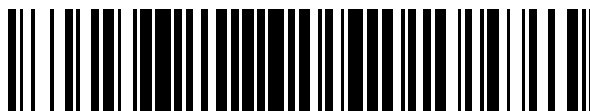


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 259**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/04** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09801411 .1**

96 Fecha de presentación: **19.12.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2389509**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.11.2011**

54 Título: **Instalación fija para la producción de energía eléctrica con un dispositivo de frenado**

30 Prioridad:  
**24.01.2009 DE 102009006054**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**08.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**08.11.2012**

73 Titular/es:  
**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)  
Wernerstrasse 1  
70469 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:  
**BUCHTALA, BORIS;  
BERGER, GÜNTER y  
SCHNURR, BERND**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 390 259 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**

Instalación fija para la producción de energía eléctrica con un dispositivo de frenado

5 La presente invención hace referencia a una instalación de producción de energía eléctrica con un dispositivo de frenado. La instalación de producción de energía eléctrica presenta, al menos, un rotor accionado mediante un fluido, y un generador acoplado con el rotor. El dispositivo de frenado se encuentra dispuesto sobre un eje de la barra de accionamiento.

10 De la declaración de patente DE 10 2004 057 729 A1 se conoce un dispositivo de frenado para el frenado de un rotor de una instalación de energía eólica. El dispositivo de frenado presenta, al menos, un cilindro de freno que se acciona hidráulicamente, cuya presión de frenado se puede regular mediante una válvula de control que se puede regular continuamente. Además, el dispositivo de frenado presenta un conducto de derivación desde dicha válvula distribuidora hacia un tanque, en donde se encuentra dispuesta una válvula de cierre que permite un bloqueo sin pérdidas del circuito del flujo del medio de presión, en relación con el tanque.

15 Un dispositivo de frenado de esta clase, resuelve la tarea de frenar un rotor de una instalación de producción de energía eléctrica, para garantizar un bloqueo sin pérdidas de un cilindro de freno que se puede accionar de manera hidráulica. De esta manera, se permite una modulación segura de la presión de frenado o de la presión de descarga de aire de frenado, con una precisión elevada, de manera que se asegure un frenado suave del rotor.

20 Un dispositivo de frenado de esta clase presenta la desventaja que consiste en la falta de cumplimiento de las exigencias ante situaciones de emergencia en las que un rotor de una instalación de energía eólica se debe frenar en un tiempo lo más reducido posible. Más bien, mediante el frenado suave se proporciona un proceso de frenado que se aproxima teóricamente a un caso límite aperiódico, dado que se somete a cada sobreoscilación, en tanto que la fuerza de frenado se dosifica de manera tal que con un dispositivo de frenado de esta clase no se puede realizar un incremento pronunciado del momento de torsión, como se requiere en situaciones de emergencia para el frenado de un rotor de una instalación de energía eólica en un tiempo muy reducido.

25 En el caso de las instalaciones de energía eólica convencionales, para frenar el rotor en una situación de emergencia, la incidencia del freno debida a las masas elevadas que rotan, conducen a un incremento del momento de torsión en la barra de accionamiento, que excede el momento de frenado estático. Para poder absorber dichos momentos de torsión máximos durante el frenado de un rotor, en una situación de emergencia mediante la barra de accionamiento, los componentes de la barra de accionamiento de la instalación de producción de energía eléctrica, dispuestos en el circuito de energía, se deben sobredimensionar de manera que los momentos de torsión máximos de esta clase no conduzcan a un daño en la instalación de producción de energía eléctrica. Debido a las oscilaciones de torsión que se presentan en un frenado de emergencia de esta clase, en el caso de las instalaciones convencionales de producción de energía eléctrica, el engranaje reductor de velocidad se diseña para una carga de funcionamiento triple y cuádruple, hecho que en el caso de las instalaciones de energía eólica conduce, de manera desventajosa, a pesos considerables en la cabina del generador.

