(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 475 993**

(51) Int. Cl.:

F03D 11/02 (2006.01)
F16H 1/46 (2006.01)
F03D 9/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2011** **E 11172108 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014** **EP 2541058**

(54) Título: **Sistema de accionamiento para una turbina eólica**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.07.2014

(73) Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

(72) Inventor/es:

REIMERS, JAN-DIRK;
DINTER, RALF MARTIN, DR. y
KLEIN-HITPASS, ARNO

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 475 993 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

Sistema de accionamiento para una turbina eólica

Los sistemas de accionamiento de máquinas de gran tamaño para turbinas eólicas o molinos constan, por lo general, de ciertos componentes del sistema, como elementos para la conexión a la red, motores o generadores, acoplamientos, mecanismos de transmisión y árboles de accionamiento. Del lado de la red se proporcionan con frecuencia convertidores. Los frenos se proporcionan frecuentemente en forma de frenos mecánicos localizados en los árboles de alta velocidad entre el mecanismo de transmisión y el motor o generador, puesto que allí los pares de frenado están menos condicionados por la transmisión.

La solicitud US 2010/062 888 se considera como el estado del arte más próximo.

Por la solicitud EP 2 031 273 A2 se conoce una unidad de generador-mecanismo de transmisión en donde un rotor del generador se encuentra montado mediante una disposición de cojinetes proporcionada entre un árbol interno hueco del rotor y un apoyo de la carcasa. Las disposiciones de bobinas o de imanes del rotor rodean radialmente el apoyo de la carcasa. Entre el árbol interno hueco del rotor y un engranaje solar se proporciona un acoplamiento. El engranaje solar no dispone de cojinetes propios, sino que se encuentra montado mediante la disposición de cojinetes del rotor.

En la solicitud EP 1 045 139 A2 se describe una turbina eólica con un rotor, cuyo cubo del rotor se encuentra montado en un cojinete de rodillos dispuesto sobre un soporte del rotor y se encuentra conectado a una transmisión planetaria de dos etapas que presenta una etapa de entrada y una etapa de salida. Un árbol de salida de la etapa del planetario se encuentra acoplado a un generador mediante un acoplamiento. Un anillo interno del cojinete de rodillos se encuentra conectado de forma separable al cubo del rotor y a piezas rotativas de la transmisión planetaria. Asimismo, una carcasa del generador se encuentra conectada de forma separable a la transmisión planetaria formando un módulo del mecanismo de accionamiento. El módulo del mecanismo de accionamiento se encuentra apoyado sobre el soporte del rotor, de manera que se desacopla de forma dinámica.

Por la solicitud de patente europea anterior bajo el número de referencia 10003558.3 se conoce un dispositivo de accionamiento para una turbina eólica que comprende al menos 2 elementos de soporte de tres lados para soportar al menos 3 árboles del piñón. Los árboles del piñón se encuentran montados respectivamente en cojinetes de los árboles del piñón que se encuentran dispuestos en vértices de los elementos soporte. Los cojinetes de los árboles del piñón se encuentran fijados en los elementos soporte a través de elementos de asiento del cojinete. Al menos un elemento soporte se encuentra diseñado de forma adicional para soportar un árbol de conexión que puede conectarse a un cubo del rotor, el cual se encuentra rodeado por ese elemento soporte, en donde su eje se extiende a través del punto central del elemento soporte. Una primera etapa del mecanismo de transmisión del dispositivo de accionamiento acorde a la invención presenta un engranaje dentado provisto de un dentado externo. El engranaje central se encuentra fijado sobre el árbol de conexión y engrana al menos con 3 piñones de la etapa del mecanismo de transmisión, los cuales se encuentran dispuestos en primeros extremos de los árboles del piñón. En los segundos extremos de los árboles del piñón se encuentran dispuestos al menos 3 engranajes dentados de una segunda etapa del mecanismo de transmisión, los cuales engranan con un piñón central de la segunda etapa del mecanismo de transmisión.

En la solicitud WO 2008/031694 A1 se revela un sistema de accionamiento para molinos con un mecanismo de transmisión que puede disponerse por debajo de un plato de molienda. El mecanismo de transmisión comprende al menos una etapa del planetario y presenta una posición vertical del árbol. En una carcasa del mecanismo de transmisión se encuentra integrado un motor eléctrico que está conectado a un circuito de suministro de lubricante del mecanismo de transmisión, cuyo rotor y estator presentan ejes que se extienden de forma vertical y cuya refrigeración se efectúa mediante lubricante que circula a través del mecanismo de transmisión.

En la solicitud EP 2 295 147 A1 se describe un sistema de accionamiento de molinos con un mecanismo de transmisión que puede disponerse por debajo de un plato de molienda con al menos una etapa del engranaje planetario o del engranaje recto, así como con un motor eléctrico que se encuentra integrado en una carcasa del mecanismo de transmisión. El sistema de accionamiento para molinos comprende además un convertidor con un dispositivo de control asociado para regular la velocidad sin juego del dentado del motor.

Por la solicitud de patente europea antigua bajo el número de referencia 11155822.7 se conoce un sistema de accionamiento para molinos que comprende un mecanismo de transmisión que puede disponerse por debajo de un plato de molienda o lateralmente con respecto al mismo, con al menos una etapa del engranaje planetario o del engranaje recto, donde dicho mecanismo de transmisión presenta una posición vertical u horizontal del árbol. En una carcasa del mecanismo de transmisión se encuentra integrado un motor eléctrico, cuyo rotor y estator presentan ejes que se extienden de forma paralela con respecto a la posición del árbol del mecanismo de transmisión. Una tapa superior del cojinete y una tapa inferior del cojinete se encuentran montadas en lados frontales opuestos en el

rotor, así como en el estator, y comprenden asientos del cojinete para cojinetes del árbol del rotor. Entre la tapa inferior del cojinete y una pieza base de la carcasa se forma una bandeja colectora para el medio refrigerante. Entre una corona del mecanismo de transmisión y la carcasa, o radialmente entre un árbol del rotor y un soporte del rotor, en donde se encuentran fijados bobinados del motor o imanes del rotor, se encuentra dispuesto un amortiguamiento dinámico que comprende una pieza primaria y una pieza secundaria que se encuentra conectada a la pieza primaria de manera elástica frente a la torsión.

Por la solicitud de patente europea anterior bajo el número de referencia 11002782.8 se conoce un sistema de accionamiento para una turbina eólica que presenta al menos una unidad de transmisión que comprende una etapa del engranaje planetario que presenta una corona, varios engranajes planetarios, un soporte del planetario y un engranaje solar. Asimismo, se proporciona un primer árbol asociado a la unidad de transmisión que presenta una brida de acoplamiento que puede conectarse al árbol de una máquina o del rotor y que se encuentra montado mediante soportes del planetario. La unidad de transmisión y una unidad del motor o del generador que se encuentra conectada a un segundo árbol de la unidad de accionamiento se encuentran rodeadas por una carcasa del mecanismo de transmisión, la cual presenta una suspensión cardán circunferencialmente o parcialmente simétrica para la conexión con un elemento estructural de soporte de la turbina eólica.

Es objeto de la presente invención indicar un sistema de accionamiento para una turbina eólica que sea conveniente en cuanto al montaje.

Conforme a la invención, este objeto se alcanzará a través de un mecanismo de accionamiento con las características indicadas en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos ventajosos de la presente invención.

El sistema de accionamiento acorde a la invención presenta una unidad de transmisión que comprende al menos una etapa del engranaje planetario que presenta una corona, varios engranajes planetarios, un soporte del planetario y un engranaje solar. Asimismo, se proporciona un primer árbol asociado a la unidad de transmisión que presenta una brida de acoplamiento que puede conectarse al árbol de una máquina o del rotor y que se encuentra montado mediante soportes del planetario. La unidad del mecanismo de transmisión y una unidad del motor o del generador que se encuentra conectada al segundo árbol de la unidad de transmisión se encuentran rodeadas por una carcasa del mecanismo de transmisión. Asimismo, la unidad del motor o del generador comprende un rotor que se encuentra conectado a un árbol hueco del rotor de forma resistente a la torsión.

