

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 538**

51 Int. Cl.:

**F03D 11/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2008 E 08865259 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015 EP 2242925**

54 Título: **Tren de transmisión para una turbina eólica**

30 Prioridad:

**21.12.2007 DK 200701850**  
**21.12.2007 US 15737**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.12.2015**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**  
**Hedeager 42**  
**8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**ANDERSEN, CARSTEN BRUUN y**  
**SØRENSEN, STEFFEN HASLEV**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 554 538 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**

Tren de transmisión para una turbina eólica

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un tren de transmisión para una turbina eólica. Más particularmente, la presente invención se refiere a un tren de transmisión en el que se transfieren cargas estructurales desde una disposición de rodamiento principal a una estructura de soporte de la turbina eólica de una manera particularmente ventajosa y adecuada.

**Antecedentes de la invención**

10 En las turbinas eólicas un buje se acciona normalmente de manera rotacional debido al viento que afecta a un conjunto de palas unidas al buje. Este movimiento rotacional se transfiere a un generador a través de un tren de transmisión dispuesto dentro de una góndola dispuesta sobre una construcción de torre. El tren de transmisión comprende normalmente una disposición de engranajes que aumenta la velocidad de rotación del buje hasta una velocidad que es adecuada como entrada para el generador. En algunos casos el tren de transmisión comprende un árbol principal que transfiere el movimiento rotacional desde el buje a un árbol de entrada de la disposición de engranajes. Tal árbol principal está soportado normalmente por una disposición de rodamiento principal que comprende uno o más rodamientos, estando conectada la disposición de rodamiento principal a una estructura de soporte de la turbina eólica. La disposición de rodamiento principal permite que el árbol principal rote con respecto a la estructura de soporte.

20 El documento EP 1 457 673 da a conocer un tren de transmisión para una turbina eólica que comprende un buje, un árbol de rotor, un rodamiento principal, en forma de rodamiento fijo, y una arandela de contracción, en el que las fuerzas axiales del rotor se absorben en el rodamiento principal del árbol de rotor. El rodamiento principal comprende un anillo de rodadura externo que está conectado a una estructura de soporte, tal como un armazón de base de una góndola, de la turbina eólica en partes inferior y superior de la estructura de soporte. Por tanto, las fuerzas axiales se transfieren a la estructura de soporte a través de una conexión entre el anillo de rodadura externo del rodamiento principal y la estructura de soporte, estando dispuesta la conexión sustancialmente en paralelo a un eje de rotación definido por el árbol principal.

25 El documento EP 1855001 se considera la técnica anterior más próxima al objeto de la reivindicación 1.

**Descripción de la invención**

30 Un objetivo de la invención es proporcionar un tren de transmisión para una turbina eólica en el que las fuerzas, en particular las fuerzas axiales, puedan transferirse desde un rodamiento principal a una estructura de soporte de la turbina eólica de una manera mejorada en comparación con los trenes de transmisión de la técnica anterior similares.

35 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un tren de transmisión para una turbina eólica, teniendo el tren de transmisión un diseño que es de mantenimiento más sencillo que los diseños de tren de transmisión de la técnica anterior similares.

Según un primer aspecto de la invención, los objetivos anteriores y otros se alcanzan proporcionando un tren de transmisión para una turbina eólica, comprendiendo el tren de transmisión:

- un árbol principal acoplado, en un primer extremo, a un buje de la turbina eólica, definiendo dicho árbol principal un eje de rotación,
- 40 - una disposición de rodamiento principal en forma de un único rodamiento fijo dispuesto para soportar el árbol principal, proporcionando de este modo un primer punto de soporte para el árbol principal, comprendiendo dicha disposición de rodamiento principal un anillo de rodadura interno conectado al árbol principal y un anillo de rodadura externo acoplado a una estructura de soporte de la turbina eólica, y
- 45 - una disposición de engranajes acoplada al árbol principal en un segundo extremo del árbol principal dispuesto de manera opuesta al primer extremo, proporcionando dicha disposición de engranajes un segundo punto de soporte para el árbol principal,

50 en el que el anillo de rodadura externo de la disposición de rodamiento principal está acoplado a la estructura de soporte a través de una primera parte de brida dispuesta sobre el anillo de rodadura externo y una segunda parte de brida dispuesta sobre la estructura de soporte, definiendo dichas partes de brida primera y segunda superficies de interfaz que se extienden en un plano que está dispuesto de manera no paralela al eje de rotación del árbol principal.

El árbol principal está acoplado al buje en un primer extremo y a la disposición de engranajes en un segundo extremo, dispuesto de manera opuesta. Por consiguiente, el árbol principal transfiere el par motor desde el buje a la disposición de engranajes. El árbol principal está adaptado para rotar alrededor de su eje de rotación, es decir

durante el funcionamiento realiza movimientos rotacionales con respecto a la turbina eólica, en particular con respecto a una góndola de la turbina eólica. El árbol principal rota a través de la disposición de rodamiento principal, que está dispuesta para soportar el árbol principal.

5 La disposición de rodamiento principal está en forma de un único rodamiento fijo. Por tanto, el rodamiento puede transmitir cargas axiales desde ambas direcciones, así como cargas radiales, y la disposición de rodamiento principal proporciona un primer punto de soporte para el árbol principal. La disposición de engranajes proporciona un segundo punto de soporte para el árbol principal. La disposición de engranajes está suspendida además preferiblemente sobre la estructura de soporte, proporcionando la suspensión un tercer punto de soporte. Por tanto la suspensión del árbol principal descrita en el presente documento se denomina a veces suspensión de tres puntos.

