

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 601**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2021** E 21183321 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** EP 3940227

54 Título: **Sistema de energía eólica y método para hacer funcionar un sistema de energía eólica**

30 Prioridad:

03.07.2020 DE 102020004036

03.07.2020 DE 102020004034

03.07.2020 DE 102020004035

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

17.10.2024

73 Titular/es:

SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY

SERVICE GMBH (100.0%)

Beim Strohhause 17-31

20097 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

HÖR, OLIVER;

BEHL, STEFAN y

WARFEN, KARSTEN

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 982 601 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 energía eólica y método para hacer funcionar un sistema de energía eólica

5 La presente invención se refiere a un sistema de energía eólica, a un método para hacer funcionar un sistema de energía eólica y a un producto de programa informático para llevar a cabo el método.

En la práctica interna se conocen los aerogeneradores con palas de rotor de ángulo ajustable.

10 Ajustando las palas de rotor en una posición en bandera en la que no generan, al menos sustancialmente, ninguna potencia en un eje de rotación del rotor o buje, es posible en particular controlar la salida del aerogenerador y/o reducir la carga en caso de vientos (excesivamente) intensos.

15 En un funcionamiento normal, las unidades de ajuste para ajustar las palas de rotor reciben energía (de accionamiento) desde una fuente de energía, por ejemplo, unidades de ajuste electromotrices de una red (de corriente) o unidades de ajuste hidráulicas de un sistema hidráulico.

20 En el caso de un fallo de este suministro de energía primario en un funcionamiento especial, por la práctica interna se sabe conectar en su lugar unidades de ajuste a un acumulador de energía, por ejemplo, unidades de ajuste de motor eléctrico a un acumulador o unidades de ajuste hidráulicas a un acumulador de presión (hidráulico), de manera que se disponen en posición en bandera de un modo incontrolado pero seguro. Cuando se alcanza la posición en bandera, este suministro de energía desde el acumulador de energía se interrumpe o se apaga, por ejemplo, mediante un contactor en el caso de unidades de ajuste de motor eléctrico o mediante una válvula de conmutación automática en el caso de unidades de ajuste hidráulicas. Con cilindros de ajuste hidráulicos como unidad, la posición en bandera
25 también puede limitarse mediante un tope de extremo mecánico.

De esta manera, las palas de rotor pueden hacerse girar hasta su posición en bandera de un modo sencillo y fiable en caso de un fallo de suministro desde la fuente de energía, en particular cuando este ajuste puede terminarse (de
30 manera fiable).

El documento DE 10 2010 060380 B3 se refiere a un circuito de control de paso operativo de emergencia para una central de energía eólica o hidroeléctrica, que comprende al menos una unidad de rectificador, al menos un circuito intermedio de corriente continua, dos unidades de inversor y un motor trifásico de paso con cadenas del motor que pueden formar contacto en los dos lados, en donde un primer lado de contacto de las cadenas del motor está
35 conectado a una primera unidad de inversor y un segundo lado de contacto de las cadenas del motor está conectado a una segunda unidad de inversor, al menos un elemento de conmutación está conectado a al menos un lado de contacto de las cadenas del motor, en donde en funcionamiento normal de un primer estado de conmutación del elemento de conmutación, las cadenas del motor pueden recibir energía a través de las dos unidades de inversor, y en funcionamiento de emergencia de un segundo estado de conmutación del elemento de conmutación, las cadenas del motor pueden recibir energía a través de una única unidad de inversor.
40

El documento EP 1 916 417 A2 se refiere a un circuito de control y a un método para hacer funcionar dicho circuito de control para un motor de corriente continua con un freno de retención accionado eléctricamente, en particular para ajustar una pala de rotor de una central de energía eólica o hidroeléctrica, en donde el circuito de control comprende un dispositivo de
45 suministro para funcionamiento de emergencia y un inversor de tres puentes, en donde el dispositivo de suministro para funcionamiento de emergencia está conectado a través de un elemento de conmutación de red para funcionamiento de emergencia al circuito intermedio del inversor de tres puentes de manera que pueda desconectarse, el motor de corriente continua está conectado a través de un elemento de conmutación del motor para funcionamiento de emergencia al inversor de tres puentes o al dispositivo de suministro para funcionamiento de emergencia y el freno de retención está conectado a través de un elemento de conmutación de freno para funcionamiento de emergencia al inversor de tres puentes o al dispositivo de suministro para funcionamiento de emergencia.
50

El objeto de la presente invención es mejorar el funcionamiento de un aerogenerador.

55 Este objeto se consigue mediante un método que tiene las características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones 9, 16 proporcionan protección para un sistema de energía eólica y un producto de programa informático, respectivamente, para realizar un método descrito en la presente memoria. Las reivindicaciones dependientes se refieren a desarrollos ventajosos.

60 Según una realización de la presente invención, un sistema de energía eólica tiene un rotor con al menos una pala de rotor de ángulo ajustable, a la que se hace referencia en la presente memoria sin limitar la generalidad como la primera pala de rotor, y una unidad de ajuste (referida de forma consiguiente como la primera unidad de ajuste) por medio de la cual, en particular por la cual, esta pala de rotor puede ajustarse (angularmente) o se ajusta (angularmente) o que se proporciona, en particular se configura o se usa para este fin.
65

5 En una realización, el rotor está montado en una góndola del aerogenerador de manera que puede girar alrededor de un eje de rotación del rotor, en particular horizontal, y, en una realización, está acoplado con un generador para la conversión de la rotación o la potencia del rotor en energía eléctrica, en particular para alimentar una red (de suministro de energía o de corriente). En una disposición, la góndola está dispuesta en una torre y en una disposición puede hacerse girar alrededor de un eje de rotación de góndola vertical mediante una unidad de góndola. En una realización, el rotor tiene una pluralidad de, en una realización tres, palas de rotor ajustables angularmente, que en una realización están distribuidas (dispuestas) a lo largo de una circunferencia del rotor.

10 La presente invención es adecuada en particular para dichos aerogeneradores, en particular debido a las cargas y las condiciones de funcionamiento que se producen, sin limitarse a ellas.

En una realización, una o más, en particular todas, palas de rotor del rotor pueden ajustarse (en cada caso) mediante su propia unidad de ajuste (ángulo).

15 En una versión, esto permite ajustar individualmente la posición de la pala, aumentando así la seguridad y/o mejorando el control de potencia del sistema de energía eólica.

20 En este caso se entiende que un ajuste (angular) de una pala de rotor es en particular una rotación de la pala de rotor alrededor de un eje de rotación de la pala de rotor, que se extiende en la dirección longitudinal de la pala de rotor y/o transversalmente al eje de rotación del rotor. Cuando se haga referencia en este documento a un ajuste o a una capa, puede tratarse (en cada caso) de una rotación o de una posición angular alrededor del eje de rotación de la pala de rotor.

25 Según una realización de la presente invención, el sistema de energía eólica tiene un controlador de seguridad. En una realización este es total o parcialmente redundante, en una realización está total o parcialmente diversificado, en una realización tiene al menos un SLC. En una realización, el SLC es un controlador de seguridad según IEC 61508/IEC61511 con un nivel de integridad de seguridad (SIL) SIL2 o SIL3, que en una realización está dispuesto en el buje del rotor del sistema de energía eólica.

