

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 037**

51 Int. Cl.:

F03D 80/70 (2006.01)

F03D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2018** **E 18213822 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2023** **EP 3502468**

54 Título: **Aerogenerador con tren transmisor de potencia**

30 Prioridad:

20.12.2017 DE 102017011804

15.06.2018 DE 102018004763

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.06.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
SERVICE GMBH (100.0%)**

Beim Strohause 17-31

20097 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

**EUSTERBARKEY, CARSTEN y
TREDE, ALF**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 945 037 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

Aerogenerador con tren transmisor de potencia

- 5 La invención se refiere a un aerogenerador con un tren transmisor de potencia que comprende un árbol de rotor y un engranaje planetario.

10 En aerogeneradores conocidos, un rotor giratorio alrededor de un eje esencialmente horizontal puede ponerse a rotar debido al viento. El rotor está conectado a este respecto firmemente con un árbol de rotor y a través de un engranaje con un generador para transformar la energía de rotación del rotor en energía eléctrica.

15 Para el sistema de apoyo giratorio del rotor se conoce cómo apoyar el tren transmisor de potencia del aerogenerador con un así llamado sistema de apoyo en tres puntos. El árbol de rotor se apoya a este respecto mediante un cojinete delantero dispuesto cerca de la zona de conexión al rotor, y en la zona trasera se une al engranaje que está sujeto en dos asientos de engranaje laterales en el soporte de máquina del aerogenerador. El árbol de rotor en el caso de dicho sistema de apoyo en tres puntos en particular en cuanto a cargas de flexión se sostiene a través de los cojinetes del engranaje.

20 En el documento DE 10 2006 027 543 A1 se describen distintas variantes del sistema de apoyo en tres puntos del rotor de un aerogenerador. Estas variantes tienen en común el hecho de que el cojinete delantero para el árbol de rotor está diseñado como cojinete fijo que puede absorber también fuerzas axiales, y que entre el árbol de rotor y la primera etapa de engranaje están previstos acoplamientos para, por ejemplo, mantener alejadas las deformaciones del árbol de rotor que surgen debido a las fuerzas del viento que actúan sobre el rotor para que este no se dañe. Para ello, según el documento DE 10 2006 027 543 A1 puede estar previsto un disco de torsión que coopera a través de un acoplamiento dentado con la primera etapa de engranaje para compensar fuerzas axiales o deformaciones de flexión. Mediante una unión árbol-cubo separable se evita como alternativa al menos la transmisión de fuerzas axiales al engranaje.

30 El documento EP 3 232 055 A1 propone una disposición en la que el anillo exterior del rodamiento o la carcasa de engranaje están conectados con una estructura portante a través de una zona de compensación elástica del elemento de fijación diseñada en forma anular. El árbol de rotor está alojado en la zona del extremo previsto para la conexión con el rotor mediante un rodamiento en la misma estructura portante.

35 Por el documento DE 10 2006 042067 A1 se conoce un aerogenerador en el que el sistema de apoyo del árbol de rotor se realiza a través de un cojinete libre dispuesto en el extremo del árbol de rotor en el lado de rotor, a través de un cojinete fijo dispuesto en el extremo del árbol de rotor en el lado del engranaje, así como sobre el soporte de máquina a través de dos cojinetes de elastómero dispuestos a los lados del engranaje y sujetos al soporte de máquina.

40 No obstante, las uniones correspondientes son desventajosas porque debido a los pares que van a transmitirse son normalmente complejas en su fabricación.

La invención se basa en el objetivo de crear un aerogenerador en el que ya no aparezcan, o solo en una medida reducida, las desventajas conocidas del estado de la técnica.

45 Este objetivo se resuelve mediante un aerogenerador según la reivindicación principal. Perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

50 Por consiguiente, la invención se refiere a un aerogenerador con un tren transmisor de potencia que comprende un árbol de rotor y un engranaje planetario con una primera etapa de engranaje, en donde el árbol de rotor está conectado firmemente y sin juego con el piñón central de la primera etapa de engranaje, en donde el árbol de rotor está apoyado en el lado opuesto a la primera etapa de engranaje con un cojinete de rodillos toroidales en una primera estructura portante, el piñón central unido firmemente y sin juego con el árbol de rotor está apoyado como cojinete fijo con un cojinete de rotación, en donde el anillo exterior del cojinete de rotación está conectado con una carcasa, y la unión de anillo exterior del cojinete de rotación y carcasa está conectada con una segunda estructura portante a través de al menos tres elementos de suspensión elásticos dispuestos en forma anular alrededor del eje de rotor, y en donde los elementos de suspensión elásticos están configurados cilíndricos y como casquillos Ultrabuchse.

En primer lugar se explicarán algunos términos empleados en relación con la invención.

60 Un “engranaje planetario” es un engranaje con piñones satélite que en cada etapa de engranaje como componentes de engranaje comprende una corona con dentado interior, una rueda central con dentado exterior y un piñón central con al menos una rueda satélite dispuesta sobre este que se engrana tanto en el dentado de la corona como en el dentado de la rueda central. Por regla general, uno de los componentes de engranaje de una etapa de engranaje de un engranaje planetario - con frecuencia la corona - se sujeta, mientras que los otros dos componentes de engranaje pueden girar alrededor de un eje común con una relación de transmisión especificada por el dimensionamiento de las ruedas individuales del engranaje. Un engranaje planetario puede presentar varias etapas de engranaje. Sin embargo,

también es posible que un engranaje planetario comprenda solo una etapa de engranaje, en donde entonces la primera etapa de engranaje sea al mismo tiempo la única etapa de engranaje.