Entre el árbol hueco del rotor y el segundo árbol de la unidad de transmisión, de acuerdo con la invención, se encuentra dispuesta una unión por bridas separable eléctricamente aislante, cuyo extremo del lado de la transmisión se encuentra conectado al árbol hueco del mecanismo de transmisión. Una sección del extremo del lado del motor o del generador del segundo árbol de la unidad de transmisión se encuentra rodeada concéntricamente por el árbol hueco del mecanismo de transmisión y se encuentra conectada a éste mediante un acoplamiento o unión por apriete que están dispuestos dentro del árbol hueco del mecanismo de transmisión. Entre la unidad de transmisión y la unidad del motor o del generador se encuentra dispuesto un apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión que rodea concéntricamente una sección del extremo del lado de la transmisión y conforma un asiento del cojinete para una disposición de cojinetes que se encuentra asociada al segundo árbol de la unidad de transmisión. El árbol hueco del rotor se encuentra montado también mediante esta disposición de cojinetes. El sistema de accionamiento acorde a la invención presenta de este modo una forma de construcción muy compacta. En particular gracias a la unión por bridas separable entre el segundo árbol de la unidad de transmisión y el árbol hueco del rotor se posibilita además una ejecución favorable en cuanto al montaje de una unidad de generador/motor-mecanismo de transmisión. Asimismo, en el sistema de accionamiento acorde a la invención puede regularse en principio del lado del generador o del lado del motor un cojinete soporte del planetario del lado del motor o del lado del generador.

De manera preferente, el árbol hueco del rotor y el segundo árbol de la unidad de transmisión se encuentran montados exclusiva y esencialmente mediante la disposición de cojinetes en el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión. Esto posibilita una estructura especialmente compacta y conveniente para el mantenimiento.

El árbol hueco del mecanismo de transmisión puede estar conectado al segundo árbol de la unidad de accionamiento por ejemplo a través de un embrague de garras con dentado corto o en espiral. De manera alternativa con respecto a ello, el árbol hueco del mecanismo de transmisión puede estar conectado al segundo árbol de la unidad de accionamiento a través de un conjunto tensor interno. A modo de ejemplo, el conjunto tensor interno comprende respectivamente al menos un anillo exterior y un anillo interior que presentan superficies de contacto cónicas correspondientes unas con respecto a otras, donde dichos anillos pueden ser tensados uno contra otro mediante una pluralidad de tornillos tensores que se extienden axialmente. A través del tensado de al menos un anillo exterior y al menos un anillo interior pueden conectarse unos con otros tanto el segundo árbol de la unidad de transmisión y el árbol hueco del mecanismo de transmisión, como también el árbol hueco del mecanismo de transmisión y una brida de sujeción que se encuentra conectada de forma separable a un extremo del lado del rotor de la unión por bridas. Gracias a ello se mejoran las condiciones para el montaje. De manera alternativa con

respecto a un embrague con garras o a un conjunto tensor interno, el árbol hueco del mecanismo de transmisión puede estar conectado al segundo árbol de la unidad de transmisión a través de un conjunto tensor externo.

De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la presente invención, el segundo árbol de la unidad de transmisión se encuentra esencialmente semi-rodeado de forma axial por el árbol hueco del mecanismo de transmisión. De este modo, la disposición de cojinetes del árbol hueco del mecanismo de transmisión puede disponerse axialmente entre el acoplamiento o la unión por apriete y un engranaje solar que se encuentra conectado al segundo árbol de la unidad de transmisión de forma resistente a la torsión. Esto posibilita un desacoplamiento de la disposición de cojinetes frente a fuerzas de reacción que actúan sobre el segundo árbol de la unidad de transmisión.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferente de la presente invención, la disposición de cojinetes del árbol hueco del mecanismo de transmisión en el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión comprende un cojinete de doble hilera en disposición en X. De este modo, el árbol hueco del mecanismo de transmisión puede fabricarse sin tuerca del árbol, ya que el árbol hueco del mecanismo de transmisión no debe utilizarse para regular el juego de los cojinetes. En lugar de ello, esto puede realizarse mediante una tapa externa del cojinete.

De manera preferente, el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión se encuentra conformado en una brida intermedia de la carcasa que está dispuesta entre la unidad de accionamiento y la unidad del motor o del generador. De este modo, la brida intermedia de la carcasa puede presentar un asiento del cojinete para un cojinete de soporte del planetario del lado del motor o del generador. Además, un alojamiento del estator de la unidad del motor o del generador, así como también una etapa del engranaje planetario del lado del motor o del generador, pueden estar montados en la brida intermedia de la carcasa. Asimismo, la brida intermedia de la carcasa puede presentar respectivamente una extensión de la brida, en donde respectivamente se encuentra montado un alojamiento del estator o la corona de la etapa del engranaje planetario del lado del motor o del generador. De manera ventajosa, las dos extensiones de la brida se encuentran graduadas en cuanto a su diámetro, de manera que se ubican dentro de un orden de magnitudes comparable, donde la extensión de la brida para el alojamiento del estator es la mayor de las dos. En el caso de una forma de construcción optimizada en cuanto al peso, la extensión de la brida para la corona de la etapa del engranaje planetario del lado del motor o del generador puede estar alineada en el interior y atornillada contra la brida intermedia de la carcasa. De acuerdo con otra conformación de la presente invención, la extensión de la brida asociada al alojamiento del estator y la extensión de la brida asociada a la corona se encuentran distanciadas axialmente una de otra.

De acuerdo con un perfeccionamiento especialmente ventajoso de la presente invención, la brida de acoplamiento puede conectarse elásticamente con el árbol de la máquina o del rotor. De este modo es posible un acoplamiento cardánico de una máquina o árbol del motor, en particular con desplazamiento del ángulo. Un acoplamiento de este tipo puede ser realizado por ejemplo mediante pernos elásticos. De manera ventajosa, la carcasa del mecanismo de transmisión presenta también una suspensión cardán circunferencialmente o parcialmente simétrica para la conexión con un elemento estructural de soporte de la turbina eólica. El elemento estructural de soporte puede consistir por ejemplo en un cojinete de bancada con una conexión en un bastidor o una góndola de una turbina eólica. A través de una suspensión cardán doble o completa del sistema de accionamiento dentro del elemento estructural de soporte y a través de una conexión cardánica de la brida de acoplamiento pueden evitarse influencias perjudiciales para el cojinete o para el dentado. Los desplazamientos en los soportes de la bancada producidos por las deformaciones del bastidor principal de una turbina eólica, los cuales, de acuerdo con las soluciones aplicadas hasta el momento, son acoplados a un accionamiento mediante una suspensión de este último, no conducen de este modo a fuerzas de reacción no deseadas, sino que son evitados a través de la suspensión cardán. De este modo, el sistema de accionamiento sólo se encuentra expuesto a las cargas de torsión.

En el caso de una utilización del sistema de accionamiento acorde a la invención en una turbina eólica, la unidad de transmisión se encuentra conectada a una unidad del generador. Además, el primer árbol de la unidad de transmisión consiste en este caso en un árbol primario del lado de la transmisión. Por el contrario, el segundo árbol de la unidad del generador consiste en un árbol secundario del lado de la transmisión. La brida de acoplamiento del árbol primario del lado de la transmisión, en el caso de una utilización del sistema de accionamiento acorde a la invención en una turbina eólica, puede ser conectada a un árbol del rotor.

