

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 861**

51 Int. Cl.:

**F16H 1/22** (2006.01)

**F03D 80/70** (2006.01)

**F03D 15/00** (2006.01)

**F16C 19/54** (2006.01)

**F16H 57/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2011 PCT/EP2011/005068**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2012 WO12052123**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2011 E 11781739 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2630370**

54 Título: **Módulo para desacoplar la energía de rotación del buje de rotor de la rueda eólica de una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

**21.10.2010 DE 102010049023**

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

**30.10.2017**

73 Titular/es:

**IMO HOLDING GMBH (100.0%)**

**Imostrasse 1**

**91350 Gremsdorf, DE**

72 Inventor/es:

**HUBERTUS, FRANK**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 639 861 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**

Módulo para desacoplar la energía de rotación del buje de rotor de la rueda eólica de una instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a un módulo con una conexión para el buje de rotor de una rueda eólica de una instalación de energía eólica, cuyo eje de giro del rotor apunta durante el funcionamiento aproximadamente en la dirección del viento para captar todas las fuerzas y momentos que allí se producen, así como con al menos un cojinete de rotor o principal para la derivación de fuerzas axiales y radiales y momentos de vuelco a una estructura de soporte de la instalación de energía eólica, con además un dispositivo para desacoplar la energía de rotación del buje de rotor de la rueda eólica en forma de un engranaje planetario de una etapa, que está integrado con el cojinete de rotor o principal y cuyas ruedas planetarias están montadas en un soporte de rueda planetaria y engranan simultáneamente con una rueda solar y una corona, así como con un generador conectado o conectable al lado de salida del engranaje planetario para la conversión de la energía de rotación en energía eléctrica.

15 Un módulo según el preámbulo se da a conocer en el documento WO 02/14690 A1 o DE 01 954 251 T1. Allí se describe una estructura de accionamiento para una turbina eólica, con una estructura que lleva un buje de rotor, así como un cojinete principal, un engranaje planetario de una etapa y un generador. Sin embargo, allí el anillo exterior del cojinete principal está conectado a un buje de rotor de turbina eólica o es adecuado para la conexión al mismo. Puesto que el anillo interior se va fijar a una estructura de soporte de la góndola o similar y, por tanto, no está disponible para la transmisión de momentos de giro, es necesaria una construcción adicional para la derivación de momentos de giro (de accionamiento), que a su vez debe ser unida al buje de rotor. Resulta así en conjunto una construcción muy costosa que también dificulta los trabajos de mantenimiento que se presentan.

20 De los inconvenientes del estado de la técnica descritos resulta el problema que inicia la invención, perfeccionar un módulo según el preámbulo para la conexión al buje de rotor de una rueda eólica de una instalación de energía eólica, con el fin de captar las fuerzas y momentos que allí se producen, de tal manera que con medios simples la potencia de accionamiento realizada por el viento se separe de otras fuerzas y momentos y finalmente pueda ser convertida en energía eléctrica. Además, la disposición que se consiga debe ser tan fácil de mantener como sea posible, de modo que incluso en instalaciones de energía eólica de difícil acceso - por ejemplo en montañas o en el área de mar alejada de la costa- pueda realizarse un mantenimiento sin medios auxiliares, en particular sin grúa.

25 La solución de este problema se consigue porque el anillo interior de un cojinete de rotor o principal de la instalación de energía eólica presenta en una cara frontal una superficie de conexión para la conexión al buje de rotor de la instalación de energía eólica, presenta en su lado exterior una o varias pistas de rodadura para cuerpos rodantes que ruedan simultáneamente en una o varias pistas de rodadura del anillo exterior y está provisto en su lado interior de un dentado circunferencial, en donde es derivada la energía de rotación.

30 Con esto, el anillo interior del cojinete de rotor o principal es una especie de "aguja" para la transmisión de fuerzas y momentos de giro, mientras que las fuerzas axiales y radiales y momentos de vuelco son derivados a través del anillo exterior a una estructura de soporte de la instalación de energía eólica, la energía de rotación del buje puede ser derivada a través del dentado interior del anillo interior. Para ello es suficiente una única pieza de construcción, de modo que el número de componentes se minimiza y por tanto la propensión a perturbaciones se reduce al mínimo. Además, las unidades de engranajes conectadas pueden ser fácilmente mantenidas y eventualmente también desmontadas por detrás, esto es, desde la zona trasera de la góndola, sin que para ello deba ser desmontado el buje de rotor del anillo interior del cojinete principal o de rotor que lo lleva. Tales tareas de mantenimiento y/o reparación pueden, por tanto, ser acometidas sin grúa.

35 Ha demostrado ser favorable que el anillo interior del cojinete de rotor o principal en su lado frontal que da al buje de rotor, en particular en su superficie de conexión existente allí, presente elementos de conexión para la fijación del buje de rotor, preferiblemente en forma de perforaciones de fijación dispuestas distribuidas en forma de corona, en particular en forma de perforaciones de agujero ciego con rosca interior dispuestas distribuidas en forma de corona. A ellas se puede unir de manera suficientemente fija el buje de rotor con un número correspondiente de tornillos, pernos roscados o similares, de manera que se mantendrá anclado con seguridad en el cojinete, incluso bajo fuertes ráfagas de viento.

40 Está dentro del marco de la invención que las pistas de rodadura en el anillo interior para cuerpos rodantes que ruedan a lo largo de ellas y su dentado circunferencial y/o sus elementos de conexión para la fijación del buje de rotor estén formados por mecanizado o conformado de un cuerpo de base común. Por esta medida, todas las fuerzas son absorbidas en un único cuerpo de base del buje de rotor, y luego separadas sin piezas dotadas de holgura interior en fuerzas axiales y radiales y momentos de vuelco de sujeción, por un lado, y el momento de giro de accionamiento que se deriva, por otro lado. Puesto que debido a la ausencia de partes que se muevan una contra otra no puede producirse holgura ni otro movimiento relativo, tal anillo interior está casi libre de desgaste.

45 Preferiblemente, el cojinete de rotor o principal está realizado como cojinete esférico, cónico, de barril, de rodillos y/o de agujas de varias filas. Entre ellos deben estar comprendidas en particular también formas mixtas, esto es, cojinetes con filas de cuerpos rodantes diferentes, aunque es preferible una forma de realización en forma de un

5 rodamiento de varias filas con cuerpos rodantes exclusivamente del mismo tipo. Mientras que para los rodamientos de bolas puede eventualmente bastar con pocas filas de cuerpos rodantes, las restantes geometrías de cuerpos rodantes ofrecen ventajas en caso de relaciones de flujo de aire extremas, tales como por ejemplo ráfagas de huracanes cuando atacan fuerzas no insignificantes en la rueda eólica, que solo pueden ser derivadas de forma segura por un apoyo extremadamente estable. En este caso es ventajoso que la fuerza de carga de un cojinete con contacto lineal, en particular de un cojinete de rodillos, sea generalmente mayor que la fuerza de carga de un cojinete de bolas comparable con zonas de contacto casi puntiformes. Los contactos en forma de línea se producen en general en cuerpos rodantes que tienen un eje de rotación marcado, esto es, son rotacionalmente simétricos, pero no esféricos. En este caso no es de importancia clave si el diámetro de un cuerpo rodante a lo largo de la dirección longitudinal de su eje de rotación cambia, como en los cojinetes de barril o cónicos, o no, como en los cojinetes de rodillos o de agujas.