35 La patente US 6,254,197 B1 revela un sistema de frenado hidráulico, así como un método para el control del sistema de frenado hidráulico, para una instalación fija de producción de energía eléctrica, particularmente para instalaciones de energía eólica, sistemas de transporte y similares. La unidad control del sistema de frenado hidráulico actúa sobre la barra de accionamiento, en tanto que se realiza una limitación del momento de torsión introducido por la instalación de frenado. De esta manera, se reduce la fuerza de frenado, es decir, mediante la unidad de control, cuando se alcanza un valor de torsión máximo. Sin embargo, no se revela la manera en que se logra dicha acción.

40 El objeto de la presente invención consiste en crear una instalación fija de producción de energía eléctrica con un dispositivo de frenado, que en el caso de un peso claramente reducido de los componentes de la barra de accionamiento, permita una parada de emergencia del rotor, segura y en un tiempo reducido.

45 Dicho objeto se resuelve mediante el objeto de la reivindicación independiente 1. De las reivindicaciones relacionadas se deducen los perfeccionamientos ventajosos.

50 Conforme a la presente invención, se crea una instalación fija de producción de energía eléctrica, con un dispositivo de frenado. La instalación de producción de energía eléctrica presenta, al menos, un rotor accionado de manera aerodinámica, y un generador acoplado con el rotor. El dispositivo de frenado se encuentra dispuesto sobre un eje de la barra de accionamiento. El dispositivo de frenado actúa junto con una unidad de control, en donde ante la aproximación a un valor umbral de torsión predeterminado, la unidad de control reduce la fuerza de frenado del dispositivo de frenado.

Dicha solución presenta la ventaja de que el dispositivo de frenado puede actuar con plena carga sobre la barra de accionamiento. Dado que una instalación de producción de energía eléctrica de esta clase, se trata de un producto

5 con libertad de movimiento, dicha aplicación del dispositivo de frenado con plena carga, es decir, con una intensidad de frenado y un momento de frenado lo más elevados posible, conduce a un incremento pronunciado de los momentos de torsión en los ejes de la barra de accionamiento. Sin embargo, para evitar una sobreoscilación que exceda el momento de torsión máximo admisible de un eje crítico de la barra de accionamiento, se monitoriza una sobreoscilación del momento, y en el caso de una aproximación al valor umbral de torsión predeterminado, se reduce la fuerza de frenado justo antes de alcanzar el estado de sobreoscilación, a una carga mínima del dispositivo de frenado del rotor. Dado que para este caso, la frecuencia propia de torsión que se genera, se determina mediante el momento de inercia de masa y la rigidez de la barra de accionamiento, desde el rotor hasta el dispositivo de frenado, a partir de ello se puede determinar el intervalo de tiempo  $\Delta t$  después del cual el dispositivo de frenado se puede accionar nuevamente con plena carga.

10 Además, la unidad de control evalúa señales de, al menos, un elemento sensor para la detección del momento de torsión de un eje crítico de la barra de accionamiento. Además, se reduce el momento de frenado del dispositivo de frenado, cuando se alcanza el valor umbral de torsión predeterminado en relación con un momento de torsión admisible de un eje crítico de la barra de accionamiento.

15 En comparación con el método de frenado suave conocido del estado del arte, en este caso mediante la unidad de control utilizada se permite la detención del rotor de una instalación de producción de energía eléctrica en una situación de emergencia, en un periodo de tiempo claramente reducido. Además, el dispositivo de frenado presenta un disco de freno dispuesto sobre el eje de salida de un engranaje reductor de velocidad, que actúa junto con las zapatas de freno, cuya fuerza de frenado se limita mediante el valor umbral en relación con el momento de torsión admisible  $T_{adm}$ , al menos, del eje de salida del engranaje reductor de velocidad. Sin embargo, también se puede dimensionar esencialmente uno de los ejes de transmisión del engranaje reductor de velocidad, o también se puede dimensionar el eje de accionamiento de manera que dicho eje resulte decisivo para el valor umbral del momento de torsión admisible  $T_{adm}$ .

