

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 140**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)
H02G 13/00 (2006.01)
H01R 39/64 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05004279 .5**
96 Fecha de presentación: **28.02.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1568883**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2005**

54 Título: **INSTALACIÓN DE PARARRAYOS PARA PLANTAS DE ENERGÍA EÓLICA.**

30 Prioridad:
27.02.2004 DE 102004010104
04.05.2004 DE 102004022299

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.02.2012

73 Titular/es:
REpower Systems SE
Überseering 10
22297 Hamburg, DE y
Stemmann-Technik GmbH

72 Inventor/es:
Letas, Heinz-Hermann;
Limbeck, Volker;
Scheibe, Klaus;
Lehmann, Eberhard;
Wilmes, Thomas y
Venker, Michael

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 375 140 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

Instalación de pararrayos para plantas de energía eólica.

5 La invención se refiere a una planta de energía eólica con una torre para ser fijada en el subsuelo, sobre la cual está situada una góndola en la que está dispuesto de modo giratorio un rotor con un buje y varias aspas del rotor, y que acciona un generador situado dentro de la góndola, estando prevista una instalación de pararrayos para descargar en el subsuelo la energía eléctrica de un rayo que haya impactado, cuyo recorrido del rayo conduce desde las aspas del rotor y el buje a la torre y por lo menos a través de un transmisor del rayo para transferirlo de uno a otro componente de la planta de energía eólica que tengan movimiento relativo entre sí.

10 Las plantas de energía eólica están realizadas generalmente como estructuras de gran elevación con el fin de aprovechar que la velocidad del viento aumenta según la altura. Los emplazamientos con altas velocidades del viento que son especialmente adecuadas para la colocación de plantas de energía eólica a menudo están situados en lugares expuestos. Ambas cosas dan lugar a que las plantas de energía eólica estén expuestas a un elevado riesgo de impacto del rayo. Especialmente en el caso de plantas de energía eólica dispuestas en aguas, las llamadas plantas offshore, existe a causa del emplazamiento expuesto de la planta de energía eólica un considerable riesgo de impacto del rayo. Están
15 especialmente expuestas al riesgo las aspas del rotor desde las cuales la energía eléctrica del rayo se ha de derivar al subsuelo a través del buje, de la góndola y de la torre. Surgen dificultades porque tanto las aspas del rotor están dispuestas de modo giratorio con respecto al buje del rotor, el rotor con respecto a la góndola y la góndola con respecto a la torre. Para derivar la energía del rayo se requieren unas instalaciones de transición que permitan el movimiento de giro y a pesar de ello aseguren todavía una suficiente transmisión de la energía eléctrica de un rayo. Las instalaciones de
20 transición han de estar realizadas de tal modo que puedan derivar incluso las elevadas tensiones de algunos millones de voltios y las intensidades de corriente de hasta cientos de miles de amperios, causadas por el impacto del rayo, sin que surjan daños en los componentes de la planta de energía eólica.

Con el fin de posibilitar la transmisión segura del rayo en puntos de transición especialmente críticos se han conocido en el estado de la técnica diversos diseños. Un primer diseño consiste en prever unas uniones móviles de cables. Tiene la
25 ventaja de que se puede establecer una comunicación segura de forma sencilla. Los inconvenientes son que con una conexión de cable de este tipo no se puede conseguir una posibilidad de giro completa. Al cabo de un determinado número de vueltas hay que volver a desenmarañar el cable de conexión. Otros inconvenientes están en que la gran longitud que se requiere para conseguir una posibilidad de giro suficiente puede dar lugar a una caída de tensión considerable. Debido a la longitud existe además el inconveniente de que por el efecto de las altas intensidades del rayo surjan fuerzas de inducción que den lugar a que los cables se muevan como látigos. También es conocido el
30 procedimiento de emplear como transmisores unos contactos de escobilla. Una instalación de esta clase se da a conocer en el documento EP-A-1 154 537. Ofrecen la ventaja de proporcionar un contacto de bajo valor óhmico. El inconveniente es que para transmitir con seguridad la energía del rayo se requieren grandes dimensiones. También tiene el inconveniente de que especialmente en el caso de plantas de energía eólica de grandes dimensiones es preciso superar una potencia de giro elevada. El desgaste es considerable y se produce un producto de erosión que es conductor.
35

En el documento DE-C-4 436 197 se describe una planta de energía eólica con una instalación de protección contra el rayo. Se ha previsto una transmisión del rayo desde las aspas del rotor a un componente fijo eléctricamente conductor de un soporte del mástil que está puesto a tierra. La transmisión de la protección contra el rayo está realizada como un transmisor del rayo situado en la zona de la raíz de las aspas del rotor a una distancia aislante respecto al buje del rotor, que se encuentra en comunicación eléctrica activa con la raíz del aspa del rotor. Presenta un resalte de transmisión que está acercado al componente fijo eléctricamente conductor del soporte de la máquina, hasta una distancia
40 predeterminada. En este dispositivo de protección contra el rayo están previstos dos trayectos de chispas. El primero trayecto de chispas se encuentra entre un anillo de aluminio situado en la raíz del aspa del rotor y una barra de captación. En el otro extremo de la barra de captación hay un segundo trayecto de chispas para transmitir el rayo a un anillo de derivación situado en la góndola, coaxial con el árbol del rotor. A través de estos dos trayectos de chispas se derivan tanto los impactos del rayo como las cargas electrostáticas, por lo que hay que contar con numerosos saltos de chispa.
45

Un perfeccionamiento de esta instalación de protección contra el rayo se describe en el documento DE-C-100 22 128. De acuerdo con éste está previsto adicionalmente un dispositivo para la descarga electrostática continua de por lo menos una de las aspas del rotor. Como es sabido, debido al rozamiento del aire de las aspas del rotor en movimiento puede producirse una carga electrostática de un aspa del rotor. La carga se va acumulando hasta que en un trayecto de aire que conduzca hacia tierra se alcance la tensión del salto de chispa. Debido a la constante carga que se produce en las aspas del rotor en movimiento se producen periódicamente saltos de chispa en el trayecto de chispas, con unas perturbaciones tan indeseables para el sistema electrónico, como con la misma regularidad. Por este motivo se emplea un descargador de carga estática que consiste en una sencilla impedancia eléctrica con un componente óhmico o inductivo. Se propone
50 disponer en la zona de la raíz del aspa del rotor y a la altura de una raíz del aspa del rotor y de un anillo de aluminio una barra de captación que actúa de órgano de descarga del rayo, que a través de un resalte de transmisión está aproximado
55

a un anillo de descarga eléctricamente conductor hasta una distancia predeterminada de por ejemplo 3 mm. Entre el anillo de aluminio y el adaptador del aspa está situado el descargador conductor de la carga estática. Esta combinación de un dispositivo para la descarga continua de la carga electrostática con un trayecto de chispas requiere un espacio de construcción relativamente grande debido a la barra de captación empleada, ya que el diámetro del anillo de descarga puede ser considerable, según la dimensión de la planta de energía eólica. La barra de captación ha de estar realizada con suficiente rigidez a la flexión con el fin de poder mantener una separación predeterminada respecto al anillo de descarga. Al ir aumentando la longitud de la barra de captación resulta difícil mantener con exactitud las distancias de separación sin tener que efectuar un apoyo adicional de la barra de captación o realizar ésta con mayor rigidez. Incluso en la instalación de protección contra el rayo más perfeccionada tiene lugar la descarga del rayo así como de las cargas electrostáticas por principio a través de un trayecto de chispas común entre el resalte de transferencia y el anillo de descarga eléctricamente conductor. El dispositivo para la descarga continua de las cargas electrostáticas solamente actúa entre la raíz de la aspa del rotor y la barra de captación.

El inconveniente que tienen los trayectos de chispas es que al formarse la chispa se produce una descarga brusca con lo cual se provocan perturbaciones electromagnéticas. Además, debido a las dimensiones y al peso de los componentes de las plantas de energía eólica es preciso que el entrehierro sea relativamente grande, con lo cual resultan unas tensiones de salto de chispa del orden de más de 10 kV. Los componentes que se trata de proteger han de estar contruidos por lo menos lo suficientemente robustos para poder soportar esta tensión de descarga.

El documento US-A 377.742 describe una instalación de descarga del rayo para una planta de energía eólica con una pista de rodadura sobre la cual rueda un rodillo de contacto. Por la norma DIN IEC/117/CD (VDE 0127 parte 24) se conocen medidas para la protección de cojinetes y transmisiones en plantas de energía eólica. Los arcos eléctricos entre las superficies de las pistas de los cojinetes y los cuerpos de rodadura pueden llevar suficiente energía para causar intensa corrosión por picaduras. En particular en las plantas de energía eólica situadas en alta mar los daños causados en los cojinetes por impacto del rayo pueden dar lugar a unos costes de reparación considerables. En los cojinetes del árbol principal, en los reductores y en los cojinetes del generador es difícil conseguir la lubricación necesaria para evitar el rozamiento y conseguir al mismo tiempo el buen contacto metálico que se requiere para la conducción de las corrientes del rayo. Ya es conocido el procedimiento de reducir la parte de las corrientes debidas al rayo que pasan a través del cojinete del árbol principal por medio de unas vías de corriente alternativas (recorridos del rayo) a base de contactos de fricción, escobillas o trayectos de chispas. Los cojinetes de grandes dimensiones presentan unas impedancias reducidas, mientras que los contactos rozantes, los trayectos de escobillas o de chispas con sus conexiones respecto a tierra presentan impedancias superiores. Por este motivo, esta clase de medidas no pueden mantener las corrientes del rayo totalmente alejadas de los cojinetes. Los componentes de descarga tales como las escobillas de carbón están realizadas por lo general para intensidades de corriente más reducidas.

Al ir aumentando el tamaño de las plantas de energía eólica surgen problemas adicionales. Los componentes de las plantas de energía eólica de grandes dimensiones presentan unas medidas mayores. Las tolerancias que surgen aumentan inevitablemente al mismo tiempo en valor absoluto. Esto da lugar a que el gasto necesario para mantener una buena protección contra el rayo aumente notablemente al ir aumentando el tamaño de la planta de energía eólica. Tanto la fabricación como también la conservación de la instalación de protección contra el rayo resulta más compleja, y aumenta el riesgo de que disminuya la eficacia de la protección contra el rayo.

La invención tiene como objetivo crear un transmisor que evite los inconvenientes antes citados, especialmente en el caso de plantas de energía eólica de gran magnitud.

La solución conforme a la invención se encuentra en las características de la reivindicación 1. Unos perfeccionamientos ventajosos constituyen el objeto de las reivindicaciones subordinadas.

En una planta de energía eólica con una torre destinada a ser fijada en el subsuelo sobre la cual está dispuesta una góndola en la que está dispuesto de modo giratorio un rotor con un buje y varias aspas de rotor, y que acciona un generador situado en el interior de la góndola, donde está prevista una instalación de descarga del rayo para descargar al subsuelo la energía eléctrica de un rayo que haya impactado, cuyo recorrido del rayo conduce desde las aspas del rotor y el buje a través de la góndola hacia la torre y por lo menos a un transmisor del rayo para efectuar la transmisión entre dos componentes de la planta de energía eólica móviles relativamente entre sí, existe de acuerdo con la invención en un lado del transmisor del rayo una pista de rodadura que está unida a un trayecto del rayo, y en el otro lado del transmisor del rayo está previsto un rodillo de contacto que rueda sobre aquélla, que está unido de modo eléctricamente conductor con un cuerpo de fricción que está en contacto eléctricamente conductor con una escobilla de puesta a tierra, que encapsulada para protegerla contra las influencias del entorno está unida a través de un portaescobillas con una conducción de puesta a tierra.

