

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 741**

51 Int. Cl.:

**H02J 9/06** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2013** **E 13195270 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017** **EP 2878808**

54 Título: **Sistema de cambio de paso y procedimiento de funcionamiento de un sistema de cambio de paso de una turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.11.2017**

73 Titular/es:

**MOOG UNNA GMBH (100.0%)**  
**Max-Born-Strasse 1**  
**59423 Unna, DE**

72 Inventor/es:

**PAULI, MATTHIAS y**  
**VETTER, ALF**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 641 741 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 cambio de paso y procedimiento de funcionamiento de un sistema de cambio de paso de una turbina eólica

5 La invención se refiere a un procedimiento de funcionamiento de un sistema de cambio de paso de una turbina eólica con al menos una pala de rotor, presentando el sistema de cambio de paso al menos un rectificador de entrada y al menos un accionamiento de cambio de paso, pudiendo girar cada pala de rotor, mediante el accionamiento de cambio de paso o mediante al menos uno de los varios accionamientos de cambio de paso, alrededor de su eje longitudinal, alimentándose cada rectificador de entrada con corriente alterna por una red de alimentación y siendo alimentado cada accionamiento de cambio de paso con energía eléctrica por el rectificador de entrada o por al menos uno de los varios rectificadores de entrada, estando conectado cada accionamiento de cambio de paso con un acumulador de energía de emergencia, pudiendo ser alimentado cada accionamiento de cambio de paso con energía eléctrica por el acumulador de energía de emergencia asociado al mismo.

15 La red de alimentación puede ser, por ejemplo, la red general eléctrica o una red de alimentación interna de una turbina eólica, que es alimentada por el generador de la propia turbina eólica o por otra fuente de energía, como por ejemplo un generador diésel o una instalación fotovoltaica.

20 Las turbinas eólicas modernas están equipadas por lo general con sistemas de cambio de paso eléctricos, que presentan al menos un accionamiento de cambio de paso. En la mayoría de los casos, cada pala de rotor está dotada de al menos un accionamiento de cambio de paso. Mediante la rotación de las palas de rotor alrededor de su respectivo eje longitudinal, tales sistemas de cambio de paso regulan la posición de las palas de rotor con respecto al viento y suelen ser la única posibilidad segura de parar el rotor de una turbina eólica. Esto tiene lugar mediante el giro que el accionamiento de cambio de paso o los accionamientos de cambio de paso realizan sobre las palas de rotor llevándolas a la posición denominada de bandera, de modo que el rotor se para por falta de accionamiento por el viento. La alimentación con energía del sistema de cambio de paso se produce generalmente a través de la red a la que la turbina eólica introduce también la corriente generada. En caso de avería de la red puede producirse una situación de peligro, por ejemplo, porque en caso de incremento del viento la velocidad de rotación del rotor de la turbina eólica supera un valor máximo admisible y la turbina eólica o las personas que se encuentren en sus proximidades podrían resultar dañados como consecuencia de ello.

35 Para poder evitar una situación de peligro de este tipo, también en caso de avería de la red, las palas de rotor deben poder desplazarse también sin alimentación de energía del sistema de cambio de paso, mediante la red externa, a la posición de bandera. Para ello se conoce del estado de la técnica equipar el sistema de cambio de paso con uno o varios acumuladores de energía de emergencia, que en caso de avería de la red garantizan la alimentación con energía del sistema de cambio de paso y por tanto la disponibilidad del sistema de cambio de paso, al menos hasta que las palas de rotor se hayan llevado a la posición de bandera segura.

40 Los accionamientos de cambio de paso pueden presentar, por ejemplo, un convertidor y un motor de cambio de paso eléctrico. En este caso, el convertidor se alimenta por un rectificador de entrada con energía eléctrica, haciendo funcionar el convertidor con esta energía el motor de cambio de paso. Como motor de cambio de paso se consideran tanto motores de corriente continua como motores de corriente alterna.

45 Los sistemas de cambio de paso conocidos por el estado de la técnica presentan la desventaja de que son sensibles a las sobretensiones y dejan de funcionar incluso en caso de pequeñas sobretensiones en la red de alimentación.

50 Pueden producirse sobretensiones en la red de alimentación, por ejemplo, por incidencia de rayos. Las tensiones alcanzadas en este caso, a las que está expuesto el sistema de cambio de paso que debe protegerse, varían en gran medida en función del lugar de incidencia del rayo y el tipo de acoplamiento de la energía del rayo a la red de alimentación. Por tanto, en el estado de la técnica se utilizan dispositivos de protección frente a sobretensiones para proteger el sistema de cambio de paso incluso frente a pequeñas sobretensiones. Los dispositivos de protección frente a sobretensiones conocidos utilizan, por ejemplo, diodos supresores o derivadores de gas. Para la protección de sistemas de cambio de paso se utilizan por lo general varistores.

