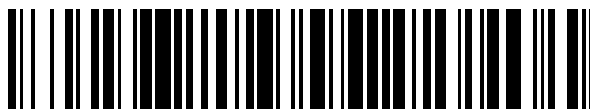


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 698 845**

51 Int. Cl.:

H02K 21/24 (2006.01)
H02K 7/08 (2006.01)
H02K 7/18 (2006.01)
H02K 7/09 (2006.01)
F03D 9/25 (2006.01)
H02K 7/116 (2006.01)
F16C 19/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2012** **PCT/EP2012/000391**
87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2012** **WO12104050**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2012** **E 12706450 (9)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018** **EP 2671308**

54 Título: **Soporte de rotor para una máquina eléctrica**

30 Prioridad:

04.02.2011 DE 102011011164

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.02.2019

73 Titular/es:

IMO HOLDING GMBH (100.0%)
Imostrasse 1
91350 Gremsdorf, DE

72 Inventor/es:

HOFMANN, GEORG;
SADEL, STEFAN;
DENNERLEIN, JOHANNES y
RUSS, ERICH

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 698 845 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

Soporte de rotor para una máquina eléctrica

La invención se refiere a un soporte de rotor para una máquina eléctrica, en particular a un generador de inducido de disco para generar energía eléctrica a partir de la energía de rotación de una instalación de fuerza accionada en rotación, preferentemente una instalación de turbofuerza, en particular un aerogenerador, con al menos dos componentes de estator desplazados axialmente uno con respecto a otro a lo largo de un eje de rotación aproximadamente horizontal del inducido de disco y con al menos un componente de rotor del inducido de disco de forma anular o de disco dispuesto entre ellos y montado giratoriamente alrededor del eje de rotación por medio de un rodamiento único, así como a un aerogenerador equipado de esta manera.

En el estado de la técnica, partes de la instalación y de máquinas giratorias se montan frecuentemente por medio de rodamientos.

Por ejemplo, la publicación DE 10 2004 021 138 A1 describe una máquina eléctrica y su soporte, materializándose en esta idea el cojinete fijo por medio de dos cojinetes de bolas estriados. En una construcción de este tipo, el árbol giratorio está montado en dos lugares diferentes, un denominado cojinete fijo y un denominado cojinete suelto. Sin embargo, un soporte múltiple de este tipo es relativamente costoso en grandes masas giratorias dado que, en tales casos, los rodamientos pueden diseñarse de manera correspondientemente masiva y, por tanto, costosa.

En particular, en un aerogenerador, el árbol accionado por la fuerza eólica, que está orientado a lo largo del eje principal de rotor, debe montarse de tal manera que se garantice un funcionamiento con el menor rozamiento posible, para que la energía obtenida por el accionamiento del viento pueda transmitirse y transformarse con la menor pérdida posible.

Así, por ejemplo, la publicación DE 10 2009 004 991 A1 está dedicada, en el ámbito de un aerogenerador, al soporte del rotor cuyo eje de rotación mira aproximadamente en la dirección del viento. El soporte propuesto dispone de al menos dos elementos anulares concéntricos uno con respecto a otro para conectarse a partes de instalación del aerogenerador giratorias una con respecto a otra, a saber a su rotor o al árbol de salida de un engranaje acoplado a éste, por su parte, y al chasis de la sala de máquinas, por otra parte. La fuerza eólica acciona un árbol por medio de una etapa de engranaje que está acoplado con componentes adicionales por el lado de salida.

Asimismo, en el ámbito de las máquinas eléctricas utilizadas en la transformación de energía de rotación en energía eléctrica se plantea el problema del soporte de un árbol giratorio.

El documento DE 10 2007 037 842 A1 divulga así, por ejemplo, una máquina eléctrica del género de un inducido de disco montado en el centro, configurado como inducido de disco con un estator y un rotor de forma de disco. El estator presenta en este caso al menos una parte de estator de forma de disco dispuesta en un sujetador, que está distanciada del rotor en dirección axial y coopera magnéticamente con el rotor por medio del entrehierro, estando montado giratoriamente el rotor alrededor de su eje de rotación en un sujetador. Para la conexión por el lado de entrada de un generador de este tipo, éste dispone de un árbol de entrada que, no obstante, puede unirse con el árbol de salida de un engranaje o similar sólo por medio de embridado a tope. Una unión de árboles de este tipo hace imposible que el generador y un engranaje o similar se muevan acercándose mucho uno a otro, puesto que de lo contrario la unión de árboles no es accesible. Dado que se dispone solo de poco sitio, particularmente en aerogeneradores, un generador de este tipo no puede utilizarse ventajosamente en aerogeneradores.

Otro generador de inducido de disco para un aerogenerador con un engranaje planetario antepuesto se divulga en el documento US 2010/0225112 A1. El documento WO 02/057624 A1 divulga un generador para un aerogenerador que presenta un cojinete de rodillos oblicuos de dos hileras.

De las desventajas del estado de la técnica previamente escrito resulta el problema inherente a la invención de crear una disposición que ahorre espacio para el generador de un aerogenerador que haga posible el acoplamiento por el lado de accionamiento a una etapa de engranaje y permita una transformación con la menor pérdida posible de la energía de rotación en energía eléctrica.

La solución de este problema tiene éxito en un generador de inducido de disco para generar energía eléctrica a partir de la energía de rotación de una instalación de fuerza accionada en rotación con las características de la reivindicación 1. Otros perfeccionamientos se divulgan en las reivindicaciones independientes.

Se ha mostrado que un soporte según la invención es adecuado para guiar exactamente el inducido de disco giratorio también a pesar de considerables fuerzas magnéticas, es decir, para absorber y desviar los momentos de vuelco que surjan eventualmente sin que, en este caso, el inducido de disco modifique su posición u orientación en el espacio, particularmente de tal manera que los entrehierros entre el rotor magnético y las bobinas de estator concatenadas con éste se modifiquen en una medida considerable.

Para soportar el rotor de una máquina eléctrica en dos lugares de soporte desplazados uno con respecto a otro, entre los que se encuentra el rotor a soportar, en cada uno de estos dos lugares de soporte puede encontrarse un

respectivo rodamiento, es decir, distanciados uno de otro en una longitud L en la dirección longitudinal del eje de giro del rotor. En este caso, uno de estos cojinetes está dispuesto en el lado del engranaje con respecto a un aerogenerador, es decir, está vuelto hacia el cubo de la rueda eólica, mientras que el otro de estos cojinetes se colocaría en este caso en el lado de la torre; el elemento de rotor de la máquina eléctrica gira entre ambos cojinetes, tan pronto como se accione el árbol. El soporte de la máquina eléctrica no es en este caso forzosamente igual al soporte del árbol a accionar. Un cojinete de dos partes de este tipo debe dimensionarse en este caso de tal manera que el cojinete no se destruya estáticamente por la fuerza magnética que surge durante el funcionamiento de la máquina de fuerza energética.

Esto se aplica también para una disposición con solo un punto de soporte: asimismo, el soporte para el rotor del generador puede diseñarse allí de tal manera que todo el grupo constructivo del generador pueda absorber las cargas del efecto magnético del funcionamiento del generador sin que el soporte para el rotor se deforme como consecuencia de las fuerzas magnéticas resultantes en un ámbito considerable. Por otro lado, el grupo constructivo del generador según la invención se puede montar de manera que se ahorre el mayor espacio posible y pueda representar una unidad lo más compacta posible. El número de los componentes necesarios para ello puede reducirse; además, los componentes pueden ser accesibles de la manera más fácil posible para correcciones, reparaciones y montajes de equipamiento posterior. El soporte del inducido de disco puede configurarse fácilmente accesible para medidas de servicio. Los componentes, en particular el inducido de disco, deben poder montarse de la manera más sencilla posible y que ahorre tiempo, de modo que los tiempos de montaje y servicio que emplea el montador o técnico del servicio en el aerogenerador, sean lo más cortos posible.

La invención se puede perfeccionar en el sentido de que un componente de rotor de forma anular o de disco del generador presente solo un soporte único, en particular un cojinete. La máquina eléctrica, como inducido de disco, dispone de uno o varios componentes de rotor de forma anular o de disco, en particular uno o varios discos de rotor que se mueven giratoriamente entre los respectivos componentes de estator primero y segundo durante el funcionamiento; estos están montados de forma giratoria alrededor del eje principal del rotor por medio de un único soporte, en particular un rodamiento.

