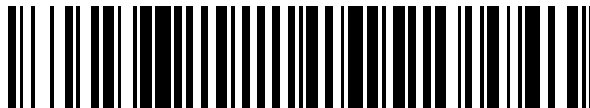


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 150**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 9/00** (2006.01)

**H02J 3/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2003 E 03290876 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 1467094**

54 Título: **Turbina eólica para la producción de energía eléctrica y procedimiento de funcionamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.04.2013**

73 Titular/es:

**CONVERTEAM GMBH (100.0%)  
CULEMEYERSTRASSE 1  
12277 BERLIN, DE**

72 Inventor/es:

**MÖHLENKAMP, GEORG**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 402 150 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**

Turbina eólica para la producción de energía eléctrica y procedimiento de funcionamiento

La presente invención se refiere a una turbina eólica para la producción de energía eólica y a un procedimiento de funcionamiento de una turbina eólica.

5 Las turbinas eólicas para la producción de energía eléctrica son sobradamente conocidas. En particular son bien conocidas las turbinas eólicas con velocidad variable. Por un lado, la velocidad de estas turbinas eólicas depende de la velocidad real del viento. Sin embargo, por otro lado, la energía eléctrica que va a ser producida puede no variar. Por el contrario, la energía eléctrica debe ser suministrada con una frecuencia fija, por ejemplo, a una red de servicio público. Turbinas eólicas de acuerdo con el estado de la técnica se divulgan en los documentos US 6,437,996 B, US 10 5,907,192 y US 4,193,005.

Constituye un objetivo de la invención proporcionar una turbina eólica mejorada para la producción de energía eléctrica. Así mismo, constituye un objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento de funcionamiento mejorado de una turbina eólica para la producción de energía eléctrica.

15 Estos objetivos se consiguen mediante la turbina eólica y el procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Formas de realización de esta forma de realización se ofrecen en las reivindicaciones dependientes.

Características, aplicaciones y ventajas adicionales de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción subsecuente de formas de realización ejemplares de la invención las cuales se muestran en los dibujos.

La única figura de los dibujos muestra un diagrama de bloques esquemático de una forma de realización de una turbina eólica de velocidad variable de acuerdo con la invención.

20 La figura muestra una turbina 1 eólica de velocidad variable que suministra energía eléctrica con una frecuencia fija a una red 2 de servicio público.

La turbina 1 eólica comprende un rotor 4 de la turbina con al menos una pala 5 del rotor. El paso de la pala 5 es variable y puede ser controlado. El rotor 4 de la turbina está montado sobre un eje rotatorio. El motor 4 de la turbina está acoplado por medios mecánicos mediante el eje a una caja 8 de engranajes la cual está acoplada por medios mecánicos mediante un eje rotatorio adicional al rotor de un generador 10 sincrónico de tres fases.

25 La caja 8 de engranajes incluye una transmisión de multiplicación de la velocidad con una relación fija de manera que el rotor del generador 10 rota a una velocidad múltiple fijada del rotor 4 de la turbina.

El generador 10 produce una corriente de salida alterna de tres fases, con una frecuencia variable proporcional a la velocidad del rotor 4 de la turbina. La tensión de salida del generador 10 depende de su velocidad y de su flujo. En el caso de que exista un flujo constante, la tensión de salida del generador 10 es proporcional a la velocidad del rotor 4 de la turbina.

30 El generador 10 es excitado mediante unos imanes permanentes. Como alternativa, el generador 10 puede ser excitado eléctricamente. En este caso, la corriente de excitación puede ser suministrada por medio de unos anillos de colector o sin escobillas por un transformador y unos diodos rotatorios.

35 La electricidad de tres fases se suministra a los terminales de energía del estator del generador 10. Un condensador 11 de tres fases está conectado a estos terminales del generador 10. El condensador 11 suministra energía reactiva con fines de conmutación,

40 La corriente de salida alterna generada por el generador 10 es convertida desde su frecuencia variable a una frecuencia fija por un convertidor de energía. Este convertidor de energía comprende un diodo rectificador 14, un enlace 15 de corriente continua con una tensión variable, un convertidor 16 de multiplicación / reducción, un enlace 17 de corriente continua con una tensión fija, un convertidor 18 de línea y un filtro 19.

45 El enlace 15 de corriente continua con la tensión variable, el convertidor 16 de multiplicación / reducción y el enlace 17 de corriente continua con la tensión fija representan un enlace 30 de corriente continua representan un enlace 30 de corriente continua. Es posible que el enlace 15 de corriente continua con la tensión variable sea omitido y que la función de este enlace 15 de corriente continua pueda ser integrado dentro del condensador 11 y / o el diodo rectificador 14.

50 El diodo rectificador 14 incluye múltiples pares de diodos dispuestos en una topología de puente entre un raíl de corriente continua positivo y uno negativo del enlace 15 de corriente continua y cada uno de los terminales de energía del estator del generador 10. Ejemplos de dichos rectificadores se describen en el trabajo Electrónica de la Energía; Convertidores, Aplicaciones y Diseño; de Ned Mohan et al., ISBN 0-471-61342-8.