La invención se basa en el conocimiento de que mediante el rodillo de contacto que rueda sobre la pista de rodadura resulta posible conseguir un contacto seguro para la transmisión de cargas eléctricas, incluso si hay grandes desviaciones

por tolerancia y si las potencias de marcha que han de obtenerse son grandes. Esto es válido tanto si el rodillo de contacto está parado o está girando. El rodillo de contacto rueda sobre la pista de rodadura con bajo rozamiento, por lo que no se produce ningún desgaste, o éste es despreciable. Mediante la disposición encapsulada de la escobilla de puesta a tierra se crea una conexión con un valor óhmico suficientemente bajo, que permite realizar una vía protegida para la descarga de las cargas eléctricas de la planta de energía eólica. Gracias al encapsulado tampoco hay una influencia negativa sobre la conductividad eléctrica causada por influencias meteorológicas negativas. De este modo se puede evitar de forma eficaz que se vayan acumulando cargas eléctricas nocivas tanto cuando la planta de energía eólica esté parada como cuando esté en movimiento. Por este motivo los componentes eléctricos de la planta de energía eólica que se trata de proteger tampoco han de presentar una mayor rigidez dieléctrica. Gracias a la realización conforme a la invención se tiene además la posibilidad de asegurar una conexión segura incluso en el caso de altas potencias de marcha. Mientras que convencionalmente en un transmisor por fricción, situado por ejemplo entre el soporte de la máquina y el buje del rotor, el camino recorrido en las superficies de contacto es largo, se puede sin embargo conseguir gracias a la configuración conforme a la invención y según la elección de la relación de diámetros entre la envolvente del rodillo de contacto y el punto de contacto de la escobilla de puesta a tierra, una reducción del movimiento relativo entre el cuerpo de fricción (rodillo de contacto) y la escobilla de puesta a tierra. Éste se puede reducir a un valor mínimo si el eje de giro del cuerpo de fricción o del rodillo de contacto coincide y la escobilla de puesta a tierra está situada muy próxima a o sobre este eje de giro. Con esta disposición tiene lugar un movimiento relativo dentro de un campo de diámetros reducido, muy limitado, que en el caso de la disposición centrada de la escobilla de puesta a tierra incluso depende únicamente del diámetro de la misma escobilla de puesta a tierra. Debido al diámetro de la escobilla de puesta a tierra que por principio es pequeño, el desgaste es reducido y suele estar generalmente dentro de los intervalos de mantenimiento deseados de la planta de energía eólica. Además de esto, el rodillo de contacto rueda sin rozamiento sobre la pista de rodadura, de modo que tampoco aparece en este punto ningún desgaste o éste es despreciable. En conjunto se ha reducido por lo tanto el desgaste que se forma en la zona del transmisor del rayo, así como el material de erosión formado. Esto es especialmente importante para plantas de energía eólica en alta mar, ya que aquí se desea conseguir unos intervalos de mantenimiento especialmente largos.

A continuación se tratarán de explicar algunos de los conceptos empleados:

Se entiende por góndola una carcasa en la cual están alojados los componentes de la planta de energía eólica situados sobre la torre. Además del generador suelen ser una transmisión, un árbol de accionamiento, una instalación de control y los soportes para los componentes citados.

Se entiende por instalación de derivación del rayo una instalación compuesta por varios elementos que en el caso del impacto de un rayo comunica con el subsuelo de forma eléctricamente conductora un componente de la planta de energía eólica que se trata de proteger.

Se entiende por conducción de puesta a tierra una conexión eléctrica que establece contacto con tierra, por ejemplo a través de una toma de tierra profunda.

Se entiende por subsuelo el suelo de la tierra o del fondo del mar.

El transmisor del rayo comprende convenientemente un trayecto de chispas unido a una conducción de puesta a tierra que está dirigida sobre la pista de rodadura o sobre una pista de contacto que transcurra paralela a la pista de rodadura o sobre el rodillo de contacto. También pueden estar previstos varios de estos trayectos de chispas. El trayecto de chispas está previsto para la descarga de las corrientes del rayo y va conectada convenientemente en paralelo al rodillo de contacto. En los dos primeros casos se obtiene una conexión en paralelo, concretamente si el trayecto de chispas está dirigido sobre la pista de rodadura o sobre una pista de contacto que transcurra paralela a la pista de rodadura. Esta realización ofrece la ventaja de que las cargas electrostáticas de más baja tensión se pueden derivar a través del sistema de escobillas de puesta a tierra, mientras que los rayos, con sus tensiones elevadas, se conducen a través de la derivación de elevado valor óhmico del trayecto de chispas que está conectado en paralelo. Si el trayecto de chispas no está orientado sobre la pista de rodadura o sobre la pista de contacto sino sobre el rodillo de contacto, entonces existe una conexión en serie, de modo que la corriente del rayo fluye a través del rodillo de contacto. En este caso el trayecto de chispas está posicionado preferentemente en el espacio de tal modo que la corriente del rayo no pueda fluir a través de los cojinetes del rodillo de contacto sino que se derive antes a través del trayecto de chispas. De este modo no quedan protegidos únicamente los cojinetes del rodillo de contacto sino también la escobilla de puesta a tierra. Se sobreentiende que puede haber varios trayectos de chispas dispuestos incluso en una combinación de conexiones en serie y en paralelo.

Es conveniente que el rodillo de contacto comprenda una zona de rodadura que establece contacto con la pista de contacto y una zona de contacto opuesto para el trayecto de chispas. Al separar la zona de rodadura de la zona de contracontacto se consigue que el trayecto de chispas presente un trayecto en el aire que se mantiene constante incluso al ir progresando el desgaste de la zona de rodadura. De este modo existe en principio la posibilidad de realizar el trayecto en el aire con esta disposición inferior a 1 mm. De este modo se reduce el campo de tensión necesario para cebar el trayecto

en el aire hasta un valor reducido deseado.

5 La escobilla de puesta a tierra está realizada preferentemente de tal modo que se establezca un contacto óhmico con el rodillo de contacto. Ahora bien, la resistencia no debe ser demasiado reducida. Eventualmente se puede conseguir mediante una resistencia en serie para el rodillo de contacto que el trayecto en el aire se debe antes de que en el caso del
10 impacto del rayo pase una corriente demasiado grande a través de la escobilla de puesta a tierra. Esto permite dimensionar menor la escobilla de puesta a tierra, lo cual no solamente reduce el espacio necesario sino también los costes. La escobilla de puesta a tierra está dispuesta convenientemente de tal modo que haga contacto con el rodillo de contacto por su cara frontal. Esto tiene la ventaja de que se puede elegir el trayecto periférico a recorrer por la escobilla durante una revolución, inferior al perímetro exterior del rodillo de contacto. La potencia de marcha que ha de prestar la escobilla se reduce por este motivo. Se reduce aún más el desgaste. Pero también puede estar previsto dotar el rodillo de contacto de un saliente que tenga un diámetro menor que el diámetro con el que el rodillo de contacto rueda sobre la pista de contacto. De este modo se puede reducir la potencia de marcha y por lo tanto el desgaste de la escobilla de puesta a tierra.

15 También es conveniente realizar la zona de rodadura del rodillo de contacto con forma abombada. De este modo se evita que el rodillo de contacto se pueda acuñar con relación a la pista de rodadura. En particular se contrarresta de este modo también el temido llamado apoyo en los cantos, que da lugar a una imagen de desgaste desfavorable, así como a una conexión eléctrica peor.

20 En una forma de realización acreditada, la pista de rodadura y/o el rodillo de contacto están fabricados de cobre al cromo o de una aleación de cobre berilo. Con estos materiales se consigue una resistencia al desgaste muy buena. Bajo el aspecto de simplificar el mantenimiento es ventajoso que el rodillo de contacto se realice como pieza de desgaste, con el fin de que no sea necesario sustituir la pista de rodadura a lo largo de la vida útil prevista de la planta de energía eólica. Para este fin, la pista de rodadura está realizada preferentemente de un material que tenga una resistencia al desgaste mayor que la del material del rodillo de contacto.

25 Uno de los transmisores de rayo está situado preferentemente entre el buje y un soporte de máquina de la góndola. Con frecuencia sucederá que la pista de rodadura esté dispuesta fija en el buje y el rodillo de contacto se encuentre en el soporte de la máquina, si bien cabe también la disposición invertida. Teóricamente el rodillo de contacto rueda sobre la pista de rodadura sin que el rodillo de contacto deslice sobre la pista de rodadura. En cuanto a la disposición física, la pista de rodadura puede presentar la forma de un anillo circular o de una superficie envolvente cilíndrica. La ventaja que presenta una pista de rodadura en forma de envolvente cilíndrica con un rodillo de contacto dispuesto coaxialmente, frente
30 a las pistas de rodadura en forma de disco circular, es que el rodillo de contacto rueda con toda su anchura a la misma velocidad tangencial sobre la pista de rodadura.

35 Es conveniente disponer el rodillo de contacto en una guía basculante. De este modo se puede tener en cuenta la disminución del diámetro del rodillo de contacto debido al desgaste. El rodillo de contacto tiene también entonces contacto seguro con la pista de rodadura si esta última difiere de una forma circular ideal. La guía basculante puede estar realizada en particular como apoyo pendular, bien con un brazo pendular en cuyos extremos opuestos está situado en un lado un cojinete de giro y en el otro el rodillo de contacto. Para que con un apoyo basculante de esta clase se puedan compensar bien las tolerancias al rodar sobre la pista de rodadura, se pueden emplear también rodillos de contacto con diámetros relativamente pequeños. En las plantas de energía eólica de la clase de megavatios, éstos pueden ser por ejemplo diámetros de 150 a 250 mm, mientras que las pistas de rodadura presentan diámetros considerablemente mayores, del
40 orden de uno o varios metros. Para unas velocidades del rodillo de contacto entre 15 rpm y 400 rpm queda asegurado también un tiempo de vida suficiente en comparación con los intervalos de mantenimiento especificados. Es conveniente realizar la guía basculante de tal modo que el rodillo de contacto vaya arrastrado. De este modo se tiene la posibilidad de que tendrá contacto seguro con la pista de rodadura aunque haya excentricidades importantes. Para incrementar la seguridad del contacto puede estar prevista una disposición en tándem con dos guías basculantes de orientación opuesta, cada una para un rodillo de contacto. De este modo no solamente se pueden compensar irregularidades mayores sino que también queda asegurado un contacto seguro en el caso de una eventual marcha atrás. Si bien esta última no está prevista durante el funcionamiento normal, pero puede surgir precisamente en una situación de viento, en la que si bien la planta debería estar parada, sin embargo se pone en movimiento debido a una variación súbita del viento al producirse una racha. Según la variación del sentido del viento puede producirse entonces durante un breve tiempo una marcha
45 atrás.

50 El brazo pendular de la guía basculante está realizado preferentemente de un material aislante. De este modo se consigue que el cojinete de giro no se encuentre en la trayectoria del rayo. Se evita el riesgo de que este cojinete del rayo sufra daños, lo cual favorece también una mejora del tiempo de vida útil del transmisor del rayo. Por otra parte la guía basculante permite realizar una longitud uniforme del trayecto de aire del trayecto de chispas. Para este fin la zona del
55 contacto opuesto del trayecto de aire puede estar realizada perfilada para conseguir un mejor cebado. El trayecto de chispas propiamente dicho consiste preferentemente en una aleación metálica resistente a la erosión, en particular una

aleación de wolframio-cobre. En cualquier caso es conveniente prever medios para poder ajustar el trayecto en el aire del trayecto de chispas.

5 Generalmente está previsto que cuando el rodillo de contacto alcance una marca de desgaste o cuando se produzca un daño de la zona del contacto opuesto se sustituya el trayecto de chispas en su totalidad. Para este fin el rodillo de contacto puede estar realizado como rodillo macizo. Al efectuar la sustitución se renuevan entonces de modo conjunto la zona de rodadura y la zona del contacto opuesto. Pero también puede estar previsto realizar el rodillo de contacto como rodillo dividido, con una parte de buje y una parte de rueda intercambiable. En un diseño de este tipo la parte de rueda está realizada como una especie de aro y forma la zona de rodadura propiamente dicho del rodillo de contacto. Por experiencia se sabe que esta zona de rodadura es la que está expuesta al mayor desgaste, especialmente en grandes plantas de energía eólica con un trayecto de rodadura correspondientemente grande para el rodillo de contacto. Además de simplificar la sustitución en el caso de que haya progresado el desgaste, la versión como rodillo dividido tiene además la ventaja de que la pieza de rueda intercambiable puede estar dispuesta en la pieza del buje a través de unos elementos de desacoplamiento.

