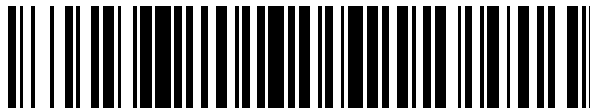


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 256**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2004 PCT/EP2004/008901**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.02.2005 WO05017350**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2004 E 04763925 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016 EP 1654459**

54 Título: **Aerogenerador con un sistema de regulación de palas de rotor**

30 Prioridad:

15.08.2003 DE 10338127

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

21.11.2016

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**BRANDT, KARSTEN y
ZEUMER, JÖRG**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 590 256 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

Aerogenerador con un sistema de regulación de palas de rotor

La presente invención se refiere a un aerogenerador con un rotor.

5 Los aerogeneradores conocidos presentan generalmente un rotor con tres palas de rotor, acoplándose el rotor directa o indirectamente a un generador para la producción de una energía eléctrica. El generador se puede acoplar además a una red eléctrica de un operador de red para la introducción de la energía eléctrica producida.

10 En los aerogeneradores genéricos las palas de rotor se configuran de manera que se pueda cambiar el ángulo. De este modo la orientación de las palas de rotor se puede ajustar por ejemplo en caso de viento fuerte, de modo que se pueda reducir la absorción de energía del viento. Para la regulación de las palas de rotor, los aerogeneradores genéricos se diseñan de forma que se prevea al menos un sistema de regulación de palas para las tres palas de rotor. Preferiblemente los aerogeneradores conocidos se configuran de modo que para cada pala de rotor se disponga al menos un sistema de regulación de palas de rotor, presentando el sistema de regulación de palas de rotor, entre otros dispositivos, un accionamiento de regulación de pala con un motor de corriente continua conectado a la red eléctrica a través de un convertidor. Por regla general, el número de revoluciones relativamente alto del motor de accionamiento se transmite a través de un engranaje de transmisión muy elevada a un piñón de accionamiento de giro muy lento que engrana con una corona dentada unida directamente a la pala de rotor. El sistema de regulación de palas de rotor presenta además un dispositivo de control por medio del cual se lleva a cabo la regulación del accionamiento de regulación de pala.

20 Por motivos de seguridad y para la protección del aerogenerador es preciso garantizar que el aerogenerador se pueda parar en cualquier momento y con cualquier fallo de funcionamiento.

25 Generalmente los aerogeneradores conocidos se paran girando las palas de rotor a la, así llamada, posición de bandera. Con el término de posición de bandera se define la extracción de las palas de rotor de la zona de viento, por lo que, al igual que en el caso de una bandera, sólo se ofrece al viento una mínima superficie de ataque, con lo que la energía necesaria para el mantenimiento del movimiento de giro del rotor ya no se pueda absorber del viento, parándose como consecuencia la instalación o reduciéndose al menos el movimiento de giro a un movimiento muy lento.

30 Un fallo de funcionamiento puede consistir, por ejemplo, en el fallo de la red eléctrica. En tal caso, los operadores de red pueden poner la condición de que para la protección de la red eléctrica el aerogenerador se separe de la red eléctrica dentro de un período de tiempo definido. Debido a la separación del aerogenerador de la red tampoco se puede introducir en la red la energía producida, lo que puede dar lugar muy rápidamente a estados críticos de velocidades de rotación excesivas. Por este motivo, y para su protección, el aerogenerador debe poder pararse en caso de fallo de red.

35 No obstante, un fallo de red puede dar lugar a que el accionamiento de regulación de pala eléctrico ya no reciba energía de la red, por lo que el aerogenerador tampoco se puede parar a través del sistema de regulación de palas del rotor. Para poder garantizar a pesar de ello el frenado del aerogenerador a través del giro de las palas de rotor hasta la posición de bandera, se prevé en el sistema de regulación de palas de rotor de los aerogeneradores conocidos adicionalmente una fuente de tensión continua que, en caso de fallo de red, se conecta directamente al accionamiento de regulación de pala, con lo que se puede garantizar en cualquier momento el suministro de energía al accionamiento de regulación de pala.

40 Sin embargo, el inconveniente de estos aerogeneradores conocidos consiste en que, debido al acoplamiento directo de la fuente de tensión continua al accionamiento de regulación de pala, sólo es posible girar las palas de rotor de forma no controlada, generalmente en dirección de la posición de bandera. No es posible una regulación para el ajuste exacto de un ángulo de pala de rotor deseado, en especial de la velocidad de regulación de pala de rotor en caso de fallos de funcionamiento en los aerogeneradores genéricos.

45 Esto significa que en caso de fallo de red, las palas de rotor de un aerogenerador siempre se tienen que girar forzosamente a la posición de frenado o de bandera, con lo que la instalación va frenando de manera relativamente brusca. Una parada brusca de un aerogenerador significa siempre la aparición de cargas elevadas que tienen que tenerse en cuenta a la hora de dimensionar la instalación y que forzosamente conducen a un mayor coste de la misma.

