

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 383**

51 Int. Cl.:

F03D 80/70 (2006.01)
F16H 1/28 (2006.01)
F16C 17/12 (2006.01)
F16C 19/18 (2006.01)
F16C 19/38 (2006.01)
F16C 33/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2011** **PCT/EP2011/006428**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013** **WO13091664**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2011** **E 11811010 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016** **EP 2795115**

54 Título: **Cojinete para palas o cárter de motor de una instalación de energía eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
08.02.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

FRANK, HUBERTUS

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 600 383 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

Cojinete para palas o cárter de motor de una instalación de energía eólica

- 5 La invención se refiere a un cojinete para palas o cárter de motor de una instalación de energía eólica con dos anillos planos, montados mutuamente adyacentes otro y capaces de rotar de forma mutuamente opuesta, para conectar al buje de la instalación de energía eólica, por un lado, y a una pala de la misma, por otro, o para conectar a la torre de la instalación de energía eólica, por un lado, y a la góndola de la misma, por otro.
- 10 Las instalaciones de energía eólica plantean exigencias extremas en los materiales utilizados y en las unidades constructivas. Ya que debido a la altura constructiva, los materiales y las unidades constructivas – en especial, en la zona de la rueda de molino y de la góndola - deberían ser, por un lado, lo más ligeros posible, no en vano deben ser soportados por la torre; por otro lado, dichos elementos están sometidos a fuerzas extremas – entre otras, presión del viento y ráfagas de viento – y deben ser, por ello, extremadamente robustas. De ello resultan complicaciones
- 15 peculiares muy especialmente en la zona del cojinete para las palas y el cárter del motor, porque obviamente presentan grandes diámetros y por razones del peso reducidas secciones transversales en comparación con el peso, de manera que no se excluyen deformaciones, en especial, en el caso de deformaciones de los grupos constructivos conectados con ellas. Esto da lugar a su vez a serias deformaciones internas y, por ello, a un desgaste elevado y a una duración manifiestamente reducida de los cojinetes referidos. Especialmente en los rodamientos radiales, que se utilizan casi siempre en cojinetes para palas y cárteres de motor, se trata de deformaciones radiales de un anillo, modificándose su forma ideal circular, por ejemplo, transformándose elípticamente de forma
- 20 sumamente inconveniente, porque no solamente pueden sobrecargarse por ello los distintos cuerpos rodantes del rodamiento de bolas, sino porque también la empaquetadura que cubre la hendidura por secciones deja de ser estanca y entonces se escapa el agente lubricante o incluso pueden penetrar humedad o cuerpos extraños. Por otra parte, el pivotamiento activo de esos cojinetes presenta también elevadas exigencias – con objeto de ajustar el ángulo de ajuste de las palas o la orientación de la góndola – a la mecánica empleada para ello, porque debido a las grandes masas no se han de superar además fuerzas de inercia no despreciables. Grandes servomotores acompañan otra vez a grandes pesos y deberían evitarse por ello.
- 25 A partir de los inconvenientes del estado actual de la técnica descrito, resulta el problema inicial de la invención, perfeccionar un cojinete para palas o cárter de motor del tipo de una instalación de energía eólica de tal modo que, al pivotar las unidades conectadas, se puedan utilizar motores lo más pequeños posible; que a poder ser, la duración operativa alcanzable de dicho cojinete debe ser además máxima incluso en las condiciones de trabajo más desfavorables en la zona de la punta de la torre de una instalación de energía eólica.
- 30 La solución de ese problema se logra mediante las características según la reivindicación 1.
- Una disposición semejante actúa como un mecanismo de engranajes, en especial, cuando los dos dentados interiores dispuestos alrededor presentan diferentes números z_1 , z_2 de dientes, aunque preferiblemente sólo
- 35 ligeramente diferentes, o sea, por ejemplo, una diferencia de los números $\Delta z = |z_1 - z_2|$ de dientes de 10 dientes o menos, preferiblemente una diferencia Δz de 7 dientes o menos, en especial, una diferencia Δz de 3 dientes o menos.
- 40 Cuando – como la invención prevé además – el dentado de la rueda planetaria que engrana allí presenta el mismo número de dientes en la zona de los dos engranes del dentado, entonces se obtiene un modo operativo, donde los dentados interiores – y con ello los anillos portantes – en una vuelta completa de una rueda planetaria giran sólo un ángulo α relativo de $(\Delta z/z_1) \cdot 360^\circ$ uno respecto de otro. Un engranaje semejante tiene, por tanto, una reducción extrema del número de revoluciones y, como consecuencia de ello, una gran transmisión del par de giro. Por ello, basta para el accionamiento un motor de accionamiento comparativamente menor con un reducido par nominal.
- 45 Pero un motor de accionamiento pequeño semejante ahorra peso.
- Se ha demostrado favorablemente que cada uno de los dos anillos esté provisto respectivamente de un disco o esté acoplado a un disco, en especial, a un disco circular. Dichos discos, que adoptan preferiblemente parcial o
- 50 totalmente la superficie radialmente interior del anillo referido, cooperan en medida no irrelevante a una rigidización del anillo referido – y con ello de todo el cojinete según la invención –. Justamente con deformaciones radiales, un anillo semejante, situado en el plano del cojinete, opone una resistencia máxima y preserva, por tanto, la estanqueidad, ante un escape de agente lubricante, y de la penetración de humedad o cuerpos extraños. Siempre que cada uno de los dos anillos, que – sin tener en cuenta la trayectoria del dentado – presentan respectivamente un contorno de sección transversal invariable, esté provisto de un disco semejante, se garantiza una forma circular
- 55 invariable de cada anillo y, como consecuencia de ello, una operación esmerada de los cuerpos rodantes y de sus trayectorias en el cojinete respectivo, asegurándose así un efecto obturador óptimo del mismo. Los discos pueden ser enroscados o soldados, remachados o unirse de otro modo con el referido anillo. También sería posible una integración de anillo y disco en una sola pieza, por ejemplo, siempre que las referidas piezas se solidifiquen formando un cuerpo sólido en un molde de fundición a partir del estado fundido.
- 60
- 65