Para absorber el peso del disco o discos de máquina eléctrica montados y giratorios y el respectivo momento de vuelco resultante de ello, es suficiente ya un único cojinete, en particular un cojinete de bolas oblicuo de dos hileras.

Cuando se utiliza solo un disco de máquina eléctrica giratorio, entonces es necesario, por tanto, solo un único rodamiento, en particular un cojinete de bolas oblicuo de dos hileras. Gracias al ahorro de espacio resultante entonces de la omisión del segundo cojinete, el grupo constructivo completo está optimizado en espacio y es más compacto que el estado de la técnica anterior. Gracias a la omisión del segundo punto de soporte, se necesitan también menos componentes. Esto lleva también a ahorros de costes.

Gracias a la renuncia a un punto de soporte por disco de rotor puede ahorrarse, por un lado, material y, por otro lado, espacio, y se reduce el número de uniones giratorias. Por tanto, disminuye el coste de montaje y se facilita la accesibilidad al cojinete del lado del engranaje, lo que es especialmente importante precisamente en aerogeneradores porque allí solo desde el lado de la torre puede accederse allí en funcionamiento hasta los componentes del grupo constructivo del generador.

Además, es ventajoso que existan solo pocos lugares que deben sellarse contra medios que se fugan como, por ejemplo, aceite, lubricante o grasa. Resulta de ello la ventaja adicional de que, en una instalación según la invención están presentes menos puntos de sellado que en el estado de la técnica.

Como se sabe, los puntos de sellado en instalaciones rotativas y duraderas forman frecuentemente puntos débiles de tales instalaciones, ya que pueden producirse fugas con elementos de sellado no herméticos de uniones giratorias y/o cojinetes. Por ejemplo, las fugas en las uniones giratorias conducen a una pérdida prematura de lubricante, por tanto a una lubricación menor que la necesaria y, por consiguiente, frecuentemente a daños en el cojinete. La vida útil de una instalación disminuye en general en caso de daños en el cojinete. Si en total hay menos puntos de sellado, esto significa simultáneamente también menos puntos que son propensos a errores o fallos.

Por medio de la disposición según la invención, en particular también por la configuración del cojinete y por el guiado del árbol que transporta la energía de rotación son fácilmente accesibles muchos elementos de la disposición por el lado de torre a través de estos cojinetes. En particular, durante las estancias rutinarias del técnico de mantenimiento en la instalación es posible de manera simplificada reemplazar los puntos de sellado del lado de la torre existentes, sin que ello deba desmontarse un cojinete. Otra ventaja sustancial en la utilización de solo un único cojinete para soportar el disco de máquina eléctrica giratorio es que varios cojinetes diferentes no se deben sintonizar uno con otro. Esto ahorra tiempo en el servicio y el montaje.

En una forma de realización preferida de la invención, solo gira un disco de rotor entre dos componentes de estator. Sin embargo, es imaginable sin más que el generador comprenda varios grupos constructivos de este tipo de un respectivo par de componentes de estator y un rotor dispuesto entre ellos, por ejemplo para elevar la potencia nominal del generador. Sin embargo, entonces todo el grupo constructivo sería entonces de mayor tamaño en la dirección longitudinal del eje de rotación. Preferentemente, un respectivo componente de rotor anular o de forma de

disco se montaría entonces giratoriamente alrededor del eje principal de rotor por medio un rodamiento propio respectivo. En otra ejecución preferida, ese rodamiento sería siempre un cojinete de bolas oblicuo de dos hileras.

La invención prevé además que un rodamiento, que soporta giratoriamente alrededor del eje principal de rotor al menos un componente de rotor de forma anular o de disco, esté realizado de tal manera que está fijado a una estructura portante del generador. Por tanto, en la forma de realización preferida está atornillado particularmente de forma directa con la carcasa de generador o está unido fijamente con otro elemento fijo del soporte de generador. Este primer rodamiento es en este caso siempre el único cojinete que soporta un respectivo componente de rotor giratorio del generador eléctrico en el aerogenerador.

Otras ventajas resultan cuando el diámetro de aro interior de este rodamiento es mayor en una distancia B que el diámetro exterior de un árbol hueco o casquillo más interior que atraviesa el engranaje y/o el generador. Por tanto, se consigue que, por un lado, el disco de generador pueda configurarse más bien en forma anular que en forma de disco, con lo que puede ahorrarse material y, por otro lado, se logra que este primer rodamiento pueda montarse lo más cerca posible de los componentes de estator entre los que se mueve giratoriamente el disco de rotor. Esto significa de nuevo, por ejemplo, menos momentos de vuelco del disco de rotor montado, y se ofrece también más superficie de soporte debido al diámetro mayor del primer rodamiento, es decir, un soporte más estable o uniforme del disco montado.

En una forma de realización preferida de la invención, la distancia B y/o la distancia C ascienden aproximadamente a entre 20 y 30 cm. No obstante, por otro lado, estas distancias B, C al árbol hueco más interior o al árbol de salida del engranaje pueden seleccionarse también más pequeñas, por ejemplo aproximadamente tan solo 1 cm o más, o hasta 5 cm mayor que aquélla, o aproximadamente al menos 30 cm o al menos 50 cm mayor que aquélla. Cuando el soporte deba realizarse todavía más estable o cuando deban soportar discos de rotor muy grandes, se puede considerar razonable también una distancia B y/o C de más de 50 cm y bastante más, por ejemplo de 100 cm o más.

Al menos un componente de rotor de forma anular o de disco del generador está acoplado o unido con uno o varios elementos unidos directa o indirectamente con el árbol y dispuestos giratoriamente alrededor del eje principal. Esta unión puede realizarse, por ejemplo, por uniones atornilladas masivas; sin embargo, sería imaginable también cualquier otro tipo común de uniones en ajuste de forma o uniones en ajuste de fuerza masivas y resistentes a la torsión.

Partiendo de las distancias especificadas más arriba B, C, se ha considerado especialmente ventajoso que el equipo de acoplamiento presente al menos un disco de acoplamiento entre el árbol de salida de engranaje y/o el árbol de entrada de generador, por un lado, y un elemento de rotor de forma anular o de disco y/o al menos un aro de árbol. Se considera entonces que la rotación del árbol se transmite a, por ejemplo, un aro de árbol que está unido en ajuste de forma con el árbol de salida de engranaje y rota junto con él alrededor del eje principal de rotor. No obstante, por otro lado, este aro de árbol está unido también en ajuste de forma con el disco de acoplamiento acoplado. Ambos elementos, el aro de árbol y el disco de acoplamiento, giran en funcionamiento alrededor del eje principal del rotor y están acoplados uno a otro de manera solidaria en rotación mediante al menos uno o varios elementos de unión.

Según un perfeccionamiento preferido de la invención, el acoplamiento de al menos un componente de rotor de forma anular o de disco del inducido de disco al engranaje no se realiza rígidamente, sino por medio de al menos un equipo de transmisión de fuerza preferentemente elástico dispuesto dentro del generador y giratoriamente alrededor de su eje de rotación.

Otras ventajas resultan de que al menos un disco de rotor del generador esté acoplado con uno o varios elementos de acoplamiento y/o amortiguación unidos directa o indirectamente con el árbol y dispuestos giratoriamente alrededor del eje principal. Por medio de una disposición según la invención de este tipo se garantiza que las cargas axiales del imán se distribuyan ventajosamente de forma simétrica y que sea posible una marcha exacta del árbol y no se presente ningún vuelco, ya que no se origina ningún momento de vuelco.

En una ejecución de este tipo, los elementos de unión pueden estar configurados como elementos de acoplamiento alargados orientados paralelamente al eje principal del rotor que están posicionados respectivamente de forma excéntrica alrededor del eje principal – por ejemplo, están distribuidos en forma de corona alrededor del eje principal del rotor – y sirven particularmente como conectores macizos, por ejemplo como tornillos o pernos. Para fines de la amortiguación o bien para compensar tolerancias en el montaje y, eventualmente, para fines de una transmisión de fuerza más uniforme, estos conectores pueden realizarse de material elástico, consistiendo en particular en material de tipo elastómero o de tipo caucho o de goma. Alternativamente, pueden constar, como se muestra a modo de ejemplo en la ejecución más ventajosa, también de material macizo, metálico o bien de perfiles huecos optimizados que están envueltos con material más blando para fines de la amortiguación.

Además, corresponde a la enseñanza de la invención que, en una instalación de fuerza con engranaje planetario y la rueda solar montada en el centro de éste, el árbol de salida de engranaje y la rueda solar estén acoplados uno con otro de manera resistente a la torsión, o bien formen una única pieza común.