La invención prevé, además, que el anillo interior del cojinete de rotor o principal esté realizado como un llamado anillo de talón con un collar circunferencial en su lado exterior. Tal talón, esto es un collar periférico, es capaz de transmitir fuerzas axiales y momentos de vuelco particularmente fuertes.

15 La invención se puede perfeccionar de modo que en el/los lado(s) frontal(es) y/o circunferencial(es) del collar circunferencial estén dispuestas superficies de rodadura para una o varias filas de cuerpos rodantes. Se utilizan preferiblemente cuerpos rodantes que ruedan a lo largo en las dos caras frontales del collar para la transmisión de fuerzas de presión axiales en ambas direcciones, así como para la transmisión de momentos de vuelco, mientras que los cuerpos rodantes que ruedan a lo largo de un lado circunferencial transmiten fuerzas radiales.

20 Cuando el anillo exterior del cojinete de rotor o principal se subdivide en un anillo parcial del lado de buje y un anillo parcial del lado del generador, entonces el montaje de un cojinete de este tipo se configura de forma particularmente fácil, ya que los dos anillos parciales del anillo exterior pueden ser separados para la inserción del anillo interior.

Otras ventajas resultan de que el resquicio entre el anillo interior y el anillo exterior del cojinete de rotor o principal está obturado, en particular en la zona del anillo parcial del lado de buje. De esta forma se evita la salida de un medio lubricante- preferiblemente grasa lubricante- y también la penetración de suciedad y otras partículas. Incluso la lluvia se puede mantener alejada, la que si no podría mojar un lubricante contenido.

25 Se consigue una construcción especialmente sencilla cuando el dentado circunferencial en el lado interior del anillo interior del cojinete de rotor o principal forma al mismo tiempo la corona del engranaje planetario, pues por esta medida el anillo interior del cojinete de rotor o principal es al mismo tiempo un componente del engranaje planetario.

30 Se ha demostrado que da buen resultado que todos los componentes del módulo según la invención, incluyendo todos los elementos de salida conectados, tales como engranajes, generador, frenos, etc., estén situados en dirección axial detrás de la superficie de conexión del anillo interior. Debido a que en tal caso ninguno de los componentes del módulo según la invención se extiende dentro del buje de rotor, ni siquiera en su proximidad, en caso de desmontaje del buje no hay peligro de piezas de engranajes o de otras piezas del módulo según la invención. Estas son protegidas por la superficie de conexión delantera del anillo interior frente a daños, por ejemplo debidos a colisiones con el buje de rotor o similar suspendido en una grúa.

La invención prevé además que el engranaje planetario no sobresalga en dirección radial más allá del cojinete de rotor o principal. Por esta medida, el cojinete de rotor o principal consigue un diámetro máximo, que corresponde aproximadamente al diámetro del buje de la rueda eólica y por tanto también se encuentra en el orden de magnitud de la sección transversal de la góndola en la zona delantera y de este modo cuando sea necesario puede ser desmontado y sacado por detrás, esto es hacia el centro de la góndola.

El engranaje planetario puede estar dispuesto radialmente dentro del cojinete de rotor o principal. Esto tiene como resultado una utilización óptima del espacio, con lo que eventualmente puede reducirse el tamaño de construcción de la góndola.

45 Pueden conseguirse ventajas particulares si el anillo interior del cojinete de rotor o principal en su lado frontal orientado hacia el buje de rotor está conectado a al menos una placa del lado de buje con contorno aproximadamente circular, cuyo diámetro exterior es igual o menor que el diámetro del cojinete de rotor o principal, preferiblemente igual o menor que el diámetro exterior del anillo interior. Esta placa por un lado protege las partes de la disposición según la invención situadas por detrás, por ejemplo las piezas de un engranaje, y por otro lado puede conducir y/o estabilizar las mismas.

En la placa del lado de buje se puede fijar un manguito de cojinete, en el que puede ser montada la rueda solar del engranaje planetario. Se trata así de un método sencillo de montar en ubicación fija la rueda solar de un engranaje planetario en medio del engranaje.

Además, la rueda solar del engranaje planetario puede estar conectada al generador para su accionamiento. Debido a su menor número de dientes la rueda solar generalmente gira más rápido que la unidad accionada del engranaje planetario; por tanto, la rueda solar es particularmente adecuada para la transmisión de esta rotación rápida al generador de la instalación de energía eólica.

Cuando el soporte de rueda planetaria del engranaje planetario está fijado en el chasis, bastidor o carcasa de la góndola de la instalación de energía eólica, entonces el número de revoluciones  $n_{S0}$  de la rueda solar que acciona es mayor en la proporción  $Z_{H0}/Z_{S0}$  del número de dientes de la corona con respecto a la rueda solar que el número de revoluciones  $n_{H0}$  de la corona accionada:

$$5 \quad n_{S0} = n_{H0} * Z_{H0}/Z_{S0}$$

aunque en la dirección de giro inversa.

10 Para la fijación del soporte de rueda planetaria este puede estar colocado, en particular fijado, en al menos una placa del lado del generador, que a su vez está dispuesto en el lado frontal del cojinete de rotor o principal más alejado del buje de rotor. Una placa puede transmitir en su plano fácilmente también grandes momentos de giro y, por tanto, es adecuada de forma óptima para una fijación estacionaria del soporte de rueda planetaria.

Preferentemente, la placa del lado del generador está unida o puede ser unida al anillo exterior del cojinete de rotor o principal. Se trata en ambos casos de piezas no giratorias, de modo que las mismas pueden ser unidas entre sí para formar un módulo.

15 Otra ventaja de la invención consiste en que una, varias o preferiblemente todas las ruedas planetarias están realizadas de una sola pieza y no divididas. De esta forma las ruedas planetarias pueden ocupar toda la anchura entre la placa del lado del buje y la placa del lado del generador, con lo que el esfuerzo de presión en los flancos de diente se reduce al mínimo.

