbina eólica de accionamiento directo que comprende un generador que incluye un rotor externo con un cuerpo anular externo y un estator interno; un árbol horizontal al que está conectado el rotor externo de modo que el rotor externo gira alrededor del estator interno, una góndola montada en la parte superior de la torre para alojar un mecanismo de soporte del árbol para soportar este árbol horizontal; y una pluralidad de estructuras de soporte de las palas uniformemente dispuesta en las partes periféricas exteriores del cuerpo del rotor externo, con cada estructura de soporte desmontable acoplada a una raíz de la pala de una turbina; donde:

- cada raíz de la pala está conectada a la estructura de soporte de la pala en el cuerpo del rotor a través de un extensor hueco de la raíz de la pala;
- el extensor de la raíz de la pala comprende una parte del extremo proximal conectada a la estructura de soporte de la pala por pernos proximales, y una parte del extremo distal conectada a la raíz de la pala, una cámara interior abarcada por una pared periférica, una abertura lateral en la pared periférica para el acceso a la cámara interior y una puerta para cerrar la abertura.

Los términos "proximal" y "distal" empleados en el presente documento significan "cerca del rotor externo" y "lejos del rotor externo".

50 Un extensor instalado entre la raíz de la pala, el cuerpo anular externo y la abertura lateral permitirá el acceso a los pernos proximal y distal para las tareas de inspección, mantenimiento, reparación, apriete y/o sustitución en una turbina eólica que no está equipada con una buje adicional y, en vez de eso, las palas están conectadas al mismo cuerpo anular externo del rotor externo. Estas tareas pueden ser ejecutadas dentro de la cámara interior del extensor de la raíz, que proporciona seguridad adicional para los trabajadores que desarrollan estas tareas.

55 La turbina eólica de accionamiento directo podría ser un modelo convencional en el que el rotor del generador

comprende una pluralidad de imanes permanentes unidos internamente a su cuerpo anular externo y un estator interno que comprende bobinados del inductor, aunque también podría ser un modelo que sea excitado eléctricamente a través de los superconductores.

5 Dependiendo de la realización de la invención, la parte del extremo distal del extensor de la raíz está conectada firmemente a la raíz de la pala, por ejemplo, por pernos axiales distales que se extienden a través de una brida hasta dentro del extensor de la raíz y que penetran en una pared periférica de la raíz de la pala.

10 Según una realización de este tipo, cada estructura de soporte de la pala podría comprender un sistema de inclinación para girar la pala que consiste en un elemento de anillo giratorio que está montado en la parte del extremo proximal del extensor de la raíz, y al menos un piñón impulsor accionado por un motor reductor eléctrico, y engrana la parte dentada anular de un elemento de anillo de modo que el extensor de la raíz y, por consiguiente, la pala giran juntos con el elemento de anillo giratorio.

El elemento de anillo giratorio gira alrededor de una parte central de la estructura de soporte de la pala.

15 La parte dentada podría ser un componente del borde periférico exterior del elemento de anillo giratorio dispuesto debajo de la parte del extremo proximal del extensor de la raíz, y podría ser accionada por un motor reductor eléctrico unido al cuerpo del rotor externo fuera del extensor de la raíz.

20 Como alternativa, la parte dentada podría ser un componente de la parte del borde dentado anular interior del elemento de anillo giratorio mientras que el motor reductor eléctrico está montado de una manera estacionaria en la parte central de la estructura de soporte de la raíz. La parte del extremo proximal del extensor de la raíz abarca esta parte de borde dentado, el piñón impulsor y el motor reductor eléctrico, y gira con el elemento de anillo giratorio cuando este último gira sobre la estructura de soporte de la pala. En este caso, el motor reductor eléctrico puede estar montado de una manera estacionaria sobre la parte central de la estructura de soporte de la pala a través de un soporte de motor de manera que el motor reductor eléctrico esté dispuesto dentro de la cámara interior del extensor de la raíz, o al menos parcialmente montado en un espacio en esta parte central de la estructura de soporte de la pala.

25 En otra realización de la invención, la parte del extremo proximal del extensor de la raíz podría estar conectada al elemento de anillo giratorio por pernos proximales que se extienden a través de una brida proximal interna en el extensor de la raíz en el elemento de anillo giratorio.

30 Según esta realización alternativa, cada estructura de soporte de la pala podría comprender un mecanismo de ajuste del ángulo de paso de la pala para girar la pala, consistente en un elemento de anillo estacionario que está montado en la estructura de soporte de la pala, y al menos un piñón impulsor que engrana una parte dentada anular del elemento de anillo estacionario, y accionado por un motor reductor eléctrico. La parte del extremo proximal del extensor de la raíz está montada sobre una parte del soporte que está montado de manera giratoria en la estructura de soporte de la pala. La parte dentada es una parte periférica interior del elemento de anillo situada debajo de la parte del borde proximal del extensor de la raíz. Cada motor reductor eléctrico está montado de una manera estacionaria sobre la estructura de soporte de la pala en una parte interior de la pared dentro de la cámara interior del extensor de la raíz. La rotación del piñón impulsor hace que el motor reductor eléctrico se desplace a lo largo de la parte dentada anular dentro del elemento de anillo estacionario. Dado que el motor reductor eléctrico está unido a la parte interior de la pared del extensor de la raíz, obliga al extensor de la raíz a moverse con el motor reductor eléctrico y, en consecuencia, a girar con respecto a la estructura de soporte de la pala.

40 En una realización adicional, la parte del extremo proximal del extensor de la raíz está conectada firmemente a la estructura de soporte de la raíz.

Dependiendo de esta realización adicional, la parte del extremo proximal del extensor puede conectarse firmemente a la estructura de soporte de la pala a través de una pluralidad de pernos axiales que se extienden a través de una brida proximal interior dentro del extensor de la raíz en la estructura de soporte de la pala.

45 Una alternativa a esta realización adicional, implica un mecanismo de ajuste del ángulo de inclinación de la pala que comprende un elemento de anillo giratorio montado en la parte del extremo distal del extensor de la raíz. El mecanismo de ajuste del ángulo de paso de pala incluye al menos un piñón impulsor que engrana una parte dentada anular dentro del elemento de anillo giratorio. El piñón impulsor es accionado por un motor reductor eléctrico montado de una manera estacionaria en una parte distal interior de la pared dentro de la cámara interior del extensor de la raíz. La raíz de la pala está fijada al elemento de anillo giratorio de manera que la rotación del piñón impulsor hace que el elemento de anillo giratorio y, por lo tanto, la raíz de la pala asegurada a él hagan girar, por lo tanto, la pala.

55 La presente invención permite claramente acceder a través de la abertura lateral para inspeccionar, reparar y sustituir los pernos de fijación y otros elementos del interior del extensor de la raíz sin necesidad de montar un buje adicional en el rotor externo; y por lo tanto supera satisfactoriamente los inconvenientes del estado actual de la técnica.

