

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 777**

51 Int. Cl.:

F03D 17/00 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2011 PCT/DK2011/050235**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2012 WO12000504**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2011 E 11729049 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2588751**

54 Título: **Sistema de posicionamiento rotacional en una turbina eólica**

30 Prioridad:

29.06.2010 US 359576 P
29.06.2010 DK 201000565

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ROSENVARD, PAW y
LUCENTE, MICHELE

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 742 777 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

Sistema de posicionamiento rotacional en una turbina eólica

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un sistema de posicionamiento rotacional en una turbina eólica, y más en particular a un sistema de posicionamiento rotacional para el sistema de guiñada de turbina eólica.

Descripción de la técnica relacionada

10 Se describe una turbina eólica según el estado de la técnica en el documento WO 2009/068036 A2. Para el control de guiñada, la misma comprende un mecanismo de guiñada con uno o más motores de guiñada, es decir elementos de accionamiento de posicionamiento rotacional, y un cojinete de guiñada, que forma una conexión que puede rotar entre la torre de turbina eólica y la góndola. El motor o motores de guiñada actúan conjuntamente con un anillo dentado conectado de manera fija a la parte superior de la torre mediante un engranaje de piñón. Se conocen otros sistemas de guiñada de turbina eólica a partir del documento EP 1 571 334 A1 o a partir del documento WO 2008/053017 A3.

15 Además, se conoce a partir del documento DE 37 22 022 C1 el uso de un elemento de accionamiento de posicionamiento rotacional en una turbina eólica, por ejemplo para controlar el paso de las palas de rotor, en el que dos motores independientes se acoplan al elemento que va a posicionarse, es decir la pala de turbina eólica, por medio de un engranaje diferencial. Los motores se acoplan al engranaje diferencial mediante engranajes de tornillo sin fin respectivos, teniendo estos últimos efectos autoinhibidores para los motores cuando no están activados.

20 En el documento US 2003/160456 A1 un elemento de accionamiento acimutal para centrales de energía eólica, es decir un sistema de guiñada de turbina eólica, incluye una pluralidad de motores asíncronos trifásicos que se activan por una corriente trifásica de frecuencia variable y que se acoplan en una relación de realimentación negativa por medio de un transformador de corriente para estabilizar eléctricamente los motores individuales frente a fluctuaciones de par no deseadas en los mismos.

25 El documento EP 2 037 119 A1 se refiere a un método para reducir las cargas que actúan sobre un sistema de guiñada de turbina eólica debido a momentos de guiñada que se inducen en el sistema de guiñada mediante un rotor que comprende al menos una pala de rotor con un sistema de control de paso.

30 El documento WO 2008/074324 A2 se refiere a un método de realización de una prueba funcional de el al menos un subelemento integrado de una turbina eólica, controlándose dicha turbina eólica mediante un algoritmo de control del controlador de turbina eólica. El método comprende las etapas de ejecutar un patrón de eventos predefinido activando al menos un subelemento de la turbina eólica, obtener datos de medición basándose en mediciones de al menos un subelemento según el patrón de eventos predefinido, y relacionar dichos datos de medición para predefinir unos datos de referencia y establecer un resultado de prueba que indica el estado de dicho subelemento integrado basándose en el mismo.

35 Los documentos US 5 728 773, EP 2 189 656 A y US 2003/0160456 dan a conocer otros ejemplos de turbinas eólicas y sistemas de posicionamiento rotacional.

Sumario de la invención

Aunque la invención se define en las reivindicaciones independientes, se exponen aspectos adicionales de la invención en las reivindicaciones dependientes, los dibujos y la descripción siguiente.

40 Según el primer aspecto, la invención proporciona un sistema de posicionamiento rotacional en una turbina eólica. El sistema de posicionamiento rotacional comprende una parte accionada, una pluralidad de elementos de accionamiento de posicionamiento acoplados a la parte accionada, una pluralidad de sensores dispuestos cada uno para captar un parámetro de carga indicativo de la carga del elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo, y un controlador de carga conectado a la pluralidad de sensores. El controlador de carga está dispuesto para determinar una carga de un elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo basándose en el parámetro de carga captado, para comparar dicha carga con un valor de carga esperado, y para emitir una señal indicativa de un fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo en respuesta a que la carga es menor que el valor de carga esperado.

50 Según un segundo aspecto, la invención proporciona un método de posicionamiento rotacional de una parte accionada en una turbina eólica. La parte accionada se acciona por medio de una pluralidad de elementos de accionamiento de posicionamiento. Se capta un parámetro de carga indicativo de la carga de un elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo. Se determina una carga de un elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo basándose en el parámetro de carga captado. Dicha carga se compara con un valor de carga esperado. Se emite una señal indicativa de un fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo en respuesta a que la carga es menor que el valor de carga esperado.

Breve descripción de los dibujos

Se explican realizaciones de la presente invención a modo de ejemplo con respecto a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 la figura 1 ilustra una turbina eólica moderna grande según el estado de la técnica, tal como se observa desde la parte delantera,
- la figura 2 muestra una sección transversal simplificada de una góndola de turbina eólica, tal como se observa desde el lado,
- la figura 3 es una vista en perspectiva de un sistema de guiñada de turbina eólica, tal como se conoce *per se* en el estado de la técnica,
- 10 la figura 4 es una vista en perspectiva simplificada y un diagrama de bloques esquemático de un sistema de guiñada de turbina eólica según una realización de la invención.

