

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 860**

51 Int. Cl.:

F03D 80/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2007** **E 07007951 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016** **EP 1867871**

54 Título: **Instalación de energía eólica con un rotor**

30 Prioridad:

14.06.2006 DE 102006027543

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

23.12.2016

73 Titular/es:

**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

NITZPON, JOACHIM

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 594 860 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

Instalación de energía eólica con un rotor

5 La presente invención se refiere a una instalación de energía eólica con un rotor, que está acoplado mediante un árbol del rotor con un árbol de entrada de un engranaje. El árbol del rotor está alojado doblemente mediante un rodamiento del lado del rotor y un rodamiento del lado del engranaje. El engranaje tiene una caja de engranaje.

10 Erich Hau, "Windkraftanlagen", tercera edición, editorial Springer, 2003, resume el alojamiento en tres puntos del árbol del rotor y del engranaje en instalaciones de energía eólica grandes de la siguiente forma. El árbol del rotor y el engranaje están apoyados en esta configuración en tres puntos, un rodamiento delantero y dos apoyos del engranaje laterales. La ventaja del alojamiento en tres puntos está en un acortamiento del árbol del rotor y, por lo tanto, también de la estructura que soporta la carga de la sala de máquinas. Además, el módulo "árbol del rotor con alojamiento y engranaje" puede instalarse de forma premontada y conjunta, por lo que se facilita un ensamblaje racional de la sala de máquinas. También es posible recurrir en gran medida a engranajes estándar de un tipo de construcción habitual.

15 Erich Hau explica, además, que en el estado de la técnica se conoce otro paso hacia una forma de construcción más compacta del alojamiento del rotor directamente en el exterior o interior del engranaje. En la integración del alojamiento del rotor en el engranaje se pretende que las deformaciones inevitables de la caja que soporta la carga y la flexión del árbol del rotor no perjudiquen la función del engranaje. La plataforma de fondo de soporte de la sala de máquinas puede ser considerablemente más pequeña en esta concepción; unas instalaciones pequeñas incluso pueden renunciar completamente a una plataforma de fondo de soporte.

20 El documento WO 2004/046582 A2 se refiere a la configuración de un engranaje en el que está integrado el rodamiento principal para el árbol del rotor.

25 El documento DE 10231948 A1 se refiere a la disposición de un rodamiento para una instalación de energía eólica en la que el rodamiento presenta un primer aro de rodamiento unido con la carcasa de la máquina y un segundo aro de rodamiento unido con el cubo del rotor, que está sujetado de forma giratoria en el primer aro de rodamiento.

30 Por el documento WO 2004/013516 A1 se conoce un engranaje planetario para una instalación de energía eólica, en la que el alojamiento principal del cubo del rotor tiene lugar en un rodamiento dispuesto en el exterior en el soporte de la rueda planetaria.

35 Por el documento DE 10242707 se conoce un rodamiento para una instalación de energía eólica, en el que el generador está realizado como un círculo que envuelve el engranaje de forma concéntrica. El rodamiento del rotor delantero está configurado aquí como rodamiento para soportar momentos, dispuesto directamente en el cubo.

40 Por el documento WO 03/031811 se conoce una unidad de engranaje con alojamiento de rotor integrado. La unión entre la unidad de engranaje y su unión con el engranaje, así como el cubo del rotor permiten un desmontaje de la unidad de engranaje completamente ensamblada de la caja y del cubo del rotor mediante un movimiento de tracción. El árbol del rotor está apoyado aquí tanto en el lado del engranaje como en el lado del rotor. Entre el rodamiento del lado del engranaje y el engranaje está previsto un acoplamiento desmontable.

45 Por el documento WO 2007/085644 A1 se conoce una cadena de accionamiento entre un rotor y un engranaje de una instalación de energía eólica, en el que en el lado del engranaje está empalmada una brida con el árbol del rotor, que está alojada en el engranaje. El documento WO 2007/085644 A1 es el estado de la técnica publicado posteriormente, que según el artículo 54 (3) y (4) del CPE ha de tenerse en cuenta para la valoración de la novedad.

50 El EP 1855001 A1 también es estado de la técnica según el artículo 54 (3) y (4) del CPE y muestra una caja de engranaje, en la que el árbol del rotor está alojado en el lado de entrada.

Los documentos WO 2004/027260 A1, EP 1457673 A1 y EP 1431575 A2 muestran alojamientos del árbol del rotor de una instalación de energía eólica, en los que el árbol del rotor está alojado en el lado del engranaje en el engranaje.