Un “cojinete de rodillos toroidales” - también llamado “cojinete CARB” o “cojinete de rodillos toroidales CARB”- es un rodamiento de una hilera con rodillos simétricos, relativamente largos, ligeramente abombados y pistas de rodadura de perfil toroidal. Los cojinetes correspondientes pueden absorber exclusivamente cargas radiales por lo que principalmente pueden utilizarse solo como cojinete libre.

El término “cojinete de rotación” designa un cojinete giratorio que permite la transmisión de fuerzas axiales y radiales, así como la absorción de momentos que no actúan alrededor del eje de giro. En particular un cojinete de rotación puede absorber momentos de flexión que actúan en un árbol alojado en él.

Una conexión se considera “firme y sin juego” cuando, en el caso de cargas de la conexión que se esperan habitualmente, prácticamente no aparece ningún movimiento relativo entre los componentes conectados de este modo.

Se denomina “configuración de agujeros” a la disposición de los orificios para una unión atornillada entre dos piezas constructivas, en donde solo los orificios pertenecen a la configuración de agujeros a través de los cuales en el estado montado están guiados también tornillos. Los orificios no utilizados para la unión atornillada no pertenecen a la configuración de agujeros en relación con la invención. Si los orificios de una configuración de agujeros están dispuestos en un círculo, la configuración de agujeros puede mediante la indicación de los diámetros de los orificios individuales, el diámetro del círculo de agujero de los orificios, el número de orificios en el círculo de agujero y la posición de los orificios en el círculo de agujeros.

Los elementos como, por ejemplo, orificios en un círculo de agujeros o elementos de suspensión alrededor del eje de rotor, se consideran como “distribuidos de manera uniforme sobre el perímetro” cuando la distancia angular entre elementos adyacentes en cada caso es siempre de la misma magnitud.

En caso del aerogenerador según la invención todo el empuje de rotor ejercido por el viento al tren transmisor de potencia, así como eventuales momentos de flexión a través del cojinete fijo dispuesto en el piñón central conectado de manera firme y sin juego con el árbol de rotor se introducen a través de los elementos de suspensión elásticos en la segunda estructura portante. El cojinete de rodillos toroidales es un cojinete libre que, además de los pesos, sirve esencialmente para la absorción de rotación de cabeceo y de guiñada que actúan en el tren transmisor de potencia. Debido a su diseño específico el cojinete de rodillos toroidales es muy robusto en caso de errores angulares y juego axial, por lo que, en la disposición de cojinete según la invención, no es necesaria ninguna orientación de alta precisión del cojinete libre con respecto al cojinete fijo - como se conoce en el caso de conceptos de cojinete del estado de la técnica. Mediante el cojinete de rodillos toroidales se compensan, por regla general sin problemas, las posibles desviaciones de una orientación teórica ideal. Lo mismo se aplica para una eventual modificación de la posición debido a una posible deformación de los elementos de suspensión elásticos durante el funcionamiento del aerogenerador. A este respecto, el cojinete de rodillos toroidales puede utilizarse adecuadamente en aerogeneradores con diámetros de árbol de más de 2,5 m gracias a su modo de construcción compacto y a su robustez.

La carcasa es preferiblemente la carcasa de engranaje con la que están conectados de manera firme o giratoria los demás componentes de la primera, o dado el caso otras, etapas de engranaje del engranaje planetario. En este caso, debido a la conexión de anillo exterior del cojinete de momento y carcasa, que- también en otras realizaciones- es preferiblemente firme y sin juego, dicho sistema de apoyo del piñón central de la primera etapa de engranaje con respecto a la carcasa de engranaje garantiza que la posición del eje de rotación del piñón central con respecto a la carcasa de engranaje y por consiguiente también del resto de los componentes del engranaje planetario tampoco se modifique prácticamente bajo carga. Esto se aplica, en particular, también para la corona con dentado interior y la rueda central con dentado exterior de la primera etapa de engranaje. La corona puede estar conectada a este respecto, por ejemplo, firmemente con la carcasa, mientras que la rueda central con dentado exterior está apoyada mediante cojinetes adecuados de manera giratoria con respecto a la carcasa de engranaje.

Por consiguiente, debido a la configuración según la invención del cojinete fijo como cojinete de rotación puede lograrse una guía axial precisa entre carcasa de engranaje y piñón central, es decir, estos, en una realización adecuada del cojinete prácticamente ya no pueden moverse relativamente entre sí en dirección axial. También pueden absorberse por el cojinete momentos de inversión. Como consecuencia, una modificación de posición perjudicial de los componentes individuales de la primera etapa de engranaje entre sí puede evitarse incluso en caso de una carga elevada del tren transmisor de potencia. Puede prescindirse de un acoplamiento, necesario con frecuencia en el estado de la técnica, para mantener alejadas del engranaje las deformaciones del árbol de rotor.

Se prefiere cuando están previstos seis o más, de manera más preferible, dieciséis o más elementos de suspensión elásticos, en donde los elementos de suspensión están distribuidos de manera uniforme preferiblemente por el perímetro. Mediante un número y disposición correspondientes de elementos de suspensión elásticos el flujo de fuerza a través de la carcasa puede distribuirse adecuadamente y pueden evitarse picos de fuerza especialmente altos en la carcasa.