Descripción detallada de realizaciones

15 La figura 1 ilustra una turbina eólica grande, tal como se indica generalmente mediante la referencia numérica 1. La turbina eólica 1 comprende una torre de sección decreciente 2 y una góndola de turbina eólica 3, que está situada encima de la torre 2. Un rotor de turbina eólica 4 con varias palas de rotor 5, comprendiendo en la realización mostrada tres palas de turbina eólica 5, está conectado a la góndola 3 por medio de un denominado árbol de baja velocidad, que se extiende fuera de la parte delantera de la góndola 3, en un buje de rotor 14. La góndola de turbina eólica 3 está montada en la parte superior de la torre 2 para que pueda realizar una rotación acimutal, que se denomina “guiñada”, alrededor de un eje vertical de modo que la góndola 3 pueda seguir la dirección del viento o pueda llevarse a una posición definida de manera especial, de bandera, de las palas de rotor 5 con referencia a la dirección del viento en determinadas circunstancias. Las palas de turbina eólica 5 están dispuestas de manera que puede ajustarse o controlarse el paso de cada pala 5, es decir su inclinación con respecto a la dirección y la velocidad del viento reales. El paso puede mantenerse constante o puede variarse durante una rotación del rotor 4, esto último para adaptarse a la velocidad del viento que varía con la distancia con respecto al suelo. Se usan sistemas de posicionamiento rotacional especialmente para que un sistema de control de guiñada de turbina eólica controle la guiñada de la góndola de turbina eólica 3 o para que un sistema de control de paso de turbina eólica controle el paso de las palas de turbina eólica 5.

20 Un sistema de control de guiñada de turbina eólica, figura 3, tal como se conoce *per se* en la técnica, comprende una pluralidad de elementos de accionamiento de guiñada 102, cada uno de los cuales incluye un motor de guiñada 103 y un engranaje de guiñada 104. Cada uno de los elementos de accionamiento de guiñada 102 debe compartir la carga de manera equitativa, o según proporciones predefinidas. Debido al requisito de accionamiento de guiñada extremadamente alto que ha de satisfacerse mediante un sistema de guiñada apropiado para adecuarse a cualquier condición de funcionamiento de la turbina eólica, los elementos de accionamiento de guiñada 102 se dimensionan normalmente de tal manera que en cualquier condición normal nunca se cierra según configuración ningún relé de sobrecarga que se incluye normalmente en el sistema de guiñada para proteger el mismo frente a daños debidos a cargas excesivas. Esto significa que no se detecta ningún fallo de un motor de guiñada 103 o, en general, el elemento de accionamiento de guiñada 102 en el sentido de que el mismo no contribuye al movimiento de guiñada. Normalmente, un motor de guiñada 103 de un elemento de accionamiento de guiñada no se carga más del 50% durante el funcionamiento normal, por tanto puede que un fallo de motor no se detecte aunque, teóricamente, la mitad del número de motores de guiñada estén defectuosos.

35 Antes de seguir adelante con una descripción detallada de las realizaciones de la invención, se comentarán algunos aspectos generales del sistema de posicionamiento de turbina eólica.

40 En una realización, el sistema de posicionamiento rotacional comprende elementos de accionamiento de posicionamiento que, a su vez, comprenden cada uno uno (o más) motor(es) de posicionamiento y un engranaje mediante el cual el/los motor(es) de posicionamiento se acopla(n) a la parte accionada. En otra realización, el elemento de accionamiento de posicionamiento comprende un motor de posicionamiento que se acopla directamente (sin ningún engranaje intermedio) a la parte accionada. Por tanto, los sensores están dispuestos para captar un parámetro de carga para el motor de posicionamiento o el engranaje, en ambos casos el parámetro de carga es indicativo de la carga del/de los uno (o más) motor(es) de posicionamiento. En general, el parámetro de carga se capta para cualquier parte del elemento de accionamiento de posicionamiento que esté sujeta a la transmisión de par desde el motor de posicionamiento hasta la parte accionada siempre que este parámetro de carga sea indicativo de la carga aplicada por el motor de posicionamiento. En otra realización, dos o más motores de posicionamiento se acoplan juntos mediante un engranaje común, tal como un engranaje diferencial, a la parte accionada.

55 En una realización, los sensores para captar el parámetro de carga están dispuestos para captar un parámetro de carga indicativo de la potencia de motor efectiva, en particular una corriente de motor eléctrico, del motor de posicionamiento respectivo.

Alternativa o adicionalmente, los sensores están dispuestos para captar un parámetro de carga indicativo del par mecánico del elemento de accionamiento de posicionamiento. Una vez más, el par mecánico del elemento de accionamiento de posicionamiento puede captarse en cualquiera de sus partes que esté sujeta a la transmisión de par desde el motor de posicionamiento hasta la parte accionada.

- 5 En una realización, el controlador de carga está dispuesto para emitir una señal indicativa de fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo en respuesta a que la carga es menor que el valor de carga esperado en más de una cantidad predeterminada.

10 En una realización, el controlador de carga está dispuesto además para emitir una señal indicativa de fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo en respuesta a que la carga es mayor que el valor de carga esperado en más de una cantidad predeterminada. Por tanto, el controlador emite una señal de fallo para un elemento de accionamiento de posicionamiento que no sólo funciona por debajo de la carga normal sino que además funciona con una cantidad predeterminada por encima de la carga normal (tal como en una situación de agarrotamiento).