55 El documento EP 1617075 A1 muestra un dispositivo para el cambio del engranaje en una instalación de energía eólica, que presenta un yugo, con el que el árbol del rotor alojado en un engranaje está alojado en caso de un cambio del engranaje.

La invención tiene el objetivo de poner a disposición un alojamiento mejorado para el árbol del rotor de la instalación de

energía eólica, en el que pueda realizarse con medios sencillos un desmontaje del engranaje, sin que sean necesarias medidas adicionales para apoyar el árbol del rotor y, por lo tanto, el rotor.

El objetivo se consigue según la invención mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 1. Unas 5 configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

La invención se refiere a una instalación de energía eólica con un rotor, que está acoplado mediante un árbol del rotor con un engranaje, en particular con el alma de una primera etapa planetaria del engranaje, estando apoyado el árbol del rotor visto en conjunto doblemente mediante un rodamiento del lado del rotor y un rodamiento del lado del engranaje. El 10 engranaje tiene una caja de engranaje. La unión entre el árbol del rotor y el engranaje se realiza en el lado del engranaje del rodamiento del lado del engranaje. Para una separación sencilla del engranaje y el árbol del rotor, el árbol del rotor está provisto en el lado del engranaje de un disco de torsión, que transmite el par del rotor al engranaje. Además, un alma del engranaje realizado como engranaje planetario se apoya mediante elementos elásticos en el disco de torsión. El rodamiento del lado del engranaje se apoya mediante al menos un dispositivo de apoyo en un soporte de la máquina. El 15 engranaje está unido con su caja de engranaje con el dispositivo de apoyo. En el alojamiento según la invención, el árbol del rotor no se apoya en el lado del engranaje en el engranaje sino que se presenta un alojamiento separado por el al menos un dispositivo de apoyo. El rodamiento del lado del engranaje se apoya mediante un dispositivo de apoyo en el soporte de máquina. Al mismo tiempo, la caja del engranaje se apoya en el dispositivo de apoyo, por lo que se realiza un apoyo del par. La ventaja esencial está en que entre los puntos de apoyo, es decir, el rodamiento del lado del engranaje 20 y el rodamiento del lado del rotor, ya no hay ninguna unión entre el cubo y el árbol. En caso de un deterioro del engranaje o de realizar otros trabajos de mantenimiento en la cadena de accionamiento solo es necesario retirar la caja de engranaje de los dispositivos de apoyo, para separar así la caja de engranaje con las partes dentadas del engranaje de la cadena de accionamiento.

25 El dispositivo de apoyo presenta elementos elásticos, mediante los que el dispositivo de apoyo está unido con el soporte de la máquina. Mediante los elementos elásticos, el dispositivo de apoyo y el soporte de la máquina quedan desacoplados.

La caja de engranaje está unida de forma separable con el dispositivo de apoyo, por ejemplo mediante tornillos, de modo 30 que el engranaje puede separarse sin gran esfuerzo del dispositivo de apoyo.

El disco de torsión está provisto de un acoplamiento dentado, mediante el cual el par se transmite al alma de la primera etapa planetaria del engranaje. El alma se apoya mediante un elemento elástico en el disco de torsión. Una ventaja especial del acoplamiento dentado, así como del apoyo del alma en el disco de torsión está en que puede realizarse una 35 separación mediante tracción en la dirección axial.

En una configuración preferible, el alma pasa en el lado del generador por un rodamiento. La descripción "en el lado del generador" se refiere a una disposición, en la que el par fluye del rotor a través del árbol del rotor al engranaje y desde allí al generador, de modo que en el lado del generador se refiere al árbol de salida del engranaje. 40

En una configuración preferible, el disco de torsión está unido en el lado frontal con el árbol del rotor mediante tornillos y/o clavijas. Como unión alternativa también puede estar previsto que el disco de torsión esté unido con el árbol del rotor mediante una unión por contracción. También puede usarse un dentado axial de árbol del rotor y disco de torsión, que engranan uno en otro y que están fijados preferentemente mediante una unión con tornillos. 45

En una configuración preferible, el rodamiento del lado del rotor está realizado como rodamiento libre y el dispositivo de apoyo está realizado para absorber las fuerzas axiales. En una configuración alternativa, el rodamiento del lado del rotor está realizado como rodamiento fijo, estando realizado el dispositivo de apoyo mediante elementos elásticos de forma libremente móvil en la dirección axial. 50

En una configuración alternativa, el engranaje presenta un árbol hueco y un alma realizada por separado de la primera etapa planetaria. También es preferible que el árbol hueco presente en el lado del generador un acoplamiento dentado, que transmite el par libre de momentos de flexión al alma de la primera etapa planetaria del engranaje.

