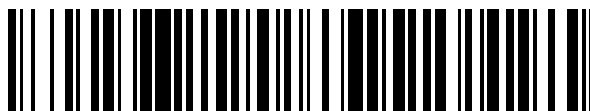


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 330**

51 Int. Cl.:

**F03D 15/00** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

**F03D 80/70** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2013 E 13736832 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2870356**

54 Título: **Cadena cinemática para un aerogenerador**

30 Prioridad:

**04.07.2012 DE 102012013372**

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

**23.09.2019**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GES. ZUR FÖRDERUNG DER  
ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (100.0%)  
Hansastr. 27c  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**RUHLE, ANDREAS;  
MOLL, HANS-GEORG;  
WENSKE, JAN y  
PILAS, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 725 330 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**

Cadena cinemática para un aerogenerador

**5    Ámbito de la invención**

La presente invención se refiere a la parte delantera, visto en la dirección del flujo de fuerza, de la cadena cinemática de un aerogenerador (WKA, por las siglas en alemán) y en particular a la zona que se extiende desde el buje que porta los álabes hasta el árbol de entrada y/o la brida de entrada de un componente mecánico del sistema, tal como, por ejemplo, un engranaje conectado de manera posterior o un generador accionado directamente.

La presente invención se refiere en particular a la forma de construcción de una cadena cinemática para un aerogenerador, para acoplar el buje de un aerogenerador a los componentes mecánicos del sistema conectados de manera posterior al buje, de tal manera que en los componentes del sistema conectados de manera posterior (en su mayor parte) solo se introducen aquellas fuerzas o pares que se pueden transformar completamente en energía eléctrica y (en su mayor parte) no se introducen fuerzas o pares que someten los componentes del sistema conectados de manera posterior a una carga adicional y pueden producir en ellos en particular un desgaste (de cojinetes, etc.) o fatiga (de componentes), pero que no proveen ningún aporte a la transformación de la energía.

Los componentes del sistema conectados de manera posterior son aquellos componentes (activos) en la cadena cinemática de un aerogenerador que sirven para la transformación y/o generación de energía, es decir, por ejemplo, el árbol de entrada de un engranaje que multiplica el número de revoluciones del buje que gira a baja velocidad para convertirlo a un número de revoluciones mayor, apropiado para el funcionamiento de un generador, o bien, en el caso de un generador directamente accionado de un aerogenerador, el árbol de entrada o la brida de entrada del generador directamente accionado.

En lo sucesivo, y sin limitación de lo desvelado, para el proceso de transformación de energía por medio de un aerogenerador se emplea el término "generación de energía" en el sentido de que con esto se hace referencia al proceso de transformación de energía mecánica en energía eléctrica.

Para prevenir el efecto de fuerzas y/o pares sobre la cadena cinemática de un aerogenerador, que no contribuyen a la generación de energía, se propone una disposición de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

Desarrollos ventajosos de una disposición de este tipo son el objeto de las características mencionadas en las reivindicaciones dependientes.

**Estado de la técnica**

Las cadenas cinemáticas para aerogeneradores se conocen, por ejemplo, por los documentos WO 2010/130717 A1, FR 1 009 166 A, WO 2011/120720 A1, US 2010/264664 A1 y WO 2009/128723.

Para contrarrestar las intensas cargas que son introducidas por las palas del rotor a través del buje de un aerogenerador y por el buje mismo en los componentes mecánicos del sistema conectados de manera posterior, visto en la dirección de flujo de la fuerza, de acuerdo con el estado de la técnica conocido, varias piezas y partes mecánicas en los componentes mecánicos del sistema conectados de manera posterior, y en particular en la cadena cinemática de un aerogenerador (comenzando en el buje y terminando en el árbol del generador) se diseñan para soportar mayores cargas, que referido al tamaño constructivo del sistema sobrepasan claramente la carga correspondiente a la potencia nominal del sistema, ya que también es necesario absorber componentes de fuerzas y de pares, que por una parte se introducen en la cadena cinemática (y no se desvían de acuerdo con lo previsto por la presente invención tan adelante como sea posible, visto en la dirección de flujo de la fuerza, hacia partes portantes como, por ejemplo, la torre) pero que por otra parte no contribuyen a la generación de energía.

Las componentes de fuerzas y/o pares que, visto en la dirección de flujo de la fuerza, no contribuyen a la generación de energía en los componentes mecánicos del sistema conectados de manera posterior, más bien actúan para someter a estas piezas de equipo a cargas que por una parte no participan directamente en la generación de energía y/o que por otra parte no producen un desgaste indeseable en estas piezas de equipo.