Breve descripción de las figuras

Los aspectos y realizaciones de la invención se describirán a continuación basados en algunos dibujos esquemáticos adjuntos, en los que

- 5 la figura 1 es una sección transversal de una primera realización de una turbina eólica según la invención;
- la figura 2 es una sección transversal a lo largo de la línea A-A marcada en la figura 1;
- la figura 3 es una sección transversal a lo largo de la línea B-B marcada en la figura 1;
- 10 la figura 4 es una sección transversal de una segunda realización de la invención;
- la figura 5 es una sección transversal a lo largo de la línea C-C marcada en la figura 4;
- 15 la figura 6 es una sección transversal parcial de una estructura de soporte de la pala y del extensor de la raíz según una tercera realización de la invención;
- la figura 7 es una sección transversal a lo largo de la línea D-D marcada en la figura 6;
- 20 la figura 8 es una sección transversal parcial de una estructura de soporte de la pala y del extensor de la raíz según una cuarta realización de la invención;
- la figura 9 es una sección transversal a lo largo de la línea E-E marcada en la figura 8;
- 25 la figura 10 es una sección transversal parcial de una estructura de soporte de la pala y del extensor de la raíz según una quinta realización de la invención;
- la figura 11 es una sección transversal a lo largo de la línea F-F marcada en la figura 10;
- 30 la figura 12 es una sección transversal parcial de una estructura de soporte de la pala y del extensor de la raíz según una sexta realización de la invención;
- la figura 13 es una sección transversal a lo largo de la línea G-G marcada en la figura 12.
- Estas figuras contienen referencias numéricas para identificar los siguientes elementos
- 1 rotor externo
- 35 1a anillo del cuerpo externo
- 1b protección delantera
- 1c protección trasera
- 1d rodamiento delantero
- 1e rodamiento trasero
- 40 2 imanes permanentes
- 3 estator interno
- 4 serpentines internos
- 5 eje/árbol horizontal
- 6 góndola
- 45 6a nariz
- 7 torre
- 8 mecanismo de soporte del eje/árbol
- 9 estructura de soporte de la pala
- 9a parte central
- 50 9b parte/área de soporte periférico

- 10 pala de la turbina
- 10a raíz de la pala
- 11a pasadores axiales proximales
- 11b, 11c pasadores axiales distales
- 5 12 extensor de la raíz
- 12a parte del extremo proximal
- 12b brida proximal
- 12c parte del extremo distal
- 12d brida distal
- 10 12e cámara interna
- 12f pared periférica
- 13 entrada lateral
- 14 puerta
- 15, 15i elemento de anillo
- 15 15a parte dentada
- 15b parte de conexión
- 15c parte bajada
- 16 piñón de accionamiento
- 17 motor reductor eléctrico
- 20 18 contrapeso
- 19 rodamiento proximal
- 20 rodamiento distal
- 21 soporte del motor/máquina
- 22 carenado externo
- 25 23 parte de soporte del elemento de anillo

Realizaciones de la invención

En la realización ilustrada en las figuras 1 a 3, la turbina eólica de accionamiento directo comprende una góndola -6- montada en la parte superior de una torre -7-, un rotor -1- externo que tiene un cuerpo -1a- anular externo con una pluralidad de imanes -2- permanentes fijados dentro del cuerpo -1a- anular externo, y un estator -3- interno que comprende bobinados -4- del inductor.

El rotor -1- externo comprende una protección delantera -1b- y una protección trasera -1c- conectadas a un árbol -5- horizontal respectivamente a través de un rodamiento delantero -1d- y un rodamiento trasero -1e- de manera que el rotor externo -1- puede girar alrededor del estator interno -3-. El árbol -5- horizontal está soportado por un mecanismo -8- convencional de soporte del árbol alojado en la góndola. Los contrapesos -18- están dispuestos en la parte trasera de la góndola. Una nariz -6a- cónica está montada en la parte de delante del rotor -1- externo.

Las partes periféricas del cuerpo -1a- de rotor externo del rotor -1- externo están equipadas con tres estructuras -9- de soportes de pala uniformemente distribuidas dispuestas para conectar con una raíz -10a- de la pala de una pala -10- de turbina eólica. Cada raíz -10a- de pala está conectada a una de las estructuras -9- del soporte de pala en el cuerpo -1a- anular externo mediante un extensor -12- de pala hueco que comprende una cámara -12e- interna abarcada por una pared -12f- periférica, una parte -12a- de extremo proximal conectada firmemente a la estructura -9- del soporte de la pala por pernos -11a- proximales y una parte -12c- del extremo distal conectada firmemente a la raíz de la pala por pernos -11b- distales. La pared periférica tiene una abertura -13- lateral para ganar acceso a la cámara -12e- interior. La abertura -13- está cerrada por una puerta -14-.

La parte -12a- del extremo proximal del extensor -12a- de la raíz está conectada firmemente a la estructura -9- de soporte de la pala a través de una pluralidad de pernos -11a- axiales proximales que se extienden a través de una brida -12b- proximal interna montada en el extensor -12- de la raíz hacia la parte interior de la estructura -12- de soporte de la pala, mientras que la parte -12c- del extremo distal del extensor -12- de la raíz está conectada firmemente a la raíz -10a- de la pala por pernos -11b, 11c- axiales distales que se extienden a través de una brida -12d- distal interna montada en el extensor -12- de la raíz y penetran en una pared periférica en la raíz -10a- de la pala. Por ello, los pernos -11a, 11b- pueden estar accesibles desde la cámara -12e- interior del extensor -12- de la raíz.

La segunda realización de la turbina eólica de accionamiento directo ilustrada en las figuras 4 y 5 difiere de la primera realización ilustrada en las figuras 1 a 3 en que cada extensor -12- de raíz está conectado, respectivamente, a una de las estructuras -9- de soporte de pala a través de un mecanismo de ajuste del ángulo de paso para hacer girar la pala -10-. El mecanismo de ajuste del ángulo de paso de la pala comprende un elemento -15- de anillo giratorio montado de manera giratoria sobre la parte -12a'- del extremo proximal del extensor -12- de la raíz de manera que la pala -10- gira con el elemento -15- de anillo giratorio, un piñón -16- impulsor que engrana con una parte -15a- de borde dentado anular dentro del elemento -15- de anillo giratorio y rodamientos -19- que permiten que el elemento -15- de anillo giratorio gire sobre la estructura -9- de soporte.

El piñón -16- giratorio es accionado por un motor reductor -17- eléctrico montado estacionario en una parte -9a- central de una estructura -9- de soporte de la pala a través de un soporte -21- de motor de manera que el extensor -12- de la raíz y, por lo tanto, la pala -10- giran con el elemento -15- de anillo giratorio.

La parte -12a- del extremo proximal del extensor -12- de la raíz está montada en el elemento -15- de anillo por pernos -11a- proximales que se extienden a través de una brida -12b- proximal en el extensor -12- de la raíz, de manera que la parte -12a- del extremo proximal del extensor -12- de la raíz abarca la parte -15a- del borde dentado, el piñón -16- impulsor y el motor reductor -17- eléctrico. De ese modo, los pernos -11a- proximales, los pernos -11b- distales, la parte -15a- del borde dentado, el piñón -16- impulsor y el motor reductor -17- eléctrico están alojados y accesibles desde la cámara -12e- interior del extensor -12- de la raíz.

En la tercera realización ilustrada en las figuras 6 y 7, cada mecanismo de ajuste de ángulo de paso de la pala comprende un elemento -15- de anillo montado de manera giratoria en la parte -9a- central de la estructura -9- de soporte de la pala a través de rodamientos -19-. El extensor -12- de la raíz está montado firmemente sobre el elemento -15- de anillo por pernos -11a- proximales que se extienden a través de una brida -12b- proximal en la parte -12a- del extremo proximal del extensor -12- de la raíz, de manera que el extensor -12- de la raíz y la pala -10- giran juntos con el elemento -15- de anillo giratorio. La parte -12b- del extremo distal del extensor -12- de la raíz está montada en la raíz -10a- de la pala como se ilustra en las figuras 1 a 3. De ese modo, los pernos -11a- proximales y los pernos -11b- distales están alojados y accesibles desde la cámara -12e- interior del extensor -12- de la raíz.

