

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 352**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

F16C 19/18 (2006.01)

F16C 19/38 (2006.01)

F16C 19/50 (2006.01)

F16C 33/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2013 E 13004540 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2708739**

54 Título: **Cojinete de pala para el apoyo giratorio de una pala de rotor en el núcleo de rodete de una planta eólica y planta eólica equipada con ello**

30 Prioridad:

17.09.2012 DE 102012018258

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2017

73 Titular/es:

IMO HOLDING GMBH (100.0%)

Imostrasse 1

91350 Gremsdorf, DE

72 Inventor/es:

RUSS, ERICH;

FRANK, HUBERTUS y

DIETZ, VOLKER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 611 352 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 de pala para el apoyo giratorio de una pala de rotor en el núcleo de rodete de una planta eólica y planta eólica equipada con ello

5

La invención se refiere, por una parte, a un cojinete de pala para el apoyo giratorio de una pala de rotor en el núcleo de rodete de una planta eólica con un dispositivo para ajustar el ángulo de ataque de la pala de rotor, comprendiendo dos elementos de unión rotacionalmente simétricos cada uno con una superficie plana de unión para la unión a prueba de torque a dos elementos diferentes de máquina o planta o a un elemento de máquina o planta, por un lado, y un chasis o fundamento, por el otro, en donde los dos elementos de unión rotacionalmente simétricos están alineados de tal manera que sus ejes de simetría corren coaxialmente entre sí y sus superficies de unión son opuestas entre sí, en donde además entre ambos elementos de unión se encuentra una hendidura en la que está dispuesto al menos un montaje con cojinete como cojinete principal para el apoyo de ambos elementos de unión uno sobre otro, giratorios en torno a un eje de rotación del cojinete principal, el cual corresponde al eje de simetría común de ambos elementos de unión, y en donde al menos una superficie lateral de un elemento de unión está provisto de un dentado circunferencial completo; y por otra parte, a una planta eólica con una rueda eólica que rota preferentemente en torno a un eje que pasa aproximadamente en dirección del viento, cuyo rotor está acoplado a una pala de rotor mediante un cojinete de pala semejante, con uno, dos o más motores acoplados a las uniones giratorias adicionales, en donde el cojinete de pala presenta dos elementos de unión rotacionalmente simétricos, preferentemente con forma anular, con respectivamente al menos una superficie plana de unión para el acoplamiento a prueba de torque al núcleo de rodete del rotor de la planta eólica, por una parte, y a una pala de rotor, por otra.

Hasta ahora, según el estado de la técnica conocido y en especial en los mercados internacionales, se han impuesto plantas de energía eólica o plantas eólicas (WKA) con una rueda eólica, que está alojada de manera rotatoria en torno a un eje de rotor más o menos horizontal que se puede regular en un plano horizontal y de este modo puede ser alineada en la dirección del viento correspondiente de tal modo que siempre corre casi paralelamente a él. Esta rueda eólica porta en su núcleo de rodete varias palas de rotor extendidas a lo largo, cuyo eje longitudinal sobresale desde el eje del rotor casi de forma radial. Los componentes centrales de dichas plantas eólicas son además una torre y una góndola rotatoria en su extremo superior; en la góndola está alojado el núcleo de rodete de la rueda eólica con las palas de rotor.

30

Dichas plantas eólicas sirven al principio técnico de transferir primero la energía de la corriente de aire provocada por el viento en la energía mecánica de rotación de la rueda eólica rotatoria y luego, por lo general, transformarla en la forma eléctrica de energía. La mayoría de las veces, para esto último se emplean generadores, los cuales están dispuestos directamente en el árbol del núcleo de rodete giratorio o impulsan un generador mediante un engranaje principal.

35

Para provocar con ello un rendimiento óptimo en la absorción de energía, en cada caso también con diferentes condiciones de viento, las palas de rotor en el núcleo de rodete están alojadas de manera giratoria, en particular giratoria en torno a su eje longitudinal, y de este modo pueden, según las necesidades, ser rotadas en el viento o fuera del viento, por lo cual se varía la superficie de soplado. Tales plantas eólicas modernas son también regulables con respecto al seguimiento de la dirección del viento y del ángulo de ataque, llamado también *pitch* en los círculos especializados. En varias palas de rotor éstas se encuentran dispuestas desplazadas un ángulo aproximadamente igual en torno al eje de rotación. Debido a la gran altura de las plantas eólicas modernas, cada pala de rotor experimenta por lo general diferentes condiciones de viento; esto se refiere, en particular, a las velocidades de viento, ya que éstas pueden variar en parte sensiblemente según la altura actual de la pala de rotor correspondiente con respecto al suelo. Para poder abordar de manera óptima estas diversas condiciones de viento, en las plantas eólicas modernas se prefiere casi siempre un ajuste individual de pala, es decir, el ángulo de ataque se puede ajustar para cada pala de rotor independientemente del ángulo de ataque de las otras palas de rotor.

45

En el documento DE 20 2005 007 450 U1 se propone un adaptador para fijar palas de rotor a una planta eólica en un núcleo de rodete de rotor. Este adaptador tiene una figura casi con forma de superficie lateral de cilindro, cuyos ambos lados frontales sirven como superficies de unión para unirse al núcleo de rodete, por una parte, y al extremo posterior de la pala de rotor correspondiente, por otro. En la zona de una cara frontal preferentemente dirigida al núcleo de rodete se puede atornillar un anillo de un cojinete de momentos, en el cual un segundo anillo está alojado de manera giratoria mediante dos filas de esferas circunferenciales completas en torno a él. Aquel segundo anillo está dentado en su lado interior, y con ese dentado engrana un piñón de un motor de accionamiento, cuya carcasa está fijada a un collar del adaptador que sobresale hacia adentro. El motor de accionamiento mismo se encuentra – como también elementos de un circuito de conmutación que lo controla – dentro del adaptador. Mediante estas diversas piezas el adaptador adquiere una gran altura constructiva que corresponde aproximadamente a su radio o es incluso mayor que aquel.

50

Este adaptador ya conocido trae consigo una serie de desventajas: por una parte, su gran tamaño constructivo acorta la superficie de soplado aerodinámicamente útil de la pala de rotor; por otra parte, el motor gira junto con el adaptador, es decir, no está montado de forma fija en el núcleo de rodete, sino en el adaptador mismo. Con ello, el piñón se apoya durante el accionamiento de giro en el dentado circunferencial completo del anillo adaptador unido al núcleo de rodete del rotor y empuja así a la carcasa del motor o engranaje en la dirección correspondiente, y este movimiento es comunicado finalmente por la carcasa correspondiente al adaptador mismo mediante su anclaje, y mediante él se transmite por último a

65

la pala de rotor correspondiente. Sin embargo, dado que el anclaje de la carcasa del motor o engranaje se encuentra alejada del piñón en dirección axial del eje de la pala, las torsiones del eje del piñón están entonces preprogramadas, por lo que se ve afectada la calidad del engrane del sistema dentado entre el piñón y el dentado que contornea a lo largo del anillo, lo cual se traduce no solo en un desgaste elevado, sino que también trae consigo un juego elevado del sistema dentado y que por ello puede dar lugar a inestabilidades técnicas de regulación. Del documento EP 1 596 064 se conoce un grupo constructivo de cojinete de pala según el concepto general de la reivindicación 1. De las desventajas del estado de la técnica descrito resulta el problema que da inicio a la invención, de conformar un cojinete de pala para el acoplamiento rotatorio entre el núcleo de rodete de la rueda eólica de una planta eólica y una pala de rotor de tal manera que el dispositivo para ajustar el ángulo de ataque de la pala de rotor está lo más posible libre de desgaste y de juego y, según la posibilidad, la distancia del extremo de la pala al núcleo de rodete se puede mantener lo más pequeña posible, y por consiguiente se puede utilizar una superficie de soplado máxima de la pala del rotor.

La solución de este problema se logra mediante un grupo constructivo de pala según la reivindicación 1.

Esta disposición integrada de conjunto brinda básicamente la posibilidad de la libertad central y requiere solamente un elemento de máquina pequeño y con forma anular, en forma del elemento dentado de unión, en el cual todas las ruedas de engranaje introducen su par. En ese sentido, todo el grupo constructivo de palas puede estar concebido como un sistema cerrado. Dado que las ruedas de engranaje presentan en general un diámetro sensiblemente menor que el dentado del elemento de unión dentado y, por lo tanto, claramente muchos menos dientes, con la suma del par también se logra al mismo tiempo una reducción del número de revoluciones y una transmisión del par, de modo que de una cantidad mayor de revoluciones por unidad de tiempo de un motor de accionamiento de giro resulta un movimiento giratorio más lento de la pala de rotor en torno a su eje longitudinal. Por lo tanto, se puede trabajar con un intervalo de revoluciones sensiblemente más favorable para motores eléctricos y, al mismo tiempo, se pueden emplear motores con un momento nominal comparativamente pequeño. Para la relación del número de revoluciones n_M / n_B y la relación del par D_M / D_B entre accionamiento de giro y pala de rotor, para el mismo módulo de los dentados involucrados, es importante sobre todo la relación entre la cantidad de dientes z_A del dentado en el elemento de unión dentado, por una parte, y el número de dientes z_G de la rueda de engranaje dentada, por otra; además, para el par, también el número n de las ruedas de engranaje dentadas:

$$\frac{n_M}{n_B} = \frac{z_A}{z_G}$$

$$\frac{D_M}{D_B} = \frac{z_G}{n \cdot z_A}$$

De allí que con un dimensionamiento adecuado de estos parámetros z_A , z_G es despreciable la intercalación de pasos de engranaje.

Con relación a esto, se debería señalar que por el apoyo directo de las ruedas de engranaje en el elemento de unión no dentado —en el cual, por una parte, también el elemento de unión dentado es conducido por el apoyo principal— se garantiza una alineación precisa de estos elementos dentados, por lo que resulta una facilidad de mantenimiento o incluso la ausencia de mantenimiento de estos elementos de control. Mediante el encapsulamiento amplio de las ruedas de engranaje se protege a estos de partículas (de polvo) que penetren y así apenas pueden ser dañados también en condiciones rigurosas de operación. Por último, el encapsulamiento amplio de las ruedas de engranaje también permite un engrase óptimo de ellas, en donde la grasa se mantiene de manera duradera en el lugar y la posición, mediante las secciones de engranaje correspondientes de la carcasa.

La invención permite la utilización de varias unidades de accionamiento de giro para controlar el flujo de energía entre la pala de rotor y el núcleo de rodete del rotor, los cuales se disponen de manera preferentemente uniforme o al menos de manera simétrica con respecto al eje principal de rotación, de modo que de ello no se puede producir un desequilibrio inmanente del sistema. Mediante varias de las mencionadas unidades de accionamiento de giro puede estar prevista además una cierta redundancia y además se puede repartir la energía de control necesaria entre varias unidades de accionamiento que de este modo pueden ser construidas en su caso de manera notablemente más sencilla y, por lo tanto, son claramente más económicas. No en último lugar es posible de este modo un engrane más complejo en el sistema: por ejemplo, se pueden fijar dos accionamientos de giro a un valor nominal con una separación mínima entre sí, de forma que trabajen antagónicamente tras alcanzar un valor nominal medio; así, mediante los respectivos engranes dentados se pueden introducir fuerzas diferentes o incluso opuestas entre sí en la pala de rotor correspondiente, de manera que se forma un atirantado, por lo que la pala de rotor se sujeta completamente sin juego.

Otra ventaja es la elevada facilidad de montaje y desmontaje de la invención, ya que solo se necesita una unidad constructiva de cojinete de pala esencialmente cerrada, que contiene todos los elementos transmisores de fuerzas, preferentemente con una realización por separado de los motores hidráulicos, de accionamiento o eléctricos que se pueden adosar o abridar posteriormente.

Visto en su conjunto, en la invención se trata por lo tanto no de una interconexión de componentes individuales y combinaciones, como se ha descrito en el estado de la técnica, sino de un grupo constructivo plano con forma de cilindro o anillo, en particular como disposición de conjunto listo para ser montado, a la que se pueden unir directamente el núcleo de rodete, una pala de rotor y uno o varios accionamientos de giro para ajustar el ángulo de ataque.

5 La presente invención crea un grupo constructivo universal como componente de una planta eólica en forma de una disposición de conjunto lista para ser montada, para transmitir energía proveniente de fuerzas mecánicas y momentos de una pala de rotor al núcleo de rodete, en donde la cantidad de energía recibida por el aire que fluye puede ser influenciada por las unidades de accionamiento de giro acopladas a las conexiones de control. Para este fin, el grupo constructivo de cojinete de pala según la invención dispone de al menos un primer anillo de cojinete principal, en particular como anillo interior o exterior de una corona giratoria de varias filas o cojinete de momentos, y de al menos un segundo anillo de cojinete principal, en particular como anillo interior o exterior de una corona giratoria preferentemente de varias filas o cojinete de momentos; por otra parte, el grupo constructivo dispone además de al menos un camino de rodadura con cuerpos rodantes, en donde el camino de rodadura, en su caso al menos una, aloja de manera giratoria los anillos de cojinete principal uno contra otro. Es característico que esté dentado uno de los elementos de máquina existentes para la transferencia de la energía proveniente de fuerzas mecánicas y momentos del lado de la pala hacia el lado del núcleo de rodete, o sea, uno de los dos anillos de cojinete principal y, al mismo tiempo, porte al menos uno de los caminos de rodadura mencionados.

20 En ese sentido es ventajoso también que el grupo constructivo de cojinete de pala según la invención posee libertad central, es decir, presenta una abertura central en torno al eje de cojinete principal que puede estar cerrada de manera naturalmente opcional mediante placas cobertoras o mediante alguna otra carcasa, pero que en caso de ser necesario posibilita también un acceso sencillo, por ejemplo, a la pala de rotor de una planta eólica. Asimismo, en este centro se pueden colocar cables de señal de sensores u otros cables. En realizaciones grandes de un engranaje según la invención incluso se puede pasar por la pala de rotor a través de la realización central, de modo que un técnico de servicio puede acceder a las palas de rotor desde el lado del soporte de máquina a través del núcleo de rodete y, por lo tanto, puede llegar a todas las partes esenciales de una planta eólica.

30 Mediante una disposición de todas las unidades funcionales importantes en una posición axial conjunta se puede mantener muy pequeña la altura L del grupo constructivo según la invención, esto es, su extensión axial entre sus dos superficies de unión, en particular, menos que la extensión radial de la sección transversal del anillo de su perímetro exterior hasta la abertura interior en su centro, eventualmente con las cubiertas protectoras retiradas.

35 Mediante esta pequeña altura constructiva L las palas de rotor pueden acercarse mucho al núcleo de rodete y por eso, para un diámetro dado de la rueda eólica, está disponible una superficie máxima de soplado por pala de rotor para la transformación de energía eólica en energía mecánica.

40 Al estar fijado uno de los elementos de unión o anillos de cojinete principal en el núcleo de rodete de la rueda eólica de una planta eólica, y el otro, en el extremo posterior de la pala de rotor correspondiente, este apoyo giratorio principal sostiene entonces toda la pala de rotor y así deriva por ejemplo su peso al núcleo de rodete, y de allí a la torre; lo mismo sucede con la fuerza de presión del viento. Por cierto, el par motor causado por el viento se introduce también en el núcleo de rodete, pero desde éste al árbol del rotor, y finalmente se transmite a uno o varios generadores eléctricos y allí se convierte en corriente.

45 Por medio del dentado de engranaje según la invención se puede controlar el flujo de energía de la pala de rotor al núcleo de rodete del rotor, de forma similar a como en un transistor se puede controlar con la base el flujo de corriente del colector al emisor. Por ello, la energía a suministrar a las conexiones giratorias de control es normalmente mucho menor que la energía que fluye hacia el núcleo de rodete y aprovechable allí. Al mismo tiempo se efectúa una reducción de la cantidad de revoluciones desde el accionamiento a alta velocidad hasta la pala de rotor que gira lentamente y, con ello, se realiza una adaptación óptima al accionamiento de giro utilizado.

50 El cojinete de pala según la invención está encerrado —eventualmente a excepción de una abertura central en torno a su eje principal o central— con preferencia en al menos un lado. Allí, los elementos de unión están realizados según el tipo de un anillo interior y exterior de una corona giratoria preferentemente de varias filas, las cuales presentan en su caso al menos un camino de rodadura para cuerpos rodantes, de modo que los elementos de unión están colocados de forma giratoria entre sí, con la realización de una hendidura de cojinete.

60 En lo sucesivo se parte de la definición de que un denominado "piñón" es la rueda menor en movimiento de un "conjunto de pares diente-hueco para diente". En particular, en el sentido de la invención se propone emplear en cada caso piñones de estructura notoriamente más pequeña, en lugar de ruedas frontales; por ello, en el presente caso, en lugar del término "rueda dentada de engranaje" se puede emplear también el término más breve "piñón", ya que su diámetro es menor que el dentado del elemento de unión dentado.

