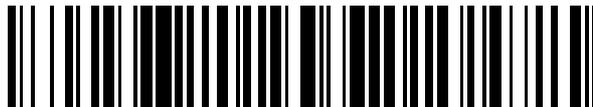


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 979**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2009 E 09755879 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 2352918**

54 Título: **Dispositivo para el ajuste de una pala de rotor, convertidor de energía eólica y método para ajustar una pala de rotor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.11.2015

73 Titular/es:

**AMSC AUSTRIA GMBH (100.0%)
Lakeside B08
9020 Klagenfurt am Wörthersee, AT**

72 Inventor/es:

WOLF, ANTON

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 551 979 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

Dispositivo para el ajuste de una pala de rotor, convertidor de energía eólica y método para ajustar una pala de rotor

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo para el ajuste de una pala de rotor montada de forma giratoria de un convertidor de energía eólica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 que se conoce a partir del documento US 6 428 274 B1.
- 10 **[0002]** La energía eólica puede convertirse en formas útiles, tal como electricidad, mediante un convertidor de energía eólica que generalmente incluye un generador impulsado por un rotor, por ejemplo, una hélice de baja velocidad, soportado de forma giratoria en el extremo superior de una torre. El rotor incluye típicamente un buje del rotor situado centralmente y al menos una pala del rotor, que se extiende radialmente desde el buje del rotor.
- 15 **[0003]** Sometidos a la acción de las fuerzas de viento, los convertidores de energía eólica se exponen a altas tensiones. Un método para reducir las fuerzas que actúan sobre el convertidor de energía eólica es usar el ajuste de la pala del rotor, donde las palas de rotor se fijan de forma giratoria al buje del rotor, de tal forma que cada pala del rotor puede girarse alrededor de un eje de rotación aproximadamente en la dirección longitudinal de la pala, entre una posición operativa, que permite al viento impulsar el rotor, y una posición en bandera en la que la pala del rotor presenta la menor resistencia al viento. El ajuste de la pala de rotor también puede usarse para frenar el rotor girando la palas de rotor hasta la posición en bandera cuando el convertidor de energía eólica se va a apagar.
- 20 **[0004]** En los convertidores de energía eólica de acuerdo con la técnica anterior, que en su mayor parte tienen tres palas de rotor, estas últimas se ajustan normalmente mediante un accionamiento lineal central en combinación con una barra mecánica. Los sistemas más nuevos usan accionamientos de ajuste de palas individuales mecánicos/eléctricos y mecánicos/hidráulicos, situados típicamente en el buje del rotor. Con el fin de poder girar rápidamente cada pala del rotor hasta una posición operativa deseada durante el funcionamiento y hasta la posición en bandera para la parada, el accionamiento o accionamientos han de dimensionarse para proporcionar una potencia de salida correspondiente predeterminada por las palas de rotor y las cargas de las mismas.
- 30 **[0005]** Básicamente, las palas de rotor se someten a cargas debido a las fuerzas de inercia, las fuerzas de la gravedad (el centro de gravedad de las palas de rotor se encuentra generalmente fuera de su eje de rotación) y las fuerzas externas del viento. Las fuerzas del viento actúan hacia el giro de las palas de rotor en la dirección de la posición en bandera, mientras que las fuerzas de inercia actúan en ambas direcciones de acuerdo con la posición respectiva de las palas de rotor durante una vuelta del rotor, predominando en su mayor parte las fuerzas de inercia.
- 35 El giro de las palas de rotor más allá de la posición en bandera se limita convencionalmente mediante un tope mecánico. Si las palas de rotor no se detienen, tal como en el caso de un fallo de un accionamiento de ajuste de pala, ejecutan un movimiento giratorio oscilante alrededor de su eje de rotación durante el transcurso de una vuelta del rotor, impidiendo el apagado del convertidor de energía eólica. Incluso en un convertidor de energía eólica con accionamientos de ajuste de palas individuales para cada pala del rotor, donde puede ser posible frenar el rotor girando únicamente un subconjunto de las palas de rotor hasta la posición en bandera, un fallo para girar una de las palas someterá al convertidor de energía eólica a cargas excesivas y potencialmente perjudiciales.
- 40 **[0006]** El documento US 6.939.103 desvela una instalación de energía eólica en la que un dispositivo de ajuste para ajustar el ángulo de paso de una pala del rotor tiene al menos dos accionamientos de motor eléctrico para aplicar una fuerza para el ajuste de la pala del rotor. Cada accionamiento de ajuste individual está sobredimensionado de manera que, en una situación en la que uno de los accionamientos falle, un accionamiento restante aún pueda manejarse para llevar a la pala del rotor hasta la posición en bandera. Sin embargo, puesto que los accionamientos han de dimensionarse para proporcionar más potencia de salida de la requerida en una operación normal, el coste del convertidor de energía eólica aumenta considerablemente.
- 50 **[0007]** Asimismo en un caso de ajuste de las palas de rotor frente a una fuerza de resorte o presión hidráulica que actúan hasta la dirección de la posición en bandera, los accionamientos de ajuste de las palas del rotor han de dimensionarse costosamente para cargas mayores ya que la fuerza de resorte o la fuerza hidráulica también han de superarse (por ejemplo, los documentos WO 03/091570 A1, EP 1 647 708 A1).
- 55 **[0008]** El documento US 6.428.274 desvela un dispositivo para el ajuste de las palas de rotor de una planta de energía eólica con un accionamiento para girar las palas de rotor y un bloqueo activable conectado a cada pala del rotor. En un estado activado el bloqueo impide el giro de las palas de rotor hasta la posición operativa pero permite girar las palas de rotor hasta la posición en bandera. En el caso de que el accionamiento quede inoperativo debido a

un fallo de corriente, el bloqueo se activa para permitir el giro cuando el rotor, durante su rotación, pasa una región en la que la fuerza externa del viento, la fuerza gravitacional y la fuerza de inercia se combinan para girar la pala en la dirección de la posición en bandera, y para impedir el giro cuando el rotor pasa una región en la que las fuerzas externas se combinan en la dirección opuesta. Aunque la pala del rotor puede alcanzar eventualmente la posición en bandera de este modo, puede requerirse un considerable número de revoluciones del rotor durante las cuales el convertidor de energía eólica se somete a tensiones excesivas y potencialmente perjudiciales ya que la pala no ha alcanzado todavía la posición en bandera.

