

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 344**

51 Int. Cl.:

F03D 80/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2013 PCT/GB2013/053372**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14096841**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2013 E 13831934 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 2935881**

54 Título: **Árbol motor flexible**

30 Prioridad:

19.12.2012 GB 201222971

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

20.09.2018

73 Titular/es:

**ROMAX TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)
Romax Technology Centre University of
Nottingham Innovation Park Triumph Road
Nottingham NG7 2TU, GB**

72 Inventor/es:

**SHIELD, DAVID;
SCOTT, DAVID;
JOHNSTONE, GARY;
LEVELL, PAUL y
GIBBS, PAUL**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 682 344 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

Árbol motor flexible

5

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a sistemas de transmisión de energía para turbinas eólicas o hidráulicas. Más particularmente, la presente invención se refiere a una disposición para transmitir el par desde el rotor de una turbina eólica hasta la caja de engranajes mientras que se minimizan los efectos negativos de deformaciones estructurales y tolerancias de fabricación.

Antecedentes de la técnica

15 Los trenes de transmisión de turbinas eólicas normalmente consisten en un rotor aerodinámico que se soporta sobre un árbol de rotor, de por sí soportado en uno o más cojinetes, que soportan el árbol relativo a la estructura de la turbina mientras permiten la rotación en torno al eje de rotor. El árbol de rotor está conectado a una caja de engranajes de aumento de velocidad, que normalmente comprende un número de etapas de engranaje planetario y/o paralelo. La salida de esta caja de engranajes se conecta entonces mediante un árbol adicional a un generador que produce la potencia eléctrica. El documento EP1677005A1 es un ejemplo de una disposición de este tipo. Además de la carga del par que provoca la rotación en torno al eje principal, el árbol de rotor también se somete a cargas fuera del eje, sobre todo momentos en torno a ejes perpendiculares al eje principal. Estas cargas provocan las deformaciones del árbol de rotor y la estructura de soporte. Si estas cargas y deformaciones se transmiten a la caja de engranajes, pueden tener efectos dañinos sobre los engranajes y cojinetes, conduciendo al fallo prematuro.

20
25 Históricamente, esto ha llevado a diseños de turbina en los que el peso de la caja de engranajes está soportado principalmente por una conexión rígida entre el árbol de rotor y el elemento de entrada a la caja de engranajes, con una segunda conexión entre la carcasa de caja de engranajes y la estructura de la turbina que está diseñada para resistir únicamente el par en torno al eje principal, permitiendo al mismo tiempo a toda la caja de engranajes moverse libremente en otras direcciones en respuesta a deformaciones del árbol de rotor, evitando así la generación de fuerzas perjudiciales dentro de la propia caja de engranajes.

30 Por tanto, el documento US4757211A da a conocer un árbol de buje que conecta las palas de la turbina a una caja de engranajes. El buje tiene un cuerpo con forma de pirámide invertida, que está suspendido en la parte trasera de una carcasa de máquina y lleva los cojinetes principales en su parte externa; las palas se apoyan sobre el anillo exterior de los cojinetes principales. Esta construcción tiene como objetivo exponer el árbol de buje únicamente a fuerzas de torsión. Este tipo de eje es un árbol motor de cuerpo rígido típico.

35 A medida que aumentan las potencias de salida de la turbina, esta estrategia se vuelve menos eficaz. Las demandas de un par de entrada aumentado y una masa de la caja de engranajes aumentada requieren una unión entre el árbol de rotor y el elemento de entrada a la caja de engranajes que es muy grande, y cuyo montaje requiere mucho tiempo, debido al elevadísimo número de pernos o ajustes con apriete intenso. Adicionalmente, la masa de la caja de engranajes aumentada (particularmente cuando se considere ventajoso montar el generador directamente en el extremo en dirección del viento de la caja de engranajes) introduce cargas muy altas en los cojinetes que soportan el elemento de entrada a la caja de engranajes en la carcasa de caja de engranajes.

40 Por tanto, se puede considerar conveniente montar la caja de engranajes directamente y de forma sustancialmente rígida en la placa de asiento. Esto reduce los problemas descritos anteriormente, pero requiere la incorporación de algunos otros medios para admitir deformaciones estructurales, tolerancias de fabricación y otros efectos que pueden hacer que el elemento de entrada a la caja de engranajes se desalinee con respecto al árbol de rotor.