55 A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda de dos ejemplos de realización.

La figura 1, muestra un diagrama esquemático del alojamiento según la invención;

la figura 2, muestra una configuración preferible del alojamiento según la invención;

las figuras 3 y 4, muestran la estructura esquemática de un alojamiento en tres puntos y en cuatro puntos del estado de la técnica;

5 la figura 5, muestra un ejemplo de un elemento de desacoplamiento, que sirve para la unión de la caja de engranaje con el soporte de la máquina;

la figura 6, muestra una segunda configuración del alojamiento según la invención, en el que el árbol del rotor está realizado en dos piezas, y

10

la figura 7, muestra una vista en perspectiva de la configuración de la figura 6.

La figura 1 muestra en una vista esquemática un árbol del rotor 10, que en el lado del rotor está realizado con una brida para la unión con el rotor 12. El árbol del rotor 10 está alojado en el lado del rotor con un primer rodamiento 14 y en el lado del engranaje con un segundo rodamiento 16. El segundo rodamiento 16 está unido mediante un dispositivo de apoyo 23 con el soporte de la máquina de la instalación de energía eólica. El segundo rodamiento 16 está realizado de tal modo que el dispositivo de apoyo 23 está orientado en ángulo recto respecto al árbol del rotor 10, también bajo carga y/o en caso de una deformación del árbol del rotor 10. El dispositivo de apoyo 23 está provisto de elementos elásticos 18, para no generar fuerzas adicionales en caso de una carga y/o deformación del árbol del rotor para el rodamiento 16. En el ejemplo representado, el rodamiento 14 está realizado como rodamiento fijo, de modo que el dispositivo de apoyo 23 no tiene que absorber fuerzas axiales.

En el lado del engranaje, el árbol 10 está unido con un disco de torsión 20, que coopera mediante un acoplamiento dentado 22 con un alma 24 de la primera etapa del soporte de la rueda planetaria. El alma 24 está alojada mediante un rodamiento de almas 26 en una caja de engranaje 28. La caja de engranaje 27 está unida a su vez en la zona 30 con el dispositivo de apoyo 23.

Para el desmontaje del engranaje, se separa la unión 30 entre la caja de engranaje y el dispositivo de apoyo 23 y se retira la caja de engranaje 28 en la dirección axial del árbol del rotor 10. Mediante el acoplamiento dentado 22, el engranaje puede desmontarse y volver a montarse sin esfuerzo. El acoplamiento dentado 22 está realizado en la figura 1 como un acoplamiento posible para la transmisión el par del árbol 10 a la etapa planetaria 24. También son posibles otros acoplamientos que pueden transmitir el par del árbol del rotor 10 y que pueden retirarse al mismo tiempo en la dirección axial. La ventaja especial del acoplamiento dentado está entre otras en que gracias a la forma de construcción no se transmiten pequeñas deformaciones radiales y axiales, pudiendo evitarse por lo tanto una transmisión de momentos de flexión del alojamiento del rotor al engranaje.

La comparación con las representaciones esquemáticas de las figuras 3 y 4 muestra claramente las diferencias esenciales del alojamiento según la invención. La figura 3 muestra un alojamiento en tres puntos convencional con un rodamiento del lado del rotor 32 y un brazo de par 34. A diferencia de la configuración según la invención, la segunda unidad de rodamiento 38, 39 para el árbol 36 está integrada en el engranaje 40, de modo que al separar la unión entre el árbol y el cubo 42 debe realizarse un apoyo del árbol del rotor 36.

La figura 4 muestra otra configuración ya conocida del alojamiento de un árbol, que se describe también como alojamiento en cuatro puntos. El árbol está alojado en el lado del rotor mediante un rodamiento libre 44 y en el lado del engranaje mediante un rodamiento fijo 46. La caja de engranaje 48 está unida mediante elementos de desacoplamiento 50 con el soporte de la máquina. La primera etapa del engranaje planetario está alojada en el lado del rotor y en el lado del generador respectivamente mediante un rodamiento 52, 54. Los elementos de desacoplamiento formados también por elementos elásticos reducen las fuerzas adicionales que resultan sobre los rodamientos 52, 54 por las deformaciones del árbol del rotor 58 y del soporte de la máquina. La ventaja especial del alojamiento en cuatro puntos está en que tras la separación de la unión 56 entre el árbol del rotor 58 y el árbol hueco 60 no es necesario un apoyo del árbol del rotor cuando el engranaje 48 está retirado y en que no se aplican momentos de flexión considerables al engranaje mediante los elementos de desacoplamiento. El inconveniente de este alojamiento es que la disposición tiene una longitud relativamente larga y requiere cuatro rodamientos de grandes dimensiones.