El elemento -15- de anillo comprende una parte -15a- dentada exterior, que es parte de un borde periférico exterior del elemento -15- de anillo giratorio situado debajo de la parte -12a- del borde proximal del extensor -12- de la raíz. El elemento -15- de anillo giratorio es accionado por un piñón -16- impulsor de un motor reductor -17- eléctrico que está sujetado al cuerpo -1a- anular externo fuera del extensor -12- de la raíz.

En la cuarta realización ilustrada en las figuras 8 y 9, cada mecanismo de ajuste del ángulo de paso de la pala comprende un elemento -15- de anillo montado de manera giratoria en la parte -9a- central de la estructura -9- del soporte de la pala a través de rodamientos -19-. El extensor -12- de la raíz está montado firmemente sobre el elemento -15- de anillo por pernos -11a- proximales que se extienden a través de una brida -12b- proximal en la parte -12a- del extremo proximal del extensor -12- de la raíz de manera que el extensor -12- de la raíz y la pala -10- giran juntos con el elemento -15- de anillo giratorio. La parte -12b- del extremo distal del extensor -12- de la raíz está montada en la raíz -10a- de la pala de la misma forma que se ilustra en las figuras 1 a 3.

El extensor -12- de la raíz está montado firmemente en el elemento -15- de anillo por pernos -11a- proximales que se extienden a través de una brida -12b- proximal sobre la parte -12a- del extremo proximal del extensor -12- de la raíz, de manera que el extensor -12- de la raíz y la pala -10- giran juntos con el elemento -15- de anillo giratorio. La parte -12b- del extremo distal del extensor -12- de la raíz está montada sobre la raíz -10a- de la pala de la misma forma que se ilustra en las figuras 1 a 3.

El elemento -15- de anillo giratorio comprende una parte -15a- dentada interna, que es un componente del borde periférico interior del elemento -15- de anillo giratorio accionado por el piñón -16- impulsor de un motor reductor -17- eléctrico que está montado al menos parcialmente de una manera estacionaria en un espacio en esta parte central de la estructura -9- del soporte de la pala. De ese modo, los pernos -11a- proximales, los pernos -11b- distales, la parte -15a- de borde dentado, el piñón -16- impulsor y el motor reductor -17- están alojados y accesibles desde la cámara -12e- interior del extensor -12- de la raíz.

En la quinta realización ilustrada en las figuras 10 y 11, la parte -12b- del extremo distal del extensor -12- de la raíz está montada también en la raíz -10a- de la pala como se ilustra en las figuras 1 a 3. Está previsto un mecanismo de ajuste del ángulo de paso de las palas para hacer girar cada pala. El mecanismo proximal para ajustar el ángulo de

5 paso de la pala comprende un elemento -15'- de anillo estacionario montado de manera estacionaria en la estructura -9- de soporte de la pala por pernos de fijación (no mostrados) o de otra manera, y un piñón -16- impulsor accionado por un motor reductor -17- eléctrico que engrana una parte -15a- dentada anular dentro del elemento -15- de anillo que es estacionario -15'-. El motor reductor -17- eléctrico está montado de manera estacionaria al lado de la estructura -9- de soporte de la pala en una parte interior de la pared dentro de la cámara interior -12e- del extensor -12- de la raíz. La parte -12a- del extremo proximal del extensor -12- de la raíz está montada en una parte -9b- de soporte periférica que está montada de manera giratoria sobre la estructura -9- de soporte de la pala por pernos -11a- proximales que se extienden a través de una brida -12b- proximal interna en el extensor -12- de la raíz en la parte -9b- del soporte periférico. De ese modo, los pernos -11a- proximales, los pernos -11b- distales, la parte -15a- del borde dentado, el piñón -16- impulsor y el motor reductor -17- eléctrico están alojados y accesibles desde la cámara -12e- interior del extensor -12- de la raíz.

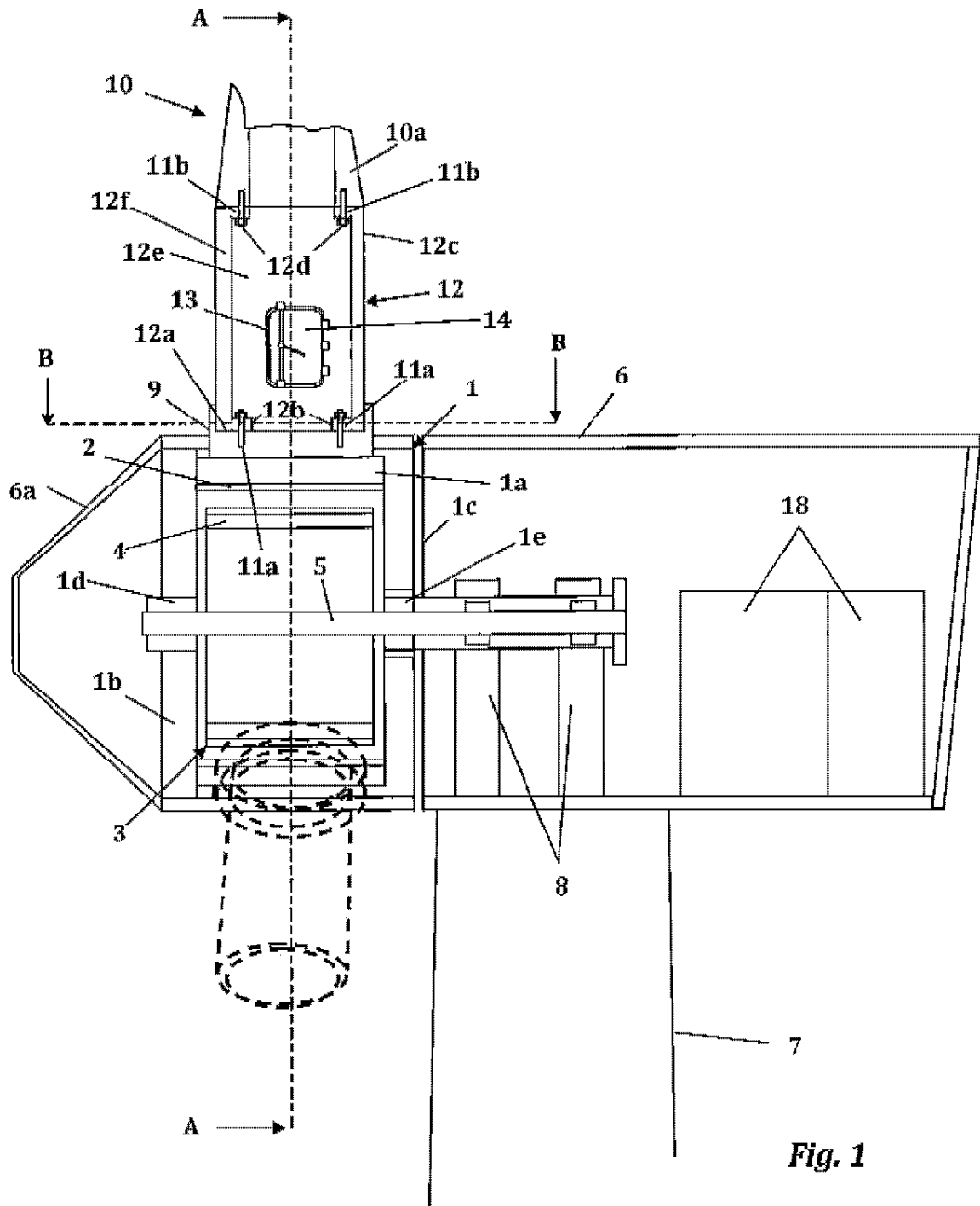
15 Según esta quinta realización, la rotación del piñón -16- impulsor hace que el motor reductor -17- eléctrico se desplace a lo largo de la parte -15a- dentada anular dentro del elemento -15'- de anillo estacionario. Dado que el motor reductor -17- eléctrico está unido a la parte interior de la pared -12- del extensor de la raíz, obliga a que el extensor -12- de la raíz se mueva con el motor reductor -17- eléctrico y, por consiguiente, gire con respecto a la estructura -9- del soporte de la pala.