Preferentemente, el soporte del árbol de salida de engranaje no se realiza dentro del propio engranaje, sino en el generador según la invención o al menos en la zona de transición entre el engranaje y el generador.

Por tanto, el espesor total de los satélites puede usarse para el engrane dentado con la zona dentada de la rueda solar. Esta dispone de una prolongación axial que penetra en el generador y está montada allí.

Para este soporte, la invención prefiere también uno o varios cojinetes de bolas oblicuos, preferentemente un cojinete de bolas oblicuo de dos hileras. Sin embargo, no debe preverse obligatoriamente un único cojinete de bolas oblicuo de dos hileras, sino que podrían utilizarse, por ejemplo también dos cojinetes de bolas oblicuos de una hilera.

Preferentemente, este cojinete está directamente acoplado de forma mecánica con un árbol accionado por el lado del engranaje o con un árbol que acciona el generador. Sin embargo, en este caso, no se trata del rodamiento citado más arriba, sino de un rodamiento adicional. Este segundo rodamiento está acoplado al chasis, la carcasa de la sala de máquinas o de la góndola o la carcasa del engranaje o generador o a otra parte fijada a éste. Esto puede realizarse, por ejemplo, de modo que el rodamiento esté atornillado o unido directamente con la parte en cuestión, por ejemplo, con una parte fija del engranaje; en la forma de realización preferida de la invención, este segundo rodamiento está atornillado con la carcasa y/o con el portasatélites de un engranaje planetario accionado por el rotor y por medio de una rueda de dentado interior. Varios satélites están montados en este portasatélites en una forma de ejecución preferida de la invención. En el último caso, la parte fija del engranaje y/o el soporte planetario de un engranaje planetario debería acoplarse o atornillarse fijamente con la torre o con el lado de la torre del aerogenerador.

La invención prevé además equipar un aerogenerador con un engranaje y con un generador de inducido de disco según la invención. En este caso, como árbol de accionamiento sirve la rueda eólica puesta en rotación por medio de energía eólica. Desde su cubo, la energía de rotación obtenida por el viento se envía a un aro giratorio del cojinete principal del rotor. Preferentemente, su aro exterior está fijado a la torre del aerogenerador, mientras que el cubo está unido, por ejemplo atornillado, con su aro interior. En la ejecución preferida de la invención éste forma simultáneamente la rueda de dentado interior de un engranaje planetario conectado y acciona varios elementos de engranaje, por ejemplo satélites. Esta energía de accionamiento se transmite, según el principio del engranaje, al árbol en la dirección del eje principal. En la ejecución más ventajosa de la invención, éste árbol está integrado o unido con la rueda solar del engranaje. Por tanto, coinciden el eje de la rueda solar y el eje principal del rotor.

Otras características, detalles, ventajas y efectos sobre la base de la invención resultan de la siguiente descripción de algunas formas de realización preferidas de la invención y con ayuda del dibujo. En este caso muestran:

La figura 1, una sección vertical a través de la sala de máquinas de un aerogenerador a lo largo del eje principal del rotor, en el que la torre y la rueda eólica se representan en forma rota;

La figura 2, un detalle ampliado de la figura 1 con un soporte a modo de ejemplo del rotor del generador;

La figura 3, un grupo constructivo completo según la invención, donde están integrados el generador y el engranaje, en una vista en perspectiva;

La figura 4, el grupo constructivo completo según la figura 3 cortado en un plano vertical a lo largo del eje principal del rotor y en una vista en perspectiva;

La figura 5, una vista ampliada del detalle V de la figura 4;

La figura 6, una vista de detalle correspondiente a la figura 5 del grupo constructivo completo según la figura 3, pero desde otra perspectiva; y

La figura 7, el detalle V de la figura 4, estando girado el plano de corte en el plano del dibujo.

En la figura 1 está reproducida la estructura de una góndola 35 de un aerogenerador 99 que es adecuada para el uso de un generador de inducido de disco según la invención.

Se aprecia el extremo superior de la torre 34 de sección transversal circular, en el que, para la regulación de acimut, la góndola 35 se asienta de manera pivotable alrededor del eje de torre vertical 25 por medio un cojinete de sala de máquinas 26 montado en posición tumbada horizontal. Mientras un aro de este cojinete de sala de máquinas 26 está fijado en el lado superior de la torre 34, entonces el otro aro puede hacerse pivotar por medio de un accionamiento no representado alrededor del eje de torre 25.

En el aro pivotable del cojinete de sala de máquinas 26 se apoya una placa superior o un bastidor 24 de una estructura portante 29 pivotable alrededor del eje de torre 25. Esta estructura portante 29 forma por así decirlo la envoltura interior de la sala de máquinas 35 y puede alcanzarse por personal de mantenimiento a través de un ascensor, un escala 33 o una escalera en la torre 34 así como por aberturas de salida 37 laterales en la pared de la torre 34.

La envoltura interior o estructura portante 29 puede presentar una pared trasera 27, una placa de suelo 32 con un rebajo para la torre 34 y placas de pared laterales que unen una con otra la placa de suelo 32, la pared trasera 27 y la placa superior o el bastidor 24 y cuidan así de que se proporcione una rigidez suficiente de la estructura portante

29. En su lado aproximadamente opuesto a la pared trasera 27, la placa de suelo 32, las placas de pared laterales y la placa superior o el bastidor 24 se prolongan hasta una zona de desembocadura 36 aproximadamente circular.

El espacio total dentro de la estructura portante 29 detrás de esta desembocadura 36 está rodeado exteriormente por un revestimiento 28 que sigue un recorrido suavemente curvado por motivos aerodinámicos y que debe hacer que el viento y el tiempo atmosféricos se mantengan apartados del espacio interior.

Delante de la desembocadura 36 se encuentra la rueda eólica 23 propiamente dicha que presenta, además de la basculación en acimut de la góndola 35 alrededor del eje 25 de la torre, un grado de libertad de movimiento adicional, a saber el de un giro alrededor de un segundo eje, el denominado eje principal 17 del rotor, que sobresale del eje de torre 25 en dirección aproximadamente horizontal en la zona de la góndola 35. La rueda eólica 23 consta por su parte de un cubo 22 del que sobresalen varias palas o alabes 21 en dirección aproximadamente radial, con respecto al eje principal 17 del rotor y, por medio de cojinetes de álabe, pueden montarse en el cubo 22 giratoriamente alrededor de su eje longitudinal.

El soporte giratorio del cubo 22 alrededor del eje principal 17 del rotor así como la toma de la energía de rotación pueden realizarse por medio de un grupo constructivo 20 que puede comprender varias unidades de funcionamiento, a saber, el cojinete principal o de rotor 4 propiamente dicho, un engranaje 13, en particular un engranaje multiplicador así como un generador 14.

En la forma de realización representada, el generador 14 - considerado en una dirección a lo largo del eje principal 17 del rotor - se encuentra entre el engranaje 13 y la torre 34. Gracias a su estructura de principio como inducido de disco, el generador 14 tiene una estructura completamente en forma de disco con dos lados frontales opuestos sobresalientes del eje principal 17 del rotor, debiendo designarse el lado frontal vuelto hacia el engranaje 13 lado de engranaje G y el lado frontal vuelto hacia la torre 34 lado de torre T. En el lado de engranaje G la energía de rotación se introduce en el generador 14.

El grupo constructivo 20 está integrado en una carcasa común que, no obstante, puede constar de varias partes que pueden asociarse particularmente al engranaje 13, por un lado, y al generador 14, por otro lado y, por ejemplo, pueden unirse una con otra a través de medios de fijación dispuestos en forma de corona en la periferia. A este fin, las diferentes partes de carcasa presentan en su periferia exterior varios taladros paralelos al eje principal 17 del rotor que están alineados uno con otro respectivamente en pares o tripletes y sirven para enchufar conjuntamente a su través tornillos, pernos roscados o similares, con lo que las partes de carcasa en cuestión pueden unirse una con otra y, simultáneamente, todo el grupo constructivo 20 puede anclarse firmemente, en particular atornillarse fijamente a una zona 36 de la estructura portante 29 seleccionada para ello.