65 Dado que en torno al eje de rotación principal en el elemento de unión no dentado están previstas preferentemente varias ruedas dentadas de engranaje colocadas de forma giratoria, que presentan todas ellas preferentemente el diámetro y, por

lo tanto, también la misma cantidad de dientes z_G , y por consiguiente los tienen desde el eje central a aproximadamente la misma distancia, se puede introducir la energía de control de modo simétrico, es decir, al acoplar grupos constructivos iguales como unidades de accionamiento de giro respectivas, éstas contribuyen con potencias respectivamente iguales, y la potencia total de control P_S se alimenta simétricamente de todos estos grupos constructivos en su caso con la misma potencia de accionamiento P_A :

$$P_A = P_S / n$$

De modo que, despreciando las pérdidas por rozamiento, resulta:

$$P_S = n * P_A$$

Es notable también un elemento de engranaje que sirve como carcasa de piñón: un piñón, en particular cada uno de los piñones presentes por separado, puede estar encerrado parcialmente en cada caso por una carcasa de piñón separada, pero está cerrado al menos radialmente desde el eje de rotación principal, de modo que el piñón respectivo está protegido contra el engrane físico del centro radial de la disposición de conjunto con forma de cilindro o anillo. En particular, la eficacia de protección debe ser tal que la carcasa de piñón solo sucumba esencialmente al engrane con el elemento de engrane respectivo. La carcasa de piñón puede estar realizada como una sola pieza o varias de ellas, en particular se puede concebir una realización como anillo de carcasa concéntrico en torno al eje central. Éste puede estar integrado con el elemento no dentado de unión o puede estar unido a él, por ejemplo de forma atornillable y desatornillable, o bien de manera abridable. Por supuesto, esta sección anular que funciona como carcasa de piñón también puede estar realizada como una prolongación coaxial propiamente dicha del elemento de unión correspondiente, en particular también como una única pieza de fundición.

Para alojar la rueda dentada de engranaje o los piñones pueden estar previstos escotaduras y/o agujeros, es decir, exactamente allí donde se debe insertar en forma pasante un piñón durante el montaje o desmontaje.

Así, la cubierta protectora del lado del accionamiento no está unida físicamente a la carcasa de piñón, sino que está unida preferentemente a prueba de torque al elemento de unión dentado. Por eso, dentro de la carcasa envolvente de tal manera, queda una hendidura, pero no con el lado de montaje correspondiente con elemento de unión giratorio o carcasa de piñón, el cual asegura una girabilidad de marcha suave entre estos elementos.

Preferentemente, el dentado en la superficie lateral del anillo interior, que se encuentra en el interior en sentido radial, está dispuesto de tal manera que las ruedas dentadas de engranaje se encuentran radialmente dentro del anillo interior y el cojinete de pala según la invención requiere solo un espacio mínimo. Por lo demás, esta forma constructiva más pequeña también está acompañada normalmente de un peso menor, lo que no es de poca importancia precisamente en la rueda eólica de una planta eólica.

En término "corona giratoria" empleado en lo sucesivo se refiere a un cojinete de momentos de la construcción de máquinas y plantas que puede absorber solicitaciones axiales, radiales y por momento de cabeceo.

El elemento de unión no dentado está acondicionado de esa manera según el tipo de un anillo exterior no dentado de una corona giratoria y puede estar ensamblado a partir de varias piezas, en la medida en que esto sea necesario o ventajoso, por ejemplo, por razones técnicas de montaje.

Entre estos dos elementos de unión se encuentra una hendidura, para cuya obturación puede existir un sistema de obturación, preferentemente en forma de un sistema de obturación con forma anular, que comprende por ejemplo al menos un anillo de obturación circundante con al menos una falda de obturación, o bien que comprende también un sistema de dos o más anillos de obturación dispuestos en dirección de la hendidura uno detrás de otro. Una obturación completa de todo el cojinete de pala permite llenarlo parcial o completamente con un lubricante, preferentemente grasa lubricante, para optimizar sus cualidades de rodadura. En particular en plantas eólicas erigidas en regiones alejadas, como por ejemplo en zonas alejadas de la costa, el acceso para efectuar el mantenimiento es a menudo sumamente difícil, por lo que una lubricación duradera es de gran interés.

Preferentemente, la pieza de carcasa está realizada como componente dinámicamente resistente del anillo principal no dentado de cojinete del cojinete principal del grupo constructivo de cojinete de pala según la invención, en cuyo camino de rodadura ruedan los cuerpos rodantes, como por ejemplo cuerpos rodantes con forma de rodillo, esfera, cilindro, barril o cono. Se prefiere la forma de un cojinete de rodillos de tres filas. La pieza de carcasa mencionada puede ser un componente integral del anillo no dentado del cojinete principal del grupo constructivo de cojinete de pala según la invención; podría estar fabricado de una pieza con aquél o estar acoplado o al menos ser acoplable por unión positiva o no positiva o por unión positiva y no positiva con el anillo correspondiente del cojinete principal, por ejemplo podría estar realizado juntamente con el anillo no dentado de este cojinete principal como una pieza única y unible con tornillos.

El elemento de unión dentado puede estar construido de una sola pieza, con lo cual, por una parte, se simplifica el montaje y, por otra, el elemento de unión correspondiente logra una estabilidad máxima.

Por otra parte, también existe la posibilidad de ensamblar el elemento de unión dentado a partir de varios anillos.

5 Preferentemente, en una superficie lateral del elemento de unión dentado ubicada frente al dentado está dispuesta al menos un camino de rodadura para una fila de cuerpos rodantes del apoyo principal. Una distribución de camino de rodadura, por un lado, y dentado, por otro, sobre dos superficies laterales trae como consecuencia que con una altura constructiva de engranaje mínima es posible un engrane dentado máximo y al mismo tiempo también un apoyo principal eventualmente de varias filas. Preferentemente, al menos un camino de rodadura del elemento dentado de unión está fabricado junto con su dentado preferentemente por mecanizado con desprendimiento de viruta u otra conformación de un cuerpo de base único y común.

15 La invención se destaca además por al menos una fila de elementos de fijación dispuestos y distribuidos en forma de corona en el elemento de unión dentado, en particular perforaciones para agujeros ciegos con rosca interna que desembocan en su superficie de unión, la cual preferentemente está dispuesta en sentido radial entre el dentado y al menos un camino de rodadura para una fila de cuerpos rodantes del apoyo principal. De este modo es posible anclar el elemento de unión correspondiente por medio de tornillos (de máquina) atornillables en estos elementos de fijación o pernos (espárragos) en una parte de la máquina o instalación, o en un chasis o fundamento. También estos agujeros de fijación del elemento de unión dentado, como también su dentado, pueden ser fabricados por mecanización u otra conformación de un cuerpo de base único y común.

20 Al estar formados el dentado y/o al menos un camino de rodadura para la(s) fila(s) de cuerpos rodantes del apoyo principal y/o una fila de elementos de fijación dispuestos en forma de corona, en particular orificios para agujeros ciegos con rosca interior, por mecanización o conformación del mismo cuerpo de base de elemento de unión, estos elementos de máquina pueden ser incorporados en una fijación única común del cuerpo de base, con lo cual se puede alcanzar una precisión máxima.

30 La invención se puede perfeccionar mucho en el sentido que en una superficie lateral del elemento de unión dentado ubicada frente al dentado está previsto un collar circunferencial completo en el que están dispuestos uno o varios caminos de rodadura para los cuerpos rodantes del apoyo principal. Un collar semejante presenta una superficie lateral cilíndrica que apunta en sentido radial, así como dos superficies anulares planas que apuntan en diferentes sentidos radiales en cada caso, que, como cara superior y cara inferior del collar, pueden absorber fuerzas de compresión en diferentes sentidos axiales. En su conjunto, con ello se pueden absorber las fuerzas radiales y axiales, y los momentos de cabeceo más diversos.

35 En el marco de una forma diferente de realización de la invención, está prevista en el elemento de unión dentado una escotadura abierta en una cara frontal y circunferencial completa para alojar el elemento de unión no dentado, el cual presenta preferentemente una sección transversal en forma de "T".

40 En la última forma de realización, el elemento de unión no dentado debería presentar una sección transversal en forma de "T".

En tanto la sección transversal del elemento de unión no dentado sea menor que la sección transversal de la escotadura en el elemento de unión dentado, se asegura que los dos elementos de unión puedan girar suavemente entre sí.

45 Preferentemente al menos una sección del elemento de unión no dentado, que presenta los caminos de rodadura, es encerrada por el elemento de unión dentado en tres caras, en particular en una de sus caras frontales y en dos superficies laterales.

50 Por otra parte, también puede estar previsto que la sección del elemento de unión dentado, que presenta el dentado, sea encerrada por el elemento de unión no dentado en tres caras, en particular en una de sus caras frontales y en dos superficies laterales.

55 El apoyo principal puede presentar varias filas de cuerpos rodantes, por ejemplo para aumentar la fuerza portante y/o para prever cuerpos rodantes en su caso propios, especialmente adaptados para casos especiales de carga.

Así, la invención recomienda que el apoyo principal presente al menos un cojinete axial con al menos una fila de cuerpos rodantes, cuyo ángulo de contacto es igual o mayor que 45°. Debido a su gran ángulo de contacto tales cuerpos rodantes están dispuestos de manera óptima para transmitir fuerzas axiales y para absorber momentos de cabeceo.

60 Además, se encuentra en el marco de la invención que el apoyo principal comprende un cojinete radial con al menos una fila de cuerpos rodantes, cuyo ángulo de contacto es menor que 45°. También estos cuerpos rodantes están optimizados para esfuerzos especiales, a saber, para esfuerzos casi radiales.

65 En una realización preferida de la invención, el apoyo principal comprende al menos una fila de cuerpos rodantes extendidos a lo largo como cuerpos rodantes con forma de rodillo, barril, aguja o cono. Por lo general, tales cuerpos

rodantes tienen una mayor fuerza portante que los cuerpos rodantes con forma de esfera con un tamaño comparable.

5 Ha dado resultados especialmente buenos una disposición en donde los cuerpos rodantes para transmitir fuerzas axiales están realizados como rodillos cónicos, en particular, de tal manera que la superficie frontal de los rodillos dirigida al eje de rotación principal del apoyo de pala presenta un diámetro menor que la superficie frontal de los rodillos opuesta al eje de rotación principal. Por consiguiente, el collar circunferencial completo, a lo largo del cual pasan estos rodillos cónicos, tampoco presentará una sección transversal cuadrada, sino una sección trapezoidal.

10 Por otra parte, para los cuerpos rodantes con forma de rodillos cónicos para la transmisión axial de fuerzas para la transmisión de fuerzas radiales se prefieren rodillos cilíndricos o eventualmente cuerpos rodantes esféricos.

Sin embargo, el apoyo principal puede comprender también una fila de cuerpos rodantes esféricos, preferentemente al menos dos filas de cuerpos rodantes esféricos, en particular, cuatro o más filas de cuerpos rodantes esféricos.

15 Allí ha dado buenos resultados que estén previstos al menos cuatro filas de cuerpos rodantes esféricos en cada caso con un ángulo de contacto igual o mayor que 45°, en donde dentro de un plano de sección transversal a la dirección de la periferia del grupo constructivo cojinete de pala las líneas de unión entre los cuatro centros de la esfera forman un cuadrilátero rectangular, en particular, un rectángulo o un cuadrado.

20 Una conformación ventajosa de la invención consiste en que el elemento de unión dentado es encerrado por el elemento de unión no dentado en una de sus caras frontales y en al menos dos superficies laterales. Así, es posible aprovechar dos superficies laterales del elemento de unión dentado para intercambiar fuerzas y/o momentos de rotación entre ambos elementos de unión; al mismo tiempo, la cara frontal no encerrada del elemento de unión dentado permanece sin intercambio de fuerzas y/o momentos de rotación con una pieza de máquina o planta unida a él.

25 Otra optimización más se produce en el grupo constructivo cojinete de pala según la invención mediante elementos de unión dispuestos de manera distribuida en forma de corona en el elemento de unión no dentado, por ejemplo, orificios que desembocan su superficie de unión, en particular, perforaciones para agujeros ciegos con rosca interior, los cuales están dispuestos preferentemente en una sección opuesta al dentado del elemento de unión dentado. Así se ha creado una posibilidad de unión sencilla y, al mismo tiempo, también extremadamente resistente. Una alternativa para las perforaciones dentadas para agujeros ciegos son perforaciones pasantes no dentadas.

30 Se obtienen otras ventajas conformando el o los caminos de rodadura para al menos una fila de cuerpos rodantes del apoyo principal y/o los elementos de fijación, por ejemplo perforaciones para agujeros ciegos con rosca interior, por mecanizado o conformación de un cuerpo (parcial) conjunto del elemento de unión no dentado. Por un lado, esta medida da como resultado un máximo de precisión; por otro lado, de este modo se pueden mantener los caminos de rodadura libres de cualquier punto de impacto a lo largo de toda su periferia, por lo que se puede lograr un período de operación mayor.

35 Otra especificación constructiva indica que el elemento de unión no dentado en su zona de sección transversal opuesta al dentado presenta sección de camino de rodadura casi con forma de delantal o transversalmente casi con forma de "L" o incluso con forma de "C" o con forma de "T" con al menos un camino de rodadura con preferencia incorporada directamente para una fila de cuerpos rodantes del apoyo principal. Su forma de sección transversal depende sobre todo de la cantidad y tipo de las filas de cuerpos rodantes utilizados. Por ejemplo, para un cojinete con apoyo sobre cuatro puntos de una o varias filas basta con una figura con forma de delantal, mientras que para un apoyo de rodillos —fuertemente resistente— con una fila radial y dos filas axiales sería preferible una sección transversal con forma de "C", o incluso una sección transversal simétrica con forma de "T", en la que se pueden disponer otros caminos de rodadura para filas adicionales de cuerpos rodantes.

40 De acuerdo con la invención, la sección transversal del elemento de unión no dentado puede presentar, en particular en su zona de sección transversal dirigida al dentado, al menos una sección de unión con forma de disco anular circular, la cual encierra la cara frontal del elemento de unión dentado. A ella incumbe, sobre todo, unir de manera estable y segura en cuanto a la rotación la sección de engranaje del elemento de unión no dentado que aloja las ruedas dentadas de engranaje con su sección de camino de rodadura más allá del elemento de unión dentado.

45 La invención prefiere una forma de realización en el sentido que el elemento de unión no dentado presenta en su zona de sección transversal dirigida al dentado una sección de engranaje casi en forma de delantal o transversalmente casi con forma de "L", la cual se une a la sección con forma de disco anular circular y encierra o aloja las ruedas de engranaje. En primer lugar, las ruedas dentadas de engranaje deberían estar dispuestas en escotaduras de la pieza de unión; una sección de engranaje con forma de delantal envolvería las ruedas de engranaje en su superficie lateral dirigida al eje de rotación principal y así la protegería más bien contra engranes desde esta dirección, lo que es entonces especialmente importante cuando el cojinete de pala no está completamente cerrado por placas cobertoras, sino que es libre en el centro. Para el caso de una sección transversal con forma de "L", el cojinete de pala dispone además de una sección plana y con forma de disco anular circular que se extiende paralelamente a la sección de unión con forma de disco anular circular asimismo plana. En la zona de solapamiento de estas dos secciones planas están dispuestas las ruedas dentadas de

engranaje de tal manera que su eje de rotación penetra ambas secciones. Así, existe la posibilidad de colocar una rueda dentada de engranaje en o entre dos secciones planas juntas.

5 Por razones técnicas de montaje puede ser ventajoso si el elemento de unión no dentado está compuesto de varias piezas, por ejemplo, de al menos una pieza de camino de rodadura, una pieza de unión y una pieza de engranaje. Dado que el elemento de unión no dentado encierra, por un lado, al elemento de unión dentado en tres caras y, por otro lado, debería alojar las ruedas de engranaje, se obtiene en su conjunto una forma muy compleja que a causa de destalonamientos no se puede fabricar como pieza de fundición ni por mecanizado con desprendimiento de viruta con un gasto justificable. Para simplificar su fabricación, esta forma compleja se puede subdividir en piezas más sencillas que se pueden realizar a partir de cuerpos de base sencillos por mecanizado con desprendimiento de viruta o incluso puede ser fabricada como piezas de fundición.

15 En el marco de una primera forma de realización de la invención, la sección de engranaje presenta una sección transversal casi con forma de "L" con una cavidad circunferencial completa para alojar conjuntamente todas las ruedas de engranaje. En esta forma de realización la sección de engranaje misma tiene en verdad una geometría especialmente sencilla; sin embargo, junto con la sección de unión surge un destalonamiento que dificulta o incluso torna imposible una fabricación de una sola pieza como pieza de fundición. Sin embargo, se fabrican la sección de engranaje y la sección de unión por separado, y a continuación se las une, por lo que por la geometría sencilla de cada una de las piezas se la puede fabricar como pieza de fundición o se la puede obtener a partir de cuerpos de base sencillos por mecanizado con desprendimiento de viruta y/o ensamblaje. En última instancia, la sección de engranaje con sección transversal en forma de "L" se puede fabricar por ejemplo mediante soldadura de una pieza plana con forma de disco anular circular con una pieza con forma de delantal o con forma de superficie lateral de cilindro.