20 En la sexta realización ilustrada en las figuras 12 y 13, la parte -12a- del extremo proximal del extensor -12- de la raíz está montada en la estructura -9- de soporte de la pala como se ilustra en las figuras 1 a 3. Montado de manera giratoria en la parte -12b- del extremo distal en el extensor -12- de la raíz, existe un mecanismo de ajuste del ángulo de paso de la pala para cada pala, que comprende un elemento -15- de anillo giratorio. El mecanismo distal para ajustar el ángulo de paso de la pala incluye al menos un piñón -16- impulsor que engrana una parte -15a- dentada anular dentro del elemento -15- de anillo giratorio. El piñón -16- está accionado por un motor reductor -17- eléctrico montado de manera estacionaria en una parte distal interior de la pared dentro de la cámara -12e- interior del extensor -12- de la raíz. La raíz -10a- de la pala se sujeta al elemento -15- de anillo giratorio de manera que la rotación del piñón -16- impulsor hace que giren el elemento -15- de anillo giratorio además de la raíz -10a- de la pala y la pala -10- asegurada a ella. Como se ilustra, los pernos -11a- proximales, los pernos -11b- distales, la parte -15a- de borde dentado, el piñón -16- impulsor y el motor reductor -17- eléctrico están alojados y accesibles desde la cámara -12e- interior del extensor de la raíz.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica de accionamiento directo que comprende un generador equipado con un rotor (1) externo que tiene un cuerpo (1a) anular externo y un estator (3) interno; un árbol (5) horizontal conectado al rotor (1) externo de manera que el rotor (1) externo gira alrededor del estator (3) interno; una góndola (6) montada en una parte superior de una torre (7) y que aloja un mecanismo (8) de soporte del árbol para soportar el árbol (5) horizontal; y numerosas estructuras (9) de soporte de las palas dispuestas uniformemente sobre las diferentes partes periféricas exteriores del cuerpo (1a) del rotor externo, y cada estructura (9) de soporte de pala conectada a una raíz (10a) de pala de una pala (10) de turbina;
- 5
- caracterizada** porque
- 10 cada raíz (10a) de pala está conectada a la estructura (9) de soporte de la pala sobre el cuerpo (1) anular externo a través de un extensor (12) de raíz hueco;
- el extensor (12) de la raíz de la pala comprende una parte (12a) del extremo proximal conectada a la estructura (9) de soporte de la pala por pernos (11a) proximales y una parte (12c) del extremo distal conectada a la raíz (10a) de la pala, una cámara (12e) interior abarcada por una pared (12f) periférica, una abertura (13) lateral en la pared (12f) periférica para ganar acceso a la cámara interior (12e) y una puerta (14) para cerrar la abertura (13).
- 15
2. Una turbina eólica de accionamiento directo según la primera reivindicación, **caracterizada por que** el rotor (1) externo comprende una pluralidad de imanes (2) permanentes unidos internamente al cuerpo (1a) anular externo y un estator (3) interno que comprende bobinados (4) del inductor.
- 20
3. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque la parte (12c) del extremo distal está conectada firmemente a la raíz (10a) de la pala.
4. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 3, caracterizada porque la parte (12c) del extremo distal del extensor (12) de la raíz está conectada a la raíz (10a) de la pala por pernos (11b, 11c) axiales distales que se extienden a través de una brida (12d) distal interna dentro del extensor (12) de la raíz y que penetra en una pared periférica de la raíz (10a) de la pala.
- 25
5. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 3, caracterizada porque cada estructura (9) de soporte de pala comprende un mecanismo de ajuste del ángulo de paso de la pala para hacer girar la pala (10) que consiste en un elemento (15) de anillo giratorio montado en la parte (12a) del extremo proximal del extensor (12) de la raíz y al menos un piñón (16) impulsor que engrana una parte (15a) dentada anular sobre el elemento (15) de anillo giratorio; y el piñón (16) impulsor es accionado por un motor reductor (17) eléctrico.
- 30
6. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 5, caracterizada porque el elemento (15) de anillo giratorio gira alrededor de una parte central (9a) de la estructura (9) de soporte de pala.
7. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 6, caracterizada porque la parte (15a) dentada citada es un componente del borde periférico exterior del elemento (15) de anillo giratorio dispuesto debajo de la parte (12a) del extremo proximal del extensor (12) de la raíz, y porque cada motor reductor (17) eléctrico está unido al cuerpo (1a) anular externo fuera del extensor (12) de la raíz.
- 35
8. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 6, caracterizada porque
- 40 la parte (15a) dentada citada es un componente de la parte del borde dentado anular dentro del elemento (15) de anillo giratorio;
- la parte (12a) del extremo proximal del extensor (12) de la raíz abarca la parte (15a) de borde dentado citada y cada piñón (16) impulsor;
- 45 cada motor reductor (17) eléctrico está montado de manera estacionaria en la parte (9a) central citada de la estructura (9) de soporte de pala de manera que el elemento (15) de anillo giratorio gira sobre esta estructura (9) de soporte de pala.
9. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 8, caracterizada porque cada motor reductor (17) eléctrico está montado de manera estacionaria en la parte (9a) central citada de la estructura (9) de soporte de pala a través de un soporte (21) de manera que el motor reductor (17) está situado dentro de la cámara (12e) interior del extensor (12) de la raíz.
- 50
10. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 8, caracterizada porque cada motor reductor (17) eléctrico está montado al menos parcialmente de manera estacionaria en un espacio en esta parte (9a) central del soporte (9) de la pala.

11. Una turbina eólica de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, caracterizada porque la parte (12a) del extremo proximal del extensor (12) de la raíz está conectada al elemento (15) de anillo giratorio por pernos proximales (11a) que se extienden a través de una brida (12b) proximal dentro del extensor (12) de la raíz en el elemento (15) de anillo giratorio.
- 5 12. Una turbina eólica de accionamiento directo según las reivindicaciones 3 o 4 caracterizada porque cada estructura (9) del soporte de la pala comprende un mecanismo de ajuste del ángulo de paso de la pala para girar la pala (10) que consiste en un elemento (15') de anillo estacionario montado de manera estacionaria sobre la estructura (9) del soporte de la pala;
- 10 comprende al menos un piñón (16) impulsor que engrana un elemento (15') de anillo anular estacionario y el piñón (16) impulsor es accionado por un motor reductor (17) eléctrico;
- 15 la parte (12a) del extremo proximal del extensor (12) de la raíz está montada en una parte del soporte (9b) periférico que está montado de manera giratoria en la estructura (9) de soporte de la pala;
- cada motor reductor (17) eléctrico está montado de manera estacionaria al lado de la estructura (9) de soporte de la pala en una parte interior de la pared dentro de la cámara (12e) interior del extensor (12) de la raíz .
13. Una turbina eólica de accionamiento directo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque la parte (12a) del extremo proximal del extensor (12) de la raíz está conectada firmemente a la estructura (9) del soporte de la pala.
- 20 14. Una turbina eólica de accionamiento directo según la reivindicación 13, caracterizada porque cada parte (12a) del extremo proximal del extensor (12) de la raíz está conectado firmemente a la estructura (9) del soporte de la pala por una pluralidad de pernos axiales proximales (11a) que se extienden desde una brida (12b) proximal interna dentro del extensor (12) de la raíz hasta la estructura (9) del soporte de la pala.
- 25 15. Una turbina eólica de accionamiento directo según las reivindicaciones 13 o 14, caracterizada porque comprende un mecanismo de ajuste del ángulo de paso de la pala para girar cada pala (10) que consiste en un elemento (15) de anillo giratorio montado de manera giratoria sobre la parte (12b) del extremo distal del extensor (12) de la raíz y al menos un piñón (16) impulsor que engrana con una parte (15a) dentada anular dentro del elemento (15) de anillo giratorio, y el piñón (16) impulsor es accionado por un motor reductor (17) eléctrico;
- 30 el motor reductor (17) eléctrico está montado de manera estacionaria sobre una parte distal interior de la pared dentro de la cámara (12e) interior del extensor (12) de la raíz;
- 35 la raíz (10a) de la pala está fijada al elemento (15) de anillo giratorio.