10 La disposición de rodamiento principal comprende un anillo de rodadura interno y un anillo de rodadura externo que tienen rodillos de rodamiento adecuados dispuestos entre los mismos. El anillo de rodadura interno está conectado al árbol principal y el anillo de rodadura externo está acoplado a una estructura de soporte de la turbina eólica, o bien directamente o bien a través de una o más partes intermedias. Las cargas pueden transferirse desde la disposición de rodamiento a la estructura de soporte a través de este acoplamiento.

15 El anillo de rodadura externo está acoplado a la estructura de soporte a través de una primera parte de brida dispuesta sobre el anillo de rodadura externo y una segunda parte de brida dispuesta sobre la estructura de soporte. La primera parte de brida puede formar parte del anillo de rodadura externo y/o la segunda parte de brida puede formar parte de la estructura de soporte. Alternativamente, la primera parte de brida y/o la segunda parte de brida pueden estar formadas sobre una parte intermedia dispuesta entre el anillo de rodadura externo y la estructura de soporte.

20 Las partes de brida primera y segunda se extienden en un plano que está dispuesto de manera no paralela al eje de rotación del árbol principal. Por consiguiente, las cargas no se transfieren desde el rodamiento principal a la estructura de soporte a lo largo de una dirección que es perpendicular al eje de rotación, es decir, directamente a una parte inferior y/o una parte superior de la estructura de soporte. Esto es ventajoso porque permite un diseño de mantenimiento particularmente sencillo del tren de transmisión en el que el rodamiento principal y/o el árbol principal pueden repararse y/o sustituirse sin tener que retirar el rotor de la góndola de la turbina eólica.

25 Según una realización preferida, las superficies de interfaz de las partes de brida primera y segunda pueden extenderse en un plano que está dispuesto sustancialmente en perpendicular al eje de rotación del árbol principal. Según esta realización, las cargas se transfieren desde la disposición de rodamiento principal a la estructura de soporte en una dirección que es sustancialmente paralela al eje de rotación. Esto es particularmente ventajoso porque permite que el diseño se realice con un mantenimiento incluso más sencillo, dado que es incluso más sencillo de reparar y/o sustituir el rodamiento principal y/o el árbol principal sin tener que retirar el rotor de la góndola.

30 Como alternativa, las superficies de interfaz de las partes de brida primera y segunda pueden extenderse en un plano que está dispuesto de manera que se define un ángulo agudo entre el plano y el eje de rotación.

35 La segunda parte de brida puede estar dispuesta en una posición cerca del buje de la turbina eólica. Según esta realización, las cargas se transfieren desde el rodamiento principal a la estructura de soporte en una posición cerca del buje, es decir, cerca del primer extremo del árbol principal. El único rodamiento fijo también está dispuesto preferiblemente cerca del primer extremo del árbol principal. De este modo, el primer punto de soporte y el segundo punto de soporte están dispuestos lo más lejos posible uno de otro. Esto es ventajoso porque las fuerzas de reacción sobre los rodamientos producidas desde las cargas externas que actúan sobre las palas de la turbina eólica pueden reducirse de este modo.

40 La estructura de soporte puede ser o comprender un armazón de base de una góndola de la turbina eólica. Alternativamente, la estructura de soporte puede ser otro tipo de estructura que es adecuada para recibir cargas desde el rodamiento principal.

45 El armazón de base puede tener forma acampanada. Un diseño de este tipo es particularmente adecuado para transferir cargas desde la disposición de rodamiento principal a una construcción de torre de la turbina eólica con un diseño ligero.

50 Alternativa o adicionalmente, el armazón de base puede ser una estructura moldeada que comprende una brida mecanizada dispuesta sustancialmente perpendicular al eje de rotación del árbol principal, y la brida mecanizada puede ser o formar parte de la segunda parte de brida. Según esta realización, la segunda parte de brida se mecaniza directamente sobre el armazón de base. De este modo, el armazón de base y la segunda parte de brida pueden fabricarse de una manera muy sencilla y económica.

55 El armazón de base puede comprender además una brida mecanizada adicional dispuesta sustancialmente en paralelo a una parte superior de una construcción de torre de la turbina eólica. La brida mecanizada adicional puede formar parte ventajosamente de un sistema de guiñada para la turbina eólica.