50 Adicionalmente el frenado forzoso de la instalación también supone siempre pérdidas económicas para el operador. Estas pérdidas son especialmente molestas cuando el fallo de red es por ejemplo de una duración muy corta, dado que la parada y el nuevo arranque de la instalación requieren por regla general mucho más tiempo que el fallo de red en sí.

55 Como ejemplos del estado de la técnica se indican los documentos US 5907192, US 6428274 y DE 10117212.

El objetivo de la presente invención es el de perfeccionar un aerogenerador conocido de manera que sea posible una regulación optimizada del ángulo de las palas de rotor durante el funcionamiento normal, pero especialmente en caso de diferentes fallos de funcionamiento, por ejemplo, de un fallo de red.

Los distintos aspectos de esta tarea se resuelven con un aerogenerador según las reivindicaciones 1 y 10.

El aerogenerador según la reivindicación 1 presenta un rotor con al menos una pala de rotor de ángulo regulable. Además comprende un generador que para la producción de energía eléctrica se puede acoplar directa o indirectamente al rotor y para la introducción de la energía eléctrica directa o indirectamente a una red eléctrica, así como al menos un sistema de regulación de palas de rotor para el ajuste del ángulo de la pala de rotor, pudiéndose prever en caso de varias palas de rotor, por regla general se trata de tres palas por aerogenerador, un sistema de regulación de palas de rotor por pala de rotor.

El sistema de regulación de palas de rotor consta de al menos un accionamiento de regulación de pala con al menos un motor de corriente continua que a través de un convertidor se acopla a la red eléctrica, un dispositivo de control conectado al convertidor por medio del cual se lleva a cabo el control y/o la regulación del accionamiento de regulación de pala y una fuente de tensión continua que en caso de fallo de la red garantiza el suministro de energía al accionamiento de regulación de pala.

Se hace constar que de aquí en adelante ya no se hará una diferencia entre control y regulación, dado que con la presente invención es posible tanto un control como una regulación del sistema de regulación de palas de rotor. El término de dispositivo de control también comprende siempre la posibilidad de una regulación del ángulo de pala.

De acuerdo con la invención se prevé que la fuente de tensión continua se pueda acoplar tanto directamente al accionamiento de regulación de pala como indirectamente, a través del convertidor, al accionamiento de regulación de pala, acoplándose la fuente de tensión continua fundamentalmente de forma indirecta, a través del convertidor, al accionamiento de regulación de pala y configurándose el convertidor de modo que sea capaz de convertir tanto la tensión alterna procedente de la red como la tensión continua procedente de la fuente de tensión continua.

El aerogenerador según la invención ofrece la ventaja de que el accionamiento de regulación de pala también se puede regular a través del dispositivo de control en caso de un fallo de red. Si se produce un fallo de red y la consiguiente necesidad de parar la instalación, la pala de rotor no es girada de forma inmediata o sin control hasta la posición de bandera, sino que existe la posibilidad de girar la pala de rotor, por ejemplo, lentamente con la velocidad de regulación preestablecida hasta llegar a la posición de bandera. Esto ofrece la ventaja de que la instalación no se tiene que parar de forma brusca, sino que se puede frenar poco a poco.

La alternativa, que sigue existiendo, de un acoplamiento directo de la fuente de tensión continua al accionamiento de regulación de pala ofrece la ventaja de que para el caso de fallo del convertidor se pueda garantizar por razones de seguridad y para la protección de la instalación, que el aerogenerador se pueda parar girando las palas de rotor hasta que lleguen a la posición de bandera.

Es conocido que en los aerogeneradores cuyo accionamiento de regulación de pala presenta en lugar de un motor de corriente continua, un motor de corriente alterna, es posible acoplar la fuente de tensión continua al convertidor. El inconveniente de estos aerogeneradores genéricos consiste en que en caso de un fallo de funcionamiento del convertidor, por ejemplo, a causa de un rayo, se produce al mismo tiempo el fallo del sistema de regulación de palas de rotor, con lo que ya no existe la posibilidad de parar el aerogenerador en caso de emergencia.

Por este motivo, el empleo de un motor de corriente continua en el accionamiento de regulación de pala debe considerarse como especialmente ventajoso, dado que el motor de corriente continua se puede acoplar en caso de un convertidor fuera de funcionamiento directamente a la fuente de tensión continua, con lo que se garantiza que las palas de rotor se puedan girar siempre hasta la posición de bandera para parar el aerogenerador.

Como ya se ha mencionado antes, el aerogenerador según el estado de la técnica sólo se puede parar en caso de un fallo de red girando las palas de rotor forzosamente hasta la posición de bandera. Sin embargo, el giro forzoso de las palas de rotor da lugar a una parada relativamente brusca de la instalación, por lo que en la misma se producen cargas muy elevadas.