La carga aumentada se produce sustancialmente debido a que la corriente de aire, que impulsa las palas del rotor, no solo produce una componente de fuerza que actúa de manera exactamente tangencial al árbol del buje, sino que (tanto durante una rotación del buje como también a lo largo de un periodo de tiempo más prolongado) actúan otras componentes de fuerzas y pares adicionales que cambian continuamente sobre las palas del rotor y sobre el buje, las que por una parte se introducen a través de la unión de brida de las palas del rotor en el buje y que por otra parte no contribuyen a la generación de energía. Para forzar un estado de equilibrio (de fuerzas y pares), sin embargo, estas componentes de fuerzas y pares, que en sí no contribuyen al funcionamiento de un aerogenerador o a la generación de energía, también tienen que ser absorbidas por la construcción del aerogenerador y desviadas en última instancia hacia el fundamento de la torre.

Concretamente, en el caso (imaginario) de que el buje se encuentra unido fijamente al árbol de entrada de un engranaje conectado de manera posterior, esto significa que el árbol de entrada (o su alojamiento, o los elementos constructivos que soportan el alojamiento del árbol de entrada) tienen que proporcionar las correspondientes fuerzas y pares antagonistas para proveer un estado de equilibrio paréntesis tanto estático como dinámico).

En esta imagen muy simplificada, se puede ver claramente que las cargas producidas por las fuerzas del viento no resultan en componentes de fuerza que actúan de manera exactamente tangencial sobre el árbol de entrada. Por efecto de la fuerza del viento se producen deformaciones en los componentes del sistema o en el soporte de la máquina, lo que lleva a que las cargas (como al existir un pequeño juego de cojinete) se extienden, por ejemplo, al interior del engranaje y/o del generador y en particular también producen efectos indeseables en los flancos de los dientes que engranan entre sí (por ejemplo, marcha en seco debido al desplazamiento de la capa de aceite lubricante).

En caso de siniestro se debería afectado en una medida sustancial el engranaje, lo que haría necesaria una reparación altamente costosa que, dependiendo de la forma de construcción de la instalación, solo se podría realizar con la góndola desmontada.

Por esta razón, en las formas de realización de aerogeneradores que se conocen en el estado de la técnica, existe un gran número de medidas constructivas que tienen el objetivo de proteger las piezas de equipo conectadas de manera posterior al buje (visto en la dirección de flujo de la fuerza), y que sirven para la transformación de energía, contra las fuerzas y/o pares indeseables debido a que producen, por ejemplo, desgaste.

Un ejemplo de esto es la solución propuesta en el documento WO 2011/120720 A1, presentado por la solicitante "PURE TORQUE®", en el que se describe un buje realizado como cuerpo hueco, que por una parte presenta superficies de brida dispuestas radialmente para la sujeción de (por lo menos dos) palas de rotor y que por otra parte se apoya axialmente por medio de dos cojinetes sobre un cuerpo de apoyo de forma tubular (similar a una construcción de muñón de eje en las suspensiones de las ruedas de un automóvil de modelo más antiguo) en el extremo opuesto a la torre (primer cojinete) y en el extremo próximo a la torre (segundo cojinete) del cuerpo de apoyo de forma tubular.

En el interior del cuerpo de apoyo tubular se provee un árbol de accionamiento relativamente largo (comenzando (por ejemplo, en una superficie de brida) en la zona del primer cojinete, que se dispone en el lado opuesto a la torre del buje y terminando (en un embrague) en la zona del árbol de entrada de un engranaje conectado de manera posterior.

El cuerpo de apoyo de forma tubular presenta la desventaja de que representa un elemento de máquina que sobresale de manera relativamente extensa, en lo que en la zona del extremo de esta construcción sobresaliente se dispone el buje con todas sus fuerzas y pares de ataque sobre dos cojinetes escalonados. Este cuerpo de apoyo de forma tubular se deforma bajo el ataque de los pares de flexión, tanto estática como dinámicamente.

El muñón tubular está unido fijamente con la torre por medio de una brida lateral de gran superficie. De esta manera se quiere lograr que todas las componentes de fuerza y/o de pares no introducidos en el árbol de accionamiento relativamente largo se desvíen a la estructura de la torre.

Con esto, a través de una construcción de cuerpo de apoyo no se puede alcanzar el objetivo de la presente invención, es decir, introducir las cargas indeseables en un elemento de construcción portante rígido por la vía más directa o corta (es decir, mecánicamente rígida) posible, ya que la disposición de brazo en voladizo con el árbol de accionamiento correspondientemente largo que se requiere es una estructura oscilante con una extensión delgada. De esta forma de construcción se sabe que durante el funcionamiento práctico se presentan, entre otras cosas, oscilaciones de torsión indeseables.

La carcasa de engranaje del engranaje conectado de manera posterior, de acuerdo con la solución conocida en el estado de la técnica, además puede estar suspendida en un soporte de máquina unido fijamente a la estructura de la torre, de tal manera que se pueden absorber los movimientos relativos entre el buje y el árbol de entrada del engranaje.