- Siempre que los dos discos se fijen en caras frontales planas, mutuamente opuestas, de cada uno de los anillos, les corresponde además un efecto estáticamente reforzante de forma análoga a una capa protectora y una viga. Mediante esta doble estructura de discos resulta, por tanto, una enorme rigidez respecto de todas las fuerzas atacantes. Además, se crea un espacio hueco entre los dos discos, en el que los elementos de engranaje según la invención pueden montarse protegidos de influencias externas. Es posible además una discontinuidad de uno o de los dos discos, siempre que sea necesario, por ejemplo, para realizar elementos constructivos o similares, no es de temer un perjuicio estático por escotaduras limitadas en uno o ambos discos.
- Siempre que los dos discos estén dispuestos de forma mutuamente paralela así como que sean atravesados verticalmente por el eje de rotación del cojinete, no generan un desequilibrio, ni varía en caso de una torsión del cojinete su distribución de masas, lo que es importante, en especial, en el caso del buje rotativo alrededor de un eje de rotación adicional, para evitar un desequilibrio respecto ese eje de rotación "de orden superior".
- Cae dentro del marco de la invención que la distancia entre los dos discos corresponda aproximadamente a la altura del anillo interior o que sea ligeramente mayor que la misma. Mediante un dimensionado semejante también puede conservarse axialmente una hendidura entre los dos grupos constructivos antagónicamente rotativos – anillo y disco -, lo que es necesario para una rotación relativa suave entre ambos grupos constructivos.
- La invención prevé además que las ruedas planetarias estén apoyadas en voladizo entre los dos discos, es decir, sin apoyos. Por ello, puede extenderse una rueda planetaria por toda la altura axial constructiva del espacio hueco entre los dos discos, por lo cual la carga de presión local de los flancos del diente se reduce al mínimo técnicamente posible, mientras que, al mismo tiempo, también la altura constructiva del cojinete queda reducida tanto como sea posible.
- Para el apoyo en voladizo de las ruedas planetarias, se conducen las mismas entre los dos discos. Además, las caras frontales de las ruedas planetarias deslizan a lo largo de las caras interiores de los dos discos. Para minimizar la fricción causada por ello, la invención prevé además que las discos presenten un recubrimiento minimizador de fricción por sus caras interiores y/o las ruedas planetarias por sus caras frontales.
- Otras ventajas adicionales resultan de que las ruedas planetarias estén hechas de forma hueca y presenten una configuración, por ejemplo, en forma de sección lateral cilíndrica. Con ello no se ahorra un peso insensible, en especial, cuando los diámetros del dentado interior y de la rueda solar se diferencian sensiblemente entre sí y como consecuencia de ello las ruedas planetarias son demasiado grandes. Además, se reduce adicionalmente por ello la fricción entre las ruedas planetarias y los discos.
- Para la conexión y/o el apoyo de la rueda solar, por lo menos un disco puede presentar una escotadura central. Allí se puede introducir la potencia propulsora de un motor instalado exteriormente en el engranaje.
- En el marco de una primera forma de realización de la invención, la rueda solar dispone de una conexión para el árbol del motor de un motor de accionamiento concéntrico con el eje de rotación del cojinete. Para ello, la rueda solar puede presentar una escotadura axial, por ejemplo, en forma de una perforación ciega o pasante. Cuando dicha escotadura sea accesible desde fuera por una escotadura del disco alineada con ella, puede fijarse de forma resistente al giro el árbol de salida de un motor de accionamiento insertado allí en la rueda solar y, por ejemplo, fijarse de modo resistente al giro mediante un muelle.
- Finalmente corresponde a la enseñanza de la invención que la rueda solar presente un dentado (adicional) para el ataque engranado con un piñón de accionamiento o un sinfín de accionamiento, en especial, al otro lado del espacio hueco entre las dos discos. Por ello, se puede provocar, por un lado, una reducción más, ya que el diámetro de un dentado (adicional) de ese tipo puede ser manifiestamente mayor que el diámetro de un piñón o bien ya que un accionamiento de sinfín lleva consigo una reducción extrema; por otro lado, la rueda solar puede presentar en tales casos la configuración de un manguito completamente libre por el centro, o sea, por así decirlo, una escotadura completamente pasante entre sus dos caras frontales. Esto permite hacer pasar cables o similares a través del cojinete, por ejemplo, tender cables de corriente de la góndola hacia abajo por la torre.
- Otras características, detalles, ventajas y efectos a base de la invención se obtienen de la siguiente descripción de una forma de realización especial de la invención así como a base del dibujo. En este caso se muestra:
- La Figura 1, una sección a través de un cojinete para palas o para cárter de motor de una instalación de energía eólica a lo largo del eje de rotación del cojinete;
- la Figura 2, una sección a través del cojinete para palas o cárter de motor transversalmente a su eje de rotación;
- la Figura 3, un detalle ampliado del alzado lateral del cojinete según la figura 1;
- la Figura 4, una forma de realización modificada de la invención en una representación correspondiente a la figura 1 con motor de accionamiento acoplado;
- la Figura 5, otra forma de realización de la invención en una representación correspondiente a la figura 3; así como