Gracias a la posibilidad del aerogenerador según la invención de un frenado regulado se pueden reducir estas cargas elevadas, por lo que ya no se tienen que tener en cuenta en la misma medida al dimensionar la instalación, lo que permite construir el aerogenerador ventajosamente de forma más económica.

Además se puede garantizar el sincronismo de las palas de rotor al girar a la posición de bandera por medio del dispositivo de control de orden superior. Esto significa que las palas de rotor se pueden girar de forma sincronizada hasta llegar a la posición de bandera, lo que a su vez supone cargas menores para la instalación.

La presente invención ofrece además la ventaja de que en caso de un fallo de red la instalación no tenga que pararse obligatoriamente, sino que crea la posibilidad de mantener el número de revoluciones del rotor del aerogenerador según la invención en el supuesto de un fallo de red durante un espacio de tiempo definido por medio del ángulo de pala de rotor que sigue siendo regulable o de regularlo de otra manera. De modo ventajoso se puede mantener así el funcionamiento de la instalación si se produce un breve fallo de red, con lo que se reducen las pérdidas económicas que se producirían en caso contrario con una parada inmediata del aerogenerador.

En una variante de realización ventajosa de la invención, la regulación del sistema de regulación de palas de rotor de un aerogenerador según la invención en caso de fallo de red se puede llevar a cabo a través del dispositivo de control mediante un modo de fallo de funcionamiento.

El modo de fallo de funcionamiento se puede archivar en la instalación. También existe la posibilidad de generar el modo en el momento de aparición de un fallo de funcionamiento en el dispositivo de control o de aportar el modo de fallo de funcionamiento al dispositivo de control, por ejemplo, a través de un ordenador de gestión de funcionamiento que regule la gestión del funcionamiento del aerogenerador o de todo el parque eólico.

5 A través del modo de fallo de funcionamiento se puede determinar cómo debe ser la regulación de las palas cuando se produce un fallo de funcionamiento. El modo de fallo de funcionamiento se puede programar de modo que sea capaz de diferenciar entre distintos fallos de funcionamiento y de adoptar las correspondientes medidas de regulación. En el modo de fallo de funcionamiento se puede prever, por ejemplo, que en caso de fallo de una o
10 varias fases de la red, el número de revoluciones del rotor se mantenga constante durante un tiempo definido y que el aerogenerador sólo se pare después de haber transcurrido este tiempo, siempre que siga el fallo de red.

En el modo de fallo de funcionamiento también se puede prever que en caso de fallo del convertidor, la(s) batería(s) cambien al accionamiento de regulación de pala. En el modo de fallo de funcionamiento también se puede prever el procedimiento para una desconexión manual, dado que en este supuesto la instalación se tiene que conmutar en lo posible sin tensión para aumentar la seguridad de las personas. A estos efectos se puede prever en el modo de fallo
15 de funcionamiento, por ejemplo, que la instalación se pare lo más rápidamente posible, pero también del modo más cuidadoso posible, a una velocidad de regulación de pala regulada.

De acuerdo con otra variante de realización de la invención, el aerogenerador según la invención ofrece la ventaja de que en caso de parada del aerogenerador y ausencia simultánea de la red, el accionamiento de regulación de pala se pueda controlar por medio de un acoplamiento indirecto a la fuente de tensión continua a través del
20 dispositivo de control para el arranque de la instalación, pudiéndose entender por ausencia de red tanto un fallo de red como una desconexión consciente de la red.

En otra variante de realización ventajosa se prevé que la fuente de tensión continua sea una batería. Una batería ofrece la ventaja de ser un acumulador de energía usual capaz de proporcionar la energía necesaria para el funcionamiento del motor de corriente continua.

25 No obstante, también existe la posibilidad de utilizar como fuente de tensión continua los, así llamados, "ultracaps", en cuyo caso se trata de condensadores compactos de gran densidad de energía capaces de acumular la energía necesaria para el accionamiento del motor de corriente continua.

También sería posible prever un generador de corriente continua accionado preferiblemente por el movimiento de giro del rotor, o sea, por su energía cinética. A estos efectos, una parte activa del generador se acopla de forma rotatoria al rotor eólico (preferiblemente al cubo del rotor) y la otra parte activa se acopla de manera fija a la góndola de la máquina. Cuando gira el rotor se puede derivar en los bornes del generador una tensión continua dependiente
30 del número de revoluciones que después, en su caso tras una conversión necesaria (por ejemplo, regulador de elevación), se puede aplicar al circuito intermedio del convertidor o directamente al accionamiento de regulación de pala.

35 Para el suministro de energía, el motor de corriente continua del accionamiento de regulación de pala se conecta durante el funcionamiento normal, a través de un convertidor, a la red de corriente alterna del operador de red, transformando el convertidor la energía de corriente alterna proporcionada por la red en una energía de corriente continua. De acuerdo con la presente invención, el convertidor está adicionalmente en condiciones de transformar la energía de tensión continua aportada de manera que el motor de corriente continua pueda funcionar de forma
40 regulada a través del convertidor.