20 Preferentemente, la instalación fija de producción de energía eléctrica es una instalación de energía eólica, que se denomina también generador de energía eólica o generador de fuerza eólica, y que se explica en detalle con las figuras 1 y 3.

25 Preferentemente, antes de alcanzar el valor umbral en relación con el momento de torsión admisible  $T_{adm}$  del eje crítico, la fuerza de frenado del dispositivo de frenado en plena carga se ajusta por encima del caso límite aperiódico, y cuando se alcanza el valor umbral, la fuerza de frenado se reduce a la carga mínima. La provisión de una fuerza de frenado que se ajusta en plena carga por encima del caso límite aperiódico, presenta la ventaja de que se puede lograr una caída claramente más pronunciada de la velocidad de rotación del rotor, que la que se puede lograr en un caso límite aperiódico o en el caso de un frenado suave conocido del estado del arte.

30 Preferentemente, la instalación de producción de energía eléctrica presenta una pluralidad de elementos sensores para la detección de momentos de torsión de diferentes ejes de la barra de accionamiento. Como se ha mencionado anteriormente, el valor umbral para la fuerza de frenado no se relaciona sólo con el eje de salida del engranaje reductor de velocidad, sobre el cual se encuentra dispuesto el disco de freno del dispositivo de frenado, sino que también se relaciona con uno de los ejes restantes que se encuentran dispuestos, por ejemplo, como ejes de transmisión en el engranaje reductor de velocidad, o que se utilizan como ejes de accionamiento entre el rotor y el engranaje. En estos casos, los elementos sensores para la detección del momento de torsión se deben posicionar en dichos ejes, o se debe almacenar un modelo correspondiente en la unidad de control, que permite deducir el estado o bien, la carga de torsión de los ejes restantes, a partir de la diferencia de los momentos de torsión entre el eje de accionamiento y el eje de salida para el engranaje. Además, la unidad de control puede presentar una tabla de valores que presenta los momentos de torsión admisibles  $T_{adm}$  de los ejes de la barra de accionamiento desde el rotor hasta el eje de salida del engranaje reductor de velocidad.

35 Para el control de la fuerza de frenado, el dispositivo de frenado puede presentar válvulas de control hidráulicas, como se conocen del estado del arte de acuerdo con la patente DE 10 2004 057 739 A1, sin embargo, en el dispositivo de frenado de la rotación, de acuerdo con el estado del arte, la fuerza de frenado o bien, el momento de frenado, se ajusta más elevada a través de un actuador correspondiente para un frenado de emergencia del rotor. Además, en una forma de ejecución alternativa correspondiente de la presente invención, se prevé que el dispositivo de frenado presente válvulas de control neumáticas para controlar la fuerza de frenado. Finalmente, también se puede preveer el control de la fuerza de frenado con la ayuda de elementos de ajuste electromecánicos para el dispositivo de frenado.

40 La unidad de control se puede proporcionar por separado como una unidad adicional o como un juego de elementos de modificación para una instalación de producción de energía eléctrica, o se puede integrar en una unidad de control central de la instalación fija de producción de energía eléctrica. Dado que una unidad de control central dispone de una pluralidad de sensores y señales de sensores, particularmente en relación con el nivel de las cargas de torsión, en la barra de accionamiento, en este caso se puede renunciar a sensores por separado para el dispositivo de frenado.

5 En una forma de ejecución, la unidad de control se encuentra configurada para ajustar la fuerza de frenado en relación con un programa de reloj predeterminado. De esta manera, también se puede accionar el dispositivo de frenado sin sensores y de manera controlada. Dado que la frecuencia propia de torsión de la barra de accionamiento se conoce en una pluralidad de instalaciones de energía eólica, el proceso de frenado se puede controlar con una precisión suficiente en relación con el tiempo, también sin sensor.