la Figura 6 una forma de realización otra vez modificada de la invención en una representación correspondiente a la figura 3.

Los cojinetes 1, 1' reproducidos en el dibujo se han concebido para el empleo como cojinetes para palas o cárteres de motores de una instalación de energía eólica.

Un cojinete para palas une una pala de rotor con el buje de la rueda del molino de una instalación de energía eólica y permite adaptar el ángulo de ajuste de la pala de rotor referida a la fuerza del viento actual. Su eje de rotación es paralelo al eje longitudinal de la respectiva pala de rotor y radial respecto del eje de rotación del buje del rotor. Un cojinete para palas según la invención pueden conectarse con dichos dos componentes en una instalación de energía eólica, aunque no se haya reproducido en el dibujo.

Por medio de un cojinete de cárter de motor, se fija la góndola o el cárter del motor rotativamente alrededor de un eje vertical en el extremo superior de la torre de una instalación de energía eólica. Por ello se puede adecuar la orientación de la rueda del molino siempre según la dirección actual del viento. Un cojinete de cárter de motor según la invención puede unirse con dichos dos componentes de una instalación de energía eólica, que sin embargo no se han reproducido en el dibujo.

Habitualmente un cojinete de cárter de motor tiene ciertamente un mayor diámetro y una mayor inercia que un cojinete para palas de la misma instalación de energía eólica, ya que debe soportar la suma de las fuerzas eólicas de varias palas de rotor así como el peso de la rueda del molino y de la góndola.

Prescindiendo del diferente orden de magnitud, ambos tipos de cojinete tienen, sin embargo, una serie de puntos comunes. Ambos tipos de cojinete – cojinete de palas, por un lado, y cojinete de cárter de motor, por otro, – no giran continuamente, sino sólo regulados en función de la dirección del viento y la fuerza del viento. En caso de dirección de viento y velocidad de viento uniformes, sólo giran poco o no lo hacen en absoluto. Un giro tiene lugar despacio, la mayoría de las veces a través de un motor eléctrico. Las fuerzas a aplicar en un ajuste son casi exclusivamente fuerzas de inercia y, por tanto, comparativamente pequeñas en relación con el peso y/o la fuerza del viento estáticamente incidentes.

Ya que, por tanto, las estructuras de esos dos tipos de cojinetes son básicamente idénticas, no se diferencian en el dibujo, es decir, los cojinetes 1, 1' representados pueden utilizarse con el respectivo dimensionado como cojinete de palas así como también de cojinete de cárter de motor de una instalación de energía eólica.

Tal como puede reconocerse en las figuras 1 y 4, los elementos característicos de estos cojinetes 1, 1' son respectivamente dos placas 2, 2' o bien 3, 3' con forma de anillo circular o disco circular, las cuales se han dispuesto mutuamente paralelas así como concéntricamente al eje 4 de rotación del cojinete 1, 1' referido y que cierran por arriba o bien por abajo el cojinete 1, 1' referido. En el espacio intermedio entre ambas placas 2, 2' se encuentra propiamente el sistema de apoyo.

En la forma de realización según las figuras 1 a 3, se ha previsto un rodamiento de bolas de doble hilera con cuerpos 5 rodantes esféricos, que ruedan en una hendidura 6 entre dos anillos de cojinete, un anillo 7 de cojinete exterior y un anillo 8 de cojinete interior. Para ello se han previsto en las caras de los anillos 7, 8 de cojinete respectivamente orientadas hacia la hendidura 6 unas pistas 9 de rodadura, en especial, directamente integradas en el cuerpo base del anillo referido. En la forma de realización representada, dichas pistas 9 de rodadura presentan respectivamente una sección transversal abovedada cóncavamente, que está subdividida aproximadamente centralmente por incisiones 10, que discurre alrededor, en una zona superior y en una inferior. Cada una de esas dos zonas de sección transversal sigue una línea circular, cuyo radio de abovedado es ligeramente mayor que el radio del cuerpo 5 rodante esférico. Por ello, resultan por cada cuerpo 5 rodante de bola y anillo 7, 8 de cojinete 2 puntos de contacto respectivamente, según un apoyo de cuatro puntos.