30 Como resultado, el nivel de seguridad o nivel de seguridad puede alcanzarse en una realización pese a que se separe de los conceptos de seguridad conocidos que se explican más adelante.

Según una realización de la presente invención, el sistema de energía eólica tiene un primer dispositivo de inversión a través del cual se suministra a la primera unidad de ajuste energía (de accionamiento) desde una fuente de energía

35 - se suministra al menos temporalmente de tal manera que (en un primer estado del primer dispositivo de inversión) desplaza la primera pala de rotor en una primera dirección; y

40 - se suministra al menos temporalmente de tal manera que (en un segundo estado del primer dispositivo de inversión) desplaza la primera pala de rotor en una segunda dirección opuesta a la primera dirección, o el primer dispositivo de inversión se proporciona de esta manera o para este fin, en particular se configura o se usa para este fin.

En una realización, este primer dispositivo de inversión tiene uno o más inversores y/o una o más válvulas de conmutación.

45 De esta manera, la pala de rotor puede ajustarse angularmente en un modo de funcionamiento normal, regulando así la salida del sistema de energía eólica y/o reduciendo la carga en caso de vientos (excesivamente) intensos.

50 Según una realización de la presente invención, el sistema de energía eólica tiene un segundo dispositivo de inversión que puede conmutarse o se conmuta en una primera y una segunda posición de conmutación por medio del controlador de seguridad y a través del cual la primera unidad de ajuste recibe energía (de accionamiento) desde un acumulador de energía (diferente de la fuente de energía) en al menos un modo de funcionamiento especial, que en la presente memoria se refiere sin limitar la generalidad como el primer modo de funcionamiento especial

55 - se suministra al menos temporalmente de tal manera que, en la primera posición de conmutación del segundo dispositivo de inversión, desplaza la primera pala de rotor en la primera dirección; y

60 - se suministra al menos temporalmente de tal manera que desplaza la primera pala de rotor en la segunda dirección en la segunda posición de conmutación del segundo dispositivo de inversión, o el segundo dispositivo de inversión se proporciona de esta manera o para este fin, en particular se configura o se usa para este fin.

65 En una realización, el segundo dispositivo de inversión conecta una primera entrada a una primera salida y una segunda entrada a una segunda salida en la primera posición de conmutación y, en una segunda posición de conmutación, la primera entrada a la segunda salida y la segunda entrada a la primera salida en una segunda posición de conmutación, o se proporciona para este fin, en particular se configura o se usa de esta manera. De esta manera, en una realización puede llevarse a cabo una inversión sencilla y/o fiable de la dirección de ajuste.

5 Esto se basa en un alejamiento deliberado de los conceptos de seguridad anteriores, que proporcionan una dirección de ajuste única y fija en un modo de funcionamiento especial en el que la unidad de ajuste no recibe energía regularmente a través del primer dispositivo de inversión, sino (directamente) a través del segundo dispositivo de inversión y así se ajusta (de forma no controlada) en la dirección de ajuste fija en una posición de parada, en la que este ajuste se interrumpe a continuación interrumpiendo el suministro de energía a través de la segunda conexión.

10 Por otra parte, la presente invención, que realiza, por así decir, una "inversión de polaridad" del suministro de energía (directo) desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión, hace posible por primera vez ajustar la pala de rotor en dos direcciones opuestas incluso en el caso de un mal funcionamiento del suministro de energía a través del primer dispositivo de inversión, en particular (también) en el caso de un mal funcionamiento (funcional) del primer dispositivo de inversión en sí, por ejemplo de un inversor, una válvula de conmutación o un regulador (de paso) que lo controla.

15 Como resultado, en una implementación, puede mantenerse un funcionamiento posiblemente limitado de generación de energía, en particular de alimentación de energía, del sistema de energía eólica incluso en el caso de un fallo de este tipo, en particular con la ayuda del segundo dispositivo de inversión, puede realizarse una adaptación posiblemente limitada de la posición de la pala de rotor en diversas condiciones ambientales, en particular velocidades del viento, en particular puede ajustarse (de nuevo) la pala de rotor desde una posición en la que genera menos sustentación o menos potencia en el rotor hasta una posición en la que genera más sustentación o más potencia cuando el viento se debilita.

20 Esto resulta especialmente ventajoso si existe un retraso en la reparación del fallo, especialmente en el caso de sistemas de energía eólica marinos.

25 De forma adicional o alternativa, en una realización, una pala de rotor que se ha desplazado a una posición de parada, en particular a una posición en bandera, en el primer modo de funcionamiento especial y sigue deslizándose en esta posición en la dirección de aproximación a pesar de un freno de paso cerrado puede devolverse a la posición de parada después de invertir la dirección de ajuste.

30 El acumulador de energía está dispuesto en una versión en el sistema de energía eólica, y en una versión en el rotor o la góndola.

Así se puede incrementar la seguridad en una versión.

35 En una realización, el sistema de energía eólica tiene uno o más dispositivos de parada para interrumpir el suministro de energía a la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión, en donde en una realización adicional los uno o más dispositivos de parada están controlados por el controlador de seguridad o el dispositivo de parada y el controlador de seguridad están configurados o usados para este fin. En una realización, los uno o más de los dispositivos de parada interrumpen el suministro de energía a la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión como consecuencia de lo cual la primera pala de rotor alcanza una posición de parada predeterminada o un rango de parada predeterminado, en una realización (un dispositivo de parada) como consecuencia de alcanzar una posición en bandera o un rango de parada alrededor de la posición en bandera y/o (un dispositivo de parada) como consecuencia de alcanzar una posición de giro que se desvía de la posición en bandera en un máximo de 15°, en particular un máximo de 10°, o un rango de parada alrededor de la posición de giro.

40 Esto significa que, en las realizaciones con un segundo dispositivo de inversión conmutado a la primera posición de conmutación, el concepto de seguridad conocido aún puede aplicarse y la pala de rotor puede moverse en la dirección opuesta con al menos una seguridad similar incluso en el caso de un fallo en el suministro de potencia a través del primer dispositivo de inversión. De forma adicional o alternativa, al controlar el o los dispositivos de parada mediante el controlador de seguridad, puede moverse la pala de rotor en la dirección deseada, en particular de forma alterna en la primera y la segunda dirección y/o gradualmente en la primera dirección y/o gradualmente en la segunda dirección y/o puede reducirse una carga de conexión o desconexión del segundo dispositivo de inversión conmutándolo (solo) cuando el suministro de energía es interrumpido por un dispositivo de parada y/o, al contrario, la producción o activación del suministro de energía por (el cierre de) un dispositivo de parada (solo) después de conmutar al segundo dispositivo de inversión.

45 En una realización, el sistema de energía eólica tiene un dispositivo de retardo de tiempo, en una realización uno o más relés (de conmutación) de tiempo o similares, que provocan al menos un tiempo de espera predeterminado entre una detección de una posición predeterminada de la primera pala de rotor y la interrupción del suministro de energía por el dispositivo de parada o un dispositivo de parada asociado con el dispositivo de retardo de tiempo.