En una forma de ejecución, la unidad de control se encuentra configurada para la variación del programa de reloj en relación con la velocidad de rotación del rotor. Esto significa que en el caso de diferentes velocidades de rotación, se ejecutan diferentes programas de reloj.

10 De la misma manera, en otra ejecución, la unidad de control se encuentra configurada para la variación del programa de reloj en relación con la carga debida al viento.

15 Un método para el frenado rápido de un rotor de una instalación de producción de energía eléctrica, presenta las siguientes etapas del método. En primer lugar, se determinan los momentos de inercia de masa admisibles en una barra de accionamiento de una instalación de producción de energía eléctrica, desde un rotor, a través de un engranaje reductor de velocidad, hasta el dispositivo de frenado. A partir de ello, se define un eje crítico en la barra de accionamiento entre el rotor y el dispositivo de frenado. Un elemento sensor se dispone de manera tal que durante el frenado se detecte y se monitorice, al menos, el momento de torsión del eje crítico.

20 Ante dichas condiciones, en este punto se puede realizar una puesta en marcha del dispositivo de frenado con plena carga, en donde dicha plena carga es mayor que la fuerza de frenado en el caso límite aperiódico, hasta que se presente una sobreoscilación. Después el dispositivo de frenado se ajusta en la carga mínima, en cuanto se alcanza un valor umbral en relación con un momento de torsión admisible  $T_{adm}$  del eje crítico. Finalmente, se mantiene dicho valor mínimo hasta que se admita un nuevo funcionamiento con plena carga del dispositivo de frenado, considerando el momento de inercia de masa y la rigidez de la barra de accionamiento entre el rotor y el dispositivo de frenado.

25 Dicho método presenta la ventaja que consiste en que se puede lograr un frenado del rotor en intervalos de tiempo notablemente reducidos, aún cuando los componentes en la barra de accionamiento presentan una rigidez y un momento de inercia de masa notablemente reducidos. Esto presenta una ventaja adicional que consiste en que se puede lograr una economía importante en el peso, por ejemplo, para el engranaje reductor de velocidad, y eventualmente también para el eje de accionamiento y el eje de salida del engranaje reductor de velocidad.

30 Para el control de la fuerza de frenado, se puede utilizar un sistema hidráulico, neumático o electromecánico. Además, en el método se prevé que la fuerza de frenado del dispositivo de frenado se adapte, al menos, al valor umbral en relación con el momento de torsión admisible  $T_{adm}$  del eje de salida del engranaje reductor de velocidad. También se pueden monitorizar una pluralidad de ejes de la instalación de producción de energía eléctrica mediante una pluralidad de elementos sensores, para la detección de los momentos de torsión de la barra de accionamiento.

35 Preferentemente, cuando se alcanza uno de los valores umbrales de una tabla de valores almacenada en la unidad de control, que almacena los momentos de torsión admisibles  $T_{adm}$  de los ejes de la barra de accionamiento, desde el rotor hasta el eje de salida del engranaje reductor de velocidad, la unidad de control reduce la carga plena del dispositivo de frenado a la carga mínima. Además, para una forma de ejecución preferida del método se prevé que antes de alcanzar el valor umbral en relación con el momento de torsión admisible  $T_{adm}$  del eje crítico, la fuerza de frenado del dispositivo de frenado en plena carga se ajuste por encima del caso límite aperiódico, y que justo cuando se alcanza el valor umbral, la fuerza de frenado se reajuste en la carga mínima.

La presente invención se explica en detalle mediante las figuras a continuación.

Figura 1 muestra un diagrama esquemático de una instalación fija de producción de energía eléctrica, de acuerdo con una forma de ejecución de la presente invención;

45 Figura 2 muestra un esquema funcional en bloques de una unidad de control para un dispositivo de frenado de la instalación de producción de energía eléctrica, de acuerdo con la figura 1;

Figura 3 muestra un diagrama esquemático de la parada de un rotor de la instalación de producción de energía eléctrica, de acuerdo con la figura 1.