### Naturaleza de la invención

Partiendo de este estado de la técnica, el objetivo de la presente invención consiste en crear una disposición que impida en gran medida la introducción de componentes de fuerza y/o de pares, que no se transformen en energía eléctrica bien sea en absoluto o de manera sustancial, en los componentes mecánicos del sistema unidos de manera posterior al buje de un aerogenerador.

Para esto se provee un asiento de rotación (3) que cubre una superficie de sujeción relativamente grande con una abertura interior relativamente grande, a través de la que un componente mecánico del sistema unido de manera posterior (2) se extiende por lo menos parcialmente (por ejemplo, en forma de una brida de entrada de engranaje (12)) dentro del cuerpo hueco del buje (6), en lo que un primer extremo del árbol (1), que en una forma de realización particularmente preferente de la presente

invencción está realizado como un árbol de accionamiento homocinético de construcción tan corta como sea posible, con dos articulaciones homocinéticas (4),(5) montadas en sus extremos, está unido a una superficie de sujeción (13) dispuesta dentro del cuerpo hueco del buje (6) por medio de una articulación (5) dispuesta en el mencionado primer extremo. El segundo extremo del árbol está unido a través de la segunda articulación (4) dispuesta allí a la brida del engranaje o de entrada del generador (12) de un componente mecánico del sistema conectado de manera posterior.

Una introducción tan rígida a la torsión como sea posible, pero aún así libre de fuerzas y/o pares indeseables, del momento de torsión útil generado por la fuerza del viento en el transformador (2), se logra si el árbol homocinético (1) está realizado lo más corto posible. Una forma de construcción corta es ventajosa, entre otras cosas, para prevenir las oscilaciones de rotación / oscilaciones de torsión en la cadena cinemática.

Por lo tanto, en el caso de un árbol con una forma de construcción particularmente corta, como se representa en la Fig. 1, el transformador (2) se extiende por lo menos parcialmente dentro del cuerpo hueco del buje (6), lo que resulta en una forma de construcción muy compacta del aerogenerador, ya que el volumen del cuerpo hueco del buje también está disponible como espacio constructivo. En general se produce una máquina corta, en lo que también el bastidor de la máquina más bien no recibe estímulos para las oscilaciones de rotación / oscilaciones de torsión.

El asiento de rotación (3) está sujetado con uno de sus elementos de apoyo (fijo) en un elemento de construcción rígido, portante, estático del aerogenerador. Con su otro elemento de apoyo (móvil) (16), el buje (6), realizado como construcción de cuerpo hueco, está unido al sitio de sujeción previsto para ello

Por medio de la disposición de acuerdo con la presente invencción se alcanzan dos ventajas:

En primer lugar:

Todas las componentes de fuerzas y/o de pares (visto en la dirección de flujo de la fuerza), que no contribuyen directamente a la generación de energía, se desvían dentro de lo posible al comienzo, es decir, preferentemente a través de un asiento de rotación dispuesto en la zona del buje, hacia piezas rígidas, portantes, estáticas (por ejemplo, el soporte de máquina (9), la torre (11)), y así se previene allí el efecto causante de desgaste y fatiga de estas componentes de fuerza o de pares sobre los componentes del sistema conectados de manera posterior, por ejemplo, el asiento del engranaje y/o del generador, las piezas del engranaje y/o los árboles, etc., y se limita el efecto negativo de las componentes de fuerzas y/o de pares que no contribuyen a la transformación de energía.

En segundo lugar:

Por medio de un árbol (1) equipado con dos articulaciones dispuestas en sus extremos, preferentemente realizado como árbol de accionamiento homocinético de construcción corta, que se conecta directamente con un sitio de sujeción (13) dispuesto dentro del cuerpo hueco o del buje (6), se logra que a través del otro extremo del árbol, que está conectado a una brida de entrada (12) de un componente del sistema conectado de manera posterior, se transmite exclusivamente un momento de torsión que esté libre de componentes no aprovechables para la generación de energía, por lo que en los componentes mecánicos del sistema conectados de manera posterior no se causan deformaciones o cargas indeseables.

En caso de mantenimiento o reparación, el cambio del asiento de rotación si bien requiere el desmontaje del buje (y, dado el caso, previamente también de las palas del rotor), esto, sin embargo, es mucho menos costoso que un desmontaje de la góndola entera (por ejemplo, para poder reparar un daño en el engranaje o el generador).

Además, actualmente se dispone de amplias experiencias prácticas con relación al comportamiento y en particular a la duración o vida útil de los asientos de rotación, las que demuestran que éstos tienen la capacidad a largo plazo de absorber las cargas que se presentan en el funcionamiento de un aerogenerador y desviar las mismas en particular hacia componentes portantes, estáticos. Adicionalmente, un sobredimensionamiento del asiento de rotación, que es deseable por motivos de seguridad y disponibilidad, es claramente más económico de realizar (comparado con otras medidas de sobredimensionamiento).