20 Ha demostrado ser especialmente ventajoso un engranaje planetario con una relación de multiplicación  $\ddot{u} = n_{H0} : n_{S0}$  entre el número de revoluciones  $n_{H0}$  de la corona y el número de revoluciones  $n_{S0}$  de la rueda solar en un intervalo desde 1 : 1,5 a 1 : 20, preferiblemente con una relación de multiplicación en un intervalo desde 1 : 2 a 1 : 12, en particular con una relación de multiplicación en un intervalo desde 1 : 4 a 1 : 7, de modo que el número de revoluciones del accionamiento del lado del generador es mayor que el número de revoluciones del accionamiento del lado de buje.

25 Está dentro del marco de la invención que el diámetro de una rueda planetaria sea al menos la mitad de grande que el diámetro de la rueda solar, preferiblemente al menos igual de grande, en particular al menos una vez y media mayor que el diámetro de la rueda solar.

30 El generador no debe sobresalir en la dirección radial más allá del cojinete de rotor o principal. Si el diámetro exterior del generador corresponde aproximadamente al diámetro exterior del cojinete de rotor o principal, las dos partes pueden ser desplazadas individualmente o en conjunto dentro de la góndola, por ejemplo para fines de limpieza, mantenimiento o reparación.

La invención recomienda disponer, en particular fijar, el estator del generador en la placa del cojinete de rotor o principal del lado del generador y/o en su anillo exterior. Durante el funcionamiento todas estas piezas están ancladas solidarias en rotación en la estructura de soporte de la góndola y por tanto pueden ser conectadas entre sí sin problemas. Esto permite que sean transportadas, por ejemplo, como un módulo común.

35 El que el rotor del generador esté conectado a la rueda solar del engranaje planetario hace que pueda ser accionado con el número de revoluciones máximo.

40 La invención encuentra una optimización adicional si entre el rotor del generador y la rueda solar del engranaje planetario está prevista una pieza de conexión, que puede estar realizada preferiblemente como pieza de reducción. A esta pieza de reducción le corresponde proporcionar una compensación entre el diámetro del rotor del generador y el diámetro generalmente más pequeño de la rueda solar del engranaje planetario.

Una junta de estanqueidad que puede estar prevista entre la pieza de conexión o la rueda solar, por un lado, y el manguito o eje que conduce a aquella, por otro lado, es responsable de mantener el medio lubricante fuera de la zona de apoyo y/o del engranaje planetario del generador.

45 Un perfeccionamiento ventajoso de la invención consiste en que la pieza de conexión, en particular la pieza de reducción, está acoplada, unida o integrada con un cojinete de soporte. Este cojinete de soporte está destinado a estabilizar adicionalmente el rotor del generador que gira relativamente y de ese modo contrarrestar estrictamente un potencial desequilibrio.

El cojinete de soporte puede estar configurado como rodamiento, de modo que las pérdidas por fricción causadas por el mismo sean mínimas.

50 Se obtiene una disposición particularmente estable cuando el contra-anillo del cojinete de soporte para la pieza de conexión está fijado o integrado en la placa del cojinete de rotor o principal del lado del generador.

Preferiblemente el rotor del generador está realizado en forma de disco, preferiblemente en forma de anillo anular. Preferible es así que la extensión radial de una sección transversal a través del rotor sea mayor que su

extensión axial. Tal dimensionado permite aprovechar de manera óptima el espacio disponible en una góndola. Eventualmente pueden estar dispuestos dos o varios rotores de disco de este tipo en la dirección axial uno detrás del otro para aumentar la potencia del generador.

5 El generador puede estar provisto de imanes permanentes. Estos son particularmente adecuados para la instalación o montaje sobre/en un rotor de disco. En particular, para este fin pueden ser fijadas placas magnéticas en el rotor de disco y/o empotradas en su interior. Preferiblemente, los polos magnéticos de estos imanes se encuentran en sus caras frontales aproximadamente planas que dan al resquicio de aire.

10 En un rotor de disco resulta un resquicio de aire igualmente en forma de disco entre el rotor y el estator, de modo que el rotor se encuentra preferiblemente entre dos discos de estator. Siempre que - como además prevé la invención - el campo magnético generado por los imanes del rotor de disco atraviesa este resquicio de aire aproximadamente perpendicular a su superficie de base, resulta un curso aproximadamente axial del campo magnético con respecto a su eje de rotación. Resulta entonces un generador de campo axial, comúnmente conocido como generador axial.

Ha resultado ser particularmente estable que el estator del generador rodee radialmente por fuera a su rotor.

15 Los dos discos del estator están pues conectados externamente por una especie de yugo y con ello se estabilizan el uno al otro. En/dentro del disco de estator son aplicadas o insertadas preferentemente bobinas eléctricas que abarcan con diferente intensidad el flujo magnético de los imanes dependiendo de la posición de giro del rotor, de modo que se induce una tensión eléctrica en estas bobinas eléctricas, en particular una tensión alterna. Esta puede, por ejemplo, ser rectificadora y ser convertida de nuevo en corriente alterna con una frecuencia de oscilación de 50 Hz, que puede ser alimentada luego a una red eléctrica.

20 Si el generador presenta canales para un medio de enfriamiento y/o regulación de la temperatura preferiblemente líquido existe la posibilidad de enfriar este activamente. Los agregados de refrigeración necesarios para ello pueden estar dispuestos igualmente en la góndola de la instalación de energía eólica.

25 La invención se caracteriza además por una conducción central a través del generador y/o el engranaje planetario para cables o similares. En esta conducción central pueden ser introducidas por ejemplo conducciones de control para los accionamientos para el ajuste del ángulo de ataque de las palas del rotor, por ejemplo por medio de anillos colectores o un desacoplamiento de giro de otro tipo.

30 El módulo según la invención puede ser fijado a una estructura de soporte preferiblemente fundida o soldada o integrada con él, que sirve al mismo tiempo como estructura de soporte de la góndola y/o está conectada o integrada a un cojinete de azimut para la basculación de la góndola. Por tanto, resulta una disposición estática particularmente sencilla. La construcción de soporte puede transmitir la fuerza de presión del viento directamente sobre una placa base de la góndola, por ejemplo por puntales diagonales laterales, desde donde es introducida después en la navicilla de la instalación de energía eólica.

35 Finalmente, la teoría de la invención corresponde a que en el lado frontal orientado hacia el buje de una construcción que lleva un módulo según la invención están previstos uno o varios elementos de fijación para durante la extracción o el montaje del módulo según la invención poder fijar el buje de la rueda eólica temporalmente en la construcción de soporte. Estos elementos de fijación deben ser lo suficientemente fuertes como para poder soportar todo el buje de la rueda eólica, incluyendo todas las palas. Después, el cojinete principal o de rotor o un componente unido a él puede ser comprobado, mantenido o reparado. A continuación, el cojinete es instalado de nuevo, y tras la liberación de los elementos de fijación según la invención, la rueda eólica puede girar de nuevo libremente.