25 Otra forma de realización de la invención se distingue porque la sección de engranaje presenta una sección transversal que varía casi en dirección azimutal con varias cavidades separadas entre sí por puentes intermedios para alojar cada rueda de engranaje. Para la función dinámica del grupo constructivo de cojinete de pala estos puentes no son en verdad esenciales; sin embargo, ellos pueden incrementar la estabilidad de la forma, al reforzarse secciones anulares unas contra otras que pasan en forma angulosa entre sí. Dichos puentes se producen de manera sencilla haciendo que los diferentes compartimientos, en los que se encuentra respectivamente una rueda de engranaje individual, sean perforados hasta adentro preferentemente en dirección axial con distancias mutuas en un cuerpo anular masivo. Al hacerlo se debe observar que estas perforaciones en sentido radial no estén ubicadas centradamente en el anillo correspondiente, sino que estén desplazadas más allá de su superficie lateral, que está próxima al dentado del elemento de unión dentado, es decir, al menos tan lejos que la que la distancia restante del eje central de perforación a la superficie lateral correspondiente sea menor que el radio de la perforación. Esto tiene como consecuencia que los diversos compartimientos están abiertos respectivamente hasta la superficie lateral correspondiente y así permiten un engrane entre las ruedas dentadas de engranaje, por un lado, y el dentado del elemento de unión dentado, por otro.

35 Además, está previsto que en la sección o pieza de unión esté prevista una zona marginal cerrada con forma anular en torno a un eje de rotación secundario para apuntalar un apoyo de rueda para la rueda de engranaje correspondiente. Así, la sección o pieza de unión preferentemente con forma de disco anular circular puede servir como escudo de apoyo a fin de sostener de manera óptima el cojinete de rueda correspondiente.

45 Ha dado buenos resultados que en la sección o pieza de engranaje esté prevista una zona periférica cerrada con forma anular en torno a un eje de rotación secundario para sostener un apoyo de rueda más para la rueda de engranaje correspondiente. Allí se puede disponer un (segundo) cojinete de rueda que otorga una estabilidad especial a la rueda de engranaje.

50 Como cojinete de rueda se emplean preferentemente cojinetes (radiales) de bolas, en particular, cojinetes de bolas con apoyo sobre cuatro puntos. Ellos ofrecen la ventaja de que con solo una única fila de cuerpos rodantes se podrían absorber todos los tipos de fuerzas y momentos, esto es, en particular, fuerzas radiales y axiales, y momentos de cabeceo.

55 Para la realización del cojinete de rueda la invención se recurre preferentemente a cojinetes prefabricados con anillos de caminos de rodadura propios, cuyo anillo exterior de camino de rodadura está puesto en la zona marginal correspondiente cerrada con forma anular del elemento de unión no dentado. Este medida debería presentarse como más sencilla que la incorporación de los caminos de rodadura en el elemento de unión mismo, considerando el diámetro comparativamente menor de las ruedas de engranaje en la mayoría de los casos.

60 Para fijar el anillo exterior de camino de rodadura de un cojinete de rueda, la invención prevé un anillo de fijación agregado y fijado al elemento de unión no dentado con una sección transversal interior reducida con respecto al cojinete de rueda de allí, que está fijado en dirección axial al elemento de unión no dentado, por ejemplo, está atornillado en una rosca interior circunferencial completa. Debido a su diámetro interior reducido, tal anillo de fijación encierra sea como sea al anillo exterior de un cojinete en dirección axial y por ello puede ejercer presión en dirección axial hacia un segundo apoyo, preferentemente del mismo tipo.

65 En tanto un anillo interior de camino de rodadura de un cojinete de rueda es alojado en una acanaladura circunferencial

completa a lo largo de la periferia de una cara frontal de la rueda de engranaje correspondiente, se puede mover entonces la rueda de engranaje no solo en sentido radial, sino que se la puede posicionar también en dirección axial.

5 Entre la superficie lateral de una rueda de engranaje y sus dos caras frontales, debería estar prevista en cada caso una acanaladura circunferencial completa, en donde solamente la superficie lateral extendida radialmente entre las dos acanaladuras está dentada. Cada uno de los cojinetes ubicados en una acanaladura de ese tipo puede transmitir entonces fuerzas radiales sobre la sección de rueda reducida, así como fuerzas axiales en dirección de la zona media extendida radialmente. Para evitar un contacto con un dentado de allí las áreas planas de estas acanaladuras pueden estar provistas de un escalonamiento axial, de modo que la zona periférica dentada y extendida radialmente retroceda en dirección axial
10 frente a la acanaladura correspondiente.

15 Para unir un accionamiento de giro a una rueda de engranaje y/o para intercambiar momentos de rotación entre la rueda de engranaje y el accionamiento de giro allí acoplado o pieza de máquina o planta, la invención prevé en una cara frontal de una rueda de engranaje al menos un elemento de unión, en particular un agujero ciego, cuya sección interior a lo largo de su periferia presenta al menos una extensión o disminución radial, de modo que es posible una unión a prueba de torque. Cuando un elemento semejante presenta una sección transversal normada o normalizada, es posible una unión de accionamientos de giro arbitrarios, en tanto éstos dispongan de un árbol secundario normado. Así se pueden tener a disposición diversas ruedas de engranaje con diferentes formas de sección transversal del elemento de unión y, en caso de ser necesario, emplearlas para lograr una congruencia con los respectivos agregados a acoplar. Así, para formar un cierre giratorio puede estar previsto, por ejemplo, un dentado circunferencial completo, o también una ranura que extiende en dirección axial, en la que se pueda insertar una chaveta, etc.

20 Un elemento de zócalo previsto o fijable de manera concéntrica con cada eje de rotación secundario en el elemento de unión no dentado sirve para anclar la carcasa de un accionamiento de giro o parte de máquina o planta acoplado a prueba de torque a la carcasa a la rueda de engranaje. Para este fin, de un anclaje especialmente a prueba de torque, el elemento de zócalo puede presentar elementos que se mueven radialmente hacia delante o hacia atrás y/o uniones roscadas o similares.

30 La zona radialmente dentro de un elemento de unión con forma anular puede ser cerrada por una cubierta, preferentemente casi en el plano de la correspondiente superficie de unión. De este modo, con un mínimo esfuerzo se puede crear una cavidad más grande que puede servir como reservorio para el lubricante utilizado. Así es que se puede llenar una gran reserva de lubricante y, por consiguiente, se pueden elegir los intervalos en los que se debe cambiar el lubricante para que sean mayores que aquellos sin dicha reserva.

35 Además, corresponde a la enseñanza de la invención que el dentado del elemento de unión dentado se encuentra en su superficie lateral ubicada radialmente en el interior. De este modo es posible disponer el piñón radialmente dentro del elemento de unión dentado, por lo que la disposición permite, en especial, ahorrar lugar, mientras que al mismo tiempo se tiene una relación de transmisión elevada. Además, así se pueden envolver a modo de protección ambos elementos de unión grandes y con forma anular, incluso las ruedas o piñones de engranaje más bien más pequeños, de forma que
40 apenas se puede temer un daño incluso en condiciones extremadamente hostiles de utilización.

45 A fin de disponer varios accionamientos de giro distribuidos en torno al eje central de rotación principal del grupo constructivo de cojinete de pala según la invención y, por lo tanto, asegurar la introducción de fuerzas y momentos lo más simétrica posible, se puede así trazar una poligonal imaginaria que une todos los ejes de rotación secundarios o puntos medios de simetría del piñón, un polígono homogéneo o regular que se pueda aproximar más fuertemente con un número ascendente de los accionamientos de giro de una forma anular que con un cuadrado.

50 En particular, cada uno de estos piñones de este tipo dispone de medidas estandarizadas, en especial, para asegurar una rápida intercambiabilidad en la operación. El espesor de la pieza de carcasa, donde están posicionados los piñones, asciende al menos a 5 mm, pero mayoritariamente de manera aproximada de 50 mm a 150 mm, en formas constructivas grandes y complejas también a los 250 mm. Deberían existir dos o más de dichos piñones, por ejemplo tres o cuatro o más de dichos piñones, que estén dispuestos preferentemente de manera concéntrica y simétrica en torno al eje central de la WKA. Además, estos piñones están separados uniformemente entre sí, denominándose con ángulo *phi* el ángulo de separación. Si existen, por ejemplo, cuatro de dichos piñones, los cuales estarían separados entre sí de manera uniforme, estos ángulos de separación o ángulos centrales ascienden pues a 90° respectivamente.

55 De acuerdo con la invención, los piñones existentes deberían tener dimensión y forma constructiva idénticas, en particular, una forma constructiva cilíndrica con un diámetro exterior de al menos 100 mm, por ejemplo de 200 mm o más, en particular entre 200 mm y 400 mm, con una altura constructiva de al menos 100 mm, por ejemplo de 250 mm o más, en particular de aproximadamente 300 mm a 500 mm.

60 La carcasa cerrada al menos en un lado, con una abertura central en torno a su eje central, puede estar realizada de una pieza o de varias piezas, conteniendo la forma de conformación al menos una placa cobertora que puede estar unida con la pieza de carcasa. Esta placa cobertora, al menos una, puede ser de un espesor menor que la pieza de carcasa, en particular, de un espesor menor que 50 mm, en donde esta placa cobertora puede estar unida de manera removible con la
65

pieza de carcasa, en particular por medio de uniones roscadas. De acuerdo con la invención, también se puede concebir, sin embargo, conformar esta pieza a partir de una fundición, de modo que esta placa no se puede remover completamente de la pieza de carcasa y está realizada más bien como una unidad.

5 El grupo constructivo de cojinete de pala según la invención, puede disponer en una primera cara de una abertura central, por ejemplo una abertura con forma anular, en donde esta abertura está dispuesta, por lo general, de manera centrada en torno a un eje central. En el lado opuesto, en una segunda cara, en particular en el lado opuesto, puede existir una segunda placa cobertora paralelamente al contorno de la carcasa de la primera cara. Así, esta segunda placa cobertora puede ser de un espesor más pequeño que la pieza de carcasa, por ejemplo de un espesor menor que 50 mm, y esta
10 placa cobertora puede estar unida de manera removible con la pieza de carcasa, o sin embargo también puede estar unida, en particular, por medio de uniones roscadas. De acuerdo con la invención, también aquí es posible conformar todo a partir de una fundición.

15 De acuerdo con la invención, la distancia entre las dos caras frontales exteriores de la carcasa y paralela al eje de rotación principal debería ascender, como máximo, al doble de la altura constructiva axial de cada piñón, medida en el espacio interior entre ambas caras frontales de carcasa. Por ejemplo, o en particular, este grupo constructivo con forma anular y según la invención para transmisión de energía tiene entre los dos contornos exteriores de carcasa un ancho de entre 200 mm aproximadamente y 1000 mm aproximadamente.

20 El núcleo de rodete de una rueda eólica de una planta eólica según la invención, que rota preferentemente en torno a un eje que pasa casi en dirección del viento está acoplado con una pala de rotor mediante un grupo constructivo de cojinete de pala según la invención, al cual pueden estar unidos dos o más accionamientos de giro para ajustar el ángulo de ataque de la pala de rotor, en donde el grupo constructivo de cojinete de pala presenta dos elementos de unión rotacionalmente simétricos, preferentemente con forma anular, cada uno con al menos una superficie plana de unión para
25 un acoplamiento a prueba de torque al núcleo de rodete de la planta eólica, por un lado, y a la pala de rotor correspondiente, por otro, en donde ambos elementos de unión están alineados de tal forma que sus ejes de simetría corren coaxialmente entre sí y sus superficies de unión preferidas están opuestas entre sí, en donde, además, entre los dos elementos de unión se encuentra una hendidura en la que está dispuesto al menos un montaje con cojinete como cojinete principal para apoyar ambos elementos de unión uno contra otro y movibles rotacionalmente en torno a un eje de cojinete principal, el cual corresponde eje de simetría conjunto de ambos elementos de unión, y en donde al menos una superficie lateral de un elemento de unión está provisto de un dentado circunferencial completo, y en donde el elemento de unión no dentado presenta una sección dirigida al dentado del elementos de unión dentado y con una o varias cavidades abiertas hasta el dentado para alojar ruedas de engranaje dentadas, en donde en el elemento de unión no dentado para
30 cada rueda de engranaje está prevista una abertura en el lado frontal, por lo que es posible su acoplamiento a prueba de torque a cada accionamiento de giro, y así, en una línea casi axial, al menos una zona anular cerrada para sostener un apoyo dispuesto en sentido axial entre las superficies de unión de ambos elementos de unión para la rueda de engranaje correspondiente como su cojinete de rueda, de modo que la rueda de engranaje correspondiente rota en torno a un eje de rotación secundario desplazado excéntricamente con respecto al eje de rotación principal pero casi paralelo a él, y engrana con el dentado del elemento de unión dentado.

40 Una disposición semejante es casi equivalente a una disposición de conjunto compuesta que consta de una planta eólica y un grupo constructivo de cojinete de pala según la invención y con forma cilíndrica o anular para la transmisión de energía a partir de fuerzas mecánicas y momentos desde un lado de accionamiento a un lado de salida como parte de la rueda eólica de esta planta eólica, en donde ni el grupo constructivo de cojinete de pala ni la planta de energía disponen de
45 ruedas centrales de accionamiento o ruedas satélite que se superponen a los ejes principal y central, y que giran sobre sí mismas. Una disposición de conjunto semejante comprende:

- uno, dos o más piñones dispuestos de manera distribuida en torno al eje principal o central, y estacionariamente en su caso por separado en la pieza de carcasa sobre el lado de salida, giratoriamente en su caso en torno a su propio eje de simetría con la misma distancia al eje central, respectivamente,
- al menos un apoyo principal de dos o varias filas según el tipo de una corona giratoria, que contiene, por ejemplo, cuerpos rodantes cilíndricos en caminos de rodadura orientados ortogonal y transversalmente entre sí,
- una carcasa, por cual está encerrado el grupo constructivo de cojinete de pala según la invención al menos en un lado, en particular, para proteger el apoyo principal contra el ingreso de elementos exteriores, eventualmente con la
55 disposición adicional de varias placas cobertoras orientadas de forma casi paralela entre sí,
- en donde el cojinete principal presenta al menos un primer anillo principal de cojinete y al menos un segundo anillo principal de cojinete, en donde un anillo principal de cojinete absorbe las fuerzas y momentos (de rotación) y los transmite al lado de salida,
- y en donde por medio de ruedas de engranaje dentadas, que engranan, y colocadas directamente en un anillo
60 principal de cojinete se produce un acoplamiento a prueba de torque del anillo principal dentado de cojinete con uno o varios accionamientos de giro para ajustar el ángulo de ataque de la pala de rotor.

La invención se distingue además por la libertad central y compactibilidad de la disposición del conjunto. Allí, es ventajosa, sobre todo, una altura constructiva L baja del engranaje según la invención con, al mismo tiempo, un gran diámetro D, por
65 ejemplo con una relación $D / L > 3$, en donde el diámetro D corresponde con preferencia a aproximadamente 3 m o es

mayor que eso, mientras que la altura constructiva L corresponde con preferencia a aproximadamente 0,5 m o es menor que eso.

5 Los piñones disponen en cada caso de al menos una cara frontal sobre una abertura concéntrica central que es adecuada para alojar con ajuste preciso un árbol dispuesto céntricamente y fijarlo firmemente para la rotación, con el propósito de poder transmitir movimientos de rotación. Cada uno de estos piñones presenta al menos un punto de su extensión longitudinal, pero en especial en dos lugares diferentes (arriba y abajo), en su caso posibilidades de fijación donde es posible la fijación de respectivamente un cojinete de piñón, en particular como cuerpo rodante o cojinete de unión giratoria. Estas posibilidades de fijación estar realizadas, por ejemplo, mediante acanaladuras con un diámetro reducido, al cual un cojinete puede ser empujado accionado por fricción.

Es importante en el sentido de este o estos apoyos que estos apoyos no toquen ni tengan contacto con los dientes del piñón, sino que estén suficientemente separados de los dientes del piñón correspondiente.

15 De acuerdo con la invención, los piñones existentes están acoplados o son acoplables en su caso de forma directa, en particular, en su caso acoplados o acoplables mediante un árbol separado, con al menos una unidad de accionamiento de giro que se puede fijar o introducir o abridar a la pieza de carcasa, como por ejemplo un motor hidráulico o un motor eléctrico. En el marco de una forma particular de conformación de la invención estas unidades de accionamiento de giro tienen en común que ellas pueden ser conformadas como motores hidráulicos para absorber fluidos, por ejemplo fluidos altamente viscosos o bajamente viscosos, en particular aceite.

Cada una de estas unidades de accionamiento de giro debería presentar el mismo peso, por un lado, para garantizar una rápida recambiabilidad durante la operación y aumentar así la capacidad de servicio y, por otro lado, para que la rueda eólica no adquiera ningún desequilibrio.