La corriente del estator y, con ello, la energía eléctrica que fluye desde el generador 10 hasta el enlace 15 de corriente continua depende de la tensión de salida efectiva del generador 10, de la tensión variable efectiva del enlace 15 de corriente continua así como de la inductancia de parásitos del generador 10.

5 La tensión fija del enlace 17 de corriente continua puede ser más alta que la tensión de la línea lateral rectificada del convertidor 18 de línea.

10 En el caso de que la fluctuación de la tensión del enlace 15 de corriente continua con respecto al convertidor 18 de línea no sea suficiente, el convertidor 16 de multiplicación / reducción puede ser utilizado para convertir la tensión variable efectiva del enlace 15 de corriente continua en una tensión deseada en el enlace 17 de corriente continua. El convertidor 16 de multiplicación / reducción puede ser utilizado para convertir la tensión variable efectiva en el enlace 17 de corriente continua. El convertidor 16 de multiplicación / reducción incluye uno o dos conmutadores activos y uno o dos diodos dentro de una topología llamada de *buck boost* o *buck-boost*. Ejemplos de dichos convertidores de multiplicación / reducción se describen en el trabajo Electrónica de la Energía; Convertidores, Aplicaciones y Diseños; de Ned Mohan et al., ISBN 0-471-61342-8.

15 La turbina 1 eólica de velocidad variable proporciona un máximo de la tensión fija del enlace 17 de corriente continua de acuerdo con los condicionamientos del convertidor 18 de línea y un máximo de la tensión variable del enlace de corriente continua a una velocidad máxima y a una potencia máxima de la turbina 1 eólica. En este punto operativo, el convertidor 16 de multiplicación / reducción solo tiene que conectar los dos enlaces 15, 17 de corriente continua para reducir al mínimo las pérdidas del convertidor 16.

20 Los dos enlaces 15, 17 de corriente continua permanecen conectados a una tensión posible mínima del enlace 17 de corriente continua de acuerdo con los condicionamientos del convertidor 18 de línea. Si la tensión de salida del generador 10 o la tensión variable del enlace 15 de corriente continua está por debajo de este límite, el convertidor 16 de aceleración / reducción convierte la potencia de la tensión variable inferior del enlace 15 de corriente continua en la tensión fija más alta del enlace 17 de corriente continua.

25 El convertidor 18 de línea incluye tres pares de dispositivos de conmutación activos dispuestos en una topología de puente entre un raíl de corriente continua positiva y un raíl de corriente positiva negativa del enlace 17 de corriente continua. Ejemplos de dichos convertidores de línea se describen en el trabajo Electrónica de la Energía, Convertidores, Aplicaciones y Diseños; de Ned Mohan et al., ISBN 0-471-61342-8.

30 Los puntos intermedios de los pares de los dispositivos de conmutación forman unos terminales de salida a partir de los cuales fluye la electricidad de tres fases hacia el filtro 19. El convertidor 18 de línea produce una corriente de salida alterna de tres fases con una frecuencia fija.

La salida del filtro 19 está conectada a un transformador 24 por medio de un conmutador 23 de baja tensión. La salida del transformador 24 está conectada a una red 2 de servicio público general por medio de un conmutador 25 de tensión media. Un condensador 27 de tres fases puede estar conectado a la salida del filtro 19.

35 El convertidor 18 de línea es controlado por una unidad 35 de control. Una potencia deseada, Pref, y por tanto el par de torsión de la turbina 1 eólica es suministrada a esta unidad 35 de control. La potencia efectiva que fluye a través del convertidor 18 de línea es evaluada en base a la corriente efectiva medida, Iact, y la tensión efectiva medida, Uact, sobre el lado de la línea del convertidor 18 de línea. Esta potencia efectiva se ajusta a la potencia deseada, Pref, por parte de la unidad 35 de control.

40 El flujo de energía desde el enlace 17 de corriente continua hasta la red 2 de servicio público general presenta un impacto directo sobre la tensión variable efectiva del enlace 15 de corriente continua y con ello sobre la corriente de salida alterna del generador 10. Por ejemplo, si la potencia dentro de la red 2 de servicio público general aumenta, la tensión variable del enlace 15 de corriente continua se reduce y, debido al mecanismo descrito del diodo rectificador 14, la corriente de salida alterna del generador 10 aumenta. Viceversa, si la potencia hasta el interior de la red 2 de servicio público general se reduce la tensión variable del enlace 15 de corriente continua aumenta, y la corriente de salida alterna del generador 10 se reduce.

45 El efecto de autocontrol es válido no solo a la velocidad máxima y a la potencia máxima de la turbina 1 eólica, esto es, si el convertidor 16 de multiplicación / reducción solo conecta los dos enlaces 15, 17 de corriente continua pero, así mismo, es válido para reducir la velocidad de la turbina 1 eólica. En este último caso, el convertidor 16 de multiplicación / reducción controla el enlace 17 de corriente continua hasta su tensión fija con la consecuencia de que la tensión en el enlace 15 de corriente continua se reduce y que la corriente de salida alterna del generador 10 se incrementa.

