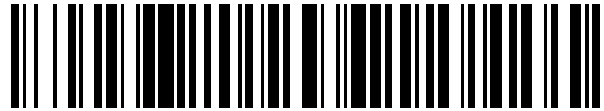


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 986**

51 Int. Cl.:

F03D 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2011 E 11161449 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015 EP 2508753**

54 Título: **Unidad compacta generador-engranaje para centrales de energía eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.09.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BÖING, ALFONS;
DINTER, RALF MARTIN;
DRABER, JÜRGEN;
GRÜNING, ARNE;
MEMMINGER, OLIVER;
MÖHLE, AXEL;
SCHÖBERL, FRIEDRICH y
ZEICHFÜSSL, ROLAND**

74 Agente/Representante:

PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 545 986 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).

UNIDAD COMPACTA GENERADOR-ENGRANAJE PARA CENTRALES DE ENERGÍA EÓLICA

DESCRIPCIÓN

5 La presente invención se refiere a una cadena de accionamiento para una central de energía eólica con un engranaje, que presenta una carcasa del engranaje y que está unido o puede unirse mediante un eje de accionamiento de marcha lenta con un rotor eólico y un generador, que presenta una carcasa del generador unida fijamente con la carcasa del engranaje, en la que está previsto al menos un estator y al menos un rotor, estando acoplado el rotor con un eje accionado de marcha rápida del engranaje apoyado en la carcasa del engranaje.

10 Las cadenas de accionamiento para centrales de energía eólica se conocen y se utilizan para transformar la energía de rotación del rotor eólico puesto en movimiento por medio del viento en energía eléctrica por medio de un generador acoplado con el rotor eólico. Al respecto alcanza el rotor eólico típicamente velocidades de giro en la gama de unos 10 a 20 min⁻¹.

15 Una gran parte de las centrales de energía eólica existentes está equipada con generadores de marcha rápida con una velocidad de 1000 a 2000 min⁻¹. Para transformar la velocidad de giro relativamente lenta del rotor eólico a la velocidad de giro del generador, se intercala un engranaje de varias etapas, que en combinación con el generador se denomina en general cadena de accionamiento. Ambos componentes de la cadena de accionamiento se diseñan esencialmente con independencia uno de otro y están unidos entre sí mediante acoplamientos convencionales.

20 Un inconveniente al respecto es que la cadena de accionamiento necesita relativamente mucho espacio y debido a la pluralidad de componentes presenta una forma constructiva compleja.

25 Además de la solución clásica del engranaje, se utilizan también generadores que están acoplados con el rotor eólico sin engranajes.

30 En esta forma constructiva se acciona el generador directamente mediante el rotor eólico.

Un inconveniente al respecto es que debido al elevado par de giro, que se conduce directamente desde el rotor eólico al generador, presenta el generador y en particular el rotor del generador un diámetro relativamente grande. Esto implica una forma constructiva relativamente grande y mucho peso de la cadena de accionamiento.

35 Un tercer concepto prevé unir entre sí fijamente el generador y el engranaje para formar un componente de cadena de accionamiento, para obtener una unidad compacta generador-engranaje para centrales de energía eólica. Una tal cadena de accionamiento se describe por ejemplo en el documento EP 2 216 547 A2. La cadena de accionamiento conocida por este documento para una central de energía eólica presenta un engranaje con una carcasa del engranaje, que mediante un eje de accionamiento de marcha lenta está unido con un rotor eólico. Además está previsto un generador, que presenta una carcasa del generador unida fijamente con la carcasa del engranaje. Un rotor del generador es accionado mediante un eje de rueda solar del engranaje. Mediante el rotor que gira respecto a un estator fijo, se transforma de la manera conocida la energía de rotación del rotor eólico en energía eléctrica.

40 Otra cadena de accionamiento del tipo citado al principio se conoce por el documento WO 2010/027618 A2. Esta cadena de accionamiento presenta igualmente un engranaje con una carcasa del engranaje que a través de un eje de accionamiento de marcha lenta está unido con un rotor eólico. Además está previsto un generador que presenta una carcasa del generador unida fijamente con la carcasa del engranaje, estando previsto en la zona de transición entre ambas carcasas un bastidor de unión.