Téngase en cuenta en este lugar que la utilización de un cojinete de dos hileras con cuerpos 5 rodantes esféricos no es obligado en la presente invención; en vez de ello o adicionalmente pueden utilizarse también elementos rodantes cilíndricos, con forma de tonel, cónicos o aciculares. Un rodamiento de bolas de una hilera se ha representado, por ejemplo, en la figura 4; en el caso rodamientos de rodillos, se utilizan normalmente tres hileras, que a lo largo de los dos flancos y de la cara frontal de un tope que discurre alrededor, dispuesto en la hendidura 6, de uno de los anillos 7, 8 de cojinete, por un lado, así como de una ranura que rodea a distancia a dicho tope del otro anillo 7, 8 de cojinete respectivo.

Como la figura 3 permite observar bien, los dos anillo 7, 8 de cojinete tienen una cara superior y/o cara inferior planas. Mientras que la cara 11 superior plana de un anillo 7 de cojinete hace contacto a ras con la cara interior asimismo plana de la placa 2 superior, la cara 12 inferior plana del otro anillo 8 de cojinete descansa en la cara interior plana de la otra placa 3. Para unir mutuamente de modo resistente al giro dichos elementos 2, 7; 3, 8 contiguos entre sí, se han dispuesto en dichos elementos perforaciones 13, 14; 15, 16 paralelas al eje 4 de rotación del cojinete distribuidas en forma de corona alrededor del eje 4 de rotación del cojinete, las cuales gracias al número y distancias correspondientes están mutuamente alineadas por parejas, de modo que una placa 2, 3 de cojinete y un

anillo 7, 8 de cojinete puedan ser unidas de forma resistente al giro mediante tornillos, pernos roscados o similares insertados de forma pasante. Naturalmente, sería imaginable también una elaboración integral respectivamente de una placa 2, 3 de cojinete y un anillo 7, 8 de cojinete en cada una, aunque eso sería tecnológicamente muy costoso y, por ello, debería encontrarse en la práctica más bien raramente, aunque esa variante no está descartada básicamente.

Como la figura 3 permite observar adicionalmente, el anillo 8 de cojinete interior se extiende en dirección axial entre las dos caras interiores de las placas 2, 3 del cojinete, aunque sólo está unido con una de las dos. Respecto de la otra, hay una pequeña distancia de manera que la placa 2 de cojinete de allí junto con el anillo 7 de cojinete exterior unido con él puede girar suavemente respecto del grupo constructivo de anillo interior y placa 3 de cojinete.

Según la figura 3, la cara interior del anillo 8 de cojinete radialmente interior está subdividida estructuralmente en dos zonas por un plano 17 horizontal, que discurre más o menos centralmente entre las dos placas 2, 3. Mientras que la zona inferior en la figura 3 está provista de un dentado 18 interior recto, que está integrado en el anillo 8 de cojinete cilíndrico hueco en este lugar, la zona superior se separa o salta de vuelta radialmente hacia fuera en comparación. En la forma de realización según la figura 3, discurre dicho salto atrás a lo largo de una superficie 19 cónica, que se ahusa de arriba abajo radialmente respecto del eje de rotación. El ángulo de apertura de esa superficie 18 cónica situada en la punta queda en un orden de magnitud de unos 60° .

Por medio de dicha superficie 19 cónica reforzada hacia arriba y en retroceso hacia fuera, crea espacio para una pieza 20 anular, adicional, cuyo lado 21 exterior radial se ha configurado como pendiente respecto de la superficie 19 cónica. La superficie interior cilíndrica de ese anillo 20 está provista de un dentado 22 interior recto, que está integrado en la cara interior cilíndrica hueca del anillo 20. Las caras frontales rectas de los dientes 18, 22 situadas radialmente dentro tienen iguales distancias r_H al eje 4 de rotación.

Esa pieza 20 anular tiene una configuración sensiblemente trapezoidal, en cuya cara 23 superior, que discurre horizontalmente, se ha integrado un tope 24 plano, que discurre alrededor. Dicho tope engrana en unión positiva de forma en una escotadura 25 o ranura, que discurre alrededor, en la cara 11 inferior de la placa 2 de cojinete superior y es centrado por ello en la misma. Está unido además de modo resistente a la torsión con la placa 2 de cojinete, discrecionalmente por apriete, encolado, soldadura o similar.