45 Esta compensación se consigue en algunos diseños existentes mediante la inclusión de elementos elastoméricos en la unión entre el árbol de rotor y el elemento de entrada a la caja de engranajes. Como estos elementos tienen una rigidez mucho menor que el resto del tren de accionamiento, se pueden admitir la desalineación sin producir cargas de reacción altas. Sin embargo, la tecnología elastomérica actual no puede equiparar la vida de diseño de (normalmente) 20 años requerida para las turbinas eólicas, debido a la degradación por la acción de carga repetida, contaminantes atmosféricos y fluidos, y la exposición a luz ultravioleta. Esto requiere el reemplazo repetido a lo largo de la vida útil de la turbina.

60 El documento WO2008/124674A1 enseña que existe un problema con los elementos de acoplamiento de transmisión de energía que admiten desplazamientos axiales, de flexión y transversales, porque deben hacerlo soportando simultáneamente cargas torsionales relativamente grandes. Se da a conocer un árbol motor compuesto flexible que supera problemas asociados con elementos de flexión metálicos, que son el hecho de que es difícil que tales elementos soporten simultáneamente una cizalladura torsional muy grande y sigan estando adaptados convenientemente a las distorsiones fuera del eje impuestas. El documento US2011/0309631A1 (EP2397690) da a conocer un árbol compuesto de este tipo para transferir el par desde el rotor de la turbina eólica hasta el generador,

65

5 teniendo el árbol una alta resistencia a la torsión pero siendo flexible en la flexión. Sin embargo, se han identificado varios problemas con un árbol principal compuesto (revista OceanWise, 2012, volumen 1, <http://www.lorc.dk/oceanwise-magazine/archive/2012-1/experts-disagree-can-the-wind-turbine's-cast-iron-main-shaft-be-replaced-by-carbon-fiber>), incluyendo la necesidad de un diámetro mayor, un cojinete frontal más grande y un mayor coste. El acero, por otra parte, tiene la resistencia necesaria en todas las direcciones, porque es un material cristalino.

10 Diversos diseños diferentes existentes compensan las desalineaciones y deformaciones mediante el uso de acoplamientos que consisten en un conjunto de dientes que sobresalen radialmente asociados con cada componente y un componente intermedio con dos conjuntos de dientes que sobresalen radialmente, un conjunto de los cuales engrana con los dientes asociados con el árbol de rotor, y el otro conjunto engrana con los dientes asociados con el elemento de entrada a la caja de engranajes. Mediante la aplicación de una geometría particular a cada par de dientes complementarios, se puede conseguir que cada conjunto de dientes permita la rotación en torno a ejes perpendiculares al eje principal y, como un acoplamiento completo, el efecto de estas rotaciones se combina para permitir la traslación a lo largo de ejes perpendiculares al eje principal. Este tipo de acoplamiento se denomina habitualmente 'acoplamiento por engranaje' y, además de su uso en turbinas eólicas existentes, son un método habitual de admitir la desalineación en una gran variedad de aplicaciones industriales. Sin embargo, son considerablemente más complejos que otros métodos conocidos para la conexión del árbol de rotor con la caja de engranajes, introduciendo varios componentes adicionales, y requiriendo una buena lubricación. Como su modo de funcionamiento implica el deslizamiento entre dos superficies metálicas, se someterán a desgaste. Su uso en esta aplicación es, por tanto, un riesgo con respecto a la fiabilidad de la turbina a lo largo de su vida útil de diseño.

25 Por tanto, se puede ver que a la hora de diseñar una turbina eólica fiable para potenciales nominales mayores sería ventajosa una invención que permitiese el montaje directo de la caja de engranajes en la estructura de la turbina que aún siguiera permitiendo realizar la conexión entre el árbol de rotor y el elemento de entrada a la caja de engranajes sin elementos elastoméricos ni piezas de deslizamiento/sometidas a desgaste, en la que el árbol principal sea flexible pero esté construido de hierro o acero.