Los elementos de suspensión elásticos son cilíndricos. Una forma de construcción de este tipo permite una construcción sencilla y asequible con una capacidad de carga elevada al mismo tiempo, en particular en la dirección radial del cilindro. La forma de construcción en cuestión se conoce también bajo la denominación Ultrabuchse.

Adicionalmente se prefiere que los elementos de suspensión elásticos estén dispuestos con su eje cilíndrico paralelos al eje de rotor. Esta disposición permite una buena absorción de momentos de cabeceo, guiñada y torsión, en donde el empuje de rotor se absorbe en la dirección axial de los elementos de suspensión elásticos. Además, mediante la disposición mencionada por regla general puede garantizarse una intercambiabilidad sencilla también de elementos de suspensión individuales.

Se prefiere que la elasticidad de los elementos de suspensión elásticos esté diseñada en función de la dirección de tal manera que, en la dirección perimetral, haya una rigidez suficiente para conducir el momento de torsión de engranaje solo a través de los elementos de suspensión completamente hacia la segunda estructura portante. Mediante un diseño correspondiente de los elementos de suspensión puede prescindirse de un apoyo de momento de torsión independiente para el engranaje. Al omitir los apoyos de momento de torsión laterales, el tren transmisor de potencia puede realizarse notablemente más estrecho, por lo que se reduce el ancho de transporte y se simplifica el transporte del tren transmisor de potencia.

Los elementos de suspensión pueden ser de goma, por ejemplo. La segunda estructura portante puede extenderse en forma anular alrededor del árbol de rotor.

El cojinete de rotación puede ser un cojinete liso o un rodamiento. Si está previsto un rodamiento se prefiere que sea un cojinete de rodillos cónicos de dos hileras con posición oblicua en disposición en X o en O. Los cojinetes de rotación correspondientes permiten un sistema de apoyo sin juego y altamente resistente en el que también el tensionado necesario de los componentes de cojinete individuales debido a la escasa longitud de tensionado es esencialmente insensible frente a eventuales efectos de temperatura. La disposición en O se caracteriza por una capacidad de absorción de momentos mucho más alta frente a un cojinete comparable con una disposición en X.

Se prefiere que el cojinete de rodillos cónicos presente un anillo interior o exterior dividido, preferiblemente endurecido de manera inductiva, en donde las partes del anillo dividido presentan preferiblemente orificios para una unión atornillada. Mediante un orificio puede lograrse el montaje, tensionado y/o fijación axial del cojinete de rotación. El cojinete de rotación puede estar conectado a este respecto a través de la carcasa con los elementos de suspensión elásticos. En este caso, el cojinete de rotación puede estar apoyado como ya se conoce en la carcasa y estar conectado con esta. Dado que en esta unión los elementos de suspensión elásticos actúan en la carcasa, el flujo de fuerza se realiza desde el cojinete de rotación a través de la carcasa y los elementos de suspensión hacia la segunda estructura portante.

Sin embargo, también es posible que el anillo exterior del cojinete de rotación esté conectado con los elementos de suspensión elásticos para permitir una transmisión de fuerza directa de las fuerzas que resultan del sistema de apoyo hacia la estructura portante. Sin embargo, dado que en este caso la carcasa sigue conectada con el anillo exterior del cojinete, también debido al peso del engranaje planetario y, dado el caso, de componentes adicionales conectados con él a través del anillo exterior del cojinete y los elementos de suspensión se introducen en la segunda estructura portante.

Adicionalmente una forma de realización preferida prevé que una de las partes del anillo dividido presente orificios pasantes no roscados, y la otra parte, preferiblemente la parte del anillo dividido más alejada del cojinete de rodillos toroidales presente orificios con rosca interior. Por tanto, el anillo en cuestión consta en este caso de dos anillos que están dispuestos concéntricamente formando el anillo exterior o el interior. La junta de separación entre ambos anillos está diseñada preferiblemente a este respecto de modo que, mediante la reducción del ancho de junta, preferiblemente a cero, o un tensionado correspondiente de ambas piezas pueda lograrse una tensión previa de cojinete mediante la cual entonces, entre otros, pueda impedirse un movimiento axial relativo del anillo interior y del exterior. Para ello, en una disposición en X al menos el anillo exterior debe preverse dividido y en el caso de una disposición en O, el anillo interior. Mediante un diseño correspondiente puede lograrse un montaje y tensionado sencillos del cojinete de rodillos cónico.

Por tanto, el anillo exterior consta en este caso de dos anillos que están dispuestos concéntricos y forman el anillo exterior. La junta de separación entre ambos anillos está diseñada preferiblemente a este respecto de modo que, mediante la reducción del ancho de junta, preferiblemente a cero, o un tensionado correspondiente de ambas piezas del anillo exterior pueda lograrse una tensión previa de cojinete mediante la cual entonces, entre otros, pueda impedirse un movimiento axial relativo del anillo interior y del exterior.

