

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 448**

51 Int. Cl.:

F16C 19/38 (2006.01)

F16C 25/08 (2006.01)

F03D 80/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.01.2012** **PCT/EP2012/000230**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2012** **WO12097989**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2012** **E 12704666 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **05.08.2020** **EP 2665942**

54 Título: **Cojinete de rotor para un aerogenerador**

30 Prioridad:

19.01.2011 DE 102011008958

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
04.05.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

FRANK, HUBERTUS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

DESCRIPCIÓN

Cojinete de rotor para un aerogenerador

La invención se refiere a un cojinete de rodamiento, en particular cojinete de rotor o cojinete principal para un aerogenerador, con al menos dos anillos de conexión concéntricos uno respecto a otro, que están separados uno de otro por una hendidura, en el cual una o varias hileras de cuerpos rodante ruedan a lo largo de vías de rodadura en ambos anillos, de modo que los dos anillos se puedan girar uno frente a otro alrededor de su eje común, en donde cada anillo presenta al menos una superficie de conexión plana, anular, preferentemente saliente para la conexión a una parte de máquina o instalación, chasis o cimentación, en donde las superficies de conexión discurren en paralelo entre sí y están atravesadas aproximadamente perpendicularmente por una pluralidad de orificios de fijación para el paso y/o enroscado de tornillos de fijación, en donde uno de los dos anillos de conexión está configurado como así denominado anillo de nariz con un collar circunferencial, que se envuelve por el otro anillo en su lado superior e inferior con una hendidura.

Dado que las máquinas e instalaciones más grandes son en general más favorables para la economía empresarial que las más pequeñas, hay una tendencia constante a capacidades cada vez mayores. Esto se puede notar de forma especialmente adecuada entre otros en el tamaño constructivo y potencia nominal constantemente crecientes de aerogeneradores, si bien también se pueden reconocer efectos similares en otros lugares, por ejemplo en barcos y aviones cada vez más grandes. En el curso de este desarrollo también hay una necesidad de cojinetes de rodamientos cada vez mayores para los dispositivos de este tipo. En el caso de aerogeneradores, eso se refiere ante todo a los cojinetes principales para el apoyo del rotor, además el cojinete acimutal o de la sala de máquinas para la pivotación de la góndola, y finalmente los cojinetes de pala para la modificación del ángulo de ataque de las palas de rotor. De éstos los cojinetes principales o de rotor son de nuevo los más solicitados, dado que en la dirección axial se debe absorber la presión del viento múltiple de una pala de rotor, además, en la dirección radial se debe soportar todo el peso del rotor junto al buje y palas de rotor y finalmente se giran más resistentemente. Por ello en el caso de aerogeneradores se usan preferiblemente cojinetes de rodillos de 3 hileras como cojinetes principales, en particular debido a su vida útil claramente más elevada en comparación a otras formas constructivas de cojinetes de rodamiento.

En todos los apoyos en los que a través de ángulos de contacto dispuestos oblicuamente se transmiten las solicitaciones, el cojinete experimenta un ensanchamiento cada vez con más frecuencia debido a la elasticidad de la construcción de conexión. Esto se hace perceptible en forma de fugas de lubricante más elevadas, movimientos de deslizamiento cada vez con más frecuencia de los rodillos durante la parada, ovalización intensa de los anillos de cojinetes, etc. En los cojinetes de 3 hileras, que transmiten las solicitaciones hacia la vía de rodadura radial con 0° de ángulo de soporte y los momentos de vuelco y solicitaciones axiales sobre dos hileras axiales con ángulo de soporte de 90°, estos efectos son menores, sin tener en cuenta si se usan rodillos o bolas como elementos transmisores de carga.

Sin embargo, los cojinetes de rodillos de 3 hileras tienen un juego axial relativamente estrecho, lo que se hace perceptible en particular en aplicaciones en aerogeneradores.

Además, los cojinetes de rodillos son claramente más sensibles frente a vibraciones estáticas que los cojinetes de bolas. Por ello se pretende permitir que los cojinetes para aplicaciones de este tipo funcionen a ser posible bajo pretensión.

Debido a las fuerzas tensoras de tornillos, que ejercen los tornillos de fijación sobre los anillos de cojinete, se puede estrechar aún más el juego de cojinete axial, y en el caso de geometría anular desfavorable también se pueden producir pretensiones indeseadamente elevadas en las hileras axiales.