Debido a que en la forma de realización de la cadena cinemática de acuerdo con la presente invencción el asiento de rotación puede cambiarse de manera relativamente fácil, existe la posibilidad de adaptar un aerogenerador diseñado correspondientemente también a longitudes mayores de palas de rotor (puesto que con una mayor longitud de pala también se asocian en particular mayores pares de flexión).

Las instalaciones de acuerdo con el estado de la técnica, en cambio, generalmente requieren adaptaciones constructivas más extensas en caso de aumentarse la longitud de las palas de rotor, ya que la longitud de las palas del rotor ejerce una influencia sustancial sobre la cadena cinemática y en particular, debido a las mayores fuerzas y pares, sobre sus deformaciones.

La presente invencción se describe con referencia a un ejemplo de realización preferente, como se representa en la Fig. 1.

En las palas de rotor de los aerogeneradores, a través de sus propiedades aerodinámicas se generan vectores de fuerza en varias direcciones. Estas fuerzas se pueden convertir en parte en un momento de torsión aprovechable, y en parte producen momentos de flexión y fuerzas axiales no aprovechables, también denominadas empuje, que tienen que absorberse en la estructura del aerogenerador.

A medida que aumenta la potencia nominal y/o el diámetro del rotor del aerogenerador, los momentos de torsión y fuerzas axiales arriba mencionados se incrementan sustancialmente.

Las palas de rotor, no representadas en la Fig. 1, presentan en su extremo (denominado raíz de la pala de rotor) respectivamente una superficie de brida. Por medio de la correspondiente superficie de brida contraria (7), las palas del rotor se sujetan al buje (6).

El buje giratorio por una parte transmite un momento de torsión aprovechable para la generación de energía y por otra parte pares de flexión y fuerzas axiales no aprovechables para la generación de energía.

El buje giratorio (6) preferentemente está unido de manera giratoria directamente a través del anillo interior (16) del asiento de rotación (3) al soporte de máquina no giratorio (9).

Las personas especializadas en la materia podrán ver que también un montaje del buje en el anillo exterior (entonces móvil) del asiento de rotación permite realizar en principio el objeto de la presente invención.

Por lo tanto, el asiento de rotación (3) tiene que absorber pares de flexión y fuerzas axiales y transmitirlos a la torre (11) a través del soporte de máquina (9) y la unión giratoria. Una ventaja particular de la disposición de acuerdo con la presente invención consiste en que estos elementos se pueden deformar bajo carga, sin que con esto se asocie una influencia negativa sobre el engranaje o sobre un generador directamente acoplado y en particular sobre su entrehierro. El soporte de máquina (9) está unido a través de una unión giratoria (10) a la torre (11) del aerogenerador.

En la forma de realización representada en la Fig. 1 de un aerogenerador, el asiento de rotación (3) se dispone entre el eje central de las raíces de pala de rotor y el eje central de la torre.

El flujo de fuerza de los pares de flexión y las fuerzas axiales (empuje) se extiende desde las raíces de pala de rotor (7) (o de manera geoméricamente precisa en el eje central de las raíces de pala de rotor (7)) dentro del buje (6), que normalmente está realizado como construcción de cuerpo hueco, en dirección hacia el asiento de rotación (3), o respectivamente a través de este asiento de rotación (3) en dirección hacia el soporte de máquina (9) y desde allí hacia la torre (11).

En una forma de realización posible de la presente invención, un árbol (1) con dos articulaciones de compensación (4),(5), transmite el movimiento de giro y el momento de rotación del cuerpo hueco del buje (6) a la brida de entrada (12) del componente mecánico del sistema conectado de manera posterior (2).

El árbol (1) se puede realizar de manera particularmente preferente en forma de un árbol de accionamiento homocinético con respectivamente una articulación homocinética (4),(5) dispuestos en el extremo. Con esto, las velocidades angulares y momentos de torsión se transmiten de manera prácticamente uniforme y en particular se compensa el desplazamiento angular, axial y radial entre el lado de accionamiento

(por ejemplo, dentro de la construcción de cuerpo hueco del buje (6) en el lado opuesto a la torre del mismo, en una forma de realización preferente en una superficie de brida (13) dispuesta en la nariz del buje (14)) y el lado de salida

(por ejemplo, una zona de la articulación homocinético (4) dispuesta en el lado orientado hacia la torre o una superficie de brida dispuesta en el lado de entrada en el transformador (2)) (12).

Bajo un árbol de accionamiento homocinético se ha de entender una árbol que en sus extremos presentan respectivamente una articulación homocinética, también denominada junta homocinética, que además permite bien sea por sí sola y/o junto con la segunda articulación del árbol una función de desplazamiento.

También con una desviación angular entre la articulación de entrada y la articulación de salida del árbol, las articulaciones homocinéticas transmiten el movimiento de giro y el momento de rotación de manera en gran medida uniforme.