55 Por el documento US 2013/0271056 A1 se conoce, por ejemplo, un accionamiento de cambio de paso con motores de corriente alterna, en el que para aumentar la redundancia se hace funcionar mediante elementos de conmutación un motor trifásico en una primera posición de conmutación con corriente procedente de dos transductores y en una segunda posición de conmutación, en particular en caso de fallos en los rectificadores o transductores, con el transductor restante, intacto. Adicionalmente, en este accionamiento de cambio de paso cada transductor puede separarse de la red de alimentación de corriente.

65 Si un sistema de cambio de paso, pese a la posible presencia de dispositivos de protección frente a sobretensiones, estuviese expuesto a una sobretensión si quiera muy breve, se produciría de inmediato por motivos de seguridad un paso al modo de emergencia, es decir, todas las palas de rotor se girarían mediante los accionamientos de cambio de paso a la posición de bandera.

Por lo tanto, el objetivo de la invención es indicar un procedimiento de funcionamiento de un sistema de cambio de paso de una turbina eólica, que posibilite, también en caso de sobretensiones de red moderadas, un funcionamiento adicional del sistema de cambio de paso.

5 El objetivo anteriormente introducido y expuesto se soluciona partiendo del procedimiento de funcionamiento de un sistema de cambio de paso de una turbina eólica descrito al inicio por que el sistema de cambio de paso presenta al menos un dispositivo de medición de tensión de red, cada rectificador de entrada presenta al menos un elemento de conmutación semiconductor con el que puede interrumpirse un flujo de corriente procedente de la red de alimentación hacia el respectivo rectificador de entrada, midiendo cada dispositivo de medición de tensión de red la tensión de la red de alimentación y, si la tensión medida de la red de alimentación o un valor calculado a partir de las diversas tensiones medidas supera un primer valor de tensión, cada elemento de conmutación semiconductor interrumpe el flujo de corriente procedente de la red de alimentación hacia el respectivo rectificador de entrada y cada accionamiento de cambio de paso es alimentado con energía eléctrica por el acumulador de energía de emergencia asociado al mismo.

10  
15 Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención se consigue que los accionamientos de cambio de paso queden protegidos frente a sobretensiones en la red de alimentación. En concreto, se ha demostrado sorprendentemente que los elementos de conmutación semiconductores presentan en el estado de interrupción una resistencia a la sobretensión superior que, en particular, los accionamientos de cambio de paso. Por tanto, para proteger los accionamientos de cambio de paso basta con interrumpir el flujo de corriente procedente de la red de alimentación hacia el o los rectificadores de entrada, para proteger los componentes restantes del sistema de cambio de paso frente a la sobretensión en la red de alimentación. En lo sucesivo, por tensión de la red de alimentación puede querer decirse tanto la tensión medida de la red de alimentación como un valor calculado a partir de las diversas tensiones medidas.

20  
25 De acuerdo con la invención, la alimentación de energía de todos los accionamientos de cambio de paso puede realizarse mediante un único acumulador de energía de emergencia. En el marco de la invención es igualmente posible, sin embargo, prever por cada accionamiento de cambio de paso uno o varios acumuladores de energía de emergencia.

30 Para proteger el sistema de cambio de paso frente a sobretensiones que superen la resistencia a la sobretensión de los elementos de conmutación semiconductores o que sean más rápidas que el tiempo de reacción de los elementos de conmutación semiconductores, es posible utilizar dispositivos de protección frente a la sobretensión, tal como se conocen por el estado de la técnica. Un dispositivo de protección frente a la sobretensión de este tipo se dispone normalmente entre la red de alimentación y el rectificador de entrada o los rectificadores de entrada.

35 Además, ha resultado ventajoso que el dispositivo de protección frente a la sobretensión presente un módulo de monitorización, pudiendo emitir el módulo de monitorización una señal de aviso y/o una señal de error.

40 Se emite una señal de aviso cuando el dispositivo de protección frente a la sobretensión debe sustituirse dentro de un cierto periodo de tiempo. Una sustitución del dispositivo de protección frente a la sobretensión puede ser necesario, por ejemplo, cuando el dispositivo de protección frente a la sobretensión deja de garantizar una protección fiable frente a sobretensiones debido al envejecimiento. El periodo de tiempo dentro del cual debe sustituirse el dispositivo de protección frente a la sobretensión depende fundamentalmente del estado de envejecimiento del dispositivo de protección frente a la sobretensión. Mediante una sustitución del dispositivo de protección frente a la sobretensión a intervalos de tiempo regulares independientemente de una señal de aviso puede garantizarse igualmente que el dispositivo de protección frente a la sobretensión ofrezca siempre una protección suficiente frente a sobretensiones procedentes de la red de alimentación.