A continuación, la presente invención se explicará en detalle a través de un ejemplo de ejecución, haciendo referencia a los dibujos. Éstos muestran:

Figura 1: una representación en sección en perspectiva de un sistema de accionamiento acorde a la invención para una turbina eólica,

Figura 2: una representación en sección del sistema de accionamiento representado en la figura 1 con unidad de transmisión y unidad del generador,

Figura 3: una representación en sección de una primera variante de una brida intermedia de la carcasa entre la unidad de transmisión y la unidad del generador,

Figura 4: una representación en sección de una segunda variante de una brida intermedia de la carcasa entre la unidad de transmisión y la unidad del generador,

Figura 5: una representación esquemática de un sistema de accionamiento para una turbina eólica incluyendo conexión a la red,

Figura 6: un soporte anular para la suspensión cardán completa del sistema de accionamiento según la figura 1 con un soporte correspondiente del par de fuerzas de dos brazos,

Figura 7: dos soportes anulares para la suspensión cardán completa del sistema de accionamiento según la figura 1 con soportes correspondientes del par de fuerzas,

Figura 8: dos soportes anulares en una variante diferente con respecto a la figura 7.

El sistema de accionamiento para una turbina eólica representado en la figura 1 presenta una unidad de transmisión 1 con una primera etapa 11 y una segunda etapa 12 del engranaje planetario en una forma de construcción axial. Del modo en que puede observarse también en la representación en sección según la figura 2, cada etapa del engranaje planetario 11, 12 comprende respectivamente una corona 114, 124; una pluralidad de engranajes planetarios 113, 123; un portaplanetarios 112, 122 y un engranaje solar 111, 121. La unidad de transmisión 1, mediante un árbol secundario 16 de la unidad de transmisión, se encuentra conectada a la unidad del generador 2 y, de forma conjunta con ésta, se encuentra dispuesta en una carcasa del mecanismo de transmisión 15. Un árbol de accionamiento conformado en el portaplanetarios 112 de la primera etapa del engranaje planetario 11 se encuentra asociado a la unidad de transmisión 1, el cual presenta una brida de acoplamiento 14 que puede conectarse a un árbol del rotor y que se encuentra montada mediante el portaplanetarios 112 de la primera etapa del engranaje planetario 11. Dos cojinetes 115 y 116 que se encuentran dispuestos entre platos soporte del engranaje planetario y la carcasa del mecanismo de transmisión 15 se encuentran asociados al portaplanetarios 112 de la primera etapa del engranaje planetario 11, donde dichos cojinetes representan un primer y un segundo cojinete principal de la unidad de transmisión 1. De manera correspondiente, el portaplanetarios 122 de la segunda etapa del engranaje planetario 12 se encuentra montado a través de dos cojinetes 125 y 126 que se encuentran dispuestos entre platos soporte del engranaje planetario y la carcasa del mecanismo de transmisión 15.

La unidad del generador 2 comprende un estator 21 y un rotor 22 que se encuentra conectado a un árbol hueco del rotor 23 de forma resistente a la torsión. El árbol hueco del rotor 23 rodea concéntricamente una sección del extremo del lado del generador del árbol secundario 16 y se encuentra conectado a éste mediante un acoplamiento o unión por apriete 232 que se encuentra dispuesto en el interior del árbol hueco del rotor 23. El árbol hueco del rotor 23 se encuentra dispuesto distanciado axialmente del árbol secundario 16 de la unidad de accionamiento 1, así como se conecta axialmente al mismo. Entre el árbol hueco del rotor 23 y el árbol secundario 16 de la unidad de transmisión 1 se encuentra dispuesta una unión por bridas 231 separable, eléctricamente aislante, cuyo extremo del lado de la transmisión se encuentra conectado al árbol hueco del mecanismo de transmisión 162. Una sección del extremo del lado del generador del árbol secundario 16 de la unidad de transmisión 1 se encuentra rodeada concéntricamente por el árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 y se encuentra conectada a éste mediante un acoplamiento o unión por apriete 163 que está dispuesto dentro del árbol hueco del mecanismo de transmisión 162. Entre la unidad de transmisión 1 y la unidad del generador 2 se encuentra dispuesto un apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión 152. Este apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión 152 rodea concéntricamente una sección del extremo del lado de la transmisión del árbol hueco del mecanismo de transmisión 162, conformando un asiento del cojinete para una disposición de cojinetes 161 que se encuentra asociada al árbol secundario 16 de la unidad de transmisión 1. El árbol secundario 16 se encuentra montado también mediante esta disposición de cojinetes 161. En el presente ejemplo de ejecución, en el interior del árbol secundario 16 y del árbol hueco del rotor 23 se encuentra dispuesto un tubo inclinado 17 que se extiende axialmente sobre todo el sistema de accionamiento.

De acuerdo con la representación en sección según la figura 2, un extremo del lado del rotor de la unión por bridas 231 se encuentra conformado en el árbol hueco del rotor 23. En un extremo del lado de la transmisión del árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 se encuentra montada una brida de sujeción 164 que está conectada de forma separable al extremo del lado del rotor de la unión por bridas 231. A su vez, el árbol secundario 16 de la unidad de transmisión 1 se encuentra semi-rodeado axialmente por el árbol hueco del generador 162. La disposición de cojinetes 161 dispuesta en el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión 152 se encuentra alineada axialmente aproximadamente en el centro, sobre el árbol secundario 16 de la unidad de transmisión 1 que se encuentra conectado al engranaje solar 121 de la segunda etapa del engranaje planetario 12.

De manera preferente, la disposición de cojinetes 161 del árbol secundario 16 en el apoyo de la carcasa 152 comprende un cojinete de doble hilera en disposición en X. Asimismo, el árbol hueco del rotor 23 y el árbol

secundario 16 de la unidad de transmisión 1, de acuerdo con una forma de ejecución especialmente preferente, se encuentran montados en el apoyo de la carcasa 152 exclusivamente mediante la disposición de cojinetes 161. Por lo tanto, un cojinete del árbol hueco del rotor 234 que se encuentra representado en la parte posterior, en un lado frontal de la unidad del generador 2 que se encuentra distanciado de la unidad de transmisión 1, no se considera imprescindible y puede ser en principio suprimido.

En el presente ejemplo de ejecución, en el árbol hueco del rotor 23, en el lado frontal de la unidad del generador 2 que se encuentra distanciado de la unidad de transmisión 1, un disco de freno 233 se encuentra montado de forma resistente a la torsión. De este modo, puede accederse al disco de freno 233 para realizar trabajos de mantenimiento. Una pinza de frenos 234 que está asociada al disco de frenos 233 se encuentra fijada en la tapa de la carcasa 153 que está dispuesta distanciada de la unidad de transmisión 1.

El árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 puede estar conectado al árbol secundario 16 de la unidad de accionamiento 1 por ejemplo a través de un embrague de garras 163 con dentado corto o en espiral. De manera alternativa con respecto a ello, el árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 puede estar conectado al árbol secundario 16 de la unidad de accionamiento 1 a través de un conjunto tensor interno. El conjunto tensor interno comprende respectivamente al menos un anillo exterior y un anillo interior que presentan superficies de contacto cónicas correspondientes unas con respecto a otras, donde dichos anillos pueden ser tensados uno contra otro mediante una pluralidad de tornillos tensores que se extienden axialmente. De acuerdo con una forma de ejecución preferente, a través del tensado de al menos un anillo exterior y al menos un anillo interior pueden conectarse unos con otros tanto el árbol secundario 16 de la unidad de transmisión 1 y el árbol hueco del mecanismo de transmisión 162, como también el árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 y la brida de sujeción 164, por ejemplo mediante una unión no positiva. El árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 puede ser ampliado por ejemplo a través de un tensado del anillo exterior y del anillo interior. Esto conduce por tanto a una unión no positiva entre el árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 y la brida de sujeción 164. La brida de sujeción 154, a modo de ejemplo, puede estar conectada al árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 también mediante una unión por chaveta, donde esta última se encuentra alineada axialmente hacia el conjunto tensor interno.