Dentro del árbol de accionamiento homocinético se encuentran montados elementos que permiten un "desalineamiento axial" / desplazamiento. Esta función de desplazamiento puede estar integrada en una de las articulaciones homocinética hace o en ambas de ellas, o también puede ser proporcionada por un elemento de la máquina separado.

Debido a la compensación bilateralmente posible de las desviaciones angulares y a través de la función de desplazamiento / desalineamiento axial, la unidad completa "árbol de accionamiento homocinético" además puede

compensar un desplazamiento radial entre el lado de accionamiento y el lado de salida, con una transmisión en su mayor parte uniforme del movimiento de giro y el momento de torsión.

5 Adicionalmente a la función arriba mencionada, el árbol homocinético (1) en una forma de realización preferente se ha de ser rígido a la torsión.

Bajo rígido a la torsión se ha de entender que el árbol homocinético en el caso ideal transmite exactamente un grado de libertad (de movimiento) de la manera más uniforme posible y más rígida posible. Todos los demás grados de libertad (de movimiento) no se transmiten o solo tan poco como sea posible (inevitable en una pequeña escala de importancia a causa de las influencias de la fricción, etc.).

15 Con relación al uso de un árbol homocinético en el marco de la presente invención, esto significa que la posición del eje de rotación del buje (6) o de la nariz del buje (14), respectivamente, (dentro de límites relativamente amplios) puede cambiar por la influencia de cargas exteriores de todos los grados de libertad (que actúan sobre la construcción portante del aerogenerador de manera mecánicamente deformante), sin que el lado de entrada (12) del transformador (2) se someta a otras cargas (excepto, por lo tanto, el grado de libertad de movimiento "movimiento de rotación"). Formulando de otra manera: por medio de la disposición de cadena cinemática de acuerdo con la presente invención se logra un aislamiento de la magnitud de utilidad del "movimiento de rotación que contribuye a la generación de energía".

20 Ejemplos para la realización de articulaciones homocinéticas:  
De acuerdo con el estado de la técnica, éstas pueden ser construcciones esféricas o curvadas, o bien articulaciones que están construidas con varias "bielas". También son concebibles laminillas de acero o algo similar, o combinaciones de varias formas de construcción.

25 Para permitir el acceso al interior del cuerpo hueco del buje (6) (en caso de servicio), son particularmente ventajosa si las construcciones que, por lo menos en la zona del sitio de sujeción (13) se pueden realizar en el interior del cuerpo hueco del buje (6) como construcción hueca.

30 Un árbol homocinético (1), por lo tanto, consiste en por lo menos una sección central de árbol (15) y las unidades de articulación (4),(5) dispuestas bilateralmente en los extremos de la sección central de árbol.

35 Dependiendo de la forma de construcción del árbol homocinético (1) la posición de la sección central (15) en la dirección axial está "definida" (en el sentido de fijada) (referido al eje de la cadena cinemática), o bien la posición de la sección central de árbol (15) puede cambiar "libremente", dentro de ciertos límites.

40 Para las formas de construcción de árbol "libres", en cambio, para la sección central de árbol (15) se requiere una atadura de este grado de libertad axial – entonces no definido – (hablando de manera figurada, un dispositivo que sostiene la sección central de árbol (15) aproximadamente en el centro).

45 Si estas unidades de articulación no permiten ningún desplazamiento axial, se pueden proveer adicionalmente elementos de compensación axial en la sección central de árbol (15).

En una forma de realización preferente, la sección central de árbol (1) se realiza como árbol hueco.

50 Para crear una posibilidad de acceso al interior del cuerpo hueco del buje (6) y a las piezas del sistema que desde allí se pueden alcanzar, junto a una abertura de entrada dispuesta en la posibilidad de sujeción se provee un agujero de hombre dispuesto en la superficie de camisa de la sección central de árbol (15).

En caso de servicio, en una serie de construcciones de aerogenerador es posible entrar o salir de la góndola a través de una puerta de servicio que conduce al interior del buje.

55 En una forma de realización de acuerdo con la presente invención del árbol (1) como árbol hueco, es ventajoso si en la nariz del buje (14) se dispone una abertura de servicio, a través de la que se puede llegar, después de atravesar el sitio de sujeción (13) en el interior del cuerpo hueco del buje, al interior del árbol (1) y en particular de la sección central de árbol (15). A través del agujero de hombre, ya descrito más arriba, dispuesto en la superficie de camisa de la sección central de árbol (15), se llega entonces al interior del cuerpo hueco del buje (6).

60 Alternativamente, también el árbol del transformador (2) y su brida de sujeción (12) pueden realizarse como construcción de árbol hueco, de tal manera que así se puede realizar un acceso al interior del cuerpo hueco del buje (6) desde el interior de la góndola.