Puede estar previsto también que el piñón central de la primera etapa de engranaje esté apoyado en el lado del rodamiento de dos hileras, opuesto al árbol de rotor, con un cojinete de apoyo diseñado como cojinete libre en la carcasa de engranaje. Mediante dicho apoyo adicional se logra un apoyo fijo-libre del piñón central en la carcasa de engranaje. Esto aumenta adicionalmente la seguridad de que la posición del eje de rotación del piñón central con

respecto a la carcasa de engranaje no se modifique, incluso bajo carga. El cojinete de apoyo puede ser un rodamiento, preferiblemente un cojinete de rodillos cilíndrico. El cojinete de apoyo sirve entonces principalmente para amortiguar el peso propio del engranaje. Esto es ventajoso en particular cuando al engranaje planetario está unido directamente otra etapa de engranaje recto adicional o un generador mediante bridas. A este respecto, dado que la gravedad de engranaje se desplaza más hacia atrás, es decir, en la dirección opuesta al árbol de rotor, el cojinete de rotación debería amortiguar todo el peso de engranaje sin el cojinete de apoyo adicional. En cambio, en formas de realización en las que el engranaje está construido de manera muy compacta, puede prescindirse del cojinete de apoyo dado que, tanto el peso de engranaje como el momento de peso de engranaje resultante y relativamente pequeño, pueden absorberse completamente por el cojinete de rotación.

La primera y/o la segunda estructura portante pueden estar sujetas a un soporte de máquina o estar realizadas formando una sola pieza con él. El soporte de máquina absorbe todas las fuerzas que actúan en los componentes fijados a él y las introduce en última instancia en la torre del aerogenerador. A este respecto, el soporte de máquina puede estar unido a un cojinete acimutal dispuesto sobre la torre para lograr un giro del soporte de máquina y del árbol de rotor dispuesto normalmente de manera estacionaria en la dirección acimutal. Para el giro final están previstos accionamientos acimutales, para la fijación del soporte de máquina en una posición acimutal determinada están previstos frenos acimutales, por regla general, en forma de pinzas de freno acimutales.

En el caso de un aerogenerador según la invención, pero dado el caso también en cualquier otro aerogenerador, con un soporte de máquina para el alojamiento de piezas constructivas para el sistema de apoyo del rotor del aerogenerador se prefiere cuando el soporte de máquina presenta una brida con una configuración de agujeros idéntica a la configuración de agujeros del cojinete acimutal del aerogenerador, y está prevista una placa de soporte para el alojamiento de al menos seis accionamientos acimutales, en donde la placa de soporte presenta una configuración de agujeros idéntica a la configuración de agujeros del cojinete acimutal y está dispuesta entre soporte de máquina y cojinete acimutal, de tal manera que la unión atornillada del soporte de máquina en el cojinete acimutal se guía a través de la configuración de agujeros de la placa de soporte.

La sujeción de los accionamientos acimutales, por tanto, ya no se realiza directamente en el soporte de máquina, que suele ser una pieza fundida que debe proveerse de manera compleja y muy costosa con sistemas fijadores adecuados, diseñados especialmente para los accionamientos acimutales, sino más bien a través de la placa de soporte prevista según la invención, la cual o cuya disposición entre soporte de máquina y cojinete acimutal, dado el caso, ofrece una protección aparte.

La placa de soporte se caracteriza por una configuración de agujeros que corresponde a las configuraciones de agujeros en la brida del soporte de máquina, así como del cojinete acimutal de manera que la placa de soporte puede sujetarse perfectamente mediante la unión atornillada prevista para la sujeción del soporte de máquina en el cojinete acimutal de manera no se requiera ninguna sujeción aparte.

La placa de soporte presenta además también un número de alojamientos que va más allá del número habitual de accionamientos acimutales para ello, que están previstos preferiblemente también todos de un accionamiento acimutal. Mediante los accionamientos acimutales adicionales pueden reducirse las fuerzas de reacción introducidas en los accionamientos individuales en la placa de soporte y los momentos de torsión que resultan por ello, de manera que la placa de soporte puede presentar un grosor menor con respecto a una placa con solo cuatro accionamientos acimutales.

Se prefiere cuando la placa de soporte está diseñada para el alojamiento de ocho o más accionamientos acimutales. También se aplica en este caso que preferiblemente esté previsto en cada caso un accionamiento acimutal en cada alojamiento previsto para ello de la placa de soporte.

En el lado opuesto al alojamiento de los accionamientos acimutales la placa de soporte puede presentar al menos cinco, preferiblemente al menos ocho alojamientos para frenos acimutales, en donde preferiblemente en cada caso está previsto un freno acimutal en cada alojamiento previsto para ello.

La invención se describe ahora a modo de ejemplo a partir de una realización ventajosa y haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

figura 1: una representación parcial esquemática del tren transmisor de potencia de un primer ejemplo de realización de un aerogenerador según la invención en una vista en corte;

figura 2: una vista detallada esquemática de la disposición de elementos de suspensión elásticos del aerogenerador de la figura 1; y

figura 3a, b: vistas detalladas esquemáticas de la placa de soporte del aerogenerador de la figura 1 con accionamientos y frenos acimutales fijados a este.

En la figura 1 se representa esquemáticamente el tren 1 transmisor de potencia de un aerogenerador según la invención con las piezas relevantes para la invención.

El tren 1 transmisor de potencia comprende un árbol de rotor, en uno de cuyos extremos 3 se sujeta el rotor del aerogenerador (no representado). En el otro extremo 4 del árbol 2 de rotor está dispuesto un engranaje planetario 10 del que únicamente se muestra la primera etapa de engranaje 11.