25 Así, los accionamientos de giro, por medio de una construcción portante, en particular mediante una brida, se pueden fijar, introducir o abridar de tal modo en la pieza de carcasa que se puede introducir un árbol secundario del accionamiento de giro correspondiente mediante el centro de esta construcción portante y luego se puede extender hasta la rueda de engranaje correspondiente, con el objeto de un acoplamiento a prueba de torque con aquel, con el propósito de poder influir de este modo en el ángulo de ataque de la pala de rotor correspondiente.

La construcción portante en sí mencionada aquí se puede fijar, introducir o abridar directamente a la pieza de carcasa, de modo que la fijación puede ser conformada con los elementos de unión convencionales, eventualmente por medio de elementos de unión nuevamente removibles, como en particular uniones roscadas y eventualmente con el empleo adicional de materiales de sellado adecuados para sellar fluidos existentes.

Respectivamente entre una construcción portante y el piñón respectivo puede estar colocado al menos un anillo, en particular un anillo opresor, para estabilizar la posición del apoyo de piñón o también un anillo obturador para el sellado. Así, su punto medio de anillo es igual al eje de rotación del árbol secundario, como se describió anteriormente, del accionamiento de giro correspondiente comprendido por el anillo.

Otras características, detalles, ventajas y efectos sobre la base de la invención resultan de la siguiente descripción de una forma preferida de realización de la invención, así como por medio del dibujo. Aquí se muestra lo siguiente.

- 45 Figura 1 un corte de un grupo constructivo de cojinete de pala según la invención, paralelo a su eje de rotación principal, con despiece parcial.
- Figura 2 una representación correspondiente a la figura 1 de otra forma de realización de la invención.
- Figura 3 una representación correspondiente a la figura 1 de una forma de realización de la invención nuevamente modificada.
- 50 Figura 4 de una representación correspondiente a la figura 1 de otra forma más de realización de la invención.
- Figura 5a el detalle V de la figura 4 correspondiente otra forma de realización de la invención.
- Figura 5b el detalle V de la figura 4 correspondiente a otra forma más de realización de la invención.
- Figura 6a una vista en planta de una rueda de engranaje del grupo constructivo de cojinete de pala de la figura 1.
- Figura 6b la rueda de engranaje de la figura 6a en una vista en perspectiva y en corte a lo largo de su eje de rotación.
- 55 Figura 6c un corte de la figura 6a a lo largo del plano A – A.
- Figura 7 el grupo constructivo de cojinete de pala de la figura 1 en una vista en perspectiva visto desde una cara frontal, en donde la placa cobertora correspondiente y una parte del elemento de unión no dentado están desmontados para permitir una vista del interior del engranaje.
- 60 Figura 8 el grupo constructivo de cojinete de pala de la figura 1 en una vista en perspectiva visto desde el lado de salida, en donde está marcada la línea de corte B - B, a largo de la cual se realiza el corte de la figura 1.
- Figura 9 una representación correspondiente a la figura 8, en donde está indicado el ángulo central ϕ .
- Figura 10 una representación correspondiente a la figura 9 de otra forma más de realización del grupo constructivo de de cojinete de pala según la invención.
- 65 Figura 11 una representación correspondiente a la figura 9 de una forma de realización de la invención

nuevamente modificada.

Figura 12 una representación correspondiente a la figura 1 de una forma de realización nuevamente modificada de la invención.

5 Las figuras 1 a 4 muestran, por cierto, diversas formas de realización de un grupo constructivo de cojinete de pala según la invención 1, 1', 1", 1⁽³⁾, que sin embargo no se distinguen esencialmente por su función, sino solamente con respecto a su composición en algunos detalles, los cuales serán explicados más adelante. En primer lugar, se explicará el funcionamiento común a las tres formas de realización.

10 En las figuras 1 a 4 se ha reproducido el correspondiente grupo constructivo de cojinete de pala o engranaje 1, 1', 1⁽³⁾ en su caso por medio de un corte con despiece a lo largo del eje de rotación principal 2; se puede apreciar rápidamente la similitud de las tres representaciones.

15 Por cuestiones de claridad, en las 1 a 4 solo se indica esquemáticamente el núcleo de rodete 7 al que está anclado el cojinete de pala 1, como así también una pala de rotor 30 de la rueda eólica de la planta eólica correspondiente, cuya energía se transmite mediante el cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾ al núcleo de rodete y de allí se distribuye a las unidades de transformación de fuerzas conectadas, por ejemplo, en forma de generadores, agregados o una bomba (hidráulica).

20 Por otra parte, están previstas conexiones giratorias 17 con las que se puede modificar el ángulo de ataque de la pala de rotor 30 correspondiente.

25 Como muestran las figuras 1 a 4, una unidad de cojinete de pala según la invención 1, 1', 1", 1⁽³⁾ está concebida como grupo constructivo listo para montar, como parte de una planta eólica con una rueda eólica y palas de rotor 30 acopladas a su núcleo de rodete 7. El grupo constructivo de cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾ tiene un montaje en esencia rotacionalmente simétrico. Sus componentes esenciales se extienden con forma anular en torno a un eje de rotación principal 2. En su zona el grupo constructivo de cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾ está cerrado en todos casos por dos placas cobertoras 21, 22 casi paralelas entre sí, pero en su espacio intermedio no están dispuestas normalmente piezas relevantes desde el punto de vista técnico para el funcionamiento; este espacio intermedio solo sirve preferentemente como reservorio para un lubricante.

30 Por consiguiente, la unidad de cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾ es esencialmente libre en el centro y en casos especiales puede ser accionada también sin las placas cobertoras 21, 22, de modo que por una abertura central 10 existente alrededor del eje de rotación principal 2 se pueden hacer pasar cables u otras líneas. Esto puede ser significativo en especial en el caso de plantas eólicas, ya que se ha creado rápidamente de esa forma un acceso desde la zona posterior de la góndola pasando por el núcleo de rodete 7 hasta adentro de una pala de rotor 30, de manera que en el caso de plantas adecuadamente grandes los técnicos pueden inspeccionarlas en poco tiempo.

35 Después de quitar las placas cobertoras 21, 22 queda una pieza de carcasa con forma anular que sirve para la unión a una pieza de planta preferentemente fija, por ejemplo, al núcleo de rodete 7 de la rueda eólica de una planta eólica, y que por esta razón se debería denominar elemento de unión 5. Sin embargo, este elemento de unión con forma anular comprende varias secciones, en su caso con forma anular, 5, 5', 11 y 23, que en el estado de montaje están unidas rígidamente entre sí y, por consiguiente, están concentradas justamente en un único anillo.

45 Para la unión con una pieza de la instalación, en particular al núcleo de rodete 7 de la planta eólica, el elemento de unión 5 dispone de una superficie plana de unión en forma de una cara frontal exterior, que está representada en la figura 1, en la parte inferior izquierda. En el estado de montaje, esta superficie de unión tiene contacto de gran superficie y plano en una superficie de unión igualmente plana de la pieza de máquina correspondiente, en particular el núcleo de rodete 7, y por ello experimenta una orientación adecuada. Para fijar esta posición, están previstos en la superficie de unión y dispuestos distribuidos en forma de corona en torno al eje de rotación principal 2 elementos de fijación en forma de orificios paralelos al eje de rotación principal 2, orificios pasantes o perforaciones para agujeros ciegos provistos al menos parcialmente de rosca interior. Mediante la inserción o atomillamiento de tornillos de máquina, pernos roscados o similares, y el ajuste o el bloqueo por contratuerca de ellos se produce la unión entre la carcasa del cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾ y la pieza de máquina, en particular, del núcleo de rodete 7.

55 Esta unión se produce en una cara frontal del cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾; en la otra cara frontal se debe producir una unión con la pala de rotor 30 de la planta eólica. Dado que la pala de rotor 30 debe poder girar con respecto al núcleo de rodete 7, no se fija la pala de rotor 30 al elemento de unión 5 que forma la carcasa de engranaje, sino a un elemento de unión 4, 4" separado de él.

60 También el elemento de unión 4, 4" tiene una estructura con forma anular, pero sin embargo preferentemente no está compuesto de varias piezas, sino que está integrado a una única pieza con forma anular. También este elemento de unión 4, 4" dispone de una superficie plana de unión en forma de una cara frontal exterior que, sin embargo, que es opuesta a la superficie de unión del anillo de unión 5, 5a, 5b y está representado en la figura 1, a la derecha, casi en el tercio inferior del dibujo. En el estado de montaje, esta superficie de unión tiene contacto de gran superficie y plano con una superficie de unión posterior e igualmente plana de una pala de rotor 30 y sostiene contribuye así a una alineación adecuada de la pala

65

de rotor 30. Para fijar esta posición, también en la superficie de unión del segundo elemento de unión 4, 4" están previstos elementos de fijación dispuestos en forma de corona y distribuidos en torno al eje de rotación principal 2, en forma de orificios paralelos al eje de rotación principal 2, en particular, perforaciones para agujeros ciegos provistos total o parcialmente de rosca interior. Mediante el atornillamiento de tornillos de máquina, pernos roscados o similares, y el ajuste de ellos se produce la unión entre el elemento de unión 4, 4" del cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾ y el extremo posterior de una pala de rotor 30 de la planta eólica.

La rotabilidad del elemento interior de unión 4, 4" frente al elemento de unión con forma de carcasa 5, 5a, 5b resulta de una hendidura X entre ambos elementos de unión 4, 5. Para que, por otra parte, el elemento interior de unión 4, 4" eventualmente también pueda asumir la tarea de una alineación exacta de la pala de rotor 30 de la rueda eólica según ángulo de ataque deseado de pala, se debe producir por su parte en la pieza de carcasa con forma de engranaje 5 un guiado preciso. Esta recibe un apoyo principal dispuesto en la X entre ambas piezas de engranaje 4, 5 y en forma de un cojinete con una fila, o preferentemente varias filas, con caminos de rodadura 29 en ambos elementos de unión 4, 5, a lo largo de las cuales pueden rodar los cuerpos rodantes 6, 6', 6⁽³⁾.

Dado que en los cojinetes de pala de una rueda eólica, además del par motor deseado, también se producen fuerzas axiales y radiales indeseadas, pero inevitables, así como momentos de cabeceo, el montaje con cojinete 6, 6', 6⁽³⁾, 29 tienen un montaje robusto. Por cuestiones de capacidad de carga, se emplean preferentemente cuerpos rodantes con forma de rodillo 6, 6'. Están previstas varias filas, en particular al menos tres, de dichos cuerpos rodantes con forma de rodillo 6, 6', por ejemplo, una fila radial que se encarga de que los ejes de simetría de ambos elementos de unión rotacionalmente simétricos se muevan de manera concéntrica entre sí, y al menos dos filas axiales, de las cuales una transmite fuerzas de compresión, mientras que la otra está concebida para fuerzas de tracción; los momentos de cabeceo son absorbidos por ambos uniformemente y entregados al núcleo de rodete 7, con lo que se asegura una alineación paralela duradera de ambos elementos de unión o una alineación coaxial de sus dos ejes de simetría.

Para proporcionar en su caso caminos de rodadura para la fila radial y las dos filas axiales, uno de los dos elementos de unión 4, 5 está realizado como un denominado "anillo de nariz" con una elevación 13 con forma de collar que se mueve a lo largo de su superficie lateral dirigida a la hendidura X. Como permite apreciar la figura 1, esta elevación con forma de collar tiene una sección transversal casi cuadrada, con una cara superior e inferior plana cada una —visto en dirección axial— y una cara externa cilíndrica. Mientras que la última sirve como camino(s) de rodadura 29 para los apoyos radiales, a lo largo de cada una de las caras superior e inferior con forma anular pasa una de las dos filas axiales.

Para soportar todas estas filas de cuerpos rodantes debe estar prevista una misma cantidad de caminos de rodadura 29 también en el otro elemento de unión 5, 4 correspondiente. Para ese fin, éste tiene una geometría casi con forma de "C", por así decir con una ranura que circula alrededor, en la que encaja la elevación 13 con forma de collar del otro elemento de unión 4, 5.

Debido a esta limitación, es necesario para el montaje de los elementos de unión 4, 5 que el anillo de unión 5, 5a, 5b con una geometría con forma de "C" en la zona de la base de la ranura esté dividido en una sección anular superior 5a' y una sección anular inferior 5b'. La separación puede pasar por ejemplo a lo largo de un área plana que se encuentra, por ejemplo, en el extremo superior o inferior del camino de rodadura del cojinete radial 29.

La hendidura X se extiende hasta la superficie de unión del elemento giratorio de unión 4 y está llena preferentemente de lubricante, en particular, de grasa lubricante. Para que este lubricante no se pueda escapar, en la zona de la desembocadura de la hendidura se encuentra una obturación 26.

Precisamente, para no dejar que se escape el lubricante contenido y/o no permitir que ingresen partículas de suciedad, el grupo constructivo de cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾ está encapsulado lo más posible. Para este fin sirven sobre todo también las placas cobertoras 21, 22. Como se puede deducir de la figura 1, las caras exteriores se alinean en su caso con una de las dos áreas opuestas de unión del grupo constructivo de cojinete de pala 1. Estas están preferentemente incrustadas en cada acanaladura circunferencial completa, del elemento de unión 4, 5 correspondiente y fijado por ejemplo mediante tornillos, por ejemplo, mediante tornillos de cabeza embutida. Por consiguiente, visto desde las conexiones giratorias descritas más adelante, para las ruedas de engranaje el grupo constructivo de cojinete de pala 1 está cerrado herméticamente.

Como se puede deducir además de la figura 1, en la zona de la desembocadura de la hendidura la superficie local de unión está elevada con respecto a la cara frontal adyacente del otro elemento de unión 5, para que en una torsión relativa de estas dos áreas de diferentes elementos de unión 4, 5 la cara frontal "no involucrada" no pueda rozar a lo largo la pieza de planta unida a la superficie de unión. La distancia L entre las dos áreas de unión —y, por lo tanto, la altura constructiva del grupo constructivo de cojinete de pala 1, 1', 1", 1⁽³⁾— es pues algo mayor que la extensión axial del elemento de unión 5 más grande o más alto.

El elemento de unión 5 a anclar de forma estacionaria preferentemente en el núcleo de rodete 7 consta no solo de las dos secciones anulares 5a, 5b; 5a', 5b', sino que comprende además una pieza de unión 11 casi con forma de disco anular circular, en la que está dispuesta la verdadera superficie de unión GA, y que por ello está puesta en la cara frontal de la

sección anular 5b, 5b' que se encuentra frente a la otra superficie de unión GZ. En el dibujo se puede apreciar bien el espesor mínimo SG de la pieza de unión 11. Las secciones anulares 5a, 5b; 5a', 5b', 11 pueden estar fijadas entre sí por ejemplo mediante uniones roscadas comunes.

5 La pieza de unión con forma de disco anular circular 11 invade la cara frontal del otro elemento de unión 4 ubicada frente a la superficie de unión GZ en una distancia, de modo que la hendidura X se prolonga allí, y también sobresale en sentido radial la superficie lateral del otro elemento de unión 4 ubicada frente a la sección de collar o cojinete 13 circunferencial completo.

10 Este elemento de unión 4 está provisto en precisamente aquella superficie lateral opuesta a la sección de collar o cojinete 13 de un dentado 12 circunferencial completo, la cual sirve para introducir la energía de control entregada por los accionamientos de giro 17. Este dentado 12 no se debe extender sobre la altura total del elemento dentado de unión; se puede tratar de un dentado recto, pero también se puede tratar de un dentado helicoidal.

15 Esta energía de control de los accionamientos de giro 17 es recibida por una o preferentemente dos o más ruedas dentadas de engranaje 8, 8", 8⁽³⁾, cuyo dentado del lado lateral correspondiente 16 se encuentra en engrane con el dentado 12 del elemento de unión dentado 4 y es accionado o detenido por ellas, según lo fijado por un control o una regulación para el ángulo de ataque. Por lo general, el diámetro de las ruedas dentadas de engranaje 8, 8", 8⁽³⁾ será claramente menor que el diámetro del dentado 12; por esta razón también es habitual para el caso de las ruedas dentadas de engranaje 8, 8", 8⁽³⁾ hablar de las ruedas dentadas de piñón más pequeñas; por eso, en este texto se usa este término como sinónimo de ruedas (dentadas) de engranaje.

20 Para poder introducir la energía tomada por el dentado 12, de la forma más definida posible en el grupo constructivo de cojinete de pala 1, deberían estar sus posiciones bien dentro de la carcasa; por un lado, estas posiciones deberían estar distribuidas lo más uniformemente posible para que el núcleo de rodete 7 no tenga de este modo ningún desequilibrio. Para mantener con precisión estas posiciones, sirven apoyos de rueda 14, 15 para las ruedas de engranaje 8, las cuales alojan estas mencionadas por último de manera giratoria en torno a su respectivo eje de rotación secundario 3, pero por lo demás, inmóvil en el elemento de unión no dentado 5.

25 Como también se puede deducir de la figura 1, existen en la forma de realización representada en su caso dos apoyos de rueda 14, 15 semejantes por cada rueda de engranaje 8, 8", 8⁽³⁾ o piñón, una en su extremo superior y otra en su extremo inferior, respectivamente.