Así es válido encontrar un compromiso extraordinariamente frágil entre los distintos requerimientos en la instalación de un cojinete de este tipo. Por un lado, estos cojinetes deben funcionar muy ligeramente, pero por otro lado estar mejor ajustados sin juego. En el caso de cojinetes de rotor con varios metros de diámetro, un ajuste semejante y adaptación de juego es muy costoso y ya con las modificaciones más pequeñas de las condiciones de entorno, por ejemplo con cambios de temperatura, se puede perturbar de forma sensible el equilibrio ajustado en el rango de libertad de juego y pretensión moderada. Además, según el caso de solicitud sobre las vías axiales individuales y sobre la vía radial se ajustan distribuciones de carga muy diferentes. Por ejemplo, incluso se pueden producir situaciones de carga en las que una hilera axial esté ampliamente o completamente libre de carga, en donde entonces los cuerpos rodantes de allí no ruedan o sólo de forma insuficiente o incluso estén parados. En este caso los cuerpos rodantes rozan sobre la vía de rodadura y se puede producir un temido desgaste plano en los cuerpos rodantes, en particular en forma de rectificadas.

El documento EP 2 256 285 A2 se refiere a una disposición de cojinete de unidades de perforación, que presenta un cuerpo base con una suspensión así como una recepción para una barra de perforación, con un apoyo entre el cuerpo base y la recepción para la barra de perforación, de modo que la barra de perforación se puede girar mediante un medio de accionamiento. Para determinadas hileras de bolas puede estar previsto un anillo de vía de

rodadura separado. Además, en las pequeñas de las formas de realización allí presentadas está prevista una pluralidad de rodillos con ejes de rotación situados respectivamente en planos paralelos entre sí.

5 El documento DE 1 929 815 U da a conocer un cojinete de rodamiento, en particular cojinete de rodamiento pivotable, en forma de un cojinete de bolas, en cuya hendidura anular ruedan exclusivamente los cuerpos rodantes esféricos, o en forma de un cojinete de rodillos cruzados, cuyos cuerpos rodantes en forma de rodillo están dispuestos en una única hilera, no obstante, están ladeados de forma alterna unos frente a otros o finalmente en forma de un cojinete de rodillos y bolas combinados con una hilera de bolas y una hilera de rodillos.

10 El documento DE 1 575 433 A1 muestra un cojinete de rodamiento de varias hileras, en tres partes para el apoyo de discos pesados, giratorios horizontalmente, en particular para tornos de carrusel. A este respecto, el anillo interior está subdividido en un anillo portante inferior y un anillo portante superior. Estos dos anillos portantes están conectados mediante pernos solicitados por resortes de disco.

15 De forma compuesta forman en su superficie exterior una ranura circunferencial, en la que el anillo exterior engrana parcialmente, bajo observación de una hendidura, en la que se encuentran varias hileras de rodillos.

20 El documento DD 17 558 A1 se dirige hacia una corona giratoria para grúas, excavadoras y otros equipos rotativos y pivotables. Una corona giratoria semejante comprende un anillo interior y un anillo exterior, así como una hendidura en forma de U entre estos anillos, en los que ruedan varias hileras de rodillos cilíndricos. La nariz circunferencial, que sobresale en la zona de hendidura, de un anillo de nariz se envuelve arriba y abajo por el otro anillo. Para posibilitar un montaje, el anillo que envuelve el anillo de nariz está subdividido, en un plano atravesado perpendicularmente por el eje de giro de cojinete, en un anillo superior y uno inferior. Estos dos anillos se arrastran uno hacia otro por tornillos de ajuste que rodean cada vez un resorte de compresión.

25 De las desventajas del estado de la técnica descrito resulta el problema, que inicia la invención, de eliminar en un cojinete de rodamiento genérico las desventajas expuestas que aparecen especialmente en un el caso de un gran diámetro de cojinete de aproximadamente uno o varios metros.