50 En una realización, esto permite la colocación ventajosa de la pala de rotor dentro de una zona de retención cuando se acerca desde direcciones opuestas y la interrupción del suministro de energía de la primera unidad de ajuste como consecuencia de la detección de que se ha alcanzado esta zona de retención: si la pala de rotor se dirige a la zona de retención en la primera dirección, se detecta la llegada al extremo más avanzado de la zona de retención en la primera dirección. Si la pala de rotor se dirige a la zona de parada en la dirección opuesta a la segunda dirección, se detecta

la llegada al extremo más avanzado de la zona de parada en la segunda dirección. Debido al retardo de tiempo o tiempo de espera, la pala de rotor se desplaza aún más en la dirección de aproximación y así al interior de la zona de retención, de manera que posteriormente puede deslizarse ligeramente en esta zona, en particular cuando el freno de paso se cierra (entonces), sin salir de la zona de retención y así se desactiva involuntariamente el dispositivo de parada o se provoca que se mueva de nuevo con el suministro de energía a través del segundo dispositivo de inversión.

En una realización, el sistema de energía eólica tiene una o más líneas para suministrar energía a la primera unidad de ajuste desde el acumulador de energía a través del primer dispositivo de inversión en al menos un modo de funcionamiento especial adicional.

De esta manera, en una versión primaria o privilegiada, el primer dispositivo de inversión puede usarse (también) para especificar la dirección de ajuste incluso cuando se suministra energía desde el acumulador de energía y el segundo dispositivo de inversión puede usarse (solo) cuando sea necesario, en particular en el caso de un mal funcionamiento del primer dispositivo de inversión.

En una realización, así se proporciona ventajosamente seguridad adicional y/o una mejor capacidad de control (por el primer dispositivo de inversión). Por consiguiente, la energía se suministra desde el acumulador de energía en una realización alternativamente,

- en una realización preferentemente o priorizada, indirectamente a través del primer dispositivo de inversión, en particular (solo y/o siempre) si es funcional, y por consiguiente no a través del segundo dispositivo de inversión; o

- directamente a través del segundo dispositivo de inversión, en particular (solo y/o siempre) si el primer dispositivo de inversión no es funcional, y por consiguiente (también) no a través del primer dispositivo de inversión.

En una realización, el sistema de energía eólica tiene un freno de paso para mantener la primera pala de rotor en una posición actual y un dispositivo de detección, en una realización uno o más sensores, para detectar una desviación entre una posición actual de la primera pala de rotor y una posición objeto predeterminada, en donde el controlador de seguridad ajusta la primera pala de rotor en la dirección de la posición objeto con la ayuda de la primera unidad de ajuste que recibe suministro desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión si la desviación supera un valor límite predeterminado, o se proporciona, en particular se configura o se usa para este fin.

Así, en una realización, se asegura un freno de paso en el primer modo de funcionamiento especial mediante la primera unidad de ajuste que recibe suministro desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión, que interviene si el freno de paso (se desliza) y devuelve la pala de rotor a la posición objeto.

En una realización, el freno de paso se desliza según lo previsto ante una carga que actúa sobre la pala de rotor que es menor que una carga máxima que actúa sobre la pala de rotor en una posición en bandera, para la cual se ha diseñado el sistema de energía eólica, en una realización el freno de paso está diseñado por consiguiente o de esta manera, en particular dimensionado. En una realización, esta carga o carga máxima comprende un par de torsión (diseño máximo) alrededor de un eje de rotación de la pala de rotor.

Según conceptos de seguridad previos, el freno de paso debe sostener la pala de rotor en solitario y de manera fiable en su posición de paso incluso si sobre la pala del rotor actúa una carga máxima supuesta o supuesta o esperada cuando se diseñó el sistema de energía eólica.

En cambio, en una realización de la presente invención, el deslizamiento de la pala de rotor sostenida en una posición actual por el freno de paso bajo una carga elevada, en particular al menos para una carga máxima en posición en bandera en la pala de rotor supuesta cuando se diseñó el sistema de energía eólica, se acepta deliberadamente y en este caso se limita, preferentemente se compensa, ajustando la pala de rotor con la ayuda de su unidad de ajuste a través del suministro de energía a la unidad de ajuste desde el acumulador de energía.

Esto puede resultar ventajoso en particular si la unidad de ajuste y/o el acumulador de energía están diseñados para mover la pala de rotor a la posición en bandera incluso cuando el freno de paso está cerrado, en particular por motivos de seguridad, ya que en este caso un diseño deliberadamente más débil del freno de paso permite un diseño correspondiente más favorable de la unidad de ajuste o el acumulador de energía.

En una realización, la primera unidad de ajuste tiene al menos un motor eléctrico, en una realización al menos un motor de corriente continua, y el acumulador de energía tiene al menos un acumulador de energía eléctrico, en particular un acumulador. En una realización, el primer dispositivo de inversión en este caso tiene al menos un inversor, en una realización controlada por un regulador (de paso). De forma adicional o alternativa, en una realización, el segundo dispositivo de inversión tiene al menos un contactor, en particular para invertir la polaridad de las entradas y las salidas primeras y segundas. De forma adicional o alternativa, en una realización, el o al menos uno del o de los dispositivos de parada tiene al menos un contactor para interrumpir el suministro de energía a la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión.

La presente invención puede usarse para este fin con una ventaja especial debido a las posibilidades de fallo de los ajustes eléctricos de la pala de rotor. En particular, invertir la polaridad del suministro de energía de un motor de corriente continua desde el acumulador de energía puede ser especialmente ventajoso, ya que combina sus ventajas con la posibilidad de mover el motor en direcciones opuestas en el primer modo de funcionamiento especial.

5 En una realización, la primera unidad de ajuste tiene al menos un accionador hidráulico, en particular al menos un cilindro hidráulico, y el acumulador de energía tiene al menos un acumulador de presión (hidráulico), en particular al menos un acumulador de presión hidroneumático o hidráulico. En una realización, el primer dispositivo de inversión tiene en este caso una o más válvulas de conmutación, en una realización controlada por un regulador (de paso). De forma adicional o alternativa, en una realización, el segundo dispositivo de inversión tiene una o más válvulas de conmutación, en particular para invertir la polaridad de las entradas y salidas primeras y segundas o la dirección o direcciones de flujo a través de la unidad de ajuste hidráulico. De forma adicional o alternativa, en una realización, el o al menos uno del o de los dispositivos de parada tiene al menos una válvula, en particular automática que, en una realización, conmuta automáticamente, en particular al pasar por una posición de carrera correspondiente del cilindro hidráulico, con el fin de interrumpir el suministro de energía a la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión. Por consiguiente, (un suministro de) presión hidráulica para el ajuste (angular) de una pala de rotor mediante su unidad de ajuste hidráulico se refiere también como (suministro) de energía (de presión) en el sentido de la presente invención, o se entiende que energía significa, en particular, energía de accionamiento para la unidad de ajuste, es decir, en particular energía eléctrica para una unidad de ajuste de motor eléctrico o (energía de) presión hidráulica para una unidad de ajuste hidráulico. En otras palabras, la palabra “energía” puede sustituirse por “presión (hidráulica)” en una versión.