15 Mediante los elementos de desacoplamiento se puede reducir la transmisión de vibraciones que surgen durante la rodadura de la pieza de rueda sobre la pista de rodadura, a la parte restante de la planta de energía eólica. Los elementos de desacoplamiento actúan en conjunto de modo favorable con respecto a la disminución de vibraciones, gracias a su comportamiento amortiguador. De este modo se combaten de modo eficaz las emisiones de ruido que se pueden causar por la rodadura del rodillo de contacto sobre la pista de rodadura. Los elementos de desacoplamiento están realizados preferentemente como cojinetes de goma-metal. Esta clase de cojinetes se pueden obtener como piezas normalizadas. De este modo se puede conseguir de una forma muy económica el desacoplamiento de la parte de rueda respecto al buje. Ahora bien, puede haber un riesgo por cuanto en el caso de fallo de uno o varios elementos de desacoplamiento la parte de rueda ya no quede sujeta con seguridad en la parte del buje. Para evitar la pérdida de la parte de rueda, que posiblemente pudiera dar lugar a un fallo de la planta de energía eólica, la parte de buje lleva preferentemente además un disco de fijación que en estado montado va sujeto por detrás por la parte rueda de tal modo que impide que la parte de rueda se caiga en el caso de producirse un fallo de los elementos de desacoplamiento. De este modo se consigue una característica de marcha de emergencia, de modo que incluso al fallar los elementos de desacoplamiento la parte de rueda permanezca unida a la parte de buje.

30 También es conveniente que el rodillo de contacto presente una faja de rodadura independiente que recubra la zona de rodadura. Con una faja de rodadura de este tipo que puede estar dispuesto sobre un rodillo macizo o sobre una parte de rueda, se puede conseguir sorprendentemente una notable reducción del ruido de rodadura. Una realización conveniente de la faja de rodadura consiste en un arrollamiento de cables de alambre conductores tales como por ejemplo un cable redondo de almas múltiples. Pero también pueden estar previstos diseños en forma de escobillas, por ejemplo con una escobilla radial realizada como una rueda de cepillo. Las cerdas son en este caso preferentemente de hilo metálico. Para reducir el desgaste puede ser conveniente realizar el cepillo con la forma de un cepillo de vaso, cuyas cerdas realizadas también preferentemente de hilo metálico, se extienden no sólo en dirección radial sino también en dirección axial. De este modo se puede conseguir un asiento especialmente seguro de las cerdas sobre la pista de rodadura sin que por el contacto de las puntas de las cerdas se produzca un mayor desgaste.

40 El rodillo de contacto puede estar realizado como rotor interior o como rotor exterior. En este último caso va conducido más convenientemente por medio de un estribo de sujeción que al mismo tiempo puede actuar como elemento de contacto. Esto permite conseguir una disposición especialmente compacta del transmisor del rayo.

45 Puede estar previsto apoyar el rodillo de contacto por medio de un cojinete de fricción. Éste puede actuar adicionalmente como elemento de contacto. Esto ofrece la ventaja de que de forma especialmente sencilla se puede conseguir no sólo el apoyo del rodillo de contacto sino también el establecimiento de un contacto eléctrico. Esto ofrece la ventaja de poder provocar de forma especialmente sencilla no sólo el apoyo del rodillo de contacto sino también el establecimiento de un contacto eléctrico. Se sobreentiende que las dimensiones deberán estar elegidas de tal modo que se obtenga una resistencia de paso con un valor óhmico suficientemente bajo, para que la potencia del rayo se pueda transmitir sin daños para el cojinete de fricción o para la escobilla de puesta a tierra. En otra forma de realización, el rodillo de contacto va apoyado en unos cojinetes de rodamiento eléctricamente aislados. Esto ofrece la ventaja de que se puede conseguir un comportamiento de marcha especialmente pobre en fricción y resistente al desgaste. Para transmitir con seguridad la potencia del rayo proceden este caso los tramos de chispas ya mencionados.

55 Es conveniente que el rodillo de contacto esté comprimido contra la pista de rodadura por su propio peso. Esto permite obtener, precisamente en combinación con el apoyo basculante, una estructura y sencilla y que requiere poco mantenimiento. De acuerdo con una forma de realización especialmente conveniente de la invención el rodillo de contacto está apretado contra la pista de rodadura aplicándole una fuerza exterior. Para ello está previsto un dispositivo de apriete realizado convenientemente en forma de muelle. Con la aplicación de fuerza exterior resulta posible conseguir un apriete del rodillo de contacto sobre la pista de rodadura sencillo y robusto, y esto con independencia de la posición del transmisor

- del rayo. En particular resulta posible colocar el transmisor del rayo también en aquellos lugares en los que la fuerza debida al propio peso se opone al apriete contra la pista de rodadura. De este modo se consigue mayor libertad de diseño en la elección del lugar de aplicación. Además se tiene la posibilidad de disponer varios transmisores del rayo distribuidos a lo largo del perímetro. Esta realización también es conveniente para transmisores del rayo que estén situados entre el buje y la raíz del aspa o entre la góndola y la torre. Especialmente en el primero de los casos citados una aplicación segura de fuerza exterior es una gran ventaja debido a las fuerzas centrífugas que aparecen.
- Opcionalmente puede estar previsto disponer un elemento amortiguador adicional para la aplicación de la fuerza exterior. Con ello se consigue que aunque haya irregularidades o la velocidad de marcha sea elevada se eviten los saltos, de modo que se pueda mantener un contacto seguro del rodillo de contacto sobre la pista de rodadura.
- Un portaescobillas en el que se aloja la escobilla de puesta a tierra está convenientemente eléctricamente aislado con respecto a una carcasa del cojinete del rodillo de contacto. De este modo resulta posible realizar una configuración de la descarga del rayo tal que la trayectoria del rayo no pase a través de la escobilla de puesta a tierra sino que se derive a tierra por una vía paralela, preferentemente a través del trayecto de chispas. Con el fin de evitar que en el caso de un impacto del rayo la potencia del rayo adopte una vía paralela no deseada, tiene lugar también convenientemente la disposición en el soporte de la máquina o en el buje de forma aislada. También es conveniente fijar la pista de rodadura de modo aislado.
- En una forma de realización especialmente conveniente se ha previsto para la fijación de la pista de rodadura una estructura de soporte que presenta unos radios dispuestos en el buje, siendo los radios de material aislante. De este modo puede haber también en grandes plantas de energía eólica con una pista de rodadura correspondientemente grande, una pista de rodadura fijada de modo conveniente en el buje y la trayectoria del rayo se puede conducir de forma selectiva a través de los tramos de chispas. Una realización conveniente de los radios es un radio doble dispuesto en V. Esto permite realizar los radios de forma compacta. De este modo se pueden disponer estos en las zonas de ángulo entre los alojamientos de la raíz del aspa en el buje. Con ello es posible obtener un aprovechamiento óptimo del espacio.
- Es especialmente ventajoso que la estructura de soporte no sirva únicamente para la fijación de la pista de rodadura sino que al mismo tiempo soporte un revestimiento del buje (cuerpo del casquete de la hélice).
- Para seguir reduciendo la emisión de ruidos está previsto preferentemente que la pista de rodadura esté fijada en el buje o en la estructura de soporte a través de elementos de desacoplamiento.
- Ajustando adecuadamente la tensión previa de los elementos de desacoplamiento en el rodillo de contacto y/o en la pista de rodadura se puede generar una fuerza que comprima entre sí el rodillo de contacto y la pista de rodadura.
- La invención se puede resumir y reivindicar en la forma siguiente. El objeto de la invención es una planta de energía eólica con una torre para fijar en un subsuelo y sobre la cual está dispuesta una góndola en la cual está situado un rotor con un buje y unas aspas de rotor giratorias, que accionan un generador situado en el interior de la góndola, estando prevista una instalación de descarga del rayo para descargar al subsuelo la energía eléctrica procedente de un rayo que haya impactado, conduciendo la trayectoria de este rayo desde las aspas del rotor y del buje a través de la góndola a la torre, presentando por lo menos un transmisor del rayo para efectuar la transmisión entre dos componentes de la planta de energía eólica que tengan movimiento relativo entre sí, estando situado en uno de los lados del transmisor del rayo una pista de rodadura que está unida a la trayectoria del rayo y por el otro lado del transmisor del rayo, un rodillo de contacto que rueda sobre aquélla, que está unido de modo eléctricamente conductor con un cuerpo de fricción que se encuentra en contacto eléctricamente conductor con una escobilla de puesta a tierra que está encapsulada para protegerla contra las influencias del medio ambiente y que está unida a una conducción de puesta a tierra por medio de un portaescobillas. También puede estar previsto que el transmisor del rayo presente un trayecto de chispas unido a una conducción de puesta a tierra que está orientada hacia una pista de rodadura, hacia una pista de contacto que transcurra paralela a la pista de rodadura o hacia el rodillo de contacto. También puede estar prevista una resistencia en serie para el rodillo de contacto que esté dimensionada de tal modo que la distancia entre electrodos se cebe en caso de impacto del rayo antes de que fluya una corriente demasiado intensa a través de la escobilla de puesta a tierra. También puede estar previsto que el rodillo de contacto presente una zona de rodadura que esté en contacto con la pista de rodadura y una zona de contacto opuesta para el trayecto de chispas. También puede estar previsto que la zona de rodadura del rodillo de contacto esté realizada con una forma abombada. También puede estar previsto que la pista de rodadura sea de un material que tenga mayor resistencia al desgaste que el material del rodillo de contacto. También puede estar previsto que la pista de rodadura y/o el rodillo de contacto sean de cobre al cromo o de cobre-berilo. También puede estar previsto que el transmisor del rayo esté situado en una zona de transición del buje a un soporte de máquina de la góndola. También puede estar previsto, especialmente en el caso de que se trate de una planta de energía eólica conforme al preámbulo de la primera reivindicación, que el rodillo de contacto esté situado en una guía basculante. También puede estar previsto que la guía basculante presente un brazo pendular en cuyos extremos opuestos estén situados un cojinete de giro y el rodillo de contacto. También puede estar previsto que el brazo pendular sea de un material aislante. También puede estar

5 previsto que la guía basculante esté realizada de tal modo que el rodillo de contacto vaya arrastrado. También puede estar previsto que haya una disposición en tándem con dos guías basculantes orientadas en sentido opuesto para cada uno de los rodillos de contacto. También puede estar previsto, especialmente en una planta de energía eólica conforme al preámbulo de la primera reivindicación, que el rodillo de contacto esté realizado como rodillo macizo. También puede estar previsto que el rodillo de contacto esté realizado como rodillo dividido con una parte de buje y una parte de rueda que se pueda sustituir.

10 Igualmente puede estar previsto que la parte de rueda que se pueda sustituir esté dispuesta en la parte del buje a través de unos elementos de desacoplamiento. También puede estar previsto que los elementos de desacoplamiento sean preferentemente cojinetes de goma-metal realizados como piezas normalizadas. También puede estar previsto que en la pieza del buje esté dispuesto adicionalmente un disco de fijación que en estado montado esté acoplado de tal modo con la parte de rueda que impida que la parte de rueda pueda caerse en caso de que fallen los elementos de desacoplamiento. También puede estar previsto que el rodillo de contacto presente una faja de rodadura independiente que recubra la zona de rodadura. También puede estar previsto que la faja de rodadura sea un arrollamiento, preferentemente de varias capas, de hilos de alambre conductor. También puede estar previsto que la faja de rodadura esté realizada como cepillo con unas cerdas de material conductor que sobresalgan en dirección radial. También puede estar previsto que la faja de rodadura esté realizada como un cepillo de vaso con unas cerdas eléctricamente conductoras que sobresalgan en dirección radial y axial. También puede estar previsto que el rodillo de contacto esté realizado como rotor interior. También puede estar previsto que el rodillo de contacto esté realizado como rotor exterior. También puede estar previsto que el rodillo de contacto esté apoyado en un cojinete de fricción que actúe como elemento de contacto. También puede estar previsto que para el rodillo de contacto esté previsto un cojinete de rodamiento eléctricamente aislado. También puede estar previsto que el rodillo de contacto esté apretado contra la pista de rodadura por su propio peso. También puede estar previsto que el rodillo de contacto esté apretado contra la pista de rodadura mediante la aplicación de una fuerza exterior. También puede estar previsto que el dispositivo de apriete para la aplicación de la fuerza exterior sea un muelle. También puede estar previsto que esté dispuesto un elemento amortiguador, independiente del muelle o combinado con él. También puede estar previsto que el trayecto de chispas esté realizado de tal modo que su trayecto en el aire se pueda ajustar a un valor inferior al trayecto de chispas. También puede estar previsto que un portaescobillas en el que se aloje la escobilla de puesta a tierra esté eléctricamente aislado con respecto a un alojamiento de cojinete del rodillo de contacto. También puede estar previsto que como estructura portante para la pista de rodadura estén previstos unos radios dispuestos en el buje. También puede estar previsto que los radios sean de material aislante. También puede estar previsto que los radios estén realizados como doble radio con disposición en V, situados preferentemente entre zonas de rincón situadas entre el alojamiento de la raíz de las aspas. También puede estar previsto que la pista de rodadura esté fijada al buje o a la estructura portante a través de elementos de desacoplamiento.