55

En el alojamiento representado en la figura 1 se reúnen las ventajas del alojamiento en tres puntos con las ventajas del alojamiento en cuatro puntos.

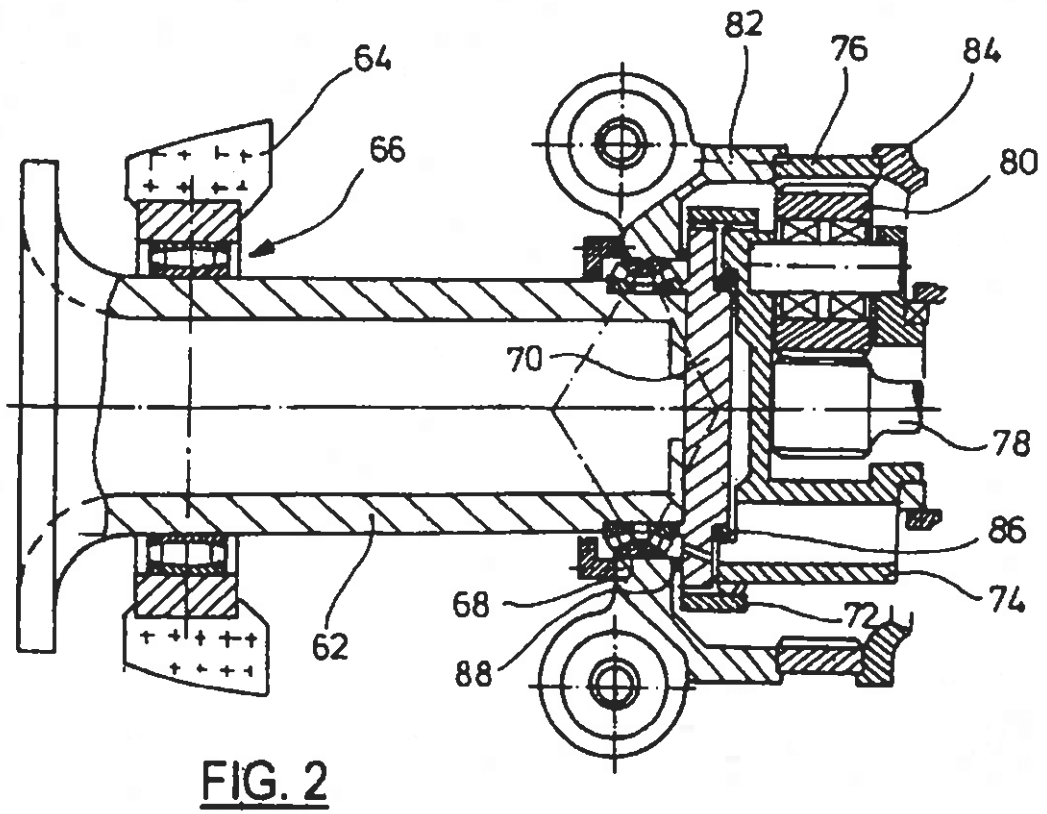
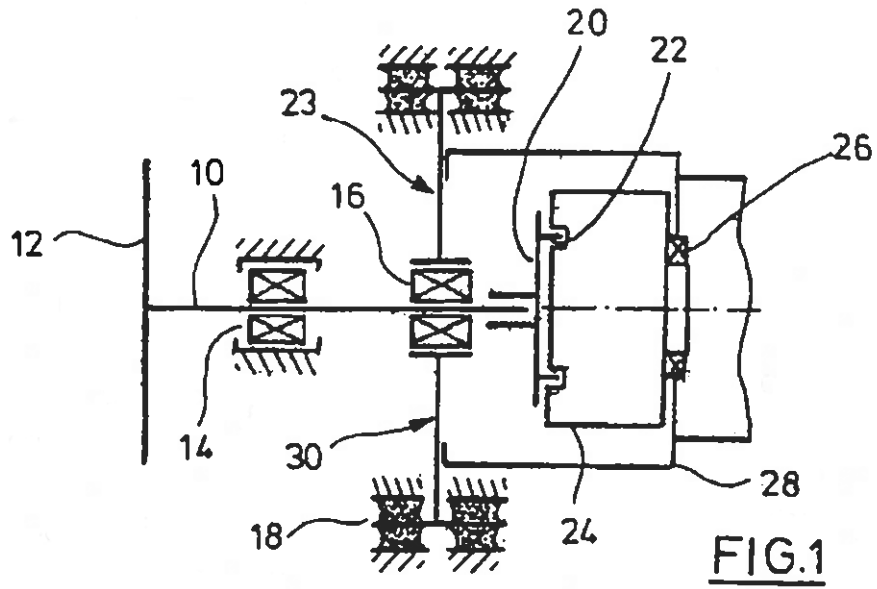
La figura 2 muestra una vista en corte de una configuración del alojamiento según la invención.