50 La figura 1 muestra un diagrama esquemático de una instalación fija de producción de energía eléctrica 1, de acuerdo con una forma de ejecución de la presente invención. La instalación de producción de energía eléctrica 1 transforma la energía mecánica de un rotor 3, a través de componentes mecánicos y un generador, en energía eléctrica que se alimenta a una carga o a una red, con la ayuda de un convertidor de frecuencias. Un rotor 3 de esta clase, en comparación con el rotor que se muestra en este caso, presenta dimensiones que requieren que la

instalación de producción de energía eléctrica se disponga sobre una torre 22. Además, el rotor 3 se somete a la fuerza del viento con sus palas del rotor 23, y dicha fuerza desplaza un eje de accionamiento 24 logrando la rotación en el sentido de la flecha A.

5 Dicha rotación en un espectro de frecuencias de unas décimas de Hz hasta unas decenas de Hz, se transmite con una frecuencia de rotación notablemente mayor, a través de un engranaje reductor de velocidad 4 que se encuentra dispuesto en una cabina 25 junto con un generador 5 conectado a continuación, y un convertidor de frecuencia 26. Además, el engranaje reductor de velocidad 4 puede alcanzar frecuencias de rotación de un eje de salida 6 entre algunas decenas de Hz y algunas centenas de Hz y, de esta manera, se puede accionar el generador. Como consecuencia de dicha transmisión, el eje de salida 6 puede presentar un diámetro notablemente menor y, de esta manera, puede presentar un momento de inercia de la superficie menor que el eje de accionamiento 24. Además, un dispositivo de frenado 2 con un disco de freno 10 sobre el eje de salida 6, se puede dimensionar de manera notablemente más reducida que cuando un dispositivo de frenado de esta clase se encuentra dispuesto en la zona del eje de accionamiento 24. Sin embargo, los ejes de transmisión y las ruedas dentadas del engranaje reductor de velocidad 4 se deben dimensionar en correspondencia, para poder transmitir las fuerzas de frenado del dispositivo de frenado 2, que actúan a través de las zapatas del freno 11 y 12, al disco de freno 10. Además, no se debe exceder un momento de torsión máximo admisible  $T_{adm}$  para uno de dichos ejes.

Para garantizar un frenado de emergencia en un tiempo reducido para el rotor 3, se proporciona una unidad de control 7 que predetermina la fuerza de frenado, que actúa sobre las zapatas del freno 11 y 12 y, de esta manera, sobre el disco de freno 10. Dicha unidad de control 7 puede presentar una tabla de valores umbrales, almacenada de manera electrónica, que presenta los valores umbrales en relación con el respectivo momento de torsión máximo admisible de los componentes y los ejes individuales en la barra de accionamiento 9 de dicha instalación de producción de energía eléctrica 1. Cuando se utiliza el dispositivo de frenado 2 mediante la unidad de control 7, en primer lugar, para lograr un frenado en un tiempo reducido, se opera con un momento de frenado lo más elevado posible, que se ajusta mediante líneas de alimentación 27 neumáticas, hidráulicas o eléctricas, de la unidad de control 7.

Simultáneamente, con la ayuda de los sensores 8 y 18, se monitoriza el momento de torsión entre el eje de accionamiento 24 y el eje de salida 6, que se incrementa de manera pronunciada durante la ejecución del proceso de frenado. Antes de alcanzar un caso de sobreoscilaciones que se detecta mediante los sensores 8 y 18, con la ayuda del convertidor de señales 20 y 21, el dispositivo de frenado 2 se puede reajustar a la carga mínima mediante las líneas de alimentación 27, a través de la unidad de control 7. Debido a razones de seguridad, en dicha forma de ejecución de la presente invención, se proporciona una unidad de control 19 redundante que actúa junto con los sensores 8 y 18, y que puede alimentar las líneas de alimentación 27. En el caso que falle la unidad de control 7, la unidad de control redundante 19 se puede ocupar de un frenado de emergencia del rotor 3.