40 Otras características, detalles, ventajas y efectos sobre la base de la invención resultan de la siguiente descripción de una forma de realización preferida de la invención, así como en virtud del dibujo. Así muestran:

Fig. 1: una sección vertical a través de la góndola de una instalación de energía eólica con un módulo según la invención;

45 Fig. 2: el módulo según la invención de la Fig. 1, pero separado de la instalación de energía eólica;

Fig. 3: un corte a través de la Fig. 2 tomado a lo largo de la línea III - III; así como

Fig. 4: el detalle IV de la Fig. 1 en una representación a mayor escala, en el caso de funcionamiento;

Fig. 5: una representación correspondiente a la Fig. 4, pero en la posición de reparación o mantenimiento; así como

50 Fig. 6: una representación correspondiente a la Fig. 1 de una forma de realización modificada de la invención.

La instalación de energía eólica 1 del dibujo está concebida para un mantenimiento especialmente fácil. En el extremo superior de una torre 2 de sección transversal con forma circular está colocada en una posición horizontal una navicilla 3 para el ajuste de azimut, la cual está representada solo esquemáticamente en la Fig. 1.

Mientras que un anillo de esta navecilla 3 está fijado en el lado superior de la torre 2, el otro anillo puede ser basculado alrededor del eje 4 de la torre. Para este fin es accionado por un motor no representado, cuya carcasa está fijada por ejemplo a la torre 2, y cuyo piñón engrana, por ejemplo, con un dentado del anillo basculante.

5 En el anillo basculante de la navecilla 3 se apoya una placa superior o marco 5 de una estructura de soporte 6 basculante alrededor del eje 4 de la torre. Esta estructura de soporte 6 puede presentar además una pared trasera 7, así como una placa de base 8 con una escotadura para la torre 2. Placas de pared lateral 9 conectan la placa de base 8, la pared trasera 7 y la placa superior o marco 5 entre sí y se ocupan, por tanto, de una rigidez suficiente de la estructura de soporte 6.

10 En su lado situado aproximadamente enfrente de la pared trasera 7, la placa de base 8, las placas de pared lateral 9 y la placa superior o marco 5 se prolongan hasta una abertura 10 con forma aproximadamente circular.

Todo el espacio detrás de esta abertura 10 está rodeado por un revestimiento 11, que por razones aerodinámicas sigue un curso suavemente curvado y debe mantener al viento y a la lluvia alejados del espacio interior, que sirve como navecilla o góndola 12 y puede ser alcanzada por el personal de mantenimiento a través de una escalera fija o portátil 13 dispuesta dentro de la torre 2 y orificios de salida 14 por el lado superior en la pared de la torre 2.

15 Mientras que la torre 2 de la instalación de energía eólica 1 está inmóvil y la góndola 12 puede bascular en torno a un eje vertical 4 en la dirección azimutal, la rueda eólica 15 propiamente dicha presenta otro grado de libertad de movimiento, concretamente el de un giro alrededor de un segundo eje 16 que sobresale en la zona de la góndola 12 en una dirección sustancialmente horizontal desde el eje 4 de la torre. La rueda eólica 15 a su vez se compone de un buje 17 por el que sobresalen varias palas u hojas 18 en una dirección sustancialmente radial con respecto al eje 16 del buje. Asimismo, las palas 18 están montadas finalmente en el buje 17 en su soporte de pala respectivo, giratorias alrededor de su eje longitudinal para ser ajustadas con mayor o menor intensidad por ejemplo en función de la velocidad del viento.

Como se explica en lo que sigue, el buje 17 está montado en la estructura de soporte 6 giratorio en torno a su eje 16 de buje por medio de un módulo 19 según la invención, que está reproducido a escala ampliada en la Fig. 2.

25 Este módulo 19 comprende varias unidades funcionales, concretamente el cojinete principal o de rotor 20 propiamente dicho, un engranaje 21, en particular un engranaje de multiplicación, así como un generador 22.

En el lado de este módulo 19 que da al buje 17 se encuentra el cojinete principal 20 que presenta dos anillos concéntricos, un anillo exterior 23 y un anillo interior 24.

30 El cojinete principal 20 está diseñado como rodamiento, en particular como rodamiento de rodillos. Como se puede reconocer en la Fig. 2, un anillo, preferiblemente el anillo interior 24, presenta un talón que da al resquicio anular 25 en forma de un collar 26 periférico, el otro anillo, preferiblemente el anillo exterior 23, está subdividido en la zona de este collar 26 en dos anillos parciales, concretamente, en un anillo parcial 27 del lado de buje y un anillo parcial 28 del lado del generador. Los dos lados frontales 29, 30 y preferiblemente también el lado periférico 31 de este collar 26 sirven como superficies de rodadura para al menos una fila de cuerpos rodantes 32, 33 preferiblemente en forma de barril, que por otro lado ruedan también en el contra-anillo. Los dos anillos parciales 27, 28 presentan perforaciones 34 alineadas entre sí para introducir tornillos 35 o pernos, con los que ambos anillos parciales 27, 28 son unidos entre sí. Preferiblemente estas perforaciones 34 se extienden desde un lado frontal del anillo parcial 27, 28 en cuestión hasta su lado frontal opuesto. De esta forma mediante tornillos introducidos en su interior, el anillo exterior 23 puede ser fijado en la estructura de soporte 6 de la góndola 12. Además, el anillo exterior 23 puede ser rodeado en su lado exterior por un sector cilíndrico hueco 36 de la estructura de soporte 6 y de esta forma ser guiado.

35 Preferiblemente, el resquicio 25 entre el anillo exterior 23 y el anillo interior 24 en la zona de la abertura del resquicio del lado de buje está obturado. Se puede tratar aquí de una o varias juntas periféricas 37. Esta(s) junta(s) a su vez puede/pueden estar recubiertas (parcialmente) por un anillo 39 fijado, por ejemplo atornillado, en el lado frontal exterior 38 del anillo exterior 23, es decir del lado del buje, y de esta forma sujeta(s).

40 El lado frontal exterior 40 del anillo interior 24, es decir del lado del buje, sirve como superficie de conexión para el buje 17. En esta superficie de conexión o lado frontal 40 se encuentran varios medios de fijación dispuestos en forma de corona, preferiblemente perforaciones de fijación, en particular perforaciones de agujero ciego con rosca interior, para enroscar el buje 17 de la rueda eólica 15. Con tornillos 41 insertados en el mismo, el buje 17 es presionado contra la superficie de conexión 40 del anillo interior 24 y se fija allí con unión positiva, preferentemente de fricción.