La presente invención puede usarse con especial ventaja para este fin, en particular debido a la robusta capacidad de desplazamiento de dichos ajustes hidráulicos de pala de rotor.

25 En una realización, el rotor tiene al menos una pala de rotor de ángulo ajustable adicional y una unidad de ajuste adicional para ajustar esta pala de rotor adicional, en donde el ajuste puede realizarse de forma análoga a la aquí descrita con referencia a la primera pala de rotor. En particular, una o más de las características descritas aquí con referencia a la primera pala de rotor pueden realizarse también de manera análoga en una o más de las otras palas de rotor.

30 En una realización, la unidad de ajuste adicional puede recibir energía desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión.

35 Así, en una realización, el segundo dispositivo de inversión puede usarse para especificar las direcciones de ajuste de dos o más palas de rotor, en particular de forma sucesiva o en secuencia: de esta manera, las direcciones de ajuste para la primera pala de rotor pueden especificarse primero en particular por el segundo dispositivo de inversión y después la primera unidad de ajuste se ajusta en la dirección predeterminada controlando el dispositivo de corte para interrumpir el suministro de energía a la primera unidad de ajuste, mientras la unidad de ajuste adicional no recibe energía a través del segundo dispositivo de inversión controlando un dispositivo de corte adicional para interrumpir el suministro de energía a la unidad de ajuste adicional. Posteriormente, el suministro de energía a la primera unidad de ajuste puede ser interrumpido por el dispositivo de parada correspondiente, las direcciones de ajuste para la pala de rotor adicional pueden ser predeterminadas por el segundo dispositivo de inversión y después la unidad de ajuste adicional puede ser ajustada en esta dirección predeterminada controlando el dispositivo de parada adicional para interrumpir el suministro de energía a la unidad de ajuste adicional, mientras la primera unidad de ajuste en este momento no recibe energía.

45 En una realización, el sistema de energía eólica tiene el primer dispositivo de inversión para suministrar energía a la primera unidad de ajuste desde la fuente de energía y el segundo dispositivo de inversión, que puede ser conmutado por el controlador de seguridad, para suministrar energía a la primera unidad de ajuste desde el acumulador de energía, así como otro dispositivo de inversión para suministrar energía a la unidad de ajuste adicional desde la fuente de energía y/o un dispositivo de inversión adicional, que puede ser conmutado en particular por el mismo controlador de seguridad o uno adicional, para suministrar energía a la unidad de ajuste adicional desde el mismo acumulador de energía o uno adicional.

55 Así puede mejorarse la seguridad en una realización.

60 Según una realización de la presente invención, para hacer funcionar el sistema de energía eólica, la primera pala de rotor se ajusta en la primera dirección en un primer modo de funcionamiento del primer modo de funcionamiento especial, en el que el segundo dispositivo de inversión es conmutado a la primera posición de conmutación por el controlador de seguridad, con la ayuda de la primera unidad de ajuste que recibe suministro desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión cuando tiene lugar al menos un modo de funcionamiento especial, en particular un mal funcionamiento. En una realización, en un segundo modo de funcionamiento del primer modo de funcionamiento especial, en el que el segundo dispositivo de inversión es conmutado a la segunda posición de conmutación por el controlador de seguridad, la primera pala de rotor se desplaza en una segunda dirección opuesta a la primera dirección, en particular mientras sigue en curso el primer modo de funcionamiento especial, en particular un modo de fallo.

5 Tal como se describe en otro lugar, esto permite –con un alejamiento deliberado de los conceptos de seguridad anteriores con una dirección de ajuste única y fija para el caso o modo de funcionamiento especial, en particular un mal funcionamiento– un control ventajoso, posiblemente limitado, del ángulo de pala y/o el reinicio en una posición objeto en dicho caso o modo de funcionamiento especial.

10 En una realización, en el primer modo de funcionamiento especial, el controlador de seguridad conmuta el segundo dispositivo de inversión una o más veces desde la primera a la segunda posición de conmutación y/o una o más veces desde la segunda a la primera posición de conmutación.

15 En una realización, esto permite realizar o mantener un control del ángulo de pala, que puede ser limitado, en el primer modo de funcionamiento especial, mejorando así en particular el rendimiento energético del sistema de energía eólica.

20 En una realización, el controlador de seguridad siempre conmuta el segundo dispositivo de inversión de nuevo desde la segunda a la primera posición de conmutación en el primer modo de funcionamiento especial, o está configurado de esta manera o para este fin.

25 De este modo puede mejorarse la seguridad en una realización, ya que el controlador de seguridad garantiza así que la primera dirección, que en una realización corresponde a la dirección fija y única de los conceptos de seguridad previos, se invierte solo temporalmente de una forma dirigida y bajo la supervisión del controlador de seguridad. En una realización, la primera dirección corresponde a una dirección de aproximación de una posición en bandera de la primera pala de rotor, en una realización a partir de una posición de funcionamiento normal, en particular optimizada desde el punto de vista energético y/o en la trayectoria más corta o la más corta de dos trayectorias posibles.

30 En una realización, en el primer modo de funcionamiento especial, el controlador de seguridad interrumpe el suministro de energía a la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión en el primer modo de funcionamiento y/o en el segundo modo de funcionamiento (en cada caso) una o varias veces, en una realización antes de que conmute el segundo dispositivo de inversión desde la primera a la segunda y/o desde la segunda a la primera posición de conmutación. En una realización, el controlador de seguridad conmuta el segundo dispositivo de inversión en el primer modo de funcionamiento especial solo si se interrumpe el suministro de energía a la primera unidad de ajuste. De forma adicional o alternativa, en una realización, el controlador de seguridad en el primer modo de funcionamiento especial activa el suministro de energía a la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión solo después de que se haya conmutado el segundo dispositivo de inversión en el caso en que se conmute el segundo dispositivo de inversión.

35 De esta manera, el segundo dispositivo de inversión solo tiene que realizar (el suministro de) energía, pero no recibe carga por el cierre o la apertura, por ejemplo, por chispas de conmutación, presiones de conmutación o similares. Al interrumpir repetidamente el suministro de energía en el primer o el segundo modo de funcionamiento, la pala de rotor puede ajustarse ventajosamente pieza a pieza en una realización y así controlarse ventajosamente.

40 En una realización, el primer modo de funcionamiento especial se realiza como consecuencia de, en particular durante, un fallo del suministro de energía a la primera unidad de ajuste desde la fuente de energía a través del primer dispositivo de inversión, en una realización como consecuencia de, en particular durante, un fallo de la fuente de energía, en particular un fallo de potencia o el fallo de una fuente hidráulica, en particular una bomba hidráulica, y/o un mal funcionamiento del primer dispositivo de inversión, en donde un mal funcionamiento del primer dispositivo de inversión puede ser en particular un mal funcionamiento del primer dispositivo de inversión en sí, es decir, en particular un defecto de un inversor o una válvula de conmutación, o un mal funcionamiento de un regulador (de paso) que controla el primer dispositivo de inversión.