30 La solución de este problema se logra mediante las características de la reivindicación 1.

Con un elemento de resorte de este tipo se puede generar y/o ajustar una pretensión, en particular en una dirección perpendicularmente a la superficie de conexión del anillo en cuestión. Esto tiene la consecuencia de que los cuerpos rodantes de una hilera de cuerpos rodantes, aun cuando ésta está libre de cargas exteriores, quedan sometidos a una sollicitación generada por la pretensión, por lo que se impide de forma segura el deslizamiento del cojinete de rodamiento. Simultáneamente se impide una pretensión inadmisiblemente elevada por la elasticidad de los resortes. Finalmente con una medida de este tipo se puede evitar una restricción del juego de cojinete por la fuerza tensora de los tornillos de fijación y/o debido a las ligeras irregularidades de una parte de máquina o instalación conectada. La dirección de pretensión del anillo de conexión en cuestión se refiere a la dirección local en la zona de las superficies aproximadas al máximo entre sí del anillo de conexión y de vía de rodadura. En la zona de estas superficies directamente opuestas entre sí se separan presionando los dos anillos alejándose uno de otro. Esto se puede provocar por un medio de presión y tiene la ventaja adicional de que uno o varios medios de presión semejantes pueden estar dispuestos en el lado opuesto a la vía de rodadura real, en particular lado frontal, del anillo de vía de rodadura, es decir, en la dirección paralela al eje directamente en la dirección hacia los cuerpos rodantes que ruedan sobre la vía de rodadura. De este modo se excluyen ladeos, torsiones o similares. Por otro lado, estos medios de presión o sus medios de anclaje no atraviesan el anillo de vía de rodadura, de modo que se garantiza una superficie de vía de rodadura continua y no está interrumpida por medios de anclaje o similares. Finalmente se pueden fabricar de forma especialmente sencilla elementos de resorte de este tipo, preferentemente que ejercen presión; pueden estar dispuestos por ejemplo en depresiones en forma de artesa o ranura del anillo de conexión y por ello ahorran espacio de forma extraordinaria. Para medios de presión controlables, por ejemplo para medios de presión hidráulicos, las líneas de excitación en cuestión pueden ser conducidas hacia fuera en la prolongación recta o en un alineamiento perpendicularmente a la vía de rodadura en cuestión y ponerse en contacto o conectarse allí - preferentemente en la zona de la superficie frontal, opuesta a la superficie de conexión, del anillo de conexión en cuestión, si esto no se realiza en el anillo mismo, por ejemplo mediante un canal de conexión circunferencia. Dado que la unidad mecánica de apriete o regulación requerida se puede alojar por ello en la dirección axial directamente por debajo de la vía de rodadura en cuestión, los elementos de conexión del anillo de conexión en cuestión pueden estar configurados como orificios de paso, sin que para ello se tenga que aumentar la sección transversal del anillo en cuestión. En tanto que los medios de guiado o anclaje están solicitados predominantemente a compresión y no a tracción, se reduce claramente el peligro de una ruptura.

60 Aunque los cuerpos rodantes en forma de rodillo estuviesen expuestos en el caso de una descarga parcial al peligro de desgaste plano, no se debería temer un deslizamiento o rozadura de los mismos, ya que se mantiene mediante la pretensión según la invención en contacto por fricción con las vías de rodadura.

65 En tanto que están previstas varias hileras de cuerpos rodantes, en particular al menos tres, se pueden prever por ejemplo para fuerzas en ambas direcciones axiales respectivamente una hilera de cuerpos rodantes, y para fuerzas

radiales otra hilera.

El anillo de vía de rodadura no se sitúa en el anillo de nariz, sino en el respectivo otro anillo, así presiona los cuerpos rodantes que ruedan a lo largo de él hacia el plano central del cojinete, contra un anillo de nariz del otro anillo de conexión, de modo que los medios de presión elásticos están dirigidos hacia un lado frontal de cojinete exterior y en el caso ideal desde este lado son accesibles, por ejemplo, con finalidades de mantenimiento.

A este respecto, mediante un anillo de vía de rodadura se sujetan dos hileras de cuerpos rodantes en la dirección axial bajo pretensión, de lo cual preferentemente una hilera de cuerpos rodantes se sitúa preferentemente a este lado del anillo de nariz y la otra al otro lado del anillo de nariz. Una disposición de este tipo se produce cuando en los dos flancos de un collar circunferencial pasa a lo largo cada vez una hilera de cuerpos rodantes. Estas dos hileras de cuerpos rodantes están conectadas luego por así decir en la dirección axial una tras otra y se pueden poner conjuntamente bajo pretensión con un único dispositivo tensor.

Ha resultado ser favorable que uno o preferentemente ambos anillos de conexión presentan una extensión axial que es menor que el diámetro exterior del anillo de conexión exterior radialmente, por ejemplo, menor que el diámetro máximo de la hendidura, preferiblemente menor que el diámetro interior del anillo de conexión interior radialmente, y que preferentemente es menor que el radio exterior del anillo exterior, en particular menor que el radio interior del anillo interior. Mediante el anillo de vía de rodadura según la invención se pueden usar anillos de cojinete con filigranas, cuya rigidez propia esté limitada, sin más también en aerogeneradores o similares, ya que las deformaciones provocadas eventualmente mediante las cargas y/o mediante una construcción de conexión desigual se toleran por el anillo de vía de rodadura móvil.

Otras ventajas se producen porque el anillo de vía de rodadura presenta una geometría de sección transversal aproximadamente rectangular, en donde el eje principal más largo se extiende en paralelo a una superficie de conexión en cuestión. Una geometría semejante favorece una altura axial mínima de un cojinete, de modo que las dos superficies de dos componentes giratorios uno frente a otro se puede disponer a una distancia recíproca mínima, lo que es importante para muchos casos de aplicación.

La invención se puede perfeccionar de modo que la dirección de presión al menos de un elemento elástico y/o comprensible elásticamente discurre en paralelo a los orificios de fijación en el anillo de conexión en cuestión. De este modo se eliminan en particular las repercusiones de las fuerzas tensoras de estos medios de fijación. Si de este modo se deformase, por ejemplo, el anillo de conexión verdadero, entonces el anillo de vía de rodadura se puede mover por el contrario y así compensar las deformaciones locales, condicionadas por la tensión.