La primera etapa de engranaje 11 comprende una corona 12 con dentado interior, una rueda central 13 con dentado exterior y un piñón central 14 con ruedas satélite 15 dispuestas sobre ella que se engranan tanto en el dentado de la corona 12 como en el dentado de la rueda central 13 como componentes de engranaje. La corona 12 está conectada firmemente con la carcasa 16 de engranaje mientras que la rueda central 13 está apoyada con respecto a la carcasa 16 mediante rodamientos no representados por motivos de claridad de manera giratoria de engranaje. A continuación se tratará todavía con más detalle el sistema de apoyo del piñón central 14 en la carcasa 16 de engranaje mediante el rodamiento 20 de dos hileras y el cojinete 25 de apoyo (opcional).

El árbol 2 de rotor en la zona del extremo 3 previsto para la conexión con el rotor está apoyado mediante un cojinete de rodillos toroidales 5 en la primera estructura portante 30, anular y que rodea por completo el árbol 2 de rotor. En su otro extremo 4, el árbol 2 de rotor está conectado mediante una unión atornillada 6 solamente esbozada y sin juego con el piñón central 14 de la primera etapa de engranaje 11.

Mediante la unión atornillada 6 y el casquillo espaciador 7 el anillo interior 21 del rodamiento 20 se fija además firmemente mediante sujeción en el piñón central 14 de la primera etapa de engranaje 11. El rodamiento 20 está diseñado como cojinete de rodillos cónicos de dos hileras con una posición oblicua en disposición en X. El anillo exterior 22 del rodamiento 20 de dos hileras está dividido en dos anillos 23, 23'. Mediante la sujeción representada en la figura 1 del anillo exterior 22 ambos anillos 23, 23' se tensan entre sí de modo que se logra una tensión previa de cojinete mediante la cual pueden impedirse movimientos relativos axiales del anillo interior 21 con respecto al anillo exterior 22. Como alternativa al cojinete de rodillos cónicos de dos hileras con una posición oblicua en disposición en X también es posible una posición oblicua en disposición en O, o un cojinete liso diseñado como cojinete de rotación.

Como alternativa a la forma de realización representada, el rodamiento 20 también puede estar provisto en el anillo exterior 22 o anillo interior 21 con orificios a través de los cuales puede practicarse una tensión previa mediante tornillos en el apoyo. Se conocen cojinetes correspondientes, en particular también en la disposición en O, de aerogeneradores más pequeños, por ejemplo, en la clase 3MW, pero no se emplean allí como cojinetes directamente en el cubo de rotor.

El piñón central 14 además está alojado en la carcasa 16 de engranaje en el lado del rodamiento 20 de dos hileras opuesto al árbol 2 de rotor con un cojinete 25 de apoyo diseñado como cojinete libre. Dado que el rodamiento 20 de dos hileras está conectado con la carcasa 16 de engranaje y forma así un cojinete fijo con respecto a la carcasa 16 de engranaje, mediante el cojinete 25 de apoyo se logra un sistema de apoyo fijo-libre de piñón central 14 en la carcasa 16 de engranaje. Sin embargo, son posibles también realizaciones sin cojinete 25 de apoyo.

La carcasa 16 está fijada a través de una pluralidad de elementos 18 de suspensión elásticos en una segunda estructura 31 de soporte, anular y que rodea por completo el árbol 2 de rotor. Los elementos 18 de suspensión elásticos son elementos cilíndricos de goma, cuyo eje de cilindro respectivo está orientado paralelo al eje de rotor. Como se esboza en la figura 2, están dispuestos en conjunto 32 elementos 18 de suspensión elásticos distribuidos de manera uniforme alrededor del árbol 2 de rotor. La elasticidad de los elementos 18 de suspensión está diseñada a este respecto en función de la dirección de tal modo que, en la dirección perimetral, haya una rigidez suficiente para conducir el momento de torsión de engranaje solo a través de elementos 18 de suspensión completamente hacia la estructura portante 31 de manera que pueda prescindirse de apoyos de momento de torsión especiales. Al mismo tiempo, sin embargo, a través de los elementos de suspensión deben compensarse al menos parcialmente deformaciones de flexión del árbol 2 de rotor debidas a cargas de viento y la transmisión de vibraciones desde el engranaje 10 a la segunda estructura portante 31 puede minimizarse.

Tanto la primera como la segunda estructura portante 30, 31 están sujetas a un soporte 40 de máquina que está realizado como pieza fundida. En su lado inferior el soporte 40 de máquina presenta una brida con orificios ciegos 42 dispuestos en una configuración 41 de agujeros, en donde la configuración 41 de agujeros coincide con la del anillo interior del cojinete acimutal (solo esbozado) de manera que el soporte 40 de máquina puede sujetarse básicamente de manera conocida en el cojinete acimutal.

En el ejemplo de realización representado está prevista además una placa 50 de soporte que en las figuras 3a, b de nuevo está representada aislada. La placa 50 de soporte presenta asimismo una configuración 51 de agujeros de orificios pasantes 52 que corresponde a la configuración 41 de agujeros del soporte 40 de máquina o a la del cojinete acimutal. La placa 50 de soporte puede disponerse entre el soporte 40 de máquina y cojinete acimutal de tal manera que la unión atornillada conocida del soporte 40 de máquina en el cojinete acimutal se guía a través de la configuración 51 de agujeros de la placa 50 de soporte, con lo cual la placa 50 de soporte está sujeta de manera segura.

