

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 817**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2011 E 11154655 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 2489873**

54 Título: **Aparato de ajuste del ángulo de paso de pala para un aerogenerador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.11.2013**

73 Titular/es:

**AREVA WIND GMBH (100.0%)  
Am Lunedeich 156  
27572 Bremerhaven, DE**

72 Inventor/es:

**ZICKERT, BERND**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 430 817 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**

Aparato de ajuste del ángulo de paso de pala para un aerogenerador.

5 La presente invención se refiere a un aparato de ajuste del ángulo de paso de las palas de un aerogenerador, que comprende un motor de paso eléctrico capaz de generar un par motor máximo  $T_m$  y un conjunto de freno de paso capaz de generar un par máximo de conjunto de freno  $T_b$ .

10 En el estado de la técnica, se conocen sistemas de control de paso que incorporan aparatos de ajuste de ángulo de paso de pala. En el documento WO 00/61942, se da a conocer un sistema de control de paso según la técnica anterior.

15 En estos sistemas, el paso de cada pala del rotor se ajusta individualmente con un aparato de ajuste del ángulo de paso de pala dedicado, a saber, un accionador electromecánico. Cada uno de estos accionadores comprende un motor de paso eléctrico, un reductor y un freno de paso electromagnético.

20 De forma predeterminada, el freno de paso está en una condición de frenado. Con el fin de ajustar el ángulo de paso, el freno de paso se libera y el motor de paso acciona la pala en un movimiento rotatorio alrededor de su eje longitudinal. Al alcanzar el ángulo de paso deseado, el freno de paso vuelve a su condición de frenado predeterminada y detiene el giro de la pala.

25 Tal aparato de ajuste del ángulo de paso de pala tiene el inconveniente de que el ajuste de la pala no puede realizarse cuando el freno de paso falla. Cuando se produce un fallo de este tipo, el freno de paso no se puede liberar y, en consecuencia, el motor de paso opera contra un freno cerrado. Esto puede causar una sobrecarga en el circuito eléctrico del motor y dañar el motor. En cualquier caso, el motor de paso es incapaz de hacer girar la pala. En consecuencia, el aerogenerador pierde su capacidad de ajustar el paso, no puede adaptarse a las cambiantes condiciones del viento y sufre el riesgo de ser sometida a altas cargas peligrosas causadas por desequilibrios aerodinámicos.

30 Una solución a este problema es proveer el aparato de ajuste del ángulo de paso de pala con un motor de paso de alta potencia capaz de superar la fuerza de frenado del freno de paso en el caso de que se produzca un fallo en el freno. Sin embargo, esta solución no es satisfactoria ya que aumenta el tamaño, el costo y el peso del motor de paso.

35 Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato de ajuste del ángulo de paso de pala de tamaño pequeño, bajo peso y bajo coste capaz de ajustar el paso de las palas, incluso en el caso de que se produzca un fallo del freno de paso.

40 Este objetivo se alcanza mediante un aparato de ajuste del ángulo de paso de pala de aerogenerador para ajustar el ángulo de paso de una pala de un aerogenerador, que comprende un motor de paso eléctrico capaz de producir un par motor máximo  $T_m$  y un conjunto de freno de paso para generar un par máximo de conjunto de freno  $T_b$ , caracterizado por que el conjunto de freno de paso comprende una pluralidad de frenos de paso individuales, cada uno capaz de generar un par máximo de freno individual  $T_{sb}$ , siendo el par máximo del conjunto de freno  $T_b$  la suma de todos los pares máximos de freno individual  $T_{sb}$  y siendo el par motor máximo  $T_m$  superior al par máximo de freno individual  $T_{sb}$  de cada uno de los frenos de paso.

45 Al proporcionar un conjunto de freno de paso con varios frenos de paso individuales, la fuerza de frenado total y el riesgo de fallo de los frenos de paso se distribuye en varios frenos en lugar de en uno. Si uno de los frenos de paso individuales falla el motor de paso sólo tiene que superar la fuerza de frenado parcial de este freno de paso individual para cambiar de paso. Por lo tanto, el motor de paso puede seguir siendo más pequeño que en la solución de la técnica anterior usando un motor de paso de alta potencia.

50 El documento RU 2 354 845 C1 describe un aparato de ajuste del ángulo de paso de pala que, en lugar de tener un motor de paso eléctrico, aprovecha la energía cinética del aerogenerador para cambiar de paso.