30 Divulgación de la invención

35 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de transmisión de energía para aumentar la velocidad rotacional de un buje de rotor de una turbina eólica, que incluye: un árbol de rotor configurado para ser accionado por el buje de rotor en torno a un eje principal; una caja de engranajes de aumento de velocidad que tiene un elemento de entrada a la caja de engranajes; una estructura de soporte que soporta el árbol de rotor y la caja de engranajes; una carcasa de árbol de rotor conectada a la estructura de soporte; y un árbol principal que tiene un extremo en dirección contraria al viento conectado al árbol de rotor y un extremo en dirección del viento conectado al elemento de entrada a la caja de engranajes. La invención se caracteriza por el árbol principal que comprende acero o hierro y se extiende en dirección del viento a lo largo del eje principal dentro del árbol de rotor, teniendo el árbol principal una porción alargada delgada dispuesta entre el extremo en dirección contraria al viento y el extremo en dirección del viento, teniendo los extremos en dirección contraria al viento y en dirección del viento un diámetro mayor que la porción alargada, mediante lo cual el árbol principal tiene una alta resistencia a la torsión pero es flexible en la flexión de modo que se admite la desalineación radial y angular entre el árbol de rotor y el elemento de entrada a la caja de engranajes. Según la invención, el árbol de rotor está soportado dentro de la carcasa de árbol de rotor por un cojinete de rotor en dirección contraria al viento y un cojinete de rotor en dirección del viento, estando los cojinetes configurados para permitir la rotación del árbol de rotor en torno al eje principal mientras que se limita el movimiento en otras direcciones. Según la invención, la estructura de soporte comprende una disposición de cojinetes que soportan el árbol de rotor para la rotación en torno al eje principal, restringiendo la disposición de cojinetes el movimiento del buje de rotor y el árbol de rotor cuando se someten a cargas que no sean el par en torno al eje principal del tren de accionamiento. Esto quiere decir que la disposición de cojinetes permite la rotación del árbol de rotor en torno al eje principal mientras que se limita el movimiento en otras direcciones. Esto quiere decir que todas las cargas sobre el buje de rotor, a excepción de los momentos en torno al eje principal, se transmiten a través del árbol de rotor, los cojinetes de rotor y la carcasa de árbol de rotor a la estructura de soporte.

55 Preferiblemente, la estructura de soporte comprende una carcasa de rotor, y la disposición de cojinetes está situada entre la carcasa de rotor y el árbol de rotor. Preferiblemente, la disposición de cojinetes comprende al menos un cojinete.

60 Preferiblemente, el árbol principal tiene un diámetro más pequeño que el árbol de rotor, el elemento de entrada a la caja de engranajes, la carcasa de árbol de rotor o la carcasa de caja de engranajes. Esto quiere decir que la rigidez del árbol principal es correspondientemente menor y, por tanto, cuando existan desalineaciones radiales y angulares entre el árbol de rotor y el elemento de entrada a la caja de engranajes como resultado de las tolerancias de fabricación, la expansión térmica diferencial del tren de accionamiento, la deformación de toda la estructura sometida a carga u otros factores cualesquiera, se admitirá esta desalineación en gran parte mediante la deformación del árbol principal, y únicamente una pequeña parte dará como resultado la deformación del elemento de entrada a la caja de engranajes, y engranajes y cojinetes asociados. Este beneficio se puede maximizar aumentando la longitud del árbol principal hasta el máximo permitido por el espacio de embalaje disponible.

Preferiblemente, la caja de engranajes comprende una carcasa de caja de engranajes conectada rígidamente a la estructura de soporte. Preferiblemente, la caja de engranajes comprende una carcasa de caja de engranajes conectada rígidamente a la carcasa de árbol de rotor.

5 Preferiblemente, la carcasa de caja de engranajes comprende uno o más cojinetes adaptados para soportar el elemento de entrada a la caja de engranajes para la rotación en torno al eje principal. Esto quiere decir que se permite la rotación en torno al eje principal mientras que los movimientos en otras direcciones están restringidos. Preferiblemente, se permite un grado de traslación del elemento de entrada a la caja de engranajes a lo largo del eje principal para compensar la expansión térmica de las piezas rotativas relativa a la carcasa de caja de engranajes/carcasa de árbol de rotor.

15 Preferiblemente, el extremo en dirección contraria al viento del árbol principal está conectado rígidamente al árbol de rotor y el extremo en dirección del viento del árbol principal está conectado rígidamente al elemento de entrada a la caja de engranajes, mediante lo cual el árbol motor transmite un momento en torno al eje principal del tren de accionamiento desde el árbol de rotor hasta el elemento de entrada a la caja de engranajes.

20 Preferiblemente, el árbol principal está conectado al árbol de rotor a través de un componente intermedio. Preferiblemente, el componente intermedio tiene una mayor flexibilidad que el árbol de rotor y la estructura de soporte.

25 Preferiblemente, el árbol principal está conectado al elemento de entrada a la caja de engranajes a través de un componente intermedio. Preferiblemente, el segundo componente intermedio comprende una conexión de ranuras enfrentadas.