Como puede verse en la figura 3a, b, sobre la placa 50 de soporte están previstos en total 14 accionamientos acimutales 60 en alojamientos correspondientes a través de los cuales se efectúa el ajuste acimutal del aerogenerador. En el lado inferior de la placa 50 de soporte están previstos en total doce frenos acimutales 61 configurados como pinzas de freno con los cuales el aerogenerador puede fijarse en una posición acimutal especificada.

- 5 Mediante la disposición de los accionamientos acimutales 60 y de los frenos acimutales 61 en la placa 50 de soporte puede prescindirse de un diseño más complejo del soporte 40 de máquina y por tanto mucho más costoso en la fabricación. Al mismo tiempo, mediante el número de accionamientos acimutales 60 y frenos acimutales 61 seleccionado en cada caso pueden mantenerse reducidos los momentos de distorsión que actúan sobre la placa 50
- 10 de soporte de manera que no sean necesarios un grosor especialmente grande de la placa 50 de soporte ni refuerzos costosos de la placa 50 de soporte.

REIVINDICACIONES

1. Aerogenerador con un tren (1) transmisor de potencia que comprende un árbol (2) de rotor y un engranaje planetario (10) con una primera etapa (11) de engranaje, en donde el árbol (2) de rotor está conectado firmemente y sin juego con el piñón central (14) de la primera etapa (11) de engranaje, en donde el árbol (2) de rotor está apoyado en el lado opuesto a la primera etapa (11) de engranaje con un cojinete (5) de rodillos toroidales en una primera estructura portante (30), el piñón central (14) conectado firmemente y sin juego con el árbol (2) de rotor está apoyado como cojinete fijo con un cojinete (20) de rotación, en donde el anillo exterior (22) del cojinete (20) de rotación está conectado con una carcasa (16), **caracterizado por que** la unión de anillo exterior (22) del cojinete (20) de rotación y carcasa (16) está conectada con una segunda estructura portante (31) a través de al menos tres elementos (18) de suspensión elásticos dispuestos en forma anular alrededor del eje de rotor, y los elementos (18) de suspensión elásticos están configurados cilíndricos y como casquillos Ultrabuchse.
2. Aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizado por que** están previstos seis o más, preferiblemente dieciséis o más elementos (18) de suspensión elásticos, en donde los elementos (18) de suspensión están distribuidos preferiblemente de manera uniforme sobre el perímetro.
3. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los elementos (18) de suspensión elásticos están dispuestos con su eje de cilindro paralelo al eje de rotor.
4. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la elasticidad de los elementos (18) de suspensión elásticos está diseñada en función de la dirección, de tal manera que en la dirección perimetral del eje de rotor existe una rigidez suficiente para conducir el momento de torsión de engranaje solo a través de los elementos (18) de suspensión completamente hacia la segunda estructura portante (31).
5. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cojinete (20) de rotación es un cojinete liso o un rodamiento, preferiblemente un cojinete de rodillos cónicos de dos hileras con posición oblicua en disposición en X o en O.
6. Aerogenerador según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el cojinete de rodillos cónicos presenta un anillo (22) interior o exterior dividido, preferiblemente endurecido de manera inductiva, en donde las dos partes (23, 23') del anillo dividido (22) presentan preferiblemente orificios para una unión atornillada.
7. Aerogenerador según la reivindicación 6, **caracterizado por que** una de las partes (23) del anillo dividido (22) presenta orificios pasantes no roscados y la otra parte (23'), preferentemente la parte (23') del anillo dividido (22) más alejada del cojinete (5) de rodillos toroidales, presenta orificios con roscado interno.
8. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el piñón central (14) de la primera etapa (11) de engranaje está apoyado en el lado del cojinete (20) de rotación opuesto al árbol de rotor (2) con un cojinete (25) de apoyo diseñado como cojinete libre para formar un sistema de apoyo fijo-libre del piñón central (14).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el cojinete (25) de apoyo es un rodamiento, preferiblemente un cojinete de rodillos cilíndricos.
10. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la carcasa (16) es la carcasa de engranaje del engranaje planetario (10).
11. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera y/o la segunda estructura portante (30, 31) está sujeta a un soporte (40) de máquina.

12. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, con un soporte (40) de máquina para el alojamiento de piezas constructivas para el sistema de apoyo del rotor del aerogenerador,
caracterizado por que
5 el soporte (40) de máquina presenta una brida con una configuración (41) de agujeros idéntica a la configuración de agujeros de un cojinete acimutal del aerogenerador y una placa (50) de soporte para el alojamiento de al menos seis accionamientos acimutales (60), en donde la placa (50) de soporte presenta una configuración (51) de agujeros idéntica a la configuración de agujeros del cojinete acimutal y está dispuesta entre soporte (40) de máquina y cojinete acimutal de tal manera que la unión atornillada del soporte (40) de máquina está guiada en el cojinete acimutal mediante la configuración (51) de agujeros de la placa (50) de soporte.
10
13. Aerogenerador según la reivindicación 12,
caracterizado por que
15 la placa (50) de soporte está diseñada para el alojamiento de ocho o más accionamientos acimutales (60) y/o en cada caso un accionamiento acimutal (60) en cada alojamiento de la placa (50) de soporte previsto para ello.
14. Aerogenerador según la reivindicación 12 o 13,
caracterizado por que
20 la placa (50) de soporte en el lado opuesto al alojamiento de los accionamientos acimutales (60) presenta al menos cinco, preferiblemente al menos ocho alojamientos para frenos acimutales (61), en donde preferiblemente en cada caso está previsto un freno acimutal (61) en cada alojamiento previsto para ello.