20 La invención se explica a continuación haciendo relación al dibujo en el cual están representados ejemplos ventajosos de realización de la invención. Éstos muestran:

- 35 la fig. 1 una vista de conjunto de la planta de energía eólica conforme a la invención;
 la fig. 2 un transmisor del rayo según un primer ejemplo de realización, visto desde el buje en sentido hacia la góndola;
 la fig. 3 una sección a lo largo de la línea III-III de la fig. 2;
 la fig. 4 el dispositivo de transmisión de las fig. 3 y 4, visto en sentido hacia un portaescobillas;
 la fig. 5 una vista esquemática de un segundo ejemplo de realización de un transmisor del rayo conforme a la invención;
 40 la fig. 6 una vista esquemática de un tercer ejemplo de realización;
 la fig. 7 una vista esquemática de un cuarto ejemplo de realización;
 la fig. 8 transmisores del rayo según las fig. 5 a 7 representadas a mayor escala, dispuestos en la planta de energía eólica;
 la fig. 9 una realización alternativa de un rodillo de contacto;
 la fig. 10 otra realización alternativa de un rodillo de contacto;
 45 la fig. 11 ejemplos de realización de fajas de rodadura del rodillo de contacto;
 la fig. 12 vista de una estructura portante para una pista de rodadura; y
 la fig. 13 una vista de detalle correspondiente a la fig. 12.

Una planta de energía eólica conforme a un ejemplo de realización de la invención presenta una torre 5 que por su pie va anclada en un subsuelo firme 7 (terreno) (véase la figura 1). En la parte superior de la torre está situada una góndola 4 en

cuya cara frontal delantera (representada a la derecha en la figura 1) está situado un rotor con unas aspas de rotor 2 y un buje 3. El rotor está unido mecánicamente a través de un árbol de accionamiento (no representado) con un generador 8, situado en el interior de la góndola 4. Una instalación de descarga del rayo está formada por un conductor del aspa 20 para retransmitir un rayo 1 que haya descargado en un punto cualquiera del aspa del rotor 2 a un primer transmisor 10 dispuesto entre el aspa del rotor 2 y el buje, un anillo del buje para efectuar la retransmisión a un segundo transmisor 11 situado entre el buje 3 y la góndola 4 y a un tercer transmisor 12 situado entre la góndola 4 y la torre 5 en la zona de un cojinete azimutal (no representado) y que desde allí conduce a través de una línea de toma de tierra fija en la torre (no representada) a la toma de tierra profunda 6 clavada en el subsuelo 7. El recorrido del rayo formado de este modo está simbolizado por las flechas en la figura 1. Los transmisores 10, 11, 12 están realizados de tal modo que aseguren una transmisión segura del rayo entre los dos componentes dispuestos con movimiento de giro relativo entre sí, entre los cuales están situados.

Las figuras 2 a 4 muestran un primer ejemplo de realización de un transmisor del rayo 16. Está realizado para efectuar la descarga continua de cargas eléctricas de la planta de energía eólica. El transmisor del rayo 16 comprende un rodillo de contacto 61 con una zona de rodadura 63 de realización abombada que rueda con un movimiento relativo de la pista de rodadura 60 respecto al rodillo de contacto 61 sobre la pista de rodadura 60 dibujada sólo a título indicativo. En este ejemplo de realización el rodillo de contacto 61 tiene un diámetro exterior de 200 mm. El rodillo de contacto 61 va atornillado sobre una brida 65 calada a presión sobre un árbol de soporte 70. El árbol de soporte 70 va apoyado mediante los cojinetes 71 en un alojamiento de cojinete 69. El árbol de soporte está unido por su extremo alejado de la brida 65 con un cuerpo de fricción 72, estando fijado el cuerpo de fricción 72 al árbol de soporte 70 por medio de un tornillo (no representado) enroscado desde el lado de la brida. El cuerpo de fricción 72 sigue de este modo el movimiento del rodillo de contacto 61. En una versión más sencilla de un transmisor del rayo existe naturalmente la posibilidad de fabricar algunas o todas las piezas 61, 65, 70 y 72 de una sola pieza. Esta variante debe estar incluida expresamente también en la reivindicación 1. El cuerpo de fricción 72 se encuentra en contacto eléctricamente conductor con una escobilla de puesta a tierra 73 que con una fuerza elástica está comprimida en dirección axial sobre el cuerpo de fricción 72. La escobilla de puesta a tierra 73 va sujeta a prueba de torsión en un portaescobillas 74. A través de un conductor eléctrico 75 hay contacto eléctrico entre la escobilla de puesta a tierra 73 y el portaescobillas 74. El portaescobillas 74 va fijado de modo aislante respecto al alojamiento de cojinete 69. Para este fin el portaescobillas 74 está unido a un elemento aislante 76 realizado en forma de disco anular pero que va fijado en el alojamiento de cojinete 69. El diámetro exterior del elemento aislante 76 es en este ejemplo de realización mayor que el diámetro exterior del alojamiento de cojinete contiguo 69. Las relaciones de dimensiones tratan de impedir el salto del rayo desde el rodillo de contacto 61 o del alojamiento de cojinete 69 al portaescobillas 74. La zona del cuerpo de fricción 72, de la escobilla de puesta a tierra 73 y del conductor 75 está recubierta por una caperuza 77 que protege la zona de contacto entre el cuerpo de fricción 72 y la escobilla de puesta a tierra 73 contra las influencias del medio ambiente. Los cojinetes 71 están protegidos de una forma no representada con mayor detalle contra el paso de polvo arrancado procedente de la escobilla de puesta a tierra 73. La caperuza 77 va atornillada sobre el portaescobillas 74, pero el portaescobillas 74 sobresale de la caperuza 77 en su extremo que en el plano del dibujo queda en la parte superior, y que lleva una brida de conexión 79 para la fijación atornillada de un conductor de puesta a tierra 78. A esta brida de conexión 79 va conectada una segunda línea de puesta a tierra 80 en forma de una placa metálica que va atornillada de forma eléctricamente conductora mediante un bulón de soporte 81. El bulón de soporte 81 atraviesa unos orificios alineados situados en dos placas de soporte 83, 84 dispuestas paralelas entre sí que actúan de brazo pendular y que en su extremo que queda en la parte inferior en la imagen están atornillados cada uno por medio de dos tornillos al alojamiento de cojinetes. En la zona de sus extremos superiores, las placas de sujeción 83, 84 llevan un orificio alineado 85. El eje longitudinal de este orificio 85 es el eje de giro S alrededor del cual puede bascular el conjunto del transmisor 16 incluidas las placas de soporte 83. En una versión ventajosa S está previsto aplicar una fuerza exterior al rodillo de contacto por medio de un muelle de torsión montado en el eje de giro.

El bulón de soporte 81 sobresale del orificio 82 de la placa de soporte 84 por su lado alejado de la brida de conexión 79. Aquí el bulón de soporte 81 está tensado con una pieza de forma angular en L 86, donde en los brazos de la pieza de forma angular 86 que transcurren en dirección perpendicular y paralela a las placas de soporte 83, 84, el trayecto de chispas 87 es regulable en altura y va enroscado inmovilizado por medio de una contratuerca. El trayecto de chispas 86 va orientado en dirección radial hacia una zona de contacto opuesto 64 del rodillo de contacto 61. Esta zona de contacto opuesto 64 es un escalón en forma de envolvente cilíndrica que discurre concéntrico junto a la zona de rodadura 63. La separación entre la zona de contacto opuesto 64 y el trayecto de chispas 87 es preferentemente inferior a 1 mm.

El brazo de la pieza de forma angular 86 que transcurre en dirección horizontal se apoya en la placa de soporte 84 y está alojado a prueba de torsión en una escotadura excéntrica que rodea el orificio 82, de modo que queda asegurada la orientación radial del trayecto de chispas 87. A través de una placa de apoyo 89 se tensa contra la placa de soporte 84 el brazo de la pieza de forma angular 86 que transcurre en dirección horizontal mediante un tornillo colocado en la cara frontal del bulón de soporte 81, con lo cual queda orientada su posición. Un casquillo 90 dispuesto entre las placas de soporte 83, 84 y una tuerca de sujeción 91 roscada sobre el bulón de soporte 81 sirven de cojinete opuesto para la pieza de forma angular 86.

A continuación se explica con mayor detalle la estructura de otro ejemplo de realización del transmisor del rayo 39 conforme a la invención, sirviéndose de un ejemplo del segundo transmisor 11 (véase la figura 5). El transmisor del rayo comprende una pista de rodadura 30 que está dispuesta a prueba de torsión respecto a la góndola 4. También comprende un rodillo de contacto 31 que por medio de unos muelles de suspensión 32, 36 y un soporte 33 está situado a prueba de torsión en el buje. La pista de rodadura 30 está realizada en forma anular de modo que al girar el rotor, el rodillo de contacto 31 situado en el buje siempre rueda a lo largo de la pista de rodadura 30. Los muelles de suspensión 32, 36 están realizados de tal modo que actúan junto con un eje de apoyo 34 de un cojinete de fricción del rodillo de contacto 31. Ejercen sobre el árbol de apoyo 34 una fuerza orientada en el sentido de la pista de rodadura 30. Durante su movimiento a lo largo de la pista de rodadura 30, el rodillo de contacto es comprimido con fuerza sobre aquélla de tal modo que rueda con seguridad y no patine, y quede establecido un contacto óhmico seguro con la pista de rodadura 30. Los ensayos de laboratorio han demostrado que una fuerza de apriete suficientemente grande (> 300 N, preferentemente > 800 N en el rodillo de las figuras 2 a 4) evita daños en la pista de rodadura causados por la transmisión del rayo. En el ejemplo de realización que está representado, el camino del rayo por el transmisor del rayo 39 pasa a través del soporte 33, de los muelles de suspensión 32 que son de material conductor, del árbol del cojinete de fricción 34, del rodillo de contacto 31 y finalmente a la pista de rodadura 30. Para la derivación de las cargas estáticas puede estar prevista opcionalmente la escobilla de puesta a tierra (que no está representada).

En la figura 6 está representado un tercer ejemplo de realización con el transmisor del rayo conforme a la invención. Se diferencia del ejemplo de realización representado en la figura 5 principalmente porque en lugar de un cojinete de fricción están previstos unos cojinetes de rodamiento. Para este fin el rodillo de contacto 41 está realizado con forma hueca. En su interior están dispuestos dos rodamientos 42, que a su vez van colocados sobre un árbol de apoyo común 44. Los rodamientos 42 están aislados respecto al rodillo de contacto 41 por medio de un anillo aislante 43. El árbol de apoyo 44 está situado entre los brazos de un estribo de sujeción 45 con forma de U. Éste está unido a un soporte 47 por su parte central que une los dos brazos, a través de un muelle de suspensión 46 y de un elemento amortiguador 48. El muelle de suspensión 46 aplica sobre el rodillo de contacto 41 a través del estribo de sujeción 45 una fuerza orientada en sentido opuesto al soporte 47, dirigida hacia la pista de rodadura situada enfrente. El camino del rayo creado por este transmisor del rayo transcurre en la forma siguiente: partiendo del soporte 47 se conduce la energía eléctrica del rayo a través de los muelles de suspensión 46 al estribo de suspensión 45. Desde allí el camino sigue a través del árbol de apoyo 44 y de un entrehierro 49 hacia la cara interior del rodillo de contacto. La energía del rayo se descarga a través de la cara exterior del rodillo de contacto 41 que rueda sobre la pista de rodadura 40.