Según una variante de realización ventajosa de la invención, el convertidor se puede configurar de modo que presente un rectificador por medio del cual la tensión alterna procedente de la red se transforme en una tensión continua pulsante, así como un circuito intermedio de tensión continua que tenga la función de nivelar la tensión entre el rectificador y el motor de corriente continua. El circuito intermedio de tensión continua sirve
45 fundamentalmente de tampón para compensar las demandas de carga transitorias (fallos de tensión).

Sin embargo, dado que para el funcionamiento regulado del motor de corriente continua es necesaria una energía de corriente continua con valores de corriente y de tensión variables, el convertidor presenta adicionalmente un regulador de corriente continua con conmutadores activos, pudiéndose conmutar los conmutadores activos a través de un dispositivo de control. De este modo, mediante el control correspondiente de los conmutadores activos es posible transformar la energía del circuito intermedio en una energía de corriente continua regulable que se configura de manera que el motor de corriente continua haga girar la pala de rotor a una velocidad de regulación deseada en la posición angular deseada.
50

Según otra variante de realización ventajosa, el conmutador activo del regulador de corriente continua puede ser un transistor de potencia IGBT. Los transistores de potencia IGBT ofrecen la gran ventaja de que se pueden conectar y desconectar según las necesidades. Esta ventaja proporciona la posibilidad de hacer funcionar el motor de corriente continua de forma regulada a través del convertidor independientemente de que el convertidor se acople a la red eléctrica o a la fuente de tensión continua.
55

En otra variante de realización ventajosa de la invención se prevé que el acoplamiento de la fuente de tensión continua al convertidor se lleve a cabo a través del circuito intermedio de tensión continua. El acoplamiento se puede

5 realizar, por ejemplo, mediante diodos, siendo necesario en este caso que la diferencia de tensión entre la fuente de tensión continua y el circuito intermedio de tensión continua se adapte debidamente, a fin de evitar las cargas de los distintos componentes. Esta configuración ofrece la ventaja de que la fuente de tensión continua apoya, por una parte, el circuito intermedio de tensión continua en caso de fallo de red. Por otra parte, el convertidor tiene, de este modo, a su disposición la energía necesaria para el funcionamiento regulado del motor de corriente continua a pesar del fallo de red.

10 De acuerdo con otra variante de realización se prevé que el sistema de regulación de palas de rotor presente un transductor angular que determine el ángulo real de la pala de rotor y comunique el valor real determinado al dispositivo de control. Esto ofrece la ventaja de que el dispositivo de control o un ordenador de gestión de funcionamiento acoplado al dispositivo de control pueda determinar por medio del valor determinado y también teniendo en cuenta otros parámetros de la instalación, un ángulo de pala de rotor que posibilite un funcionamiento óptimo y, por consiguiente, una producción óptima de energía.

Además, la previsión del transductor angular ofrece la posibilidad de controlar y, en su caso, de corregir el ángulo preestablecido mediante el dispositivo de control.

15 Las medidas descritas hasta ahora se refieren a la solución de fallos de funcionamiento que se pueden producir en caso del suministro de corriente eléctrica al sistema de regulación de palas de rotor. El objetivo consiste en permitir un ajuste regulado de las palas de rotor, por ejemplo, en caso de fallo de red. De esta forma se tiene en cuenta un problema fundamental que se puede producir durante el funcionamiento de un aerogenerador.

20 No obstante, los sistemas para la regulación de palas de rotor son relativamente complejos. También es posible imaginarse otros fallos que pueden perjudicar el ajuste regulado de las palas de rotor, de manera que en principio siempre existe la necesidad de optimización.

A continuación se muestra otro principio de solución con el que se puede optimizar el ajuste regulado de las palas de rotor y, especialmente, garantizar el mismo en caso de otro fallo producido independientemente del sistema eléctrico.

25 Ambos principios de solución mencionados en el marco de la invención permiten, de forma separada o también combinada, controlar y/o regular óptimamente la instalación y, en caso de producirse distintos fallos de funcionamiento, mantenerla lista para el servicio. De esta forma se consigue fácilmente el objetivo principal de configurar un aerogenerador, de compensar la aparición de fallos de funcionamiento y de apagar la instalación sólo cuando se produzca realmente un fallo de funcionamiento grave.

30 Según el otro principio de solución se prevé que el sistema de regulación de palas de rotor presente, al menos, dos transductores angulares, configurándose el dispositivo de control de manera que, en caso de fallo de un transductor angular, éste conmute al otro transductor angular.

35 En una variante de realización ventajosa de la invención, el primer transductor angular se puede disponer, por ejemplo, en el árbol de motor del motor de corriente continua del accionamiento de regulación de pala, conformando el árbol de motor, entre otros, el lado de accionamiento o el, así llamado, lado "rápido" (en virtud de la velocidad de giro más elevada) del sistema de regulación de palas de rotor.