45 Radialmente dentro de la superficie de conexión 40 - con respecto al eje 16 del buje - el anillo exterior 23 está provisto de una ranura 42, que está limitada por un sector de superficie frontal con forma de anillo circular, plana 43, así como por un sector 44 cilíndrico hueco curvado con forma cóncava. En el sector de superficie frontal plana 43 se encuentran perforaciones de fijación 45 dispuestas distribuidas en forma de corona para atornillar fijamente una placa de cubierta 46 del lado del buje, que está dotada de una escotadura central 47.

- 5 El borde de esta escotadura 47 está rodeado en forma de corona por varias perforaciones de fijación 48, a las que está atornillado fijamente un manguito 49 que se extiende desde la placa de cubierta 46 a través del cojinete principal 20. En este manguito 49 está montada una rueda dentada 51 giratoria en torno al eje 16 del buje-preferentemente por medio de uno o varios rodamientos 50. La rueda dentada 51 forma al mismo tiempo el eje de salida del engranaje 21.
- El lado interior del anillo interior 24 del cojinete principal 20 está provisto de un dentado periférico 52, que transmite la potencia de accionamiento de giro de la rueda eólica 15 al engranaje 21.
- 10 Mientras que la rueda dentada 51 sirve como rueda solar del engranaje 21 configurado a modo de engranaje planetario, el dentado periférico 52 forma en el lado interior del anillo interior 24 del cojinete principal 20, al mismo tiempo su corona. La corona 52 tiene un diámetro significativamente mayor que la rueda solar 51. En el espacio radial intermedio entre la rueda solar 51 y la corona 52 se encuentran varias ruedas planetarias dentadas 53, que engranan respectivamente con la rueda solar 51 y la corona 52. Preferiblemente, las ruedas planetarias tienen un diámetro mayor que la rueda solar 51. Por esta razón, el número de ruedas planetarias 53 se limita a un máximo de seis, preferentemente cinco o menos, en particular cuatro o menos, por ejemplo tres.
- 15 Las ruedas planetarias 53 están montadas sobre un nervio común o soporte de rueda planetaria 54. Este tiene la forma de una placa que está fijada en el lado frontal del lado del generador del anillo exterior 23, preferiblemente mediante perforaciones 55 que están alineadas con las perforaciones 34 en el anillo exterior 23, en particular en sus anillos parciales 27, 28, y son atravesadas conjuntamente por un tornillo de fijación respectivo 35.
- 20 También la placa 54 del lado de generador, que sirve como soporte de rueda planetaria, tiene una escotadura central, a través de la cual se prolonga o al menos es accesible una zona frontal 56 de la rueda solar 51 y sirve como la salida del engranaje planetario 21.
- A cada lado de la placa 54 que sirve como soporte de rueda planetaria se une directamente el generador 22. Este tiene una forma aproximada de disco y está realizado como generador de campo axial.
- 25 Su estator 57 está fijado en la carcasa 58 del generador, que a su vez presenta entre sus dos lados frontales perforaciones continuas 59, que están alineadas con perforaciones 55 en la placa 54 por un lado y con perforaciones 34 en el anillo exterior 23, por otro lado. Estas perforaciones 34, 55, 59 son atravesadas conjuntamente por tornillos de fijación 35, de modo que todos estos elementos del módulo 19 – esto es, el cojinete principal 20, el engranaje 21 o placa de soporte de rueda planetaria 54 y el generador 22 - pueden ser fijados juntos a la estructura de soporte 6. Por supuesto, también sería posible conectar estas piezas con sus propios medios de fijación, primero entre sí y a continuación, con otros medios de fijación conjuntamente a la estructura de soporte 6, o en primer lugar unir el cojinete principal 20 a la estructura de soporte 6, y luego fijar la placa de engranaje 54 y/o el generador 22 al cojinete principal 20.
- 30 Por el contrario, el rotor 60 del generador 22 está conectado solidario en rotación a través de una pieza de reducción 61 a la zona frontal 56 de la rueda solar 51, por ejemplo por medio de uniones roscadas 62 de ejes paralelos. La pieza de reducción 61 es necesaria porque el rotor 60 está realizado preferentemente con forma anular con un diámetro interior que es generalmente mayor que el diámetro exterior de la rueda solar 51. Además, la pieza de reducción 61 puede estar soportada en la placa 54 del lado del generador por medio de otro cojinete 63, preferiblemente por medio de un rodamiento, en particular por medio de un rodamiento de bolas. Para ello sirve por ejemplo un anillo exterior del cojinete 63, que a su vez está unido a la placa 54 del lado del generador. Además, en la zona de la pieza de reducción 61 pueden estar previstas otras juntas 64 para asegurar que lubricante del cojinete principal 20 o del engranaje 21 no puede entrar en el generador 22.
- 35 Preferiblemente, el rotor 60 está fijado a la pieza de reducción 61 por medio de conexiones roscadas 65 paralelas al eje 16 del buje, que están dispuestas distribuidas en forma de corona a lo largo de su borde interior 66. Radialmente por fuera de estos medios de fijación el rotor 60 en forma de disco está equipado con imanes permanentes, que tienen polos magnéticos en sus lados planos, de modo que resulta un campo magnético aproximadamente axial en el resquicio entre el estator 57 y el rotor 60. Para poder aprovechar ambos lados frontales del rotor 60, el estator 57 envuelve al rotor 60 en su contorno exterior. Resulta así pues en sección transversal una geometría aproximadamente en forma de U del estator 57. Los dos brazos de esta geometría de la sección transversal del estator en forma de U corresponden en cada caso a la de un anillo circular 67, que se extiende a poca distancia axial junto al disco de rotor 60. Cada uno de estos dos anillos circulares 67 está dotado de bobinas, en las que cuando el rotor 60 gira es inducida una tensión por el campo magnético abarcado en cada caso, que cambia en cada vuelta, la cual luego puede ser derivada y - eventualmente después de la conversión eléctrica - alimentada a una red eléctrica.
- 45 Como se puede reconocer en el dibujo, todos los componentes del módulo 19 según la invención son sin medios, de modo que es posible, por ejemplo, introducir cables o similares a través de una escotadura central hasta el buje 17 y con ello por ejemplo controlar los accionamientos del cojinete de palas y/o por ejemplo suministrar corriente a través de anillos colectores.
- 50
- 55

En las figuras 4 y 5 se reproduce otra particularidad de la construcción según la invención, concretamente la zona de la conexión entre el buje 17 y el módulo 19 según la invención.

5 Como se puede reconocer, esta conexión está configurada mediante conexiones de tornillo 41 separables, que pueden ser separadas en caso necesario para por ejemplo hacer el mantenimiento de los componentes del módulo 19 según la invención, repararlo o incluso recambiarlo.