30 La geometría de una rueda de engranaje 8 se reproduce en las figuras 6a a 6c. Se aprecia claramente el cuerpo de base en principio cilíndrico con dos caras frontales planas y cada una con una acanaladura U1, U2 entre cada una de las dos caras frontales y la superficie para alojar un cojinete de rueda 14, 15. Entre las dos acanaladuras U1, U2 está la superficie recta, originalmente cilíndrica pura, provista de un dentado 16 circunferencial completo, dependiendo del dentado 12 en el elemento de unión dentado 4 en forma de un dentado recto o helicoidal. Para proteger este dentado 16 de daños a causa de un contacto con los cojinetes de rueda 14, 15 colocados en las acanaladuras U1, U2, las superficies anulares planas de ambas acanaladuras U1, U2 están provistas de un pequeño escalonamiento, en donde la zona de superficie lateral dentada 16 está retraída con respecto a la acanaladura U1, U2 real en la altura del escalón y así se mantiene una distancia entre el dentado 16 y los cojinetes de rueda 14, 15. Los apoyos de piñón 14, 15 no tienen contacto o no tocan entonces los elementos de dentado 16 del piñón 8. Asimismo los apoyos de rueda 14, 15 tienen poco contacto con los elementos con forma de diente 12 en el elemento de unión 4 dentado.

35 Una de las dos caras frontales de la rueda de engranaje 8 está provista de manera concéntrica con respecto a su eje de simetría 3 de una unión 27 para la unión a prueba de torque con un árbol 9 de un accionamiento de giro 17, por ejemplo en forma de un motor eléctrico o motor hidráulico, en donde se puede introducir la energía de control para ajustar el ángulo de ataque. En el caso del elemento de unión 27 se trata preferentemente de un taladrado paralelo al eje de simetría 3 de la rueda de engranaje 8, cuyo diámetro asciende aproximadamente a un valor entre un quinto y un medio del diámetro DR de la rueda de engranaje 8 incluyendo su dentado 16, en particular entre un cuarto y un tercio del diámetro DR del dentado 16. Este diámetro se reduce casi a la mitad de la altura de la rueda de engranaje 8 hasta dar un canal estrecho, preferentemente de modo coaxial con respecto al eje de simetría 3, el cual realiza por ejemplo una ventilación al encajar un árbol 9 o similar en el elemento de unión 27. Para realizar un cierre a prueba de torque entre un árbol 9 de un accionamiento de giro 17 insertado a acoplar y la superficie del agujero de unión 27, esta superficie de taladrado no tiene precisamente ninguna figura rotacionalmente simétrica completa, en particular ninguna figura puramente cilíndrica, sino que presenta al menos una saliente y/o retraimiento radial, en el que puede encajar en unión positiva una contraparte en el árbol 9 introducido u otra pieza de unión. En el presente ejemplo, la superficie del agujero de unión 27 está provisto de dientes que sobresalen radialmente y huecos entre dientes que retroceden radialmente, de modo que un árbol con un dentado complementario está acoplado a prueba de torque después de la inserción en el agujero de unión 27 con la rueda de engranaje 8.

40 En la figura 1 está representado además cómo está montado un piñón semejante o rueda de engranaje 8 en el engranaje 1. Para ello sirven, en primer lugar, ambos cojinetes de rueda 14, 15, para lo cual se utilizan cojinetes preferentemente prefabricados o preconfeccionados. Aquí se puede tratar preferentemente de un cojinete de bolas, por ejemplo de cojinete

de bolas radial o cojinete de bolas con apoyo de cuatro puntos. En realizaciones de cojinete de pala pequeñas a medianas 1, puede ser suficiente una única fila de cuerpos rodantes por cojinete de rueda 14, 15, en grupos constructivos de cojinete de pala 1 grandes o fuertemente solicitados también puede ser útil prever varias filas de cuerpos rodantes por cojinete de rueda 14, 15. Se representan un apoyo de rueda 14 del lado de la pala de rotor 14, y un apoyo de rueda 15 del lado del núcleo de rodete.

Mientras que el respectivo anillo interior de un cojinete de rueda 14, 15 de la acanaladura correspondiente U1, U2 está ubicado inmediatamente, para sostener el anillo exterior correspondiente en la pieza de unión o sección de unión 11 y/o en una pieza de engranaje o sección de engranaje 23 fijada o unida a ella, están previstas superficies de contacto cerradas sobre sí misma en forma anular en donde se inserta o incluso se introduce a presión el anillo exterior.

En la forma de realización de cojinete de pala según la figura 1, en donde la pieza de engranaje 23 está separada de la pieza de unión 11 y solo está atornillada con aquel, por ejemplo, mediante una brida 25 insertada en la pieza de engranaje 23 y taladrados de atornillamiento 19 practicados allí, la pieza de engranaje 23 puede presentar una figura con forma anular con dos segmentos de sección transversal, por ejemplo con una primera sección, casi con forma de delantal o con forma de superficie cilíndrica, la cual está en contacto con la pieza de unión 11 y está fijada con tornillos a ella, y una segunda, casi con forma de disco anular circular, que está unida con el canto libre de la primera sección, por ejemplo, formada de manera integral junto con aquella, por ejemplo, está solidificado junto con aquel en una forma, o que está soldado, pegado, atornillado o unido de otra manera con ella. En su conjunto, ambas secciones en su conjunto forman una geometría de sección transversal casi con forma de "L", como es evidente a partir de la figura 1.

La sección con forma de disco anular circular de la pieza de engranaje 23 forma junto con la pieza de unión 11, cada una, una especie de placa de cojinete, en su caso, de uno de los dos cojinetes de rueda 14, 15. Para producir las bases de cojinete se practican taladrados en estas dos piezas 11, 23 para cada rueda de engranaje 8, en su caso de a pares y alineados entre sí, con caras interiores de cilindros huecos, en las que se colocan o se introducen a presión los anillos exteriores con sus caras exteriores complementarias y cilíndricas.

Para facilitar el montaje y eventualmente también el desmontaje de una rueda de engranaje 8, una base de cojinete en la pieza de engranaje 23 puede presentar un diámetro distinto, en particular, un diámetro menor que la base de cojinete conjugada en la pieza de unión 11. Además, una de las dos bases de cojinete, preferentemente aquella con el diámetro menor, en la figura 1 la base de cojinete para el cojinete de rueda 14, puede estar cerrada en su cara externa axial por un collar que sobresale radialmente hacia el interior, de modo que se produce un área de contacto axial para sostener axialmente el cojinete de rueda correspondiente 14 —y con ello también la rueda de engranaje 8 colocada allí—. Un apoyo en el sentido axial opuesto se consigue mediante un anillo opresor 20, que puede estar atornillado que, por ejemplo, puede ser atornillado en una rosca interior en la cara interna del agujero en la pieza de unión 11 sobre la base de cojinete, practicado el cojinete de rueda de allí y que encierra el eje de rotación secundario 3; en lugar de un atornillamiento, el anillo opresor 20 también puede ser soldado firmemente o pegado. Dado que su diámetro interior es menor que el diámetro exterior del cojinete de rueda 15 correspondiente, éste queda inmovilizado firmemente en dirección axial y así la rueda de engranaje 8 se mantiene en posición de tal manera que una rotación suya en torno al eje de rotación secundario 3 correspondiente es su único movimiento permitido.

En el caso del árbol insertado en el agujero de unión 27 se trata del árbol secundario de un accionamiento de giro 17, por ejemplo, en forma de un motor eléctrico o un motor hidráulico. A fin de impedir que la carcasa del accionamiento de giro 17 encerrado rote junto con el árbol secundario, está prevista una posibilidad de anclaje en forma de un elemento de zócalo 18 concéntrico con respecto al eje de rotación secundario 3 correspondiente, el cual está fijado, por su parte a la pieza de unión o sección de unión 11, por ejemplo, por medio de atornilladuras 31 que penetran una brida de sujeción 28 en su periferia exterior. El elemento de zócalo 18 puede presentar salientes o retraimientos radiales y/o uniones roscadas, a los que se puede anclar a prueba de torque el accionamiento de giro 17 acoplado.

La forma de realización de cojinete de pala 1' según la figura 2 se diferencia de la figura descrita más arriba en que, por una parte, según la figura 2 está previsto un camino de rodadura 29 del cojinete principal, a saber, aquella para la fila superior de rodillos axiales 6', no en una pieza de camino de rodadura propia 5a', 5b' del elemento de unión no dentado 5, sino en la pieza de unión 11 misma. Como muestra una comparación de la figura 1 con la figura 2, se puede simplificar más la geometría de la pieza de unión 11 al reducirse su figura a una forma de disco casi puro.

De esta manera es posible, por otra parte, juntar los restantes caminos de rodadura 29 del cojinete principal en el elemento de unión no dentado 5 en una única sección de camino de rodadura 5a', de modo que el elemento de unión no dentado 5 en esta forma de realización solo consta de pocas, a saber, tres piezas, es decir, una pieza de camino de rodadura 5a', una pieza de unión 11 y una pieza de engranaje 23.

En la forma de realización de cojinete de pala 1" según la figura 3, por el contrario, ha tenido lugar otra simplificación: aquí se ha unido o integrado la pieza de unión 11 con la pieza de engranaje 23 para dar una nueva pieza de unión o engranaje 24 construida de una sola pieza.

Mientras que allí la sección de unión de la pieza integrada de unión o engranaje 24 correspondiente a la pieza de unión

original 11 no ha sufrido ninguna modificación sustancial, se pueden concebir en su sección de engranaje dos variantes diferentes:

5 Esta sección de la pieza de unión y engranaje 24 integrada podría presentar, por un lado, casi la misma sección transversal que las formas de realización descritas antes, es decir, podría constar de una pieza con forma de delantal o superficie cilíndrica, por un lado, y una pieza con forma de disco anular circular, por otro. De este modo, la pieza integrada 24 dispone de dos secciones planas y paralelas entre sí, en donde en cada rueda de engranaje 8" está incorporada una base de cojinete para sus dos cojinetes de rueda 14, 15.

10 En otro tipo de montaje, la sección de engranaje de la pieza de unión y de engranaje 24 podría estar realizada de forma masiva, es decir, por ejemplo, podría llenar de forma más o menos completa la cavidad o zona de acanaladura entre la sección con forma de delantal y la sección con forma de disco anular circular. A fin de hacer lugar en este caso para las
 15 ruedas de engranaje 8", se deberían incorporar los espacios de alojamiento para aquellas en este cuerpo anular masivo, en particular, se los debería penetrar. Mientras que también en la primera variante constructiva descrita anteriormente todas las ruedas de engranaje 8" están alojadas en una cavidad o zona de acanaladura común circunferencial completa, en la última variante constructiva se crea una cavidad propia para cada rueda de engranaje 8", la cual está separada de las adyacentes por la parte restante de la sección masiva original de engranaje, por así decirlo, como por nervios entre sí. Sin embargo, estos diversos compartimientos están abiertos todos sin excepción hasta el dentado 12 del elemento de
 20 unión dentado 4. La ventaja de esta forma de realización consiste, por un lado, en una rigidez elevada de la disposición, porque los nervios restantes entre los compartimientos refuerzan la sección de engranaje frente a la sección de unión y, de este modo, mejoran la estabilidad de la forma; por otro lado, la introducción de perforaciones en el cuerpo común de unión y engranaje 24 puede ser efectuada de manera posiblemente más sencilla que la confección de una zona destalonada entre dos secciones planas, pero corridas entre sí, del cuerpo 24 correspondiente, lo que, sea como sea, casi excluye la fabricación como pieza de fundición con una forma utilizable varias veces.

25 También en la forma de realización como cojinete de pala 1" según la figura 3 el elemento de unión no dentado 5 consta de tres piezas, a saber, dos piezas de camino de rodadura 5a, 5b y una pieza de unión y engranaje 24 integrada. Si se combinaran las formas de realización según las figuras 2 y 3 entre sí, se podría simplificar más el elemento de unión 5 y entonces solo constaría de dos piezas, a saber, de una pieza de camino de rodadura 5a y de una pieza de unión y
 30 engranaje 24 integrada.

Otra forma más de realización de un cojinete de pala según la invención 1⁽³⁾ está representada en la figura 4. Esta se diferencia de la forma de realización según la figura 1 sobre todo respecto del apoyo principal. Allí el principio básico —un
 35 apoyo en su conjunto de varias filas, cada una con al menos una fila de cojinetes para transmitir fuerzas axiales de compresión y de fuerzas axiales de tracción, y con al menos una fila de cojinetes para transmitir fuerzas radiales— es similar, pero prácticamente convertido a otra forma. Por un lado, el cojinete de pala 1⁽³⁾ emplea cuerpos rodantes esféricos 6⁽³⁾ en lugar de rodillos. Por otro lado, para la transmisión de fuerzas de compresión y tracción axiales están previstas dos filas de esferas 6⁽³⁾; sin embargo, estas filas de esferas 6⁽³⁾ no están en contacto directo entre sí, sino que están separadas en su caso separadas entre sí. Sin embargo, preferentemente se encuentra en su caso un par de filas de esferas 6⁽³⁾ —en
 40 particular, en su caso un par de filas de esferas 6⁽³⁾ para la transmisión de fuerzas axiales de compresión, un par para la transmisión de fuerzas axiales de tracción y un par para la transmisión de fuerzas radiales— en un mismo nivel axial de altura. Preferentemente, el plano del par de filas de esferas para la transmisión de fuerzas radiales se encuentra entre los planos de los pares de filas de esferas para la transmisión de fuerzas de compresión axiales, preferentemente casi en el centro entre los dos últimos. Por otra parte, cuando las distancias radiales de cada una de las filas de esferas 6⁽³⁾ de los dos pares axiales de filas de esferas del eje de rotación principal son igualmente grandes, en una sección transversal mediante los dos elementos de unión con forma anular los puntos medios de las cuatro filas de esferas 6⁽³⁾ para la
 45 transmisión de fuerzas axiales forman un cuadrilátero rectángulo, en particular un rectángulo o cuadrado. Los cuerpos rodantes 6⁽³⁾ con forma de esfera de las cuatro filas de esferas para la transmisión de fuerzas axiales tienen preferentemente en su caso el mismo diámetro, que según los requerimientos usuales de un cojinete de pala es mayor que el diámetro de los cuerpos rodantes 6⁽³⁾ para la transmisión de fuerzas radiales.

Como se puede deducir además de la figura 4, en este caso el elemento de unión no dentado 5⁽³⁾ tiene una sección transversal casi con forma de "T", cuyo zócalo está integrado con la 11⁽³⁾ o está fijado a ella, por ejemplo, atornillado, en particular por medio de tornillos 32, mientras que las dos mitades del travesaño de la "T" sobresalen sentidos radialmente
 55 opuestos de la cabeza del zócalo vertical de la "T", como se puede ver en la figura 4. Estas dos mitades del travesaño de la "T" que sobresalen radialmente soportan los caminos de rodadura para la fila con forma de esfera de cuerpos rodantes 6⁽³⁾, en particular respectivamente tres de tales caminos de rodadura, una en la cara inferior, una en la cara superior y una en la cara frontal de las mitades del travesaño correspondiente de la "T". Mientras que la fila de esferas 6⁽³⁾ está prevista en la cara frontal de las mitades del travesaño de la "T" para la transmisión de fuerzas radiales, es decir, presenta un ángulo de contacto de menor de 45°, la fila de esferas 6⁽³⁾ en la cara superior de las mitades del travesaño de la "T" sirve para la
 60 transmisión de fuerzas de compresión axiales y la fila de esferas 6⁽³⁾ en la cara inferior de las mitades del travesaño de la "T" sirve para la transmisión de fuerzas axiales de tracción. Por consiguiente, cada una de las mitades del travesaño de la "T" puede transmitir tanto fuerzas radiales como también fuerzas axiales de tracción. Las dos mitades del travesaño de la "T" —las cuales preferentemente son imágenes especulares con respecto al eje longitudinal del travesaño vertical de la "T"— duplican así la fuerza portante del cojinete con respecto, por ejemplo, a una disposición de sección transversal con
 65 "T"— duplican así la fuerza portante del cojinete con respecto, por ejemplo, a una disposición de sección transversal con

forma de "L" y crean además una redundancia recíproca.

Para alojar este elemento de unión no dentado con forma de "T" en cuanto a la sección transversal, en el elemento de unión dentado está prevista como contraparte una depresión circunferencial completa con asimismo con sección transversal casi con forma de "T", pero mayor, de modo que entre ambos elementos queda una hendidura en la que tienen lugar los diferentes cuerpos rodantes 6⁽³⁾. A causa de esta escotadura con forma de "T" en cuanto a la sección transversal, la sección transversal del elemento de unión dentado también se puede denominar "con forma de U".

Así, la depresión circunferencial completa en el elemento de unión dentado, antes mencionada, a causa de su sección transversal con forma de "T" forma destalonamientos que dificultan el montaje del cojinete de pala 1⁽³⁾ según la invención. No obstante, a fin de poder ensamblar los dos elementos de unión, el elemento de unión no dentado 5⁽³⁾ está ensamblado a partir de varias secciones, en su caso con forma anular, es decir, de una pieza central casi plana y dos piezas laterales casi cilíndricas que sobresalen en la misma dirección, que representan las dos ramas de la sección con forma de "U".