15 En una realización, el controlador de carga está dispuesto para comparar la carga de un elemento de accionamiento de posicionamiento respectivo con el valor de carga esperado durante intervalos de funcionamiento dados del sistema de posicionamiento rotacional, y para emitir una señal indicativa de un fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento en respuesta a que la carga es menor o mayor que el valor de carga esperado en una cantidad predeterminada durante la totalidad o al menos una parte de los intervalos de funcionamiento dados o durante la totalidad o al menos una parte de cada uno de los intervalos de funcionamiento dados. Los intervalos de funcionamiento pueden elegirse de manera que ha de esperarse una distribución de carga normal a los elementos de accionamiento de posicionamiento durante un intervalo de funcionamiento de este tipo, tales como que excluyen los intervalos de arranque y frenado. Considerar una pluralidad de tales intervalos de funcionamiento sucesivos, tales como varias operaciones de movimiento rotacional sucesivas del sistema de posicionamiento rotacional, minimiza el riesgo de un diagnóstico erróneo del fallo de un motor de posicionamiento. Los intervalos de funcionamiento son relativamente cortos, tales como los de una única operación de posicionamiento, o son más largos, tales como horas, días o semanas, comprendiendo un gran número de operaciones de posicionamiento.

20 En una realización, el sistema de posicionamiento rotacional está dispuesto para controlar la guiñada de la turbina eólica, en particular la conexión que puede pivotar entre una torre de turbina eólica y una góndola de turbina eólica. La parte accionada es un anillo de guiñada, y el elemento de accionamiento de posicionamiento incluye un motor de guiñada y un piñón que engrana con el anillo de guiñada. Una vez más, algunos o la totalidad de los motores de posicionamiento se agrupan juntos para dar una pluralidad de grupos de motores y cada grupo de motores se acopla mediante un engranaje, tal como un engranaje diferencial, al anillo de guiñada. De ese modo, sólo una parte o la totalidad de los motores de posicionamiento de un grupo de motores se equipan con los sensores para captar el parámetro de carga.

30 En otra realización, el sistema de posicionamiento rotacional está dispuesto para controlar el paso de las palas de turbina eólica.

Volviendo ahora a la figura 1, según una realización, el rotor de turbina eólica 4 comprende tres palas de rotor 5, que se montan en el buje 14, pero en otras realizaciones, el rotor de turbina eólica 4 puede comprender otro número de palas 5, tal como dos, cuatro o más palas.

40 La figura 2 muestra una sección transversal simplificada de la góndola 3 de una denominada turbina eólica con regulación de paso 1, tal como se observa desde el lado. Pueden existir góndolas 3 en una multitud de variaciones y configuraciones, por ejemplo un tren de accionamiento en la góndola 3, que sigue al árbol de baja velocidad al que se fija el rotor de turbina eólica 4, comprende uno o más de los siguientes componentes: un engranaje 15 para cambiar la (baja) velocidad de rotación del rotor 4 a una velocidad de rotación elevada, algún tipo de sistema de freno 16 y un generador 17 para convertir la energía mecánica proporcionada desde el rotor de turbina eólica 4 en energía eléctrica. Además, la góndola 3 de una turbina eólica 1 moderna también puede incluir un convertidor (o un inversor) 18 para convertir la salida de energía eléctrica del generador 17 en una tensión con la amplitud, la frecuencia y la fase apropiadas para cumplir los requisitos de la red eléctrica. Además puede incluirse en la góndola 3 un equipo periférico adicional, tal como un equipo de manipulación de potencia adicional, un equipo de control, sistemas hidráulicos, sistemas de enfriamiento y más.

50 Una estructura de refuerzo 19 soporta el peso de toda la góndola 3, que incluye los componentes de góndola 15, 16, 17, 18, se porta. Los componentes 15, 16, 17, 18 descritos anteriormente pueden colocarse en y/o conectarse a una estructura de soporte de carga 19 común de este tipo. En la realización simplificada mostrada, la estructura de refuerzo 19 sólo se extiende a lo largo de la parte inferior de la góndola 3, por ejemplo en forma de un bastidor de cama, a la que se conectan algunos o la totalidad de los componentes 15, 16, 17, 18. En otras realizaciones, la estructura de refuerzo 19 puede comprender una denominada campana de engranajes que transfiere la carga desde el rotor 4 directamente hasta la torre 2, o la estructura de soporte de carga 19 puede comprender varias partes interconectadas, tales como en una pieza en cuadrícula.

En la realización mostrada, el tren de accionamiento de la góndola 3 está dispuesto en ángulo con respecto a un plano horizontal, por ejemplo para garantizar que las palas de rotor 5 no golpean la torre 2, para compensar las diferencias de la velocidad del viento en la parte superior y la parte inferior del rotor de turbina eólica 4, y por otros motivos.

5 La mayoría de realizaciones de turbinas eólicas modernas usan la denominada guiñada forzada, es decir para controlar la dirección u orientación de la góndola 3 y, por consiguiente, el eje del rotor de turbina eólica 4, en la dirección acimutal alrededor del eje vertical de la torre 2 y, por consiguiente, en relación con la dirección del viento, hacen uso de un sistema de control de guiñada que incluye un controlador 25 y un sistema de guiñada 24. El sistema de guiñada 24 incluye elementos de accionamiento 102 para mantener el rotor desviado contra el viento
10 haciendo rotar la góndola 3 en la parte superior de la torre 2.

El sistema de guiñada 24 mostrado en la figura 2 comprende un elemento de accionamiento de guiñada de posicionamiento 102 que actúa conjuntamente con un anillo dentado 101 por medio de un engranaje de piñón 105, estando todos estos componentes ilustrados en la figura 2 de manera muy simplificada.

15 El sistema de guiñada se activa mediante el controlador 25, que se muestra, sólo para fines de ejemplo, en la realización de la figura 2, como incluido en el rotor 4, para controlar el ángulo de guiñada o la posición de guiñada, por ejemplo basándose en una señal de realimentación de posición desde un sensor de posición. En vez de colocarse en el buje 14 del rotor 4, en otras realizaciones, el controlador 25 puede colocarse en la góndola 3, en la torre 2 o en otro lugar apropiado.