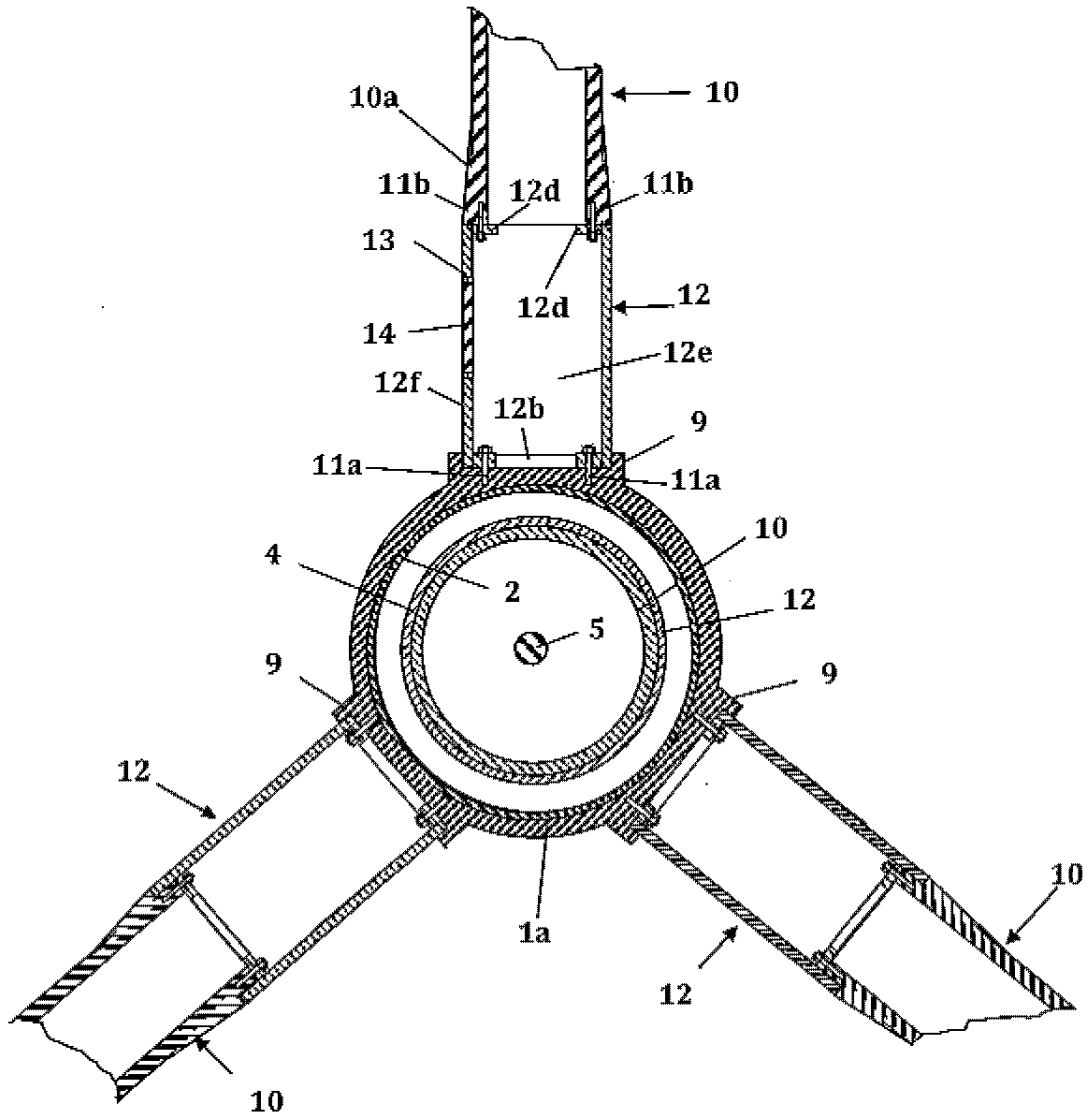


Fig. 2
(A-A)

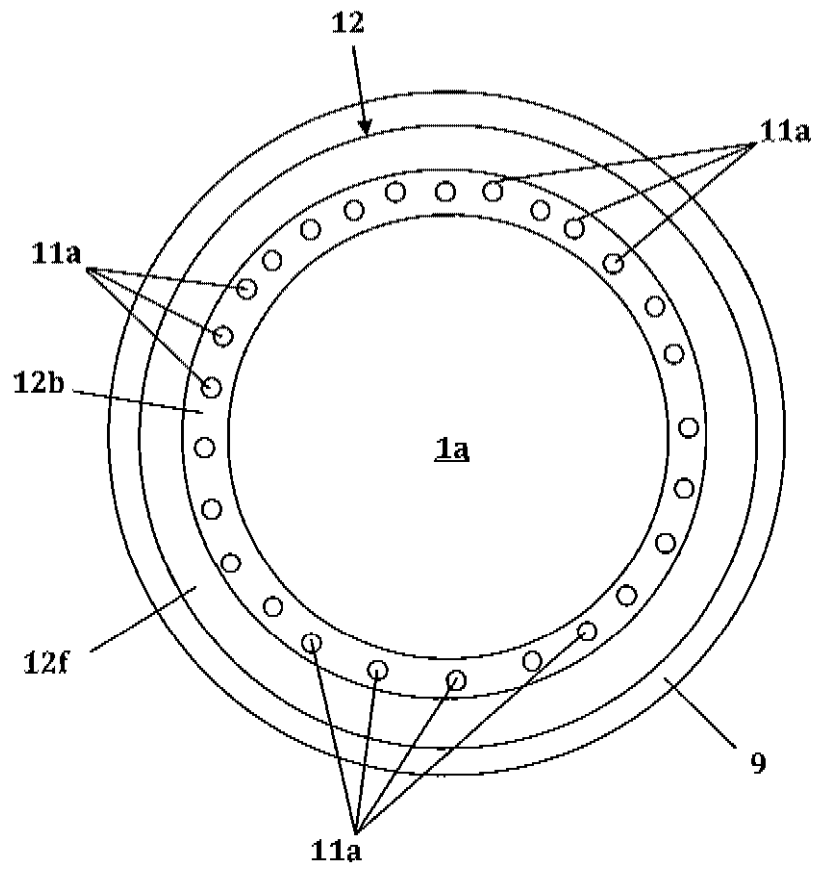


Fig. 3
(B-B)