Otra cadena de accionamiento se da a conocer en el documento WO 2007/107158 A1.

45 55 En estas configuraciones se considera en parte un inconveniente que entre la rueda central y el rotor exista un brazo de palanca relativamente grande, que influye negativamente sobre el flujo de fuerzas entre el engranaje y el generador.

60 Por lo tanto, es objetivo de la presente invención proporcionar una cadena de accionamiento compacta para centrales de energía eólica que permita un flujo de fuerzas eficiente entre el engranaje y la carcasa del generador.

Este objetivo se logra en el marco de la invención mediante una cadena de accionamiento según la reivindicación 1.

65 La invención se basa así en la consideración de optimizar el flujo de fuerzas entre el engranaje y el generador mediante ejes configurados lo más cortos posible.

5 Para ello propone la invención situar en la carcasa del generador un eje del generador dispuesto coaxialmente con el eje accionado del engranaje, que está apoyado en la carcasa del generador. Mediante bridas de unión dispuestas en los extremos orientados uno hacia otro de ambos ejes, están unidos entre sí de manera resistente al giro el eje del generador y el eje accionado del engranaje. La unión por brida posibilita renunciar a un segundo apoyo para el eje del generador, ya que el eje del generador se apoya a través de la unión por brida en el eje accionado. Además posibilita esta forma de configuración la utilización de un eje accionado y eje del generador configurados especialmente cortos, lo que minimiza la influencia de fuerzas de torsión que actúan sobre los ejes. De esta manera pueden diseñarse ambos ejes más ligeros en su conjunto. Además propone la invención aislar el engranaje eléctricamente frente al generador, previendo entre ambas bridas de unión un aislamiento eléctrico.

10 De manera preferente puede asentarse la brida de unión del eje accionado en arrastre de forma, en particular mediante una unión eje/buje, sobre el eje accionado. Esta forma de unión resistente al giro es especialmente fácil de fabricar.

15 En otra configuración de la invención está previsto que el eje de accionamiento y/o el eje accionado y/o el eje del generador estén configurados como ejes huecos. Esto posibilita que otros componentes, en particular una instalación para el control del ángulo de paso (pitch) de las palas del rotor, puedan alojarse en los ejes huecos.

20 En un perfeccionamiento de la cadena de accionamiento correspondiente a la invención, presenta el estator un circuito de refrigeración del estator. Así puede evacuarse el calor que se forma en la zona del estator durante el funcionamiento del generador. Esto posibilita que el estator pueda operar continuamente en su gama de temperaturas de servicio óptima.

25 Para proporcionar un circuito de refrigeración del estator que funcione con la mayor eficiencia posible, puede extenderse el circuito de refrigeración del estator a lo largo de la dirección periférica del estator y estar configurado en particular en su zona exterior. Preferentemente está formado el circuito de refrigeración del estator por varios canales de medio refrigerante con forma anular.

30 Según otra configuración de la presente invención, presenta el rotor un circuito de refrigeración del rotor. Éste está acoplado térmicamente de manera preferente con la superficie exterior del circuito de refrigeración del estator orientada alejándose del estator tal que tiene lugar un intercambio de calor entre ambos circuitos de refrigeración. Esto posibilita evacuar el calor que se produce en la zona del rotor durante el funcionamiento del generador a través del circuito de refrigeración del rotor. Además posibilita el acoplamiento térmico un intercambio de calor entre ambos circuitos de refrigeración, con lo que queda garantizada una refrigeración de retorno del circuito de refrigeración del rotor a través del circuito de refrigeración del estator.

35 Para accionar el circuito de refrigeración del rotor, puede estar previsto un ventilador de eje, que se asienta sobre el eje del generador. Así puede utilizarse la energía de rotación existente en el eje del generador de manera sencilla para accionar el circuito de refrigeración del rotor.

40 Además puede presentar el engranaje un circuito de refrigeración del engranaje. De manera preferente está unido el circuito de refrigeración del engranaje con el circuito de refrigeración del estator o del rotor mediante el líquido que conduce. Así es posible una refrigeración del engranaje, en particular acoplada con uno de ambos circuitos de refrigeración del generador, para optimizar el consumo de energía de la cadena de accionamiento.