20 Las palas de turbina eólica 5 del rotor 4 se conectan al buje 14 de manera pivotante alrededor del eje longitudinal de las palas 5, es decir de tal manera que se permite una variación del paso de pala con respecto al viento. Esto incluye una posición de bandera, es decir una posición de estacionamiento, en la que se ajusta el paso de la pala 5 de modo que la cuerda de la misma es sustancialmente paralela al viento incidente. Con fines de protección, si la velocidad del viento del viento incidente aumenta por encima de un nivel determinado, tal como por ejemplo 25 metros/s, el controlador 25 colocará las palas 5 en posición de bandera para hacer que el rotor 4 deje de rotar, o al menos hacer
25 que el rotor 4 esté inactivo, y la turbina eólica dejará sustancialmente de producir potencia para la red de distribución de energía eléctrica. Esto se hace, entre otros motivos, para proteger las palas 5 y los demás componentes de la turbina eólica 1 frente a sobrecargas dañinas a velocidades del viento altas. El control de paso de las palas de rotor 5 se realiza mediante un sistema de control de paso o elementos de accionamiento de posicionamiento de paso 21, 22, que se muestran en la figura 2 cerca de la raíz 29 de las palas 5 por motivos de sencillez y sólo como ejemplo.

30 La figura 3 muestra, en una vista en perspectiva simplificada, algunas partes esenciales de un sistema de guiñada de turbina eólica, tal como se conoce *per se* a partir del estado de la técnica. Este comprende un anillo de guiñada 101 y una pluralidad de elementos de accionamiento de guiñada 102, cada uno de los cuales incluye un motor de guiñada 103 y un engranaje de guiñada 104, en el que el engranaje de guiñada 104 de cada elemento de accionamiento de guiñada 102 se acopla al anillo de guiñada 101 mediante un piñón de guiñada 105, engranando
35 este último con el anillo de guiñada 101. Normalmente, se proporciona un sistema de guiñada de este tipo en la conexión entre la torre de turbina eólica 2 y la góndola de turbina eólica 3 de una turbina eólica, tal como se muestra en la referencia numérica 24 en la figura 2.

En la figura 4, se muestra una realización del sistema de guiñada de la invención de manera simplificada, en parte en una vista en perspectiva, en parte en forma de un diagrama de bloques.

40 El sistema de guiñada comprende un anillo de guiñada 101 y una pluralidad de elementos de accionamiento de guiñada 102, cada uno de los cuales incluye un motor de guiñada 103 y un engranaje de guiñada 104, en el que el engranaje de guiñada 104 se acopla al anillo de guiñada 101 mediante un piñón de guiñada 105, engranando este último con el anillo de guiñada 101. Mientras que la figura 3 muestra un sistema de guiñada en el que los elementos de accionamiento de guiñada 102 están dispuestos fuera del anillo de guiñada 101, engranando los piñones de
45 guiñada 105 con los dientes del anillo de guiñada 101 en la circunferencia exterior del mismo, en la figura 4 los elementos de accionamiento de guiñada 102 están dispuestos en el interior del anillo de guiñada 101, engranando el piñón de guiñada 105 con los dientes del anillo de guiñada 101 en la circunferencia interior del mismo, sólo a modo de ejemplo. Además, la figura 3 muestra una disposición que incluye cuatro elementos de accionamiento de guiñada 102, mientras que en la figura 4, sólo por motivos de sencillez, sólo se muestran tres elementos de accionamiento de
50 guiñada 102.

Hablando en términos generales, el sistema de guiñada incluye una pluralidad de motores de guiñada 103 dentro de cualquier clase de elemento de accionamiento de guiñada 102 para accionar el sistema de guiñada, y una pluralidad de sensores 111 para captar un parámetro de carga de un motor de guiñada 103 respectivo o, en general, el elemento de accionamiento de guiñada 102. En la figura 4, en este caso se muestran tres elementos de accionamiento de guiñada 102, cada uno de los cuales comprende un motor de guiñada 103 y un engranaje de
55 guiñada 104, engranando este último con el anillo de guiñada 101 del sistema de guiñada mediante un piñón de guiñada 105, cada uno. En la presente realización, cada uno de estos elementos de accionamiento de guiñada 102 tiene un sensor 111 asociado para captar el parámetro de carga.

Los sensores 11 se acoplan a un controlador de carga, que está dispuesto para realizar las siguientes etapas, por ejemplo mediante los componentes 112, 113, 114, 115 tal como se muestra en la figura 4. En una primera etapa (por ejemplo realizada por la calculadora 112), determina una carga de un motor de guiñada 103 respectivo basándose en el parámetro de carga captado por los sensores 111. En una segunda etapa (por ejemplo realizada por un comparador 113), compara esta carga con un valor de carga esperado. En una tercera etapa (por ejemplo realizada por un dispositivo emisor 114), emite una señal 115 indicativa de fallo del motor de guiñada respectivo en respuesta a que la carga es menor que el valor de carga esperado. Un valor de carga esperado de este tipo puede basarse en el valor de carga medio de la pluralidad de motores de guiñada 103 del sistema de guiñada, siempre que los motores de guiñada 103 sean similares o idénticos. En caso de que, por los motivos que sea, haya diferencias en los elementos de accionamiento de guiñada 102 o los motores de guiñada 103, en lo que respecta a su capacidad de soporte de carga o potencia, tales diferencias se tienen en cuenta al determinar el valor de carga medio.

Los sensores 111 pueden estar dispuestos para captar un parámetro de carga que es indicativo de la potencia efectiva de los motores de guiñada 103, pueden estar dispuestos para captar una corriente de motor eléctrico efectiva de los motores de guiñada 103 como el parámetro de carga, o los sensores 111 pueden estar dispuestos para captar un par mecánico de los motores de guiñada 103 o, en general, los elementos de accionamiento de guiñada 102 como el parámetro de carga.