En la figura 7 está representado otro ejemplo de realización. A diferencia del ejemplo de realización representado en la figura 6 con un rodillo de contacto realizado como rotor exterior, en el ejemplo de realización representado en la figura 7 el rodillo de contacto 51 está realizado como rotor interior. Igual que en los dos ejemplos de realización anteriores está previsto un soporte 57 así como uno (o varios) muelles de suspensión 56. El muelle de suspensión 56 actúa sobre una carcasa de soporte 55, que es hueca, y que en sus lados extremos presenta sendos rodamientos 52. Los rodamientos 52 van apoyados sobre el rodillo de contacto 51 a través de un anillo aislante 58. El rodillo de contacto 51 está subdividido en varias zonas. Partiendo de un extremo (que en la figura 7 es el inferior) presenta una zona de contacto opuesto 54, un primer tramo de apoyo con un diámetro menor, un tramo del trayecto de chispas con un diámetro aproximadamente semejante, un segundo tramo de apoyo de menor diámetro y finalmente un tramo de rodadura 53 con mayor diámetro. Los anillos aislantes 58 van colocados en los primeros y segundos tramos de apoyo. El tramo del trayecto de chispas situado entremedias tiene su diámetro exterior ajustado a las dimensiones interiores de la carcasa de apoyo 55, de tal modo que se obtenga un entrehierro de unas pocas décimas de milímetro (en el ejemplo de realización, de 0,1 mm). De este modo se crea la posibilidad de transmitir en caso de necesidad la energía del rayo al rodillo de contacto 51 a través del trayecto de chispas 59 formado de este modo, siendo reducida la tensión de salto resultante debido a la escasa separación del intersticio, obteniéndose una buena compatibilidad con los componentes eléctricos de la planta de energía eólica. El rodillo de contacto 51 rueda con su zona de rodadura 53 sobre la pista de rodadura 50. Para establecer el contacto eléctrico está prevista la escobilla de puesta a tierra 73. Ésta actúa preferentemente sobre el diámetro exterior de la zona de contacto opuesto 54. De este modo se consigue una conexión de bajo valor óhmico, buena conductora. Debido al reducido diámetro, el perímetro de la zona de contacto opuesto 54 es menor que el de la zona de rodadura 53, por lo que la escobilla 73 recorre sobre la zona de contacto opuesto 54 un trayecto de menor longitud que la zona de rodadura 53 en la pista de rodadura 50. De este modo se reduce el desgaste de la escobilla 73 de modo que incluso en plantas de energía eólica muy grandes, con los componentes mecánicos dimensionados correspondientemente grandes, la escobilla 73 no está sujeta a un desgaste superior. Otra reducción del trayecto de desplazamiento de las escobillas se puede conseguir mediante la disposición alternativa de la escobilla 73' que en la figura 7 está representada con línea de trazos. A diferencia de la escobilla 73, ésta no actúa sobre el diámetro exterior del tramo de contacto 58 sino sobre su cara frontal. Según el posicionamiento de la escobilla 73' se reduce aún más el perímetro eficaz de ella y por lo tanto su trayecto de desplazamiento.

El trayecto de chispas adicional 59 que ya se ha descrito presenta la ventaja de que proporciona una conexión apta para grandes intensidades de corriente dispuesta en paralelo a la conexión con la escobilla 73. Esto sirve como seguridad

adicional en caso de producirse un fallo de la escobilla y aumenta la seguridad de transmisión en el caso de energías del rayo muy grandes.

5 En la figura 8 está representada la disposición de los transmisores del rayo según las figuras 5 a 7 en una planta de energía eólica. Están representados el buje del rotor 3 con su carcasa del casquete de la hélice, las aspas del rotor 2
 10 dispuestas en éste con sus raíces de aspa, una parte de la góndola 4, así como una parte superior de la torre 5. Para transmitir la energía del rayo entre las aspas del rotor 2 y el buje del rotor 3 está previsto un transmisor conforme al segundo ejemplo de realización. En la representación en parte seccionada del aspa inferior del rotor 2 se observa una zona de la pista de rodadura 40. También está representado esquemáticamente el rodillo de contacto 41 que rueda sobre
 15 la pista de rodadura 40. Con el rodillo de contacto 41 están unidos los captadores del rayo 20 de las aspas del rotor, representados de forma esquemática. En la transición entre el buje del rotor 3 y la góndola 4 están previstos varios transmisores conformes al tercer ejemplo de realización, de los cuales está aquí representado uno de ellos. La pista de rodadura 50 está situada a prueba de torsión en la góndola 4. Sobre ella rueda el rodillo de contacto 51, que establece el contacto a través de la escobilla 73. Adicionalmente está previsto un contacto apto para el paso de una corriente de alta
 20 intensidad a través de un trayecto de chispas 59 situado en la carcasa de sujeción 55. La pista de rodadura está unida de forma eléctricamente conductora con la escobilla 73 o la carcasa de sujeción 55 mediante unas conexiones que no están representadas. La pista de rodadura 50 está unida de forma no representada a la torre 5 a través de otro transmisor y después con el subsuelo 7 donde está puesta a tierra.

20 En las figuras 9 y 10 está representada una versión dividida del rodillo de contacto mediante el ejemplo del rodillo de contacto 61. El rodillo de contacto 61 comprende una parte de buje 67 y una parte de rueda 68. Tal como ya se ha descrito anteriormente al hacer referencia a la figura 3, la parte de buje 67 va fijada en la brida 65. La envolvente exterior de la parte de buje 67 forma la zona de contacto opuesto 64. En el lado frontal de la parte de buje 67 opuesta a la brida está situada la parte de rueda 68, empleando unos elementos de desacoplamiento realizados como cojinetes de goma-metal 66. La fijación tiene lugar por medio de un atornillamiento 96. La parte de rueda 68 tiene en sección un perfil en forma de T con simetría de rotación. Su envolvente actúa como zona de rodadura 63. En el extremo de la parte de buje 67
 25 opuesto a la brida está situado un disco de fijación 97. Su diámetro está dimensionado de tal modo que sea mayor que el diámetro interior libre de la parte de rueda 68. El disco de fijación 97 se monta después de la parte de rueda 68. En estado montado, esta parte de rueda queda detrás del disco de fijación con su brida de fijación que sirve para fijarla en el cojinete de goma-metal 66. De este modo se impide que la parte de rueda 65 se pueda caer de la parte de buje 67 aunque se produzca un fallo del cojinete de goma-metal 66. Para establecer la conexión eléctrica de la parte de rueda 68 con la parte
 30 de buje 67 se han previsto unos puentes flexibles 93 de una banda conductora. Alternativamente puede estar también realizado el intersticio entre la parte de buje 67 y la parte de rueda 68 como trayecto de chispas.

35 En la figura 10 está representada una forma de realización modificada. Se diferencia de la de la representada en la figura 9 principalmente porque la parte de rueda 68' está adaptada para una disposición diferente de los cojinetes de goma-metal 66'. Estos últimos están realizados como cojinetes dobles y van anclados en la parte de buje 67 por medio de un tornillo de fijación común 96'. Durante el funcionamiento normal, la amortiguación de las vibraciones tiene lugar a través del doble cojinete 66'. Si falla uno de los dos elementos de goma-metal del doble cojinete 66' entonces la parte de rueda 68' sigue todavía sujeta a la parte de buje 67 por medio del tornillo 96'. De este modo la parte de rueda está asegurada impidiéndose su pérdida incluso si falla el cojinete de goma-metal 66'. Los elementos de goma-metal pueden estar realizados de tal modo que asuman la función del muelle 46 y del amortiguador 48 de la figura 5.

40 En la figura 11 están representados otros ejemplos de realización de los rodillos de contacto, con el ejemplo del rodillo de contacto 61. Presentan una faja de rodadura independiente 100. En la figura 11a esta faja de rodadura 100 está realizada en forma de un arrollamiento 102 de cables de alambre. Los cables de alambre son cables redondos de hilos múltiples en versión torcida. Los extremos respectivos están pillados o atornillados al rodillo de contacto 61. Cabe también una fijación por soldadura. Para alojar con seguridad el arrollamiento 102 en el rodillo de contacto 61 se ha previsto una ranura periférica 101 en la zona de rodadura 63 del rodillo de contacto 61. La ranura periférica 101 presenta en sección un perfil
 45 aproximadamente en forma de U y está dimensionada de tal modo que el arrollamiento 102 de cables de alambre queda sujeto en ella con seguridad.

50 En la figura 11b está representada una forma de realización alternativa. En este caso la faja de rodadura 100 está realizada como escobilla radial. Para este fin el rodillo de contacto 61 presenta en su zona de rodadura 63 una pluralidad de orificios 103 distribuidos a lo largo del perímetro, dispuestos en varias filas. En estos orificios están introducidas cerdas 104. Las cerdas sobresalen del rodillo de contacto 61 en dirección radial y eventualmente también en dirección tangencial. La longitud de las cerdas 104 está dimensionada de tal modo que hagan contacto seguro con la pista de rodadura (que no está representada en la figura 11).

55 Otra forma de realización alternativa está representada en la figura 11c. El rodillo de contacto presenta en su perímetro exterior unos salientes 105 a modo de protuberancias en los que están mecanizados una serie de orificios inclinados 106 distribuidos uniformemente a lo largo del perímetro. En éstos están alojadas las cerdas 104. La orientación de los orificios

inclinados 106 es tal que las cerdas 104 sobresalen del rodillo de contacto oblicuamente tanto en dirección radial como en dirección axial. El rodillo de contacto actúa por lo tanto como rueda de escobillas, asentando las cerdas 104 durante el funcionamiento en la pista de rodadura 60 (no representada en la figura 11) con una parte considerable de su longitud libre. Con la faja de rodadura representada en las figuras 11a a c se consigue que el rodillo de contacto 61 ruede sobre la pista de rodadura 60 con menor emisión de ruidos.

En las figuras 12 y 13 está representada una vista posterior del buje 3 que lleva colocado el revestimiento del casquete de la hélice. En el buje 3 y en la zona situada entre los alojamientos de forma anular para las aspas del rotor están situados varios radios 120 por medio de soportes 121. Cada dos radios 120 están dispuestos en una disposición en V que diverge en dirección radial hacia el exterior, en un soporte 121. En el extremo radial exterior de los radios 120 está situado un anillo de soporte 110. Su diámetro es sólo ligeramente menor que el del casquete de revestimiento de la hélice. El anillo de soporte 110 está compuesto de varios segmentos 111 con perfil en forma de T. Para establecer la unión entre el extremo exterior de los radios 120 y los segmentos 111 del anillo de soporte 110 están previstos unos cojinetes de goma-metal (no representados) que actúan de elementos de desacoplamiento. Permiten conseguir un desacoplamiento vibratorio y en especial acústico del anillo de soporte 110 respecto al buje 3. De este modo se contrarrestan las emisiones indeseables de ruido, especialmente los zumbidos. En la superficie del anillo de soporte 110 orientada hacia el interior están dispuestas unas bandas de segmentos 115 de una aleación conductora de cobre-cromo. Cubren totalmente la superficie de los segmentos 111 orientada hacia el interior. Las bandas están dispuestas a tope, estando realizado el tope 116 con un ángulo oblicuo. Las bandas 115 junto con los segmentos 111 de la estructura de soporte 110 forman la pista de rodadura para los rodillos de contacto 61 (que en la figura 13 están representados únicamente de modo simbólico). Los rodillos de contacto representados en la figura 13 están dispuestos en tándem sobre unos brazos pendulares que basculan en sentido opuesto (no representados).