Preferiblemente el anillo de vía de rodadura se presiona en la dirección hacia la superficie de conexión del anillo de conexión en cuestión. El anillo de vía de rodadura se sitúa luego en el lado, opuesto a esta superficie de conexión, de la hilera de cuerpos rodantes en cuestión y se puede ajustar o mantener por ejemplo desde este lado accesible.

La invención se destaca además por al menos un elemento de pistón, que se solicita a presión por un elemento elástico y/o comprensible elásticamente y a este respecto se prensa contra el anillo de vía de rodadura. Dado que el anillo de vía de rodadura absorbe la fuerza de presión de uno o varios elementos de pistón y se distribuye a través de su plano base anular, es posible usar varios elementos de presión discretos, separados uno de otro, en particular en forma de pistón, en lugar de un dispositivo de presión unitario, distribuido sobre toda la circunferencia. Un elemento de pistón semejante puede estar y permanecer separado del anillo de vía de rodadura real, puede estar conectado con aquel o incluso estar fabricado de forma integral con aquel. En la elección de la mejor variante está ante todo un comportamiento mecánico óptimo de la disposición total en el antecedente, así como una fácil capacidad de (des-)montaje de la disposición.

Al menos un elemento de pistón semejante puede estar guiado en una escotadura de guiado del anillo de conexión en cuestión, en particular en un orificio del mismo. A este respecto, el ajuste de sección transversal en cuestión entre el elemento de pistón y aquella escotadura de guiado receptora puede estar configurado como ajuste de transición, para que el mismo sea con la más baja fricción, pero simultáneamente también a ser posible sin juego.

Además, según la invención está previsto que al menos un elemento de pistón esté obturado frente a su escotadura de guiado, por ejemplo, mediante al menos un anillo de junta circunferencial. Por consiguiente se evita la penetración de lubricante de la zona de vía de rodadura en la zona detrás del pistón, que podría modificar allí las propiedades de amortiguación.

El recorrido de compresión máximo al menos de un elemento de pistón puede estar limitado por un tope ajustable. De este modo se puede limitar el juego máximo del anillo de vía de rodadura, de modo que el cojinete incluso funciona todavía básicamente con un medio de resorte defectuoso. Además, el cojinete según la invención contiene de este modo propiedades definidas, que caracterizan su comportamiento en el peor caso de un desvío máximo del anillo de vía de rodadura.

La invención se puede implementar porque al menos un elemento elástico está configurado como resorte de disco o

como paquete de resortes de disco, cuyos resortes de disco están apilados unos tras otros preferentemente en la dirección longitudinal de los orificios de fijación. Preferiblemente se trata en este caso de anillos metálicos, no obstante, cuya sección transversal no es lisa, sino que discurre a lo largo de una envolvente cónica muy plana. En un paquete de resortes de disco, estos anillos se pueden apilar unos sobre otros, de manera que el ángulo de abertura de las envolventes cónicas de anillos adyacentes se abre de forma alterna hacia arriba y hacia abajo. Para la estabilización de un paquete de este tipo se pueden atravesar los anillos en cuestión por una parte posterior de la zona de vástago del pistón o por una barra anclada en ella, de un tornillo enroscado en ella o similares. Mediante la disposición paralela respecto a los orificios de fijación se produce una fuerza de apriete perpendicularmente al plano de vía de rodadura en cuestión.

La invención experimenta un perfeccionamiento preferido porque al menos un resorte de disco o al menos un paquete de resortes de disco se sitúa sobre el mismo rayo radial, como un orificio de fijación del anillo de conexión en cuestión. En estos puntos la influencia de las pretensiones procedentes de los tornillos de fijación son las más grandes en el anillo de conexión en cuestión y así es máximo el efecto del dispositivo de pretensión según la invención.

Otra prescripción de construcción dice que al menos un paquete de resortes de disco se atraviesa parcialmente por un elemento de pistón, que presiona contra el anillo de vía de rodadura. Para absorber la fuerza de resorte por el paquete de resorte de disco, el elemento de pistón presenta una superficie de apoyo posterior para el paquete de resorte de disco; con esta finalidad la superficie de apoyo es mayor que la escotadura central en un resorte de disco.

En el marco de otra forma de realización de la invención está previsto que al menos un elemento elástico, comprensible y/o regulable elásticamente presente al menos una cámara, que está llena o se puede llenar con un líquido, en particular con un aceite hidráulico. En tanto que esta cámara se llena con el medio en cuestión y a continuación se somete a presión, se ejerce una fuerza de presión correspondiente contra la superficie interior de la cámara. En tanto que - según prevé además la invención - la cámara se sitúa en el extremo posterior de un elemento de pistón, esta fuerza de presión actúa en la zona del elemento de pistón en su lado posterior y lo empuja de este modo contra el anillo de vía de rodadura colocado en su lado delantero, para prensar aquel contra la hilera de cuerpos rodantes de allí.