Los caminos de rodadura para las bolas 6⁽³⁾ están bombeados transversalmente, preferentemente bombeados de forma cóncava, en particular a lo largo de caminos circulares. Los caminos de rodadura para la transmisión de fuerzas de tracción siguen el camino circular correspondiente en su caso con un ángulo central de 90° o más, referido al punto medio de la respectiva bola 6⁽³⁾; de allí surge una zona de falsa escuadra por lo general relativamente grande.

La figura de los caminos de rodadura para la transmisión axial de fuerzas de compresión depende de la conformación de la cara frontal libre del elemento de unión no dentado transversalmente con forma de "T". En la forma de realización según la figura 5 éste está realizado de manera relativamente plana. Dado que los caminos de rodadura solo están poco deprimidos allí, se produce una zona de falsa escuadra de menos de 90°; frente a ella se encuentra el camino correspondiente de rodadura del elemento de unión dentado en la zona de la transición de una pieza plana del área interior de borde de la escotadura con sección transversalmente en "T" a una parte de ella con forma de superficie cilíndrica, en donde se puede realizar sin dificultad una zona de falsa escuadra de 90° o más.

Un efecto secundario de las diferentes figuras de camino de rodadura para las filas de esferas 6⁽³⁾ para la transmisión axial de fuerzas de compresión es una sección de ranura horizontal y comparativamente más ancha entre las dos filas de esferas para la transmisión axial de fuerzas de compresión.

La forma de realización de un grupo constructivo de cojinete de pala 1⁽⁴⁾ según la figura 5a se diferencia del grupo constructivo de cojinete de pala 1⁽³⁾ descrito anteriormente solo en la zona de esta sección de ranura horizontal, la cual en la figura 5a es más delgada que en la figura 4, en donde al mismo tiempo los caminos de rodadura en el elemento de unión no dentado está realizada de manera más profunda y está dispuesta en su caso en la zona de un canto entre una sección plana de superficie y una sección cilíndrica o cilíndrica hueca del elemento de unión no dentado. A causa de ello, en esta forma de realización 1⁽⁴⁾ las zonas de falsa escuadra de todos los caminos de rodadura para la transmisión axial de fuerzas de compresión se extienden transversalmente con un ángulo central de al menos 90°, referido al punto medio de la bola correspondiente 6⁽⁴⁾.

En el grupo constructivo de cojinete de pala 1⁽⁵⁾ según la figura 5b se ha producido otra modificación con respecto al cojinete de pala 1⁽³⁾ de la figura 4: aquí no se ha modificado la figura de la cara frontal libre del elemento de unión no dentado transversalmente con forma de "T". En lugar de eso, está previsto aquí un dispositivo para mejorar la lubricación de los cuerpos rodantes o bolas 6⁽⁵⁾ para la transmisión axial de fuerzas de compresión. Éste se encuentra dentro de la sección horizontal de ranura entre elemento dentado y no dentado de unión, y debería mejorar la lubricación de los cuerpos rodantes 6⁽⁵⁾ resistentes a la presión axial. Para este fin, éste puede estar atornillado fuertemente a un elemento de unión, preferentemente a un elemento de unión dentado. Este dispositivo comprende, por ejemplo, un disco anular plano a fijar por medio de casquillos distanciadores. Dentro de la cavidad predefinida por los casquillos distanciadores se puede proporcionar, por un lado, grasa lubricante, y por otro, allí también se pueden poner eventualmente una o varias chapas plegadas con forma de árbol a lo largo de una superficie cilíndrica, las cuales se deforman al darse vuelta las bolas 6⁽⁵⁾ y de este modo abatanan el lubricante, en particular, grasa lubricante, y así lo ponen en movimiento, en donde éste se transporta activamente hasta los cuerpos rodantes 6⁽⁵⁾.

Para la disposición de las ruedas de engranaje 8 en la pieza de engranaje 23 o en la pieza de unión y engranaje 24 integrada existen diferentes posibilidades:

Como permiten apreciar las figuras 7 a 9, las ruedas de engranaje 8 pueden estar dispuestas a distancias uniformes distribuidas sobre la periferia, o bien con ángulos centrales iguales. En la forma de realización de cojinete de pala 1 representada en las figuras 7 a 9 hay por ejemplo diez ruedas de engranaje 8 distribuidas de forma equidistante a lo largo de la periferia, en donde las ruedas adyacentes de engranaje 8 están separadas entre sí respectivamente un ángulo central PHI de 36°.

En la forma de realización de cojinete de pala 1⁽⁶⁾ según la figura 10 están unidas en grupos —dentro de la pieza 11⁽⁶⁾ con forma anular— en su caso varias ruedas de engranaje 8, en donde preferentemente en cada rueda de engranaje 8 está dispuesta otra rueda de engranaje 8 diametralmente opuesta con respecto al eje de rotación principal 2, de modo que en

su conjunto surge nuevamente una disposición simétrica o equilibrada que en lo posible no presenta ningún desequilibrio.

En la medida en que esto no afecte un cierto desequilibrio —por ejemplo en el caso de ruedas eólicas que giran de forma especialmente lenta— o pueda ser compensado por contrapesos, se pueden concebir también disposiciones o distribuciones asimétricas de las ruedas de engranaje 8, como está representado por medio del grupo constructivo de cojinete de pala 1⁽⁷⁾ por ejemplo en la figura 11.

Todos los piñones 8 tienen las mismas dimensiones con respecto al diámetro del elemento estructural DR y la altura del elemento estructural BR. Cada uno de estos piñones 8 tiene desde el eje central 2 aproximadamente la misma distancia K, y cada uno de estos piñones 8 es accionado directamente, sin pasos (de engranaje) intermedios por el dentado 12 dispuesto directamente en el elemento de unión 4.

En la figura 8 está representada la poligonal imaginaria P para unir todos los ejes de rotación secundarios o puntos medios de simetría 3 imaginarios entre todos los piñones 8. Esta poligonal produce un polígono P cerrado con una gran cantidad de lados $P = 10$. Esta disposición simétrica se eligió según la invención a fin de permitir una sollicitación (concéntrica) por momentos lo más uniforme posible en torno al eje central y, de este punto de vista, es mejor que otras poligonales asimétricas o más angulosa.

En todas las formas de realización de la conformación según la invención existen varios piñones 8. En la forma de realización según las figuras 7 a 9 los piñones 8 están dispuestos de manera concéntrica y simétrica en torno al eje de rotación principal o eje central 2 y estos están separados de manera uniforme entre sí, con la misma distancia E. Si hay diez piñones 8 y estos presentan respectivamente la misma distancia E entre sí, resulta un ángulo intermedio PHI de 36° respectivamente.

Asimismo, del dibujo se puede deducir la información que para cada accionamiento de giro 17 conectado está prevista una construcción portante en forma de un elemento de zócalo 18, el cual puede ser montar o colocar en la pieza de carcasa 11, por ejemplo o en particular, por medio de una brida 28 de modo que mediante el centro de esta construcción portante 18 se puede colocar un árbol 9 dispuesto céntricamente con el propósito de poder transmitir los movimientos de rotación. Este árbol 9 dispuesto céntricamente rota entonces en torno al correspondiente eje de rotación secundario 3, es decir, en torno al eje común de rotación 3 de rueda dentada de engranaje 8 y accionamiento de giro 17, con el propósito de transmitir en su caso una parte de la energía de control para el ángulo de ataque de la pala de rotor correspondiente al elemento de unión dentado 13.

La construcción portante 18 se puede montar o colocar o abridar directamente en la pieza de carcasa 11. Su fijación se puede realizar con los elementos de unión 31 habituales, eventualmente también se pueden emplear elementos de unión 31 nuevamente removibles, como uniones roscadas 31. Eventualmente, en particular en el caso de una lubricación con aceite, se pueden emplear eventualmente elementos y/o materiales de sellado adicionalmente adecuados para efectuar un sellado contra un escape de lubricante entre la brida 28 de la construcción portante 18 y la pieza de unión o carcasa 11. Asimismo, es posible que entre el árbol 9 indicado y la construcción portante 18 se empleen anillos (de obturación) de árbol separados. Entre una construcción portante 18 y el piñón 8 respectivo puede existir al menos un anillo giratorio 20, por ejemplo, un anillo opresor 20 para estabilizar la posición del apoyo de piñón 15 o también un anillo obturador 20 para una obturación adicional. Luego, el punto medio del círculo de un anillo 20 semejante es igual al eje de rotación secundario 3 del árbol 9 rodeado por el anillo 20 correspondiente.

En las figuras 7 a 9 se muestra respectivamente a modo de ejemplo que la carcasa 11 esencialmente cerrada al menos en un lado tiene una abertura 10 central según la invención en torno a un eje central 2, la cual asegura la libertad central de la disposición del conjunto 1. La carcasa 11 puede estar realizada de una pieza o incluso de varias piezas. Puede existir una placa cobertora 21 de cierre, (véase figuras 1 a 4) que puede estar unida con la pieza de carcasa 11. Esta placa 21 puede ser de un espesor menor que la pieza de carcasa 11, en particular de un espesor menor que 50 mm. La placa cobertora 21 está unida de manera removible con la pieza de carcasa 11, por ejemplo, por medio de uniones roscadas. De acuerdo con la invención, sería también una unión no removible entre la pieza de unión o carcasa 11, por una parte, y la placa 21, por otra. De modo paralelo a la cara frontal GA, que se extiende perpendicular al eje central 2, esto es, paralelamente al plano en el que está dispuesta la placa 21 mencionada antes a modo de ejemplo, en una segunda cara, en particular en la cara posterior, puede existir una segunda placa cobertora 22. Asimismo, esta segunda placa cobertora 22 puede ser de un espesor menor que la pieza de unión o carcasa 11, en particular, de un espesor menor que 50 mm. Sin embargo, esta placa cobertora 22 no está unida con la pieza de unión o carcasa 11, sino con el elemento de unión 4 dentado, y mantiene una distancia S con respecto a la pieza de engranaje 23 o la pieza de unión y engranaje 24 integrada.

En la figura 3 se define una distancia L entre el contorno exterior de carcasa GA en la primera cara frontal de cojinete y el contorno de carcasa exterior GZ en la segunda cara frontal opuesta de cojinete. De acuerdo con la invención, esta distancia L es como máximo el doble en relación con la altura constructiva BR de un piñón 8 dispuesto en el espacio interior entre ambos contornos de carcasa GA, GZ. De acuerdo con el ejemplo, la extensión axial o altura L de la disposición en conjunto del engranaje 1 asciende a un valor entre aproximadamente 100 mm y, como máximo, 1000 mm, preferentemente menor que 500 mm.

5 La hendidura X entre los dos anillos principales de cojinete 5, 4 es obturada por un sistema de obturación 26 usual como sistema de obturación con forma anular. Materiales para ello son, por ejemplo, los materiales usuales tales como FPM, ECO, NBR, etc., en donde también son apropiados otros materiales similares basados en caucho. Este sistema 26 contiene al menos un anillo de obturación giratorio con respectivamente al menos una falda de obturación. En el sentido de la invención son igualmente posibles realizaciones de varias piezas que contienen dos o más anillos de obturación colocados radialmente uno al lado del otro.

10 Además, por ejemplo, cada uno de los diferentes piñones 8 existentes podría estar parcialmente encerrado por una carcasa de piñón 23 separada, pero en particular, al podría estar encerrado al menos por caras del eje central 2, de modo que el piñón 8 correspondiente esté separado espacialmente contra el engrane físico desde esta dirección. Por lo tanto, en particular, solo se permite el ingreso a las caras de los elementos 12, 16 que engranan entre sí, mientras que el engrane en el dentado del piñón 16 desde las caras del eje central 2 es impedido por esta carcasa de piñón.

15 En la figura 1 se muestra como ejemplo que la carcasa de piñón o pieza de engranaje 23 correspondiente puede estar realizada de modo atornillable 19 o abridable 25, 19 en la pieza de unión; sin embargo, según el ejemplo también podría estar soldada (véase figura 2), en donde se podrían ahorrar tornillos y una brida ancha 25.

20 En la forma de realización según la figura 12 se puede apreciar, en particular, que el dentado del elemento de unión dentado no necesariamente debe estar dispuesto en el mismo cuerpo de base, que presenta al menos un camino de rodadura. Más bien, la pieza 13 no presenta aquí ningún dentado, sino que tiene un hueco para la rueda de engranaje 8. Sin embargo, la placa cobertora 22 se extiende hasta la pieza 13 y está atornillada a ella.

25 En el hueco está dispuesta una pieza separada en la que se encuentra el dentado verdadero. Esta pieza se fija asimismo por medio de tornillos a la placa cobertora 22. Esta forma de realización tiene la ventaja de que no se debe realizar una sección de dentado circunferencial completo, sino que puede estar limitada, por ejemplo, a un ángulo central de aproximadamente 90° a 120°. Así, por ejemplo, pueden estar previstos uno o varios de dichos segmentos de dentado.

Lista de referencias

1	Grupo constructivo de cojinete de pala	27	Elemento de unión
2	Eje de rotación principal	28	Brida
3	Eje de rotación secundario	29	Camino de rodadura del cuerpo rodante
4	Elemento de unión	30	Pala de rotor
5	Elemento de unión	31	Atornilladura
6	Cuerpo rodante	32	Elemento de fijación
7	Núcleo de rodete	33	Elemento de fijación
8	Rueda de engranaje	AN	Primera cara de montaje
9	Árbol de unión	AB	Segunda cara de montaje
10	Escotadura central	BR	Altura constructiva del piñón
11	Sección	C	Grupo
12	Dentado	C1	Grupo
13	Sección	C2	Grupo
14	Cojinete de rueda	DR	Diámetro del piñón
15	Cojinete de rueda	E	Separación
16	Dentado	GA	Contorno de carcasa
17	Accionamiento del regulador	GZ	Contorno de carcasa
18	Elemento de zócalo	K	Radio
19	Atornilladura	L	Distancia
20	Anillo opresor	P	Poligonal virtual
21	Placa cobertora	PHI	Ángulo central
22	Placa cobertora	S	Distancia
23	Sección	SG	Espesor de carcasa
24	Sección	U1	Periferia
25	Brida	U2	Periferia
26	Obturación	X	Hendidura

REIVINDICACIONES

1. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) para el apoyo giratorio de una pala de rotor en el núcleo de rodete de la rueda eólica de una planta eólica con un dispositivo para ajustar el ángulo de ataque de la pala de rotor, que comprende dos elementos de unión (4,5) rotacionalmente simétricos, preferentemente con forma anular, en cada caso con al menos una superficie plana de unión para la conexión giratoria a prueba de torque al núcleo de rodete de la rueda eólica, por un lado, y a la pala de rotor, por otro, en donde ambos elementos de unión (4,5) están alineados de tal manera que sus ejes de simetría corren coaxialmente entre sí y sus superficies de unión preferidas son opuestas entre sí, en donde además, entre los dos elementos de unión (4,5) se encuentra una hendidura (X), en la que está dispuesto al menos un montaje con cojinete (6,29) como cojinete principal para alojar ambos elementos de unión (4,5) uno contra otro y móviles rotacionalmente en torno a un eje de rotación principal, el cual corresponde al eje común de simetría de ambos elementos de unión (4,5), y en donde al menos una superficie lateral de un elemento de unión (4) está provista de un dentado (12) circunferencial completo, con el cual engrana al menos una rueda de engranaje (8), en donde el elemento de unión no dentado (5) presenta una sección de superficie lateral (23) concéntrica con el dentado (12) del elemento de unión (4) dentado y dirigida al dentado (12), con una o varias cavidades huecas abiertas hasta el dentado (12), en donde la rueda de engranaje (8) dentada, al menos una, está alojada, **caracterizado por que** en el elemento de unión no dentado (5) adicionalmente a cada abertura en la cara principal para cada rueda de engranaje (8), por lo que es accesible una conexión giratoria de la rueda de engranaje (8) correspondiente, con esta abertura casi en una alineación axial está prevista al menos una zona cerrada a un anillo en donde al menos un apoyo (14,15) para la rueda de engranaje (8) correspondiente dispuesto en dirección axial entre las áreas de unión de ambos elementos de unión (4,5) está soportado como su cojinete de rueda, de modo que la rueda de engranaje (8) correspondiente rota en torno a un eje de rotación secundario (3), desplazado excéntricamente con respecto al eje de rotación principal (2) pero casi paralelo a él, y engrana con el dentado (12) del elemento de unión (4) dentado.
2. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento de unión dentado (4) está construido de una sola pieza o está compuesto de varios anillos.
3. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** en una superficie lateral del elemento de unión dentado (4), que se encuentra frente al dentado (12) está dispuesto al menos un camino de rodadura (29) para una fila de cuerpos rodantes (6) del apoyo principal, y/o un collar (13) circunferencial completo, en el que están dispuestos uno o varios caminos de rodadura (29) para los cuerpos rodantes (6) del apoyo principal.
4. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por** elementos de fijación (33) o perforaciones para agujeros ciegos con rosca interior que desembocan en su superficie de unión dispuestos distribuidamente en forma de corona en el elemento de unión (4) dentado, o **por** perforaciones para agujeros ciegos con rosca interior que desembocan en su superficie de unión y dispuestas distribuidamente en forma de corona en el elemento de unión (4) dentado, las cuales están dispuestas en sentido radial entre el dentado (12) y al menos un camino de rodadura (29) para una fila de cuerpos rodantes (6) del apoyo principal, en donde el dentado (12) y/o al menos un camino de rodadura (29) para la(s) fila(s) de cuerpos rodantes (6) del apoyo principal y/o una fila de elementos de fijación (33) o perforaciones para agujeros ciegos con rosca interior dispuestos en forma de corona pueden ser conformados **por** mecanización o conformación del mismo cuerpo de base de elemento de unión (4).
5. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** en el elemento de unión dentado para alojar el elemento de unión no dentado está prevista una escotadura abierta en una cara frontal y circunferencial completa, o una escotadura abierta en una cara frontal y circunferencial completa que presenta sección transversal con forma de "T", y/o que el elemento de unión no dentado presenta una sección transversal con forma de "T", o una sección transversal con forma de "T" que es menor que la sección transversal de la escotadura en el elemento de unión dentado.
6. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el apoyo principal presenta varias filas de cuerpos rodantes (6), y/o al menos un cojinete axial con al menos una fila de cuerpos rodantes (6), cuyo ángulo de contacto es igual o mayor que 45°, y/o al menos un cojinete radial con al menos una fila de cuerpos rodantes (6), cuyo ángulo de contacto es menor que 45°, y/o al menos una fila de cuerpos rodantes (6) extendidos longitudinalmente, como cuerpos rodantes con forma de rodillo, barril, aguja o esfera, y/o al menos una fila de cuerpos rodantes esféricos (6), y/o al menos dos filas de cuerpos rodantes esféricos (6), y/o cuatro o más filas de cuerpos rodantes esféricos (6).
7. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** están previstas al menos cuatro filas de cuerpos rodantes esféricos (6) en su caso con un ángulo de contacto igual o mayor que 45°, en donde dentro de un plano de sección transversal a la dirección circunferencial del grupo constructivo de cojinete de pala las líneas de unión entre los cuatro puntos medios de la bolilla forman un cuadrilátero rectángulo, o un cuadrilátero rectángulo en forma de un rectángulo o cuadrado.
8. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** elementos de fijación (32) distribuidos en forma de corona en el elemento de unión no dentado (5), o **por** perforaciones o perforaciones para agujeros ciegos con rosca interior o perforaciones dispuestas en una sección (5,5') opuesta al dentado