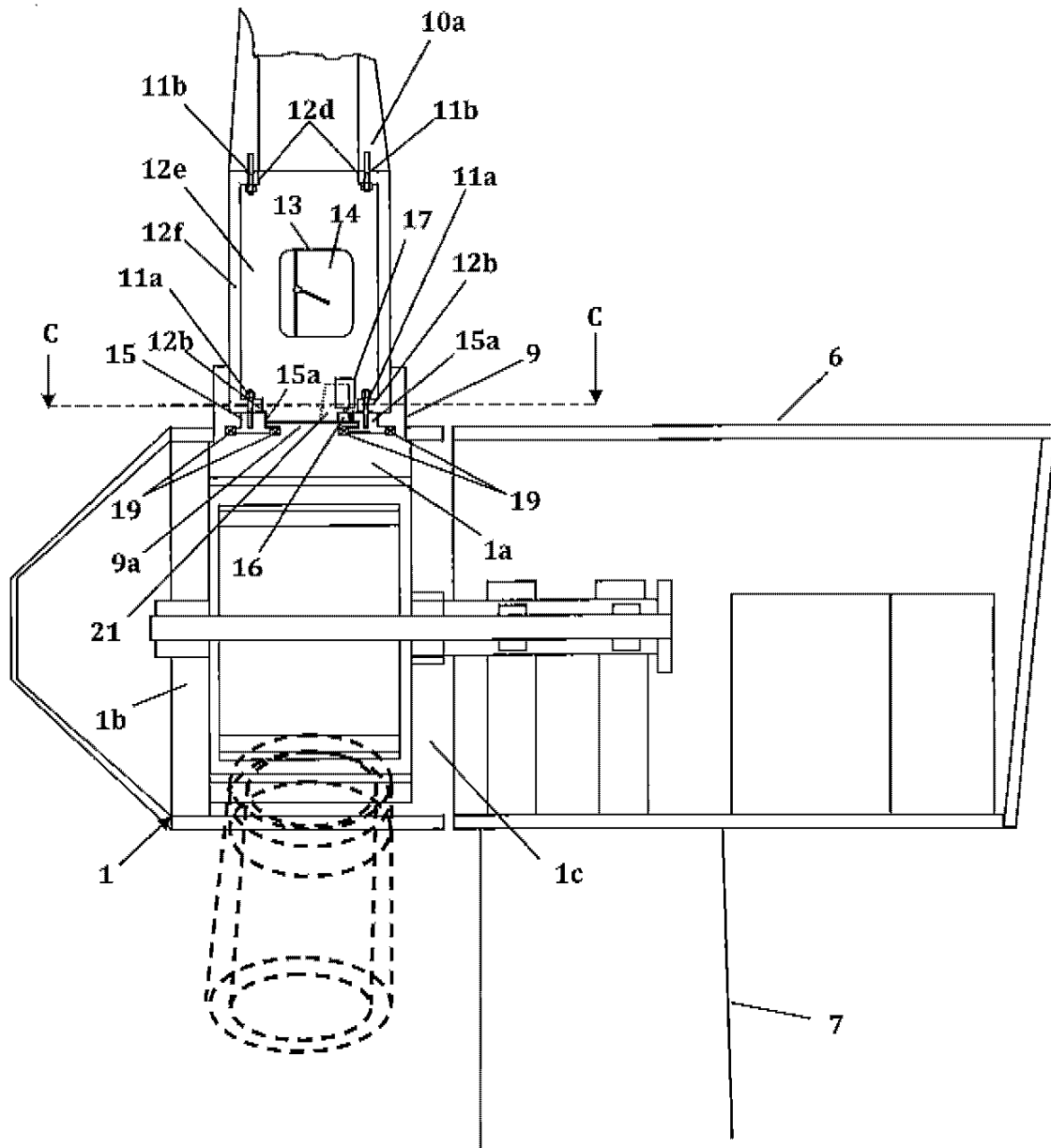


Fig. 4

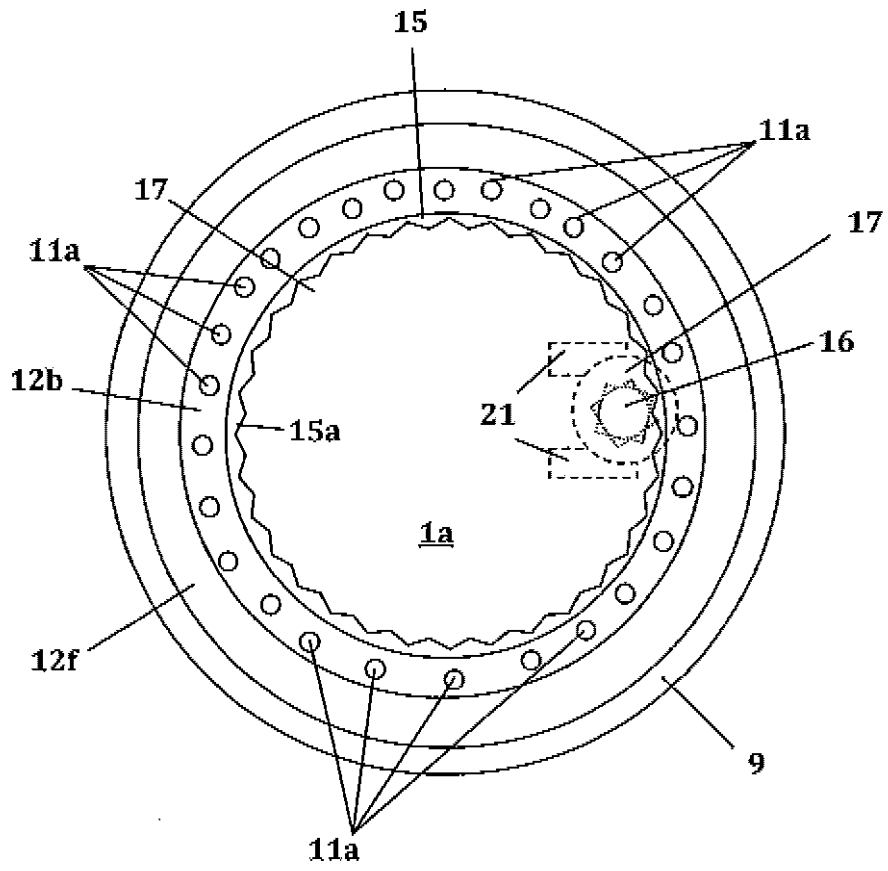


Fig. 5
(C-C)