45 Para estos casos, la presente invención puede usarse con especial ventaja, sin limitarse a ello.

50 En una realización, una desviación entre una posición actual de la primera pala de rotor, en la que un o el freno de paso para mantener la pala de rotor está cerrado, y se detecta una posición objeto predeterminada, en donde la primera pala de rotor se ajusta en la dirección de la posición objeto con la ayuda de la primera unidad de ajuste que recibe suministro desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión si la desviación supera un valor límite predeterminado.

55 Como ya se ha explicado, esto permite asegurar el freno de paso o la pala de rotor en la posición objeto en una versión y debilitar el freno de paso en otra versión.

60 En una realización, la primera pala de rotor se ajusta en la primera dirección usando la primera unidad de ajuste que recibe suministro desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión si (se ha determinado que) la trayectoria de ajuste desde la posición actual detectada a la posición objeto es más corta en la primera dirección que en la segunda dirección, y se ajusta en la segunda dirección si (se ha determinado que) la trayectoria de ajuste desde la posición actual a la posición objeto es más corta en la segunda dirección que en la primera dirección. En

otras palabras, en una realización, se realiza una aproximación a la posición objeto a lo largo de la más corta de dos posibles vías de ajuste.

De esta manera, es posible evitar el accionamiento a través de posiciones especialmente desfavorables.

5 En una realización, el suministro de energía de la primera unidad de ajuste se interrumpe desde el acumulador de energía y se inicia de nuevo basándose en al menos una señal de activación de reactivación mientras el primer modo de funcionamiento especial sigue realizándose.

10 En una realización, así puede aumentar la seguridad, en particular al evitar el accionamiento involuntario de la unidad de ajuste más allá de una posición de retención predeterminada o de un rango de retención predeterminado. Al volver a conmutar pese a que persista el caso o modo de funcionamiento especial, es posible reaccionar ventajosamente ante las condiciones o los acontecimientos que se producen durante el caso o modo de funcionamiento especial (aún en curso).

15 Por ejemplo, puede ser especialmente deseable que la pala de rotor siga ajustándose desde la posición detenida incluso si el caso de funcionamiento especial sigue en curso, por ejemplo manualmente por medio del personal de mantenimiento, que puede entonces mover la pala de rotor de forma variable invirtiendo la dirección de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión.

20 Si el freno de paso se desliza durante el caso o modo de funcionamiento especial, es posible en una versión reaccionar a ello reiniciándolo con el uso de la unidad de ajuste.

En una realización, puede activarse, y en particular se activa, una señal de activación de reactivación mediante una entrada manual a través de al menos una interfaz.

25 En una realización, esto permite que el personal de mantenimiento ajuste la pala de rotor en la dirección opuesta usando la unidad de ajuste y el acumulador de energía mientras el modo de funcionamiento especial sigue activo.

30 En una realización, la al menos una interfaz está dispuesta en el rotor, en particular visible y/o accesible, en concreto manualmente, desde la góndola.

En una realización, así puede aumentarse la seguridad, en particular activando la señal de activación de reactivación directamente en el lugar, preferentemente con contacto visual.

35 En una realización, la activación manual es posible a través de dos o más interfaces, que en una realización están dispuestas en el rotor,

en particular distribuidas a lo largo de una circunferencia del rotor, y en una realización están dispuestas en lados opuestos del rotor.

40 En una realización, así puede aumentarse la seguridad, en particular activando la señal de activación de reactivación en diferentes posiciones de rotación del rotor.

45 En una realización, la activación manual de la señal de activación de reactivación requiere al menos dos entradas manuales, en una realización en secuencia, en una realización separadas temporalmente. En una realización, una entrada manual en la o al menos una de las interfaces conmuta primero a un modo de espera, en una realización durante un tiempo predeterminado, y así se señala en una realización en la o las interfaces, en particular por la o las interfaces, y solo cuando se realiza una entrada manual adicional durante el modo de espera el suministro de energía desde el acumulador de energía se vuelve a iniciar para ajustar la pala de rotor y, en una realización, también se inicia este ajuste. En una realización, una interfaz tiene un botón diseñado por hardware o software.

50 En una realización, así puede aumentarse la seguridad, en particular reduciendo la probabilidad de un ajuste involuntario.

55 En una realización, una o más etapas, en particular todas, del método se llevan a cabo de un modo total o parcialmente automatizado, en particular por medio del sistema de energía eólica, en particular por su controlador de seguridad.

En una realización un control comprende una regulación.

60 En una realización, el mal funcionamiento es un fallo de potencia o un mal funcionamiento, en particular un defecto en el sistema de energía eólica, en el caso de, en particular durante, un fallo o fallos de potencia, y/o en el primer modo de funcionamiento especial o mal funcionamiento, la primera y/o la unidad de ajuste adicional, en particular, se desconecta de la fuente de energía, en una realización una red (actual) o una fuente o suministro hidráulico o un sistema o red hidráulica, desde la cual se suministra en un (modo de) funcionamiento normal o de control, y/o (en su lugar) al menos temporalmente, en particular para el ajuste a través del segundo o el dispositivo de inversión adicional, desde el acumulador de energía (correspondiente) o el suministro de energía de la primera y/o la unidad de ajuste

adicional se conmuta desde la fuente de energía al acumulador de energía (correspondiente). En una realización, el primer modo de funcionamiento especial se realiza como consecuencia de, en particular durante, este mal funcionamiento. En una realización, en un desarrollo adicional, la fuente de energía comprende una red (actual) o una red o sistema hidráulico o una fuente o suministro (de presión) hidráulico.

5 En una realización, una o la posición en bandera es una posición al menos sustancialmente perpendicular a una orientación para potencia máxima o girada al menos 85° y/o como máximo 95° con respecto a dicha orientación (normal).

10 En una realización, la primera unidad de ajuste no puede recibir energía desde la fuente de energía a través del segundo dispositivo de inversión con el fin de ajustar la primera pala de rotor en la primera o segunda dirección, o el segundo dispositivo de inversión no está configurado para suministrar a la primera unidad de ajuste energía desde la fuente de energía con el fin de ajustar la primera pala de rotor en la primera o segunda dirección, o el sistema de energía eólica no está configurado para suministrar a la primera unidad de ajuste energía desde la fuente de energía con el fin de ajustar la primera pala de rotor en la primera o segunda dirección, en particular el segundo dispositivo de inversión, está configurado de tal manera que la primera unidad de ajuste no puede recibir energía desde la fuente de energía a través del segundo dispositivo de inversión para ajustar la primera pala de rotor en la primera o segunda dirección. De forma adicional o alternativa, en una versión, el segundo dispositivo de inversión puede solo ser conmutado por el controlador de seguridad. En una realización, la unidad de ajuste adicional no puede recibir energía desde la fuente de energía a través del segundo o el dispositivo de inversión adicional con el fin de ajustar la pala de rotor adicional, o el segundo o el dispositivo de inversión adicional no está configurado para suministrar energía a la unidad de ajuste adicional desde la fuente de energía con el fin de ajustar la pala de rotor adicional, o el sistema de energía eólica, en particular el segundo o el dispositivo de inversión adicional, está configurado de tal manera que la unidad de ajuste adicional no puede recibir energía desde la fuente de energía a través de este segundo o dispositivo de inversión adicional para ajustar la pala de rotor adicional. De forma adicional o alternativa, en una versión, el dispositivo de inversión adicional solo puede ser conmutado por el controlador de seguridad. En una realización, el segundo y/o el dispositivo de inversión adicional se proporcionan solo, en particular se configuran, para suministrar energía a la primera y/o la unidad de ajuste adicional desde el acumulador de energía (correspondiente). De esta manera, la seguridad puede aumentarse en una versión.