De todo ello resulta una estructura, donde dentro del anillo 8 de cojinete interior se han previsto dos dentados 18, 22 interiores superpuestos, donde la zona 18 del dentado inferior está unida con el anillo 8 interior y la placa 3 de cojinete inferior de la figura 3, la zona 22 de dentado superior está unida, por el contrario, con el anillo 7 de cojinete exterior a través de la placa 2 de cojinete superior. Obsérvese en este lugar que los dos dentados 18, 22 presentan número z_1, z_2 de dientes ligeramente diferentes unos de otros, o sea $|z_1 - z_2| > 0$.

En el centro del cojinete 1, concéntricamente con el eje 4 de rotación, se encuentra una rueda 25 solar con un radio r_s , que está apoyada rotativamente en una o preferiblemente ambas placas 2, 3 de cojinete alrededor del eje 4 de rotación y que en su cara exterior está provista de un dentado 27 frontal, que discurre alrededor. En la cara 28 frontal de la rueda 26 solar o dentro de la misma se ha previsto un alojamiento 29 para un árbol de salida de un motor de accionamiento, por ejemplo, con una ranura para insertar un resorte. El cárter de un motor de accionamiento de ese tipo puede fijarse en la placa 2 de cojinete referida, en especial, también acoplarse dado el caso mediante un engranaje intercalado, en especial, un engranaje reductor. El dentado 27 de la rueda 26 solar se extiende básicamente por toda la altura paralela al eje del espacio hueco entre las dos placas 2, 3 de cojinete.

A consecuencia de la rueda 26 principal central, el espacio 30 hueco efectivamente restante entre las placas 2, 3 del cojinete y los dos dentados 18, 22 interiores tiene una configuración anular con una extensión radial $e = r_H - r_s$. En dicho espacio 30 hueco anular marchan varias ruedas 32 planetarias provistas cada una de un dentado 31 frontal, cuyo diámetro d es algo mayor que la extensión e radial del espacio 30 hueco anular, o sea, $d - e > 0$, de modo que todas las ruedas 32 planetarias engranan respectivamente tanto con la rueda 32 solar como también con los dos dentados 18, 22 interiores.

Las ruedas 32 planetarias se han configurado huecas continuamente entre sus dos caras frontales con un espesor w de pared comparativamente delgado, que es preferiblemente igual o menor que $\frac{1}{4}$ del diámetro d de las ruedas planetarias 31; $w \leq \frac{1}{4} \cdot d$, preferiblemente igual o menor que $\frac{1}{6}$ del diámetro d de las ruedas 31 planetaria; $w \leq \frac{d}{6}$, en especial, igual o menor que $\frac{1}{8}$ del diámetro d de las ruedas 31 planetarias; $w \leq \frac{d}{8}$. Por ello, las ruedas 32 planetarias son muy livianas, y en su interior se encuentran grandes espacios huecos para recibir un agente lubricante o bien grasa lubricante.

Además, las ruedas 32 planetarias se apoyan en voladizo, es decir, sin apoyos, entre las dos placas 2, 3 del cojinete. A este efecto, las caras interiores de las placas 2,3 del cojinete y/o las caras frontales de las ruedas 32 planetarias pueden estar provistas de un forro reductor de fricción, por ejemplo, de teflón o similar.

El modo operativo de la disposición es como sigue. Puesto que el cárter del motor de accionamiento está fijado a una de las caras 2 del cojinete, su eje de salida, por el contrario, en la rueda 26 solar, en caso de accionamiento rotativo de la rueda 26 solar por medio del motor de accionamiento, una torsión v relativa entre la rueda 26 solar y por lo menos un dentado 22 interior es diferente de 0; $v \neq 0$; o sea, no es posible una revolución común de rueda 26 solar, ruedas 32 planetarias y anillos 7, 8 portantes de los dentados 18, 22 interiores. Más bien las ruedas 32 planetarias se desplazan girando alrededor de su respectivo eje y ruedan como consecuencia de ello sobre los dos dentados 18, 22 interiores.

Puesto que los números z_1, z_2 de dientes de los dos dentados 18, 22 interiores se diferencian entre sí – aunque sólo sea ligeramente –, las ruedas 32 planetarias recorren un ángulo $\alpha = 360^\circ$ relativo en el caso de una vuelta completa relativa respecto de un dentado 18 interior, correspondiente a $\alpha = z_1 * 360^\circ / z_1$; al mismo tiempo, el ángulo β relativo respecto del otro dentado 22 interior es pues $\beta = z_1 * 360^\circ / z_2 \neq 360^\circ$ porque $z_1 \neq z_2$. O sea, corresponde de ello una torsión relativa mutua de los dos dentados 18, 22 interiores de $\alpha - \beta = z_1 * 360^\circ / z_1 - z_1 * 360^\circ / z_2 = 360^\circ * (1 - z_1 / z_2) = 360^\circ * (z_2 / z_2 - z_1 / z_2) = 360^\circ * (z_2 - z_1) / z_2$. Cuánto menor sea pues $\Delta z = z_2 - z_1$ en relación con z_1 o bien z_2 , tanto mayor será la reducción del engranaje compuesto de rueda 26 solar, ruedas 32 planetarias y dentados 18, 22 interiores y tanto menor podrá elegirse la potencia nominal del motor de accionamiento. En cualquier caso, para $\Delta z = z_2 - z_1$ hay un límite inferior, que resulta, por un lado, del número p de ruedas 32 planetarias y de su engrane común con la rueda solar y, por otro, con los dentados 18, 22 interiores mutuamente desplazados por zonas, a saber $\Delta z \geq p$, en especial, $\Delta z = k * p$, con $k = 1, 2, 3 \dots$. Siempre que se cumpla dicha condición, el desplazamiento de dientes progresivo entre los dentados 18, 22 interiores en el punto de engrane de las ruedas 32 planetarias afecta respectivamente justamente uno o varios dientes, y en los lugares de engrane se alinean los dientes situados allí de ambos dentados 18, 22 interiores.