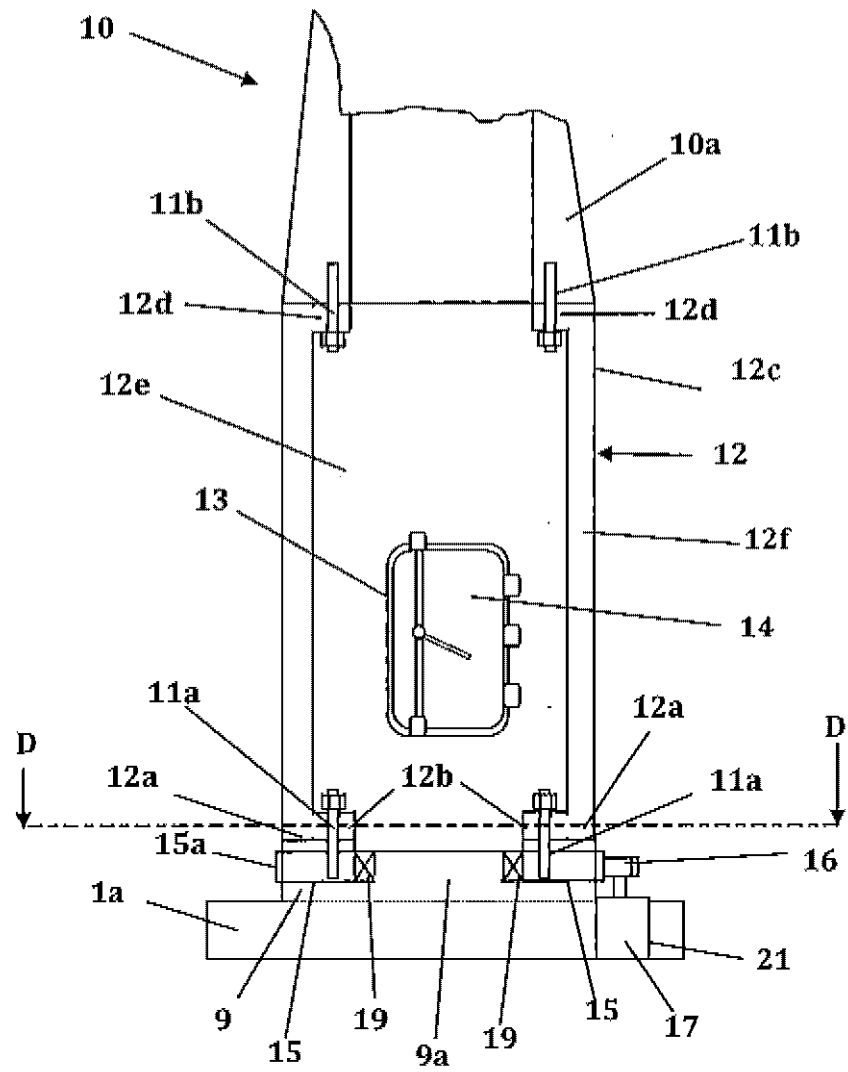


Fig. 6

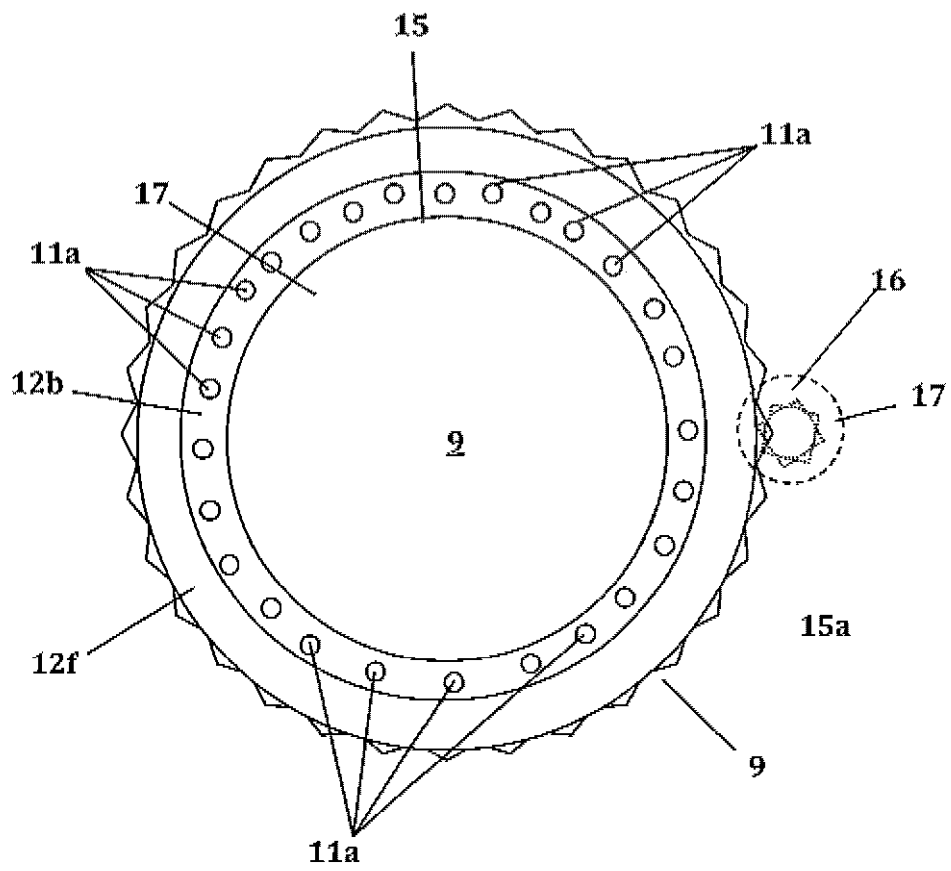


Fig. 7
(D-D)