65 Con esto se crea una posibilidad de acceso desde una abertura en la nariz del buje (14) al interior del árbol hueco y desde allí a través del agujero de hombre dispuesto radialmente a las piezas del sistema que se pueden alcanzar desde allí en el cuerpo hueco del buje (6) (por ejemplo, en forma de anillos colectores, cables, etc.).

El momento de torsión y el número de revoluciones del buje (6) se transforman en energía útil por medio de un transformador (2). De acuerdo con el estado de la técnica, este transformador (2) puede ser un generador o una combinación de engranaje / generador (como unidad o deconstruido en forma de componentes individuales) con elementos intermedios / elementos de máquina adicionales (por ejemplo, un freno).

El transformador (2) presenta una interfaz, por ejemplo, en forma de una superficie de brida (12) en el lado de entrada del transformador, que permite la conexión mecánica del transformador al lado de accionamiento del árbol de accionamiento homocinético (1), como pieza fundamental de la cadena cinemática giratoria en la zona de la articulación (4).

Si el transformador (2) representa o incluye un engranaje, se habla de un árbol "lento" y "rápido". Con este uso del lenguaje, el árbol rápido se encuentra en el lado del generador de la cadena cinemática, mientras que el lento se encuentra en el lado del buje. Si el transformador no incluye un engranaje, la cadena cinemática solo presenta un árbol lento.

La presente invención se refiere en particular a una cadena cinemática para un aerogenerador, que está formada por lo menos por los siguientes elementos: un árbol (1) con dos articulaciones de compensación (4),(5), de manera particularmente preferente un árbol de accionamiento homocinético, que se encuentra montado en el lado del árbol lento y actúa sobre un transformador (2) conectado de manera posterior, con un cuerpo hueco de buje (6), y que se apoya de manera giratoria en un asiento de rotación (3) que se apoya directamente en la construcción de la torre (por ejemplo, a través de un soporte de máquina (9)).

El árbol (1) ya termina, con una forma de construcción particularmente corta del árbol (1), delante de la superficie de sujeción cubierta por el asiento de rotación, de tal manera que un componente mecánico del sistema conectado de manera posterior, por ejemplo, el transformador (2) a través de esta superficie de sujeción cubierta se extiende de manera por lo menos parcial al interior del cuerpo hueco del buje (6).

La/las carcasas exterior(es) del/de los transformador(es) (2) se conectan por medio de un apoyo de carcasa (8) con el soporte de máquina (9). Este apoyo de carcasa (8), de acuerdo con el estado de la técnica, puede efectuarse o bien de manera rígida o de manera elástica, por medio de apoyos de momento de torsión, patas de máquina o bridas.

En los aerogeneradores conocidos, el buje (6) (o el eje del buje, respectivamente), así como la cadena cinemática conectada de manera posterior, formada preferentemente, entre otras cosas, por un árbol de accionamiento homocinético (1), se disponen de manera inclinada respecto a la torre (11) con relación a la horizontal. Esto se hace así, para mantener una distancia de seguridad de las puntas de las palas del rotor con respecto a la torre. Los ángulos de inclinación comunes son de 3 a 8°.

El acoplamiento de un transformador (2) conectado de manera posterior, fijado sobre un soporte de máquina (9) por medio de un apoyo de carcasa (8), si fuese necesario, a través de una disposición de acuerdo con la presente invención presenta una serie de ventajas:

- Las fuerzas y pares de flexión indeseables, por una parte, y el momento de torsión que contribuye a la generación de energía se desacoplan entre sí (por lo menos en su mayor parte, debido a la inevitable fricción de los cojinetes).
- El interior del buje (6) realizado como construcción de cuerpo hueco se aprovecha como espacio constructivo para una parte de la cadena cinemática. Con esto, la instalación en su totalidad se puede realizar de manera más compacta.
- Debido al desacoplamiento de componentes fundamentales de la cadena cinemática, éstos pueden definirse y construirse de manera independiente entre sí. Con esto es posible modularizar la cadena cinemática de un aerogenerador.
- Debido a la modularización se forman interfaces definidas entre los componentes individuales, para poder unirlos en un sistema general. A mediano plazo, esto lleva a un efecto de estandarización y por ende a mayores números de unidades, mayor calidad y precios decrecientes para los componentes de una cadena cinemática de un aerogenerador y, por lo tanto, para la instalación del aerogenerador en su totalidad.
- El desacoplamiento de cargas resulta en cargas individuales mejor definidas y, por lo tanto, con frecuencia a una construcción general más liviana. De esta manera se facilita la construcción de aerogeneradores con altos rendimientos nominales. Los aerogeneradores de gran tamaño actualmente presentan una potencia nominal de aproximadamente 7 MW. En particular para aerogeneradores con una potencia nominal en el rango de MW de uno o dos dígitos, el desacoplamiento de las cargas va a ser ventajoso (específicamente para aerogeneradores emplazados en tierra o mar adentro) y, por lo tanto, se facilitará el desarrollo de futuras instalaciones de

aerogeneradores de gran potencia y rendimiento.