El cojinete principal 4 se encuentra en una zona de carcasa del engranaje 13 vuelta hacia el cubo 22 y presenta dos aros concéntricos uno a otro, de los que el aro exterior está integrado con la carcasa del engranaje 13 y, por tanto, se une con la góndola de sala de máquinas 35 de manera solidaria en rotación, mientras que el aro interior está configurado como rueda de dentado interior 16 anular, dentada en su lado interior, del engranaje 13 configurado como engranaje planetario. Para conectar el cubo 22 están previstos en la rueda de dentado interior 16 varios taladros de fijación distribuidos en forma de corona alrededor del eje principal 17 del rotor, por ejemplo, taladros de agujero ciego con rosca interior.

El portasatélites 3 del engranaje 13 está integrado con la carcasa del engranaje 13 o unido a ella de manera no giratoria. En los casquillos de soporte fijados al mismo están montados giratoriamente varios satélites exteriormente dentados 2 que engranan, por un lado, con la rueda de dentado interior 16 y, por otro lado, con una rueda solar central exteriormente dentada 15. La rueda solar 15 está configurada hueca, es decir, presenta un rebajo central, con lo que, por ejemplo, el cubo 22 es accesible. Dado que el eje de giro de la rueda solar 15 coincide con el eje principal 17 del rotor, dicho eje se alinea también con el eje de simetría del cubo 22 de la rueda eólica 23.

El lado del engranaje vuelto hacia el cubo 22 no está cubierto por la carcasa de engranaje, sino que está cubierto por un disco anular unido con la rueda de dentado interior 16 de manera solidaria en rotación; puede ser relativamente delgado, dado que no cumple ninguna función sustancialmente portante sino que sirve sobre todo para el cierre o revestimiento del engranaje 13 hacia el cubo 22. Por consiguiente, este revestimiento gira con el cubo 22. Esto es válido también para una prolongación 1 central en forma de casquillo de este revestimiento que atraviesa el rebajo central en la rueda solar 15 y se extiende concéntricamente al eje principal 17 del rotor desde el revestimiento de engranaje en el lado del cubo hacia atrás, es decir, en dirección a la torre 34, concretamente, de preferencia tanto a través del engranaje 13 como también a través del generador 14. Conforme a ello, esta prolongación 1 en forma de casquillo también gira solo con el número de revoluciones relativamente lento del cubo 22 y, por tanto, ofrece la posibilidad de poder determinar exactamente y vigilar el número de revoluciones del cubo dentro de la sala de máquinas 35, mientras que, con viento reducido, es posible incluso una inspección visual del cubo 22 durante el funcionamiento en curso a través de la cavidad rodeada por el casquillo 1.

El lado del engranaje 13 formado por el revestimiento que gira conjuntamente con la rueda de dentado interior 16 y vuelto hacia el cubo forma su lado de accionamiento, mientras que el lado de engranaje opuesto y vuelto hacia la torre 34 sirve como su lado de salida. Por tanto, la rueda solar 15 del engranaje 13 atraviesa allí un rebajo central en

la zona de carcasa 13 en cuestión integrada con el portasatélites 3 y se extiende dentro de la zona adyacente del generador 14 para transmitir la energía de rotación del engranaje 13 al generador 14. En esta zona, la rueda solar 15, que no está montada en la prolongación 1 en forma de casquillo, está montada en la carcasa del engranaje 13 o en el portasatélites 3 integrado o unido con ésta, y/o en una sección de carcasa allí presente del generador 14. Como quiera que el soporte en cuestión 12 está dispuesto desde el engranaje 13 hasta el generador 14 o al menos hasta la zona de transición entre el engranaje 13 y el generador 14, el dentado de la rueda solar 15 que engrana con los satélites 2 puede extenderse por todo el espesor de los satélites 2 paralelo al eje principal 17 del rotor.

El cojinete 12 de la rueda solar 15 que sirve como árbol de salida del engranaje 13 está configurado preferentemente como cojinete de bolas oblicuo, por ejemplo como cojinete de bolas oblicuo de dos hileras, en particular como cojinete de bolas oblicuo de dos hileras en disposición en O, es decir, formando los ejes portantes de todas las bolas situadas en un plano de corte común a lo largo del eje principal 17 del rotor un rombo, en oposición a la denominada disposición en X de los ejes portantes de bolas. Las pistas de rodadura radialmente interiores de este cojinete 12 pueden disponerse directamente en la prolongación de la rueda solar 15, en particular practicadas en ella, o en un aro interior separado del cojinete 12 que se aplica exteriormente a haces con la rueda solar 15 o con su prolongación penetrante en el engranaje 14 en dirección axial. Mientras tanto, el aro exterior del cojinete 12 puede apoyarse directamente en una sección de la carcasa del engranaje 13 y/o el generador 14. El aro exterior puede atornillarse, por ejemplo en el portasatélites 3 en forma de disco y se extiende desde allí hacia dentro del generador 14. El cojinete 12 podría unirse también fijamente con otro elemento fijo del soporte de generador en lugar de un atornillamiento directo con la carcasa del engranaje 13 o generador 14.

Según el dibujo, en la forma de realización representada, el diámetro de la prolongación del lado de la torre en la rueda solar 15 es menor que el diámetro de la propia rueda solar 15.

La prolongación de la rueda solar 15 en dirección axial más allá del cojinete 12, que está vuelto así hacia la torre 34, sirve para la introducción de la energía de rotación en el generador 14 y puede presentar en su periferia exterior radial para la toma de la energía de rotación también un dentado u otro perfilado adecuado para la transmisión de pares de giro. Sobre éste está fijado de manera no giratoria un aro de árbol 10 que presenta en su lado interior preferentemente un perfilado complementario al perfilado de la rueda solar 15; en instalaciones más pequeñas, podría utilizarse también una unión ranura-lengüeta en lugar de un perfilado circunferencial. En cualquier caso, con las potencias nominales usuales de instalaciones de fuerza profesionales, se debe preferir una unión en ajuste de forma entre el aro de árbol 10 y la rueda solar 15 a una unión en ajuste de rozamiento.

El aro de árbol 10 puede presentar una extensión mayor en dirección axial que en dirección radial, de modo que su configuración podría calificarse de aproximadamente en forma de disco. Se atraviesa a lo largo de su periferia por varios rebajos en dirección axial, donde están insertados y anclados unos pasadores 9 paralelos al eje principal 17 del rotor. Preferentemente, estos llevan en sus zonas que sobresalen o se proyectan hacia fuera del aro de árbol 10 sendos casquillos de un material elástico, por ejemplo con una periferia exterior cilíndrica o en forma de tonel. Estos casquillos pueden inmovilizarse, por ejemplo por medio de tapas colocadas por el lado extremo sobre el respectivo pasador 9 y fijadas por medio de tornillos.

Cada uno de estos casquillos encaja en un respectivo rebajo en un disco adicional 8 que se solapa en dirección radial parcialmente con el aro de árbol 10, pero presenta un diámetro exterior mayor que el aro de árbol 10.

Esta disposición con el aro de árbol 10, los pasadores 9, eventualmente unos casquillos circundantes de estos y el disco 8 ofrece una cierta elasticidad que puede provocar una cierta amortiguación de golpes, particularmente en caso de movimientos de giro a tirones, cambios de carga o excesos de carga y permite así un cierto espacio de holgura particularmente con respecto a proporciones de mayor frecuencia del movimiento giratorio; se pretende con ello evitar daños en las piezas puestas de la instalación o del generador 14.

La energía de rotación, a través del movimiento giratorio amortiguado, se transmite del disco 8 al grupo constructivo de rotor móvil 5 del generador de inducido de disco 14. Este grupo constructivo de rotor 5 tiene en la forma de realización representada una sección transversal aproximadamente en forma de μ , es decir, con dos alas paralelas una a otra, que están unidas una con otra por medio de un alma, extendiéndose una de las dos alas más allá del alma, es decir a ambos lados de ésta. En este caso, los dos extremos de ala paralelos uno a otro miran radialmente hacia fuera, mientras que el tercer extremo de ala discurre radialmente hacia dentro, es decir, hacia el eje principal 17 del rotor y puede hacer transición allí a un recorrido paralelo a este eje 17.

Las dos patas de la sección transversal paralelas una a otra y que miran radialmente hacia fuera corresponden a dos zonas en forma de disco anular con un espacio en forma de ranura entre ellas, donde pueden alojarse imanes, preferentemente imanes permanentes, cuyos campos magnéticos se concatenan entonces con devanados 6, 7 del lado del estator y, al girar el grupo constructivo de rotor 5 alrededor del eje principal 17 del rotor, inducen allí tensiones que a su vez, estando conectado un consumidor, producen una corriente a través de estos devanados 6, 7 y, por tanto, pueden utilizarse así para alimentar a una red eléctrica la potencia de accionamiento convertida en energía eléctrica.