55 De acuerdo con las formas de realización preferidas, el aparato de la invención presenta una o varias de las siguientes características, tomadas de forma aislada o en todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 60 – el par máximo de conjunto de freno  $T_b$  es superior que el par motor máximo  $T_m$ ;
- unos medios para controlar que los frenos de paso frenen de forma conjunta;
- cada uno de los frenos de paso es una unidad de frenado autónoma con su propia fuente de alimentación;
- el conjunto de freno de paso consta de dos frenos de paso;
- el par máximo de freno individual  $T_{sb}$  de cada freno de paso es la mitad del par máximo del conjunto de freno  $T_b$  del conjunto de freno de paso;
- 65 – un eje de accionamiento conectado al motor de paso y al conjunto de freno de paso para ser accionado por el motor de paso y frenado por el conjunto de freno de paso;

- un engranaje de reducción conectado al motor de paso.

La invención también se refiere a un aerogenerador que comprende un rotor, comprendiendo el rotor un cubo, al menos una pala montada de manera giratoria sobre el cubo alrededor de un eje de paso para ajustar el ángulo de paso de la pala, y un aparato de ajuste del ángulo de paso de pala para ajustar el ángulo de paso de la pala como se ha definido anteriormente.

La invención se comprenderá mejor al leer la siguiente descripción de un ejemplo no limitativo de la invención, con referencia a la figura adjunta, que es una vista lateral esquemática de un aparato de ajuste del ángulo de paso de pala de acuerdo con la invención.

Haciendo referencia a la figura, se muestra un aparato de ajuste del ángulo de paso de pala 1. Este aparato se encuentra en un cubo de rotor (no representado) de un aerogenerador. Un extremo 2 del aparato 1 está en acoplamiento de engranaje con una corona dentada 3. La corona dentada 3 está fijada al extremo inferior de una pala de rotor (no representada). La corona dentada 3 y la pala de rotor pueden girar con respecto al cubo de rotor alrededor de un eje de paso que se corresponde sustancialmente con un eje longitudinal de la pala de rotor.

El aparato de ajuste del ángulo de paso de pala 1 comprende, según se ve en la figura de izquierda a derecha, un piñón 4, un engranaje de reducción 5, un eje de accionamiento 6, un motor de paso eléctrico M y un conjunto de freno de paso 7.

El motor de paso M puede producir un par motor máximo  $T_m$ .

El eje de accionamiento 6 está conectado al motor M con el fin de ser accionado por el motor M y está provisto de un extremo de accionamiento 9 y un extremo de frenado 10. El extremo de accionamiento 9 está conectado al engranaje de reducción 5, que a su vez está conectado al piñón 4. El piñón 4 está en acoplamiento de engranaje con la corona dentada 3.

En el ejemplo mostrado, el conjunto de freno de paso 7 comprende dos frenos de paso individuales 11 y 12. Si se desea, el conjunto de freno de paso 7 podría comprender más de dos frenos de paso individuales. En el ejemplo mostrado, los frenos de paso 11 y 12 rodean el extremo de frenado 10 del eje del motor 6 y están dispuestos uno junto al otro. Sin embargo, los frenos de paso 11 y 12 también pueden estar dispuestos entre el motor de paso M y el engranaje de reducción 5. Otra disposición posible es que uno de los frenos de paso esté entre el motor de paso M y el engranaje de reducción 5, mientras que el otro freno de paso está situado en el extremo de frenado 10. La ventaja de tener un freno de paso entre el motor M y el engranaje de reducción 5 es que la pala de rotor puede mantenerse bloqueada en su posición mientras se reemplaza el motor M.

Los frenos de paso 11, 12 son del tipo de bloqueo automático, lo que significa que, de forma predeterminada, los frenos de paso 11, 12 se encuentran en condición de frenado.

Cada freno de paso 11, 12 es una unidad de frenado autónoma con su propia fuente de alimentación. En consecuencia, cada freno de paso 11, 12 puede funcionar de forma independiente del otro. En particular, el freno de paso 11 puede funcionar incluso en caso de fallo del freno de paso 12 y viceversa. Preferentemente, los frenos de paso 11 y 12 son frenos electromagnéticos. En otra forma de realización, no representada, los frenos de paso son frenos hidráulicos.

El aparato de ajuste del ángulo de paso de pala 1 también comprende unos medios (no representados) para controlar que los frenos de paso 11, 12 se comporten como un freno de paso único.