- El rodamiento fijo puede ser un rodamiento de rodillos esférico. Los rodamientos de rodillos esféricos son particularmente adecuados para funcionar con desalineaciones angulares, por ejemplo producidas por una desviación del árbol principal y/o por deformaciones de elementos de soporte flexibles en la caja de engranajes. Como alternativa, el rodamiento fijo puede ser un rodamiento de rodillos de sección decreciente, por ejemplo con un rectificado corrector que permite pequeñas desalineaciones angulares, tales como del orden de  $0^{\circ}$ - $2^{\circ}$ , entre el árbol principal y la estructura de soporte durante el funcionamiento de la turbina eólica. Alternativamente, puede usarse cualquier otro tipo adecuado de rodamiento fijo.
- El segundo extremo del árbol principal puede estar acoplado a la disposición de engranajes a través de una primera brida dispuesta sobre el árbol principal y una segunda brida dispuesta sobre una parte de la disposición de engranajes. Esta construcción permite que el árbol principal y la disposición de engranajes se separen uno de otro de una manera simple y sencilla. Esto es muy ventajoso en el caso de que sea necesario retirar la disposición de engranajes debido a un mantenimiento o una sustitución.
- La primera brida y la segunda brida pueden fijarse mediante pernos entre sí. Según esta realización, la torsión se transfiere desde el árbol principal a la disposición de engranajes a través de los pernos por medio de fricción entre las bridas. La conexión puede comprender además uno o más pasadores de seguridad. En este caso la torsión se transfiere principalmente por medio de los pasadores de seguridad, y otras fuerzas y momentos se transfieren por medio de las conexiones de perno. Alternativamente, las bridas pueden estar acopladas entre sí por otros medios, por ejemplo un casquillo.
- La primera brida puede ser una brida complementaria unida al árbol principal y/o la segunda brida puede ser una brida complementaria unida a una parte de la disposición de engranajes. El uso de bridas complementarias permite que los rodamientos se deslicen sobre el árbol principal y/o un árbol de entrada de la disposición de engranajes antes de unir las bridas complementarias. De este modo, el montaje del tren de transmisión puede realizarse de una manera sencilla. Ambas bridas pueden ser bridas complementarias, o una de las bridas puede ser una brida complementaria mientras que la otra forma parte integrante del árbol principal/parte de engranaje.
- La primera brida complementaria y/o la segunda brida complementaria puede estar unida al árbol principal/disposición de engranajes por medio de uno o más pernos de pasador. Esto permite un diseño muy compacto del acoplamiento de brida. Sin embargo, requiere una particular atención a las tolerancias de producción. En una realización preferida, la primera brida complementaria está conectada al árbol principal por medio de pasadores, y se mecaniza junto con el árbol principal para controlar las tolerancias de producción. De manera similar, la segunda brida complementaria está conectada a una parte de la disposición de engranajes, por ejemplo un árbol de engranaje de entrada, por medio de pasadores, y se mecaniza junto con la disposición de engranajes. Entre la primera brida complementaria y la segunda brida complementaria se transfiere el par motor debido a la fricción entre las bridas, reduciendo así los requisitos para tolerancias de producción muy precisas.
- La primera brida puede estar dotada de una primera estructura de enganche positivo y la segunda brida puede estar dotada de una segunda estructura de enganche positivo, estando adaptadas dichas estructuras de enganche primera y segunda para engancharse. Según esta realización, el par motor se transfiere entre las bridas por medio de las estructuras de enganche primera y segunda. De este modo puede garantizarse que puedan transferirse grandes cargas de par motor en todo momento sustancialmente sin desgastar el acoplamiento entre el árbol principal y la disposición de engranajes.
- Las estructuras de enganche positivo primera y segunda pueden comprender protuberancias y rebajes alternantes. Según esta realización, las protuberancias formadas en una brida están adaptadas para engancharse a los rebajes formados en la otra brida. El hecho de que las protuberancias, por ejemplo en forma de dientes, espigas, bultos o cualquier otro tipo adecuado de saliente, estén formadas sobre las bridas aumenta la capacidad de las bridas para transferir el par motor. Cuando las protuberancias y los rebajes se enganchan, se reduce en gran medida el riesgo de deslizamiento del acoplamiento y se garantiza una transferencia de par motor fiable.
- Según una realización, las estructuras de enganche positivo primera y segunda pueden comprender el engranaje de dientes que se extienden de manera sustancialmente radial.
- El segundo extremo del árbol principal puede estar conectado a un portasatélites de la disposición de engranajes. Esto puede obtenerse mediante conexiones de brida tal como se describió anteriormente. Alternativamente, el segundo extremo del árbol principal puede estar conectado al portasatélites de otra manera adecuada, tal como por medio de un disco de contracción.
- El tren de transmisión puede comprender además medios para fijar temporalmente el buje de la turbina eólica a la estructura de soporte. Esto es particularmente deseable en el caso de que sea necesario retirar la disposición de rodamiento principal, por ejemplo debido a un mantenimiento o sustitución de la disposición de rodamiento principal. En el tren de transmisión de la presente invención el acoplamiento entre el anillo de rodadura externo de la disposición de rodamiento principal y la estructura de soporte desempeña un papel muy importante en el soporte del árbol principal. Por consiguiente, cuando este acoplamiento se interrumpe debido a la retirada de la disposición de rodamiento principal durante el mantenimiento o la sustitución, existe el riesgo de que el árbol principal se desalinee.

5 En este caso es necesario volver a alinear el árbol principal después de que el rodamiento principal se haya reparado o sustituido. Sin embargo, proporcionando medios para fijar temporalmente el buje a la estructura de soporte, un acoplamiento temporal de este tipo puede mantener el árbol principal en una posición alineada hasta que el rodamiento principal se haya vuelto a unir de manera apropiada. De este modo puede evitarse una nueva alineación difícil del árbol principal.

Los medios para fijar temporalmente el buje a la estructura de soporte pueden comprender uno o más pernos. Alternativamente, pueden usarse otros medios de fijación adecuados.

El segundo punto de soporte puede proporcionarse por medio de una disposición de rodamiento dispuesta dentro de la disposición de engranajes.

10 La invención se refiere además a una turbina eólica que comprende una construcción de torre, una góndola, un buje que porta un conjunto de palas y un tren de transmisión según el primer aspecto de la invención.

15 Según un segundo aspecto de la invención, los objetivos anteriores y otros se alcanzan proporcionando un método para realizar un mantenimiento en un tren de transmisión para una turbina eólica, comprendiendo el tren de transmisión un buje, una disposición de engranajes, un árbol principal acoplado al buje en un primer extremo y a la disposición de engranajes en un segundo extremo, y una disposición de rodamiento principal dispuesta para soportar el árbol principal, estando conectada dicha disposición de rodamiento principal a una estructura de soporte de la turbina eólica, comprendiendo el método las etapas de:

- fijar el buje a la estructura de soporte,

- realizar un mantenimiento en una o más partes del tren de transmisión, y

20 - liberar el buje y la estructura de soporte.

25 Tal como se describió anteriormente, la fijación del buje a la estructura de soporte durante un servicio o mantenimiento de una o más partes del tren de transmisión hace posible garantizar que el árbol principal permanezca alineado mientras se realiza el mantenimiento. El método es particularmente adecuado para realizar un mantenimiento en la disposición de rodamiento principal, tal como un mantenimiento o sustitución de la disposición de rodamiento principal. Sin embargo, también puede ser adecuado cuando se realiza un mantenimiento en otras partes del tren de transmisión, por ejemplo la disposición de engranajes.