Finalmente se corresponde con la enseñanza de la invención que al menos un elemento comprensible elásticamente esté insertado en una depresión, en particular en un orificio o en una ranura circunferencial. Mientras que un elemento de pistón amortiguado mediante resortes de disco puede estar guiado en una escotadura abierta en el lado trasero, y la cámara para un medio de presión hidráulico, en particular aceite hidráulico, puede estar configurada de forma cerrable en el lado posterior, la disposición también se puede dar de modo que en el anillo de conexión está prevista una escotadura cerrada en el lado posterior para la recepción de un elemento elásticamente comprensible, por ejemplo goma dura o un material eventualmente todavía más duro, que presiona directamente contra el lado posterior de un elemento de pistón puesto delante o en esta escotadura o del anillo de vía de rodadura.

El pretensado se puede generar junto a los paquetes de resorte de disco también por otras formas constructivas de resorte, mediante elementos elásticos permanentes, pero también de forma neumática o hidráulica. A través del anillo de vía de rodadura se transmite la pretensión generada sobre la hilera de cuerpos rodantes. Ha resultado ser ventajoso ajustar el nivel de sollicitación de la pretensión a un valor que se sitúa dentro de un rango del 2% al 20% de la capacidad portante dinámica. En el caso de valores por encima de este rango puede predominar la influencia negativa en la vida útil, por debajo de este rango no se puede garantizar la efectividad de la pretensión.

Los elementos de resorte se introducen en depresiones cilíndricas en el anillo de sujeción, el anillo de nariz o el anillo de vía de rodadura. Cuando están introducidos en el anillo de sujeción, se puede influir desde fuera en la pretensión, por ejemplo a través de tornillos sobre la pretensión. Si la pretensión se genera de forma neumática o hidráulica, a través de líneas anulares correspondientes se puede suministrar la energía y regularse de forma central la pretensión. Por consiguiente también se puede influir en la suavidad de marcha y compensarse al menos parcialmente un desgaste eventual de las vías de rodadura.

Asimismo es concebible que los elementos de resorte estén incorporados en una o varias ranuras periféricas de forma anular. Una ranura semejante también se puede usar para el guiado del anillo de vía de rodadura y para la recepción de los elementos de resorte. En este caso es apropiado especialmente un perfil elástico, puesto en una ranura como elemento de resorte.

Típicamente se endurecen las vías de rodadura de grandes conexiones giratorias, en particular se endurecen de forma inductiva. Esto también puede ocurrir con el anillo de vía de rodadura según la invención. A este respecto se encuentra un punto estrecho con dureza reducida, de forma condicionada por el proceso, entre el comienzo y el final de las vías de rodadura endurecidas en el procedimiento de avance. Este así denominado deslizamiento de dureza se puede situar más profundo por rozamiento del punto en cuestión que la zona restante de la vía de rodadura en cuestión, de modo que los cuerpos rodantes que ruedan sobre él no transmiten carga en este punto. Si las vías de rodadura y el anillo intermedio se endurecen por un procedimiento especial de forma inductiva sin deslizamiento, por lo que se requieren al menos dos cabezas de inducción, entonces no hay un deslizamiento de dureza y la vía de

rodadura no se debe destalonar, lo que repercute de forma ventajosa en la suavidad de marcha del cojinete.

Otras características, particularidades, ventajas y efectos en base a la invención se deducen de la descripción siguiente de una forma de realización preferida de la invención así como mediante los dibujos. En este caso muestra:

La Figura 1, una sección transversalmente a través de un cojinete de rodamiento según la invención, parcialmente quebrado; y
la Figura 2, una ampliación del detalle II de la Figura 1.

En la Figura 1 está representada una sección transversalmente a través de un cojinete de rodamiento anular 1 según la invención. Se trata de un gran cojinete de rodamiento, según se usan por ejemplo en aerogeneradores, por ejemplo como cojinete de rotor o cojinete principal de allí. Formas constructivas similares también se podrían utilizar naturalmente con otras finalidades, por ejemplo como cojinete de palas de un aerogenerador o como cojinete acimutal o de sala de máquinas.

En el caso representado se reconoce un anillo exterior 2 configurado como anillo de nariz y un anillo interior 3 dispuestos de forma concéntrica en él, que está subdividido preferiblemente en dos anillos parciales 4, 5, que lindan a lo largo de un plano 6. El anillo 3 formado por estos anillos parciales 4, 5 puesto uno contra otro tiene una sección transversal aproximadamente en forma de C y rodea la nariz o el collar circunferencial 7 del anillo de nariz 2 en su lado frontal superior e inferior 8, 9 con una hendidura 10, de modo que los dos anillos 2, 3 se pueden girar uno frente a otro.