- La figura 2 muestra un árbol en una pieza 62, que está unido en el lado del rotor mediante un rodamiento de rodillos, por ejemplo un rodamiento CARB 66, con un soporte de la máquina 64. En el lado del engranaje, el árbol 62 está alojado mediante dos rodamientos 68. Los rodamientos están realizados como rodamientos de rodillos cónicos, que están ajustados sin juego o casi sin juego uno respecto al otro. La pareja de rodamientos 68 también puede estar realizada como rodamientos para absorber momentos. Un disco de torsión 70 está unido con el árbol 62. El disco de torsión 70 tiene en el lado exterior un acoplamiento dentado 72, que engrana con el alma 74 del engranaje planetario.
- 10 En la figura 2 está representado de forma esquemática el sol 78 del engranaje planetario, así como la rueda con dentado interior 76 de la primera etapa planetaria con un planeta 80 correspondiente. La rueda con dentado interior 76 de la primera etapa planetaria está sujeta entre la caja de engranaje 84 y el dispositivo de apoyo 82. El dispositivo de apoyo 82 sujeta los rodamientos 68 en el lado del engranaje para el árbol del rotor 62 ya anteriormente mencionados. El alma 74 del engranaje planetario se apoya mediante elementos elásticos 86 en el disco de torsión 70 del árbol 62.
- Para evitar en caso de un deterioro del engranaje que aceite sucio u otras suciedades lleguen al rodamiento 68, está prevista adicionalmente una junta 88 entre el dispositivo de apoyo 82 y el disco de torsión 70.
- 20 La figura 5 muestra una configuración posible del elemento de desacoplamiento del dispositivo de apoyo. El ejemplo mostrado en la figura 5 para el apoyo de la caja de engranaje 100 en un alma del soporte de la máquina 102 se realiza mediante un rodamiento cónico con eje horizontal 104. Mediante elementos elásticos 106 se absorben las fuerzas radiales del par, las fuerzas transversales y las fuerzas axiales.
- 25 La figura 6 muestra una configuración alternativa del alojamiento según la invención en una vista esquemática desde arriba. En esta configuración, el engranaje 108 está provisto en el lado de entrada de un árbol hueco 110. El árbol hueco 110 y el alma (no representada) de la primera etapa planetaria están realizados de forma separada. El par se transmite sin momentos de flexión del árbol hueco al alma, por ejemplo mediante un acoplamiento dentado. El alojamiento del árbol hueco 110 con disco de torsión 112 integrado se realiza mediante una pareja de rodamientos de rodillos cónicos ajustada o un rodamiento para soportar momentos 114. En el lado frontal, el engranaje 108 está provisto de un brazo de par 116. El brazo de par 116 tiene lateralmente elementos de desacoplamiento, mediante los cuales el brazo de par 116 está apoyado en el soporte de la máquina (véase la figura 7). El árbol hueco 110 y el tramo de árbol 118 no tienen que separarse para el desmontaje de la caja de engranaje 108.
- 35 En la invención, el alojamiento en tres puntos se modifica de tal modo que entre los puntos de apoyo del árbol del rotor ya no existe ninguna unión entre el árbol y el cubo o, en caso de estar prevista una unión de este tipo, esta ya no tiene que separarse para el desmontaje del engranaje. Si el árbol del rotor está realizado en una pieza, son el rodamiento fijo y el rodamiento libre los que se encargan del alojamiento del rotor. El rodamiento fijo puede estar dispuesto tanto en el lado del rotor como en el engranaje. El engranaje está realizado de tal modo que la caja de engranaje se apoya con piezas dentadas en el dispositivo de apoyo. La caja de engranaje se fija mediante tornillos en el dispositivo de apoyo, estando realizada la unión por ejemplo como unión a pie de obra. El rodamiento en el dispositivo de apoyo está realizado como rodamiento para soportar momentos o como pareja de rodamientos de rodillos cónicos ajustada en disposición en O. Para el montaje de los rodamientos, en el lado del engranaje está fijado un disco de torsión en el árbol del rotor, que transmite el par a través de un acoplamiento dentado al alma de la primera etapa planetaria. Aquí no se transmiten también momentos de flexión. El alma se apoya mediante un elemento elástico en el disco de torsión y es guiado, además, en el lado del generador de forma axial y radial mediante un rodamiento. El disco de torsión está fijado en el lado frontal mediante tornillos y espigas o solo mediante tornillos en el árbol o está unido accionado por fricción con el árbol mediante una unión por contracción. Son posibles otras uniones entre el árbol y el cubo, por ejemplo mediante un acoplamiento dentado integrado directamente en el árbol. Si el rodamiento del lado del rotor está realizado como rodamiento fijo, el apoyo del engranaje es libremente móvil en la dirección axial. Si el rodamiento del lado del rotor está realizado, por el contrario, como rodamiento libre (rodamiento Carb o rodamiento de rodillos a rótula con aro exterior axialmente desplazable), el apoyo del engranaje debe absorber las fuerzas axiales.
- 50
- 55 En la configuración según las figuras 6 y 7, el árbol del rotor no está realizado en una pieza, sino que tiene un primer tramo 118, que está alojado en el lado del rotor. Un segundo tramo 110 del árbol del rotor está realizado como árbol hueco. El par es transmitido por un acoplamiento dentado del árbol hueco al alma (no representada), también aquí sin momentos de flexión. El alojamiento del árbol hueco con disco de torsión 112 integrado está realizado en un lado mediante una pareja de rodamientos de rodillos cónicos 114 ajustada o mediante un rodamiento para soportar