Para un rendimiento óptimo es importante que la zona del grupo constructivo de rotor 5 que lleva los imanes

mantenga distancias lo más iguales posible o predeterminadas en cualquier caso con respecto a los devanados 6, 7 de estator del lado de engranaje y de la torre. Esto se garantiza por un soporte giratorio 11 propio del grupo constructivo de rotor 5 en cuestión, por ejemplo de forma de disco. Se trata en este caso de un cojinete, por ejemplo un cojinete de bolas, preferentemente un cojinete de bolas oblicuo, preferentemente un cojinete de bolas oblicuo de dos hileras, en particular un cojinete de bolas oblicuo de dos hileras de la denominada forma constructiva en O. La invención recomienda que, en este caso, las bolas de ambas o de todas las hileras de bolas rueden a lo largo de al menos una respectiva pista de rodadura, las cuales están configuradas en un aro común del cojinete 11 – es decir, en su interior – o aro exterior, que forma un primer elemento de conexión del cojinete 11 en cuestión, mientras que el otro elemento de conexión respectivo del cojinete 11 puede realizarse como un aro de una pieza según la forma de realización o – por ejemplo para aumentar la elasticidad – puede constar también de varios aros.

Preferentemente, un elemento de conexión de este tipo – preferentemente el radialmente exterior – está conectado al ala que mira radialmente hacia dentro del grupo constructivo de rotor 5 y a este fin puede disponer de una brida circunferencial en el lado exterior con uno o preferentemente varios medios de fijación distribuidos en forma de corona sobre la periferia, en particular rebajos de paso para enchufar a su través tornillos, pasadores o similares que atraviesan simultáneamente también un respectivo taladro a haces con éste en el ala que mira hacia dentro del grupo constructivo de rotor 5 y además pueden encajar todavía en otro respectivo taladro en el disco 8 para unir uno con otro de manera solidaria en rotación este disco 8, el grupo constructivo de rotor 5 y el aro exterior del cojinete 11.

El otro respectivo elemento de conexión del cojinete 11 – preferentemente el radialmente interior – se apoya en la carcasa del generador 14 y está anclado de manera resistente a la torsión preferentemente en el escudo de carcasa del generador 14 del lado del engranaje, por ejemplo por medio de uno o preferentemente varios tornillos, pernos roscados o similares paralelos al eje de rotación 17 y distribuidos en forma de corona sobre su periferia.

Junto con el soporte preciso del grupo constructivo de rotor 5 en cuestión de sección transversal en forma de μ , su alma que mira radialmente hacia dentro sirve también para la absorción de la energía de rotación del disco 8 por medio de la introducción de un par de giro. Esta introducción de par de giro se realiza preferentemente por medio de un ajuste de forma que puede provocarse por medio de los pasadores antes mencionados aproximadamente paralelos al eje principal 17 del rotor y/o interacoplamiento en ajuste de forma de perfilados mutuamente complementarios en el grupo constructivo de rotor 5, por un lado, y en el disco 8, por otro lado.

Como muestra la figura 7, el diámetro interior del aro radialmente interior del rodamiento 11 es mayor en una distancia B que el diámetro exterior del árbol hueco 1 que atraviesa el rebajo central en el árbol hueco de salida 15 del engranaje 13 y gira de manera sincronizada con el cubo 22 de la rueda eólica 23. Naturalmente, el diámetro interior del aro radialmente interior del rodamiento 11 es también mayor en una distancia C que el diámetro exterior del árbol de salida 15 del propio engranaje 13. La distancia B asciende a entre 1 cm y poco más de 50 cm y depende de la magnitud total del grupo constructivo 20 y, naturalmente, en esencia depende de toda la potencia de la instalación de energía eólica 99. Asimismo, la distancia C debería ser mayor que 1 cm, por ejemplo mayor que 5 cm, preferentemente mayor que 15 cm, en particular mayor que 50 cm o incluso mayor que 100 cm.

En todos los soportes 11, 12, el respectivo entrehierro puede cerrarse con respecto al entorno en uno o preferentemente ambos lados frontales del cojinete por medio de una junta. Esto ofrece la posibilidad adicional de llenar la zona de entrehierro cerrada de esta manera con un lubricante, por ejemplo grasa lubricante. En particular, en la figura 6 se ven bien representados los elementos de sellado 30 que pueden realizarse como juntas de árbol o juntas de rodamiento grande, por ejemplo de materiales de tipo caucho o goma, y/o con uno o, eventualmente también, con varios labios de sellado, eventualmente también con aros de sujeción, etc.

Mientras el devanado de estator 6 del lado de engranaje está anclado, por ejemplo atornillado, directamente al lado de engranaje G de la carcasa del generador 14, el devanado de estator 7 del lado de la torre está unido en el lado de la torre T del generador con una sección de carcasa allí presente. Esta sección de carcasa puede unirse con la sección de carcasa del lado de engranaje en la zona de su periferia exterior – o, por el contrario, retranquearse radialmente hacia dentro con respecto a la misma – a través de una sección de carcasa en forma de envoltura cilíndrica allí existente.

Aunque el movimiento giratorio del al menos un componente de rotor 5 de forma anular o de disco se realiza entre los componentes de estator primero y segundo 6, 7 sin contacto, especialmente sin rozamiento, según el principio “actio=reactio” en la transformación de la energía de rotación en energía eléctrica en el devanado de estator, se presenta un contrapar con respecto al par de frenado del rotor 5. La carcasa del generador 14 debe introducir este par de giro que surge en el estator en la estructura portante 29 de la torre 34 del aerogenerador 99 y, por este motivo, debe estar formada suficientemente estable y también anclarse con suficiente rigidez al soporte de generador o a la estructura portante 29 de la torre 34 del aerogenerador 99, lo que puede realizarse preferentemente por medio de un gran número de medios de fijación distribuidos en forma de corona alrededor del eje de rotación 17, en particular por medio de tornillos, pernos roscados o similares paralelos al eje de rotación 17.

En la representación en corte según la figura 4 puede apreciarse bien que los componentes de estator 7 del lado de la torre están fijados al lado de la torre T por medio de una sección de carcasa anular del generador 14. A

consecuencia del rebajo grande central en esta sección de carcasa, cuyo diámetro puede corresponder al diámetro radialmente interior de los devanados de estator 7 del lado de la torre, muchos elementos sustanciales del grupo constructivo 20 son accesibles desde el lado de la torre T sin desmontaje. En caso de montaje, inspección de sellado, relubricación, mantenimiento, reparaciones y otros servicios así como para la sustitución de componentes, los elementos del lado de la torre de la invención pueden alcanzarse bien por el técnico de mantenimiento. Gracias al desmontaje secuencial de los componentes individuales del lado T de torre, por ejemplo en la siguiente secuencia: primero se desmonta la parte de carcasa del lado de torre del generador 14 junto con o después de la parte de estator 7 del lado de torre; por tanto, se descubre el disco de rotor 5 y, en consecuencia, éste resulta accesible. Tan pronto como se haya retirado el disco de rotor 5, puede accederse también al elemento de rotor 6 del lado del engranaje. En caso de que se desmonten éste y la parte de carcasa del lado de engranaje, existe acceso al engranaje 13 dispuesto detrás.

En caso de que el grupo constructivo de rotor 5 pueda desacoplarse del disco 8, puede desmontarse este último sin que deban desmontarse completamente la zona de imán y de devanado del generador 14; por el contrario, solo es necesaria una fijación provisional del grupo constructivo de rotor 5. Después del desmontaje del disco 8, existe acceso al cojinete 11 dispuesto detrás y – tras la retirada posterior del aro de árbol 10 – también existe acceso al cojinete 12 para la rueda solar 15 del engranaje 13.

Los elementos de unión 9 en forma de pasadores son directamente accesibles de todas formas.