En la hendidura 10 están previstos en la forma de realización representada en conjunto tres hileras de cuerpos rodantes 11, 12, 13, que ruedan todos juntos a lo largo del collar 7, a saber, por un lado en su lado frontal superior plano 8 y en su lado frontal inferior plano 9, así como además en su superficie cilíndrica hueca 14, que conecta estos dos lados frontales 8, 9. Si el anillo de nariz estuviese configurado por el contrario como anillo interior - lo que también es concebible - entonces la superficie de conexión 14 en el collar 7 no sería cilíndrica hueca, sino cilíndrica.

En este ejemplo de realización, como cuerpos rodantes 11, 12, 13 sirven rodillos; pero también son concebibles cuerpos rodantes cónicos, además también bolas. Los cuerpos rodantes 11, 12, 13 individuales se mantienen mediante jaulas 15 en sus posiciones relativas entre sí.

Preferiblemente la hendidura 10 está llena con un lubricante, por ejemplo con grasa lubricante. Para que no pueda salir ésta en las zonas de desembocadura 16 de la hendidura 10, estas zonas 16 están obturadas, preferentemente mediante cada vez un anillo de junta circunferencial 17, que con su zona de sección transversal trasera está insertado en una ranura circunferencial 18 de un anillo de conexión 2, 3 y con su zona de sección transversal delantera, que se estrecha preferiblemente hacia un labio obturador 19, se prensa por su elasticidad inherente en una zona de superficie del respectivo otro anillo 3, 2 y allí pasa a lo largo.

Ambos anillos 2, 3 tienen respectivamente dos superficies frontales esencialmente planas 20, 21, 22, 23, de las que respectivamente una por anillo 2, 3 sirve como superficie de conexión. Estas dos superficies de conexión 20, 23 están elevadas sobre la superficie frontal 22, 21 adyacente del respectivo otro anillo 3, 2, de modo que se puede intercalar un cojinete 1 de este tipo sin problemas y sin rozar entre superficies de conexión planas de dos partes de instalación y/o máquina. Las dos superficies de conexión 20, 23 son paralelas entre sí.

Para la fijación de cada vez un anillo de conexión 2, 3 en cada vez una parte de instalación o máquina de este tipo o cimentación, cada anillo de conexión 2, 3 presenta una pluralidad de orificios de fijación 24, 25 dispuestos de forma distribuida en forma de corona a lo largo de los anillos 2, 3 en cuestión, que atraviesan perpendicularmente la superficie de conexión 20, 23 en cuestión. Mientras que los orificios de fijación 24, 25 están configurados en el ejemplo representado como orificios que atraviesan completamente el anillo de conexión correspondiente entre sus dos lados frontales 20, 21 o 22, 23, algunos o todos los orificios de fijación 24, 25 también podrían estar configurados como orificios de agujero ciego provistos de rosca interior.

Mientras que todas las vías del anillo rodadura del anillo de nariz 2 están configuradas directamente en su collar circunferencial 7, en particular mediante mecanizado del mismo cuerpo moldeado, en el que también están incorporados los orificios de fijación 24, en particular perforados, están configuradas sólo dos de las tres vías de rodadura del anillo en forma de C 3 directamente en éste, en particular mediante mecanizado del mismo cuerpo moldeado, en el que los orificios de fijación 25 también están incorporados, en particular perforados. En el ejemplo representado se trata aquí del anillo parcial 5 que porta la superficie de conexión 23.

Preferiblemente la tercera vía de rodadura del anillo en forma de C 3 en sección transversal no está dispuesto en éste directamente - es decir, ni en el anillo parcial 5 que presenta la superficie de conexión 23, ni en el otro anillo parcial 4; el anillo parcial 4 no porta por ello ninguna vía de rodadura en el ejemplo. En lugar de ello la vía de rodadura 26 en cuestión - a lo largo de la que circulan los cuerpos rodantes 11 - está dispuesta en un anillo de vía de rodadura propio 27, que está dispuesto en la zona de una acanaladura 28 del anillo en forma de C 3 en sección

transversal en cuestión - en particular en su anillo parcial 4.

En el ejemplo representado, este anillo de vía de rodadura 27 tiene una sección transversal rectangular, cuyos lados más largos se corresponden con los lados frontales planos 26, 29 del anillo de vía de rodadura 27, mientras que sus
5 lados más cortos se corresponden con una superficie envolvente cilíndrica 30 del anillo de vía de rodadura 27, por un lado, y con una superficie envolvente cilíndrica hueca 31 del mismo, por otro lado. El lado 29 opuesto a la vía de rodadura 26 descansaría sobre una superficie de limitación plana 32 de la acanaladura 28, cuando no se presionase por uno o varios elementos de pistón 33 alejándose de ésta y hacia los cuerpos rodantes 11.