Según aspectos adicionales de la invención, se proporciona una turbina eólica.

30 La presente invención se describirá a continuación únicamente a modo de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de una turbina eólica;

35 la figura 2 muestra un sistema de transmisión de energía de la presente invención; y

la figura 3 muestra un árbol principal flexible de la presente invención.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

40 La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de una turbina eólica. Aunque se muestra una turbina eólica marina, cabe destacar que la siguiente descripción se puede aplicar a otros tipos de turbinas eólicas. La turbina 102 eólica incluye palas 104 de rotor montadas en un buje 106, que está soportado por una góndola 108 sobre una torre 112. El viento hace que las palas 104 de rotor y el buje 106 roten en torno a un eje 11 principal (la figura 2). Esta energía rotacional se suministra a un sistema de transmisión de energía del tipo que se muestra en la figura 2 alojado dentro de la góndola 108.

50 La figura 2 muestra un tren de accionamiento de turbina eólica que comprende el árbol 1 de rotor que soporta el buje 106 de rotor (la figura 1) por medio de la brida 13. El árbol 1 de rotor está soportado dentro de una carcasa 3 de árbol de rotor por medio de un cojinete 10 de rotor en dirección contraria al viento y cojinete 9 de rotor en dirección del viento, que juntos permiten la rotación del árbol 1 de rotor en torno al eje 11 principal mientras que se limita el movimiento en otras direcciones. Los términos “en dirección contraria al viento” y “en dirección del viento” en el contexto de la presente invención suponen que el eje 11 principal está orientado en la dirección del viento; por tanto, el buje 106 de rotor y la brida 13 están en el extremo “en dirección contraria al viento” del tren de accionamiento, y el generador 5 está en el extremo “en dirección del viento” del tren de accionamiento. La carcasa 3 de árbol de rotor está conectada a la estructura 6 de soporte, y la estructura 6 de soporte está conectada a una torre a través de un mecanismo de orientación (la torre y el mecanismo de orientación no se muestran). El resultado de esta disposición es que todas las cargas sobre el buje 102 de rotor, a excepción de los momentos en torno al eje 11 principal, se transmiten a través del árbol 1 de rotor, los cojinetes 9, 10 de rotor y la carcasa 3 de árbol de rotor a la estructura de soporte. Otras disposiciones que consiguen este resultado serán evidentes para un experto; por ejemplo, se puede utilizar varios cojinetes de rotor aparte de dos, o se pueden combinar la carcasa 3 de árbol de rotor y la estructura 6 de soporte en un único componente.

65 La carcasa 3 de árbol de rotor soporta además la carcasa 4 de caja de engranajes a través de una conexión empernada entre un extremo en dirección del viento de la carcasa 3 de árbol de rotor y una parte en dirección contraria al viento de la carcasa 4 de caja de engranajes. La carcasa 4 de caja de engranajes soporta el generador 5

a través de una conexión empernada similar entre un parte en dirección del viento de la carcasa 4 de caja de engranajes y una parte en dirección contraria al viento de la carcasa de generador. En otras realizaciones de la invención, la caja de engranajes, el generador 5 o ambos se pueden soportar en cambio mediante conexión directa a la estructura de soporte.

La caja de engranajes incluye un elemento 7 de entrada a la caja de engranajes, que se soporta dentro de la carcasa 4 de caja de engranajes por medio de uno o más cojinetes 14 de tal modo que se permita la rotación en torno al eje principal mientras que se restringen los movimientos en otras direcciones, u opcionalmente, se permita cierto grado de traslación a lo largo del eje 11 principal para compensar la expansión térmica de las piezas rotativas relativa a la carcasa 4 de caja de engranajes/carcasa 3 de árbol de rotor. En la realización que se muestra en la figura 2, el elemento 7 de entrada a la caja de engranajes es un portaplanetas de una etapa de engranaje planetario.

La transmisión del par desde el árbol 1 de rotor hasta el elemento 7 de entrada a la caja de engranajes es través del árbol 2 principal, que está conectado de un modo sustancialmente rígido al árbol 1 de rotor y al elemento 7 de entrada a la caja de engranajes. El árbol 2 principal está hecho de acero o hierro. En la realización que se muestra en la figura 2, en un extremo en dirección contraria al viento del árbol 2 principal, la conexión se hace directamente al árbol 1 de rotor, a través de una sección 12 con forma de disco o cono que forma parte del árbol de rotor. En un extremo en dirección del viento de árbol 2 principal, la conexión se consigue a través de un ajuste con apriete en una interfaz cilíndrica entre el elemento 7 de entrada a la caja de engranajes y el árbol 2 principal. El ajuste con apriete descrito conecta el árbol 2 principal con un componente 8 intermedio, que a su vez tiene una conexión adicional sustancialmente rígida con el elemento 7 de entrada a la caja de engranajes. Puede hacerse que esta conexión adicional transmita el par utilizando un sistema de protuberancias y huecos en las caras complementarias del componente 8 intermedio y el elemento 7 de entrada. Una disposición de este tipo se define en la presente invención como una conexión de 'ranuras enfrentadas'.