45  
50 Se emite una señal de error cuando el dispositivo de protección frente a la sobretensión presenta un defecto que hace imposible su función de protección frente a la sobretensión. En este caso, la señal de error puede utilizarse para introducir un paso al modo de emergencia. Por lo demás, la señal de error también puede utilizarse para evitar que el sistema de cambio de paso y, por tanto, la turbina eólica en su conjunto vuelva a ponerse en marcha. Por lo tanto, la señal de aviso y la señal de error se diferencian cualitativamente. Mientras que en el caso de la señal de aviso es posible que el sistema de cambio de paso siga funcionando brevemente, una señal de error requiere por lo general un paso al modo de emergencia y una parada de la turbina eólica, ya que el sistema de cambio de paso en su conjunto podría averiarse si continúa la sobretensión.

55  
60 Las dos señales anteriormente descritas podrían ser, en particular, de naturaleza óptica o acústica. Resulta especialmente ventajoso que el módulo de monitorización presente al menos una salida, en particular digital, o al menos un contacto de conmutación por cada tipo de señal, a través de la cual o del cual pueden emitirse las señales a un dispositivo de control de orden superior.

65 De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la invención está previsto que se active un paso al modo de emergencia cuando al menos un elemento de conmutación semiconductor está conmutado al estado de interrupción durante un tiempo superior a un primer intervalo de tiempo. Puesto que la energía acumulada en el acumulador de energía de emergencia o en los acumuladores de energía de emergencia es limitada, el sistema de cambio de paso

no puede funcionar permanentemente con los elementos de conmutación semiconductores en estado de interrupción. Para garantizar la seguridad de la turbina eólica debe efectuarse por tanto correctamente un paso al modo de emergencia. Esto puede tener lugar por ejemplo mediante un temporizador que mide el tiempo que el elemento de conmutación semiconductor o los elementos de conmutación semiconductores están conmutados en el estado de interrupción y que al superarse un primer intervalo de tiempo inicia automáticamente el paso al modo de emergencia.

Una configuración ventajosa de la invención se caracteriza por que se activa un paso al modo de emergencia cuando la tensión medida de la red de alimentación supera un segundo valor de tensión. Puesto que la protección del sistema de cambio de paso está limitada por la resistencia a la sobretensión del elemento de conmutación semiconductor o de los elementos de conmutación semiconductores, se consigue de este modo que en caso de una sobretensión que alcance esta resistencia a la sobretensión o que se aproxime a esta resistencia a la sobretensión, con un margen seguridad, la turbina eólica pase a un estado seguro mediante un paso al modo de emergencia.

De acuerdo con un perfeccionamiento especialmente preferido de la invención está previsto que en la conexión entre la red de alimentación y el rectificador de entrada o los diversos rectificadores de entrada esté dispuesto un contactor de red, en donde cada rectificador de entrada queda separado de la red de alimentación por el contactor de red cuando la tensión medida de la red de alimentación supera un segundo valor de tensión. Mediante la utilización de un contactor de red puede protegerse el sistema de cambio de paso de manera especialmente eficaz frente a sobretensiones adicionales, dado que el contactor de red puede establecer una separación galvánica entre el sistema de cambio de paso y la red de alimentación.

En una configuración preferida de la invención está previsto que el segundo valor de tensión sea mayor que el primer valor de tensión. De este modo se consigue que tenga lugar una apertura del contactor de red después de que el elemento de conmutación semiconductor o los elementos de conmutación semiconductores hayan interrumpido un flujo de corriente.

De acuerdo con una configuración adicional preferida de la invención está previsto que en la conexión entre la red de alimentación y el rectificador de entrada o los diversos rectificadores de entrada esté dispuesto un contactor de red, en donde cada rectificador de entrada queda separado de la red de alimentación por el contactor de red cuando al menos un elemento de conmutación semiconductor está conmutado al estado de interrupción durante más tiempo que un primer intervalo de tiempo. De esta manera se protegen el elemento de conmutación semiconductor o los elementos de conmutación semiconductores frente a sobretensiones de mayor duración.

Asimismo, resulta ventajoso que se active un paso al modo de emergencia cuando la energía acumulada en el acumulador de energía de emergencia o en los acumuladores de energía de emergencia supera un valor umbral predeterminado. Mediante este mecanismo de disparo de un paso al modo de emergencia puede garantizarse siempre que la energía acumulada en el acumulador de energía de emergencia o en los acumuladores de energía de emergencia es suficiente para llevar a cabo un paso al modo de emergencia. Para ello, únicamente mientras el elemento de conmutación semiconductor o los elementos de conmutación semiconductores están conmutados en el estado de interrupción, la energía acumulada en el acumulador de energía de emergencia o en los acumuladores de energía de emergencia debe medirse o estimarse de manera fiable mediante medios apropiados. El valor umbral se ajusta en este caso de tal modo que se corresponda al menos con la energía necesaria para un paso al modo de emergencia.