La figura 2 muestra un esquema funcional en bloques 13 a 17 de la unidad de control 7 para un dispositivo de frenado 2 de la instalación de producción de energía eléctrica 1, de acuerdo con la figura 1. El bloque 13 suministra la señal de entrada del sensor a la unidad de control 7. Además, el bloque 14 puede estar compuesto por dos unidades de control, como muestra la figura 1, y puede presentar una unidad de control 7 y una unidad de control redundante 19. El bloque funcional 16 entrega en las líneas de alimentación 27, la modulación correspondiente de la fuerza de frenado, en donde la unidad de control del bloque funcional 14 genera la modulación de la fuerza de frenado, de manera eléctrica o neumática mediante el bloque funcional 19, en tanto que se proporcionan válvulas regulables para la entrada y la salida, la modulación de la fuerza de frenado en el bloque funcional 16 actúa de manera que dicha modulación pueda incidir en el dispositivo de frenado 2 que se muestra en la figura 1, a través de las líneas de alimentación 27.

La figura 3 muestra un diagrama esquemático de la parada de un rotor de la instalación de producción de energía eléctrica, de acuerdo con la figura 1. En la abscisa se registra el tiempo  $t$ . Además, en dicho diagrama se proporciona una ordenada para la velocidad de rotación  $n$ , y otra ordenada para el momento de torsión  $T$ . En el instante en el tiempo  $t_0$ , el rotor de la instalación de producción de energía eléctrica rota con una velocidad de rotación  $n$ , mientras que el momento de torsión corresponde al momento de accionamiento  $T_A$ . En el caso de una parada de emergencia, dicho momento de accionamiento  $T_A$  se puede minimizar mediante la rotación de las palas de rotación en una posición en bandera.

En el caso que se realice una parada o bien, un frenado suave que evita cualquier clase de sobreoscilación, de esta manera se logra un periodo de tiempo relativamente más prolongado hasta que se alcance el momento de torsión máximo admisible  $T_{adm}$ , durante un caso límite denominado aperiódico, en donde de manera simultánea se requiere un intervalo de tiempo considerable para poder detener las palas del rotor, como muestra la curva para la velocidad de rotación aperiódica  $n_{ap}$ . Para poder detener el rotor en una parada de emergencia, de una manera rápida y en un tiempo notablemente reducido, en las instalaciones convencionales se acepta una sobreoscilación de la instalación de producción de energía eléctrica con libertad de movimiento. Sin embargo, dicha instalación también debe superar sin dañarse los picos de torsión  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  que se pueden generar durante las paradas rápidas de esta clase, de una instalación de producción de energía eléctrica con libertad de movimiento.

5 Para lograr una parada en un periodo de tiempo reducido entre  $t_0$  y  $t_5$ , en donde la velocidad de rotación de un velocidad de rotación inicial  $n_0$  desciende a una velocidad de rotación final  $n_e = 0$  del rotor, el dispositivo de frenado conforme a la presente invención se pone en marcha, en primer lugar, con plena carga, de manera que en el instante en el tiempo  $t_1$  se alcanza el momento de torsión máximo admisible  $T_{adm}$  de un eje crítico en la barra de accionamiento. En dicho instante  $t_1$ , mediante la unidad de control, el dispositivo de frenado se ajusta en la carga mínima por un intervalo de tiempo  $\Delta t$ , por ejemplo, mediante la apertura del freno.

10 Dicho intervalo de tiempo  $\Delta t$  se puede determinar a partir de la frecuencia de torsión generada, mediante el momento de inercia de masa, de manera que después del intervalo de tiempo  $\Delta t$ , hasta el instante en el tiempo  $t_2$ , el dispositivo de frenado se ajusta nuevamente en plena carga, en donde entre  $t_2$  y  $t_3$  desciende aún más la velocidad de rotación, hasta que finalmente se alcanza nuevamente el momento de torsión máximo admisible  $T_{adm}$  en  $t_3$ , y el dispositivo de frenado se opera nuevamente con una carga mínima por un periodo de tiempo  $\Delta t$ , hasta que finalmente, después del intervalo de tiempo  $\Delta t$  en el instante en el tiempo  $t_4$ , el dispositivo de frenado se conecta nuevamente con plena carga hasta que la velocidad de rotación descienda hasta cero en el instante en el tiempo  $t_5$ , y se mantiene en dicho estado.