En oposición a la forma de realización previamente descrita según la figura 1 y las figuras 3 a 7, la figura 2 muestra una forma de realización modificada. En este caso, con fines de soporte de la máquina eléctrica o del grupo constructivo de rotor 5, se utilizan dos cojinetes separados uno de otro en lugares de soporte distanciados uno con respecto a otro, en medio de los cuales se encuentra el electromotor 5 a soportar. Por ejemplo, en cada uno de estos dos lugares de soporte se encuentra un respectivo cojinete de bolas de una hilera, orientándose sus planos de base paralelamente uno a otro, pero estando distanciados uno de otro en una longitud L. Uno de estos cojinetes está dispuesto entonces en el lado de engranaje G y el otro en el lado T de la torre. Entre ambos cojinetes se extiende el grupo constructivo de rotor 5 de la máquina eléctrica o del generador 14. Preferentemente, en este caso, deberían utilizarse respectivos cojinetes de bolas oblicuas cuyos ejes portantes convergen hacia una dirección radial – preferentemente radialmente hacia dentro – uno con respecto a otro, a saber una disposición en O. Por otro lado, asimismo, sería imaginable básicamente de forma natural una disposición en X.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Árbol, casquillo
- 2 Satélite
- 3 Portasatélites
- 4 Cojinete principal
- 5 Disco de rotor
- 6 Componente de estator
- 7 Componente de estator
- 8 Disco de acoplamiento
- 9 Elementos de amortiguación
- 10 Aro de árbol
- 11 Rodamiento
- 12 Rodamiento
- 13 Engranaje
- 14 Generador
- 15 Rueda solar
- 16 Rueda de dentado interior
- 17 Eje de rotación
- 20 Grupo constructivo

	21	Álabe de rotor
	22	Cubo
	23	Rueda eólica
	24	Bastidor
5	25	Eje de torre
	26	Cojinete de sala de máquinas
	27	Pared
	28	Revestimiento
	29	Estructura portante
10	30	Elemento de sellado
	31	Abertura
	32	Placa de suelo
	33	Escala
	34	Torre
15	35	Góndola
	36	Zona de desembocadura
	37	Abertura de salida
	99	Aerogenerador
	L	Distancia
20	G	Lado de engranaje
	T	Lado de torre

REIVINDICACIONES

1. Generador de inducido de disco para generar energía eléctrica a partir de la energía de rotación de una instalación de fuerza accionada en rotación, preferentemente una instalación de turbofuerza, en particular un aerogenerador, con al menos dos componentes de estator (6, 7) desplazados axialmente uno con respecto a otro a lo largo de un eje de rotación (17) aproximadamente horizontal del inducido de disco, así como con al menos un componente de rotor (5) del inducido de disco de forma anular o de disco montado giratoriamente entre ellos alrededor del eje de rotación (17), con una conexión del lado de entrada para un engranaje, preferentemente un engranaje multiplicador, en particular un engranaje planetario, estando acoplado su árbol de salida, en particular su rueda solar, que discurre coaxialmente al eje de rotación (17) del inducido de disco, con al menos un componente de rotor (5) de forma anular o de disco del inducido de disco, **caracterizado** por que un componente de rotor (5) de forma anular o de disco del inducido de disco lleva asociado un rodamiento (11) que
 - a) está formado como o con un cojinete o cojinetes de bolas oblicuos, por ejemplo con un ángulo de soporte entre 40° y 50° con respecto al eje de rotación (17), preferentemente como cojinete de bolas oblicuo de dos hileras, en particular como cojinete de bolas oblicuo de dos hileras en disposición en O,
 - b) es atravesado por el árbol de salida (15) del engranaje (13) o una parte acoplada a él de manera solidaria en rotación y presenta un aro radialmente interior, cuyo diámetro interior presenta una distancia radial (C) al diámetro exterior del árbol de salida (15) del engranaje (13).
2. Generador de inducido de disco según la reivindicación 1, **caracterizado** por que al menos un aro de pista de rodadura es común a todos los rodamientos (11) para un componente de rotor (5) de forma anular o de disco del inducido de disco.
3. Generador de inducido de disco según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que el diámetro interior mínimo del rodamiento (11) asociado a un componente de rotor (5) de forma anular o de disco del inducido de disco presenta una distancia radial (B) al diámetro exterior del árbol de salida del engranaje, que asciende a 1 cm o más, por ejemplo 5 cm o más, preferentemente 15 cm o más, ventajosamente 50 cm o más, en particular 100 cm o más.
4. Generador de inducido de disco según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que una zona del árbol de salida del engranaje (13) que atraviesa el rodamiento (11) está acoplada, más allá del rodamiento atravesado (11), es decir, más allá de su lado frontal vuelto a la torre (34), con al menos un componente de rotor (5) de forma anular o de disco del inducido de disco.
5. Generador de inducido de disco según la reivindicación 4, **caracterizado** por que el acoplamiento entre el árbol de salida del engranaje (13) y con al menos un componente de rotor (5) de forma anular o de disco del inducido de disco no está configurado como rígido sino por medio de al menos un equipo para la transmisión de fuerza (8-10) elástica dispuesto dentro del generador y giratorio alrededor de su eje de rotación (17).
6. Generador de inducido de disco según la reivindicación 5, **caracterizado** por que el equipo para la transmisión de fuerza presenta al menos dos elementos giratorios, de los cuales uno está configurado como disco de acoplamiento (8) y/o por lo menos uno está configurado como aro de árbol (10).
7. Generador de inducido de disco según la reivindicación 6, **caracterizado** por que los dos elementos giratorios (8, 10) están acoplados uno con otro de forma resistente a la torsión por medio de al menos un elemento de unión (9).
8. Generador de inducido de disco según la reivindicación 7, **caracterizado** por que al menos un elemento de unión (9) está configurado como elemento de acoplamiento alargado y orientado paralela y excéntricamente al eje de rotación (17) del generador, en particular como tornillo o perno o conector.
9. Generador de inducido de disco según la reivindicación 8, **caracterizado** por que al menos un elemento de acoplamiento consta de un material elástico, por ejemplo material de tipo elastómero, caucho o goma y/o está envuelto por un material de este tipo.
10. Generador de inducido de disco según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** por que varios elementos de acoplamiento están distribuidos en forma de corona alrededor del eje de rotación (17) del generador.
11. Generador de inducido de disco según una de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizado** por que el árbol de salida del engranaje (13) está montado en la carcasa del generador y/o del engranaje con al menos un rodamiento (12) que se encuentra en el lado del engranaje del acoplamiento entre el árbol de salida de engranaje, por un lado, y al menos un componente de rotor de forma anular o de disco (5) del inducido de disco, por otro lado.
12. Generador de inducido de disco según la reivindicación 11, **caracterizado** por que el árbol de salida del engranaje (13) es abrazado exteriormente por el aro interior de su rodamiento (12), mientras que el aro exterior de este rodamiento (12) es a su vez abrazado exteriormente por la carcasa del generador (14) y/o del engranaje (13).

13. Generador de inducido de disco según una de las reivindicaciones 11 o 12, **caracterizado** por que al menos un rodamiento (12) para el árbol de salida del engranaje (13) está configurado como cojinete de bolas oblicuo, preferentemente como cojinete de bolas oblicuo de dos hileras, en particular como cojinete de bolas oblicuo de dos hileras en disposición en O.

- 5 14. Aerogenerador con un engranaje y un generador de inducido de disco para generar energía eléctrica según una de las reivindicaciones anteriores.