Será evidente que estas conexiones se pueden conseguir mediante otros métodos mientras que se mantiene la función de la invención. Por ejemplo, la sección 12 con forma de disco o cono asociada con la conexión en dirección contraria al viento se puede fabricar formando parte del árbol 2 principal en vez de del árbol 1 de rotor, o puede ser un componente independiente acoplado al árbol 1 de rotor mediante una conexión adicional. De forma similar, el componente 8 intermedio asociado con la conexión en dirección del viento se puede fabricar formando parte ya sea del árbol 2 principal o del elemento 7 de entrada a la caja de engranajes. Las conexiones entre los componentes se pueden establecer por otros medios que no sean un ajuste con apriete cilíndrico, tal como pernos, ranuras de posicionamiento o ajustes con apriete en una interfaz cónica, u otros medios de conexión sustancialmente rígidos cualesquiera.

El árbol 2 principal tiene un diámetro sustancialmente más pequeño que el árbol 1 de rotor, el elemento 7 de entrada a la caja de engranajes, la carcasa 3 de árbol de rotor o la carcasa 4 de caja de engranajes. Como resultado de esto, su rigidez es correspondientemente menor y, por tanto, cuando existan desalineaciones radiales y angulares entre el árbol 1 de rotor y el elemento 7 de entrada a la caja de engranajes como resultado de las tolerancias de fabricación, la expansión térmica diferencial del tren de accionamiento, la deformación de toda la estructura sometida a carga o u otros factores cualesquiera, se admitirá esta desalineación en gran parte mediante la deformación del árbol 2 principal, y únicamente una pequeña parte dará como resultado la deformación del elemento 7 de entrada a la caja de engranajes, y engranajes y cojinetes asociados. Este beneficio se puede maximizar aumentando la longitud del árbol 2 principal hasta el máximo permitido por el espacio de embalaje disponible.

Haciendo referencia ahora a la figura 3 que muestra el diseño del árbol 2 principal tubular que tiene las propiedades flexibles requeridas, se dispone una porción 2a alargada delgada entre un extremo 2b en dirección contraria al viento y un extremo 2c en dirección del viento. El extremo 2b en dirección contraria al viento está conectado directamente al árbol 1 de rotor a través de una sección 12 con forma de disco o cono que forma parte del árbol de rotor. El extremo 2c en dirección del viento está conectado rigidamente al elemento 7 de entrada a la caja de engranajes. El diámetro de los extremos 2b, 2c en dirección contraria al viento y en dirección del viento es mayor que el diámetro de la porción 2a delgada. Esto quiere decir que se facilita la transferencia del par en los extremos 2b, 2c en dirección contraria al viento y en dirección del viento sin comprender flexión de la porción 2a delgada. Se puede disponer un componente 8 intermedio entre extremo 2c en dirección del viento y el elemento 7 de entrada a la caja de engranajes. En la realización que se muestra en la figura 3, el árbol está hueco.

Se puede conseguir un beneficio adicional reduciendo la rigidez de otras partes de la estructura. En particular, la sección 12 del árbol de rotor que soporta al árbol 2 principal se puede diseñar de modo que se reduzca su rigidez en respuesta a los momentos en torno a ejes perpendiculares al eje 11 principal. Esto permitiría la inclinación del árbol 2 principal relativa al árbol 1 de rotor, y el aumento de la capacidad del tren de accionamiento para admitir la desalineación sin efectos adversos sobre los engranajes y los cojinetes en la caja de engranajes. Se puede conseguir un efecto similar reduciendo la rigidez del componente 8 intermedio en respuesta a los momentos en torno a ejes perpendiculares al árbol 2 principal.