De acuerdo con un perfeccionamiento adicional preferido de la invención está previsto que cada elemento de conmutación semiconductor interrumpa el flujo de corriente hacia el respectivo rectificador de entrada cuando la tensión medida de la red de alimentación supera un tercer valor de tensión. De este modo se posibilita el paso al modo de funcionamiento normal del sistema de cambio de paso, en el que el sistema de cambio de paso vuelve a funcionar con energía eléctrica procedente de la red de alimentación.

En una configuración ventajosa de la invención está previsto que el tercer valor de tensión sea menor que el primer valor de tensión o idéntico al primer valor de tensión. Para evitar un salto constante del elemento de conmutación semiconductor o de los elementos de conmutación semiconductores del estado de conmutación desbloqueado al estado de conmutación bloqueado se puede introducir una histéresis mediante la selección del tercer valor de tensión inferior al primer valor de tensión.

De acuerdo con una configuración ventajosa adicional de la invención está previsto que la interrupción de un flujo de corriente procedente de la red de alimentación hacia uno de los rectificadores de entrada por un elemento de conmutación semiconductor se mantenga al menos durante un segundo intervalo de tiempo antes de que sea posible un desbloqueo. De este modo puede evitarse igualmente un salto repetidas veces del elemento de conmutación semiconductor o de los elementos de conmutación semiconductores del estado de conmutación desbloqueado al estado de conmutación bloqueado. En una configuración especialmente ventajosa de la invención está previsto que el segundo intervalo de tiempo sea de 250 milisegundos, preferentemente al menos 500 milisegundos.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención está previsto que el sistema de cambio de paso presente una salida de señal, en particular digital, a través de la cual se emite una señal, representando esta señal el estado de conmutación del contactor de red. Esta señal puede enviar, por ejemplo, a un dispositivo de control de orden superior de la turbina eólica.

5 De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso adicional de la invención está previsto que cada rectificador de entrada presente un dispositivo de medición de tensión de red. Mediante esta disposición del dispositivo de medición de tensión de red en el rectificador de entrada se consigue un recorrido de señal especialmente corto entre el dispositivo de medición de tensión de red y el elemento de conmutación semiconductor o los elementos de conmutación semiconductores. Por consiguiente, el retardo entre la detección de una sobretensión en la red de alimentación y el bloqueo del elemento de conmutación semiconductor o de los elementos de conmutación semiconductores es mínimo. En caso de utilizar varios rectificadores de entrada pueden detectarse de manera especialmente segura sobretensiones en la red de alimentación gracias a la redundancia de los dispositivos de medición de tensión de red, de modo que incluso en caso de avería de uno de los dispositivos de medición de tensión de red sigue siendo posible un funcionamiento seguro del sistema de cambio de paso.

15 En el marco de la invención ha resultado ser ventajoso que al menos un elemento de conmutación semiconductor esté constituido por un tiristor.

20 En más detalle, existen ahora múltiples posibilidades para configurar y perfeccionar el procedimiento de acuerdo con la invención de funcionamiento de un sistema de cambio de paso de una turbina eólica. Para ello se remite a las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 así como a la siguiente descripción detallada de ejemplos de realización preferidos de la invención, haciendo referencia al dibujo.

**En el dibujo se muestra**

25 la figura 1, esquemáticamente, un sistema de cambio de paso para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención de acuerdo con un perfeccionamiento preferido de la invención y

30 la figura 2, esquemáticamente, un sistema de cambio de paso alternativo para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención de acuerdo con un perfeccionamiento adicional preferido de la invención.

35 La figura 1 muestra un sistema de cambio de paso con un rectificador 1 de entrada y tres accionamientos 2 de cambio de paso. Mediante los accionamientos 2 de cambio de paso pueden accionarse las palas de rotor de una turbina eólica, no representada. El rectificador 1 de entrada está conectado con una red 3 de alimentación, que puede estar constituida por ejemplo por la red general de alimentación. El rectificador 1 de entrada rectifica la corriente alterna trifásica proporcionada por la red 3 de alimentación y la pone a disposición de los accionamientos 2 de cambio de paso. Cada accionamiento 2 de cambio de paso está conectado con un acumulador 4 de energía de emergencia. Los acumuladores 4 de energía de emergencia pueden suministrar energía eléctrica a los accionamientos 2 de cambio de paso. Como acumulador 4 de energía de emergencia se consideran en particular baterías o condensadores, en este caso, sobre todo, los denominados ultracondensadores. El rectificador 1 de entrada presenta un dispositivo 5 de medición de tensión de red, que monitoriza la tensión de la red 3 de alimentación.

45 Además, el rectificador 1 de entrada presenta elementos 6 de conmutación semiconductores que en la figura se simbolizan mediante el signo de conmutación para tiristores y que están constituidos preferentemente por tiristores. Mediante los elementos 6 de conmutación semiconductores se puede interrumpir el flujo de corriente procedente de cada fase de la alimentación de corriente alterna trifásica que se dirige al rectificador 1 de entrada por la red 3 de alimentación. Entre la red 3 de alimentación y el rectificador 1 de entrada está dispuesto además un contactor 7 de red. Con este contactor 7 de red puede separarse la conexión entre el rectificador 1 de entrada y la red 3 de alimentación.