20 30 Se desprenderán ventajas y características adicionales a partir de las reivindicaciones dependientes y las realizaciones de ejemplo. A este respecto se muestra lo siguiente de forma parcial y esquemática:

Fig. 1: muestra un sistema de energía eólica según una realización de la presente invención;

35 Fig. 2: muestra una parte del sistema de energía eólica; y

Fig. 3: muestra un método para hacer funcionar el aerogenerador según una realización de la presente invención.

40 La Fig. 1 muestra un sistema 10 de energía eólica según una disposición de la presente invención con una torre 11, en el extremo superior de la cual se dispone un rotor 12 con un buje 13 de rotor y tres palas de rotor.

45 Las tres palas de rotor, cada una de las cuales puede ser una primera pala 14 de rotor y las otras dos pueden ser, cada una, una pala 14' de rotor adicional en el sentido de la presente invención, se ajustan individualmente (angularmente) o se hacen girar alrededor de su eje longitudinal por sus propias unidades de ajuste o, en particular, entre una posición cero, en la que generan potencia máxima, y una posición en bandera, en la que generan una potencia mínima, en particular nula, en el eje de rotación del rotor o buje.

50 La Fig. 2 muestra la primera unidad 100 de ajuste para ajustar la primera pala 14 de rotor, que puede ser en particular una unidad de ajuste por motor eléctrico o hidráulico. Las otras unidades 100' de ajuste para ajustar las otras palas 14' de rotor pueden diseñarse y hacerse funcionar de manera idéntica.

55 En un modo de funcionamiento regular o normal la energía se suministra desde una fuente 110 de energía, en la realización de ejemplo una red eléctrica o una fuente (de presión) hidráulica, a través de un primer dispositivo 111 de inversión, que está controlado por un controlador 112 de paso y en la realización de ejemplo tiene un inversor o una o más válvulas de conmutación (Fig. 3: etapa S10).

60 En el caso de un fallo de potencia o un fallo de la fuente (de presión) hidráulica (S20: "Y"), siempre que el primer dispositivo 111 de inversión y el controlador 112 de paso sigan funcionando correctamente (S30: "Y"), la unidad 100 de ajuste recibe suministro desde un acumulador 120 de energía a través del primer dispositivo 111 de inversión y no desde la fuente 110 de energía (Fig. 3: Etapa S40 – modo de funcionamiento especial adicional).

65 Para este fin, se accionan dispositivos 21, 23 de conmutación correspondientes, por ejemplo mediante un controlador 130 de seguridad, y en particular se interrumpe una conexión entre la fuente 110 de energía y el primer dispositivo 111 de inversión (dispositivo 21 de conmutación abierto) y ambos se conectan en su lugar al acumulador 120 de energía a través de las líneas L (dispositivo 23 de conmutación cerrado).

5 Si, por otra parte, existe un mal funcionamiento del primer dispositivo 111 de inversión, en particular un defecto en el inversor o en una de las válvulas de conmutación o el controlador 112 de paso que controla el primer dispositivo 111 de inversión (S30: “N”), se realiza un primer modo de funcionamiento especial. En una modificación, este suministro de energía priorizado desde el acumulador 120 de energía a través del primer dispositivo 111 de inversión (todavía funcional – S30: “Y”) también puede omitirse.

En el primer modo de funcionamiento especial, el controlador 130 de seguridad interrumpe una conexión entre el primer dispositivo 111 de inversión y la unidad 100 de ajuste a través del dispositivo 22 de conmutación (Fig. 3: etapa S50).

10 Además, el controlador 130 de seguridad determina una dirección de ajuste deseada para la primera pala de rotor activada por la unidad 100 de ajuste, por ejemplo una primera dirección desde la posición cero (en la trayectoria más corta) a la posición en bandera con el fin de aproximarse a la posición en bandera, o una segunda dirección en la dirección opuesta, por ejemplo con el fin de devolver la pala de rotor más hacia la posición cero en un funcionamiento de emergencia limitado para un control de la potencia del sistema de energía eólica o para devolver la pala de rotor que se ha deslizado más allá de la posición en bandera en la primera dirección a la posición en bandera (Fig. 3: etapa S60).

15 Si la dirección de ajuste deseada no es la primera dirección (S70: “N”), el controlador 130 de seguridad conmuta un segundo dispositivo 121 de inversión, en la realización de ejemplo un contactor o una válvula de conmutación de múltiples vías, desde su primera posición de conmutación mostrada en la Fig. 2 a una segunda posición de conmutación (S75), o en caso contrario (S70: “Y”) el segundo dispositivo 121 de inversión permanece en su primera posición de conmutación.

20 En la primera posición de conmutación, el segundo dispositivo 121 de inversión conecta una primera entrada E1 a una primera salida A1 y una segunda entrada E2 a una segunda salida A2; en la segunda posición de conmutación, la primera entrada E1 es conectada a la segunda salida A2 y la segunda entrada E2 es conectada a la primera salida A1.

25 Entonces el controlador 130 de seguridad cierra un dispositivo 24 de parada de manera que la unidad 100 de ajuste ajusta la primera pala de rotor en la dirección correspondiente (Fig. 3: etapa S80). Este es el estado mostrado en la Fig. 2 (extendida).

30 Si así se alcanza la posición en bandera (S90: “Y”), se abre otro dispositivo 25 de parada, en la realización de ejemplo un contactor o una válvula de conmutación automática, y se interrumpe el suministro de energía con un retardo de tiempo por medio de un dispositivo Z de retardo de tiempo (Fig. 3: etapa S100). En una modificación no mostrada, el dispositivo 25 de parada adicional puede sustituirse también por un tope (extremo) mecánico, en particular en el caso de unidades de ajuste hidráulicas.

35 El controlador 130 de seguridad abre el dispositivo 24 de parada y conmuta el segundo dispositivo 121 de inversión de nuevo a la primera posición de conmutación si fuera necesario (Fig. 3: etapa S110).

40 Posteriormente, supervisa la posición de la pala de rotor a través de los sensores S.

45 Si se produce un movimiento excesivo lejos de la posición en bandera (S120: “Y”) a pesar de haberse cerrado el freno B de paso, el controlador 130 de seguridad determina la primera dirección como la dirección de ajuste deseada si la trayectoria de ajuste desde la posición actual a la posición en bandera es más corta en la primera dirección que en la segunda dirección, y la segunda dirección si la trayectoria de ajuste desde la posición actual a la posición en bandera es más corta en la segunda dirección que en la primera dirección, y posteriormente ajusta la pala de rotor de nuevo a la posición en bandera controlando el dispositivo 24 de parada de forma consiguiente (Fig. 3: etapa S130).