Fig.1

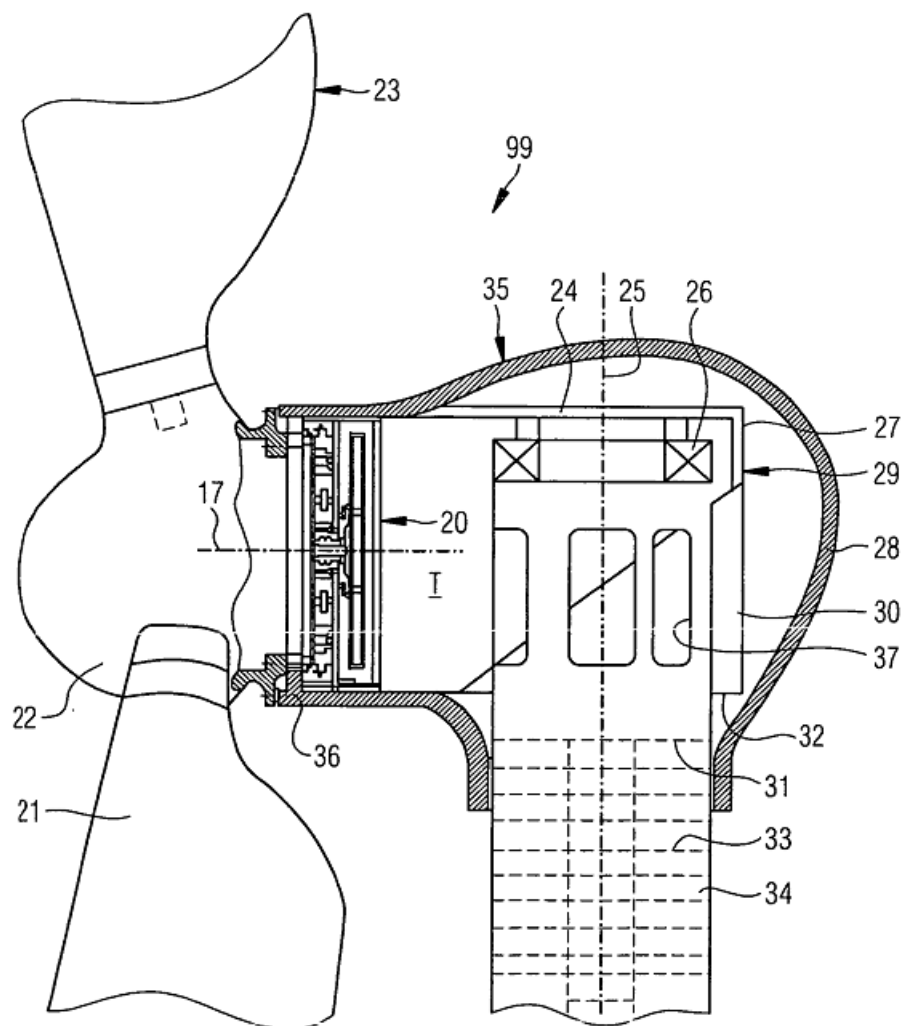


Fig.2

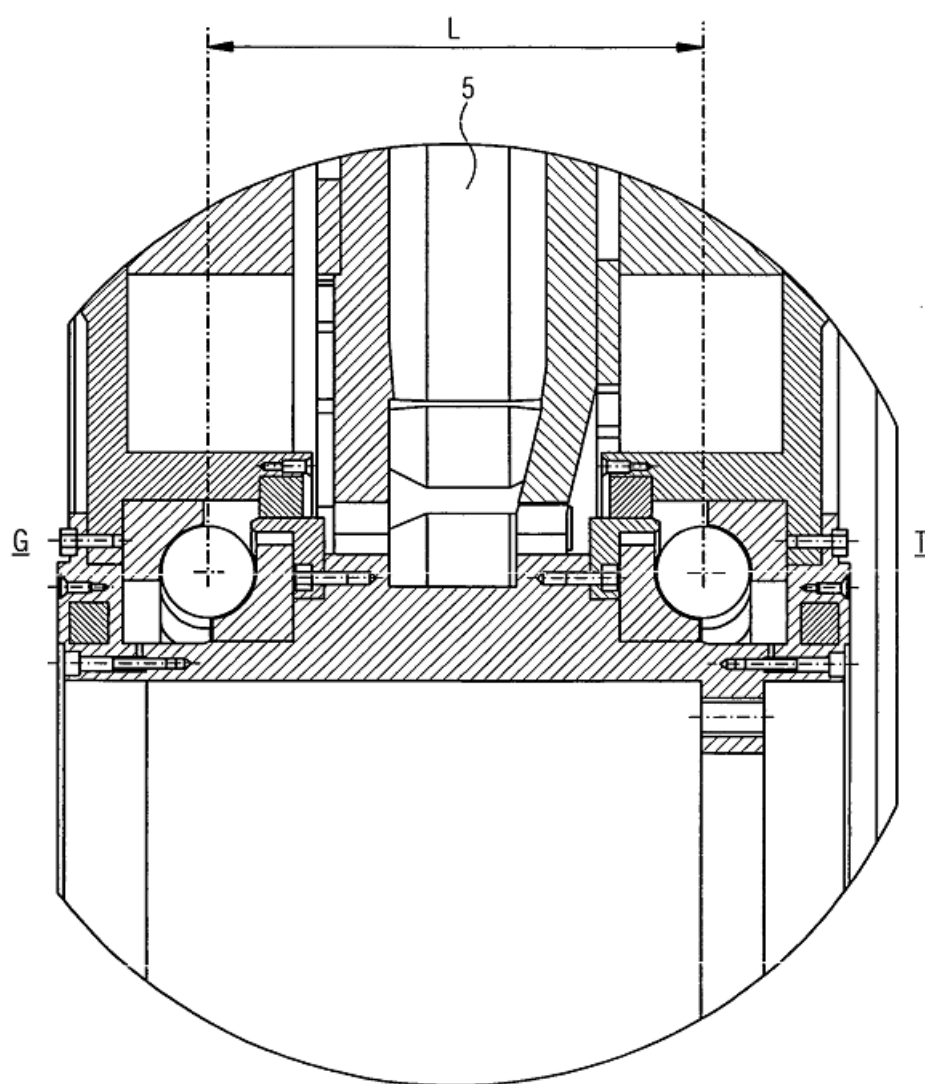


Fig.3

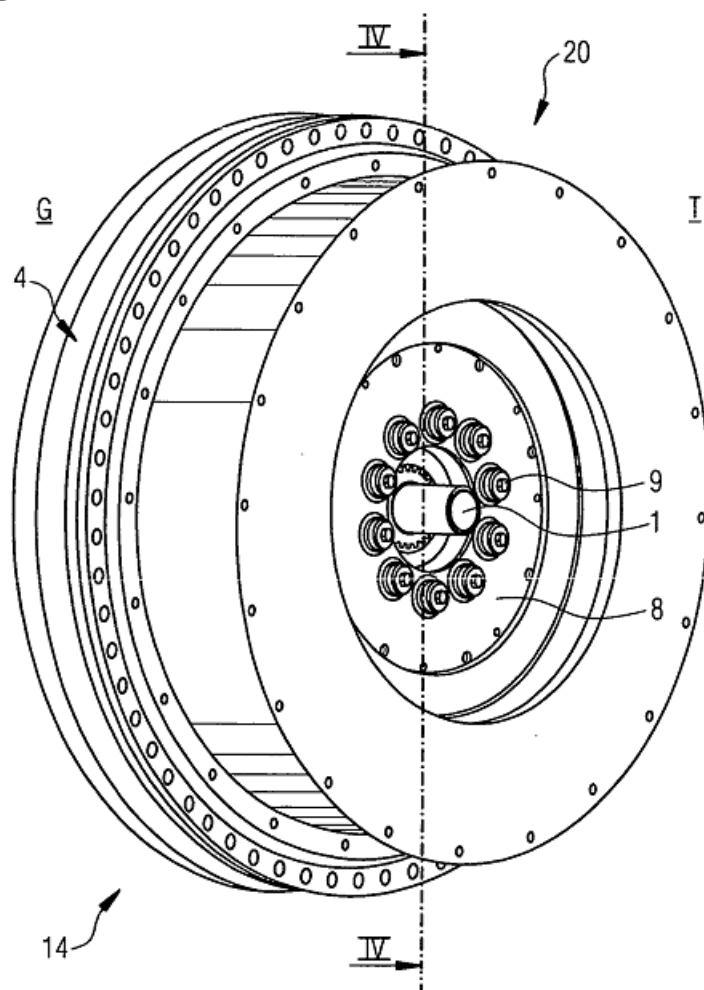