momentos. El engranaje puede separarse y desmontarse separándose la caja de engranaje 108 del brazo de par 116 en el lado frontal. Solo cuando se separa la unión entre el árbol y el cubo entre el primer tramo de árbol 118 y el árbol hueco 110, es necesario un desmontaje del rotor y/o un apoyo del rotor.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de energía eólica con un rotor (12), que está acoplado mediante un árbol del rotor (10) con un engranaje (24, 26, 28), estando alojado el árbol del rotor (10) doblemente mediante un rodamiento del lado del rotor (14) y un rodamiento del lado del engranaje (16) y estando realizado el engranaje como engranaje planetario con un alma (74), **caracterizada porque**
- está prevista una unión entre el árbol del rotor (10) y el engranaje (24) en el lado del engranaje del rodamiento del lado del engranaje (16),
- 10 • el rodamiento en el lado del engranaje (16) se apoya mediante al menos un dispositivo de apoyo (23) en un soporte de la máquina y una caja del engranaje (28) está unida de forma separable con el dispositivo de apoyo, realizándose mediante el dispositivo de apoyo (23) un apoyo del par de la caja de engranaje (28),
- 15 • el árbol del rotor tiene en el lado del engranaje un disco de torsión (70), que transmite el par del rotor al engranaje y que está unido de forma separable con el engranaje, presentando el disco de torsión un acoplamiento dentado, que transmite el par al alma de una primera etapa planetaria del engranaje, y
- 15 • el alma (74) del engranaje planetario se apoya mediante elementos elásticos (86) en el disco de torsión (70) del árbol (61).
2. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el dispositivo de apoyo une el soporte de la máquina mediante elementos elásticos con el rodamiento del lado del engranaje.
3. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** el alma pasa en el lado del generador por un rodamiento.
- 25 4. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** el disco de torsión está fijado en el lado frontal mediante tornillos y/o espigas en el árbol del rotor.
5. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** el disco de torsión está unido con el árbol del rotor mediante una unión por contracción.
- 30 6. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** el árbol del rotor y el disco de torsión presentan respectivamente un dentado axial.
7. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** el rodamiento del lado del rotor está realizado como rodamiento libre y el dispositivo de apoyo está realizado para absorber las fuerzas axiales.
- 35 8. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** el rodamiento del lado del rotor está realizado como rodamiento fijo y los dispositivo de apoyos están realizados de forma libremente móvil en la dirección axial.
- 40 9. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** el engranaje presenta un árbol hueco y un alma realizado de forma separada de la primera etapa planetaria.
- 45 10. Instalación de energía eólica según la reivindicación 9, **caracterizada porque** el árbol hueco presenta en el lado del generador un acoplamiento dentado, que transmite el par al alma de la primera etapa planetaria del engranaje.