50 De manera análoga, el controlador 130 de seguridad en el primer modo de funcionamiento especial puede ajustar también la pala de rotor, por ejemplo, a una posición deseada entre la posición cero y la posición en bandera o a la posición cero con el fin de realizar un control de potencia (limitado) del sistema de energía eólica determinando primero la dirección de ajuste requerida o deseada para ello, como se describe anteriormente, conmutando el segundo dispositivo 121 de inversión si fuera necesario, y después controlando el dispositivo 24 de parada de forma consiguiente.

55 Incluso si un personal de mantenimiento introduce una petición de desplazamiento a través de un botón T o similar, el controlador 130 de seguridad puede convertirlo en el primer modo de funcionamiento especial de manera análoga, por ejemplo conmutando el segundo dispositivo 121 de inversión cuando se introduce la petición de desplazamiento en la segunda dirección y posteriormente cerrando el dispositivo 24 de parada durante este tiempo, siempre que se detecte una entrada activa correspondiente a través del botón T, y cuando se introduce una petición de desplazamiento en la primera dirección, el dispositivo 24 de parada se cierra siempre que se detecte una entrada activa correspondiente a través del botón T, dado que el segundo dispositivo 121 de inversión se ha conmutado siempre de nuevo a la primera posición de conmutación.

Tal como se indica en la línea de puntos, el segundo dispositivo 121 de inversión también puede usarse para controlar otra unidad 100' de ajuste para ajustar otra de las palas 14' de rotor por medio del controlador 130 de seguridad de la misma manera.

5 En una modificación no mostrada, se proporciona en su lugar un dispositivo de inversión adicional para la unidad 100' de ajuste adicional, con cuya ayuda la unidad 100' de ajuste adicional para ajustar la pala 14' de rotor adicional es controlada por el controlador 130 de seguridad del mismo modo que se ha descrito anteriormente para la primera unidad 100 de ajuste y el segundo dispositivo 121 de inversión (que en una realización es el único responsable de la primera unidad 100 de ajuste).

10 Aunque en la descripción anterior se han explicado realizaciones de ejemplo, debe indicarse que es posible una pluralidad de variaciones. Debe observarse también que las explicaciones de ejemplo son meramente ejemplos y no pretenden limitar en ningún modo el alcance de la protección, las aplicaciones y la construcción. Al contrario, la descripción anterior proporciona al experto en la materia una guía para la conversión de al menos una realización de ejemplo, en donde pueden realizarse diversos cambios, en particular en lo relativo a la función y la disposición de los

15 componentes descritos, sin abandonar el alcance de la protección que se desprende de las reivindicaciones.

Lista de signos de referencia

	10	sistema de energía eólica
5	11	torre
	12	rotor
	13	buje
10	14	primera pala de rotor
	14'	pala de rotor adicional
15	20-25	dispositivo de cierre
	100	primera unidad de ajuste
	100'	unidad de ajuste adicional
20	110	fuelle de energía
	111	primer dispositivo de inversión
25	112	controlador de paso
	120	almacenamiento de energía
	121	segundo dispositivo de inversión
30	130	controlador de seguridad
	A1	primera salida
35	A2	segunda salida
	B	freno de paso
	E1	primera entrada
40	E2	segunda entrada
	L	línea
45	S	sensor
	T	botón
	Z	dispositivo de retardo de tiempo

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de energía eólica que tiene
 - 5 un rotor (12) con una primera pala (14) de rotor de ángulo ajustable, una primera unidad (100) de ajuste para ajustar la primera pala de rotor, y un primer dispositivo (111) de inversión para suministrar energía a la primera unidad de ajuste desde una fuente (110) de energía a través del primer dispositivo de inversión para ajustar la primera pala de rotor en una primera dirección y suministrar energía a la primera unidad de ajuste desde la fuente de energía a través del primer dispositivo de inversión para ajustar la primera pala de rotor en una
 - 10 segunda dirección opuesta a la primera dirección; **caracterizado por** un controlador (130) de seguridad; y un segundo dispositivo (121) de inversión conmutable por el controlador de seguridad para suministrar energía a la primera unidad de ajuste desde un acumulador (120) de energía en un
 - 15 primer modo de funcionamiento especial a través del segundo dispositivo de inversión en una primera posición de conmutación para ajustar la primera pala de rotor en la primera dirección y suministrar energía a la primera unidad de ajuste desde el acumulador de energía en el primer modo de funcionamiento especial a través del segundo dispositivo de inversión en una segunda posición de conmutación para ajustar la primera pala de rotor en la segunda dirección.
 2. El sistema de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizado por** al menos un dispositivo (24, 25) de parada, controlado en particular por el controlador de seguridad, para interrumpir el suministro de energía a la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión, en particular como consecuencia de que la primera pala de rotor alcanza una posición de parada predeterminada o un rango de parada predeterminado.
 3. El sistema de energía eólica según la reivindicación anterior, **caracterizado por** un dispositivo (Z) de retardo de tiempo para provocar al menos un tiempo de espera predeterminado entre una detección de una posición predeterminada de la primera pala de rotor y la interrupción del suministro de energía por el dispositivo de parada.
 4. El sistema de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** al menos una línea (L) para suministrar energía a la primera unidad de ajuste desde el acumulador de energía a través del primer dispositivo de inversión en al menos un modo de funcionamiento especial adicional.
 5. El sistema de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** un freno (B) de paso para mantener la primera pala de rotor en una posición actual y un dispositivo (S) de detección para detectar una desviación entre una posición actual de la primera pala de rotor y una posición objeto predeterminada, en donde el controlador de seguridad está configurado para ajustar la primera pala de rotor en la dirección de la posición objeto con la ayuda de la unidad de ajuste que recibe suministro desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión si la desviación supera un valor límite predeterminado.
 6. El sistema de energía eólica según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el freno de paso se desliza según lo previsto ante una carga que actúa sobre la primera pala de rotor que es menor que una carga máxima que actúa sobre la primera pala de rotor en la posición en bandera, para la que se ha diseñado el sistema de energía eólica.
 7. El sistema de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, en la primera posición de conmutación, el segundo dispositivo de inversión conecta una primera entrada (E1) a una primera salida (A1) y una segunda entrada (E2) a una segunda salida (A2) y, en la segunda posición de conmutación, conecta la primera entrada a la segunda salida y la segunda entrada a la primera salida; y/o porque la primera unidad de ajuste tiene al menos un motor eléctrico y el acumulador de energía tiene al menos un acumulador de energía eléctrico o porque la primera unidad de ajuste tiene al menos un accionador hidráulico y el acumulador de energía tiene al menos un acumulador de presión.
 8. El sistema de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el rotor tiene al menos una pala (14') de rotor de ángulo ajustable adicional y una unidad (100') de ajuste adicional para ajustar esta pala de rotor adicional, que puede recibir energía a partir del mismo o de un acumulador de energía adicional a través del segundo o de un dispositivo de inversión adicional.
 9. Un método para hacer funcionar un sistema (10) de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera pala (14) de rotor se ajusta en la primera dirección en un primer modo de funcionamiento del primer modo de funcionamiento especial, en el que el segundo dispositivo de inversión es conmutado a la primera posición de conmutación por el controlador (130) de seguridad, con la ayuda de la primera unidad (100) de ajuste que recibe suministro desde el acumulador (120) de energía a través del
 - 60 segundo dispositivo (121) de inversión cuando se produce al menos un modo de funcionamiento especial, en particular un mal funcionamiento.