- Una modularización de la cadena cinemática permite que los sistemas de la cadena cinemática se puedan probar de manera individual y mejor. Con esto se incrementa la confiabilidad de la instalación en su totalidad.
- El desacoplamiento de cargas resulta en una simulación más fácil de la cadena cinemática y una validación más fácil a través de la técnica de medición de la simulación durante una medición posterior de la cadena cinemática real. Esto ofrece potencial para una curva de aprendizaje más rápida y, por lo tanto, a un lanzamiento más rápido del producto en el mercado y tiempos de desarrollo más cortos.
- Los conceptos de cadena cinemática con un cojinete principal dispuesto más atrás, visto en la dirección del flujo de la fuerza, por ejemplo, con un cojinete principal integrado en el transformador, resultan en conceptos de reparación problemáticos. En estas instalaciones, el engranaje no se puede cambiar sin problemas (ya que casi siempre forma parte integral del soporte de la máquina).

La disposición en la que se basa la presente invención para una cadena cinemática permite en particular el desmontaje del transformador sin el desmontaje previo del buje, a pesar del uso de un asiento de rotación.

Los bujes (o los ejes de rotación geométricos de los bujes, respectivamente) de los aerogeneradores normalmente están inclinados entre 3 y 8 grados hacia arriba con respecto a la horizontal y, por lo tanto, las cadenas de accionamiento (o sus ejes geométricos) de estas instalaciones se disponen alineadas con los bujes.

La disposición de acuerdo con la presente invención permite tanto una forma de construcción inclinada de un aerogenerador, así como también formas de construcción con disposiciones no alineadas axialmente de los componentes.

Como ejemplo de una forma de realización adicional de la presente invención, cabe mencionar:

El buje (6) con el asiento de rotación (3) se disponen de manera inclinada por 3 a 8 grados con respecto a la horizontal (perpendicularmente a la torre (11)), en lo que, sin embargo, el transformador (2) conectado de manera posterior al buje (6) se dispone de manera horizontal. La compensación angular necesaria se efectúa por medio del árbol homocinético (1), en particular en sus articulaciones homocinéticas (4),(5).

La ventaja de una disposición de este tipo consiste en una construcción más simple de la instalación en general y en particular de los componentes para la cadena cinemática, ya que las fuerzas interferentes se suprimen por posiciones oblicuas. Además se simplifica el mantenimiento, ya que los componentes de la cadena cinemática ya no tienen que ser montados de manera inclinada. Asimismo, la fabricación de superficies perpendiculares y horizontales u ortogonales precisas es posible de manera más económica que la fabricación de superficies inclinadas.

Lista de caracteres de referencia para la Fig. 1:

- 1 Sección central de árbol, preferentemente pieza central de un árbol homocinético
- 2 Transformador (por ejemplo, engranaje) como un componente mecánico del sistema conectado de manera posterior
- 3 Asiento de rotación (con anillo exterior e interior)
- 4 Articulación, en el extremo del lado de la torre del árbol (1), preferentemente una articulación homocinética
- 5 Articulación, en el extremo opuesto al lado de la torre del árbol (1), preferentemente una articulación homocinética
- 6 Buje, en forma de un cuerpo hueco de buje
- 7 Sitio de sujeción para una pala de rotor
- 8 Apoyo de carcasa para transformador (2)
- 9 Soporte de máquina
- 10 Unión giratoria
- 11 Torre
- 12 Interfaz en el lado de salida, por ejemplo, en forma de una unión de brida en el lado de entrada u otra unión de árbol-buje posible del transformador (2)
- 13 Interfaz en el lado de accionamiento, por ejemplo, en forma de una unión de brida en el interior del cuerpo hueco del buje u otra unión de árbol-buje posible (6)
- 14 Nariz de buje
- 15 Sección central de árbol
- 16 Anillo interior del asiento de rotación (3)