De manera alternativa con respecto a un embrague con garras o a un conjunto tensor interno, el árbol hueco del mecanismo de transmisión 162 puede estar conectado al árbol secundario 16 de la unidad de transmisión 1 a través de un conjunto tensor externo. En ese caso, un extremo del lado del rotor de la unión por bridas 231 se encuentra atornillado por ejemplo en una brida del conjunto tensor externo y se encuentra conectado mediante el mismo al árbol hueco del mecanismo de transmisión 162. De manera ventajosa, al utilizar un conjunto tensor externo se proporciona una brida en la sección del extremo del lado del generador del árbol secundario 16 de la unidad de transmisión 1.

En el presente ejemplo de ejecución, el apoyo de la carcasa 152 que rodea concéntricamente la disposición de cojinetes 161 del árbol secundario 23 se encuentra conformado en una brida intermedia de la carcasa 151 que está dispuesta entre la unidad de transmisión 1 y la unidad del generador 2. En la brida intermedia de la carcasa 151 se encuentran montados tanto un alojamiento del estator 211 de la unidad del generador 2, como también la corona 124 de la segunda etapa 12 del engranaje planetario. De manera adicional, la brida intermedia de la carcasa 151 presenta un asiento del cojinete para un cojinete de soporte del planetario 126 del lado del generador de la segunda etapa del engranaje planetario 12.

Conforme a la figura 3, la brida intermedia de la carcasa 151 presenta respectivamente una extensión de la brida 1511, 1512, en donde se encuentra montado el alojamiento del estator 211, así como la corona 124 de la segunda etapa 12 del engranaje planetario. En la figura 4 se representa una variante de una brida intermedia de la carcasa 151, en donde la extensión de la brida 1512 asociada al alojamiento del estator 211 y la extensión de la brida 1511 asociada a la corona 124 se encuentran distanciadas axialmente una de otra.

La carcasa del mecanismo de transmisión 15 presenta una suspensión cardán 13 circunferencialmente o parcialmente simétrica para la conexión con un elemento estructural de soporte 7 de la turbina eólica. Este elemento estructural de soporte puede consistir por ejemplo en un bastidor o en una góndola de una turbina eólica.

La segunda etapa 12 del engranaje planetario se encuentra dimensionada con respecto a su transmisión, de manera que al seleccionar un número de polos del generador divisible por tres, así como en el caso de un diseño óptimo para la velocidad nominal, resultan diámetros externos esencialmente idénticos del estator de la unidad del generador 3 y de la corona 124 de la segunda etapa 12 del engranaje planetario. Los cojinetes del lado del generador de la unidad de trasmisión 1 se encuentran realizados de manera eléctricamente aislante. De este modo puede evitarse un flujo de corriente desde la unidad de transmisión 1 hacia un rotor de la unidad del generador 2.

A través de la suspensión cardán completa del sistema de accionamiento en combinación con la ausencia de fuerzas transversales y radiales, y de un soporte del par de fuerzas de dos puntos del sistema de accionamiento, resulta una cadena de transmisión a la que sólo se aplica torsión. Al reunir del lado de la carcasa la unidad de transmisión 1 y la unidad del generador 2, aprovechando su elevada rigidez, puede alcanzarse al menos una

marcada reducción de las fuerzas de reacción en la cadena de transmisión a pesar de los elementos de apoyo marcadamente menos rígidos en la suspensión cardánica.

A través de la combinación del soporte del par de fuerzas de dos puntos del sistema de accionamiento con la suspensión cardán completa de la carcasa del mecanismo de transmisión 15 que rodea también la unidad del generador 2, se carga en menor medida un acoplamiento que se encuentra dispuesto entre la unidad de transmisión 1 y la unidad del generador 2. Por tanto, este acoplamiento puede realizarse considerablemente más rígido. A su vez, esto brinda otras ventajas con respecto a la dinámica del funcionamiento.

Un diseño del cojinete principal de la unidad de transmisión 1 puede realizarse sin considerar los apoyos de los siguientes componentes. De este modo, para mecanismos de transmisión de gran tamaño es posible utilizar soportes de momentos que solamente requieren un espacio de construcción marcadamente reducido, para el cojinete principal de la unidad de transmisión 1, de un modo controlable en cuanto al aspecto técnico. Asimismo, conforme a la invención, a través de la suspensión cardán completa para la unidad de transmisión 1, una alineación de los árboles -transposición condicionada por la torsión se torna irrelevante en cuanto a posibles daños.

En el presente ejemplo de ejecución, la unidad del generador 2 presenta sistemas de bobinado independientes que se encuentran conectados en un convertidor completo 3 representado en la figura 5. El convertidor completo 3 posibilita un desacoplamiento dinámico de la red y, por una parte, se encuentra conectado a la unidad del generador 2, así como por otra parte a un transformador 5 para la alimentación de potencia en una red de suministro de energía 6. Además, para cada polo se proporcionan bobinados del generador aislados de forma individual. Asimismo, los 3 sistemas de bobinado independientes se encuentran conectados por fuera de la carcasa del mecanismo de transmisión 15 que rodea la unidad del generador 2. La unidad del generador se encuentra diseñada con 9 a 30 polos, preferentemente con 12 a 24 polos.

De acuerdo con el ejemplo de ejecución representado en la figura 6, la suspensión cardán completa 13 se encuentra formada por un soporte anular que rodea radialmente en toda su circunferencia la carcasa del mecanismo de transmisión 15. En dirección circunferencial, el soporte anular 13 presenta una pluralidad de perforaciones 131 dispuestas de forma esencialmente equidistante, en donde se encuentran insertos pernos elásticos respectivamente con una primera sección del extremo. Los pernos elásticos se encuentran conectados con un soporte correspondiente del par de fuerzas en el elemento estructural de soporte 7 de la turbina eólica. El soporte correspondiente del par de fuerzas comprende igualmente un elemento anular con perforaciones dispuestas de forma esencialmente equidistante en dirección circunferencial en donde se encuentran insertos los pernos elásticos con una segunda sección del extremo. Además, el soporte correspondiente del par de fuerzas, conforme al ejemplo de ejecución representado en la figura 6, comprende dos brazos soporte 71, 72 conformados de forma simétrica o asimétrica, los cuales se encuentran insertos respectivamente con una sección del extremo en un alojamiento 73, 74 en el elemento estructural de soporte 7, conectándose allí con este último.

Los pernos elásticos de la suspensión cardán completa 13 son pernos de elastómero axialmente desmontables. La brida de acoplamiento 14 presenta también una pluralidad de perforaciones 141 que se encuentran dispuestas esencialmente de forma equidistante en dirección circunferencial, en las cuales se encuentran insertos los pernos de elastómero desmontables, los cuales están conectados a una brida de acoplamiento correspondiente de los árboles del rotor. Cuando los pernos de elastómero de la suspensión cardán completa 13 y de la brida de acoplamiento 14 se encuentran desmontados se desbloquea una dirección radial de desmontaje y/o de instalación del sistema de accionamiento con respecto a una disposición de árboles de la unidad de transmisión 1.

De manera ventajosa, los equipos auxiliares adicionales de la unidad de transmisión 1, por ejemplo el sistema de aceite, refrigerantes y unidades hidráulicas, se encuentran montados directamente en el elemento estructural de soporte 7 de la turbina eólica. Los equipos auxiliares adicionales son desacoplados de la carcasa del mecanismo de transmisión 15 mediante la suspensión cardán completa 13, así como mediante un acoplamiento elástico entre el árbol de la máquina o del rotor y el árbol primario de la unidad de transmisión 1.