Los controladores de carga 112, 113, 114, 115 pueden estar dispuestos además para comparar, basándose en el parámetro de carga captado, la carga del motor de guiñada 103 respectivo con el valor de carga esperado, y para emitir adicionalmente una señal indicativa de fallo en respuesta a que la carga es mayor que el valor de carga esperado en más de una cantidad dada.

Adicional o alternativamente, los controladores de carga 112, 113, 114, 115 pueden estar dispuestos para comparar, basándose en el parámetro de carga captado, la carga del motor de guiñada 103 respectivo o el elemento de accionamiento de guiñada 102 con el valor de carga esperado durante intervalos de funcionamiento dados del sistema de guiñada, y para emitir la señal indicativa de fallo en respuesta a que la carga es mayor que el valor de carga esperado durante la totalidad o al menos una parte de todos los intervalos de funcionamiento dados o durante la totalidad o al menos una parte de cada uno de los intervalos de funcionamiento dados.

Cualquier desviación significativa de la carga captada con respecto al valor de carga esperado, en el sentido de que sea significativamente menor, pero por otra parte también cuando es significativamente mayor que el valor de carga esperado, puede considerarse una indicación de fallo de uno de los elementos en el elemento de accionamiento de guiñada 102, ya sea en el motor de guiñada 103, el engranaje de guiñada 104, el piñón de guiñada 105 o en cualquier otra parte esencial asociada con el elemento de accionamiento de guiñada 102 respectivo. Cuando la carga detectada basándose en el parámetro de carga captado es significativamente menor que el valor de carga esperado, esto puede considerarse una indicación de funcionamiento defectuoso en el sentido de un rendimiento de accionamiento reducido, sea por el motivo que sea. Por otra parte, cuando la carga detectada basándose en el parámetro de carga captado es significativamente mayor que el valor de carga esperado, esto puede considerarse, en un momento relativamente temprano, un funcionamiento defectuoso en el sentido de cualquier requisito de potencia incrementado, que no sea normal, asociado con el elemento de accionamiento de guiñada 102, quizá por un agarrotamiento o una fricción aumentada en el motor de guiñada 103, el engranaje de guiñada 104 o en otro lugar.

Hablando en términos generales, la carga captada de un motor de guiñada respectivo se compara con un valor de carga esperado de tal manera que se monitoriza el consumo de potencia efectiva o la carga sobre cada motor de guiñada, y si, basándose en ello, se detecta cualquier fallo de un motor de guiñada o un elemento de accionamiento de guiñada, por ejemplo cuando un motor usa significativamente menos potencia que los demás, el controlador de carga lo detectará, aunque la turbina eólica todavía pueda seguir funcionando de manera apropiada.

Dicha comparación de la carga detectada basándose en el parámetro de carga captado con el valor de carga esperado puede basarse en cualquier valor de referencia apropiado, este puede ser el valor de carga medio de la pluralidad de los restantes motores de guiñada, el valor de carga medio de todos los motores de guiñada, incluido el respectivo en cuestión. Sin embargo, la comparación también puede realizarse derivando los valores de carga esperados a partir de los parámetros de funcionamiento de la turbina eólica, es decir modelando el valor de carga esperado a partir de parámetros tales como la dirección del viento, la velocidad del viento, la velocidad de rotación de la turbina eólica, la salida de potencia eléctrica del generador y otros parámetros de funcionamiento, o también derivando los valores de carga esperados a partir de una tabla de consulta en la que se introducen los parámetros de funcionamiento. Sin embargo, la manera más apropiada puede ser una sencilla comparación con la carga media o el requisito de potencia de los demás motores de guiñada.

lista de referencias numéricas

- 1 turbina eólica
- 2 torre
- 3 góndola

	4	rotor
	5	pala
	14	buje
	15	engranaje
5	16	sistema de freno
	17	generador
	18	convertidor
	19	estructura de refuerzo
	21	sistema de control de paso
10	22	sistema de control de paso
	24	sistema de guiñada
	25	controlador de guiñada y paso
	29	raíz
	101	anillo de guiñada
15	102	elemento de accionamiento de guiñada
	103	motor de guiñada
	104	engranaje de guiñada
	105	piñón de guiñada
	111	sensor de carga
20	112	calculadora de determinación de carga
	113	comparador de carga
	114	dispositivo emisor de señal de fallo
	115	señal de fallo