40 Ventajosamente, el segundo transductor angular se prevé directamente en el eje de pala de rotor o en un piñón que engrana con el dentado del cojinete de las palas. Esto significa que el segundo transductor angular se dispone por el, así llamado, lado de accionamiento o lado de pala de rotor o lado "lento" del sistema de regulación de palas de rotor.

45 La previsión de al menos otro transductor angular ofrece la ventaja de que todos los ángulos de pala medidos se pueden comparar entre sí, con lo que en caso de fuertes diferencias de los valores de medición se puede detectar un defecto eventual de uno de los sensores o, por ejemplo, un fallo eventual (rotura) del accionamiento de pala. En un caso como este, el dispositivo de control puede cambiar al segundo transductor angular de manera que se garantice que en cualquier momento se pueda determinar el ángulo de pala actual.

Resulta especialmente ventajoso combinar estos dos principios de solución. Así se consigue una instalación perfectamente asegurada e incluso óptimamente regulada durante el funcionamiento normal.

50 Sin embargo, la solución descrita en último lugar también se puede poner en práctica por separado, es decir, no sólo en un aerogenerador solicitado que presente un sistema de regulación de palas de rotor con un accionamiento de corriente continua. El empleo de uno o varios transductores angulares también es perfectamente posible en otros sistemas de regulación de palas de rotor que presentan, por ejemplo, un accionamiento de corriente alterna.

55 Otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se revelan en parte en la siguiente descripción y se sugieren en parte por medio de la descripción o resultan de la aplicación práctica de la invención. A continuación se describe en detalle una variante de realización de la invención. Se entiende que también se pueden utilizar otras formas de realización e introducir cambios sin abandonar el concepto de la invención tal como se define en las reivindicaciones dependientes.

Se muestran en la:

Figura 1 un aerogenerador en una vista frontal,

Figura 2 un sistema de regulación de palas de rotor en una representación esquemática.

La figura 1 muestra un aerogenerador 10 con una torre 11 en cuyo extremo superior se ha dispuesto un rotor 12. El rotor 12 se compone de un cubo de rotor 13, así como de tres palas de rotor 14 dispuestas en el cubo 13.

5 Las palas de rotor 14 se unen de forma rotatoria al cubo de rotor 13 y se pueden regular individualmente alrededor de su eje longitudinal para ajustar la absorción de energía del rotor 12 del viento. La conexión de las palas de rotor 14 al cubo de rotor 13 se lleva a cabo a través de cojinetes, por ejemplo, cojinetes de cuatro puntos o una conexión giratoria de bolas, presentando el componente de soporte en el que se fija la pala de rotor, un dentado interior.

10 La regulación de las palas de rotor 14 se realiza a través del sistema de regulación de palas de rotor no representado en detalle con un accionamiento de regulación de pala, presentando el accionamiento de regulación de pala un piñón de accionamiento dispuesto de manera que engrane con el dentado interior del cojinete. El accionamiento de regulación de pala presenta además un motor de accionamiento acoplado a través de un engranaje al piñón de accionamiento, por lo que el piñón de accionamiento puede realizar un movimiento de giro por medio del motor de accionamiento. Dado que el piñón de accionamiento engrana con el dentado interior del
15 componente de soporte en el que se ha fijado la pala de rotor, es posible regular así la pala de rotor por medio del motor de accionamiento.

En la figura 2 se representa esquemáticamente un sistema de regulación de palas de rotor con un accionamiento de regulación de pala 20. El accionamiento de regulación de pala 20 representado presenta un piñón de accionamiento 21, un engranaje 22, así como un motor de accionamiento 23, tratándose en el ejemplo de realización representado de un motor de corriente continua.

20 El motor de corriente continua 23 se puede acoplar a través de un convertidor 24 a una red eléctrica 25 de un operador de red, suministrando la red eléctrica 25 una energía de corriente alterna trifásica. Entre el convertidor 24 y la red 25 se prevén adicionalmente elementos de conmutación 26, con lo que se crea la posibilidad de separar el convertidor 24 y, por consiguiente, el sistema de regulación de palas de rotor de la red eléctrica 25.

25 El convertidor 24 tiene la función de transformar la energía de corriente alterna aportada por la red eléctrica en energía de corriente continua que permite el funcionamiento del motor de corriente continua. Con este fin, el convertidor 24 se compone de un rectificador 27, un circuito intermedio de tensión continua 28 y un regulador de corriente continua 30.

30 El rectificador 27 presenta conmutadores activos, tratándose en el ejemplo representado de transistores de potencia IGBT que se pueden conectar y desconectar a través de un dispositivo de control 33, estando el dispositivo de control 33 acoplado a un ordenador de gestión del funcionamiento 34 que supervisa y regula todo el funcionamiento del aerogenerador. El empleo de los conmutadores activos ofrece la ventaja de que la energía de corriente alterna aportada por la red eléctrica 25 se modifica a través del dispositivo de control 33, por medio de un procedimiento de modulación de amplitud de impulsos, mediante la correspondiente conexión y desconexión de los conmutadores
35 activos, generándose una energía de corriente continua con parámetros previamente determinados que accionan el motor de corriente continua 23 específicamente para el ajuste de la pala de rotor en una posición predeterminada.