En las figuras 7 y 8 se representan respectivamente dos soportes de segmentos anulares 13a, 13b para la suspensión cardán completa, parcialmente circunferencial del sistema de accionamiento. Los soportes de segmentos anulares 13a, 13b presentan respectivamente una pluralidad de perforaciones 131 dispuestas de forma esencialmente equidistante en dirección circunferencial, en donde se encuentran insertos pernos elásticos. De manera adicional, los pernos elásticos se encuentran conectados con soportes correspondientes del par de fuerzas 71, 72 en el elemento estructural de soporte 7 de la turbina eólica. De acuerdo con el ejemplo de ejecución representado en la figura 7, los soportes correspondientes del par de fuerzas 71, 72 se encuentran fijados directamente en el elemento estructural de soporte 7 de la turbina eólica. Por el contrario, de acuerdo con el ejemplo de ejecución representado en la figura 8, los soportes correspondientes del par de fuerzas comprenden respectivamente un brazo soporte 71a, 72a, el cual se encuentra inserto con una sección del extremo en un alojamiento 73, 74 en el elemento estructural de soporte, conectándose allí con este último. De este modo se mantiene la capacidad de incorporación como en el caso de un apoyo convencional de dos brazos, sin que se requiera para ello una adaptación del bastidor principal a la turbina eólica. Puesto que no se presentan fuerzas de

reacción pueden utilizarse apoyos de elastómero conocidos que, de manera preferente, se encuentran diseñados conforme a criterios de anti-vibración.

Tanto en el ejemplo de ejecución mostrado en la figura 7, como también en el ejemplo de ejecución mostrado en la figura 8, los soportes correspondientes del par de fuerzas en el elemento estructural de soporte 7 comprenden respectivamente un segmento anular con perforaciones 131 dispuestas de forma esencialmente equidistante en dirección circunferencial. En dichas perforaciones 131 se encuentran insertos pernos elásticos que, igualmente de forma correspondiente al ejemplo de ejecución mostrado en la figura 6, pueden estar diseñados como pernos de elastómero axialmente desmontables. De manera preferente, el eje de simetría de los soportes del par de fuerzas se intersecta con el eje de rotación del sistema de accionamiento.

De acuerdo con otra forma de ejecución, la brida de acoplamiento puede presentar una pluralidad de hileras de perforaciones desplazadas unas con respecto a otras, donde en dichas perforaciones se encuentran insertos pernos de elastómero axialmente desmontables. De este modo, con las mismas distancias de las perforaciones, la brida de acoplamiento puede ser diseñada reducida en cuanto a su diámetro externo.

Asimismo, los pernos de elastómero pueden presentar una rigidez diferente, adecuada de modo correspondiente al diámetro y al tipo de brida. En particular, la brida de acoplamiento con un diámetro menor en comparación con la suspensión puede ser de un material más duro, mientras que la suspensión puede estar realizada de un material más blando.

La utilización del sistema de accionamiento descrito no se restringe sólo a turbinas eólicas, sino que puede pensarse por ejemplo también en sistemas de accionamiento para molinos, en donde la unidad del generador se reemplaza por una unidad del motor.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de accionamiento para una turbina eólica, con

- una unidad de transmisión (1) que comprende al menos una etapa de un engranaje planetario (11, 12) que presenta una corona (114, 112), una pluralidad de engranajes planetarios (113, 123), un portaplanetarios (112, 122) y un engranaje solar (111, 121),

- un primer árbol que se encuentra asociado a la unidad de transmisión (1), el cual presenta una brida de acoplamiento (14) que puede ser conectada a un árbol de una máquina o a un árbol del rotor y que se encuentra soportada mediante el portaplanetarios (112),

- una carcasa del mecanismo de transmisión (15) que rodea la unidad de transmisión (1) y una unidad del motor o del generador (2) que se encuentra conectada a un segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1),

- un rotor (22) de la unidad del motor o del generador (2) que se encuentra conectado de forma resistente a la torsión a un árbol hueco del rotor (23),

donde el árbol hueco del rotor (23) se encuentra distanciado axialmente del segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1),

- una unión por brida (231) separable que se encuentra dispuesta entre el árbol hueco del rotor (23) y el segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1), cuyo extremo del lado de la transmisión se encuentra conectado a un árbol hueco del mecanismo de transmisión (162),

- una sección del extremo del lado del motor o del generador del segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1), la cual se encuentra rodeada concéntricamente por el árbol hueco del mecanismo de transmisión (162) y se encuentra conectada a éste mediante un acoplamiento o unión por apriete (163) que se encuentra dispuesto dentro del árbol hueco del mecanismo de transmisión (162),

- un apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión (152) que se encuentra dispuesto entre la unidad de transmisión (1) y la unidad del motor o del generador (2), el cual conforma un cojinete de apoyo para una disposición de cojinetes (161) que se encuentra asociada al segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1), mediante el cual se encuentra soportado también el árbol hueco del rotor (23),

caracterizado porque la unión por bridas (231) separable es eléctricamente aislante y el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión (152) rodea concéntricamente una sección del extremo del lado de la transmisión del árbol hueco del mecanismo de transmisión (162).

2. Sistema de accionamiento según la reivindicación 1, en donde un extremo del lado del rotor de la unión por bridas (231) se encuentra formado integralmente en el árbol hueco del rotor (23).

3. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en donde en un extremo del lado del motor o de la transmisión del árbol hueco del mecanismo de transmisión (162) se encuentra montada una brida de sujeción (164) que se encuentra conectada de forma separable a un extremo del lado del rotor de la unión por bridas (231).

4. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde el árbol hueco del mecanismo de transmisión (162) se encuentra conectado al segundo árbol (16) de la unidad de accionamiento (1) a través de un embrague de garras con dentado corto o en espiral.

5. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el árbol hueco del mecanismo de transmisión (162) se encuentra conectado al segundo árbol (16) de la unidad de accionamiento (1) a través de un conjunto tensor interno.

6. Sistema de accionamiento según la reivindicación 5, en donde el conjunto tensor interno comprende al menos respectivamente un anillo exterior y un anillo interior que presentan superficies de contacto cónicas correspondientes unas con respecto a otras, los cuales pueden ser tensados uno contra otro mediante una pluralidad de tornillos tensores que se extienden axialmente.

7. Sistema de accionamiento según la reivindicación 6, en donde en un extremo del lado del motor o de la transmisión del árbol hueco del mecanismo de transmisión (162) se encuentra dispuesta una brida de sujeción (164) que se encuentra conectada de forma separable a un extremo del lado del rotor de la unión por bridas (231), y en donde a través del tensado de al menos un anillo exterior y al menos un anillo interior pueden conectarse unos con

otros tanto el segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1) y el árbol hueco del mecanismo de transmisión (162), como también el árbol hueco del mecanismo de transmisión (162) y la brida de sujeción (164).

8. Sistema de accionamiento según la reivindicación 6, en donde la brida de sujeción se encuentra conectada al árbol hueco del mecanismo de transmisión mediante una unión por chaveta, y donde la unión por chaveta se encuentra alineada axialmente hacia el conjunto tensor interno.

9. Sistema de accionamiento según la reivindicación 7, en donde a través del tensado de al menos un anillo exterior y al menos un anillo interior pueden conectarse de forma no positiva unos con otros tanto el segundo árbol de la unidad de transmisión y el árbol hueco del mecanismo de transmisión, como también el árbol hueco del mecanismo de transmisión y la brida de sujeción.

10. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en donde el segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1) presenta una brida en su sección del extremo del lado del motor o del generador, y en donde el árbol hueco del mecanismo de transmisión (162) se encuentra conectado al segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1) a través de un conjunto tensor externo, y en donde el conjunto tensor externo comprende una brida que se encuentra conectada al extremo del lado del rotor de la unidad por bridas (231).

11. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, donde el segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1) se encuentra esencialmente semi-rodeado de forma axial por el árbol hueco del generador (162).

12. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la disposición de cojinetes (161) que se encuentra dispuesta en el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión (152) está alineada de manera centrada en el segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1) que se encuentra conectado a un engranaje solar (121).

13. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, en donde la disposición de cojinetes (161) que se encuentra dispuesta en el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión (152) comprende un cojinete de doble hilera en disposición en X.

14. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, en donde el árbol hueco del rotor (23) y el segundo árbol (16) de la unidad de transmisión (1) se encuentran montados exclusiva y esencialmente mediante la disposición de cojinetes (161) en el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión (152).

15. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, en donde el apoyo de la carcasa del mecanismo de transmisión (152) se encuentra conformado en una brida intermedia de la carcasa (151) que está dispuesta entre la unidad de accionamiento (1) y la unidad del motor o del generador.

16. Sistema de accionamiento según la reivindicación 15, en donde la brida intermedia de la carcasa (151) presenta un asiento de cojinete para un soporte de planetarios (126) del lado del motor o del generador.

17. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 15 ó 16, en donde un alojamiento del estator (211) de la unidad del motor o del generador (2) se encuentra montado en la brida intermedia de la carcasa (151).

18. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 15 ó 16, en donde una corona interior (124) de una etapa de un engranaje planetario (12) del lado del motor o del generador se encuentra montada en la brida intermedia de la carcasa (151).

19. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 15 a 17, en donde la brida intermedia de la carcasa (151) presenta respectivamente una extensión de la brida (1511, 1512), en donde respectivamente se encuentra montado un alojamiento del estator (211) de la unidad del motor o del generador (2) o una corona (124) de una etapa de un engranaje planetario (12) del lado del motor o del generador.

20. Sistema de accionamiento según la reivindicación 19, en donde la extensión de la brida (1512) asociada al alojamiento del estator (211) y la extensión de la brida (1511) asociada a la corona (124) se encuentran distanciadas axialmente una de otra.

21. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 20, en donde el primer árbol de la unidad de transmisión presenta una brida de acoplamiento (14) que puede ser conectada elásticamente a un árbol de una máquina o a un árbol del rotor, y en donde la carcasa del mecanismo de transmisión (15) presenta una suspensión cardán (13) circunferencialmente o parcialmente simétrica para la conexión con un elemento estructural de soporte (7) de la turbina eólica.

22. Sistema de accionamiento según la reivindicación 21, en donde la suspensión cardán se encuentra formada por un soporte anular (13) que rodea completamente de forma radial la carcasa del mecanismo de transmisión (15), el cual presenta una pluralidad de perforaciones (131) dispuestas de forma esencialmente equidistante en dirección circunferencial en donde se encuentran insertos pernos elásticos que pueden conectarse en un elemento estructural de soporte (7) de la turbina eólica con un soporte correspondiente del par de fuerzas.

23. Sistema de accionamiento según la reivindicación 22, en donde el soporte correspondiente del par de fuerzas comprende un elemento anular con perforaciones dispuestas de forma esencialmente equidistante en dirección circunferencial en donde pueden insertarse los pernos elásticos.

24. Sistema de accionamiento según la reivindicación 23, en donde el soporte correspondiente del par de fuerzas comprende dos brazos soporte (71, 72) conformados de forma simétrica o asimétrica, los cuales pueden ser insertados respectivamente con una sección del extremo en un alojamiento (73, 74) en el elemento estructural de soporte (7) y pueden conectarse allí con este último.

25. Sistema de accionamiento según la reivindicación 21, en donde la suspensión cardán se encuentra formada por soportes de segmentos anulares (13a, 13b) que rodean parcialmente de forma radial la carcasa del mecanismo de transmisión, los cuales respectivamente presentan una pluralidad de perforaciones (131) dispuestas de forma esencialmente equidistante en dirección circunferencial en donde se encuentran insertos pernos elásticos que pueden conectarse en un elemento estructural de soporte (7) de la turbina eólica con soportes correspondientes del par de fuerzas.

26. Sistema de accionamiento según la reivindicación 25, en donde los soportes correspondientes del par de fuerzas comprenden respectivamente un elemento anular (13a, 13b) con perforaciones (131) dispuestas de forma esencialmente equidistante en dirección circunferencial en donde pueden insertarse los pernos elásticos.

27. Sistema de accionamiento según la reivindicación 26, en donde los soportes correspondientes del par de fuerzas comprenden respectivamente un brazo soporte (71a, 72a), el cual puede ser insertado con una sección del extremo en un alojamiento (73, 74) en el elemento estructural de soporte (7) y puede conectarse allí con este último.

28. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 22 a 27, en donde los pernos elásticos de la suspensión cardán son pernos de elastómero axialmente desmontables, y en donde la brida de acoplamiento presenta una pluralidad de perforaciones que se encuentran dispuestas esencialmente de forma equidistante en dirección circunferencial, en las cuales se encuentran insertos los pernos de elastómero desmontables, los cuales pueden conectarse con una brida de acoplamiento correspondiente de la máquina o del árbol del rotor.

29. Sistema de accionamiento según la reivindicación 28, donde cuando los pernos de elastómero de la suspensión cardán y de la brida de acoplamiento se encuentran desmontados se desbloquea una dirección radial de desmontaje y/o de instalación del sistema de accionamiento con respecto a una disposición de árboles de la unidad de transmisión.

30. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 21 a 29, en donde equipos auxiliares adicionales de la unidad de transmisión son montados directamente en el elemento estructural de soporte de la turbina eólica y son desacoplados de la carcasa del mecanismo de transmisión mediante la suspensión cardán y un acoplamiento elástico entre el árbol de la máquina o del rotor y el primer árbol de la unidad de transmisión.

31. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 21 a 30, en donde la unidad de transmisión (1) comprende un primer (115) y un segundo (116) cojinete principal, mediante los cuales se encuentra montado el primer árbol de la unidad de transmisión, y los cuales se encuentran dispuestos entre platos soporte del engranaje planetario y la carcasa del mecanismo de transmisión (15).

32. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 21 a 31, en donde la unidad de transmisión (1) comprende una primera (11) y una segunda (12) etapa del engranaje planetario en una construcción axial.

33. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 32, en donde un disco de freno (233) se encuentra conectado al árbol hueco del rotor (23) de forma resistente a la torsión.

34. Sistema de accionamiento según la reivindicación 33, en donde el disco de freno se encuentra dispuesto en un lado frontal de la unidad del motor o del generador, el cual se encuentra distanciado de la unidad de transmisión.

35. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 34, en donde el cojinete de la unidad de transmisión del lado del motor o del generador se encuentran realizados de forma eléctricamente aislante.

36. Sistema de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 35, en donde la unidad de transmisión se encuentra conectada a una unidad del generador, y en donde el primer árbol de la unidad de transmisión es un árbol primario del lado de la transmisión, y en donde el segundo árbol de la unidad de transmisión es un árbol secundario del lado de la transmisión, y en donde la brida de acoplamiento del árbol primario del lado de la transmisión puede conectarse a un árbol del rotor.