Debe indicarse que un experto en la técnica reconocerá fácilmente que cualquier característica descrita en combinación con el primer aspecto de la invención también puede combinarse con el segundo aspecto de la invención, y viceversa.

30 El método puede comprender además la etapa de liberar la conexión entre la disposición de rodamiento principal y la estructura de soporte antes de la etapa de realizar el mantenimiento.

El tren de transmisión puede ser ventajosamente un tren de transmisión según el primer aspecto de la invención.

35 Alternativamente, el tren de transmisión puede ser de un tipo, en el que la disposición de rodamiento principal del tren de transmisión comprende un rodamiento anterior y un rodamiento posterior, estando dispuesto cada uno para soportar el árbol principal, proporcionando de este modo unos puntos de soporte primero y segundo para el árbol principal, comprendiendo cada uno de dichos rodamientos un anillo de rodadura interno conectado al árbol principal y un anillo de rodadura externo acoplado a la estructura de soporte, y en el que el anillo de rodadura externo del rodamiento anterior se acopla a la estructura de soporte a través de una primera parte de brida dispuesta sobre el anillo de rodadura externo del rodamiento anterior y una segunda parte de brida dispuesta sobre la estructura de soporte, definiendo dichas partes de brida primera y segunda superficies de interfaz que se extienden en un plano que está dispuesto de manera no paralela al eje de rotación del árbol principal.

45 Una suspensión del árbol principal tal como se describió anteriormente, que usa un rodamiento anterior y un rodamiento posterior, se denomina a veces suspensión de cuatro puntos. El rodamiento anterior está acoplado a la estructura de soporte de la manera descrita anteriormente con referencia al primer aspecto de la invención. El rodamiento posterior también puede estar acoplado a la estructura de soporte de esta manera. Alternativamente, puede estar acoplado a la estructura de soporte directamente a una parte inferior y/o una parte superior de la estructura de soporte. Uno del rodamiento anterior y el rodamiento posterior puede ser un rodamiento fijo, mientras que el otro es un rodamiento flotante. Preferiblemente, el rodamiento posterior es un rodamiento fijo, puesto que, en la mayoría de los casos, el rodamiento posterior es aquel con las menores cargas radiales.

50 Por tanto, se indica que podría ser adecuado o deseable usar el método según el segundo aspecto de la invención en una turbina eólica que tiene un tren de transmisión en el que un árbol principal está suspendido por medio de una suspensión de cuatro puntos. Tal como se mencionó anteriormente, de este modo se obtiene que el árbol principal permanezca alineado durante el mantenimiento o la sustitución de las partes principales del tren de transmisión, en particular el rodamiento anterior. Además, el diseño permite la sustitución del árbol principal y los rodamientos

principales sin tener que retirar el rotor de turbina eólica de la góndola.

**Breve descripción de los dibujos**

A continuación se describirá la invención en más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que

la figura 1 es una vista en perspectiva de un tren de transmisión según una realización de la invención,

5 la figura 2 es una vista en sección transversal del tren de transmisión de la figura 1,

la figura 3 es un detalle del tren de transmisión de las figuras 1 y 2 que muestra un acoplamiento entre el árbol principal y un árbol de entrada de la disposición de engranajes,

la figura 4 es una vista en perspectiva de un tren de transmisión en el que puede realizarse un método según una realización de la invención, y

10 la figura 5 es una vista en sección transversal del tren de transmisión de la figura 4.

**Descripción detallada de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva de un tren de transmisión 1 según una realización de la invención. El tren de transmisión 1 comprende un buje 2 adaptado para tener tres palas montadas sobre el mismo, un árbol principal 3, una disposición de engranajes 4 y una disposición de rodamiento principal 5. La disposición de rodamiento principal 5 está dispuesta para soportar el árbol principal 3 de manera que el árbol principal 3 puede rotar con respecto a la disposición de rodamiento principal 5.

15

La disposición de rodamiento principal 5 comprende un anillo de rodadura externo 6 que está conectado a una estructura de soporte en forma de armazón de base 7 a través de una primera parte de brida 8. Esto se describirá más abajo con referencia a la figura 2.

20 El árbol principal 3 está acoplado al buje 2 en un primer extremo y a la disposición de engranajes 4 en un segundo extremo. Por tanto, durante el funcionamiento, el árbol principal 3 transfiere el par motor desde el buje 2 a la disposición de engranajes 4. El árbol principal 3 y la disposición de engranajes 4 están unidos entre sí a través de un acoplamiento de brida 9. Esto se describirá más abajo con referencia a la figura 3.

25 La disposición de engranajes 4 está acoplada al armazón de base 7 a través de una suspensión 10. De este modo, el árbol principal 3 está soportado mediante la disposición de rodamiento principal 5, un rodamiento (no visible) dispuesto dentro de la disposición de engranajes 4 y la suspensión 10 de la disposición de engranajes 4. Por tanto, la suspensión del árbol principal 3 mostrada en la figura 3 se denomina a veces 'suspensión de tres puntos'.

30 La figura 2 es una vista en sección transversal del tren de transmisión 1 de la figura 1. En la figura 2 puede verse que la disposición de rodamiento principal 5 es un rodamiento de rodillos esférico con un anillo de rodadura interno 11, un anillo de rodadura externo 6 y una pluralidad de rodillos 12 dispuestos entre los mismos. El anillo de rodadura externo 6 está conectado a la primera parte de brida 8 que está acoplada a una segunda parte de brida 13 formada sobre la estructura de soporte 7. Las partes de brida 8, 13 forman una interfaz a lo largo de un plano que está dispuesto sustancialmente en perpendicular al eje de rotación del árbol principal 3. Por consiguiente, las cargas se transfieren desde la disposición de rodamiento principal 5 a la estructura de soporte 7 a lo largo de una dirección que es sustancialmente paralela al eje de rotación del árbol principal 3. Este diseño es de mantenimiento particularmente sencillo, permitiendo que la disposición de rodamiento principal 5 y el árbol principal 3 se reparen o sustituyan sin tener que retirar el buje 2.