Resumen

10

[0009] Un aspecto general de la invención se refiere a un dispositivo para el ajuste de una pala de rotor montada de forma gítoria de un convertidor de energía eólica como se define en la reivindicación independiente 1.

[0010] Ya que se proporcionan dos accionamientos que son capaces cada uno de aplicar un par a la pala del rotor, en el caso de que el primer accionamiento quede inoperativo, por ejemplo debido a un fallo técnico del propio accionamiento o de los sistemas de control o de alimentación conectados al accionamiento, el segundo accionamiento sigue siendo capaz de aplicar el segundo par a la pala del rotor en la dirección hacia la posición en bandera de la pala del rotor. Dependiendo de la posición rotacional del rotor, el segundo par se combinará con fuerzas externas tales como, fuerzas del viento, gravitacional y de inercia que dan como resultado un par combinado suficiente para girar la pala del rotor hacia la posición en bandera.

[0011] Cuando la pala del rotor, durante su rotación, pasa una región angular donde las fuerzas externas y el segundo par no se combinan en un par combinado suficiente para girar la pala del rotor hacia la posición en bandera, el bloqueo activable impide que se gire en la dirección alejada de la posición en bandera hasta que el rotor alcance de nuevo una región angular en la que el segundo par se combine con fuerzas externas hasta un par combinado suficiente para continuar el giro de la pala del rotor hacia la posición en bandera.

[0012] Debido a la combinación de las fuerzas externas con el segundo par, como se suministra por el segundo accionamiento, las regiones angulares en las que el par combinado es suficiente para girar la pala del rotor en la dirección de la posición en bandera se amplían significativamente como una proporción de una rotación de círculo completo del rotor, en comparación con aquellas regiones angulares en las que las fuerzas externas en solitario serán suficientes para girar la pala del rotor en la dirección de la posición en bandera. Por lo tanto, durante la rotación del rotor, la pala del rotor gasta una proporción particularmente elevada de tiempo en dichas regiones angulares donde se gira hacia la posición en bandera. En consecuencia, la pala del rotor alcanza rápidamente la posición en bandera, de tal forma que se evitan tensiones sobre el convertidor de energía eólica.

[0013] El bloqueo activable impide que la pala del rotor se gire lejos de la posición en bandera y, por lo tanto, que realice un movimiento rotacional oscilante, sin que el segundo accionamiento tenga que dimensionarse para que sea capaz generalmente de girar la pala del rotor independiente de la posición angular del rotor y la acción de fuerzas externas. Por lo tanto, es innecesario un costoso sobredimensionamiento del segundo accionamiento.

[0014] El dispositivo de la reivindicación 1 comprende adicionalmente un detector para detectar un fallo del primer accionamiento, y un controlador, que controla el segundo accionamiento para girar la pala del rotor hasta la posición en bandera, cuando el detector ha detectado el fallo del primer accionamiento. De esta manera, el fallo del primer accionamiento puede detectarse rápidamente, y puede evitarse un daño debido a tensiones realizando un apagado rápido del convertidor de energía eólica.

[0015] El controlador está configurado para activar el primer bloqueo activable cuando el detector ha detectado el fallo del primer accionamiento. De esta manera, la rotación de la pala del rotor lejos de la posición en bandera se bloquea de tal forma que puede realizarse un apagado particularmente rápido.

[0016] Las realizaciones de este aspecto pueden incluir una o más de las siguientes características.

[0017] Al menos uno del primer y segundo accionamientos pueden comprender un motor eléctrico, comprendiendo adicionalmente el dispositivo un primer activador de bloqueo que activa el primer bloqueo activable en el caso de pérdida de energía eléctrica. Esto permite realizar un apagado incluso en el caso en el que ambos accionamientos fallen simultáneamente debido a la pérdida de potencia.

[0018] En algunas realizaciones, el primer bloqueo activable comprende un tope de detención, que impide el

giro de la pala del rotor hasta la posición operativa. El tope de detención es particularmente fuerza y económico de implementar.

5 **[0019]** El primer bloqueo activable puede asignarse a un eje de accionamiento del primer accionamiento, es decir, estar configurado para impedir el giro de la pala del rotor bloqueando el eje de accionamiento del primer accionamiento. Esto permite una transición particularmente suave del primer accionamiento fallido al bloqueo puesto que el par de bloqueo se aplica a la pala del rotor a través del mismo eje como el par del primer accionamiento antes de su fallo.

10 **[0020]** En algunas realizaciones, el dispositivo comprende adicionalmente un segundo bloqueo activable, que en un estado activado del mismo impide el giro de la pala del rotor hasta la posición operativa pero permite el giro de la pala del rotor hasta una posición en bandera. El segundo bloqueo activable se asigna a un eje de accionamiento del segundo accionamiento, es decir, configurado para impedir el giro de la pala del rotor bloqueando el eje de accionamiento del segundo accionamiento. Esto permite una transición particularmente suave en el caso de un fallo
15 del segundo accionamiento al segundo bloqueo ya que el par de bloqueo se aplica a la pala del rotor a través del mismo eje como el par del segundo accionamiento antes de su fallo.