45 De manera conveniente pueden estar previstos como medio refrigerante del circuito de refrigeración del estator y/o del rotor y/o del engranaje respectivos refrigerantes que contienen agua. Es especialmente adecuado un medio refrigerante que contiene agua, en particular con un anticongelante.

50 Preferentemente está llena al menos una parte de la carcasa del engranaje con un lubricante, en particular un lubricante que contiene aceite. Esto garantiza una lubricación suficiente del engranaje.

55 Además puede estar configurado el aislamiento eléctrico entre ambas bridas de unión tal que repele el aceite y las grasas.

60 De esta manera aumenta por un lado la resistencia del aislamiento y por otro se impermeabiliza la unión por brida frente a líquidos y grasas.

65 Según un perfeccionamiento de la cadena de accionamiento correspondiente a la invención está prevista en la pared lateral de la carcasa del generador alejada del engranaje una instalación de frenado para el eje del generador y que en particular el eje del generador sustente un disco de freno que interactúa con la instalación de frenado. Esto posibilita que mediante un accionamiento en particular automático de la

ES 2 545 986 T3

instalación de frenado pueda mantenerse la velocidad de giro del rotor eólico por ejemplo en ráfagas de viento dentro de la gama de tolerancia de velocidades de giro deseada. Además es posible fijar el rotor eólico para trabajos de mantenimiento.

5 Además puede estar previsto configurar el generador como generador excitado por imanes permanentes. De esta manera se suprime la potencia de excitación y aumenta el rendimiento del generador. Con la gran densidad de potencia se reduce además la masa del generador para una potencia determinada, con lo que en conjunto se logra una forma constructiva más compacta.

10 De manera conveniente puede estar configurado el generador como rotor interior. Esta configuración es especialmente eficiente y fácil de fabricar en centrales de energía eólica de gran potencia. Igualmente puede estar configurado el generador también como rotor exterior.

15 Finalmente puede girar el generador con una velocidad de giro de unos 450 min^{-1} a 650 min^{-1} . Debido a la relativamente baja velocidad de giro del generador, puede renunciarse a una etapa de engranaje respecto a la solución de engranaje clásica antes citada, en la que se alcanzan velocidades de giro del generador de unos 1000 min^{-1} hasta 2000 min^{-1} . En cuanto a otras ventajosas configuraciones de la invención, remitimos a las reivindicaciones subordinadas así como a la siguiente descripción de un ejemplo de ejecución con referencia al dibujo adjunto. En el dibujo muestra:

20 figura 1 un detalle de una cadena de accionamiento según una forma de ejecución de la presente invención en una vista en sección.

25 En la figura 1 se representa un detalle de una cadena de accionamiento 1 según una forma de ejecución de la presente invención. Una tal cadena de accionamiento 1 es una parte integrante de una central de energía eólica y transforma la energía de rotación de un rotor eólico no representado en energía eléctrica. La cadena de accionamiento 1 está compuesta por un engranaje 2 con una carcasa del engranaje 3 y un generador 4 con excitación por imanes permanentes, que presenta una carcasa del generador 5 unida fijamente con la carcasa del engranaje 3. Por el lado de entrada está unido en engranaje 2 con el rotor eólico mediante un eje de accionamiento de marcha lenta no representado y transforma de manera de por sí conocida la baja velocidad de giro y el elevado par de giro del eje de accionamiento en una alta velocidad de giro y un bajo par de giro. Por el lado de salida presenta el engranaje 4 un eje accionado 6 de marcha rápida, que está unido de manera resistente al giro con un eje 7 del generador 4. En los extremos orientados uno hacia otro de ambos ejes 6, 7 están dispuestas bridas de unión 8a, 8b, que presentan entre ellas un aislamiento eléctrico no representado, que adicionalmente repele el aceite. Con el eje del generador 7 está unido un rotor 9, mantenido tal que puede girar respecto a un estator 10 fijo, para de manera de por sí conocida transformar la energía de rotación del eje del generador 7 de energía eléctrica.