35 La retirada de la disposición de rodamiento principal 5 del tren de transmisión 1 de las figuras 1 y 2 introduce el riesgo de que el árbol principal 3 se desalinee, porque la disposición de rodamiento principal 5 forma parte sustancial del soporte del árbol principal 3. Sin embargo, el diseño del tren de transmisión 1 mostrado permite que el buje 2 se fije temporalmente a la estructura de soporte 7, y de este modo la disposición de rodamiento principal 5 puede retirarse de manera segura con el fin de mantenimiento o sustitución sin riesgo de desalineación del árbol principal 3.

40 A partir de la figura 2 se deduce además que el acoplamiento 9 conecta el árbol principal 3 con un árbol de entrada 14 de la disposición de engranajes 4.

45 La figura 3 muestra un detalle de la figura 2, que muestra el acoplamiento 9 entre el árbol principal 3 y el árbol de entrada 14 de la disposición de engranajes 4. El acoplamiento 9 comprende una primera brida complementaria 15 unida al árbol principal 3 a través de una pluralidad de pernos de pasador 16 y una segunda brida complementaria 17 unida al árbol de entrada 14 de la disposición de engranajes 4 a través de una pluralidad de pernos de pasador 18. La primera brida complementaria 15 y la segunda brida complementaria 17 están acopladas entre sí por medio de una pluralidad de pernos 19. Los pernos 19 garantizan que las bridas complementarias 15, 17 permanezcan en contacto y el par motor se transfiere desde la primera brida complementaria 15 a la segunda brida complementaria 17 debido a la fricción entre las bridas 15, 17 durante el funcionamiento.

50

5 La figura 4 es una vista en perspectiva de un tren de transmisión 1 en el que puede realizarse un método según una realización de la invención. El tren de transmisión 1 es similar al mostrado en las figuras 1 y 2. Sin embargo, el tren de transmisión 1 de la figura 4 comprende un rodamiento anterior 5 dispuesto para soportar el árbol principal 3 en una posición cerca del buje 2, y un rodamiento posterior 20 dispuesto para soportar el árbol principal 3 en una posición cerca de la disposición de engranajes 4. El rodamiento anterior 5 está acoplado a la estructura de soporte 7 de la manera descrita anteriormente con referencia a las figuras 1 y 2. El rodamiento posterior 20 está acoplado a la estructura de soporte 7 a través de una parte inferior de la estructura de soporte 7.

10 Aunque el tren de transmisión 1 de la figura 4 comprende un rodamiento posterior adicional 20 en comparación con el tren de transmisión de las figuras 1 y 2, sigue existiendo el riesgo de que el árbol principal 3 se desalinee si el acoplamiento entre las bridas 8 y 13 se interrumpe, por ejemplo para reparar o sustituir el rodamiento anterior 5. Además, puede ser deseable o necesario retirar el rodamiento posterior 20 así como el rodamiento anterior 5. Por tanto, es una ventaja que el diseño del tren de transmisión 1 mostrado permita que el buje 2 se fije temporalmente a la estructura de soporte 7, y de este modo el rodamiento anterior 5, y posiblemente también el rodamiento posterior 20, puede retirarse de manera segura con el fin de llevar a cabo un mantenimiento o una sustitución sin riesgo de desalineación del árbol principal 3.

15 La figura 5 es una vista en sección transversal del tren de transmisión 1 de la figura 4. En la figura 5 puede verse claramente la posición del rodamiento anterior 5 y el rodamiento posterior 20.

**REIVINDICACIONES**

1. Tren de transmisión para una turbina eólica, comprendiendo el tren de transmisión:
  - un árbol principal acoplado, en un primer extremo, a un buje de la turbina eólica, definiendo dicho árbol principal un eje de rotación,
- 5       - una disposición de rodamiento principal en forma de un único rodamiento fijo dispuesto para soportar el árbol principal, proporcionando de este modo un primer punto de soporte para el árbol principal, comprendiendo dicha disposición de rodamiento principal un anillo de rodadura interno conectado al árbol principal y un anillo de rodadura externo acoplado a una estructura de soporte de la turbina eólica, y
- 10       - una disposición de engranajes acoplada al árbol principal en un segundo extremo del árbol principal dispuesto de manera opuesta al primer extremo, proporcionando dicha disposición de engranajes un segundo punto de soporte para el árbol principal;

estando caracterizado el tren de transmisión por que

el anillo de rodadura externo de la disposición de rodamiento principal está acoplado a la estructura de soporte a través de una primera parte de brida dispuesta sobre el anillo de rodadura externo y una segunda