- 5 (12) del elementos de unión (4) dentado o perforaciones con rosca interior para agujeros ciegos, dispuestas distribuidamente en forma de corona en el elemento de unión no dentado (5) y que desembocan en su superficie de unión, en donde los caminos de rodadura (29) para al menos una fila de cuerpos rodantes (6) del apoyo principal y los elementos de fijación (32) o perforaciones para agujeros ciegos con rosca interior pueden estar contruidos **por** mecanización o conformación de un cuerpo o cuerpo de pieza común del elemento de unión no dentado (5).
- 10 9. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el elemento de unión no dentado (5) presenta en su sección transversal opuesta al dentado (12) una sección de camino de rodadura (5,5') casi con forma de delantal o transversalmente casi con forma de "L" con al menos un camino de rodadura (29) para una fila de cuerpos rodantes (6) del apoyo principal, o con al menos un camino de rodadura (29) incorporado directamente para una fila de cuerpos rodantes (6) del apoyo principal.
- 15 10. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** en su sección transversal opuesta al dentado (12) el elemento de unión no dentado (5) presenta al menos una sección de unión que encierra la cara frontal del elemento de unión dentado (4), o una sección de unión (11) con forma de disco anular circular que encierra la cara frontal del elemento de unión dentado (4), y/o al menos una sección de engranaje (23) casi con forma de delantal o transversalmente casi con forma de "L" que se une a la sección con forma de disco anular circular (11) y encierra o aloja las ruedas de engranaje (8).
- 20 11. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la sección de engranaje (23) presenta una sección transversal casi con forma de "L" con una cavidad circunferencial completa para el alojamiento común de todas las ruedas de engranaje (8), y/o una sección transversal que varía casi en sentido azimutal con varias cavidades separadas entre sí por nervios intermedios para alojar en cada caso una rueda de engranaje (8).
- 25 12. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** en la sección o pieza de unión (11) y/o en la sección o pieza de engranaje (23) está prevista una zona marginal cerrada con forma anular en torno a un eje de rotación secundario para sostener un apoyo de rueda (15) para la rueda de engranaje (8) correspondiente.
- 30 13. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** los cojinetes de rueda (14,15) están formados por cojinetes de bolas, o por cojinetes de bolas radiales, o por cojinetes de bolas con apoyo de cuatro puntos, y/o por cojinetes con anillos de camino de rodadura propios, cuyo anillo exterior de camino de rodadura está insertado en la correspondiente zona periférica cerrada con forma anular del elemento de unión no dentado (5).
- 35 14. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el dentado (12) del elemento de unión dentado (4) se encuentra en su cara interna.
- 40 15. Grupo constructivo de cojinete de pala (1) según una de las reivindicaciones 1 a 14, en donde tanto el cojinete de pala (1) como también los elementos acoplados a él, esto es, el núcleo de rodete, por una parte, y la pala de rotor correspondiente, por otro, prescinde de ruedas centrales de accionamiento o satélites que obstruyen el eje principal o eje central (2) y que rotan en torno a él, presentando:
- 45 - al menos cuatro y/o por cada cuadrante de círculo tres piñones (8), los cuales están dispuestos en torno al eje central (2) y en su caso están dispuestos fijamente o se pueden montar de forma fija por separado en la pieza de carcasa (11) sobre el lado de salida (AB), en su caso están colocados de manera giratoria en torno a su propio eje de simetría (3), en su caso con distancias equidistantes (K) al eje central;
- 50 - en el interior de este grupo constructivo para transmisión de energía (1) al menos una corona giratoria de una o varias filas, o al menos una corona giratoria de dos o más filas con cuerpos rodantes (6) cilíndricos en caminos de rodadura (29) orientados de manera ortogonal entre sí;
- 55 - como protección de al menos una corona giratoria de dos o más filas contra ingresos desde el exterior, una carcasa que lo encierra a éste al menos en un lado, o una carcasa que encierra a éste en al menos un lado con el montaje adicional de varias placas cobertoras (21,22) que se encuentran casi paralelas entre sí;
- 60 - en donde la corona giratoria presenta al menos un anillo principal de cojinete (4;5) como anillo exterior, y al menos un anillo principal interno de cojinete (4) que conduce luego la energía, en donde el anillo principal interno de cojinete absorbe las fuerzas y momentos del lado del accionamiento (AN) y los transmite al lado de salida (AB) por medio de elementos (12) dispuestos en forma de anillo directamente en el anillo principal de cojinete (4), puestos en fila uno al lado del otro y en torno al eje central, dentados o provistos de un dentado (13), o elementos (12) que engranan, en donde existe un acoplamiento directo o indirecto de al menos un anillo principal de cojinete (4;5) con la pieza de carcasa en un lado de montaje (AB), y/o con el núcleo de rodete (7) de la planta eólica, y en donde existe un acoplamiento directo o indirecto anillo principal de cojinete (4;5) correspondiente con el otro lado de montaje (AN), y/o con una pala de rotor (30) de la planta eólica.
- 65 16. Planta eólica con una rueda eólica que rota en torno a un eje que está orientado casi en la dirección del viento, en cuyo núcleo de rodete están acopladas una o varias palas de rotor mediante en cada caso un grupo constructivo de cojinete de

pala (1) según una de las reivindicaciones precedentes con un dispositivo para ajustar el ángulo de ataque de la pala de rotor.

Fig.1

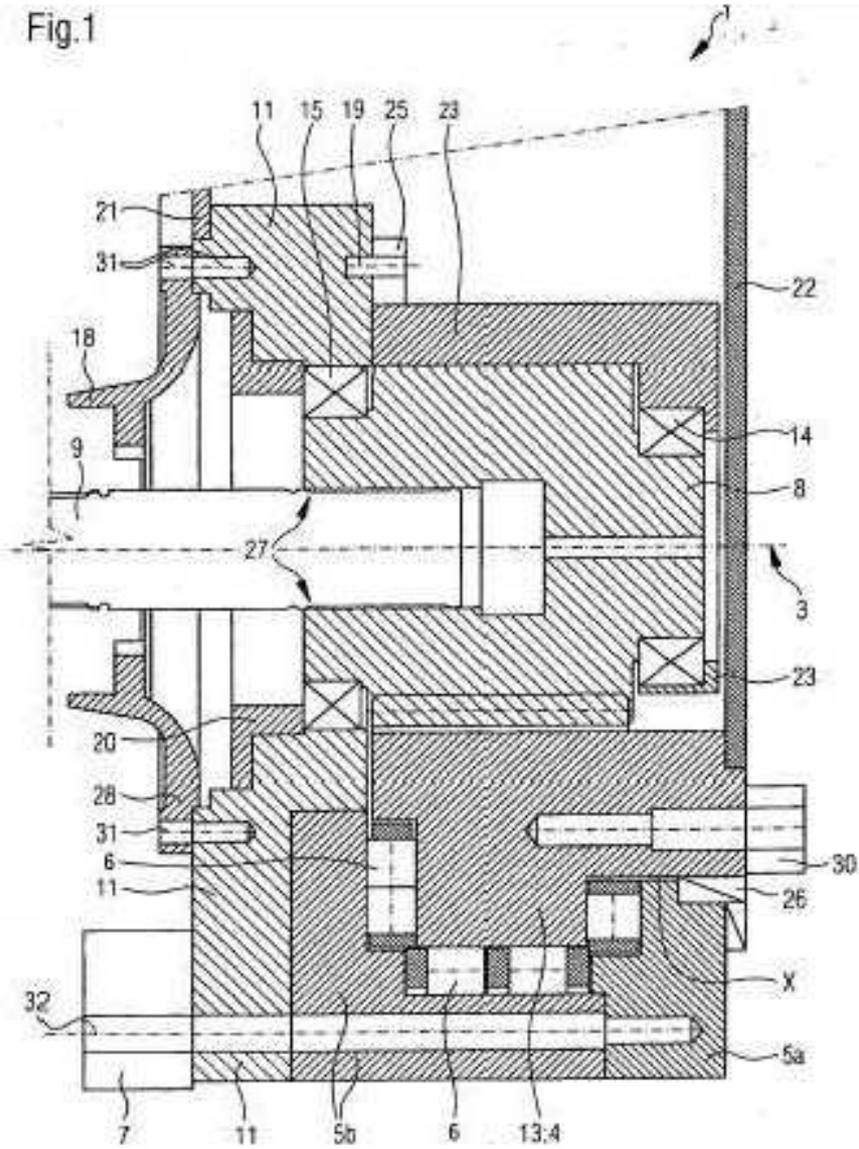


Fig.2

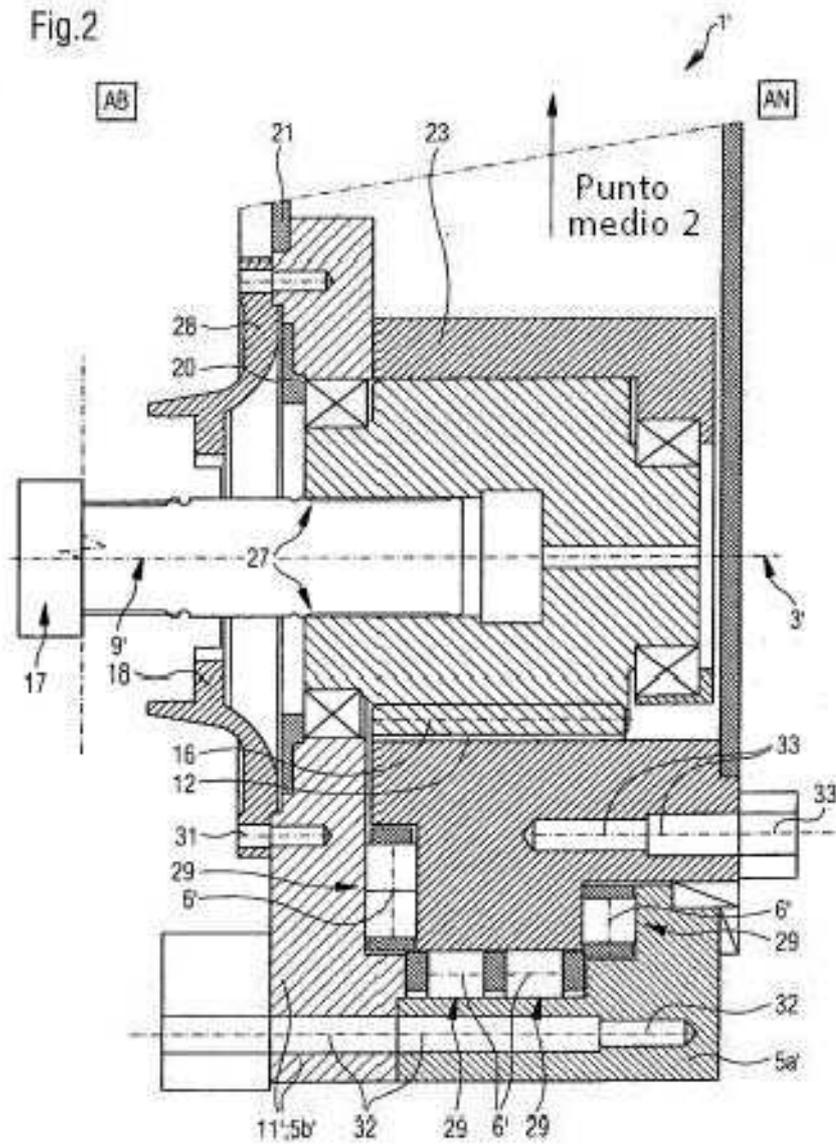
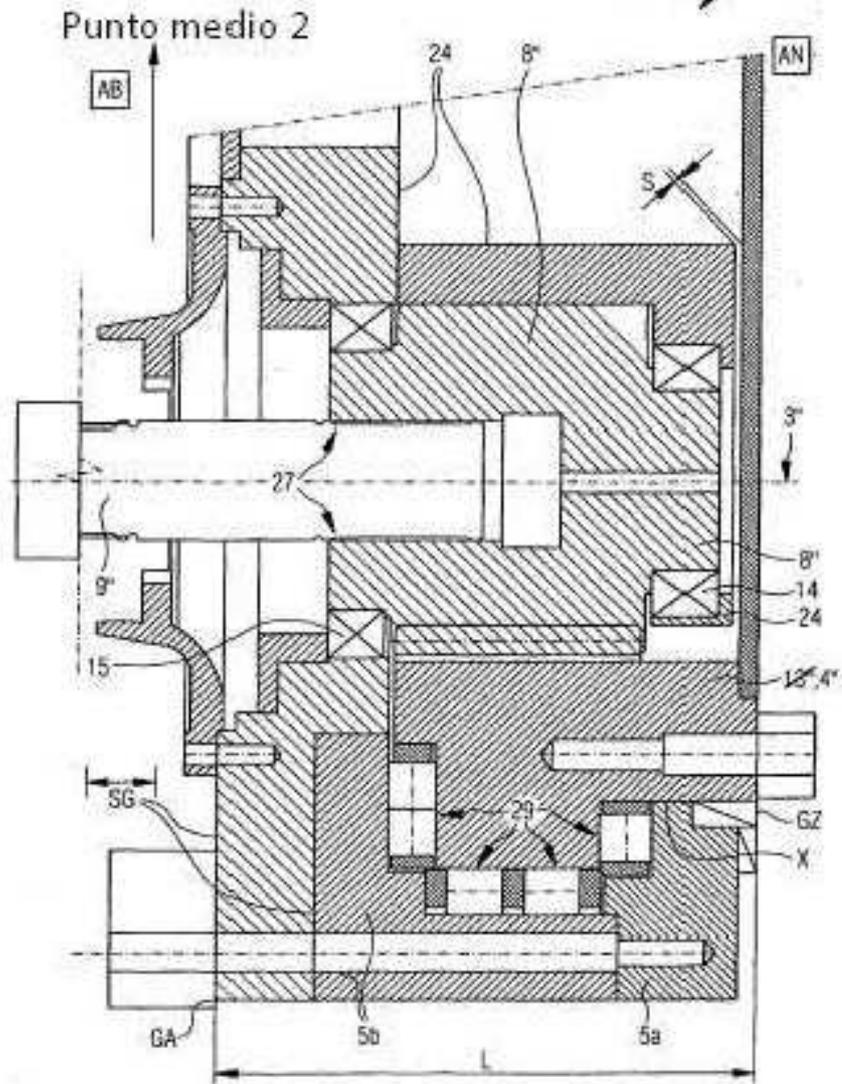