50 Los accionamientos 2 de cambio de paso presentan en cada caso un convertidor 8 y un motor 9 de cambio de paso eléctrico. Cada convertidor 8 está conectado con el correspondiente motor 9 de cambio de paso y lo alimenta con energía eléctrica. Los motores 9 de cambio de paso pueden, por un lado, accionar directamente las palas de rotor (no representadas) de la turbina eólica, dado el caso utilizando un engranaje. Por otro lado, los motores 9 de cambio de paso también pueden accionar una bomba hidráulica de un sistema hidráulico, de modo que el sistema hidráulico acciona, por ejemplo, a través de un hidromotor o un cilindro accionado hidráulicamente, una pala de rotor.

60 En cuanto el dispositivo 5 de medición de tensión de red detecta que la tensión de la red 3 de alimentación supera el primer valor de tensión, los elementos 6 de conmutación semiconductores se conmutan al estado de interrupción y se evita así que siga fluyendo corriente procedente de la red 3 de alimentación hacia el rectificador 1 de entrada.

65 De este modo quedan protegidos los accionamientos 2 de cambio de paso frente a la sobretensión procedente de la red 3 de alimentación. Mientras los elementos 6 de conmutación semiconductores están conmutados en el estado de interrupción, los accionamientos 2 de cambio de paso son alimentados con energía eléctrica por los acumuladores 4 de energía de emergencia.

5 En cuanto la tensión de la red 3 de alimentación supera un tercer valor de tensión, los elementos 6 de conmutación semiconductores del rectificador 1 de entrada se desbloquean de nuevo. Este desbloqueo no tiene lugar hasta que los elementos 6 de conmutación semiconductores hayan estado bloqueados previamente durante al menos 250 milisegundos, preferiblemente, sin embargo, al menos 500 milisegundos. Sin embargo, si la tensión de la red 3 de alimentación se incrementa hasta tal punto que supera un segundo valor de tensión, el contactor 7 de red se abre, por lo que el sistema de cambio de paso queda protegido frente a esta sobretensión. A través de una salida de tensión (no representada) se emite el estado del contactor 7 de red.

10 Además, entre la red 3 de alimentación y la red 1 de alimentación está previsto un dispositivo 10 de protección frente a la sobretensión, que en particular deriva las sobretensiones que no pueden ser interrumpidas por los elementos 6 de conmutación semiconductores, bien porque las sobretensiones aparecen demasiado rápido o bien porque las sobretensiones sobrepasan la resistencia a la sobretensión de los elementos 6 de conmutación semiconductores.

15 La realización de las etapas de procedimiento individuales puede tener lugar, por ejemplo, mediante un programa informático que está almacenado en un medio de almacenamiento y ejecutarse mediante un dispositivo de control del sistema de cambio de paso.

20 La figura 2 muestra una configuración alternativa de un sistema de cambio de paso para la implementación del procedimiento de acuerdo con la invención. A diferencia de la figura 1, este sistema de cambio de paso no presenta un rectificador 1 de entrada central, sino tres rectificadores 1 de entrada independientes cada uno de los cuales alimenta con energía eléctrica un accionamiento 2 de cambio de paso. Adicionalmente, cada rectificador 1 de entrada presenta un dispositivo 5 de medición de tensión de red para la medición de la tensión de la red 3 de alimentación. Al detectarse una sobretensión mediante los dispositivos 5 de medición de tensión de red se conmutan los elementos 6 de conmutación semiconductores de todos los rectificadores 1 de entrada al estado de interrupción, de modo que los tres accionamientos 2 de cambio de paso quedan protegidos frente a la sobretensión. Asimismo, el modo de funcionamiento del procedimiento de acuerdo con la invención es idéntico al modo de funcionamiento descrito con referencia a la figura 1.

30 Lista de referencias

- 1 red de alimentación
- 2 accionamiento de cambio de paso
- 3 red de alimentación
- 4 acumulador de energía de emergencia
- 5 dispositivo de medición de tensión de red
- 6 elemento de conmutación semiconductor
- 7 contactor de red
- 8 convertidor
- 9 motor de cambio de paso
- 10 dispositivo de protección frente a la sobretensión

## REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica con al menos una pala de rotor, y un sistema de cambio de paso, presentando el sistema de cambio de paso al menos un rectificador (1) de entrada y al menos un accionamiento (2) de cambio de paso, pudiendo girar cada pala de rotor por el accionamiento (2) de cambio de paso o por al menos uno de los varios accionamientos (2) de cambio de paso alrededor de su eje longitudinal, alimentándose cada rectificador (1) de entrada con corriente alterna por una red (3) de alimentación y alimentándose cada accionamiento (2) de cambio de paso con energía eléctrica por el rectificador (1) de entrada o por al menos uno de los varios rectificadores (1) de entrada, estando conectado cada accionamiento (2) de cambio de paso con un acumulador (4) de energía de emergencia, pudiendo alimentarse cada accionamiento (2) de cambio de paso con energía eléctrica por el acumulador (4) de energía de emergencia asociado al mismo, presentando el sistema de cambio de paso al menos un dispositivo (5) de medición de tensión de red, presentando cada rectificador (1) de entrada al menos un elemento (6) de conmutación semiconductor con el que puede interrumpirse un flujo de corriente procedente de la red (3) de alimentación hacia el respectivo rectificador (1) de entrada, midiendo cada dispositivo (5) de medición de tensión de red la tensión de la red (3) de alimentación,  
**caracterizada por que,**  
cuando la tensión medida de la red (3) de alimentación o un valor calculado a partir de las diversas tensiones medidas supera un primer valor de tensión, cada elemento (6) de conmutación semiconductor interrumpe el flujo de corriente procedente de la red (3) de alimentación hacia el respectivo rectificador (1) de entrada y se alimenta cada accionamiento (2) de cambio de paso con energía eléctrica mediante el acumulador (4) de energía de emergencia asociado al mismo y por que en la conexión entre la red (3) de alimentación y el rectificador (1) de entrada o los diversos rectificadores (1) de entrada está dispuesto un contactor (7) de red, separándose cada rectificador (1) de entrada de la red (3) de alimentación por el contactor (7) de red cuando la tensión medida de la red (3) de alimentación supera un segundo valor de tensión, siendo el segundo valor de tensión mayor que el primer valor de tensión.
2. La turbina eólica según la reivindicación 1, **caracterizada por que** se activa un paso al modo de emergencia cuando al menos un elemento (6) de conmutación semiconductor está conmutado en el estado de interrupción durante más tiempo que un primer intervalo de tiempo.
3. La turbina eólica según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** se activa un paso al modo de emergencia cuando la tensión medida de la red (3) de alimentación supera un segundo valor de tensión.
4. La turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el contactor (7) de red dispuesto en la conexión entre la red (3) de alimentación y el rectificador (1) de entrada o los diversos rectificadores (1) de entrada separa cada rectificador (1) de entrada de la red (3) de alimentación cuando al menos un elemento (6) de conmutación semiconductor está conmutado en el estado de interrupción durante más tiempo que un primer intervalo de tiempo.
5. La turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** se activa un paso al modo de emergencia cuando la energía acumulada en el acumulador (4) de energía de emergencia o en los acumuladores (4) de energía de emergencia supera un valor umbral predeterminado.
6. La turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** cada elemento (6) de conmutación semiconductor interrumpe el flujo de corriente hacia el respectivo rectificador (1) de entrada cuando la tensión medida de la red (3) de alimentación supera un tercer valor de tensión.
7. La turbina eólica según la reivindicación 6, **caracterizada por que** el tercer valor de tensión es menor que el primer valor de tensión o idéntico al primer valor de tensión.
8. La turbina eólica según una de las reivindicaciones 6 a 7, **caracterizada por que** la interrupción de un flujo de corriente procedente de la red (3) de alimentación hacia uno de los rectificadores (1) de entrada por un elemento (6) de conmutación semiconductor se mantiene al menos durante un segundo intervalo de tiempo antes de que sea posible un desbloqueo.
9. La turbina eólica según la reivindicación 8, **caracterizada por que** el segundo intervalo de tiempo es de al menos 250 milisegundos, preferentemente al menos 500 milisegundos.
10. La turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada por que** el sistema de cambio de paso presenta una salida de señal, en particular digital, a través de la cual se emite una señal, representando esta señal el estado de conmutación del contactor (7) de red.
11. La turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada por que** cada rectificador (1) de entrada presenta un dispositivo (5) de medición de tensión de red.