[0021] El primer y segundo accionamientos pueden configurarse para actuar sobre la pala del rotor en diferentes puntos de acción. Esto aumenta la uniformidad de la operación ya que se minimizan las tensiones en la
20 pala del rotor, su rodamiento, y el buje del rotor.

[0022] En algunas realizaciones, el primer y el segundo accionamientos incluyen unos respectivos primer y segundo piñones, que engranan con una rueda dentada circular acoplada a la pala del rotor. El primer y segundo piñones pueden situarse, con respecto a un eje central de la rueda dentada circular, a una distancia angular mutua
25 de menos de 90°. Ya que típicamente la posición operativa y la posición en bandera de la pala del rotor se separan en una cantidad aproximadamente igual, los piñones engranan únicamente con una parte de los dientes de la rueda dentada circular, de tal forma que los dientes no tengan que proporcionarse en círculo completo alrededor de la rueda dentada circular. Opcionalmente, la rueda dentada circular comprende una zona angular de dentado de superficie templada, cuya zona angular abarca menos de 180° de la rueda dentada circular. Esto es particularmente
30 económico ya que han de realizarse menos procedimientos de endurecimiento superficial, al mismo tiempo que una rueda dentada circular típicamente es más fácil de fabricar con dentado en círculo completo.

[0023] En algunas realizaciones, se proporciona una pluralidad de accionamientos para suministrar colectivamente un par requerido para el giro de la pala del rotor, en cualquier posición angular del buje del rotor,
35 durante el funcionamiento del convertidor de energía eólica. En el presente documento, los accionamientos que quedan después de un fallo de uno de la pluralidad de accionamientos suministran colectivamente un par inferior al par requerido, permitiendo una bajo coste.

[0024] Opcionalmente, cada accionamiento individual de la pluralidad de accionamientos se configura para
40 suministrar un par individual equivalente. De esta manera, la pérdida máxima posible de par aportado que puede producirse cuando uno de los accionamientos falla se minimiza.

[0025] Otro aspecto general de la invención proporciona un método para ajustar una pala de rotor montada de forma giratoria de un convertidor de energía eólica como se define en la reivindicación independiente 9.
45

[0026] Las realizaciones de este aspecto pueden incluir una o más de las siguientes características.

[0027] El método comprende adicionalmente desacoplar el primer accionamiento de la pala del rotor tras el fallo del primer accionamiento. Esto permite que la pala del rotor gire hasta la posición en bandera incluso si el
50 primer accionamiento se ha bloqueado mecánicamente debido al fallo.

[0028] El método puede comprender adicionalmente las etapas de detectar que se ha producido un fallo del segundo accionamiento, y de activar el primer bloqueo activable tras la aparición de tal fallo. Esto también sirva para proteger la pala del rotor del giro alejándose de la posición en bandera en el caso de que el segundo accionamiento
55 falle.

[0029] En algunas realizaciones, cuando el primer tope de detención activable se asigna a un eje de accionamiento del primer accionamiento, el método comprende adicionalmente una etapa de activar, cuando se ha producido el fallo del segundo accionamiento, un segundo tope de detención activable asignado a un eje de

accionamiento del segundo accionamiento, que de forma análoga en el estado activado impide el giro de la pala del rotor hasta la posición operativa pero permite el giro de la pala del rotor hasta una posición en bandera. Esto permite una transición particularmente suave en el caso de un fallo de uno de los accionamientos con respecto al bloqueo asociado ya que el par de bloqueo se aplica a la pala del rotor a través del mismo eje que el par del accionamiento fallido.

5 [0030] El método puede comprender adicionalmente una etapa de controlar el primer accionamiento para girar la pala del rotor hasta la posición en bandera cuando el segundo accionamiento ha fallado. Esto permite un apagado rápido del convertidor de energía eólica cuando falla cualquier accionamiento.

10 [0031] En algunas realizaciones, el método comprende controlar el primer y el segundo accionamientos para ejercer pares mutuamente antagonistas sobre la pala del rotor. Esto evita la holgura y el desgaste asociado entre los accionamientos y la pala del rotor.

15 [0032] Otras características y ventajas se ilustran en los dibujos adjuntos y se describen en detalle en la siguiente parte de la descripción.

Figuras

20 [0033] En las figuras:

La figura 1 es una sección transversal de un buje de un convertidor de energía eólica que comprende un dispositivo para el ajuste de la pala del rotor;

25 la figura 2 es un diagrama de una rueda dentada circular y piñones del dispositivo de la figura 1;

la figura 3 es una sección transversal de un accionamiento de ajuste de la pala del rotor del dispositivo de la figura 1;

la figura 4 es un diagrama de circuito de un controlador de un dispositivo para el ajuste de la pala del rotor; y

30

la figura 5 es un diagrama de flujo de un método para ajustar una pala del rotor.

[0034] A lo largo de las figuras, los mismos números de referencia indican significados iguales o funcionalmente equivalentes.

35

Descripción detallada

[0035] La figura 1 muestra una vista en sección transversal de un buje del rotor 103, mantenido de forma giratoria alrededor de un eje del rotor 195 en un rodamiento del rotor 193 de un convertidor de energía eólica. En el buje particular mostrado, el rodamiento del rotor 193 se monta en una góndola 194 (mostrada en parte) que se mantiene de forma giratoria por sí misma sobre la parte superior de una torre. Una pala del rotor 101 se fija a un anillo interno de un cojinete oscilante 102, estando el anillo externo del cojinete oscilante 102 atornillado al buje del rotor 103. Con fines de claridad, únicamente se dibuja una pala del rotor 101. Sin embargo, convencionalmente, un convertidor de energía eólica incluye más de una pala de rotor 101, y generalmente tres palas de rotor.