- 5 10. El método según la reivindicación anterior, **caracterizado por que**, en un segundo modo de funcionamiento del primer modo de funcionamiento especial, en el que el segundo dispositivo de inversión es conmutado a la segunda posición de conmutación (S75) por el controlador de seguridad, la primera pala de rotor se desplaza en la segunda dirección opuesta a la primera dirección.
- 10 11. El método según la reivindicación anterior, **caracterizado por que**, en el primer modo de funcionamiento especial, el controlador de seguridad conmuta el segundo dispositivo de inversión una o más veces desde la primera a la segunda y/o una o más veces desde la segunda a la primera posición de conmutación y/o el segundo dispositivo de inversión siempre reconmuta desde la segunda a la primera posición de conmutación y/o interrumpe el suministro de energía a la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión una o varias veces en el primer y/o el segundo modo de funcionamiento, en particular antes de que conmute el segundo dispositivo de inversión desde la primera a la segunda y/o desde la segunda a la primera posición de conmutación y/o en el caso de una conmutación del segundo dispositivo de inversión, el suministro de energía de la primera unidad de ajuste a través del segundo dispositivo de inversión se activa solo después de que se haya conmutado el segundo dispositivo de inversión.
- 15 12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por que** el primer modo de funcionamiento especial se realiza como consecuencia de, en particular durante, un mal funcionamiento del suministro de energía a la primera unidad de ajuste desde la fuente de energía a través del primer dispositivo de inversión, en particular un fallo de la fuente de energía y/o un mal funcionamiento del primer dispositivo de inversión.
- 20 13. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por que** se detecta una desviación entre una posición actual de la primera pala de rotor, en la que un freno (B) de paso para mantener la pala de rotor está cerrado, y una posición objeto predeterminada, en donde la primera pala de rotor se ajusta (S130) en la dirección de la posición objeto con la ayuda de la primera unidad de ajuste que recibe suministro desde el acumulador de energía a través del segundo dispositivo de inversión si la desviación supera un valor límite predeterminado.
- 25 14. El método según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** la primera pala de rotor se ajusta en la primera dirección si la trayectoria de ajuste desde la posición actual a la posición objeto es más corta en la primera dirección que en la segunda dirección, y se ajusta en la segunda dirección si la trayectoria de ajuste desde la posición actual a la posición objeto es más corta en la segunda dirección que en la primera dirección.
- 30 15. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado por que** el suministro de energía de la primera unidad de ajuste se interrumpe desde el acumulador de energía y se inicia de nuevo basándose en al menos una señal de activación de reactivación mientras el primer modo de funcionamiento especial sigue realizándose.
- 35 16. Un producto de programa informático que tiene un código de programa almacenado en un medio legible por ordenador para realizar un método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15.
- 40

Figura 1

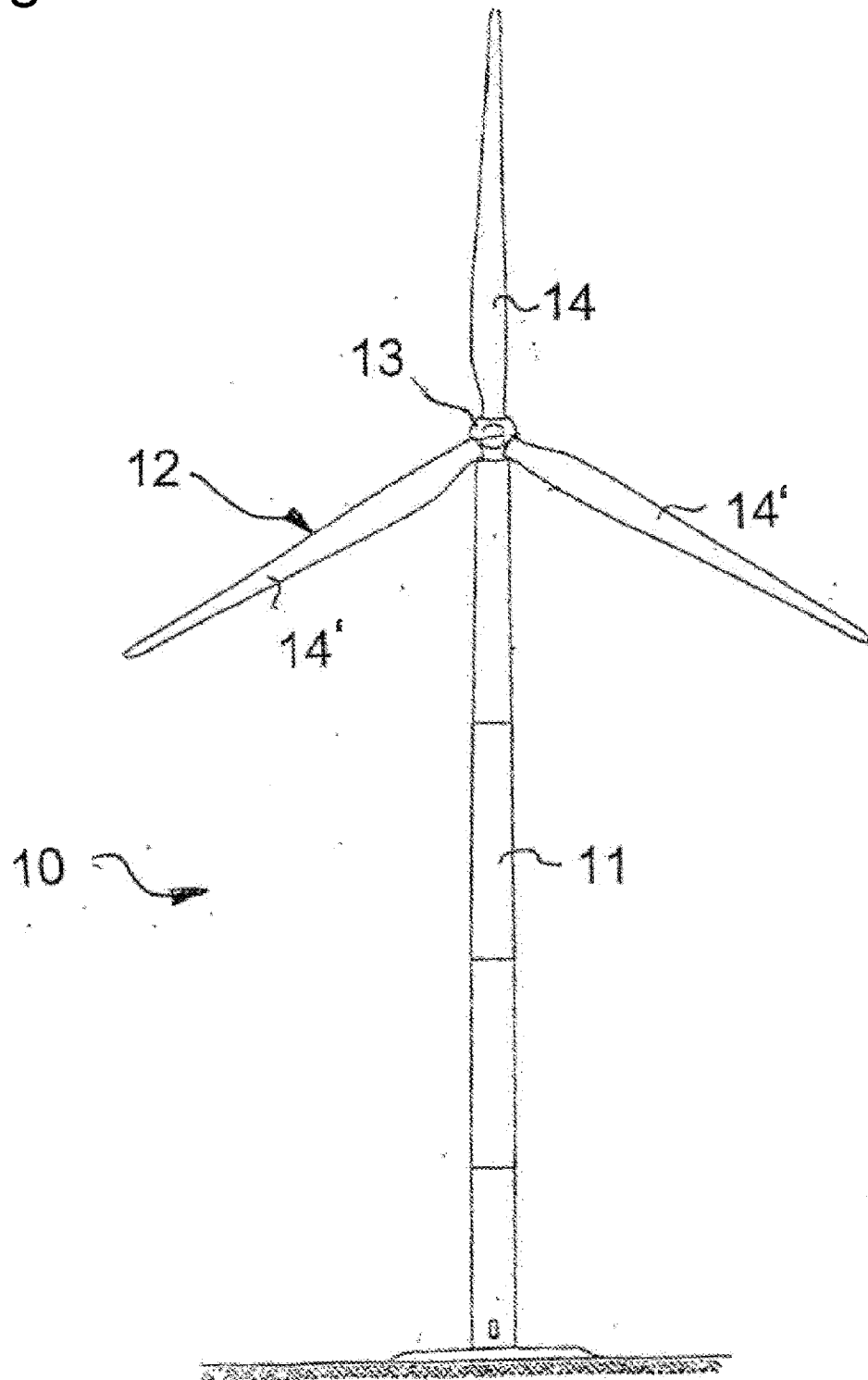


Figura 3