12. La turbina eólica según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada por que** al menos un elemento (5) de conmutación semiconductor está constituido por un tiristor.
- 5 13. Un procedimiento de funcionamiento de un sistema de cambio de paso de una turbina eólica con al menos una pala de rotor, presentando el sistema de cambio de paso al menos un rectificador (1) de entrada y presentando al menos un accionamiento (2) de cambio de paso, pudiendo ser girada cada pala de rotor alrededor de su eje longitudinal por el accionamiento (2) de cambio de paso o por al menos uno de los varios accionamientos (2) de cambio de paso, siendo alimentado cada rectificador (1) de entrada con corriente alterna por una red (3) de alimentación y siendo alimentado cada accionamiento (2) de cambio de paso con energía eléctrica por el rectificador (1) de entrada o por al menos uno de los varios rectificadores (1) de entrada, estando conectado cada accionamiento (2) de cambio de paso con un acumulador (4) de energía de emergencia, pudiendo ser alimentado cada accionamiento (2) de cambio de paso con energía eléctrica por el acumulador (4) de energía de emergencia asociado al mismo, presentando el sistema de cambio de paso al menos un dispositivo (5) de medición de tensión de red, presentando cada rectificador (1) de entrada al menos un elemento (6) de conmutación semiconductor con el que puede interrumpirse un flujo de corriente procedente de la red (3) de alimentación hacia el respectivo rectificador (1) de entrada, y estando dispuesto un contactor (7) de red en la conexión entre la red (3) de alimentación y el rectificador (1) de entrada o los diversos rectificadores (1) de entrada, **caracterizado por que**
- 10 el procedimiento para controlar el sistema de cambio de paso presenta las siguientes etapas:
- 20 - medir la tensión de la red de alimentación con el dispositivo de medición de tensión de red  
 - calcular un valor a partir de una o varias tensiones medidas de la red (3) de alimentación  
 - comparar el valor calculado con un primer y un segundo valor de tensión  
 - si el valor calculado a partir de la o de las varias tensiones medidas supera el primer valor de tensión, interrumpir el flujo de corriente procedente de la red (3) de alimentación hacia el respectivo rectificador (1) de entrada por medio de cada elemento (6) de conmutación semiconductor y alimentar cada accionamiento (2) de cambio de paso con energía eléctrica por el acumulador (4) de energía de emergencia asociado al mismo
- 25 - si la tensión medida de la red (3) de alimentación supera un segundo valor de tensión, siendo el segundo valor de tensión mayor que el primer valor de tensión, separar cada uno de los rectificadores (1) de entrada de la red (3) de alimentación mediante el contactor (7) de red.
- 30 14. El procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por que** se activa un paso al modo de emergencia cuando al menos un elemento (6) de conmutación semiconductor está conmutado en el estado de interrupción durante más tiempo que un primer intervalo de tiempo.
- 35 15. El producto de programa informático con instrucciones de programa para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.