45

[0036] La pala del rotor 101 se fija a un cojinete oscilante 102 con dentado interno 111 formando una rueda dentada circular. El cojinete oscilante 102 mantiene la pala del rotor 101 de forma giratoria alrededor de un eje de rotación de la pala 196, que se inclina ligeramente con respecto a la dirección longitudinal (no se muestra) de la pala del rotor 101, de tal forma que el centro de gravedad de la pala del rotor se encuentre fuera del eje de rotación de la pala 196. Un primer 151 y un segundo 152 accionamiento de motor eléctrico engranado con un primer 131 y segundo 132 piñones correspondientes, que al girar alrededor de los ejes de accionamiento respectivos 141, 142 giran la pala del rotor 101, se asignan a cada pala del rotor.

50

[0037] El primer 131 y segundo 132 piñones, como se muestra en la figura 2, engranan con el dentado interno 111 del cojinete oscilante 102 en las posiciones angulares respectivas 201, 202 que se separan por un espacio angular 200 de menos de 45°. Durante el funcionamiento del convertidor de energía eólica, los piñones 131, 132 entran en contacto con el dentado interno 111 únicamente dentro de una zona angular 204 que abarca menos de un semicírculo, siendo el tamaño de la zona angular 204 la suma del espacio angular 200 y la distancia angular entre una posición en bandera y una posición operativa de la pala del rotor. El dentado interno 111 tiene dientes de

superficie templada únicamente dentro de la zona angular 204.

- 5 **[0038]** La energía se suministra en la operación normal para todas las unidades de accionamiento 151, 152 a través de un anillo colector 116 y una línea 115. Una unidad de control de accionamiento 114, que recibe energía de la línea de anillo colector 115 y está conectada a través de las líneas de accionamiento 171, 172 a los accionamientos 151, 152, asegura el sincronismo de las palas de rotor 101 entre sí. Cada uno de los accionamientos 151, 152 incluye un motor eléctrico 161, 162, una transmisión 181, 182 y un bloqueo 191, 192. Cuando uno de los accionamientos 151, 152 falla, el bloqueo respectivo 191, 192 hace que la pala del rotor 101 pueda girar únicamente en la dirección de la posición en bandera.
- 10 **[0039]** La figura 3 muestra un ejemplo en el que el bloqueo 191 de la figura 1, es un tope de detención. El accionamiento 151 mostrado tiene una transmisión 181, un estátor 321 y un rotor con un árbol de rotor alargado 322. El bloqueo 191 tiene un alojamiento 323 que está conectado permanentemente al estátor 321 y una parte inferior 324 de una rueda libre, estando la parte 324 conectada permanentemente al alojamiento 323. La parte superior 341 de la rueda libre tiene una parte de acoplamiento 325 con una guarnición de freno 326 en el lado opuesto a la parte inferior 324. La parte de acoplamiento 325 gira libremente y se soporta para que pueda moverse axialmente en el árbol del 322. La parte de acoplamiento 325 y la parte inferior 324 en los lados uno frente al otro tienen un perfil tipo diente de sierra 328, que permite la rotación mutua en una única dirección. La parte superior 341 tiene además un disco de freno 327 conectado con capacidad de desplazamiento axial pero torsionalmente fuerte al árbol del rotor 322, es decir, de una manera que permita el desplazamiento axial del disco de freno 327 a lo largo del árbol del rotor 322 pero impida la rotación del disco de freno 327 y el árbol del rotor 322 uno con respecto al otro. El árbol del rotor 322 tiene una placa concéntrica adjunta 338. Un resorte 329 se pretensa a presión entre la placa 338 y el disco de freno 327.
- 20 **[0040]** Para el ajuste de la pala del rotor en una operación normal, el disco de freno 327 se eleva desde la guarnición del freno 326 por un electroimán 330 contra la fuerza del resorte 329. Como resultado, el accionamiento 151 puede girar libremente en ambas direcciones. También es fundamentalmente concebible que el disco de freno 327 y la guarnición del freno 326 se omitan y que el resorte 329 presione sobre la parte de acoplamiento 325 y que la parte de acoplamiento 325 esté atraída directamente por el electroimán 330. La parte de acoplamiento 325 debe conectarse entonces torsionalmente fuerte al árbol 322, es decir de una manera que impida la rotación de la parte de acoplamiento 325 y el árbol 322 entre sí.
- 25 **[0041]** Cuando el accionamiento 151 falla, el electroimán 330 se desactiva automáticamente. Como resultado, la fuerza del resorte 329 comprime el disco de freno 327 contra la guarnición del freno 326 de manera que se impida la rotación de la parte de acoplamiento 325 de la rueda libre con respecto al árbol del rotor 322. Por medio del perfil tipo diente de sierra 328 de la parte de acoplamiento 325 y de la parte inferior 324 de la rueda libre y por la capacidad de desplazamiento de la parte de acoplamiento 325, que es axial frente a la fuerza del resorte 329, el árbol del rotor 322 del motor 161, y como resultado la pala del rotor 101, únicamente pueden continuar girando en la dirección de la posición en bandera hasta donde lo permita un tope mecánico (no mostrado).
- 30 **[0042]** La figura 4 muestra un diagrama de circuito esquemático de la unidad de controlador 114 para controlar los motores eléctricos 161, 162 del primer 151 y el segundo accionamientos 152. La unidad de controlador 114 incluye un rectificador 404 que recibe tensión trifásica del anillo colector 116, y suministra tensión directa a un condensador 406. La tensión directa se suministra a un primer 411 y un segundo 412 convertidores, que transmiten respectivamente corriente trifásica para impulsar los motores 161, 162 del primer 151 y el segundo accionamientos 152. Pueden conectarse convertidores adicionales a la tensión directa del rectificador 404 para alimentar accionamientos adicionales. Además, puede conectarse una batería en paralelo con el condensador 406 con el fin de permitir el funcionamiento durante un corte de corriente.
- 35 **[0043]** La unidad de controlador 114 incluye adicionalmente un detector 402 para detectar un fallo de uno de los accionamientos 151, 152, por ejemplo un fallo del motor eléctrico correspondiente 161, 162 o el convertidor correspondiente adjunto 411, 412. El detector 402 se conecta a un controlador de desconexión 400 de la unidad de controlador 114, que en el caso de un fallo del primer accionamiento 151 controla el segundo accionamiento 152 para girar la pala del rotor hasta la posición en bandera, y en el caso de un fallo del segundo accionamiento 152 controla el primer accionamiento 151 para girar la pala del rotor hasta la posición en bandera.
- 40 **[0044]** La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método para ajustar una pala del rotor, que se monta de forma pivotante en un buje del rotor de un convertidor de energía eólica. En la etapa inicial 512, se determina una posición operativa deseada de la pala del rotor, por ejemplo, en base a las condiciones del viento presentes. En la