50 La potencia deseada, Pref, suministrada a la unidad 35 de control, puede ser generada por un controlador 36. En este caso, un sensor para la medición de la velocidad, Nact, del rotor 4 y unos medios para el control del paso variable de la pala 5 del rotor pueden estar dispuestos dentro, por ejemplo, de la caja 8 de engranajes y pueden estar acoplados por el controlador 36. Así mismo, los sensores para la medición de la velocidad y del viento pueden estar acoplados por el controlador 36. El controlador 36 puede, a continuación, evaluar la potencia deseada, Pref, en

## ES 2 402 150 T3

base a la velocidad del rotor 4, en base al paso de la pala 5 del rotor, en base a la velocidad y a la dirección del viento y / o en base a otros valores operativos de la turbina 1 eólica.

- 5 Así mismo, el controlador 36 puede comprender una unidad de control para el control de la velocidad del rotor 4. Con este fin, el medio para el control del paso de la pala 5 del rotor puede ser ajustado mediante una señal de referencia, paso-ref, con la consecuencia de que la velocidad efectiva medida, Nact, del rotor 4 cambia. La velocidad efectiva, Nact, puede, a continuación, ser controlada hasta una velocidad deseada del rotor 4.

**REIVINDICACIONES**

1.- Una turbina (1) eólica para la producción de energía eléctrica que comprende:

un rotor (4) de la turbina con al menos una pala (5), un generador (10) con un rotor y un estator, estando el rotor (4) de la turbina acoplado por medios mecánicos con el rotor del generador (10), un diodo rectificador (14) que está acoplado eléctricamente al estator del generador (10), un enlace (30) de corriente continua que está acoplado eléctricamente con el diodo rectificador (14), y un convertidor (18) de línea que está eléctricamente acoplado con el enlace (30) de corriente continua, en la que el enlace (30) de corriente continua comprende: un convertidor (16) de multiplicación / reducción, un enlace (17) de corriente continua con una tensión fija, estando el enlace (17) de corriente continua con la tensión fija eléctricamente acoplado con el convertidor (16) de multiplicación / reducción y con el convertidor (18) de línea, y un enlace (15) de corriente continua con una tensión variable, estando el enlace (15) de corriente continua con la tensión variable eléctricamente acoplado con el diodo rectificador (14) y con el convertidor (16) de multiplicación / reducción, **caracterizada porque** el convertidor (16) de multiplicación / reducción está adaptado para conectar el enlace (15) de corriente continua con la tensión variable y el enlace (17) de corriente continua con la tensión fija para reducir al mínimo las pérdidas del convertidor en un punto operativo con alta velocidad o elevada potencia de la turbina (1) eólica, y en la que el convertidor (16) de multiplicación / reducción está adaptado para mantener la conexión en tanto en cuanto la tensión fija del enlace (17) de corriente continua sea suficiente para el convertidor (18) de línea, en particular en tanto en cuanto la tensión fija del enlace (17) de corriente continua sea superior que la del lado de la línea rectificadora del convertidor (18) de línea.

2.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, en la que el generador (10) es un generador sincrónico.

3.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, en la que el generador (10) es excitado con imanes permanentes.

4.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, en la que el generador (10) es excitado eléctricamente.

5.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, que comprende así mismo:

una caja (8) de engranajes que está acoplada por medios mecánicos entre el rotor (4) de la turbina y el rotor del generador (10).

6.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 5, en la que la caja (8) de engranajes está provista de una transmisión de multiplicación de la velocidad.

7.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, que comprende así mismo:

un condensador (11) que está eléctricamente acoplado al estator del generador (10).

8.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, que comprende así mismo:

una unidad (35) de control para el control de la energía eléctrica que fluye a través del convertidor (18) de línea.

9.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, que comprende así mismo:

un controlador (36) para el control de la velocidad efectiva (Nact) del rotor (4) mediante el ajuste del paso de la pala (5) del rotor.

10.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, que comprende así mismo:

un filtro (19) que está eléctricamente acoplado al convertidor (18) de línea.

11.- La turbina (1) eólica de la reivindicación 1, que comprende así mismo:

un primer conmutador, un transformador (24) y un segundo conmutador para el acoplamiento de la turbina (1) eólica a una red (2) de servicio público general.

12.- Un procedimiento de funcionamiento de una turbina (1) eólica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, comprendiendo el procedimiento las etapas de la medición de una potencia efectiva (Iact, Uact) que fluye a través del convertidor (18) de línea y el ajuste de la potencia efectiva a una potencia deseada determinada (Pref) de la turbina (1) eólica.

13.- El procedimiento de la reivindicación 12 que comprende la etapa adicional de la evaluación de la potencia deseada (Pref) en base a al menos un parámetro entre la velocidad del rotor (4), el paso de la pala (5) del rotor, la velocidad y la dirección del viento.

14.- El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende la etapa adicional del control de la velocidad efectiva (Nact) del rotor (4) mediante el ajuste del paso de la pala (5) del rotor.