Los radios 120 son de un material aislante, preferentemente plástico reforzado con fibra de vidrio o poliamida. Mediante el aislamiento se consigue que la carga procedente de un impacto del rayo se pueda descargar a través de los rodillos de contacto 61 sin que pase a través del buje 3. Esto sirve para proteger los componentes delicados situados en el buje 3.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Planta de energía eólica con una torre (5) para fijar en un subsuelo (7) y con una góndola (4) dispuesta encima en la cual está situado de modo giratorio un rotor con un buje (3) y unas aspas de rotor (2), que acciona un generador (8) dispuesto en el interior de la góndola (4), estando prevista una instalación para la descarga del rayo para descargar la energía eléctrica del impacto de un rayo derivándola al subsuelo (7), pasando el camino del rayo desde las aspas del rotor (2) y el buje (3) a través de la góndola (4) a la torre (5) y a través de por lo menos un transmisor del rayo (10, 11, 12, 16, 39) para la transmisión entre dos componentes de la planta de energía eólica que sean móviles con relación entre sí, **caracterizada porque** en un lado del transmisor del rayo (10, 11, 12, 16, 39) está situada una pista de rodadura (30, 40, 50, 60) que está unida al camino del rayo, y por el otro lado del transmisor del rayo un rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) que rueda sobre éste, que está unida de modo eléctricamente conductor con un cuerpo rozante (72) que se encuentra en contacto eléctricamente conductor con una escobilla de puesta a tierra (73), que está unida a través de un portaescobillas (74) con una conducción a tierra (78) encapsulada para protegerla de las influencias del medio ambiente.
- 10 2.- Planta de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el transmisor del rayo (10, 11, 12, 16, 39) presenta un trayecto de chispas (59) unido a una conducción de puesta a tierra (80), que está orientada hacia la pista de rodadura (30, 40, 50, 60), hacia una banda de contacto que transcurra paralela a la pista de rodadura (30, 40, 50, 60) o hacia el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61).
- 15 3.- Planta de energía eólica según la reivindicación 2, **caracterizada porque** el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) presenta una zona de rodadura (63) que hace contacto con la pista de rodadura (30, 40, 50, 60) y una zona de contacto opuesto (64) para el trayecto de chispas (59).
- 20 4.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la zona de rodadura (63) del rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) está realizada con forma abombada.
- 25 5.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la pista de rodadura (30, 40, 50, 60) es de un material que presenta mayor resistencia al desgaste que el material del rodillo de contacto (31, 41, 51, 61).
- 30 6.- Planta de energía eólica según la reivindicación 5, **caracterizada porque** la pista de rodadura (30, 40, 50, 60) y/o el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) es/son de cobre al cromo o de cromo al berilo.
- 7.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el transmisor del rayo (10, 11, 12, 16, 39) está situado en una zona de transición del buje (3) a un soporte de máquina de la góndola (4).
- 8.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) está dispuesto en una guía basculante.
- 9.- Planta de energía eólica según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la guía basculante presenta un brazo pendular (84, 85) en cuyos extremos opuestos están situados un cojinete de giro (S) y el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61).
- 35 10.- Planta de energía eólica según la reivindicación 8 o 9, **caracterizada porque** está prevista una disposición en tándem con dos guías basculantes orientadas en sentido opuesto para cada uno de los rodillos de contacto (31, 41, 51, 61).
- 11.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) está realizado como rodillo macizo.
- 12.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) está realizado como rodillo partido con una parte de buje (67) y una parte de rueda (68) intercambiable.
- 40 13.- Planta de energía eólica según la reivindicación 12, **caracterizada porque** la parte de rueda intercambiable (68) está dispuesta en la parte del buje (67) a través de unos elementos de desacoplamiento (66).
- 14.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) presenta una faja de rodadura (100) independiente que cubre la zona de rodadura (63).
- 45 15.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada por** estar previsto para el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) un cojinete de rodamiento (42, 52) aislado eléctricamente.
- 16.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el rodillo de contacto (31, 41, 51, 61) es apretado contra la pista de rodadura (30, 40, 50, 60) por su propio peso.
- 17.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el rodillo de contacto

(31, 41, 51, 61) está comprimido contra la pista de rodadura (30, 40, 50, 60) mediante la aplicación de una fuerza exterior.

18.- Planta de energía eólica según la reivindicación 17, **caracterizada porque** como dispositivo de apriete para la aplicación de una fuerza exterior está previsto un muelle (36, 46, 56).

5 19.- Planta de energía eólica según la reivindicación 17, **caracterizada por** estar previsto un elemento amortiguador (48), independiente del muelle o combinado con éste.

20.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el trayecto de chispas (59) está realizado de tal modo que su trayecto en el aire se puede ajustar a un valor inferior al trayecto de chispas.

10 21.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** un portaescobillas (74) en el que se aloja la escobilla de puesta a tierra (73) está eléctricamente aislado con respecto a un alojamiento de cojinete (69) del rodillo de contacto (61).

22.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** está prevista una estructura de soporte (110) para la pista de rodadura (30, 40, 50, 60) con unos radios (120) dispuestos en el buje (3), siendo los radios (120) de un material aislante.

15 23.- Planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la pista de rodadura (30, 40, 50, 60) está fijada en el buje (3) o en la estructura de soporte (110) a través de unos elementos de acoplamiento.