REIVINDICACIONES

1. Sistema de posicionamiento rotacional en una turbina eólica, que comprende una parte accionada (101),
5 una pluralidad de elementos de accionamiento de posicionamiento (102) acoplados a la parte accionada (101), y una pluralidad de sensores (111) dispuestos cada uno para captar un parámetro de carga indicativo de la carga del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo, caracterizado por un controlador de carga (112, 113, 114, 115) conectado a la pluralidad de sensores (111), y dispuesto para determinar una carga de un elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo basándose en el parámetro de carga captado, para comparar dicha carga con un valor de carga esperado, y para emitir una señal (115) indicativa de un fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo en respuesta a que la carga es menor que el valor de carga esperado.
- 10 2. Sistema de posicionamiento rotacional según la reivindicación 1, en el que el controlador de carga (112, 113, 114, 115) está dispuesto para determinar el valor de carga esperado como el valor de carga medio de la pluralidad de elementos de accionamiento de posicionamiento (102).
- 15 3. Sistema de posicionamiento rotacional según la reivindicación 1 ó 2, en el que los elementos de accionamiento de posicionamiento (102) comprenden motores de posicionamiento (103), y los sensores (111) están dispuestos para captar un parámetro de carga indicativo de una potencia de motor efectiva del motor de accionamiento de posicionamiento (103) respectivo.
- 20 4. Sistema de posicionamiento rotacional según la reivindicación 1 ó 2, en el que los elementos de accionamiento de posicionamiento (102) comprenden motores de posicionamiento eléctricos (103), en el que los sensores (111) están dispuestos para captar un parámetro de carga indicativo de una corriente de motor eléctrico del motor de posicionamiento (103) respectivo.
- 25 5. Sistema de posicionamiento rotacional según la reivindicación 1 ó 2, en el que los sensores (111) están dispuestos para captar un parámetro de carga indicativo de un par mecánico del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo.
- 30 6. Sistema de posicionamiento rotacional según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador de carga (112, 113, 114, 115) está dispuesto para emitir una señal (115) indicativa de un fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo en respuesta a que la carga es menor que el valor de carga esperado en más de una cantidad predeterminada.
- 35 7. Sistema de posicionamiento rotacional según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador de carga (112, 113, 114, 115) está dispuesto para comparar la carga de un elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo con el valor de carga esperado durante intervalos de funcionamiento dados del sistema de posicionamiento rotacional, y para emitir una señal (115) indicativa de un fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo en respuesta a que la carga es menor que el valor de carga esperado durante la totalidad o al menos una parte de todos los intervalos de funcionamiento dados o durante la totalidad o al menos una parte de cada uno de los intervalos de funcionamiento dados.
- 40 8. Sistema de posicionamiento rotacional según la reivindicación 7, en el que el controlador de carga (112, 113, 114, 115) está dispuesto para emitir adicionalmente una señal indicativa de un fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo en respuesta a que la carga es mayor que el valor de carga esperado en más de una cantidad predeterminada.
- 45 9. Sistema de posicionamiento rotacional según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuesto para controlar la guiñada de la turbina eólica, en el que la parte accionada (101) es un anillo de guiñada (101), y el elemento de accionamiento de posicionamiento (102) comprende un motor de guiñada (103) y un piñón de guiñada (105) que engrana con el anillo de guiñada (102).
- 50 10. Sistema de posicionamiento rotacional según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuesto para controlar el paso de las palas de turbina eólica.
11. Método de posicionamiento rotacional de una parte accionada (101) en una turbina eólica, que comprende las etapas de:
accionar la parte accionada (101) por medio de una pluralidad de elementos de accionamiento de posicionamiento (102), y

captar un parámetro de carga indicativo de la carga de un elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo,

caracterizado por

5 determinar una carga de un elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo basándose en el parámetro de carga captado,

comparar dicha carga con un valor de carga esperado, y

emitir una señal (115) indicativa de un fallo del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo en respuesta a que la carga es menor que el valor de carga esperado.

10 12. Método según la reivindicación 11, que comprende además la etapa de determinar el valor de carga esperado como la carga media de la pluralidad de elementos de accionamiento de posicionamiento (102).

13. Método según la reivindicación 11 ó 12, en el que la etapa de captar un parámetro de carga comprende la etapa de captar un parámetro de carga indicativo de una potencia de motor efectiva del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo.

15 14. Método según la reivindicación 13, en el que la etapa de captar un parámetro de carga comprende la etapa de captar un parámetro de carga indicativo de una corriente de motor eléctrico del elemento de accionamiento de posicionamiento (102) respectivo.