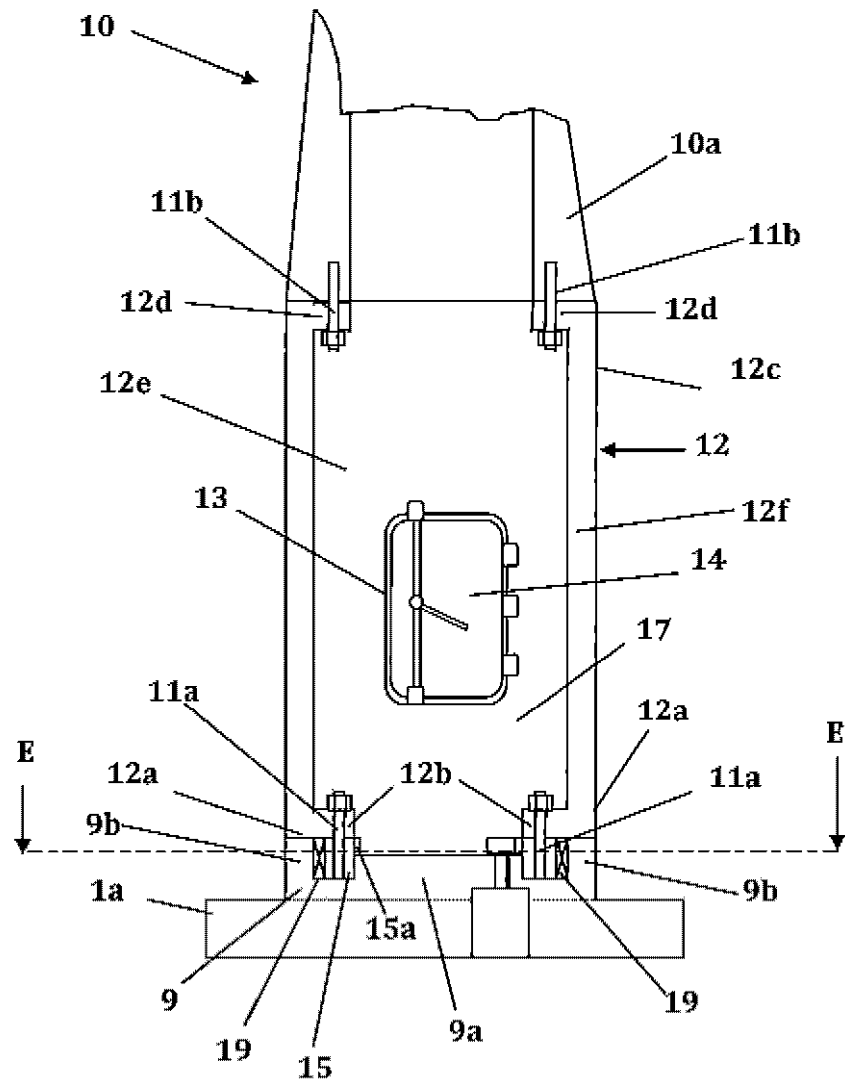


Fig. 8

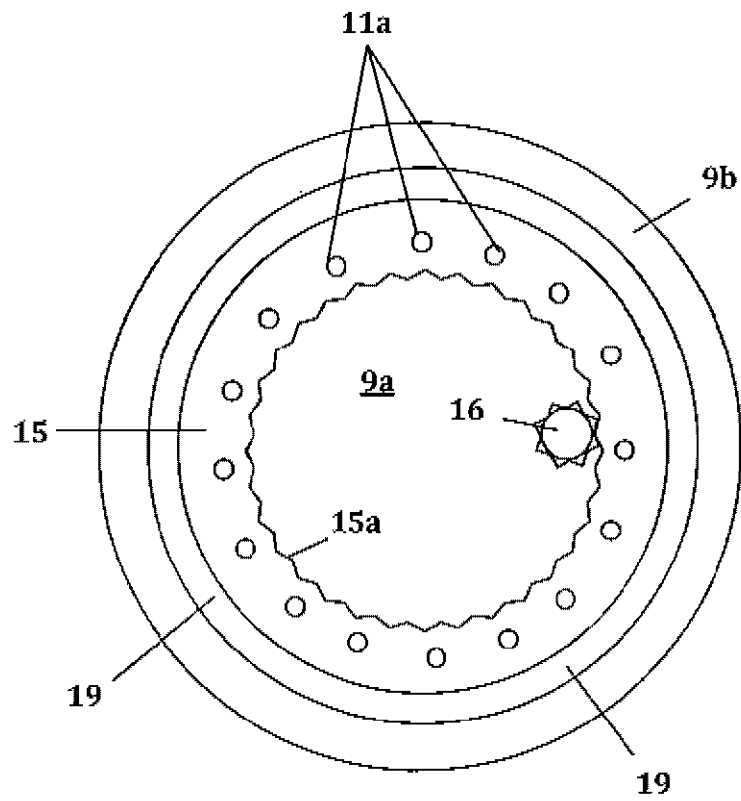


Fig. 9
(E-E)

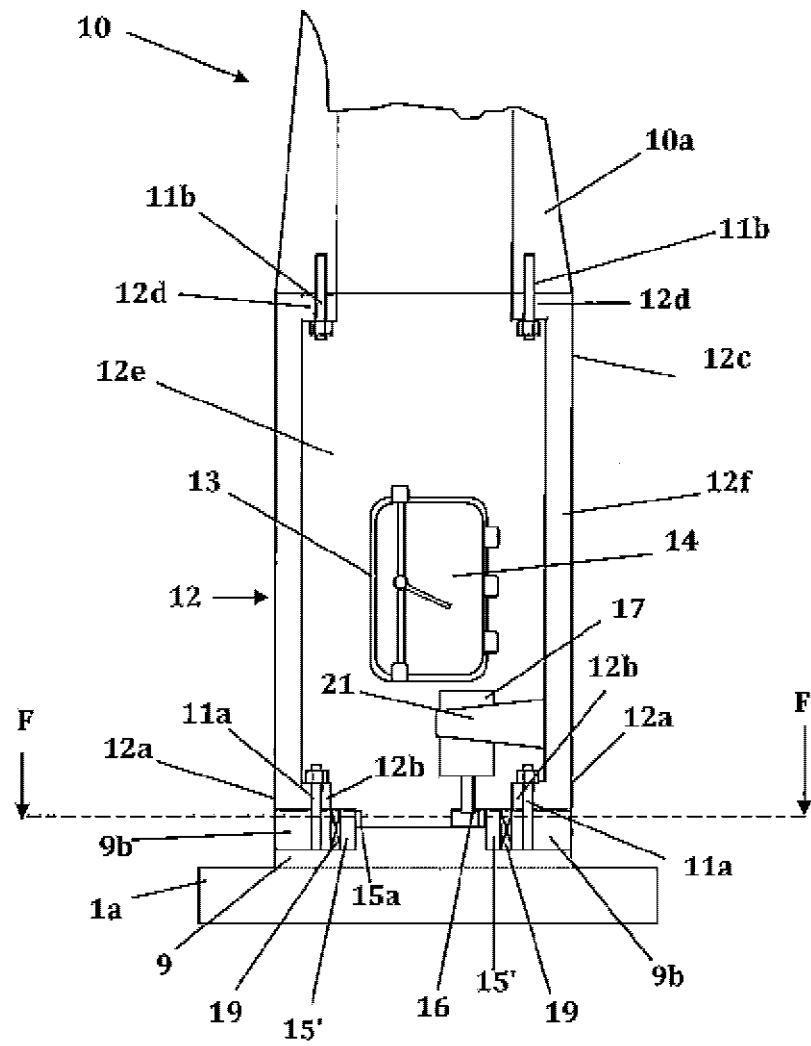


Fig. 10

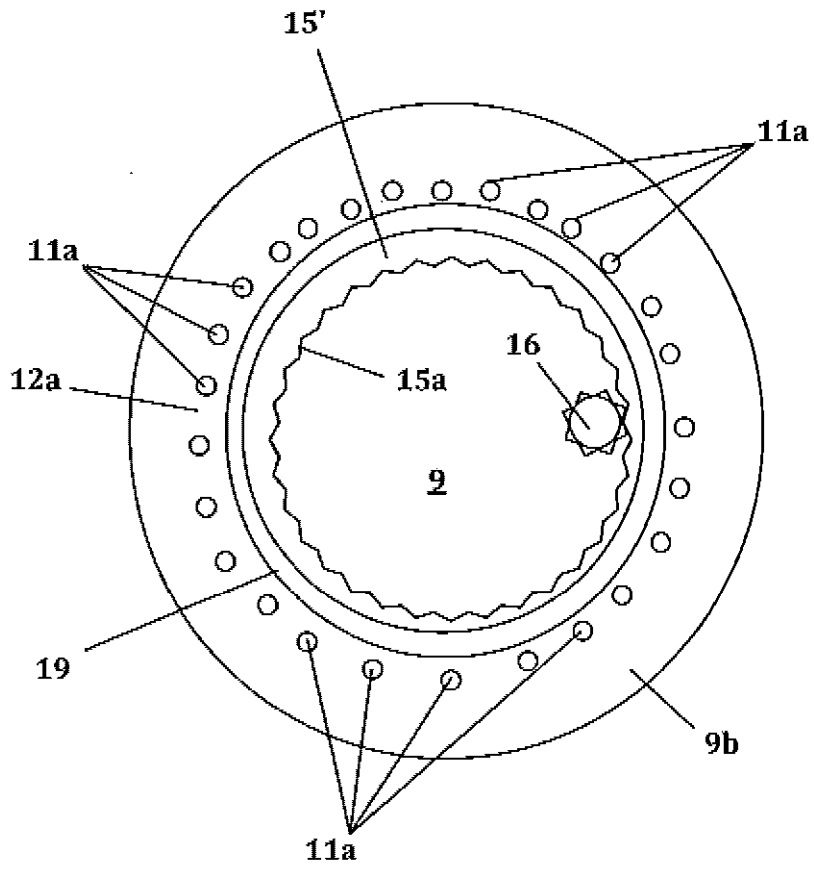


Fig. 11
(F-F)