etapa 514, se determina la presente posición de la pala del rotor.

[0045] En la etapa 500, un primer accionamiento y un segundo accionamiento, ambos de los cuales están configurados para aplicar un par a la pala del rotor, se controlan para girar colectivamente la pala del rotor de la presente posición determinada en la etapa 514 hasta la posición operativa determinada en la etapa 512.

[0046] En la etapa de decisión 502, se determina si se ha producido un fallo del primer accionamiento. Si no se ha producido ningún fallo, en la etapa 516, se examina si se ha alcanzado la posición operativa determinada en la etapa 512. Si este no es el caso, el método regresa a la etapa 500. Una vez se ha alcanzado la posición operativa, en la etapa 508, el primer y el segundo accionamientos se controlan para ejercer pares mutuamente antagonistas en la pala del rotor con el fin de estabilizarla sin juego en la posición operativa.

[0047] En la etapa de decisión 510, se determina de nuevo si se ha producido un fallo del primer accionamiento. Si no se ha producido ningún fallo, el método regresa a la etapa 508. Si en la etapa 502 o en la etapa 510 se detecta un fallo del primer accionamiento, en la etapa 504 se activa un primer bloqueo activable conectado a la pala del rotor para impedir el giro de la pala del rotor hasta la posición operativa mientras que se permite que la pala del rotor gire hasta la posición en bandera. En la etapa 506, el segundo accionamiento se controla para girar la pala del rotor hasta la posición en bandera.

[0048] En la etapa 508, se determina si la posición en bandera se ha alcanzado. Una vez se ha alcanzado, la pala del rotor se bloquea en la etapa 520.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para el ajuste de una pala de rotor montada de forma giratoria (101) de un convertidor de energía eólica, el dispositivo comprende:
- 5 un primer accionamiento (151) y un segundo accionamiento (152) que cooperan para girar la pala del rotor (101) entre una posición en bandera y una posición operativa; y un primer bloqueo activable (191) conectado a la pala del rotor (101), que en un estado activado impide el giro de la pala del rotor (101) hasta la posición operativa, pero permite el giro de la pala del rotor (101) hasta la posición en bandera;
- 10 **caracterizado por** un detector (402) para detectar un fallo del primer accionamiento (151); y un controlador (400), que controla el segundo accionamiento (152) para girar la pala del rotor (101) hasta la posición en bandera cuando el detector (402) ha detectado el fallo del primer accionamiento (151).
- 15 2. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el controlador (402) está configurado para activar el primer bloqueo activable (191) cuando el detector (400) ha detectado el fallo del primer accionamiento (151).
3. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno del primer (151) 20 y el segundo (152) accionamientos comprende un motor eléctrico (161, 162), comprendiendo el dispositivo adicionalmente un primer activador de bloqueo (330), que activa el primer bloqueo activable (191) en el caso de pérdida de energía eléctrica.
4. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer bloqueo activable 25 (191) comprende un tope de detención, que impide el giro de la pala del rotor (101) hasta la posición operativa.
5. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer (151) y el segundo (152) accionamiento están configurados para actuar sobre la pala del rotor (101) en diferentes puntos de acción (201, 202).
- 30 6. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer (151) y el segundo accionamientos (152) incluyen un primer (131) y segundo (132) piñones respectivos que engranan con una rueda dentada circular (111) acoplada a la pala del rotor (101).
- 35 7. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporciona una pluralidad de accionamientos (151, 152) para suministrar colectivamente un par requerido para girar la pala del rotor (101) en cualquier posición angular de un buje del rotor (103) durante el funcionamiento del convertidor de energía eólica, y en el que los accionamientos restantes (152) después de un fallo de uno (151) de la pluralidad de accionamientos (151, 152) suministran colectivamente un par inferior al par requerido.
- 40 8. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que la pala del rotor (101) se monta en el buje del rotor (103) para la rotación alrededor de un eje pivotante (196), comprendiendo la pala del rotor (101) un centro de gravedad situado fuera del eje pivotante (196).
- 45 9. Método para ajustar una pala de rotor montada de forma giratoria (101) de un convertidor de energía eólica, comprendiendo el método:
- controlar (500) un primer accionamiento (151) y un segundo accionamiento (152) para girar colectivamente mediante una acción conjunta de sus pares la pala del rotor (101) hasta una posición operativa;
- 50 detectar (502, 510) si se ha producido un fallo del primer accionamiento (151); activar (504), cuando se ha producido el fallo del primer accionamiento (151), un primer bloqueo activable (191) conectado a la pala del rotor (101), que impide el giro de la pala del rotor (101) hasta la posición operativa mientras que permite el giro de la pala del rotor (101) hasta una posición en bandera; y controlar (506), cuando se ha producido el fallo del primer accionamiento (151), el segundo accionamiento (152) 55 para girar la pala del rotor (101) hasta la posición en bandera.
10. Método de la reivindicación 9, que comprende adicionalmente desacoplar el primer accionamiento (151) de la pala del rotor (101) cuando se ha producido el fallo del primer accionamiento (151).