En la figura 4 se ha representado otra forma de realización de un cojinete 1' según la invención, que al contrario del cojinete 1 está libre por el centro, o sea, que posibilita en el centro un paso de cables, etc., por ejemplo, el acceso de una persona en el caso de un cojinete para cárter de motor. Aún cuando la estructura básica sea la misma que en el cojinete 1, hay sin embargo una serie de características diferenciadoras.

Por un lado, el anillo 20' que soporta el dentado 22 superior no tiene, en este caso, una sección transversal trapezoidal, sino que está configurada sensiblemente en forma de disco o bien de disco anular e insertada entre la placa 2' superior y el anillo 7' exterior. Los tres elementos 2', 7', 20' presentan perforaciones alineadas mutuamente y se unen mutuamente de modo resistente a la torsión mediante tornillos, pernos o similares insertados dentro de las mismas. Esto es más sencillo y efectivo que el apretado, encolado o soldado del anillo 20 con la placa 2 en la forma 1 de realización del cojinete. La altura constructiva axial de los dos anillos 7', 8' del cojinete incluso es, en este caso, obviamente menor que la distancia entre las dos placas 2', 3' de asiento.

Una diferencia más respecto de la forma 1 de realización descrita anteriormente consiste en que la placa 3' de cojinete unida con el anillo 8' interior se ensancha radialmente hasta abajo o bien sobre el anillo 7' exterior de modo que la hendedura 6' entre los dos anillos 7', 8' de cojinete esté cubierta por el mismo. En la zona solapada con el anillo 7' exterior de la respectiva placa 3' de cojinete ensanchada correspondiente pueden disponerse una o varias empaquetaduras. A ese efecto, se han previsto en la forma 1' de realización según la figura 4 en la zona de solape exterior de la cara interior de la placa 3' de asiento referida una o varias ranuras 33, que discurren alrededor, para colocar un anillo de empaquetadura en cada una.

Las características descritas hasta aquí de la forma 1' de realización se puede utilizar básicamente también en la forma 1 de realización según las figuras 1 a 3.

La liberación central del cojinete 1' se provoca, por el contrario, por que allí se coloca, en vez de una rueda 26 solar más o menos maciza, un tubo 34, que atraviesa completamente el cojinete 1' entre sus dos placas 2', 3' de asiento y por lo menos está provisto de un dentado exterior a la altura del espacio 30 intermedio entre ambas placas 2', 3' de asiento.

Como muestra además la figura 4, dicho tubo 34 es claramente más largo que la extensión axial del cojinete 1', medida sobre sus placas 2', 3' de cojinete. En especial en la cara del accionamiento, o sea, arriba en la figura 4, el tubo 34 sobresale la placa 2' allí manifiestamente; por encima o bien por fuera de dicha placa 2' se ha introducido una rueda 35 dentada en el tubo 34 y se ha fijado de modo resistente a la torsión. Con dicha rueda 35 engrana un piñón 36 de un motor 37 de accionamiento, que se ha dispuesto incluso excéntricamente respecto del eje 4' de rotación y, por ello, no impide el paso de cables, etc. a través del tubo 34.

El cárter del motor 37 de accionamiento está anclado, especialmente atornillado, en una placa 38 de cojinete para el extremo del tubo 34 próximamente situado en el la figura 4 el extremo superior. Preferiblemente, dicha placa 38 de cojinete no descansa directamente en la placa 2' de cojinete referida, sino que está separada de ella por un anillo 39. En el espacio 40 hueco creado por ello entre placa 2' de cojinete, placa 38 de cojinete y anillo 39 separador, se encuentra tanto el sitio de la rueda 35 dentada como también el piñón 36, que engrana con ella del motor 37 de accionamiento. Entre la cara interior abovedada cilíndricamente hueca de una escotadura del centro de la placa 38

de cojinete anular y el tubo 34 se encuentra un rodamiento 41 de bolas, por un lado, así como una empaquetadura 42, por otro.