Al fallar la red eléctrica 25 ó para el caso de que la red eléctrica 25 se hubiera separado intencionadamente del aerogenerador 10 mediante la apertura de los elementos de conmutación 26, se produce un acoplamiento del motor de corriente continua 23 a una batería 31, con lo que se garantiza el suministro de energía al motor de corriente
40 continua 23.

El acoplamiento entre la batería 31 y el motor de corriente continua 23 se puede llevar a cabo de dos maneras:

45 Por una parte el motor de corriente continua 23 se puede conectar directamente a la batería 31 a través de un elemento de conmutación 35. Adicionalmente la batería 31 también se puede acoplar directamente al motor de corriente continua 23 a través del convertidor 24. A estos efectos se produce una conmutación del elemento de conmutación 35 como consecuencia de la cual el motor de corriente continua 23 se acopla al conmutador 24. Al mismo tiempo, mediante el cierre de un conmutador 36, se acoplan el circuito intermedio de tensión continua 28 y la batería 31, con lo que se mantiene un suministro de energía al motor de corriente continua 23 a través del conmutador 24.

50 El acoplamiento indirecto de la batería 31 ofrece la ventaja de que la energía de corriente continua proporcionada por la batería 31 se puede modificar por medio del convertidor 24 de manera que el motor de corriente continua 23 pueda funcionar de forma regulada siendo también posible un ajuste regulado de las palas.

55 El acoplamiento directo entre la batería 31 y el motor de corriente continua 23 sólo permite el giro no regulado de la pala de rotor, por ejemplo, fuera del viento a una, así llamada, posición de bandera, con lo que el aerogenerador se para forzosamente. El acoplamiento directo sólo se emplea cuando ya no es posible regular las palas de rotor a través del convertidor 24, por ejemplo, cuando el convertidor 24 ya no está en condiciones de funcionar. El acoplamiento directo entre la batería 31 y el motor de corriente continua 24 sólo se prevé por razones de seguridad relevantes, en concreto para garantizar que en caso de un fallo del convertidor aún siga existiendo la posibilidad de frenar el aerogenerador girando las palas de rotor hasta la posición de bandera.

A pesar de ello, el elemento de conmutación 35 se realiza preferiblemente de modo que en estado sin corriente se conecte el acoplamiento directo de la batería 31 al motor de corriente continua 23. Gracias a la, así llamada, disposición failsafe se garantiza, por ejemplo también después de un rayo que destruya tanto el suministro de red como el convertidor, un frenado seguro de la máquina.

- 5 En la figura 2 se representan además esquemáticamente un primer transductor angular 37 y un segundo transductor angular 38, disponiéndose el primer transductor angular 37 sobre el árbol de motor del motor de corriente continua del accionamiento de regulación de pala y configurándose el segundo transductor angular 38 en forma de piñón dentado que engrana con una corona dentada no representada dispuesta en la raíz de la pala.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aerogenerador (10) con un rotor (12) que presenta al menos una pala de rotor (14) de ángulo regulable, un generador que para la producción de energía eléctrica se puede acoplar directa o indirectamente al rotor (12) y para la introducción de la energía eléctrica directa o indirectamente a una red eléctrica (25), al menos un sistema de regulación de palas de rotor para la regulación del ángulo de la pala de rotor (14), formado por al menos un accionamiento de regulación de pala (20) con al menos un motor de corriente continua (23) que se acopla a través de un convertidor (24) a la red eléctrica (25), un dispositivo de control (33) acoplado al convertidor (24) a través del cual se lleva a cabo el control y/o la regulación del accionamiento de regulación de pala (20) y una fuente de tensión continua (31) que en caso de fallo de la red (25) garantiza el suministro de energía al accionamiento de regulación de pala (20), caracterizado por que la fuente de tensión continua (31) se acopla a través de un elemento de conmutación (35) opcionalmente de forma directa al accionamiento de regulación de pala (20) o de forma indirecta a través del convertidor (24) al accionamiento de regulación de pala (20), acoplándose la fuente de tensión continua (31) preferiblemente de manera indirecta, a través del convertidor (24), al accionamiento de regulación de pala (20) y configurándose el convertidor (24) para transformar tanto la tensión alterna procedente de la red (25) como la tensión continua procedente de la fuente de tensión continua (31).
- 10 2. Aerogenerador (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que el acoplamiento directo entre la fuente de tensión continua (31) y el accionamiento de regulación de pala (20) sólo se produce en caso de fallo del convertidor (24).
- 15 3. Aerogenerador (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que en caso de acoplamiento indirecto entre la fuente de tensión continua (31) y el accionamiento de regulación de pala (20), el accionamiento de regulación de pala (20) se puede controlar a través del dispositivo de control (30) por medio de un modo de fallo de funcionamiento que se puede archivar en el dispositivo de control (33), generar en el dispositivo de control (33) o aportar al dispositivo de control (33).
- 20 4. Aerogenerador (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que en caso de parada de la instalación (10), fallo simultáneo de la red eléctrica (25) y acoplamiento indirecto de la fuente de tensión continua (31) al accionamiento de regulación de pala (20), el accionamiento de regulación de pala (20) se puede controlar a través del dispositivo de control (33) para el arranque de la instalación (10).
- 25 5. Aerogenerador (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que la fuente de tensión continua (31) es una batería.
- 30 6. Aerogenerador (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que el convertidor (24) presenta un rectificador (27), un circuito intermedio de tensión continua (28) y un regulador de corriente continua (30) con al menos un conmutador activo.
- 35 7. Aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el conmutador activo es un IGBT.
- 40 8. Aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la fuente de tensión continua (31) se puede acoplar al circuito intermedio de tensión continua (28).
- 45 9. Aerogenerador (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema de regulación de palas de rotor presenta al menos un transductor angular (37, 38) que determina un ángulo real de la pala de rotor (14) y lo comunica al dispositivo de control (33).
- 50 10. Aerogenerador (10) preferiblemente según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema de regulación de palas de rotor presenta al menos dos transductores angulares (37, 38), configurándose el dispositivo de control (33) de manera que en caso de fallo de uno de los transductores angulares (37, 38) cambie al otro transductor angular (37, 38).
- 55 11. Aerogenerador (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el accionamiento de regulación de pala (20) presenta un lado de accionamiento y un lado de salida o lado de la pala de rotor, disponiéndose uno de los transductores angulares (37, 38) por el lado de accionamiento y el otro por el lado de salida o de pala de rotor del accionamiento de regulación de pala (20).