10 Para que en este caso la rueda eólica 15 no se caiga y tampoco deba ser descargada con una grúa, en el buje 17 están previstos medios de fijación adicionales 68, concretamente para la fijación del buje 17 junto con las palas 18 directamente en la estructura de soporte 6. Estos medios de fijación 68 están situados radialmente más al exterior que las conexiones de tornillo 41, con respecto del eje 16 del buje. Mientras que las conexiones de tornillo 41 se encuentran preferiblemente dentro del buje 17, los medios de fijación adicionales 68 se encuentran preferiblemente en el lado exterior del buje 17. Pueden estar dispuestos opcionalmente en un collar periférico 69 del buje 17 o en prolongaciones radiales individuales del buje 17. Preferiblemente, en cuanto a los medios de fijación adicionales 68 se trata de perforaciones en un collar periférico 69 del buje 17 aproximadamente paralelas al eje 16 del buje que rodean a este aproximadamente en forma de corona, que al menos en una posición de giro determinada del buje 17 o de la rueda eólica 15 están alineadas exactamente con una perforación 70 en la estructura de soporte 6 y permiten una fijación provisional del buje 17 en la estructura de soporte 6 mediante tornillos 71. Eventualmente elementos distanciadores 72 colocados entremedias a modo de arandelas proporcionan una distancia adecuada entre el buje 17 y la estructura de soporte 6.

20 Finalmente, en la Fig. 6 está representada otra forma de realización de una instalación de energía eólica 1'. Esta se diferencia de la descrita anteriormente sobre todo por la disposición de la góndola 12' y de la navecilla 3', mientras que la torre 2, la rueda eólica 15 incluyendo el buje 17 y las palas 18, así como el módulo 19 según la invención pueden ser completamente idénticos.

25 La diferencia más marcante con respecto a la instalación de energía eólica 1 es que el anillo de la navecilla 3' no fijado a la torre 2 no está anclado en la zona del lado superior de la góndola 12', sino en la zona de su lado inferior. La Fig. 6 muestra que el anillo exterior 73 de la navecilla 3' está fijado en la zona inferior de la estructura de soporte 6', que además sin embargo en la zona inferior de la góndola 12' presenta una placa de base 74 continua, excepto por un hueco de perforación. En o sobre esta placa de base 74 pueden estar anclados otros elementos. En este caso se puede pensar, por ejemplo, en agregados de refrigeración 75 para enfriar el generador 22, en los que es enfriado un medio de enfriamiento, por ejemplo líquido, antes de que atraviese canales de refrigeración del generador 22, y finalmente fluya de vuelta desde allí en circuito de nuevo a los agregados de refrigeración 75. Por otra parte, en esta placa de base 74 puede estar anclado también un motor de accionamiento 76 que gira la góndola 12' en la dirección acimutal, por ejemplo mediante un piñón 77 y un dentado 78 en el lado interior del anillo 79 de la navecilla 3' fijo a la torre. En la placa de base 74 puede ser fijado finalmente también el revestimiento 11 de la góndola 12'.

35 **Lista de símbolos de referencia**

- 1 instalación de energía eólica
- 2 torre
- 3 navecilla
- 4 eje de la torre
- 40 5 marco
- 6 estructura de soporte
- 7 pared trasera
- 8 placa de base
- 9 placa de pared lateral
- 45 10 abertura
- 11 revestimiento
- 12 góndola
- 13 escalera
- 14 orificio de salida
- 50 15 rueda eólica

## ES 2 639 861 T3

	16	eje de buje
	17	buje
	18	pala
	19	módulo
5	20	cojinete principal
	21	engranaje
	22	generador
	23	anillo exterior
	24	anillo interior
10	25	resquicio anular
	26	collar
	27	anillo parcial del lado del buje
	28	anillo parcial del lado del generador
	29	lado frontal
15	30	lado frontal
	31	lado periférico
	32	cuerpo rodante
	33	cuerpo rodante
	34	perforación
20	35	tornillo
	36	sector
	37	junta
	38	lado frontal
	39	anillo
25	40	lado frontal
	41	tornillo
	42	ranura
	43	sector de superficie frontal
	44	sector
30	45	perforación de fijación
	46	placa de cubierta
	47	escotadura
	48	perforación de fijación
	49	manguito
35	50	rodamiento
	51	rueda solar
	52	corona

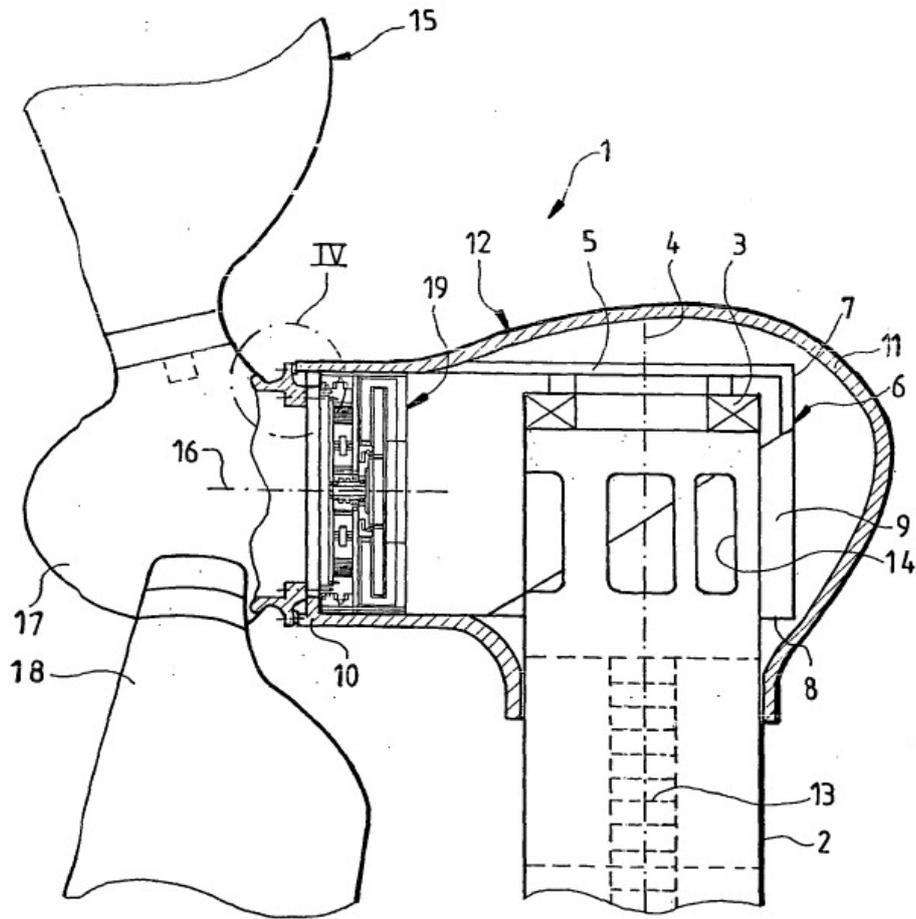
	53	rueda planetaria
	54	placa
	55	perforación
	56	zona
5	57	estator
	58	carcasa de generador
	59	perforación
	60	rotor
	61	pieza de reducción
10	62	conexión de tornillo
	63	cojinete
	64	junta
	65	conexión de tornillo
	66	borde
15	76	motor de accionamiento
	77	piñón
	78	dentado
	79	anillo