Una segunda placa 43 de cojinete se ha fijado en la placa 3' de cojinete situada enfrente, aunque allí preferiblemente sin anillo separador. También entre la cara interior abovedada en forma de cilindro hueco de una escotadura en el centro de la segunda placa 43 de cojinete asimismo anular y el tubo 34 hay tanto un rodamiento 44 como una empaquetadura 45.

En un acoplamiento indirecto del motor 37 de accionamiento de la figura 4, se obtiene una reducción adicional con diferentes diámetros de la rueda 35 dentada respecto del piñón 36, lo que permite el empleo de un motor 37 de accionamiento con rendimiento nominal aún más reducido.

Aunque la forma 1' de realización de la figura 4 se ha representado más compacta que la forma 1 de realización de la figura 11, podrían construirse ambas formas de realización básicamente también con las mismas dimensiones de la respectiva otra forma 1, 1' de realización.

En las figuras 5 y 6, se han reproducido más formas de realización de la invención. Se diferencian las dos de la forma de realización según las figuras 1 a 3 sobre todo en la configuración del apoyo de rodamientos.

Mientras que en la forma 1 de realización según las figuras 1 a 3 se ha previsto un apoyo de cuatro puntos de doble hilera, donde los elementos 5 rodantes ruedan entre pistas 9 de rodadura en superficies límite de la hendedura 6 aproximadamente cilíndricas (huecas), se ha previsto en la forma 1'' de realización según la figura 5 en el contorno que da a la hendedura 6 de un anillo de cojinete – en el caso representado del anillo 46 de cojinete interior – un tope 47 que discurre alrededor, cuyas sección transversal de su cara superior y de su cara inferior respectivamente se transforma mediante una bóveda transversal cóncava con radio de abovedamientos transversal, aproximadamente constante siempre y preferiblemente también diferenciable, en el subsiguiente curso cilíndrico (hueco) del anillo de cojinete referido, en este caso el anillo 46 de cojinete radialmente interior. El cuello hueco creado por ello sirve respectivamente de pista 48 de rodadura para cada una de las hileras de los elementos 49 rodantes esféricos, que total o principalmente sirven de transmisión de fuerzas axiales entre ambos anillos 46, 50 de cojinete y, a ese efecto, en el otro anillo 50 de cojinete respectivo encuentran asimismo una de las pistas 51 de rodadura, que presenta un radio de bóveda transversal comparativo y así se adapta con ello, como la primera pista 48 de rodadura, óptimamente a los elementos 49 rodantes que ruedan a lo largo. Cada uno de esos elementos 49 rodantes puede estar asociado respectivamente a uno o varios engrasadores 52, mediante los cuales es abastecida de agente engrasante la referida hilera 49 de cuerpos rodantes.

La transmisión de fuerzas radiales entre los anillos 46, 50 de cojinete la asume otra hilera más de cuerpos 53 rodantes, que se encuentra en dirección axial preferiblemente más o menos centralmente entre las otras dos hileras 49 de cuerpos rodantes. En este caso, se puede tratar, dado el caso, de rodillos 53 cilíndricos, que ruedan por un lado en la cara frontal libre del tope 47 circundante y, por otro, en la sección 54 cilíndrica (hueca) situada enfrente del otro anillo 46, 50 de cojinete, estando orientados sus ejes de rotación paralelamente al eje de rotación de la forma 1'' de realización de cojinete, o sea axialmente.

El otro anillo 50, 46 de cojinete respectivo envuelve el tope 47 del primer anillo 46, 50 de cojinete. Para que, sin embargo, sea posible un montaje, el anillo 50, 46 de cojinete sin tope 47 está subdividido en cada caso en dos anillos 55, 56, que quedan uno tras otro o bien superpuestos en dirección axial y que al ensamblarse pueden ser invertidos separadamente por dos caras sobre el anillo 46, 50 provisto del tope 47. Ambos anillos 55, 56 quedan en estado acabado de ensamblar de forma plana uno con de otro y presentan, en cada caso, perforaciones 57 de fijación mutuamente alineadas para meter a través tornillos de fijación, pernos (de anclaje) o similares.

La forma 1⁽³⁾ de realización se diferencia de la forma 1'' constructiva descrita últimamente sobre todo por que en el marco del cojinete axial, en lugar de cuerpos 53 rodantes esféricos, se utilizan rodillos 58, quedando respectivamente los ejes 59 de rotación en una hilera de rodillos dentro de un plano común y además se separan radialmente del eje de rotación del cojinete. Según ello, las pistas 60, 61 de rodadura asociadas, en este caso, se han configurado como discos anulares, planos.