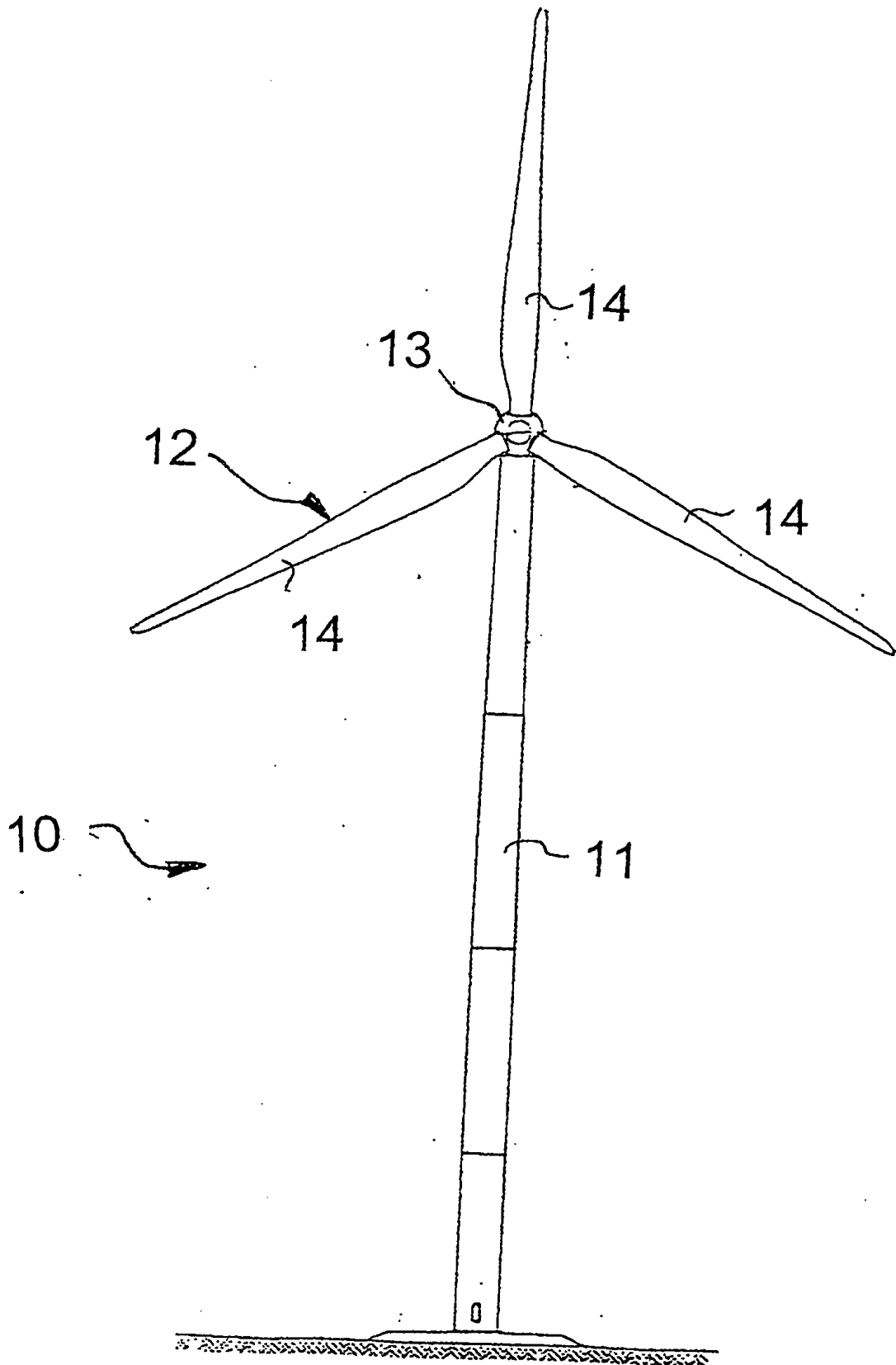


Fig 1