15 Dicho diagrama muestra que la curva de la velocidad de rotación con una velocidad de rotación  $n$ , permanece claramente por debajo del caso límite aperiódico, y detiene el rotor dentro del intervalo de tiempo reducido de  $t_0$  y  $t_5$ , hecho que no se puede lograr con un dispositivo de frenado suave.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Instalación de producción de energía eléctrica
- 20 2 Dispositivo de frenado
- 3 Rotor
- 4 Engranaje reductor de velocidad
- 5 Generador
- 6 Eje de salida
- 25 7 Unidad de control
- 8 Elemento sensor
- 9 Barra de accionamiento
- 10 Disco de freno
- 11 Zapata del freno
- 30 12 Zapata del freno
- 13 Bloque funcional
- 14 Bloque funcional
- 15 Bloque funcional
- 16 Bloque funcional
- 35 17 Bloque funcional
- 18 Elemento sensor
- 19 Unidad de control redundante
- 20 Convertidor de señales o bien, amplificador de señales

21 Convertidor de señales o bien, amplificador de señales

22 Torre

23 Pala del rotor

24 Eje de accionamiento

5 25 Cabina

26 Convertidor de frecuencias

27 Línea de alimentación

A Sentido de la flecha

$T_{adm}$  Momento de torsión máximo admisible

10  $T_F$  Momento de frenado

$\Delta t$  Intervalo de tiempo de la carga mínima

t Tiempo

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación fija de producción de energía eléctrica con un dispositivo de frenado (2), en donde la instalación de producción de energía eléctrica (1) presenta el rotor (3) accionado mediante un fluido, y un generador (5) acoplado a dicho rotor, y en donde el dispositivo de frenado (2) se encuentra dispuesto sobre un eje de la barra de accionamiento (9) y actúa junto con una unidad de control (7), en donde ante la aproximación a un valor umbral de torsión, la unidad de control (7) reduce la fuerza de frenado del dispositivo de frenado (2), **caracterizada porque** la unidad de control evalúa señales de, al menos, un elemento sensor (8) para detectar el momento de torsión de un eje crítico de la barra de accionamiento (9), en donde un valor umbral se predetermina en relación con un momento de torsión admisible ( $T_{adm}$ ) del eje crítico, para el momento de frenado ( $T_F$ ) del dispositivo de frenado (2).
- 10 2. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el dispositivo de frenado (2) presenta un disco de freno (10) dispuesto sobre el eje de salida (6) de un engranaje reductor de velocidad (4), que actúa junto con las zapatas de freno (11, 12), cuya fuerza de frenado se limita mediante el valor umbral en relación con el momento de torsión admisible ( $T_{adm}$ ), al menos, del eje de salida (6) del engranaje reductor de velocidad (4).
- 15 3. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada porque** antes de alcanzar el valor umbral en relación con el momento de torsión admisible ( $T_{adm}$ ) del eje crítico, la fuerza de frenado del dispositivo de frenado (2) en plena carga se ajusta por encima del caso límite aperiódico ( $T_{ap}$ ), y cuando se alcanza el valor umbral, la fuerza de frenado se ajusta en la carga mínima.
- 20 4. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** la instalación de producción de energía eléctrica (1) presenta una pluralidad de elementos sensores (8, 18) para la detección del momento de torsión de la barra de accionamiento (9).
- 25 5. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la unidad de control (7) presenta una tabla de valores que presenta los momentos de torsión admisibles ( $T_{adm}$ ) de los ejes de la barra de accionamiento (9) desde el rotor (3) hasta el eje de salida (6) del engranaje reductor de velocidad (4).
6. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el intervalo de tiempo  $\Delta t$  para la aplicación de una carga mínima en el sistema de frenado, es determinado por el momento de inercia de masa y por la rigidez de la barra de accionamiento (9) desde el rotor (3) hasta el dispositivo de frenado (2), mediante la frecuencia de torsión que se genera.
- 30 7. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el dispositivo de frenado (2) presenta válvulas de control hidráulicas para controlar la fuerza de frenado.
- 35 8. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el dispositivo de frenado (2) presenta válvulas de control neumáticas para controlar la fuerza de frenado.
9. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el dispositivo de frenado (2) presenta elementos de ajuste electromecánicos para controlar la fuerza de frenado.
- 40 10. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la unidad de control se encuentra configurada para ajustar la fuerza de frenado en relación con un programa de reloj predeterminado.
11. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada porque** la unidad de control se encuentra configurada para la variación del programa de reloj en relación con la velocidad de rotación del rotor.
- 45 12. Instalación de producción de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada porque** la unidad de control se encuentra configurada para la variación del programa de reloj en relación con la carga debida al viento.
- 50 13. Método para el frenado rápido de una instalación de producción de energía eléctrica (1), en donde  
- se determinan los momentos de inercia admisibles de los ejes en una barra de accionamiento (9) de una instalación de producción de energía eléctrica (1), desde un rotor (3) hasta el dispositivo de frenado (2);