En la Figura 2 está representado de forma ampliada un elemento de pistón 33 de este tipo. Presenta una cabeza 34 con un lado superior plano 35 para el apoyo en el lado posterior plano 29 del anillo de vía de rodadura 27, así como una zona de vástago posterior 36 estrechada respecto a la cabeza 34. En la forma de realización representada, la cabeza 34 y el vástago 36 tienen respectivamente una sección transversal circular con centros situados en un
10 alineamiento común. En el extremo libre del vástago 36 puede estar atornillado un elemento de tope 37, preferentemente de la misma sección transversal que el vástago 36.

Este elemento de pistón 33 está guiado de forma desplazable en una escotadura 38 del anillo en cuestión, preferentemente del anillo en forma de C, en particular del anillo interior 3, aquí especialmente del anillo parcial 4, en la dirección longitudinal 39 de su vástago 36. Esta dirección longitudinal de vástago 39 también se corresponde
15 luego con la dirección longitudinal de la escotadura 38, que discurre de nuevo perpendicularmente a la superficie de conexión 23 o en paralelo a los orificios de fijación 25.

La escotadura 38 atraviesa el anillo 3, 4 en cuestión completamente de la superficie de limitación 32 de la acanaladura 28 hasta el lado frontal 22 y tiene una sección transversal escalonada. Una zona superior 40 en la
25 Figura 2 cerca del anillo de vía de rodadura 27 o cerca de la superficie de limitación 32 de la acanaladura 28 tiene una sección transversal que se corresponde aproximadamente con la cabeza 34, mientras que una zona inferior 41 en la Figura 2 de la escotadura 38 cerca del lado frontal 22 se corresponde en sección transversal aproximadamente con la sección transversal del vástago de pistón 36 y así está estrechada en sección transversal respecto a la zona superior 40.

La zona superior 40 es más larga en su extensión axial que la altura del ensanchamiento 34 de tipo cabeza del elemento de pistón 33. Dado que - según se explica todavía más tarde - el elemento de pistón 33 siempre se presiona hacia arriba, donde choca contra el lado inferior 29 del anillo de vía de rodadura 27, el lado superior 35 de la cabeza 34 se sitúa en el caso normal siempre en un alineamiento con la superficie de limitación 32 de la
30 acanaladura 28 o por encima. Por ello por debajo del escalonamiento 42 del elemento de pistón 33 entre su cabeza 34 y el vástago 36, por un lado, y por encima del escalonamiento 43 de la escotadura 38 entre su zona superior ensanchada 40 y su zona inferior estrechada 41 queda libre un espacio anular 44.

Este espacio anular 44 sirve para la recepción de un paquete de resortes de disco 45 apilados unos sobre otros, respectivamente anulares. Éstos se componen de rodajas anulares que, no obstante, no son planas sino que están ligeramente deformadas cónicamente. Se sitúan unas sobre otras respectivamente con aberturas de cono que
40 señalan de forma alterna hacia arriba y hacia abajo, se tocan así respectivamente sólo a lo largo de sus bordes interiores o exteriores. El resorte de disco 45 más superior y más inferior está en contacto respectivamente con un escalonamiento 42, 43, por lo que el elemento de pistón 33 siente una presión hacia arriba - en este caso en la dirección hacia la superficie de conexión 23 - y a este respecto presiona el anillo de vía de rodadura 27 contra la hilera en cuestión de cuerpos rodantes 11. Eventualmente entre un resorte de disco más exterior 45 y el escalonamiento 42, 43 en cuestión todavía podría estar prevista (respectivamente) una arandela.

La zona estrechada 41 de la escotadura 38 puede estar estrechada otra vez en su zona inferior, en particular en una sección transversal más pequeña que el elemento de tope 37 en el extremo inferior libre del vástago de pistón 36; el otro escalonamiento 36 originado de este modo forma luego un contraapoyo para el elemento de tope 37, que se
50 apoya en el caso de una sobrecarga del paquete de resorte de disco 45 finalmente mediante el escalonamiento 46.

Además, la parte más inferior de la zona estrechada 41 podría estar provista por debajo del escalonamiento 46 con una rosca interior, de modo que la escotadura 38 se puede cerrar mediante enroscado de una tapa 47, tornillo o similares.

Preferiblemente el anillo de vía de rodadura 27 está endurecido superficialmente, en particular en la zona de su vía de rodadura 26 y/o su lado inferior 29. Si la extensión axial del anillo de vía de rodadura 27 no es demasiado grande,
60 el anillo de vía de rodadura 27 también podría estar totalmente endurecido.

La constante de resorte y número de resortes de disco 45 por paquete están ajustados de manera que la pretensión ejercida el caso de funcionamiento normal de estos paquetes de resorte de disco 45 sobre el anillo de vía de rodadura 27 y transmitida luego desde allí aún más hacia los cuerpos rodantes 11 se sitúa aproximadamente entre
65 el 2% y 20% de la capacidad portante dinámica de estas hileras de cuerpos rodantes 11.