- 15       parte de brida dispuesta sobre la estructura de soporte, definiendo dichas partes de brida primera y segunda superficies de interfaz que se extienden en un plano que está dispuesto de manera no paralela al eje de rotación del árbol principal, y por que el tren de transmisión comprende además medios para fijar temporalmente el buje de la turbina eólica a la estructura de soporte.
- 20       2. Tren de transmisión según la reivindicación 1, en el que las superficies de interfaz de las partes de brida primera y segunda se extienden en un plano que está dispuesto sustancialmente en perpendicular al eje de rotación del árbol principal.
3. Tren de transmisión según la reivindicación 1 ó 2, en el que la segunda parte de brida está dispuesta en una posición cerca del buje de la turbina eólica.
- 25       4. Tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura de soporte es o comprende un armazón de base de una góndola de la turbina eólica.
5. Tren de transmisión según la reivindicación 4, en el que el armazón de base tiene forma acampanada.
6. Tren de transmisión según la reivindicación 4 ó 5, en el que el armazón de base es una estructura moldeada que comprende una brida mecanizada dispuesta sustancialmente perpendicular al eje de rotación del árbol principal, siendo o formando parte dicha brida mecanizada de la segunda parte de brida.
- 30       7. Tren de transmisión según la reivindicación 6, en el que el armazón de base comprende además una brida mecanizada adicional dispuesta sustancialmente en paralelo a una parte superior de una construcción de torre de la turbina eólica.
8. Tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rodamiento fijo es un rodamiento de rodillos esférico.
- 35       9. Tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el rodamiento fijo es un rodamiento de rodillos de sección decreciente.
10. Tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo extremo del árbol principal está acoplado a la disposición de engranajes a través de una primera brida dispuesta en el árbol principal y una segunda brida dispuesta sobre una parte de la disposición de engranajes.
- 40       11. Tren de transmisión según la reivindicación 10, en el que la primera brida y la segunda brida se fijan entre sí mediante pernos.
12. Tren de transmisión según la reivindicación 10 u 11, en el que la primera brida es una brida complementaria unida al árbol principal y/o la segunda brida es una brida complementaria unida a una parte de la disposición de engranajes.
- 45       13. Tren de transmisión según la reivindicación 12, en el que la primera brida complementaria y/o la segunda brida complementaria está/n unida/s al árbol principal/disposición de engranajes por medio de uno o más pernos de pasador.
- 50       14. Tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 10-13, en el que la primera brida está dotada de una primera estructura de enganche positivo y la segunda brida está dotada de una segunda estructura de enganche positivo, estando adaptadas dichas estructuras de enganche primera y segunda para

engancharse.

15. Tren de transmisión según la reivindicación 14, en el que las estructuras de enganche positivo primera y segunda comprenden protuberancias y rebajes alternantes.
- 5 16. Tren de transmisión según la reivindicación 14 ó 15, en el que las estructuras de enganche positivo primera y segunda comprenden dientes que se extienden en mallado de manera sustancialmente radial.
17. Tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo extremo del árbol principal está conectado a un portasatélites de la disposición de engranajes.
18. Tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios para fijar temporalmente el buje a la estructura de soporte comprenden uno o más pernos.
- 10 19. Tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo punto de soporte se proporciona por medio de una disposición de rodamiento dispuesta dentro de la disposición de engranajes.
20. Turbina eólica que comprende una construcción de torre, una góndola, un buje que porta un conjunto de palas y un tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 15 21. Método para realizar un mantenimiento en un tren de transmisión para una turbina eólica, comprendiendo el tren de transmisión un buje, una disposición de engranajes, un árbol principal acoplado al buje en un primer extremo y a la disposición de engranajes en un segundo extremo, y una disposición de rodamiento principal dispuesta para soportar el árbol principal, estando conectada dicha disposición de rodamiento principal a una estructura de soporte de la turbina eólica, comprendiendo el método las etapas de:
- 20 - fijar el buje a la estructura de soporte,  
 - realizar un mantenimiento en una o más partes del tren de transmisión, y  
 - liberar el buje y la estructura de soporte.
22. Método según la reivindicación 21, que comprende además la etapa de liberar la conexión entre la disposición de rodamiento principal y la estructura de soporte antes de la etapa de realizar el mantenimiento.
- 25 23. Método según la reivindicación 21 ó 22, en el que el tren de transmisión es un tren de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 1-19.
- 30 24. Método según la reivindicación 21 ó 22, en el que la disposición de rodamiento principal del tren de transmisión comprende un rodamiento anterior y un rodamiento posterior, estando dispuesto cada uno para soportar el árbol principal, proporcionando de este modo unos puntos de soporte primero y segundo para el árbol principal, comprendiendo cada uno de dichos rodamientos un anillo de rodadura interno conectado al árbol principal y un anillo de rodadura externo acoplado a la estructura de soporte, y en el que el anillo de rodadura externo del rodamiento anterior se acopla a la estructura de soporte a través de una primera parte de brida dispuesta sobre el anillo de rodadura externo del rodamiento anterior y una segunda parte de brida dispuesta sobre la estructura de soporte, definiendo dichas partes de brida primera y segunda superficies de interfaz que se extienden en un plano que está dispuesto de manera no paralela al eje de rotación del árbol principal.
- 35