40 La carcasa del engranaje 3 llena parcialmente con el lubricante que contiene aceite abarca al menos una etapa de engranaje planetario con una rueda central 11, mediante la que puede accionarse el eje accionado 6. El eje accionado 6 está configurado como eje hueco y sustenta en su zona extrema orientada hacia el eje del generador 7 un buje 12, que está unido de manera resistente al giro mediante un dentado corto con el eje accionado 6. Sobre el buje 12 está apoyado el eje accionado 6 mediante dos cojinetes de rodillos cónicos 13 en la carcasa del engranaje 3. En esta zona extrema está unida de manera resistente al giro y mediante arrastre de forma la brida de unión 8a con el buje 12.

50 Entre la carcasa del engranaje 3 y la carcasa del generador 5 unida así fijamente con la anterior, está prevista una junta 14, configurada aquí como junta laberíntica.

55 El eje del generador 7 está dispuesto coaxialmente con el eje accionado 6 del engranaje 2 y configurado igualmente como eje hueco. En su extremo alejado del engranaje está apoyado el eje del generador 7 mediante un rodamiento 15 en la carcasa del generador 5. En esta zona de la carcasa del generador 5 está situada también una instalación de frenado 16 para el eje del generador 7, que interactúa con un disco de freno 17 montado en el extremo del eje del generador 7 alejado del engranaje.

El rotor 9 unido con el eje del generador 7 presenta varios radios. Alternativamente a la forma de ejecución del generador 4 como rotor interior, puede estar previsto también un rotor exterior.

60 El generador 4 incluye dos circuitos de refrigeración 18, 19 separados entre sí, llenos de un refrigerante que contiene agua. En la figura 1 puede observarse claramente que un circuito refrigerante interior señalado con flechas K, el llamado circuito de refrigeración del rotor 18, atraviesa el espacio libre entre los radios de rotor 9 y retorna a través de un ventilador de eje no representado, que está montado sobre el eje del generador, a través de la zona radialmente exterior de la carcasa del generador 5 entre la pared exterior de la carcasa del generador 5 y el estator 10.