REIVINDICACIONES

1. Cojinete de rodamiento (1) para un aerogenerador, en particular cojinete de rotor o cojinete principal para un aerogenerador, con al menos dos anillos de conexión (2, 3) concéntricos uno respecto a otro, que están separados uno de otro por una hendidura (10), en el cual una o varias hileras de cuerpos rodantes (11, 12, 13) ruedan a lo largo de vías de rodadura en ambos anillos (2, 3), de modo que los dos anillos (2, 3) se puedan girar uno frente a otro alrededor de su eje común, en donde cada anillo (2, 3) presenta al menos una superficie de conexión (20, 23) plana, anular, preferentemente saliente para la conexión con una parte de máquina o instalación, chasis o cimentación, en donde las superficies de conexión (20, 23) discurren en paralelo entre sí y están atravesadas aproximadamente perpendicularmente por una pluralidad de orificios de fijación (24, 25) para el paso y/o enroscado de tornillos de fijación, en donde uno de los dos anillos de conexión (2, 3) está configurado como así denominado anillo de nariz con un collar circunferencial (7), que se envuelve por el otro anillo (3, 2) en su lado superior e inferior (8, 9) con una hendidura (10), **caracterizado por que** una vía de rodadura (26) al menos de una hilera de cuerpos rodantes (11) está configurada en un anillo de vía de rodadura (27) separado del anillo de conexión (2, 3) en cuestión, que mediante un dispositivo con al menos un elemento elástico, compresible y/o regulable elásticamente (33, 45, 49) se presiona en una dirección perpendicularmente respecto a las superficies de conexión (20, 23) alejándose del anillo de conexión en cuestión y mantiene bajo pretensión dos hileras de cuerpos rodantes (11, 12) en forma de rodillo, de lo cual una hilera de cuerpos rodantes (11) se sitúa a este lado del collar (7) y la otra al otro lado del collar (7) del anillo de nariz (2, 3), en donde al menos un elemento de pistón (33) se solicita a presión por un elemento elástico y/o comprensible elásticamente (45, 49) y a este respecto se prensa contra el anillo de vía de rodadura (27), en donde el recorrido de compresión máximo al menos de un elemento de pistón (33) está limitado por un tope ajustable (37, 46).
2. Cojinete de rodamiento (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** uno o preferentemente ambos anillos de conexión (2, 3) presentan una extensión axial que es menor que el diámetro exterior del anillo de conexión radialmente exterior (2), por ejemplo, menor que el diámetro máximo de la hendidura (10), preferiblemente menor que el diámetro interior del anillo de conexión radialmente interior (3), y que preferentemente es menor que el radio exterior del anillo exterior (2), en particular menor que el radio interior del anillo interior (3).
3. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el anillo de vía de rodadura (27) presenta una geometría de sección transversal aproximadamente rectangular, en donde el eje principal más largo se extiende en paralelo a una superficie de conexión (20, 23).
4. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la dirección de presión al menos de un elemento elástico, comprensible y/o regulable elásticamente (33, 45, 49) discurre en paralelo a los orificios de fijación (24, 25) en el anillo de conexión (2, 3) en cuestión.
5. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el anillo de vía de rodadura (27) se presiona en la dirección hacia la superficie de conexión (20, 23) del anillo de conexión (2, 3) en cuestión.
6. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos un elemento de pistón (33) está guiado en una recepción de guiado (38) del anillo de conexión (2, 3) en cuestión, en particular en un orificio del mismo.
7. Cojinete de rodamiento (1) según la reivindicación 6, **caracterizado por que** al menos un elemento de pistón (33) está obturado frente a su escotadura de guiado (38), por ejemplo, mediante al menos un anillo de junta circunferencial (54).
8. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos un elemento elástico está configurado como resorte de disco (45) o como paquete de resortes de disco, cuyos resortes de disco (45) están apilados unos tras otros preferentemente en la dirección longitudinal de los orificios de fijación (24, 25).
9. Cojinete de rodamiento (1) según la reivindicación 8, **caracterizado por que** al menos un resorte de disco (45) o al menos un paquete de resortes de disco (45) se sitúa sobre el mismo rayo radial del eje de rotación del cojinete (1), como un orificio de fijación (24, 25) del anillo de conexión (2, 3) en cuestión.
10. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que** al menos un paquete de resortes de disco (45) se atraviesa por un elemento de pistón (33), que presiona contra el anillo de vía de rodadura (27).
11. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos un elemento elástico, comprensible y/o regulable elásticamente presenta al menos una cámara (38, 51), que está llena o se puede llenar con un líquido, en particular con un aceite hidráulico.

12. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores en conexión con la reivindicación 11, **caracterizado por que** la cámara (38, 51) se sitúa en el extremo trasero de un elemento de pistón (33).

5 13. Cojinete de rodamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos un elemento comprensible elásticamente (49) está insertado en una depresión, en particular en un orificio o en una ranura circunferencial (48).