Figura 1

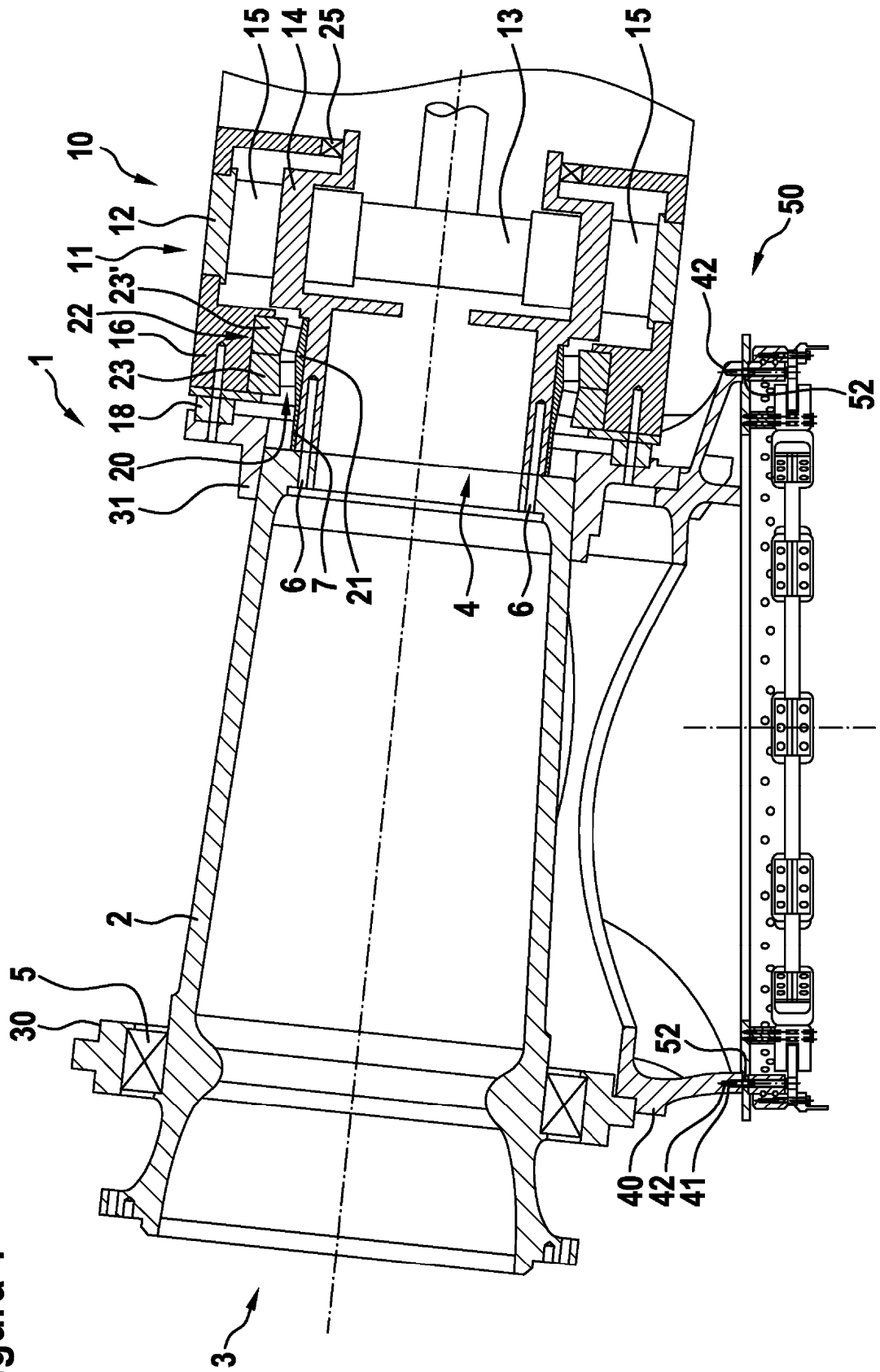


Figura 2

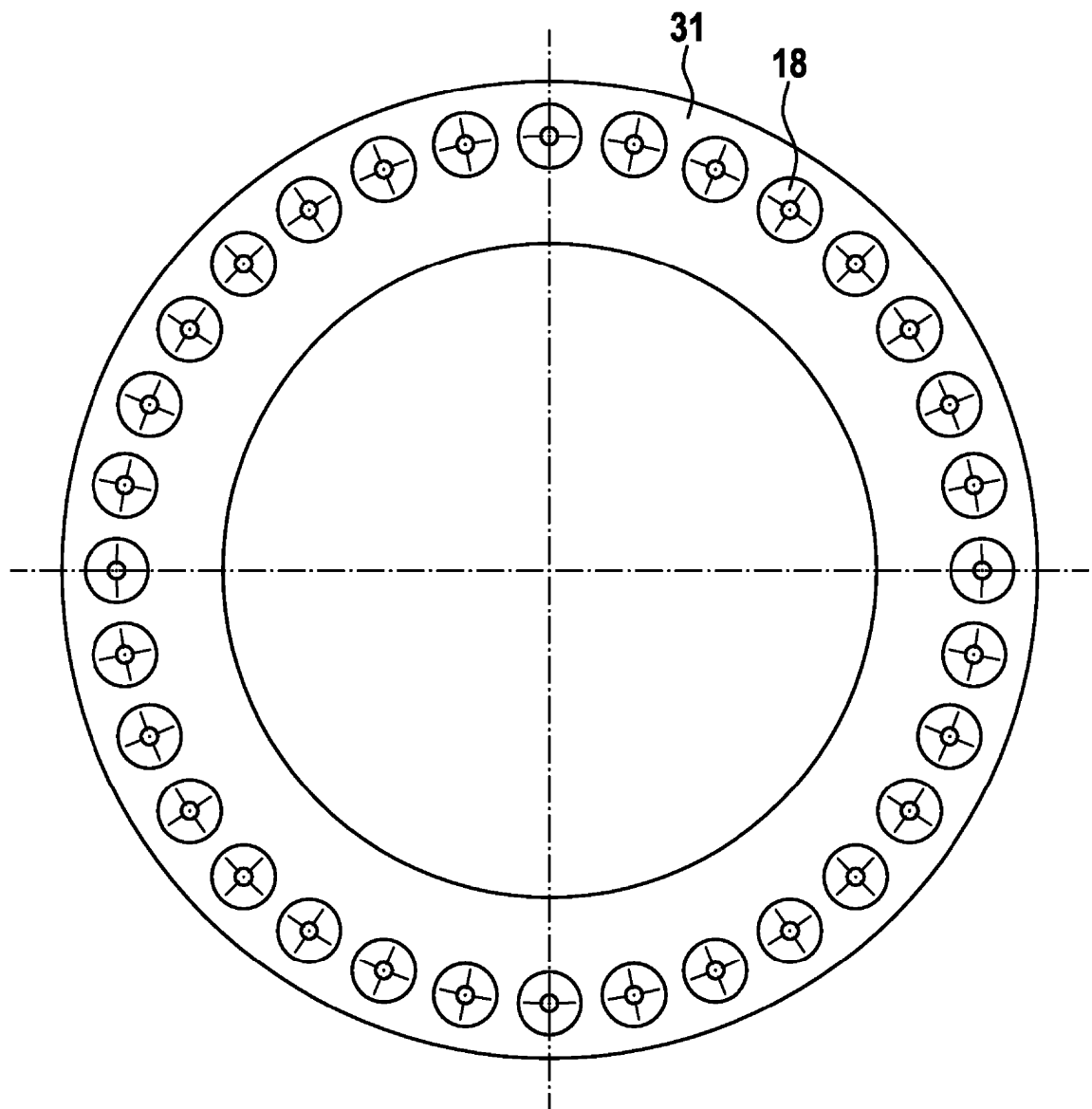