- 5 Un segundo circuito de refrigeración, el llamado circuito de refrigeración del estator 19, está configurado como refrigeración por camisa de agua a lo largo del contorno del estator 10 en su zona exterior. El circuito de refrigeración del estator 19 presenta varios canales de medio refrigerante 20 anulares, unidos entre sí mediante el flujo del líquido, que mediante dos conexiones de agua no representadas forman un circuito de refrigeración cerrado. El engranaje 2 puede presentar adicionalmente un circuito refrigerante que no se representa, que mediante ambas conexiones de agua del circuito de refrigeración del estator 19 está unido con el mismo.
- 10 El circuito de refrigeración del rotor 18 está acoplado térmicamente a lo largo de la superficie exterior del circuito de refrigeración del estator 19 con el mismo tal que se realiza un intercambio de calor entre ambos circuitos de refrigeración 18, 19.
- 15 Para transformar la energía de rotación del rotor eólico en energía eléctrica, convierte primeramente el engranaje 2 la baja velocidad de giro y el elevado par de giro del eje de accionamiento en una elevada velocidad de giro y un bajo par de giro del eje accionado 6. De esta manera el eje del generador es accionado con una velocidad de giro de unos 450 min^{-1} . Mediante el movimiento de giro del rotor 9 respecto al estator fijo 10, se genera de manera conocida corriente eléctrica.
- 20 El calor que se forma durante el funcionamiento del generador 4 se evacúa en la zona del estator 10 a través del circuito de refrigeración del estator 19 y en la zona del rotor 9 a través del circuito de refrigeración del rotor 18. Mediante el acoplamiento térmico de ambos circuitos de refrigeración 18, 19 se realiza un intercambio de calor entre ambos circuitos de refrigeración 18, 19.
- 25 Para modificar activamente el ángulo de ataque de las palas del rotor eólico respecto al viento y poder frenar así sobre todo el rotor eólico aerodinámicamente, puede conducirse a través del eje de entrada, del de salida 6 y del eje del generador 7, configurados como ejes huecos, una instalación no representada para el control del ángulo de paso. Además puede mantenerse mediante la instalación de frenado 16 la velocidad de giro del rotor eólico cuando hay ráfagas de viento dentro de la gama de tolerancia de velocidades de giro deseada o bien detenerse el rotor eólico para trabajos de mantenimiento.
- 30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cadena de accionamiento (1) para una central de energía eólica con un engranaje (2), que presenta una carcasa del engranaje (3) y que está unido o puede unirse mediante un eje de accionamiento con un rotor eólico y un generador (2), que presenta una carcasa del generador (5) unida fijamente con la carcasa del engranaje (3), en la que están previstos al menos un estator (10) y al menos un rotor (9), estando acoplado el rotor (9) con un eje accionado (6) del engranaje (2) apoyado en la carcasa del engranaje (3) mediante cojinetes (13) y que durante el funcionamiento marcha más rápido que el eje de accionamiento,
- 10 **caracterizada porque** el generador (4) presenta un eje del generador (7) dispuesto coaxialmente con el eje accionado (6) del engranaje (2) y apoyado en la carcasa del generador (5) mediante cojinetes (15), que está unido mediante bridas de unión (8a, 8b) con el eje accionado (6) del engranaje (2), estando previsto entre las bridas de unión (8) un aislamiento eléctrico,
- 15 **porque** entre la carcasa del engranaje (3) y la carcasa del generador (5) está prevista una junta laberíntica o de intersticio (14) y **porque** en secuencia los cojinetes (13), la junta laberíntica o de intersticio (14) y la brida de unión (8a) y a continuación la brida de unión (8b), el rotor (9) y el cojinete (15) están sujetos al eje del generador (7).
- 20 2. Cadena de accionamiento (1) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la brida de unión (8a) del eje accionado (6) se asienta en arrastre de forma, en particular mediante unión eje/buje, sobre el eje accionado (6).
- 25 3. Cadena de accionamiento (1) según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** el eje de accionamiento y/o el eje accionado (6) y/o el eje del generador (7) están configurados como ejes huecos.
- 30 4. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el estator (10) presenta un circuito de refrigeración del estator (19).
- 35 5. Cadena de accionamiento (1) según la reivindicación 4, **caracterizada porque** el circuito de refrigeración del estator (19) se extiende a lo largo del perímetro del estator (10) y en particular está configurado en su zona exterior.
- 40 6. Cadena de accionamiento (1) según la reivindicación 5, **caracterizada porque** el circuito de refrigeración del estator (19) está formado por varios canales de medio refrigerante (20) con forma anular.
- 45 7. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el rotor (9) presenta un circuito de refrigeración del rotor (18).
- 50 8. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones 5 ó 6 y 7, **caracterizada porque** el circuito de refrigeración del rotor (18) está acoplado térmicamente con la superficie exterior del circuito de refrigeración del estator (19) orientada alejándose del estator (10), tal que se realiza un intercambio de calor entre ambos circuitos de refrigeración.
- 55 9. Cadena de accionamiento (1) según la reivindicación 7 u 8, **caracterizada porque** está previsto un ventilador de eje, que se asienta sobre el eje del generador (7) y que está configurado para accionar el circuito de refrigeración del rotor (18).
- 60 10. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el engranaje (2) presenta un circuito de refrigeración del engranaje.
- 65 11. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones 4 a 9 y 10, **caracterizada porque** el circuito de refrigeración del engranaje está unido con el circuito refrigerador del estator o del rotor (18, 19) mediante el líquido que conduce.
12. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones 4 a 11, **caracterizada porque** como medio de refrigeración del circuito de refrigeración del estator y/o del rotor y/o del engranaje (18, 19) se prevén respectivos refrigerantes que contienen agua.
13. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** al menos una parte de la carcasa del engranaje (3) está llena de un medio lubricante, en particular un medio lubricante que contiene aceite.
14. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes,

ES 2 545 986 T3

caracterizada porque el aislamiento eléctrico entre ambas bridas de unión (8a, 8b) está configurado tal que repele el aceite y la grasa.

- 5 15. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizada porque en la pared lateral de la carcasa del generador (5) orientada alejándose del engranaje (2) está prevista una instalación de frenado (16) para el eje del generador (7) y porque en particular el eje del generador (7) sustenta un disco de freno (17) que interactúa con la instalación de frenado (16).
- 10 16. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizada porque el generador (4) está configurado como generador con excitación permanente.
- 15 17. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizada porque el generador (4) está configurado como rotor interior.
18. Cadena de accionamiento (1) según una de las reivindicaciones precedentes,
caracterizada porque el generador (4) gira con una velocidad de giro de unos 450 min^{-1} a 650 min^{-1} .