Cada freno de paso 11, 12 puede generar un par máximo de freno individual  $T_{sb}$  ( $T_{sb1}$  y  $T_{sb2}$ , respectivamente). En consecuencia, el conjunto de freno de paso 7 puede generar un par máximo de conjunto de freno  $T_b = T_{sb1} + T_{sb2}$ . En el presente ejemplo,  $T_{sb1} = T_{sb2}$  siendo  $T_b = 2 * T_{sb1} = 2 * T_{sb2}$ .

En una forma de realización alternativa,  $T_{sb1} = 2 * T_{sb2}$  siendo  $T_{sb2} = T_b/3$  y  $T_{sb1} = 2 * T_b/3$ .

El motor de paso M y los frenos de paso 11, 12 se eligen de manera que  $T_b > T_m > T_{sb}$ .

#### *Operación de ajuste de paso normal*

El aparato de ajuste del ángulo de paso de pala 1 funciona de la siguiente manera con el fin de ajustar el paso de la pala de rotor asociada:

En primer lugar, los medios de control de freno de paso proporcionan energía a ambos frenos individuales 11, 12 simultáneamente con el fin de liberar el conjunto de freno de paso 7. A continuación, el motor de paso M se energiza y acciona el eje de accionamiento 6. Por lo tanto, a través del engranaje de reducción 5, el piñón 4 gira, lo que conlleva el giro de la corona dentada 3 y la pala del rotor conexas. Cuando se alcanza el ángulo de paso deseado, el

## ES 2 430 817 T3

motor de paso M se detiene y los medios de control de freno de paso desactivan ambos frenos individuales 11, 12 con el fin de frenar el eje de accionamiento 6 y por lo tanto la pala de rotor.

- 5 En operaciones de ajuste de paso normales, los medios de control controlan los frenos de paso 11, 12 de tal manera que funcionan como un freno de paso único. Los medios de control controlan los frenos de paso 11, 12 de forma síncrona.

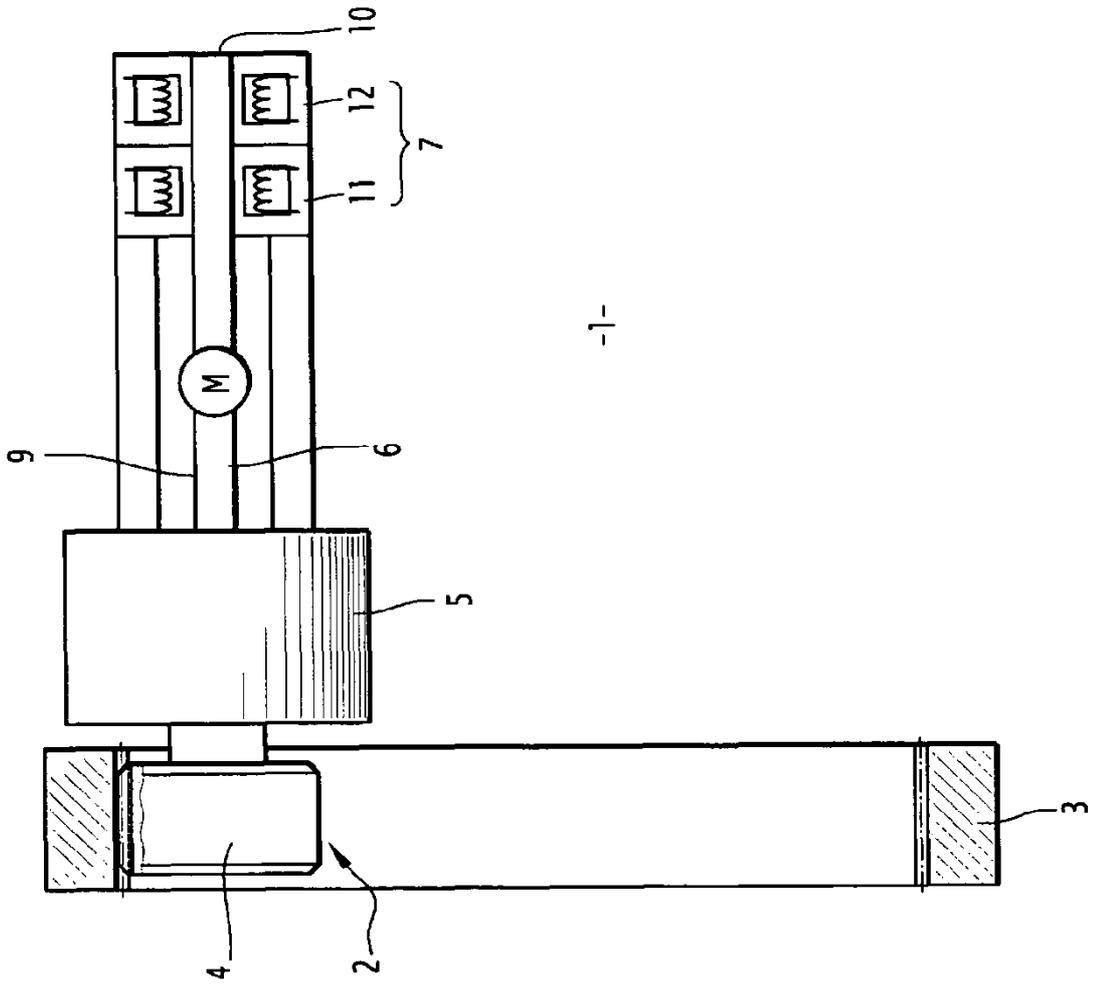
### *Operación de ajuste de paso en caso de fallo del freno de paso*