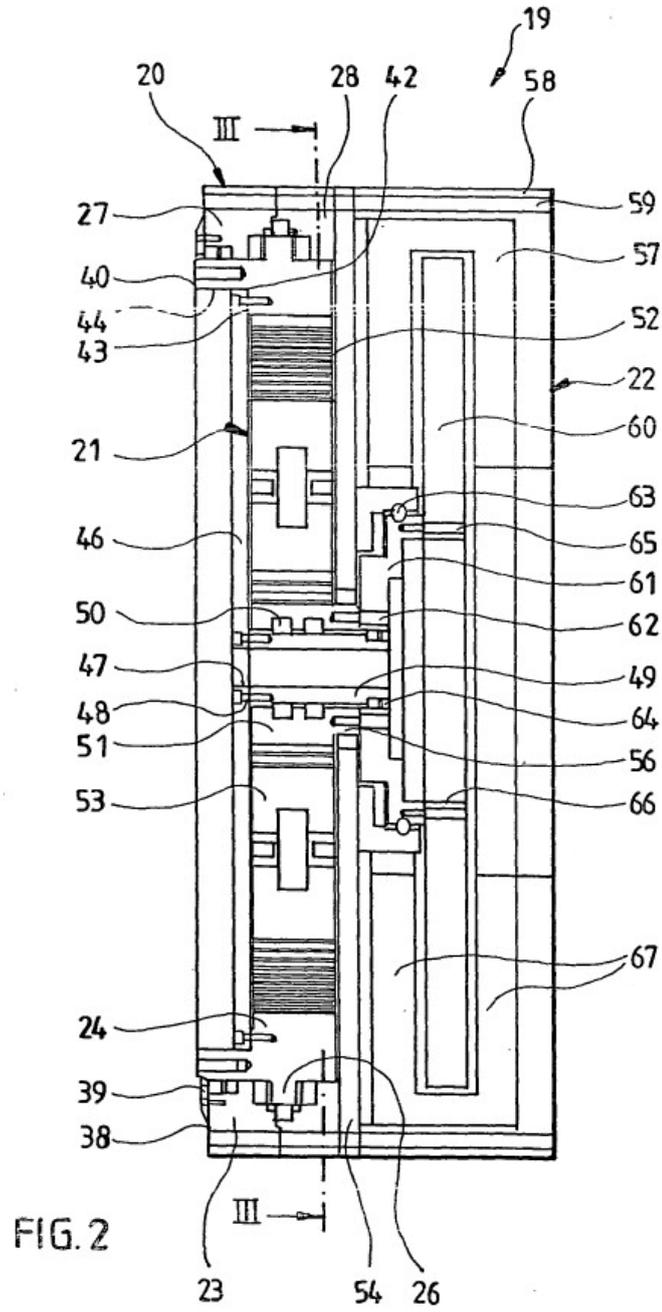
**REIVINDICACIONES**

1. Módulo (19) con una conexión (40) para el buje de rotor (17) de una rueda eólica (15) de una instalación de energía eólica (1), cuyo eje de giro de rotor (16) durante el funcionamiento apunta aproximadamente en la dirección del viento para captar todas las fuerzas y momentos que allí se producen, así como con al menos un cojinete de rotor o principal (20) para la derivación de fuerzas axiales y radiales y momentos de vuelco a una estructura de soporte (6) de la instalación de energía eólica (1), además con un dispositivo para desacoplar la energía de rotación de la rueda eólica (15) en forma de un engranaje planetario de una etapa (21), que está integrado con el cojinete de rotor o principal (20) y cuyas ruedas planetarias (53) están montadas en un soporte de ruedas planetarias (54) y engranan al mismo tiempo con una rueda solar (51) y una corona (52), así como con un generador (22) conectado o conectable al lado de salida del engranaje planetario (21) para convertir la energía de rotación en energía eléctrica, en el que el anillo interior (24) del cojinete de rotor o principal (20)
- presenta en un lado frontal (40) una superficie de conexión para la conexión al buje de rotor (17) de la instalación de energía eólica (1);
  - presenta en su lado exterior una o varias pistas de rodadura para cuerpos rodantes (32,33) que ruedan simultáneamente en una o varias pistas de rodadura del anillo exterior (23); así como
  - está provisto en su lado interior de un dentado circunferencial (52) que constituye la corona (52) y desde donde es derivada la energía de rotación, y de una placa plana (54) que:
  - está dispuesta por el lado del generador del cojinete de rotor o principal (20), esto es, en su lado frontal más alejado del buje de rotor,
  - está unida al anillo exterior (23) del cojinete de rotor o principal (20),
  - sirve como soporte de rueda planetaria (54) para las ruedas planetarias (53) del engranaje planetario (21) que engranan con el dentado (52) en el lado interior del anillo interior (24) del cojinete de rotor o principal (20),
  - y que tiene una escotadura central a través de la cual se prolonga o al menos es accesible una zona (56) de la rueda solar (51) del lado frontal y está conectada al rotor (60) del generador (22),
  - caracterizado por que el estator (57) del generador (22) está dispuesto o fijado en la placa,
  - de modo que el generador (22) presenta una configuración en forma de disco y está realizado como generador de campo axial.
2. Módulo según la reivindicación 1, caracterizado por que el anillo interior (24) del cojinete de rotor o principal (20) en su lado frontal (40) que da al buje de rotor (17), en particular en su superficie de conexión existente allí, presenta elementos de conexión para la fijación del buje de rotor (17), preferiblemente en forma de perforaciones de fijación dispuestas distribuidas en forma de corona, en particular en forma de perforaciones de agujero ciego con rosca interior dispuestas distribuidas en forma de corona.
3. Módulo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que las pistas de rodadura en el anillo interior (24) para cuerpos rodantes (32, 33) que discurren a lo largo de ellas y su dentado circunferencial (52) y/o sus elementos de conexión para la fijación del buje de rotor (17) están formados por mecanizado o conformado de un cuerpo de base común.
4. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el cojinete de rotor o principal (20) está realizado como cojinete cónico, de barril y/o de rodillos de varias filas.
5. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el anillo interior (24) del cojinete de rotor o principal (20) está realizado como un llamado anillo de talón con un collar circunferencial (26) en su lado exterior; en el que preferentemente en el(los) lado(s) frontal(es) y/o circunferencial(es) (29,30) del collar circunferencial (26) están dispuestas pistas de rodadura para una o varias filas de cuerpos rodantes (32,33).
6. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el anillo exterior (23) del cojinete de rotor o principal (20) está subdividido en un anillo parcial del lado del buje (27) y un anillo parcial del lado del generador (28).
7. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dentado circunferencial (52) en el lado interior del anillo interior (24) del cojinete de rotor o principal (20) forma al mismo tiempo la corona del engranaje planetario (21).
8. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el anillo interior (24) del cojinete del rotor o principal (20) en su lado frontal (43) que da al buje de rotor (17) está unido a al menos una placa (46) del lado del buje con contorno con forma aproximadamente circular, cuyo diámetro exterior es igual o menor que el diámetro