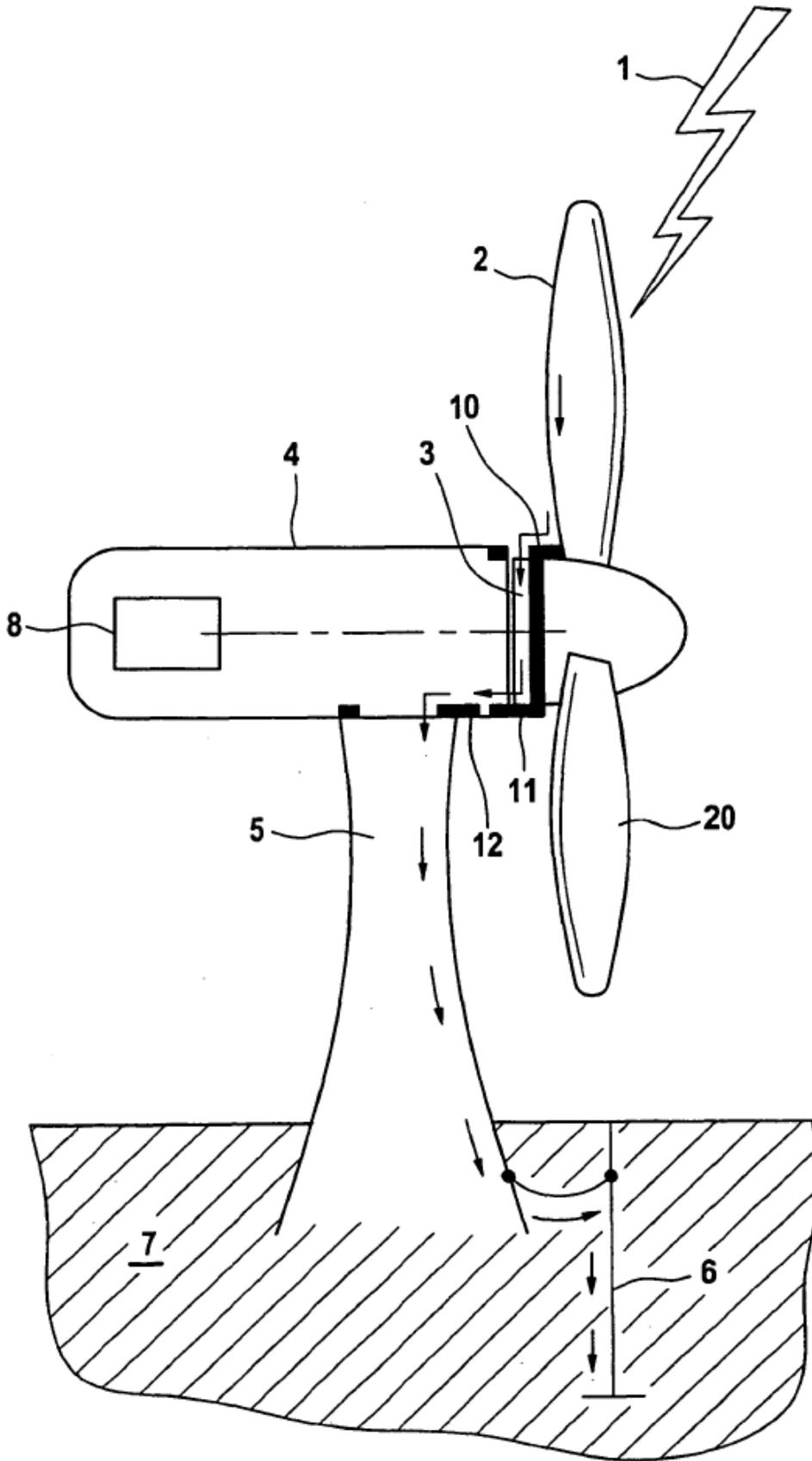


Fig. 1

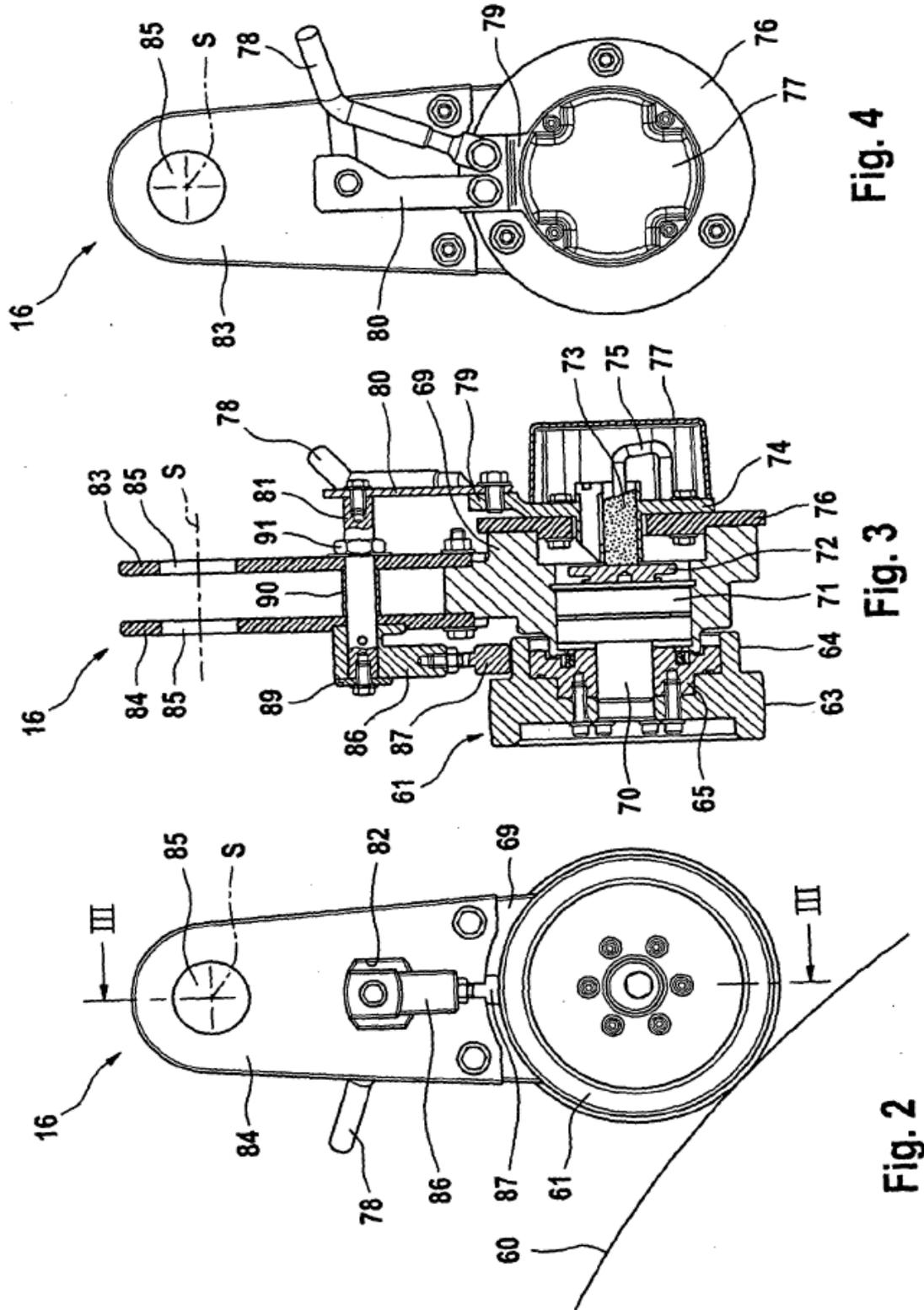


Fig. 4

Fig. 3

Fig. 2

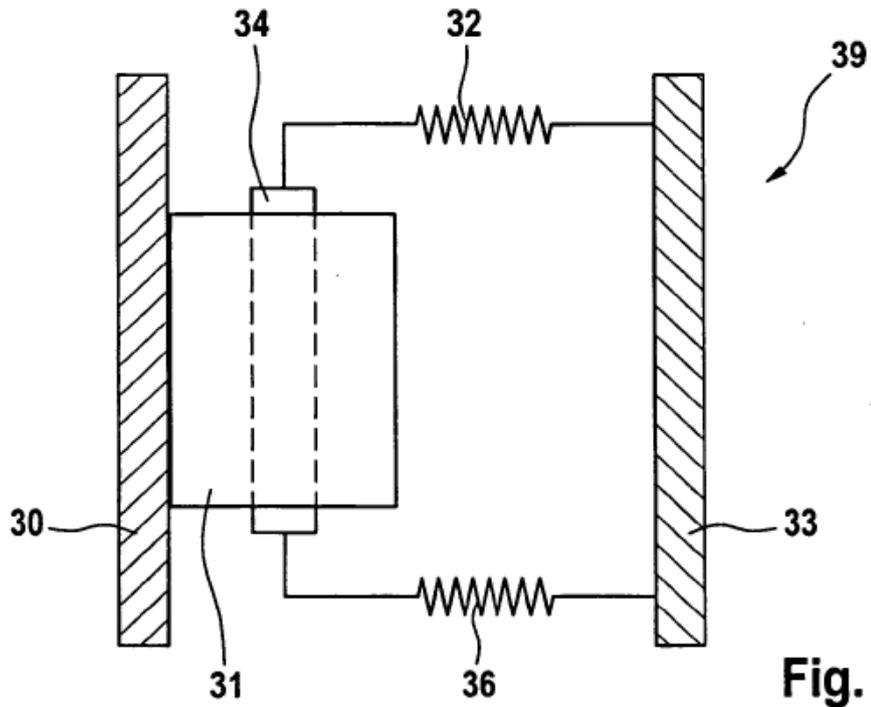


Fig. 5

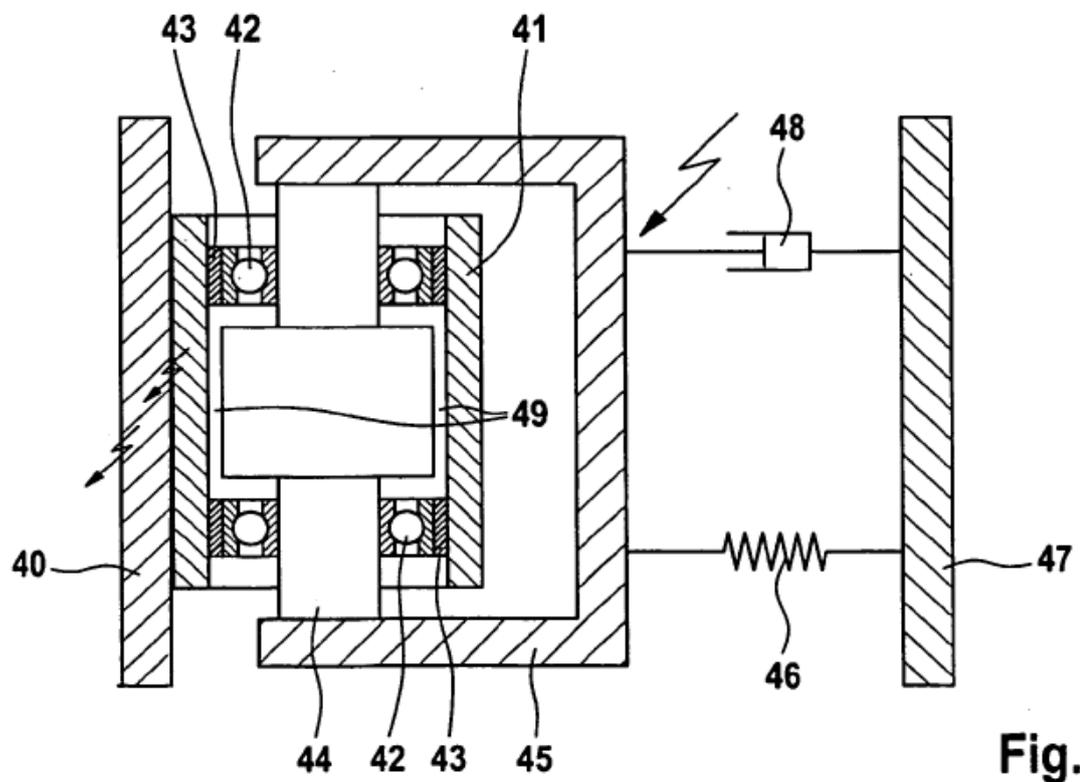


Fig. 6

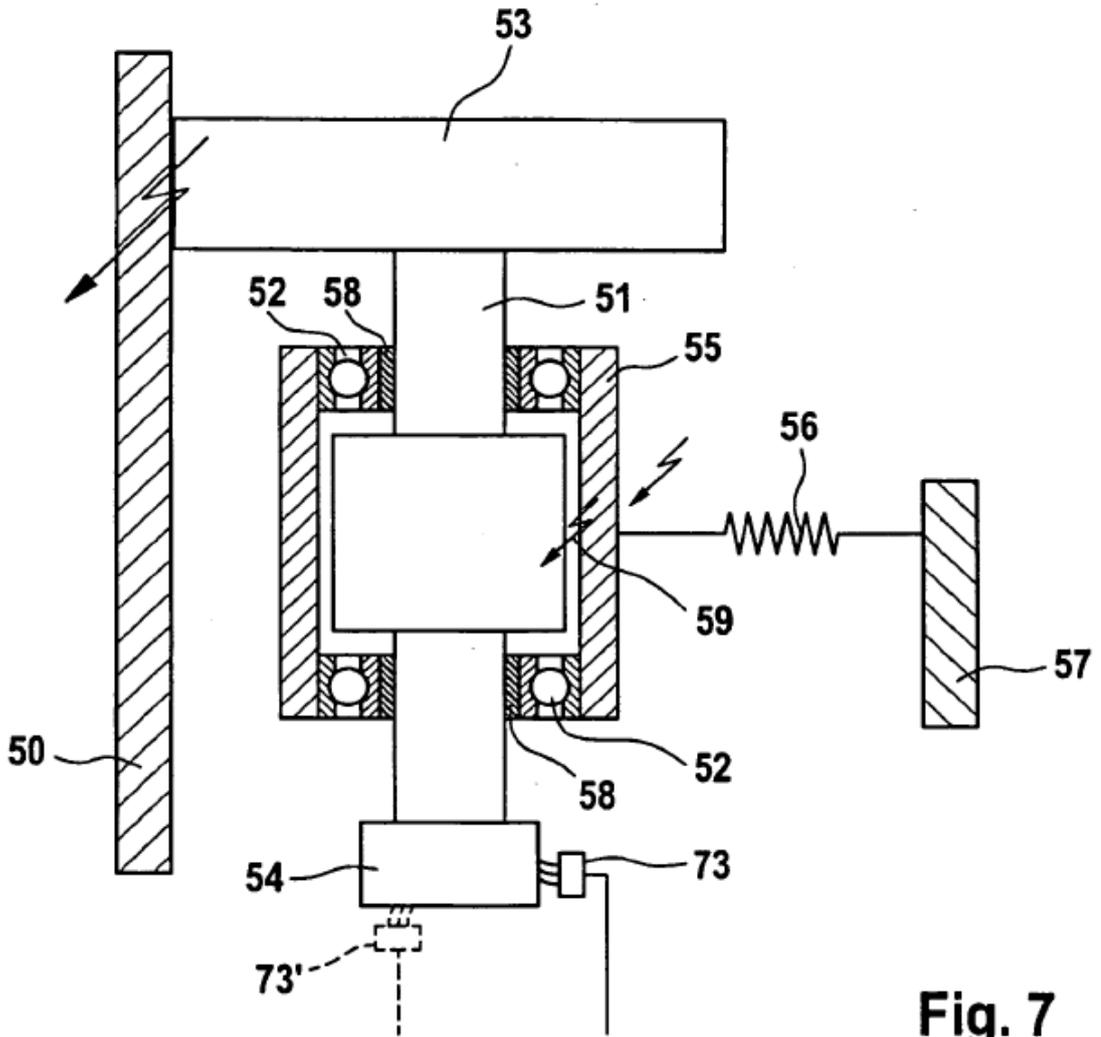


Fig. 7

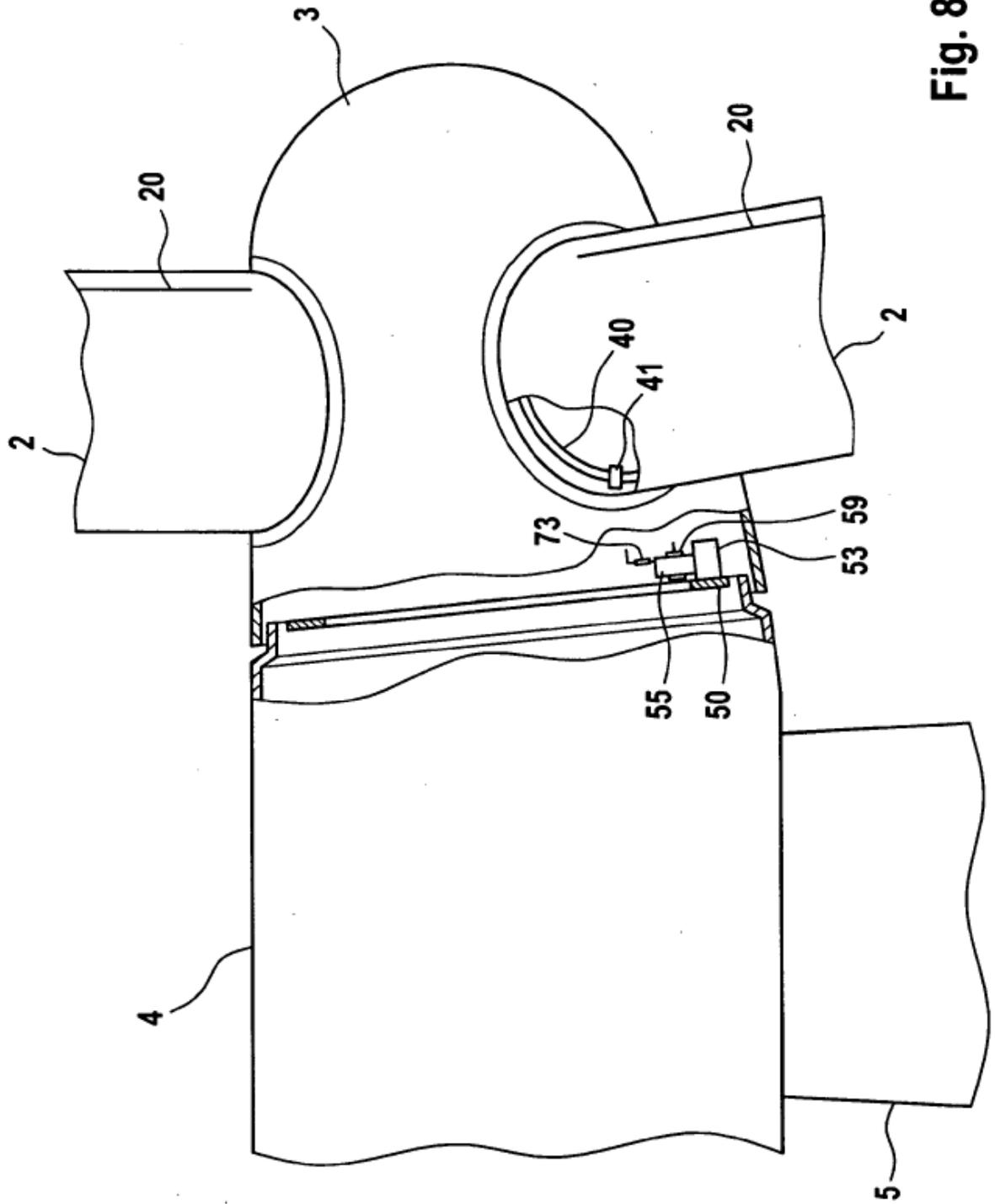


Fig. 8