Lista de signos de referencia

1	Cojinete	26	Rueda solar
2	Placa	27	Dentado frontal
3	Placa	28	Cara frontal
4	Eje de rotación	29	Alojamiento
5	Cuerpo rodante	30	Espacio hueco
6	Hendedura	31	Dentado frontal
7	Anillo de cojinete	32	Rueda planetaria
8	Anillo de cojinete	33	Ranura
9	Pista de rodadura	34	Tubo
101	Incisión	35	Rueda dentada

ES 2 600 383 T3

5	11	Cara superior	36	Piñón
	12	Cara inferior	37	Motor de accionamiento
	13	Perforación	38	Placa de cojinete
	14	Perforación	39	Anillo separador
	15	Perforación	40	Espacio hueco
10	16	Perforación	41	Rodamiento
	17	Plano	42	Empaquetadura
	18	Dentado interior	43	Placa de cojinete
	19	Superficie cónica	44	Rodamiento
	20	Pieza anular	45	Empaquetadura
15	21	Cara exterior radial	46	Anillo de cojinete
	22	Dentado interior	47	Tope
	23	Cara superior	48	Pista de rodadura
	24	Tope	49	Cuerpo rodante
	25	Garganta	50	Anillo de cojinete
20	51	Pista de rodadura		
	52	Engrasador		
	53	Cuerpo rodante		
	54	Sección		
	55	Anillo		
25	56	Anillo		
	57	Perforación de fijación		
	58	Rodillo		
	59	Eje de rotación		
	60	Pista de rodadura		
	61	Pista de rodadura		

REIVINDICACIONES

1. Cojinete (1; 1'; 1"; 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor de una instalación de energía eólica con dos anillos (7, 8; 7', 8') montados de forma mutuamente adyacente y capaces de rotar antagónicamente uno respecto de otro, para conectar, por un lado, al buje de la instalación de energía eólica y, por otro, a una pala de la misma, o para conectar a la torre de la instalación de energía eólica, por un lado, y a la góndola de la misma, por otro, donde los dos anillos (7, 8; 7', 8') capaces de rotar antagónicamente uno respecto de otro están provistos cada uno de un disco (2, 3; 2' 3') o están acoplados al mismo, y están provistos respectivamente de un dentado (18, 22; 18', 22') interior por todo el contorno o están acoplados de modo resistente al giro, con objeto de engranar conjuntamente los dentados mediante una o varias ruedas (32; 32') planetarias dentadas, que giran alrededor de una rueda (26, 34) solar central, las cuales a su vez engranan con la rueda (26, 34) solar dentada y están apoyadas en voladizo entre los dos anillos (2, 3; 2', 3'), es decir, sin soporte.
2. Cojinete (1; 1'; 1"; 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor según la reivindicación 1, **caracterizado por que** cada uno de los dos anillos (7, 8; 7', 8') está provisto respectivamente de un disco (2, 3; 2', 3') circular o está acoplado al mismo.
3. Cojinete (1; 1'; 1"; 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor según la reivindicación 2, **caracterizado por que** los dos discos (2, 3; 2', 3') están fijados en las caras frontales planas, situadas mutuamente enfrentadas, de un anillo (7, 8; 7', 8').
4. Cojinete (1, 1', 1", 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** los dos discos (2, 3; 2', 3') se han dispuesto paralelamente entre sí con una separación, que corresponde aproximadamente a la altura del anillo (8; 8', 46) interior o ligeramente mayor que la misma.
5. Cojinete (1, 1', 1", 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor, según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por que** los discos (2, 3; 2', 3') presentan un forro reductor de la fricción por su cara interior.
6. Cojinete (1, 1', 1", 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor, según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las ruedas (32; 32') planetarias se han configurado huecas y presentan una conformación aproximadamente de superficie lateral cilíndrica.
7. Cojinete (1, 1', 1", 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** por lo menos un disco (2, 3; 2', 3') presenta un escotadura central para conectar y/o apoyar la rueda (26; 34) solar.
8. Cojinete (1, 1', 1", 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la rueda (26; 34) solar presenta la configuración de un manguito hueco.
9. Cojinete (1, 1', 1", 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor, según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la rueda (26; 34) solar presenta una conexión (29) para el árbol de motor de un motor de accionamiento concéntrico con el eje (4; 4') de rotación de un cojinete (1; 1').
10. Cojinete (1, 1', 1", 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la rueda (26; 34) solar presenta un dentado (35) para el ataque engranado con un piñón (36) de accionamiento o de un sinfín de accionamiento, en especial, del lado lejano del espacio (30) hueco entre los dos discos (2, 3; 2', 3').
11. Cojinete (1, 1', 1", 1⁽³⁾) para palas o cárter de motor según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** los dos dentados (18, 22; 18', 22') interiores dispuestos por el contorno presentan diferente número de dientes.

Fig.1

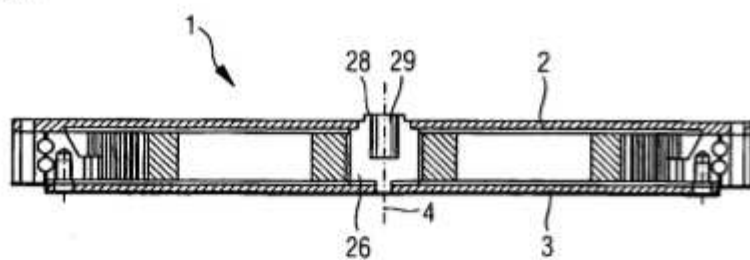


Fig.2