- se define un eje crítico en la barra de accionamiento (9) entre el rotor (3) y el dispositivo de frenado (2);
  - un elemento sensor (8) se dispone de manera tal que durante el frenado se detecte, al menos, el momento de torsión ( $T_{adm}$ ) del eje crítico;
  - 5 - el dispositivo de frenado (2) se pone en marcha con plena carga, que resulta mayor que la fuerza de frenado en el caso límite aperiódico, hasta que se encuentre próximo a una sobreoscilación, y
  - el dispositivo de frenado (2) se ajusta en la carga mínima, en cuanto se alcanza un valor umbral en relación con un momento de torsión admisible del eje crítico, y
  - 10 - la carga mínima se mantiene hasta que se admita nuevamente un funcionamiento con plena carga del dispositivo de frenado (2), considerando el momento de inercia de masa y la rigidez de la barra de accionamiento entre el rotor (3) y el dispositivo de frenado (2).
14. Método de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** el control de la fuerza de frenado se realiza mediante un sistema hidráulico, neumático o electromecánico.
15. Método de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, **caracterizado porque** la fuerza de frenado del dispositivo de frenado (2) se adapta, al menos, al valor umbral en relación con el momento de torsión admisible ( $T_{adm}$ ) del eje de salida (6) de un engranaje reductor de velocidad (4).
16. Método de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado porque** una pluralidad de ejes de la instalación de producción de energía eléctrica (1) se monitorizan mediante una pluralidad de elementos sensores (8, 18) para la detección del momento de torsión de la barra de accionamiento (9).
- 20 17. Método de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** cuando se alcanza uno de los valores umbrales de la tabla de valores, que almacena los momentos de torsión admisibles ( $T_{adm}$ ) de los ejes de la barra de accionamiento (9) desde el rotor (3) hasta el eje de salida (6) del engranaje reductor de velocidad (4), la unidad de control (7) ajusta la carga plena del dispositivo de frenado (2) en la carga mínima.
- 25 18. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 17, **caracterizado porque** antes de alcanzar el valor umbral en relación con el momento de torsión admisible ( $T_{adm}$ ) del eje crítico, la fuerza de frenado del dispositivo de frenado (2) en plena carga se ajusta por encima del caso límite aperiódico ( $T_{ap}$ ), y justo cuando se alcanza el valor umbral, la fuerza de frenado se reajusta en la carga mínima.