11. Método de la reivindicación 9, en el que el primer bloqueo activable (191) se acopla a un eje de accionamiento (141) del primer accionamiento (151), comprendiendo adicionalmente el método activar, cuando se ha producido el fallo del segundo accionamiento (152), un segundo bloqueo activable (192), que en el estado activado impide el giro de la pala del rotor (101) hasta la posición operativa pero permite el giro de la pala del rotor 5 (101) hasta una posición en bandera, estando el segundo bloqueo activable (192) acoplado a un eje de accionamiento (142) del segundo accionamiento (152).

12. Método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente controlar el primer accionamiento (151) para girar la pala del rotor (101) hasta la posición en bandera, cuando se ha producido el fallo del segundo 10 accionamiento (152).

13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende controlar (508) el primer (151) y el segundo (152) accionamientos para ejercer pares mutuamente antagonistas sobre la pala del rotor (101) con el fin de estabilizar dicha pala del rotor (101) sin juego en la posición operativa.

15

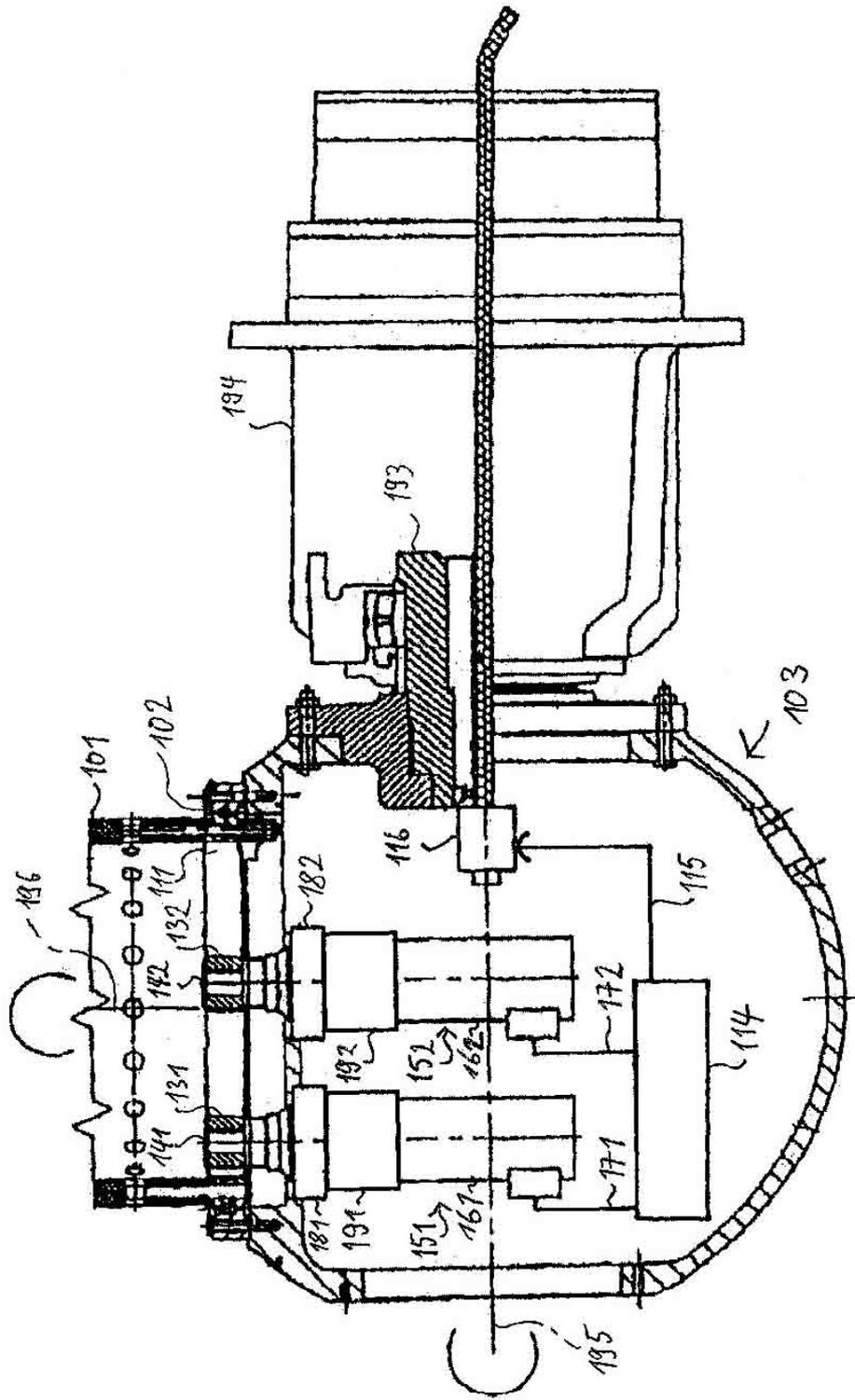


Fig. 1

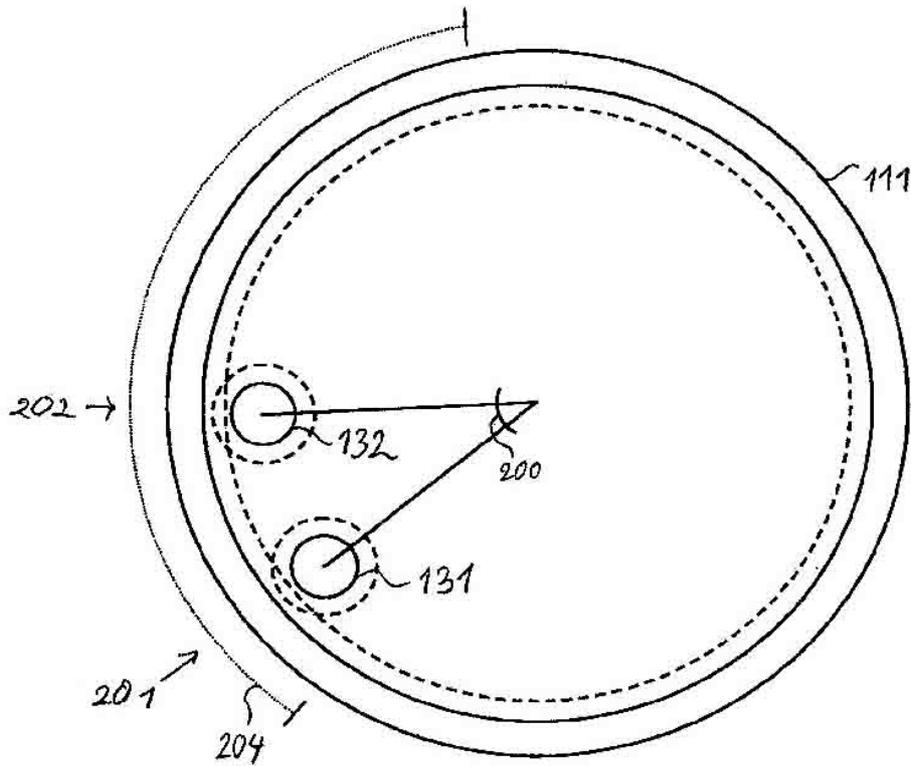


Fig. 2

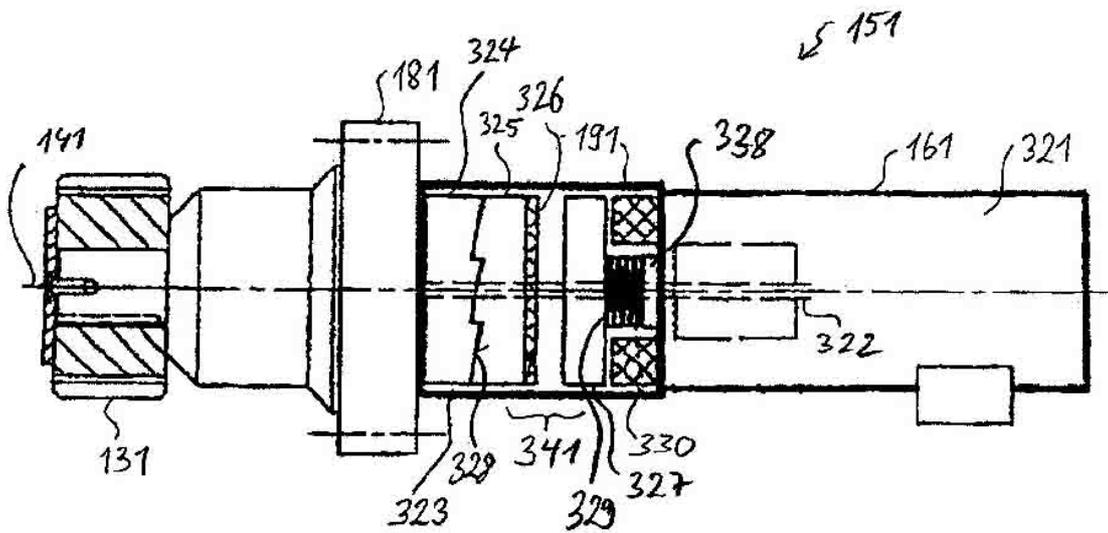


Fig. 3

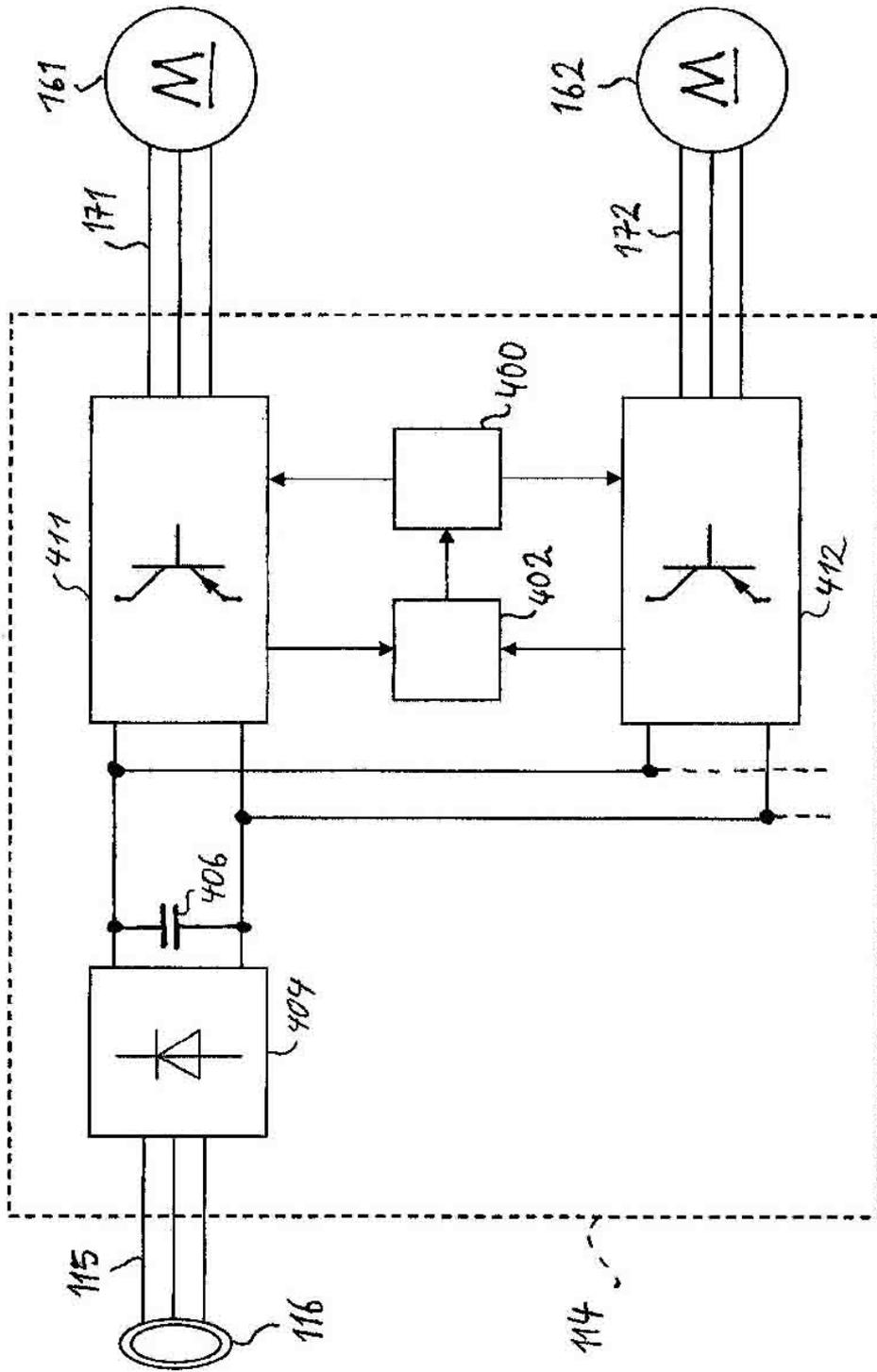


Fig. 4

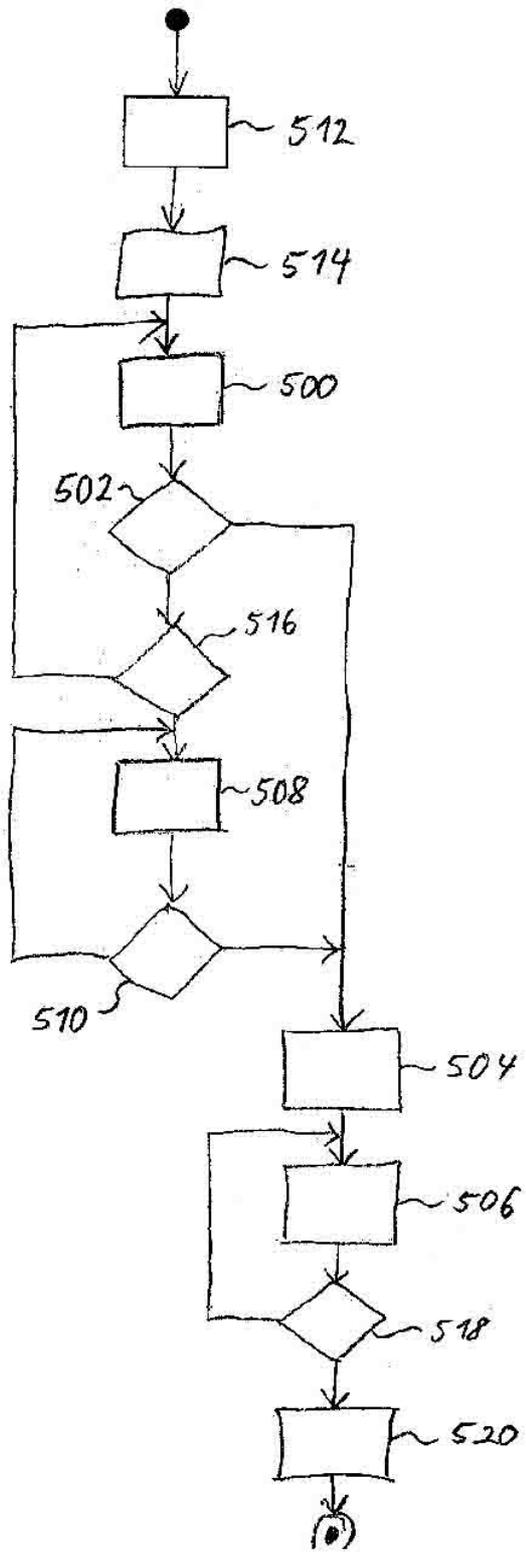


Fig. 5