Aplicabilidad industrial

Se consigue un diseño de árbol flexible para una turbina eólica que tiene una alta resistencia a la torsión pero es flexible en la flexión, pero que no tiene un diámetro más grande ni necesita cojinetes frontales correspondientemente más grandes, y que evita el coste los materiales compuestos. Por tanto, el árbol principal tiene una mayor flexibilidad en respuesta a cargas que no sean un momento en torno a dicho eje principal que el árbol de rotor y la carcasa de caja de engranajes, y la estructura de soporte.

5

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de transmisión de energía para aumentar una velocidad rotacional de un buje (106) de rotor de una turbina (102) eólica, que comprende:
- un árbol (1) de rotor configurado para ser accionado por el buje (106) de rotor en torno a un eje (11) principal;
- 10 una caja de engranajes de aumento de velocidad que comprende un elemento (7) de entrada a la caja de engranajes;
- una estructura (6) de soporte que soporta el árbol (1) de rotor y la caja de engranajes;
- una carcasa (3) de árbol de rotor conectada a la estructura (6) de soporte; y
- 15 un árbol (2) principal que tiene un extremo (2b) en dirección contraria al viento conectado al árbol (1) de rotor, y un extremo (2c) en dirección del viento conectado al elemento (7) de entrada a la caja de engranajes;
- y comprendiendo el árbol (2) principal acero o hierro y extendiéndose en dirección del viento a lo largo del eje (11) principal dentro del árbol (1) de rotor, teniendo el árbol (2) principal una porción alargada delgada dispuesta entre el extremo en dirección contraria al viento y el extremo en dirección del viento, teniendo los extremos (2b, 2c) en dirección contraria al viento y en dirección del viento un diámetro mayor que la porción (2a) alargada, mediante lo cual el árbol (2) principal tiene una alta resistencia a la torsión pero es flexible en la flexión de modo que se admite la desalineación radial y angular entre el árbol (3) de rotor y el elemento (7) de entrada a la caja de engranajes;
- 20 **caracterizado por** el árbol (1) de rotor está soportado dentro de la carcasa (3) de árbol de rotor por medio de un cojinete (10) de rotor en dirección contraria al viento y un cojinete (9) de rotor en dirección del viento, estando los cojinetes configurados para permitir la rotación del árbol (1) de rotor en torno al eje (11) principal mientras que se limita el movimiento en otras direcciones.
- 25 2. Sistema de transmisión de energía según la reivindicación 1, en el que la estructura (6) de soporte comprende una disposición de cojinetes que soportan el árbol (1) de rotor para la rotación en torno al eje (11) principal, restringiendo la disposición de cojinetes el movimiento del buje (106) de rotor y el árbol (1) de rotor cuando se someten a cargas que no sean el par en torno al eje (11) principal del tren de accionamiento.
- 30 3. Sistema de transmisión de energía según la reivindicación 2, en el que la estructura (6) de soporte comprende una carcasa de rotor y en el que la disposición de cojinetes está situada entre la carcasa (3) de rotor y el árbol (1) de rotor.
- 35 4. Sistema de transmisión de energía según la reivindicación 3, en el que la disposición de cojinetes comprende al menos un cojinete.
- 40 5. Sistema de transmisión de energía según la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que la caja de engranajes comprende una carcasa (4) de caja de engranajes conectada rígidamente a la carcasa (3) de árbol de rotor.
- 45 6. Sistema de transmisión de energía según la reivindicación 5, en el que el árbol (2) principal tiene un diámetro más pequeño que el árbol (1) de rotor, el elemento (7) de entrada a la caja de engranajes, la carcasa (3) de árbol de rotor o la carcasa (4) de caja de engranajes.
- 50 7. Sistema de transmisión de energía según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la caja de engranajes comprende una carcasa (4) de caja de engranajes conectada rígidamente a la estructura (6) de soporte.
- 55 8. Sistema de transmisión de energía según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la carcasa (4) de caja de engranajes comprende uno o más cojinetes adaptados para sostener el elemento (7) de entrada a la caja de engranajes para la rotación en torno al eje (11) principal.
- 60 9. Sistema de transmisión de energía según la reivindicación 8, en el que el uno o más cojinetes están adaptados además para permitir un grado de traslación del elemento de entrada a la caja de engranajes a lo largo del eje (11) principal.
- 65 10. Sistema de transmisión de energía según cualquier reivindicación anterior, en el que el extremo en dirección contraria al viento del árbol (2) principal está conectado rígidamente al árbol (1) de rotor y el extremo en dirección del viento del árbol (2) principal está conectado rígidamente al elemento (7) de entrada a la caja de engranajes, mediante lo cual el árbol (2) principal transmite un momento en torno al eje

(11) principal del tren de accionamiento desde el árbol (1) de rotor hasta el elemento (7) de entrada a la caja de engranajes.