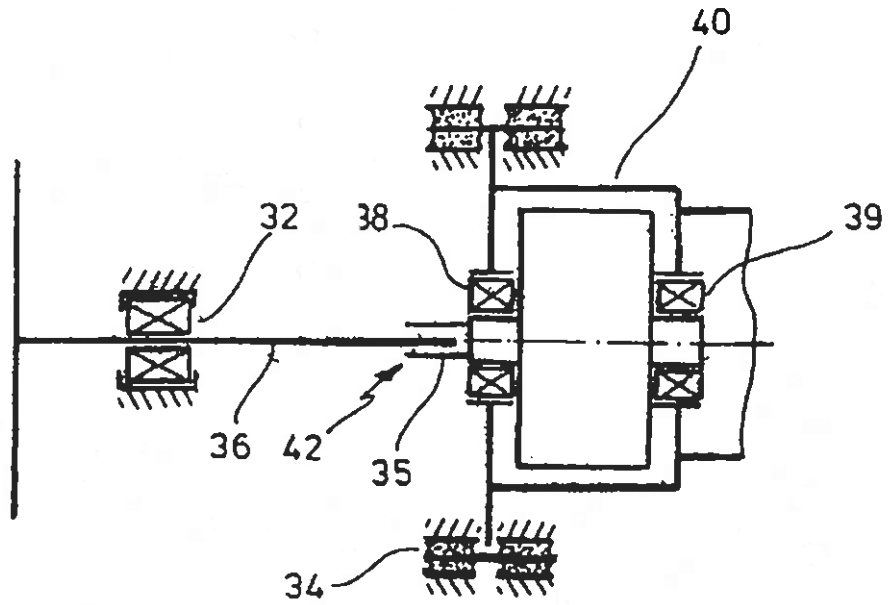


FIG. 3

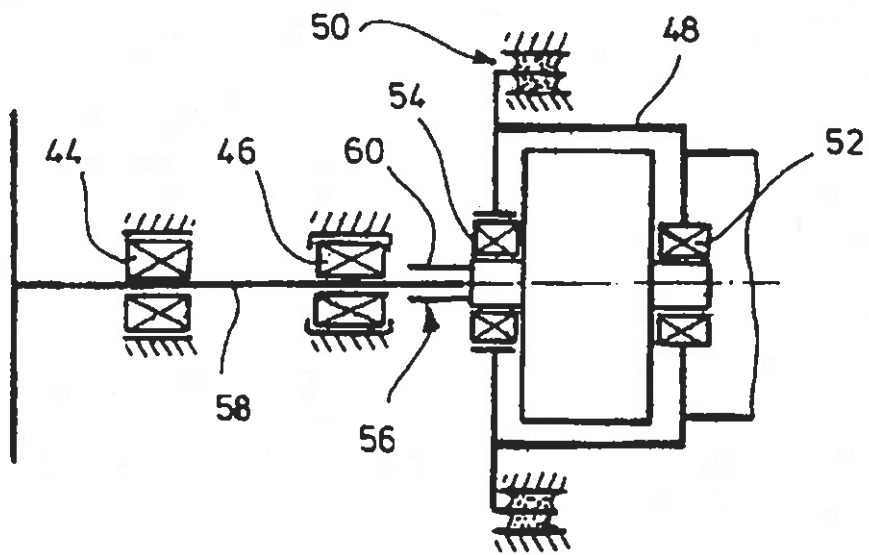


FIG. 4

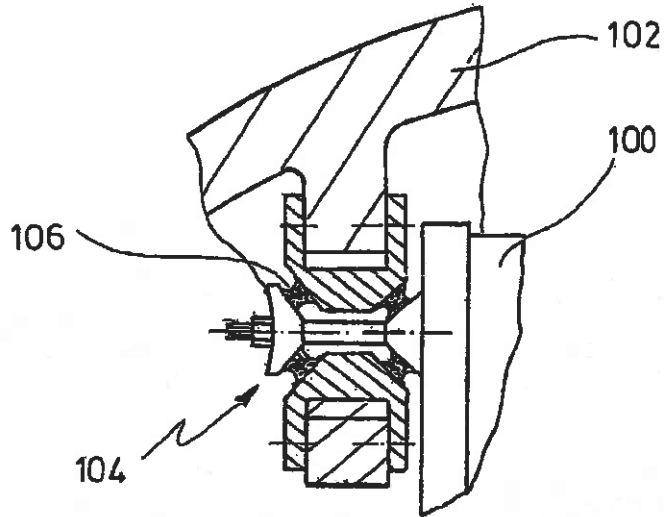