Fig.4

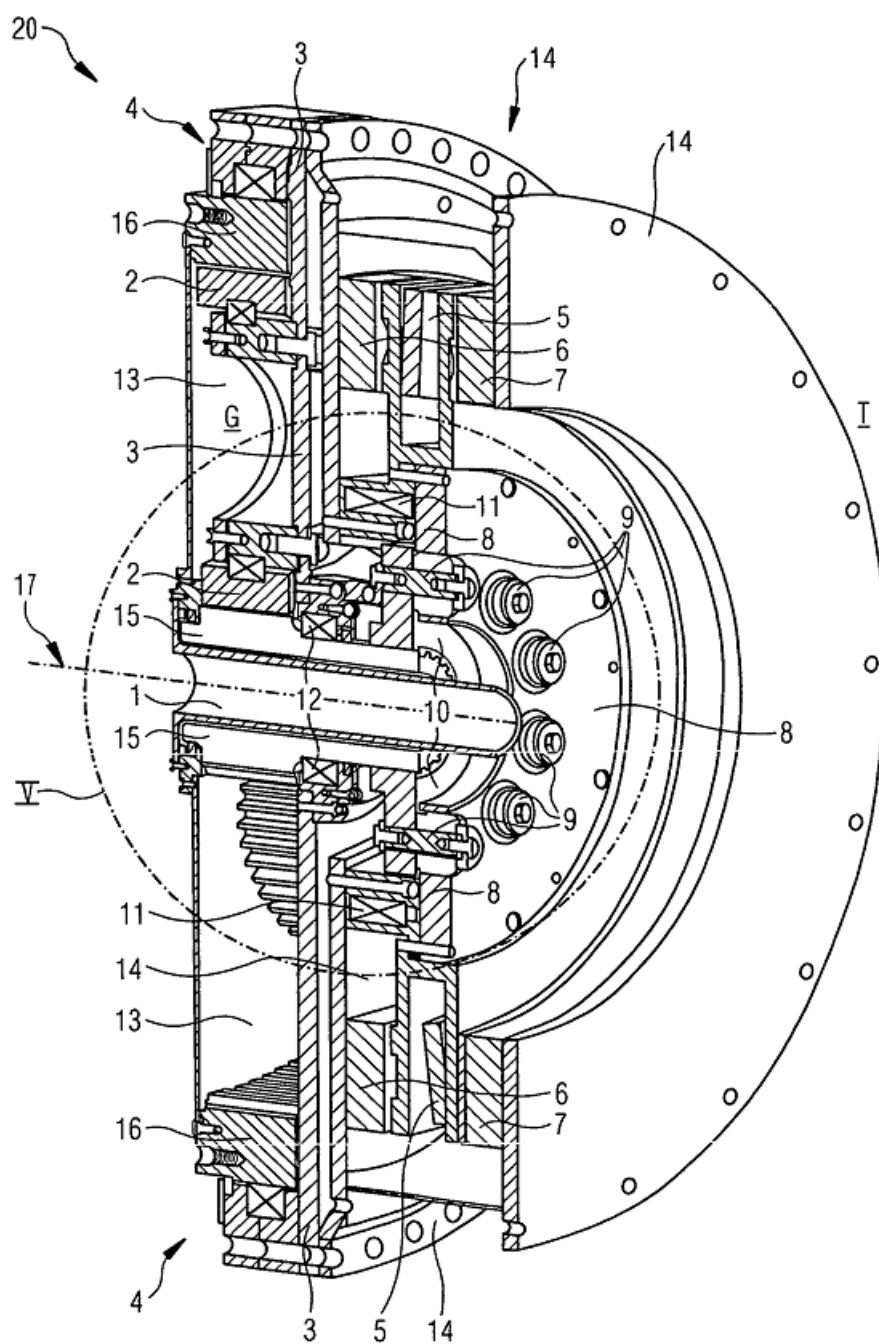


Fig.5

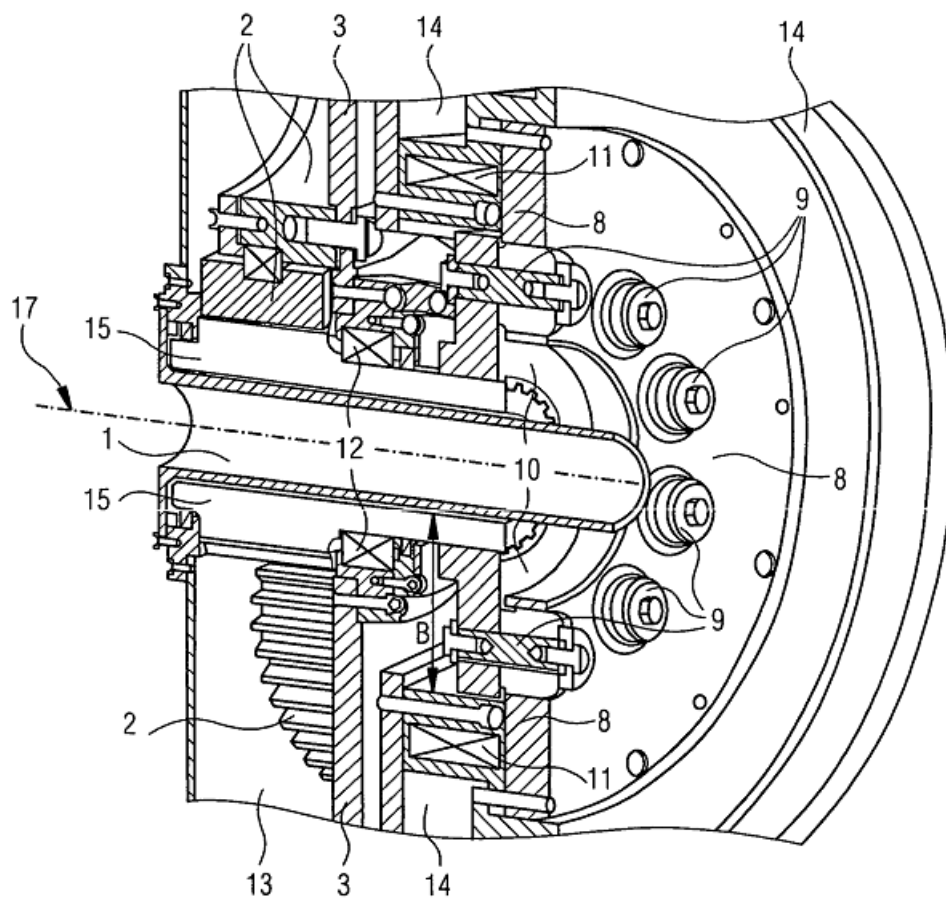


Fig.6

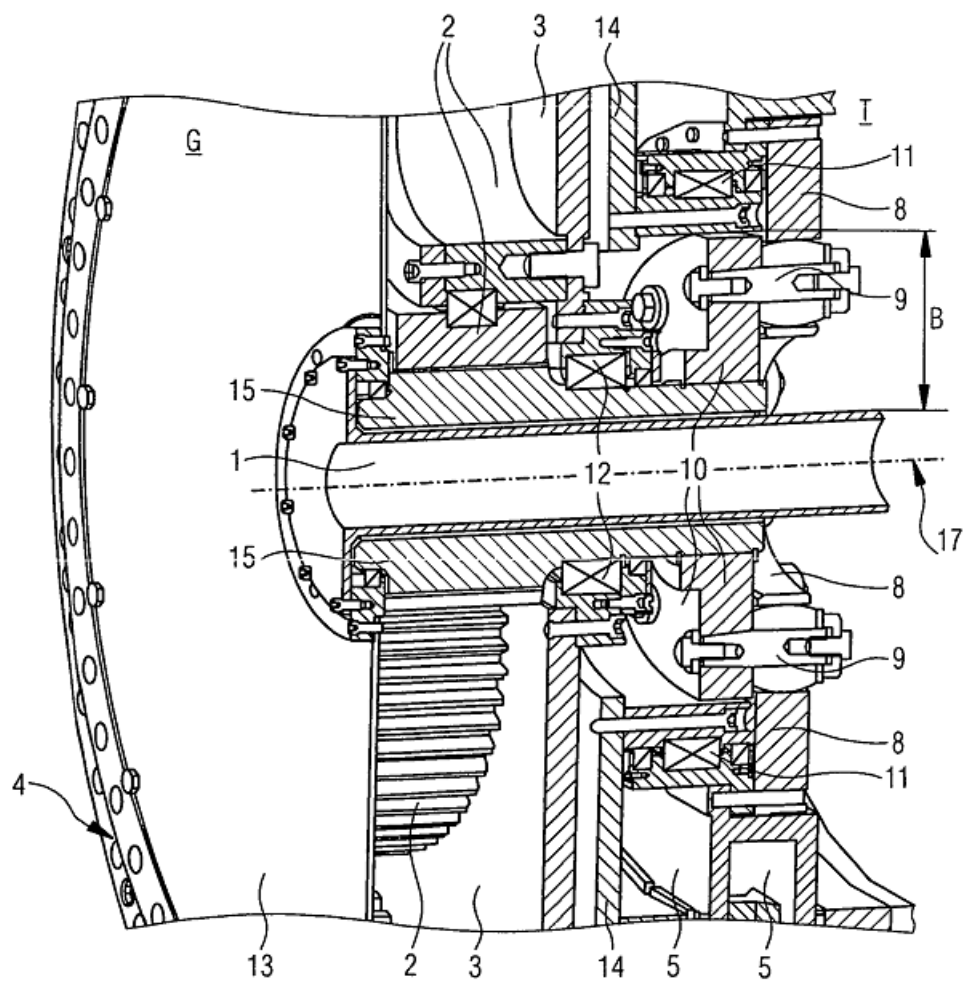


Fig.7