- 10 Si uno de los frenos individuales 11, 12 falla y, por lo tanto, no puede liberarse, el motor de paso M, gracias a su par motor máximo  $T_m$  que es superior al par máximo de freno individual  $T_{sb}$ , supera la fuerza de frenado del freno individual que ha fallado y ajusta el paso de la aeropala en la posición de bandera segura a fin de evitar daños en el aerogenerador. El otro freno de paso puede liberarse para permitir el ajuste de paso de la pala del rotor. Mientras tanto, la pala del rotor se puede mantener con fiabilidad en la posición deseada tras desactivarse dicho otro freno de
- 15 paso 11, 12.

- Dado que la probabilidad de un fallo simultáneo de los dos frenos independientes 11, 12 es insignificante, el motor de paso M solo necesita energía suficiente para superar la fuerza de frenado parcial de un freno individual estropeado. En consecuencia, el motor de paso M puede tener un tamaño reducido, sin comprometer la seguridad del aerogenerador.
- 20

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de ajuste del ángulo de paso de pala para aerogenerador (1) para ajustar el ángulo de paso de una pala de un aerogenerador, que comprende:
- 5 un motor de paso eléctrico (M) capaz de producir un par motor máximo  $T_m$ ; y
- un conjunto de freno de paso (7) capaz de generar un par máximo de conjunto de freno  $T_b$ ;
- 10 caracterizado porque:
- el conjunto de freno de paso (7) comprende una pluralidad de frenos de paso individuales (11, 12), siendo cada uno capaz de generar un par máximo de freno individual  $T_{sb}$ , siendo el par máximo de conjunto de freno  $T_b$  la suma de todos los pares máximos de freno individual  $T_{sb}$  y
- 15 siendo el par motor máximo  $T_m$  superior al par máximo de freno individual  $T_{sb}$  de cada uno de los frenos de paso.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el par máximo del conjunto de freno  $T_b$  es superior al par motor máximo  $T_m$ .
3. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios para controlar que los frenos de paso (11, 12) frenen de forma conjunta.
- 25 4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los frenos de paso es una unidad de freno autónoma con su propia fuente de alimentación.
5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de freno de paso consiste en dos frenos de paso (11, 12).
- 30 6. Aparato según la reivindicación 5, en el que el par máximo de freno individual  $T_{sb}$  de cada freno de paso es la mitad que el par máximo de conjunto de freno  $T_b$  del conjunto de freno de paso.
7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un eje de accionamiento (6) conectado al motor de paso y al conjunto de freno de paso con el fin de ser accionado por el motor de paso y frenado por el conjunto de freno de paso.
- 35 8. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un engranaje de reducción (5) conectado al motor de paso.
- 40 9. Aerogenerador que comprende un rotor, comprendiendo el rotor:
- un cubo,
  - 45 - al menos una pala montada de manera giratoria sobre el cubo alrededor de un eje de paso para ajustar el ángulo de paso de la pala, y
  - un aparato de ajuste del ángulo de paso de pala según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para ajustar el ángulo de paso de la pala.
- 50



-1-