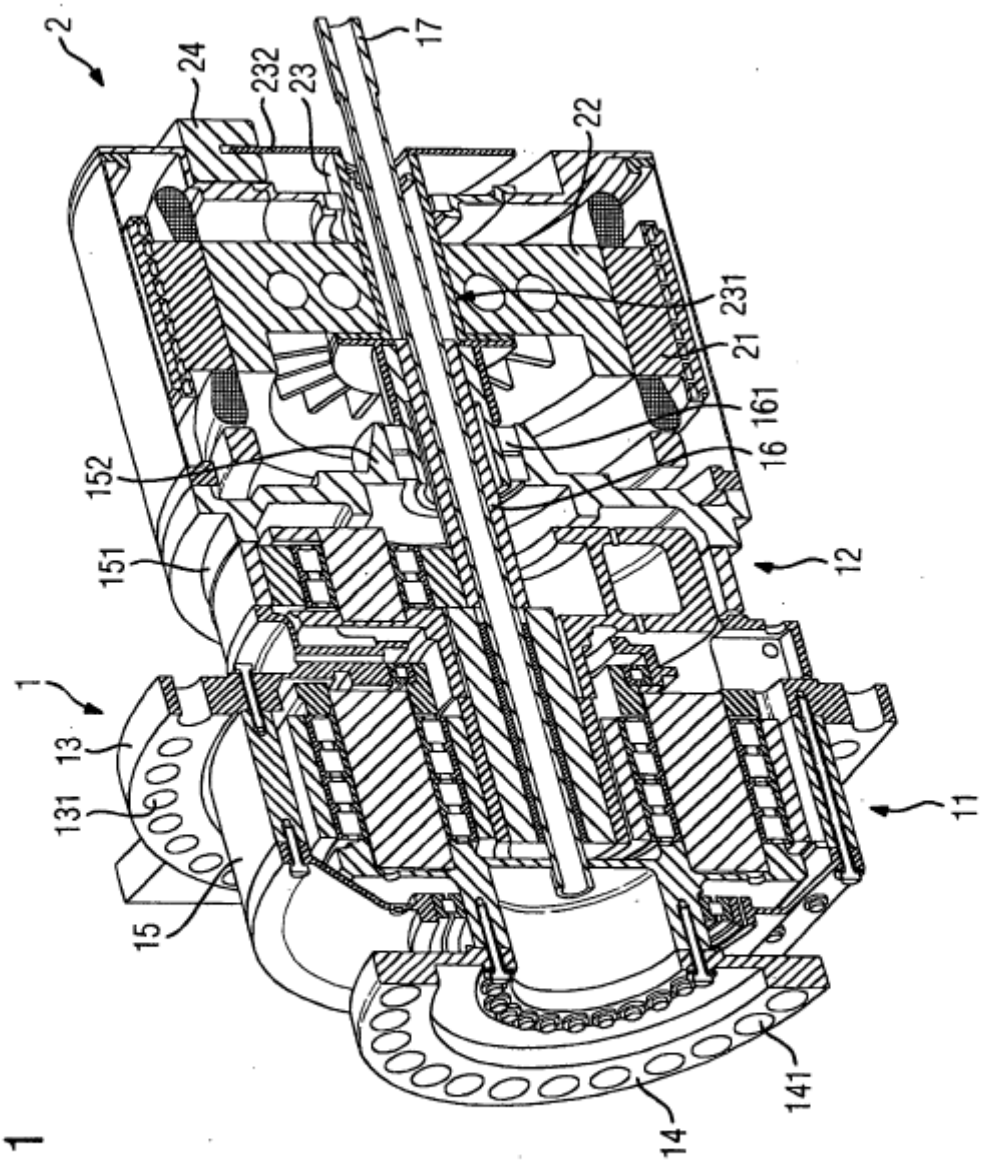

FIG 1

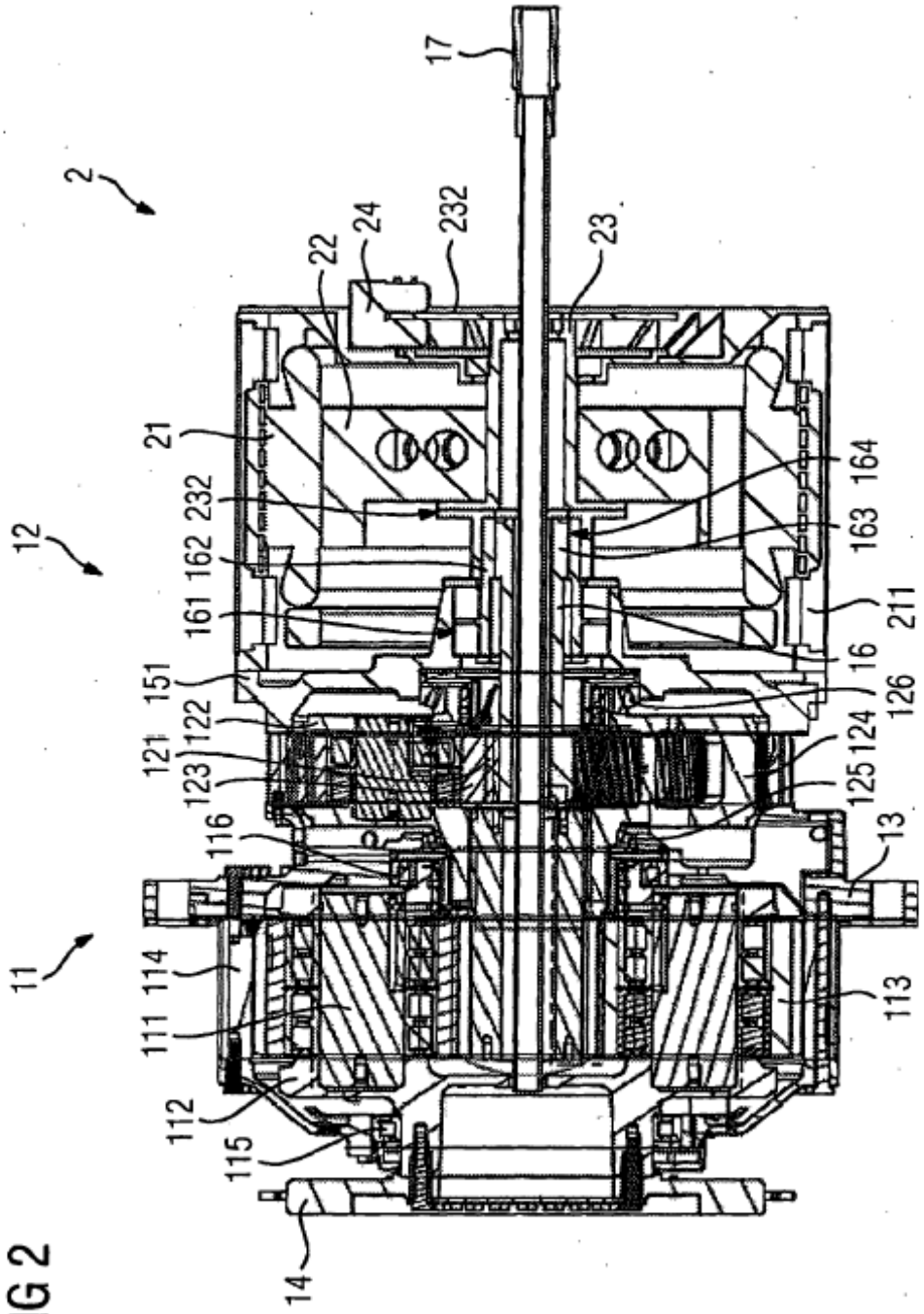
2
12
11
17
22
24
232
23
21
232
162
161
151
122
121
123
116
114
111
112
115
14
164
163
211
16
126
124
125
13
113