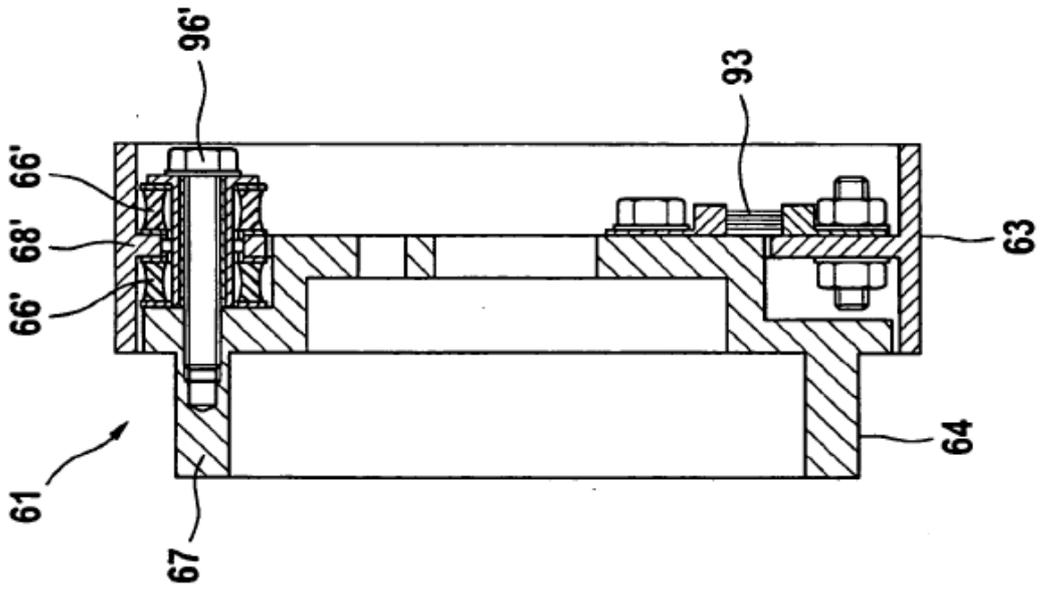


Fig. 10

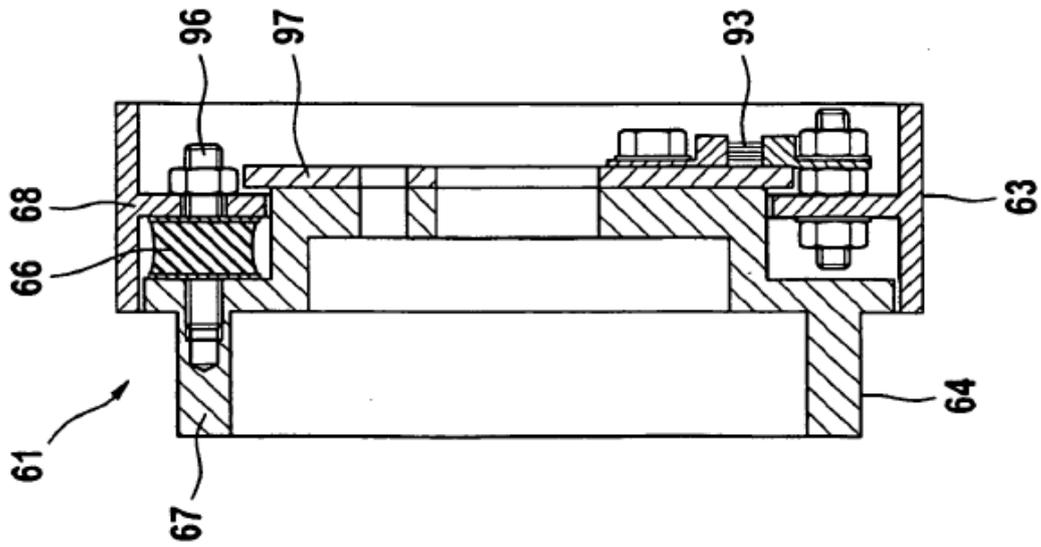


Fig. 9

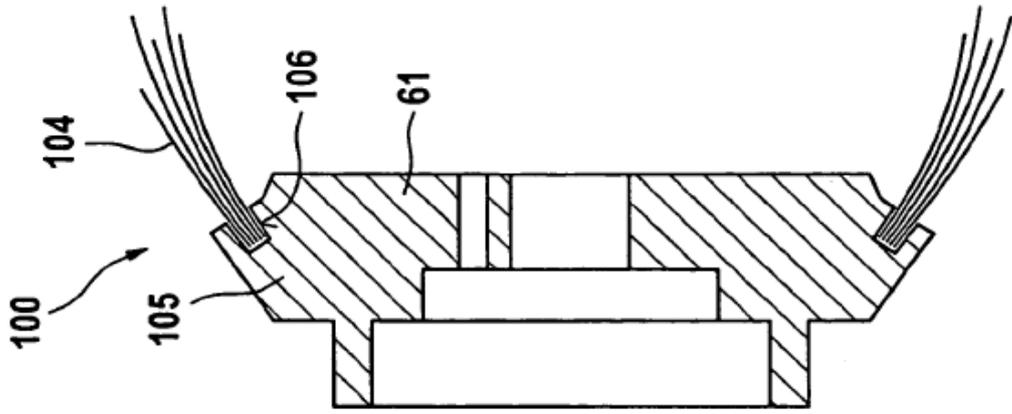


Fig. 11c

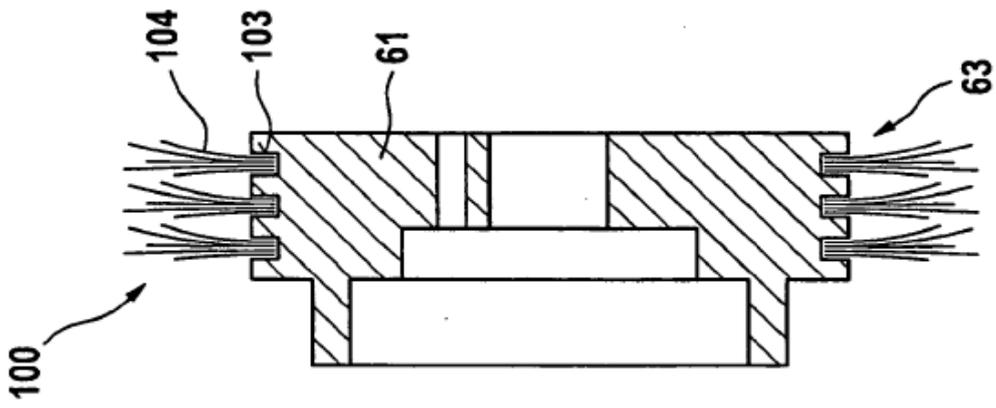


Fig. 11b

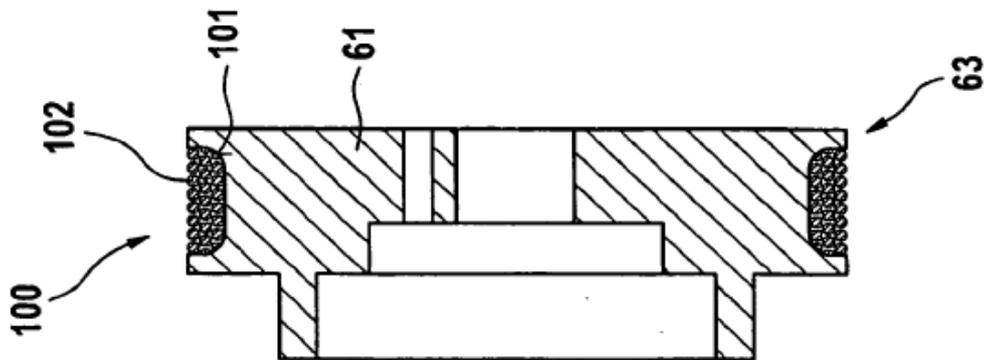


Fig. 11a

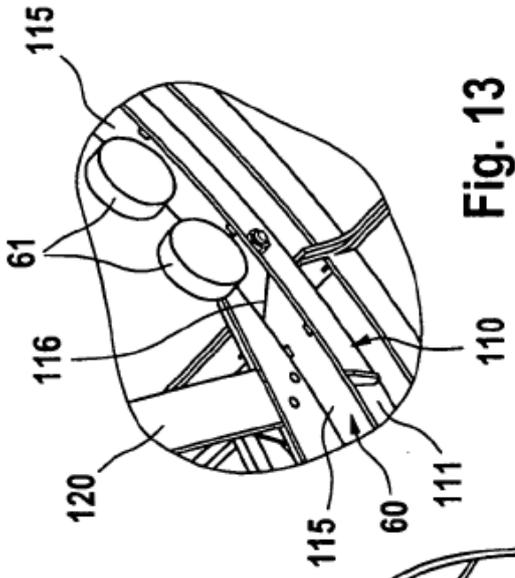


Fig. 13

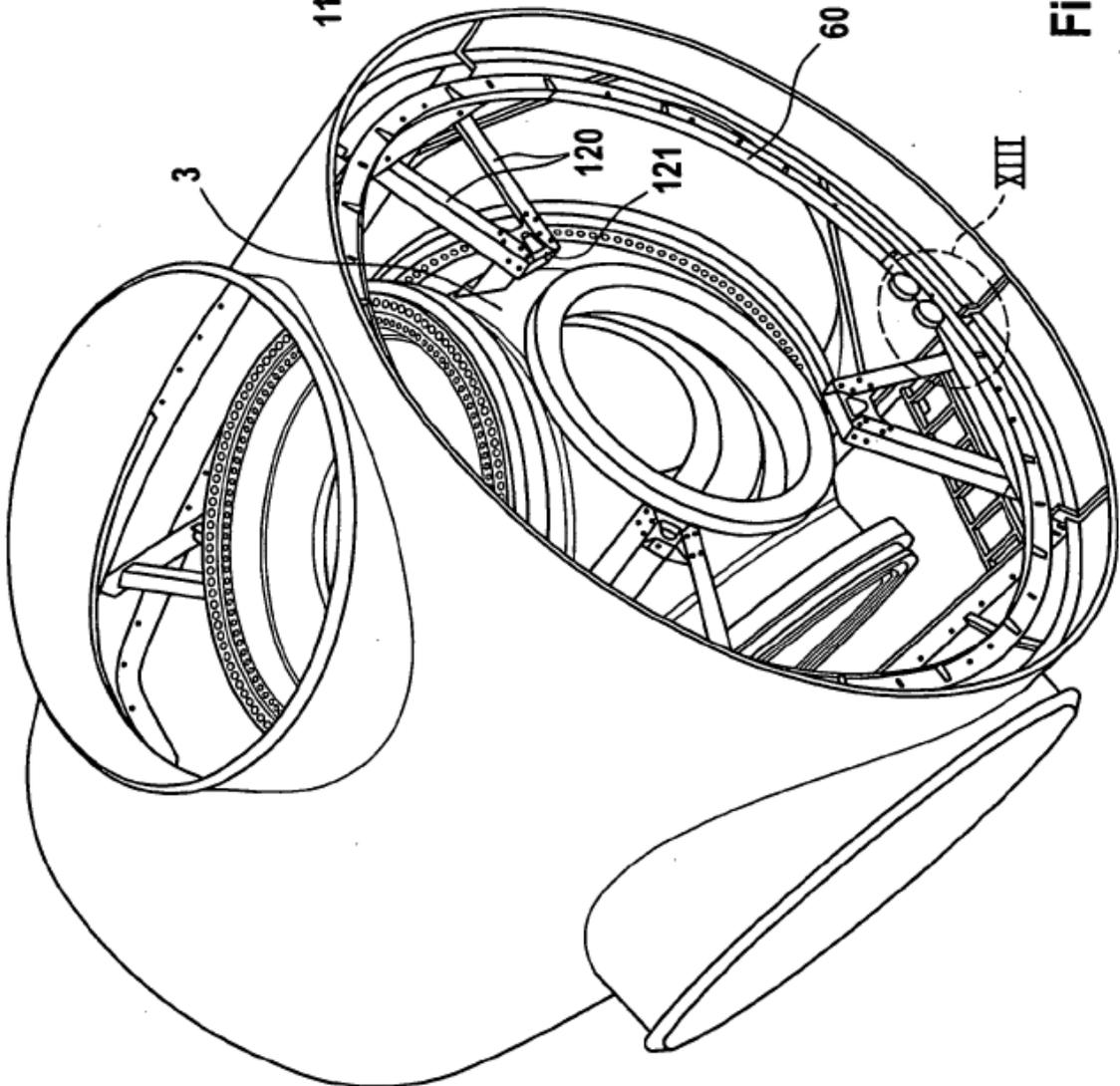


Fig. 12