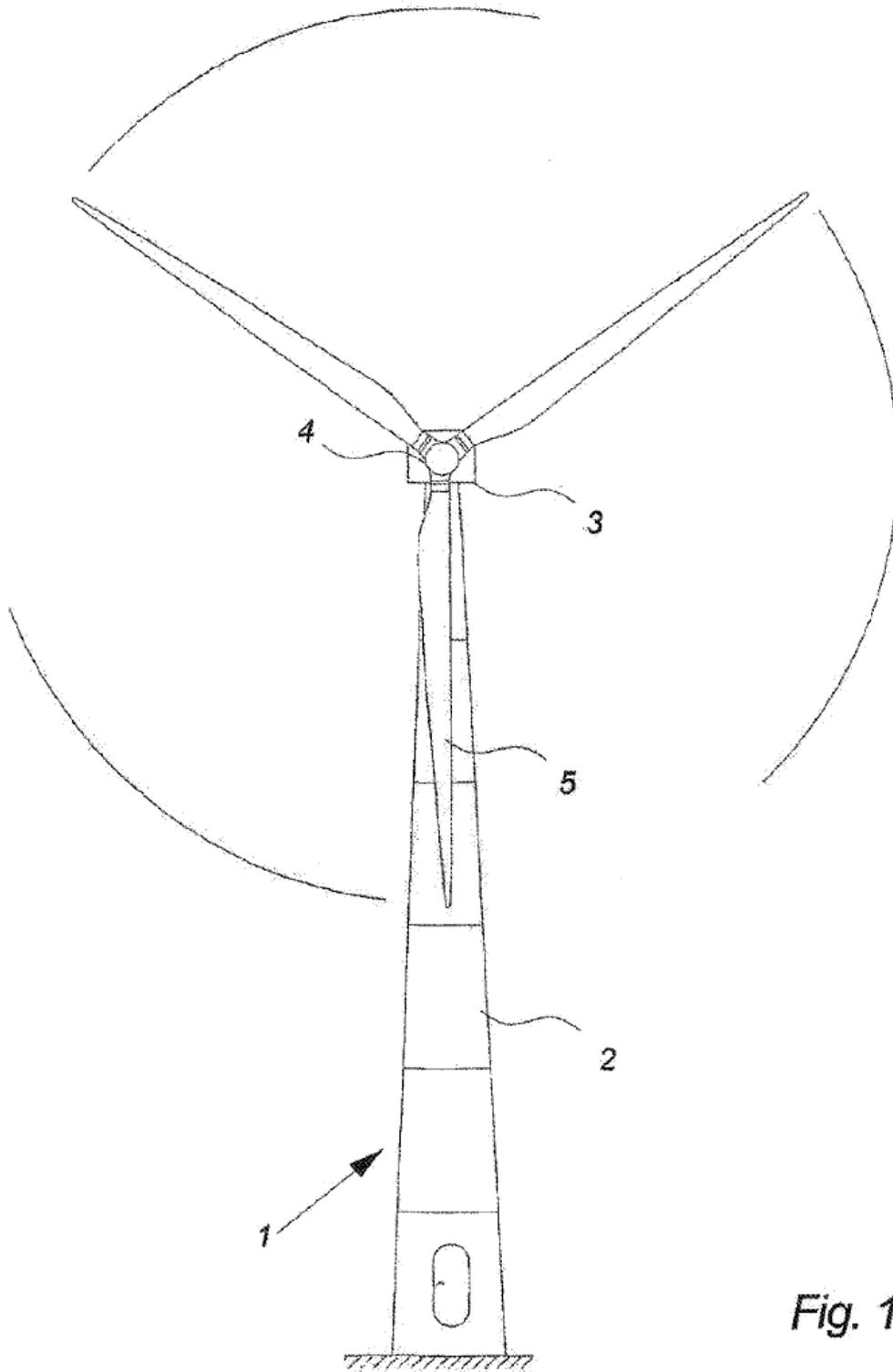


Fig. 1

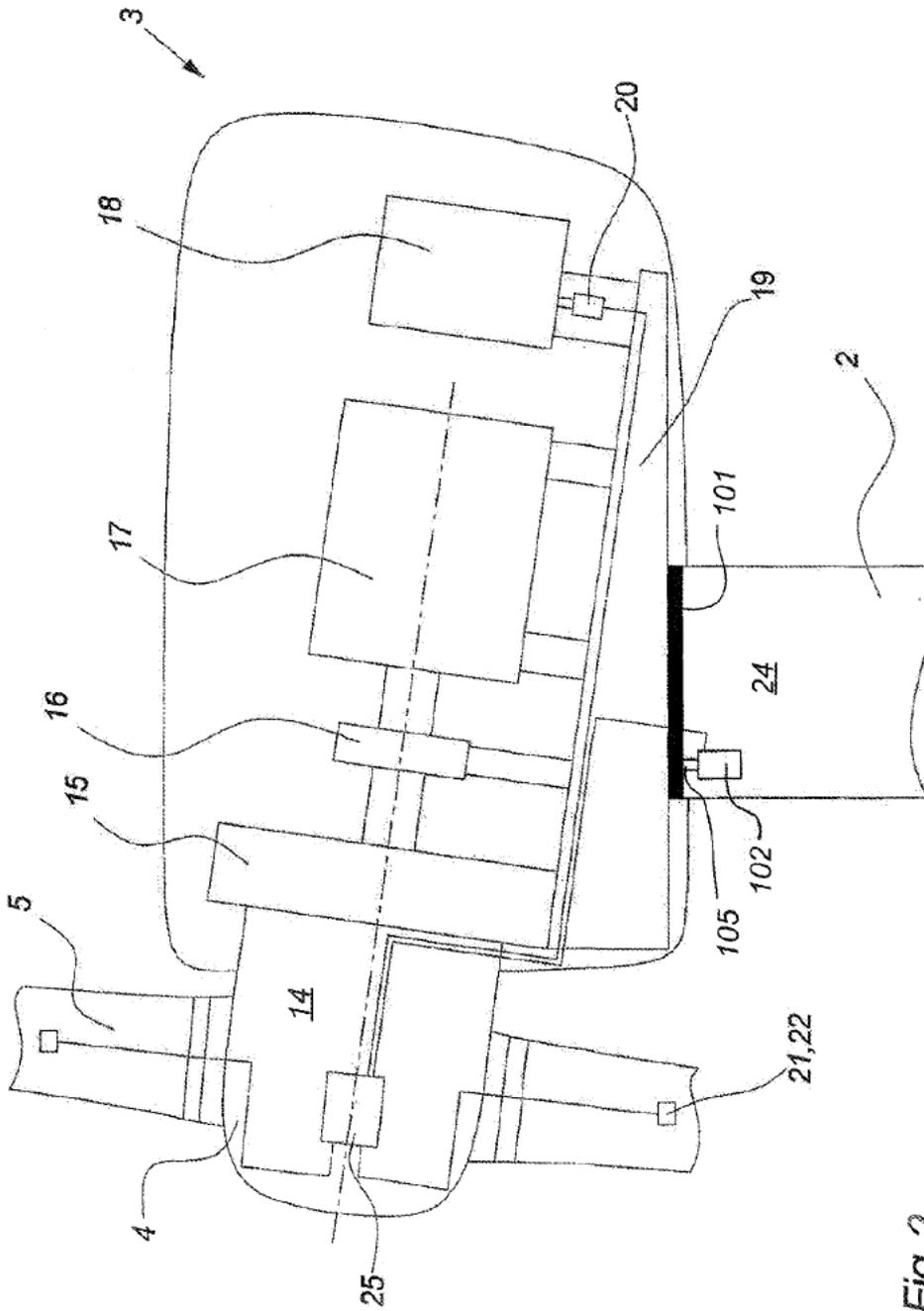


Fig. 2