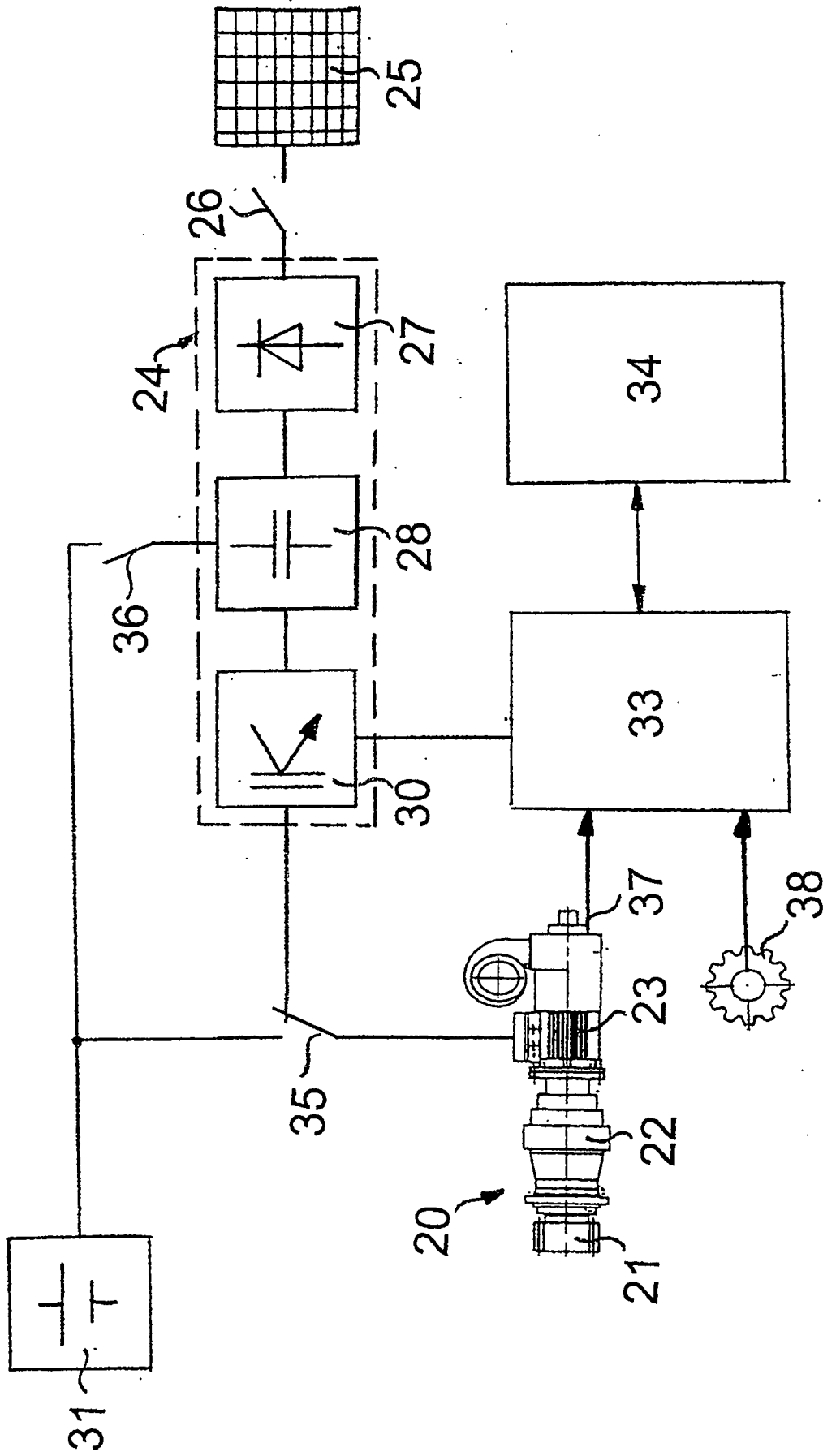


Fig 2