- 5
11. Sistema de transmisión de energía según cualquier reivindicación anterior, en el que el árbol (2) principal está conectado al árbol (1) de rotor a través de un primer componente intermedio.
12. Sistema de transmisión de energía según la reivindicación 11, en el que el primer componente intermedio tiene una mayor flexibilidad que el árbol (1) de rotor y la estructura (6) de soporte.
- 10
13. Sistema de transmisión de energía según cualquier reivindicación anterior, en el que el árbol (2) principal está conectado al elemento (7) de entrada a la caja de engranajes a través de un segundo componente (8) intermedio.
- 15
14. Sistema de transmisión de energía según la reivindicación 13, en el que el segundo componente (8) intermedio comprende una conexión de ranuras enfrentadas.
15. Sistema de transmisión de energía según cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento de entrada a la caja de engranajes es un portaplanetas de un sistema de caja de engranajes planetarios.
- 20
16. Turbina eólica que comprende un sistema de transmisión de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

25

Fig. 1

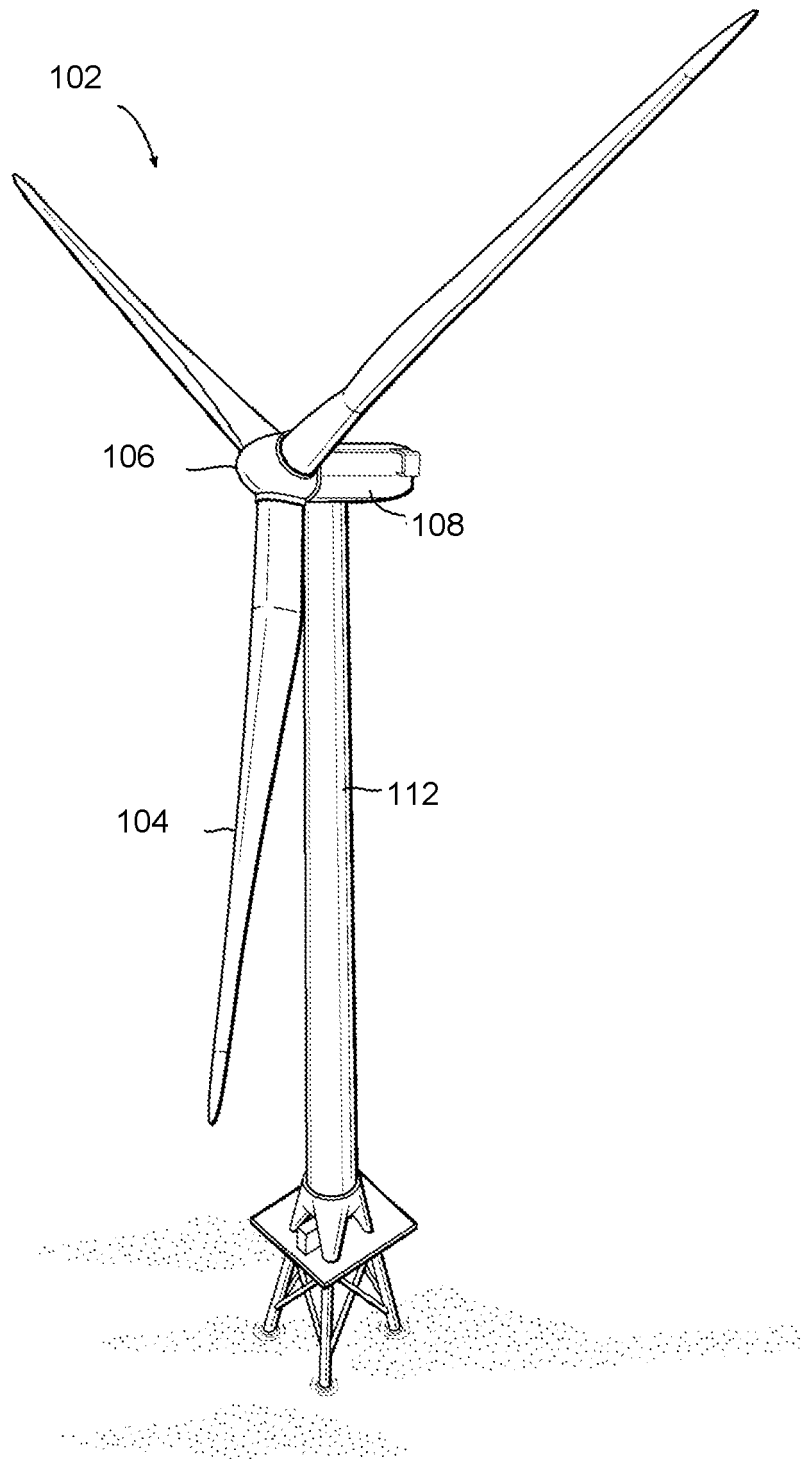


Fig. 2

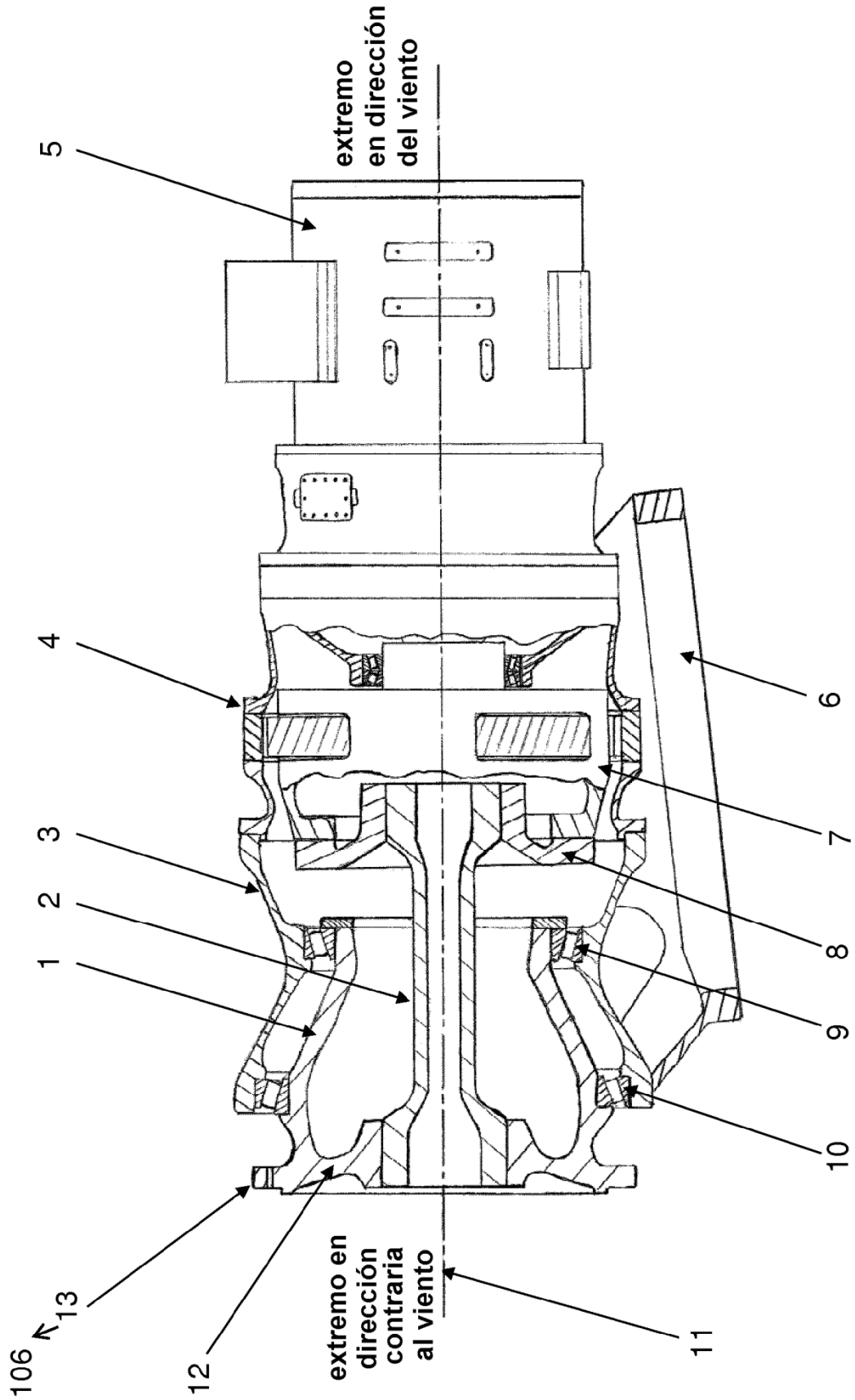


Fig. 3