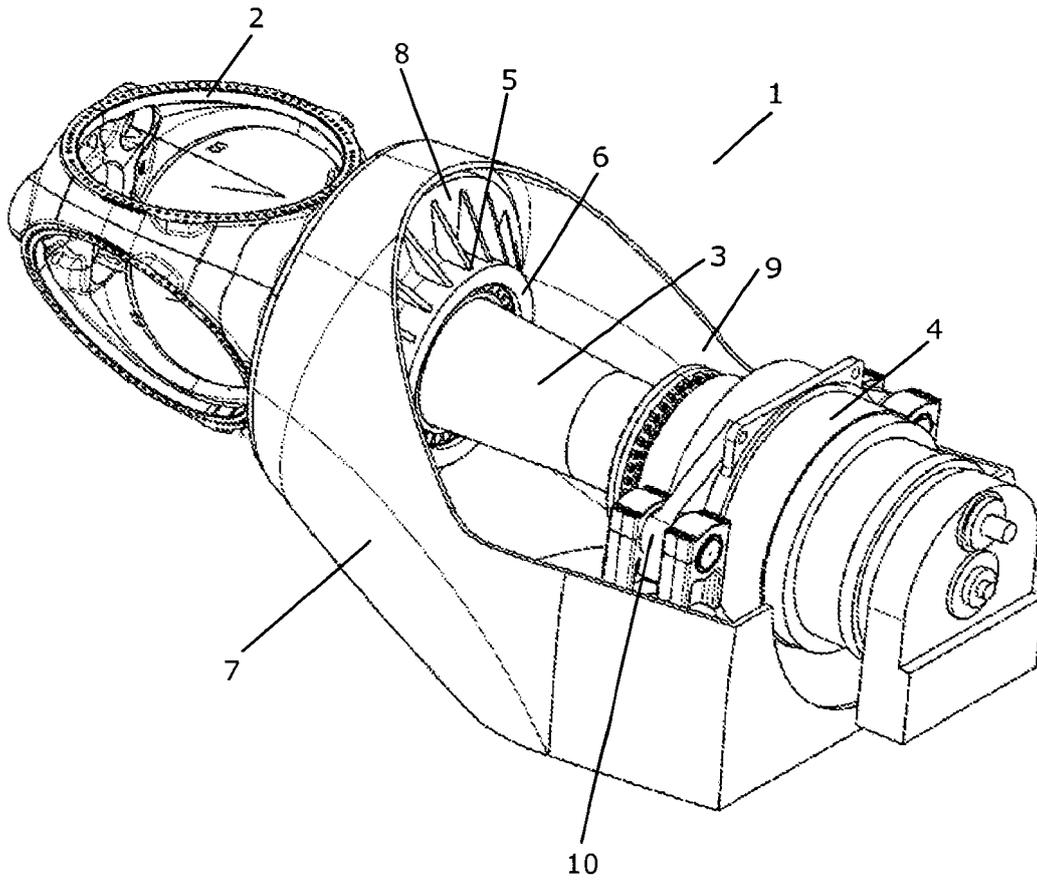


Fig. 1

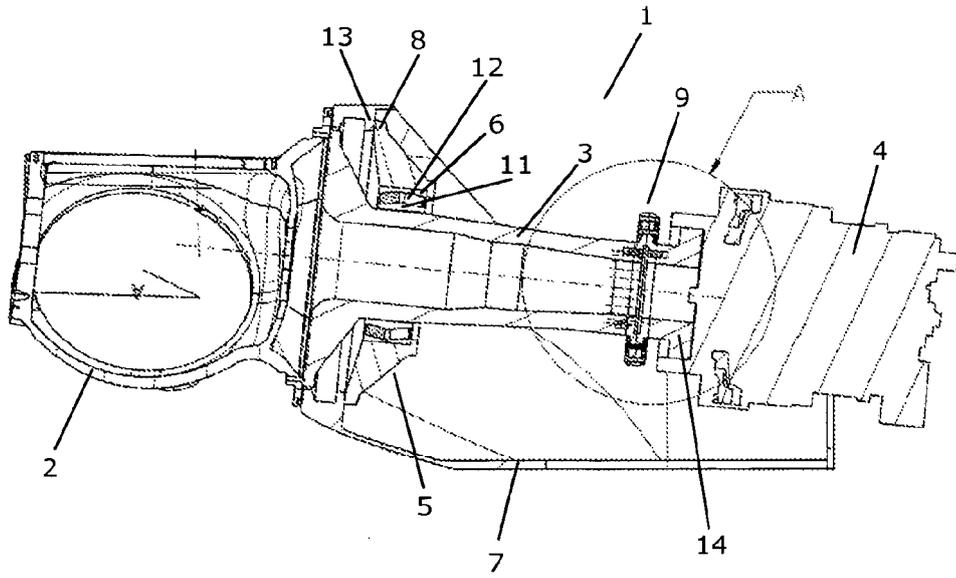


Fig. 2

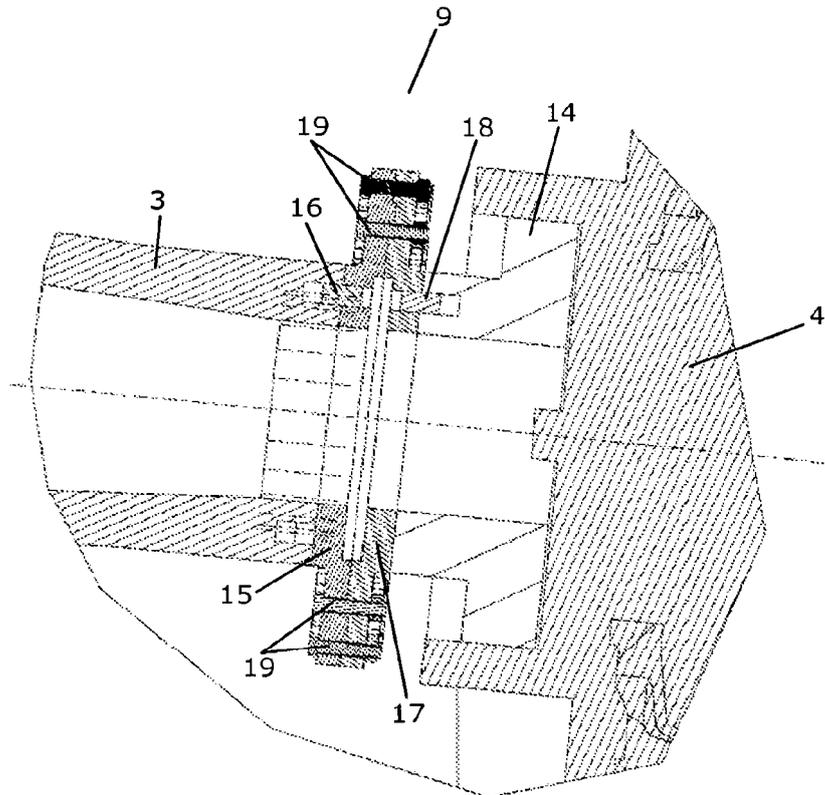