Figura 3a

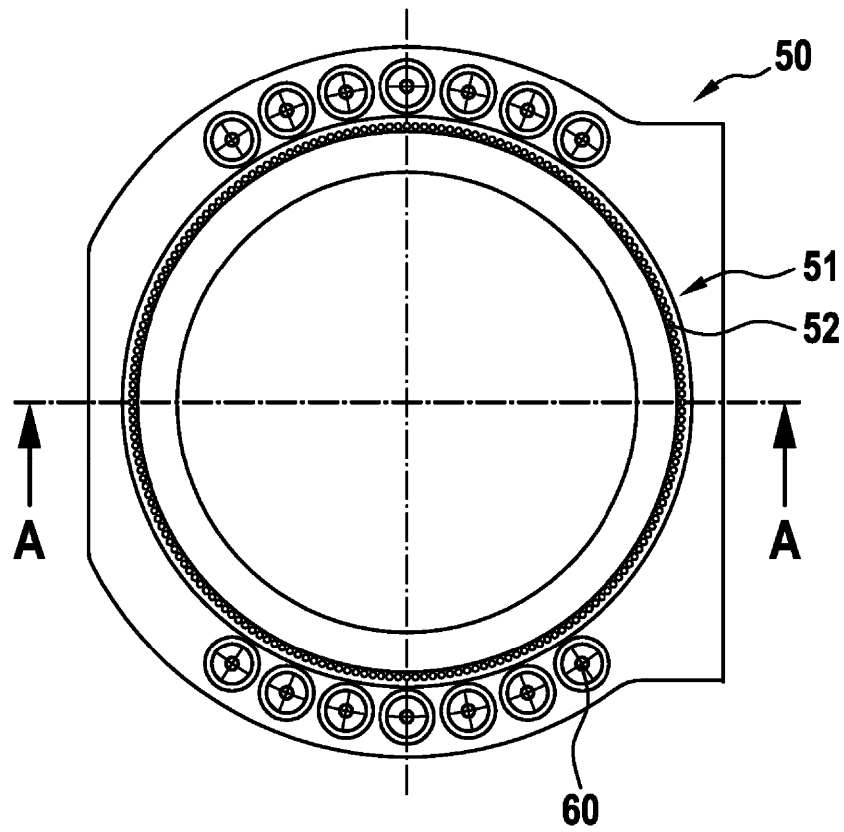


Figura 3b