Estado de la técnica

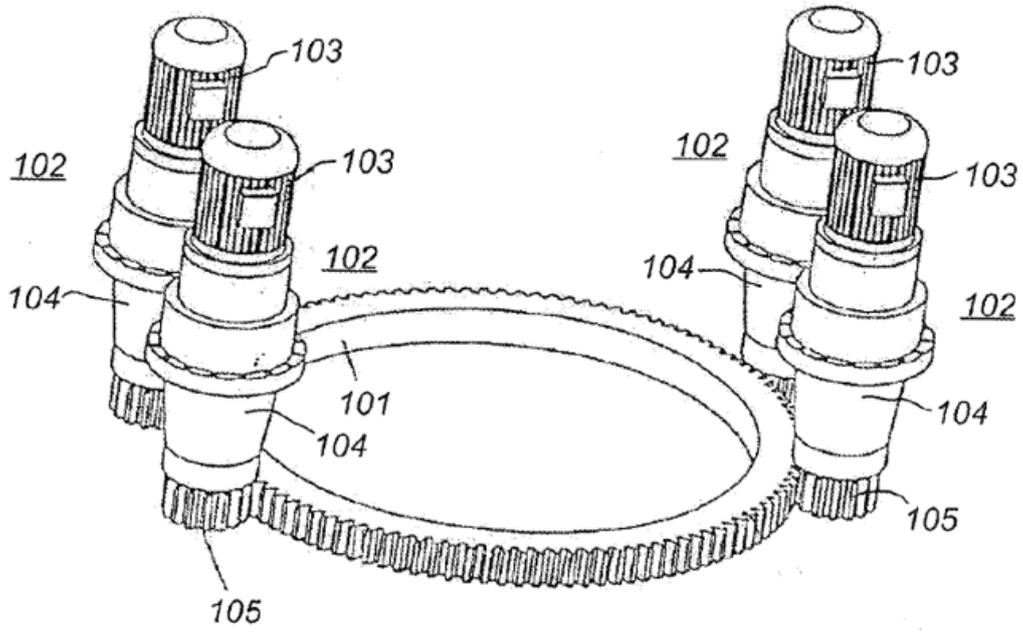


Fig. 3

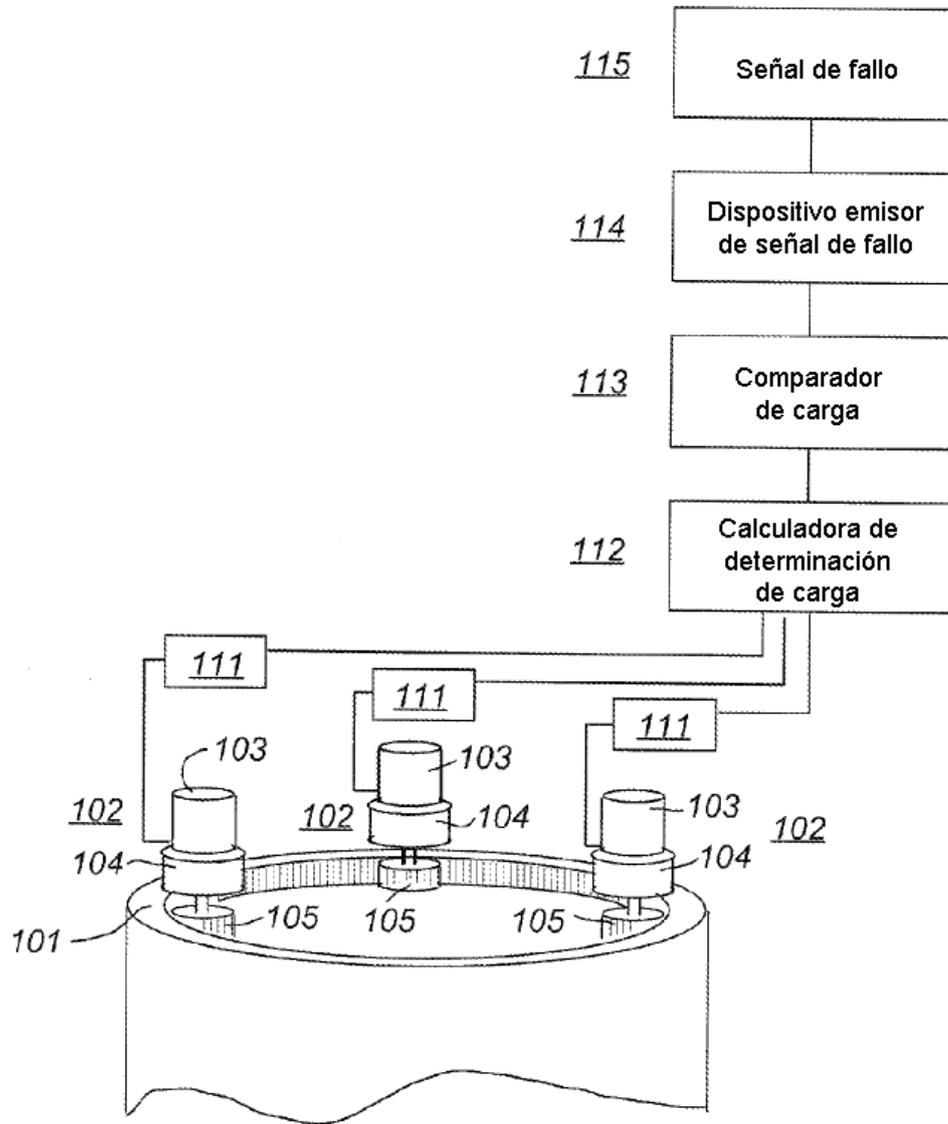


Fig. 4