REIVINDICACIONES

1. Cadena cinemática para un aerogenerador que consiste en un árbol (1), un asiento de rotación (3), un transformador (2) y una construcción de buje (6) realizada como cuerpo hueco,  
 5 que presenta una posibilidad de sujeción dispuesta en el lado opuesto a la torre (13) en el eje de rotación dentro de la construcción de buje (6) para un elemento de la cadena cinemática conectado de manera posterior, en donde la construcción de buje (6) realizada como cuerpo hueco en el lado orientado hacia la torre está unida de manera giratoria a una de las dos piezas de cojinete (16) del asiento de rotación (3),  
 10 la otra, segunda pieza de cojinete del asiento de rotación (3) se puede unir fijamente a un soporte de máquina portante (9) que reposa estáticamente,  
 estando el árbol (1) unido a la posibilidad de sujeción (13) dispuesta en el interior de la construcción de buje (6), que en los extremos de la sección central de árbol (15) presentan cada uno una articulación (4), (5), en donde el árbol (1) está unido a través de la primera articulación (5) a la posibilidad de sujeción (13) dispuesta dentro de la construcción de buje (6),  
 15 en donde el extremo del árbol (1) dispuesto en el lado orientado hacia la torre está conectado, a través de la articulación (4) dispuesta allí, a una superficie de brida (12) en el lado de entrada del transformador (2), en donde con las articulaciones (4), (5) está asegurada la compensación de desplazamientos radiales y/o axiales y/o angulares,  
 20 en donde un componente mecánico del sistema (2) conectado de manera posterior se extiende a través del plano de sujeción cubierto por el asiento de rotación (3) por lo menos parcialmente dentro del cuerpo hueco del buje (6), y en donde el componente mecánico del sistema conectado de manera posterior es el transformador (2).
2. Cadena cinemática de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el árbol (1) es un árbol homocinético que en cada uno de sus extremos presenta una articulación homocinética (4, 5), las que además  
 25 permiten una función de desplazamiento bien sea por sí sola y/o junto con la segunda articulación del árbol (1).
3. Cadena cinemática de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada por que** la sección central de árbol (15) axialmente se encuentra en una posición en su mayor parte estacionaria.
- 30 4. Cadena cinemática de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** la sección central de árbol (15) como cuerpo hueco está equipada con por lo menos un agujero de hombre.
5. Cadena cinemática de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** la construcción de buje (6) en la zona de la posibilidad de sujeción (13) presenta un agujero de hombre accesible desde el exterior.  
 35
6. Cadena cinemática de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** el eje de rotación del transformador (2) con relación a la horizontal presenta un ángulo de inclinación diferente del eje de rotación de la construcción de buje (6).
- 40 7. Cadena cinemática de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** la articulación (4) dispuesta en el lado orientado hacia la torre del árbol de accionamiento (1) está dispuesta por lo menos parcialmente dentro del cuerpo hueco del buje.
- 45 8. Cadena cinemática de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que además comprende el mencionado soporte de máquina (9), en donde el transformador (2) está unido a través de un apoyo de carcasa (8) al soporte de máquina (9), y en donde la unión puede estar realizada tanto de manera rígida como también elástica.

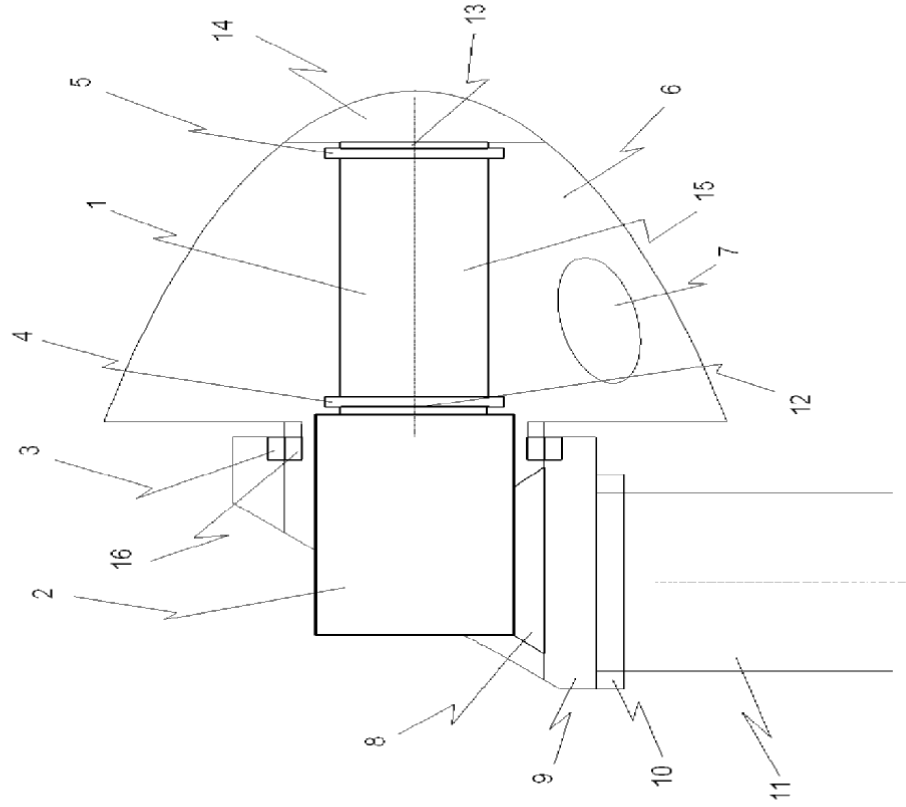


Fig. 1: Cadena cinemática para aerogeneradores, en particular con alta potencia nominal