Fig. 3

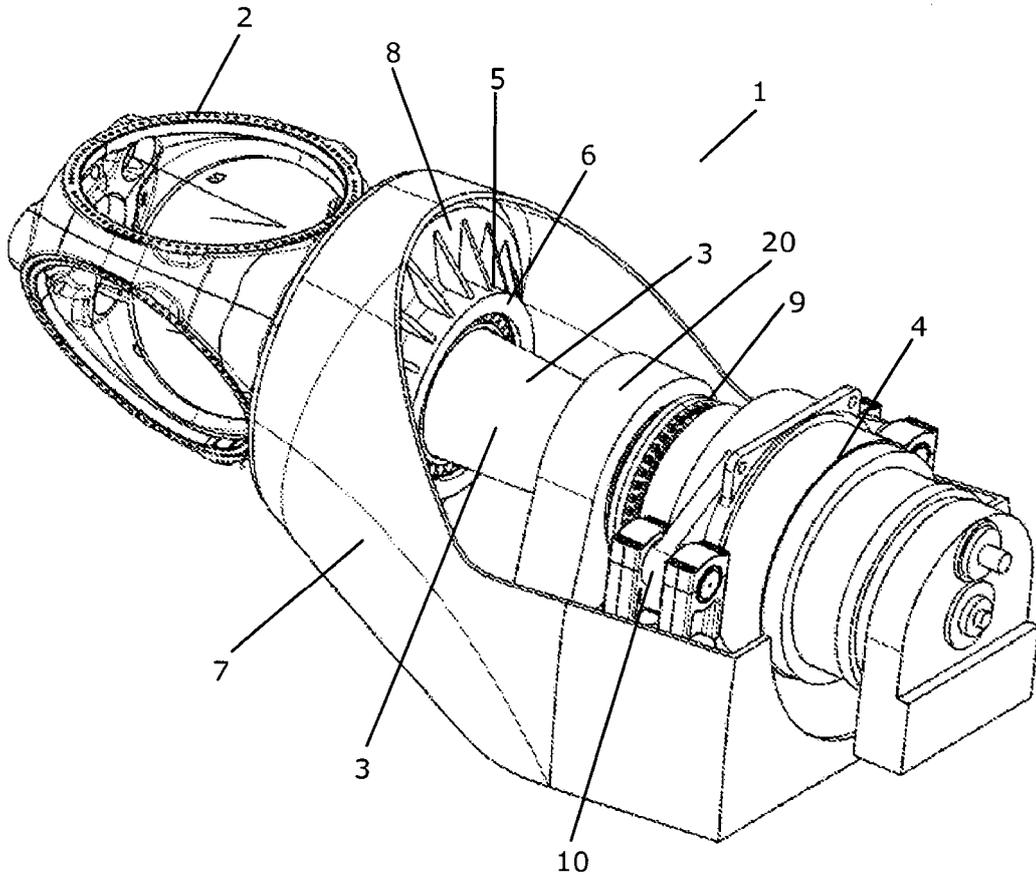


Fig. 4

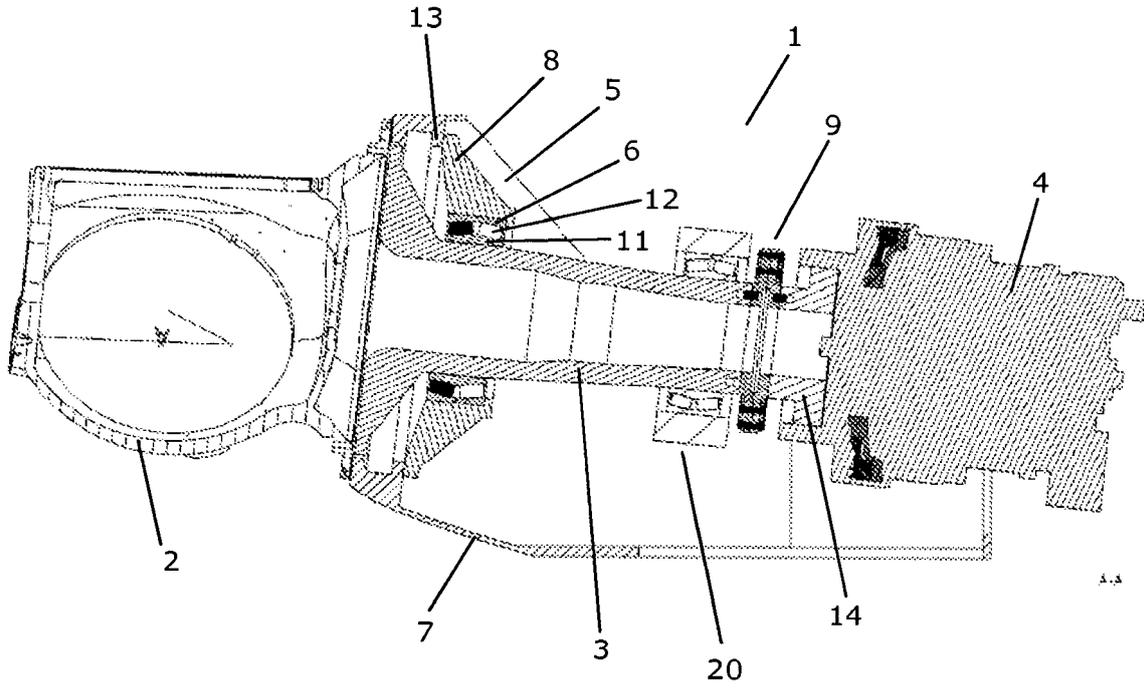


Fig. 5