Fig.3



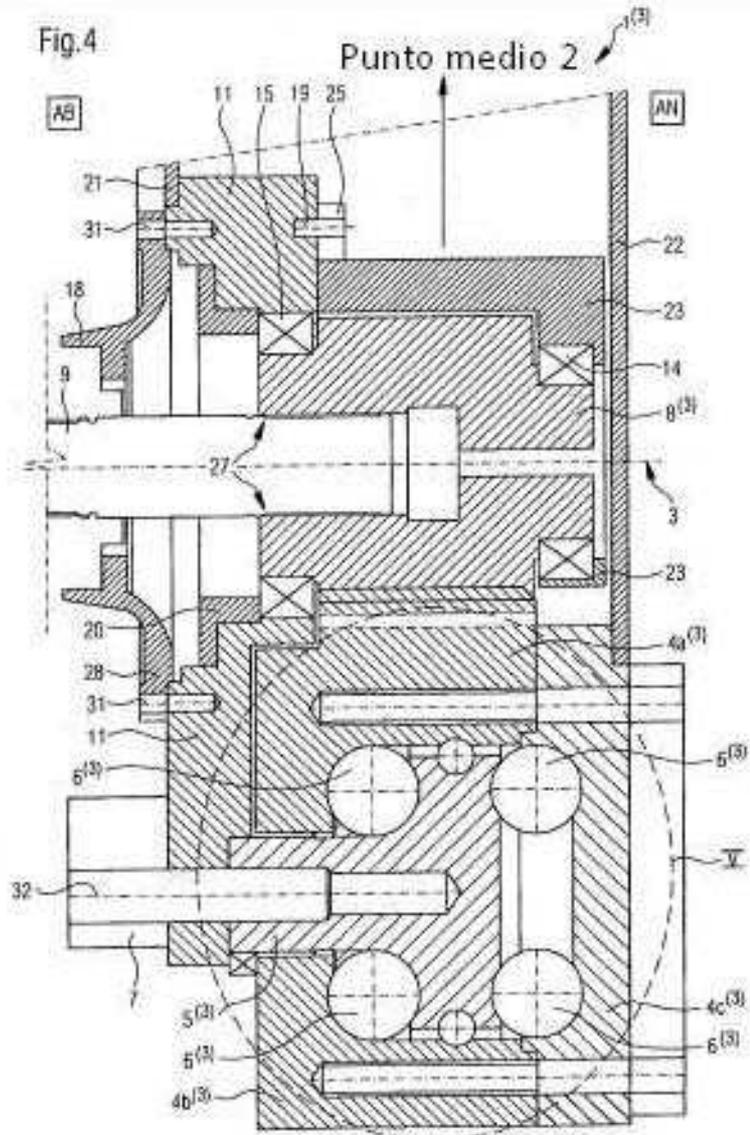


Fig.5a

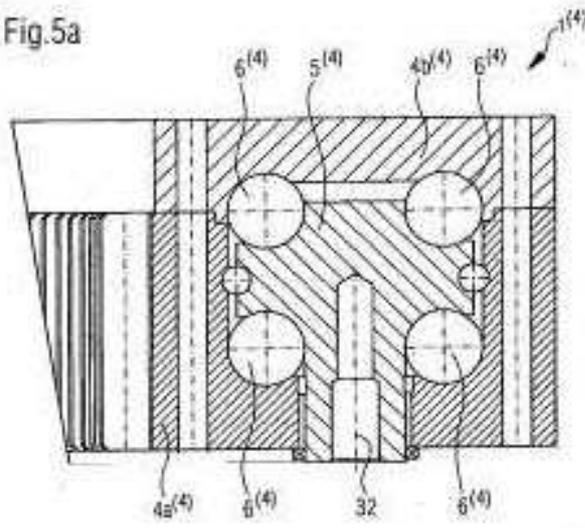
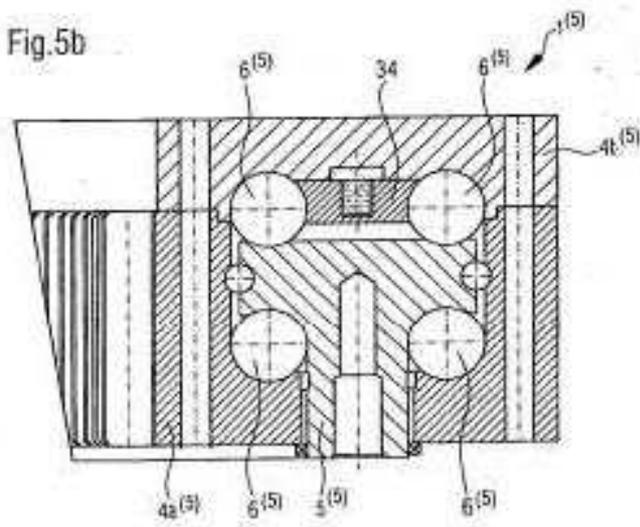
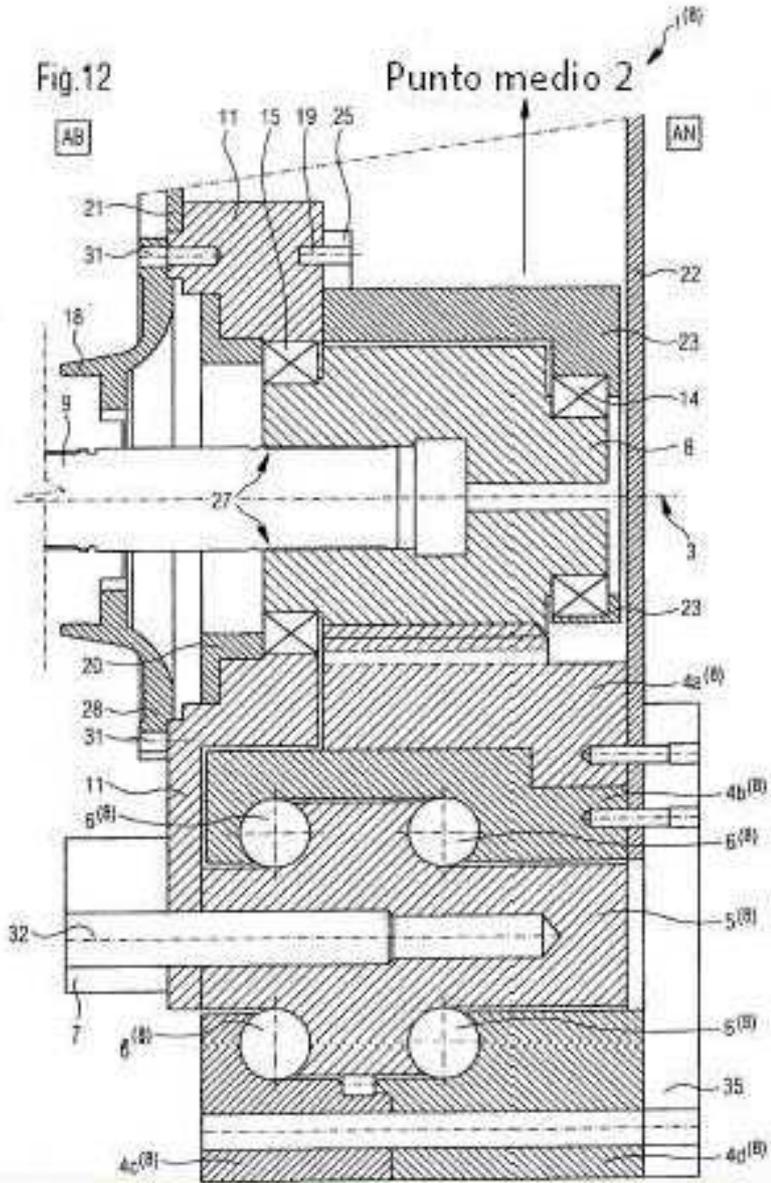


Fig.5b





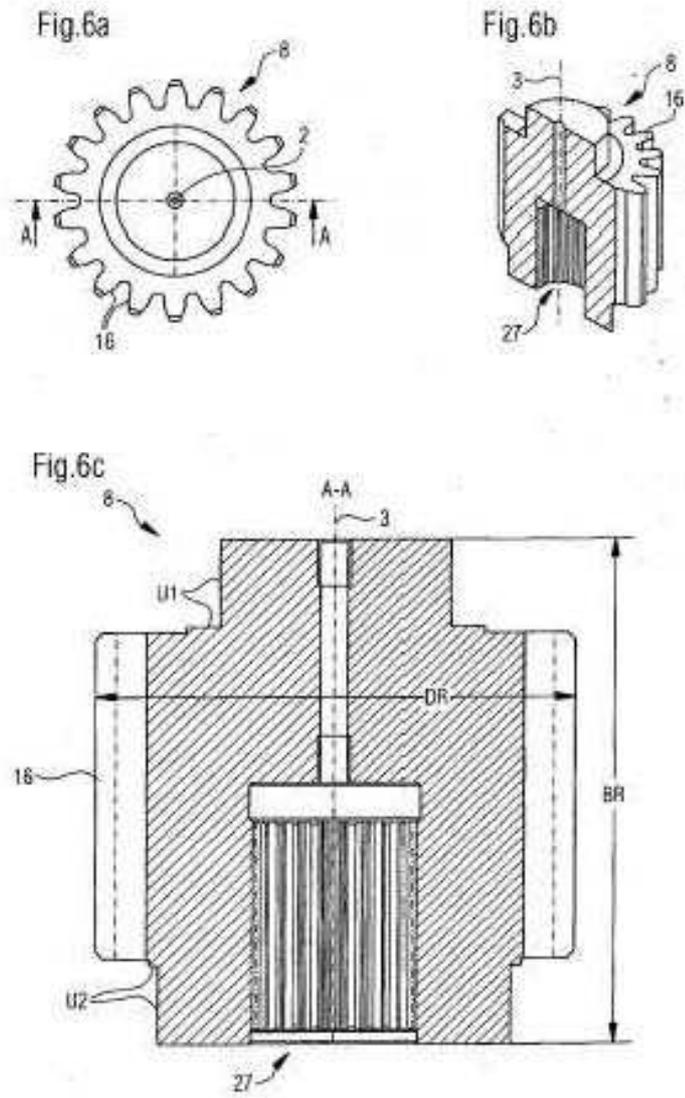


Fig.8

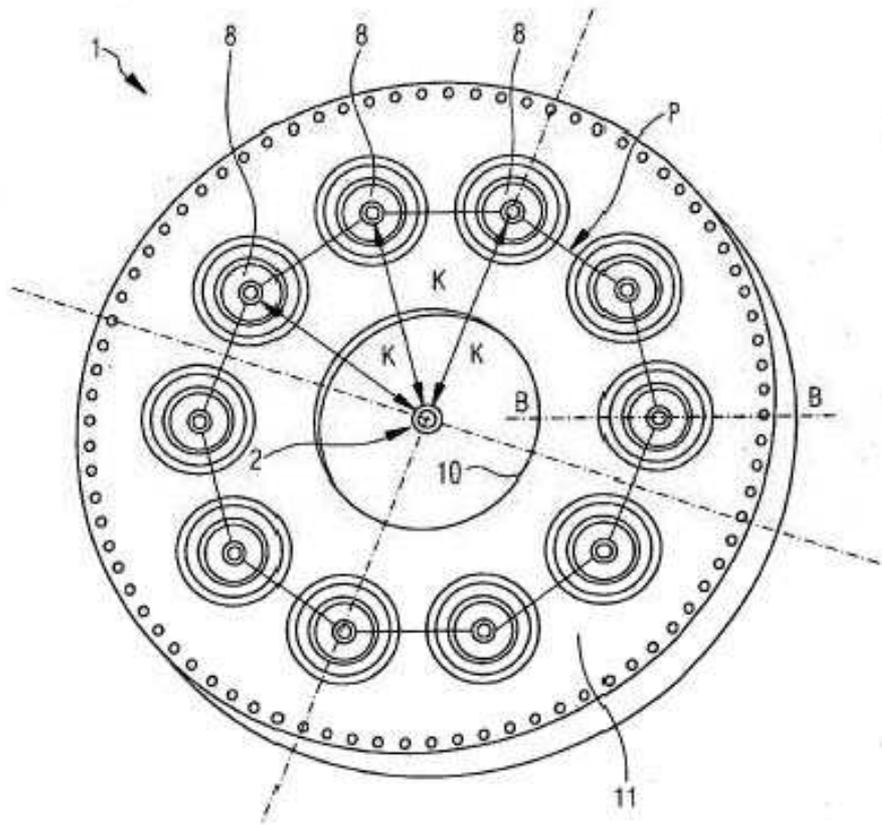


Fig.9

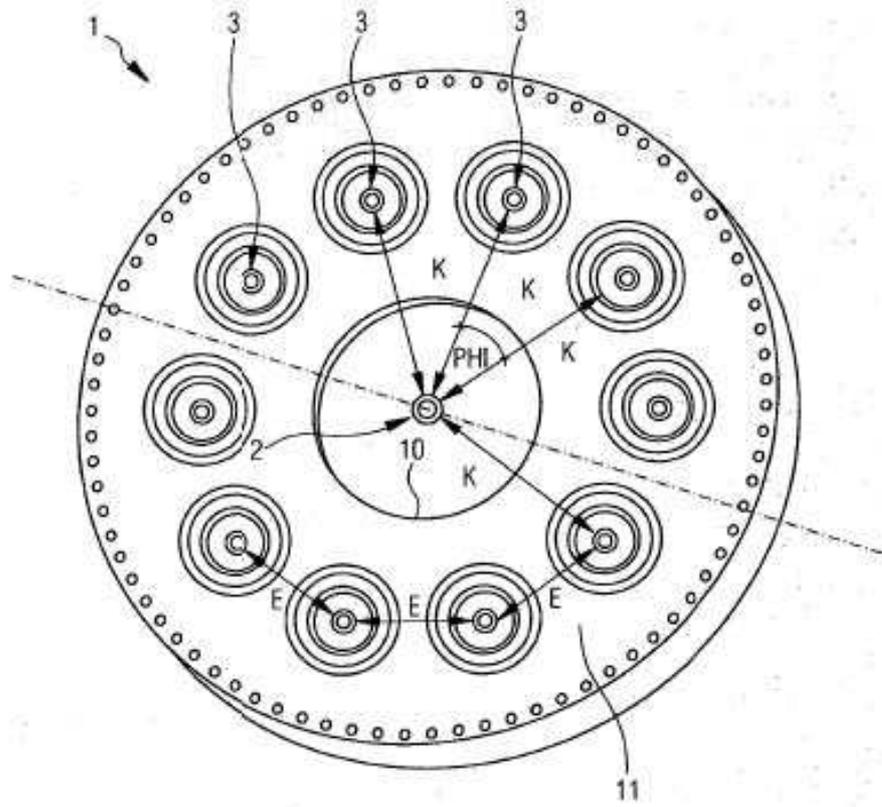


Fig.10

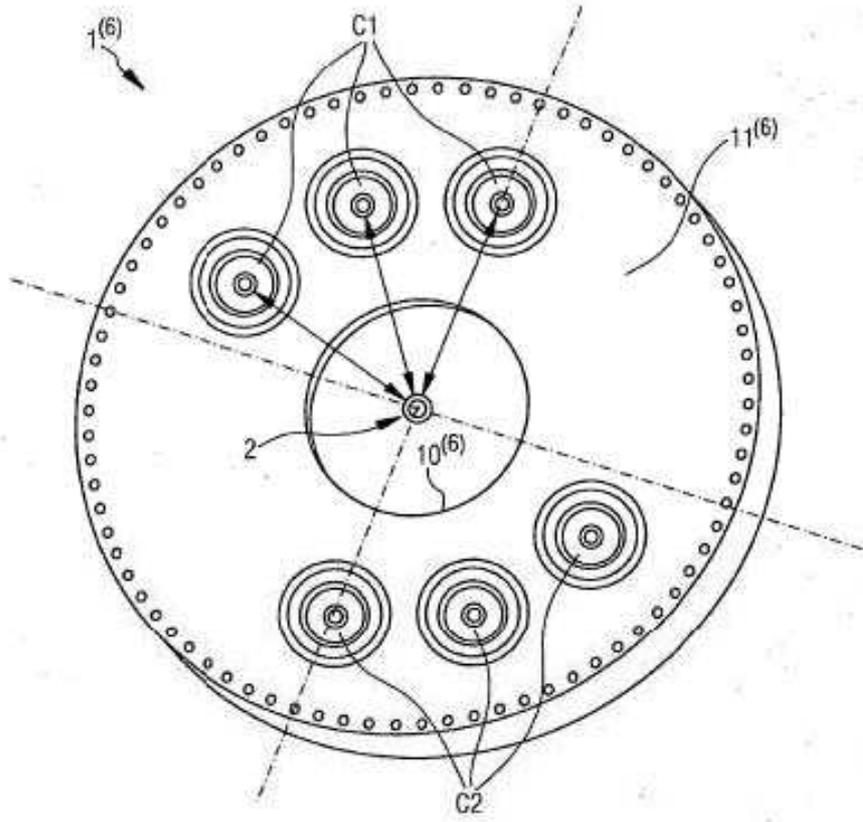


Fig.11