FIG 2

FIG 3

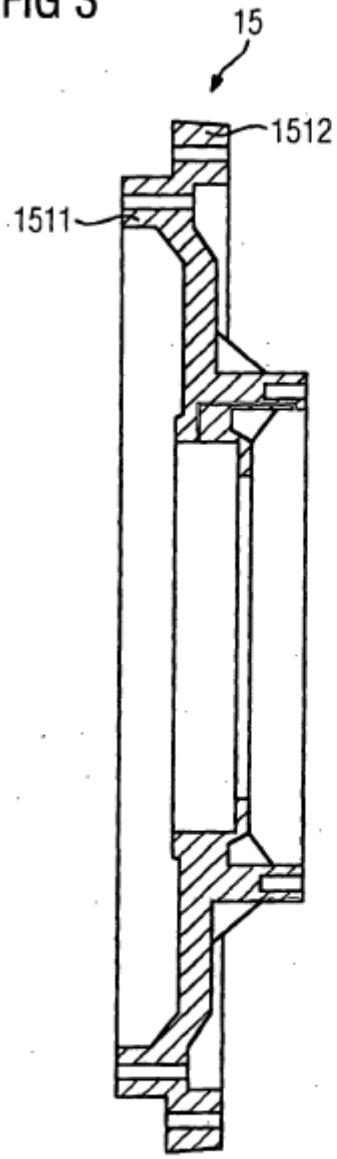

FIG 4

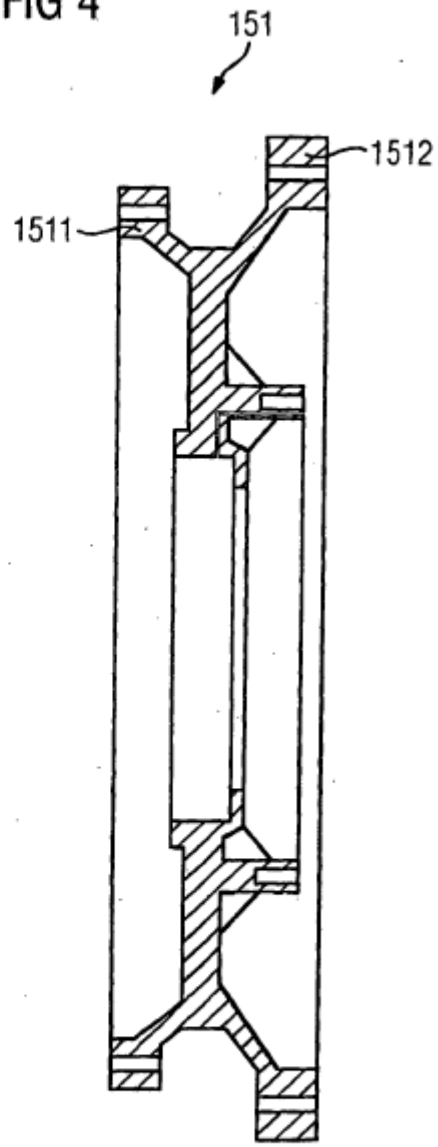

FIG 5

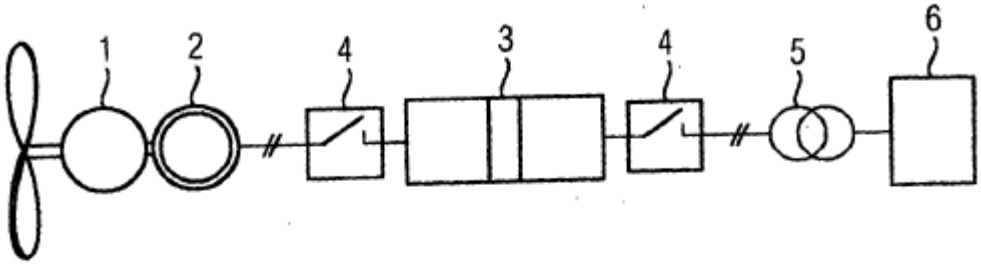

FIG 6

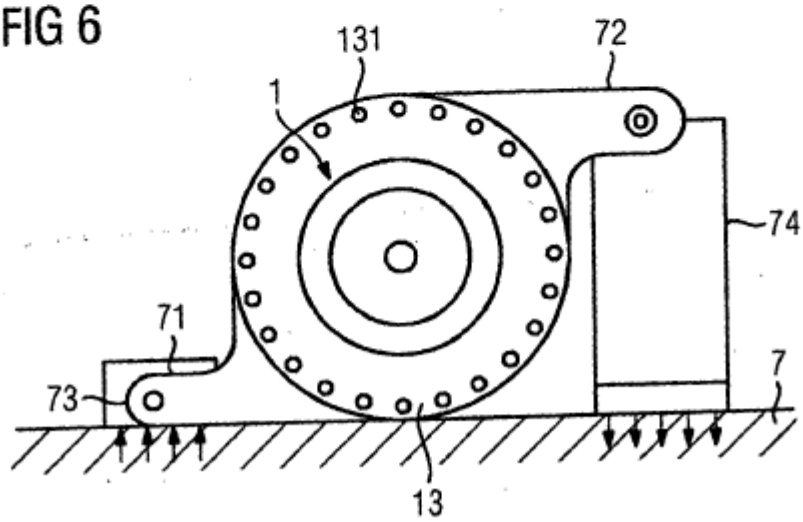

FIG 7

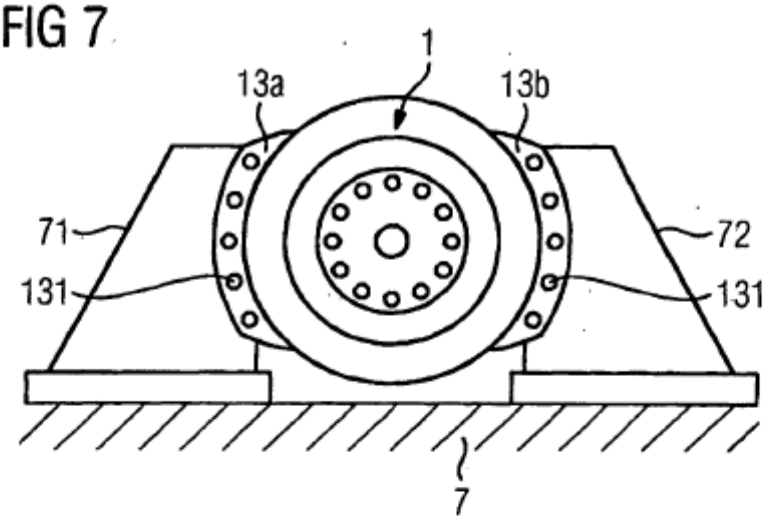
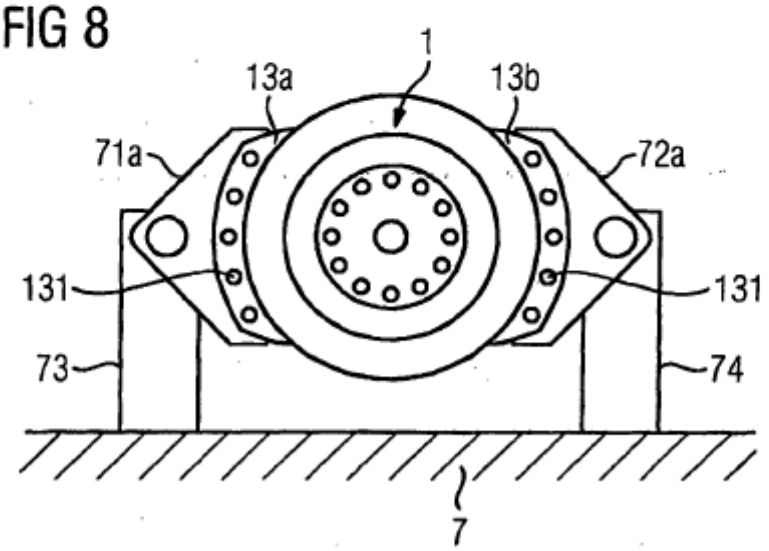
FIG 8