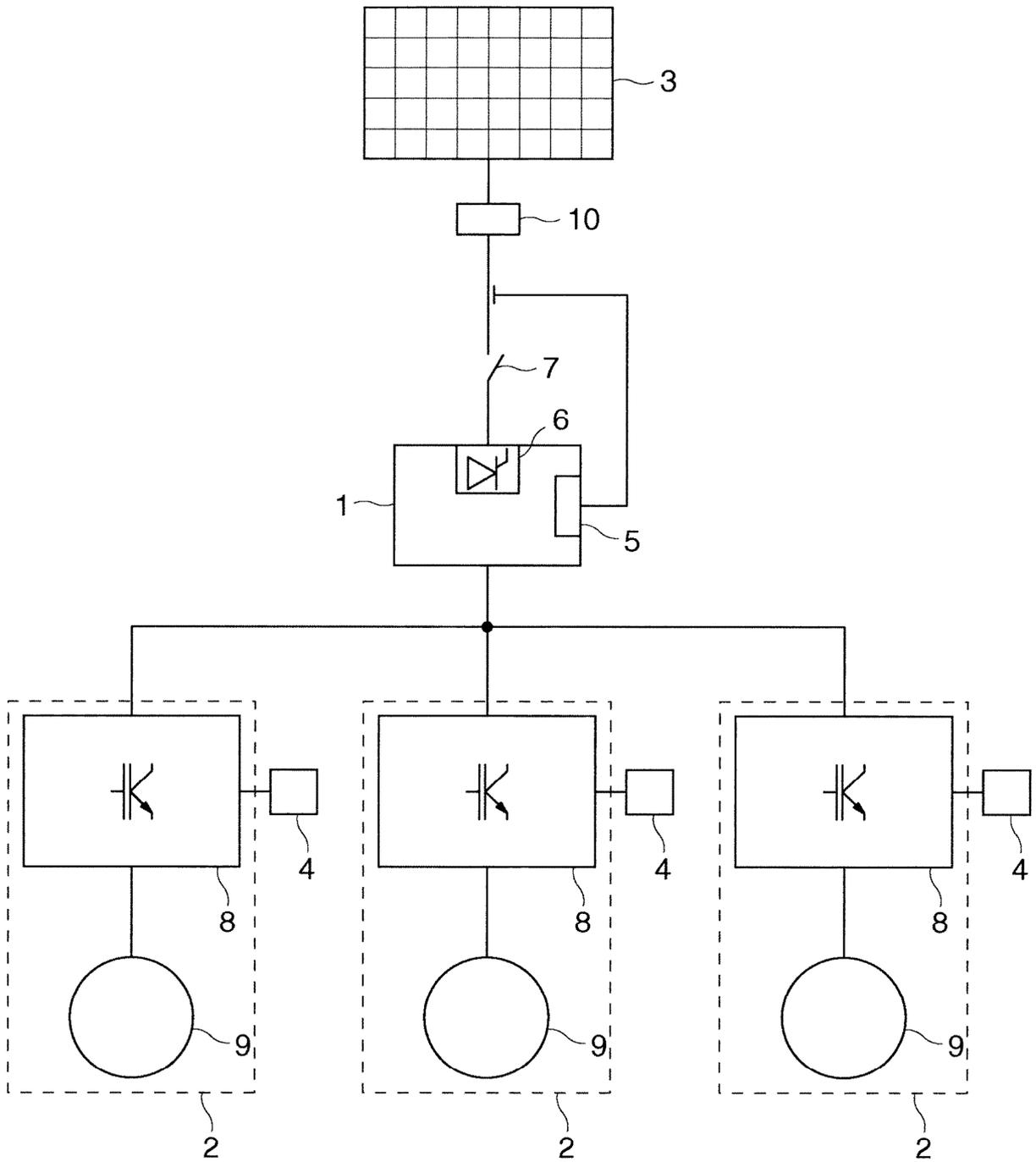


Fig. 1

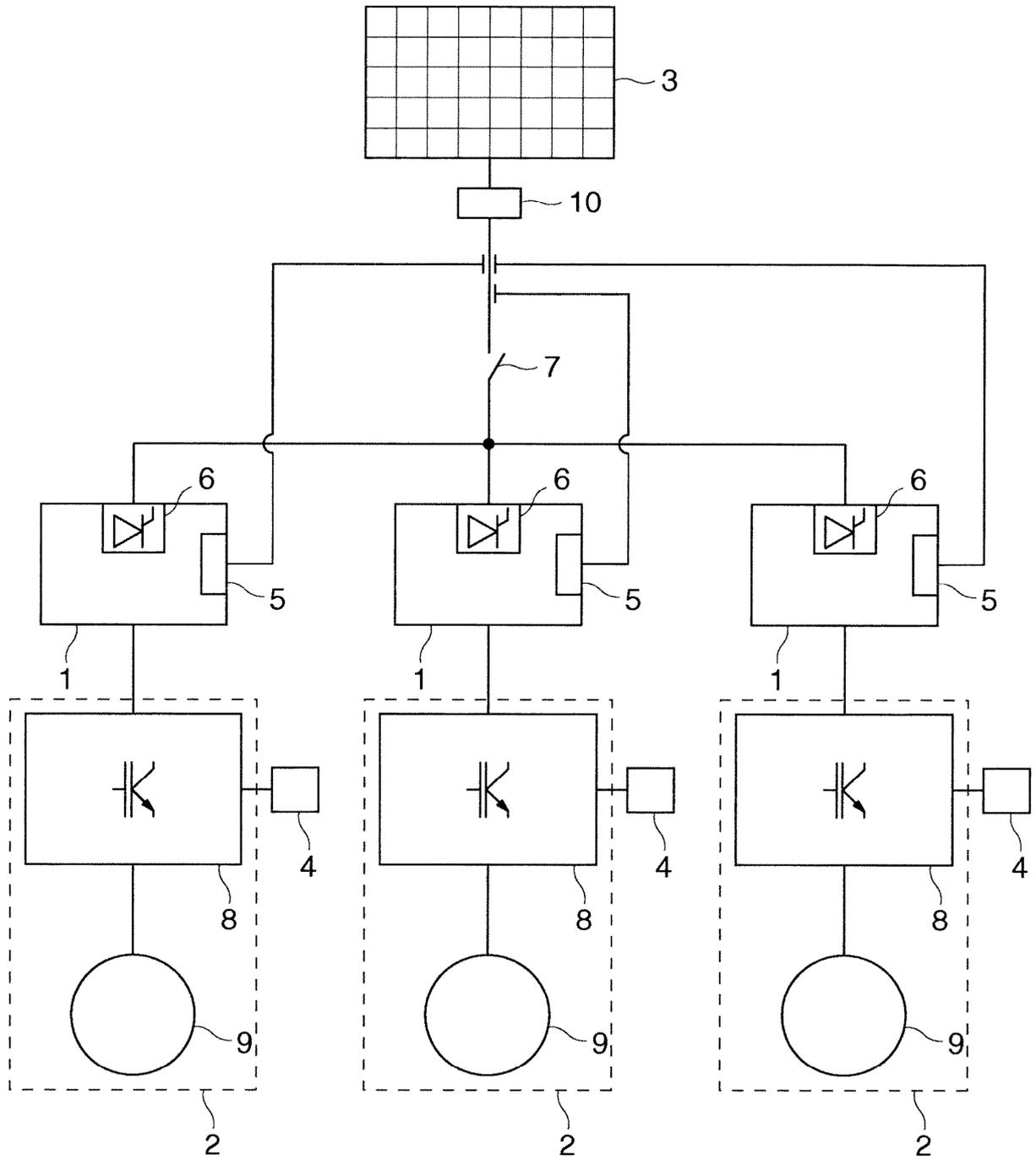


Fig. 2