FIG.5

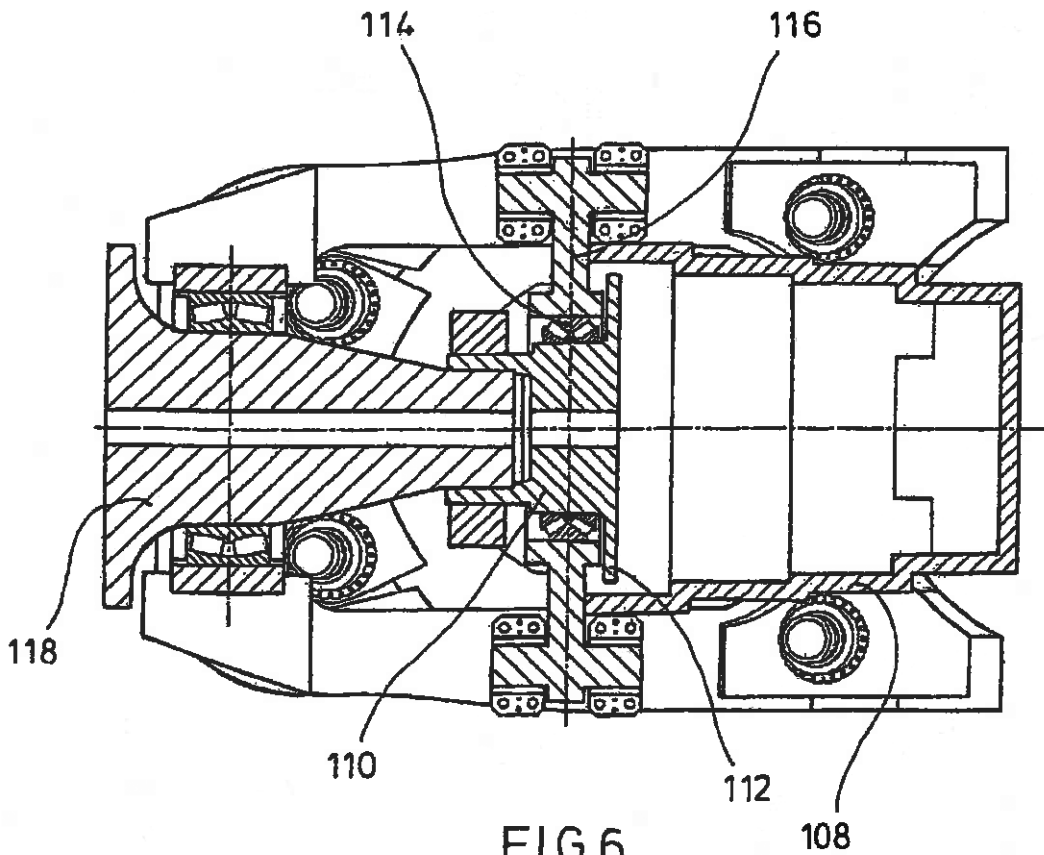


FIG.6

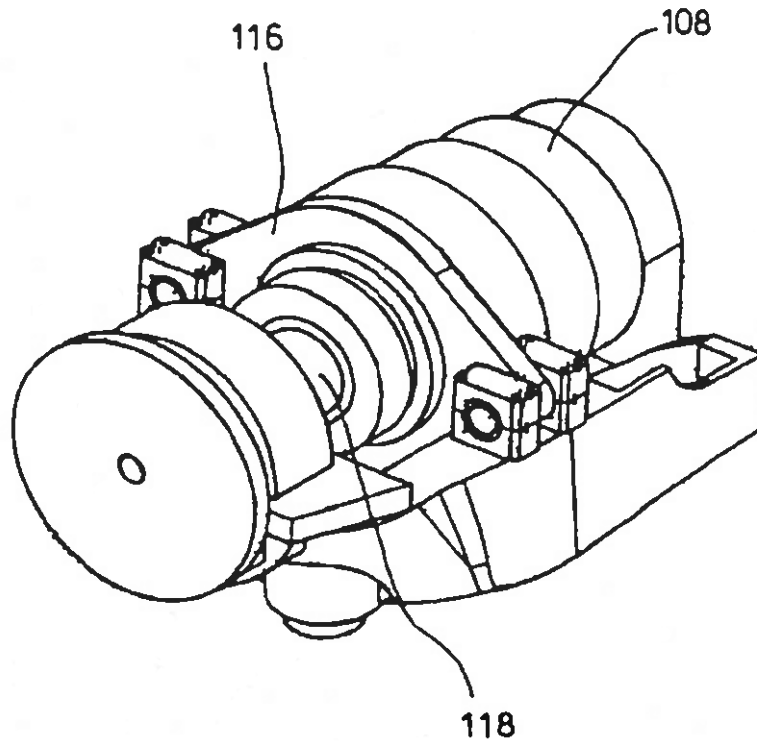


FIG. 7