del cojinete de rotor o principal (20), preferentemente igual o menor que el diámetro exterior del anillo interior (24), estando fijado preferiblemente en la placa (46) del lado del buje un manguito de cojinete (49), en el que está montada la rueda solar (51) del engranaje planetario (21).

- 5 9. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el soporte de rueda planetaria del engranaje planetario (21) está dispuesto en al menos una placa (54) del lado del generador y está integrado con aquella que está dispuesta en el lado frontal del cojinete de rotor o principal (20) más alejado del buje de rotor (17), de modo que preferentemente la placa (54) del lado del generador está unida o puede ser unida al anillo exterior (23) del cojinete de rotor o principal (20).
- 10 10. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el rotor (60) del generador (22) está conectado a la rueda solar (51) del engranaje planetario (21), estando prevista preferentemente entre el rotor (60) del generador (22) y la rueda solar (51) del engranaje planetario (21) una pieza de conexión, que puede estar realizada preferiblemente como pieza de reducción (61) que se estrecha en la dirección radial. En particular está prevista una junta (37) entre la pieza de conexión o pieza de reducción (61) o la rueda solar (51), por un lado, y el manguito (50) o eje que la guía, por otro lado.
- 15 11. Módulo según la reivindicación 10, caracterizado por que la pieza de conexión, en particular la pieza de reducción (61), está acoplada, unida o integrada con un cojinete de soporte (63), por ejemplo un rodamiento, de modo que el contra-anillo del cojinete de soporte (63) para la pieza de conexión está fijado o integrado preferentemente en la placa (54) del lado del generador del cojinete de rotor o principal (20).
- 20 12. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el rotor (60) del generador (22) está realizado con forma de disco, preferentemente con forma de anillo circular, y/o por que el generador (22) está provisto de imanes permanentes.
13. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el generador (22) presenta canales para un medio de enfriamiento y/o regulación de la temperatura, preferentemente líquido.
- 25 14. Módulo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en el lado frontal que da al buje (17) de una construcción (6) que lleva el módulo (19) según la invención están previstos uno o varios elementos de fijación (70) para poder fijar provisionalmente el buje (17) de la rueda eólica (15) a la construcción de soporte (6) durante el desmontaje o montaje del módulo (19) según la invención.





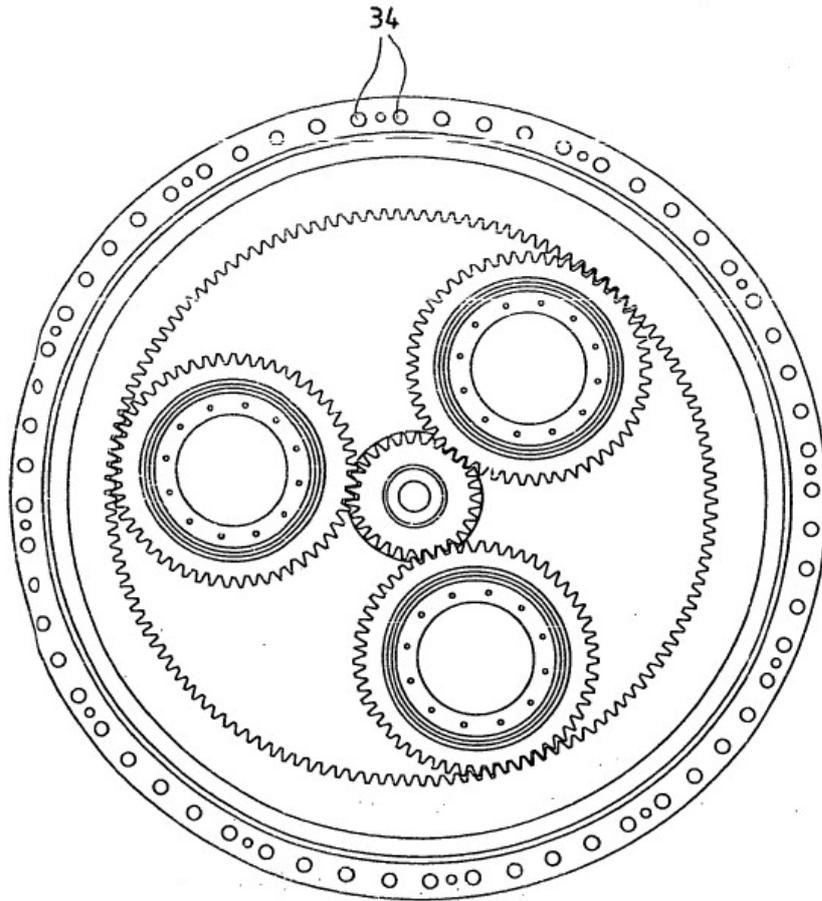


FIG.3

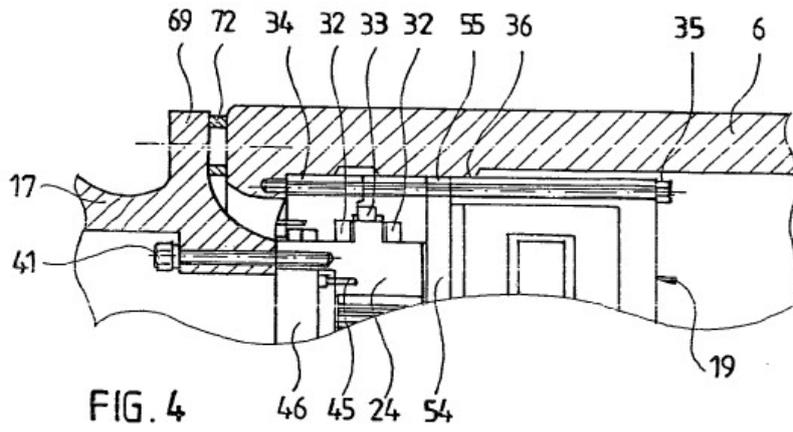


FIG. 5

