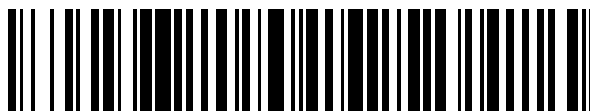


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 154**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 9/00** (2006.01)

**H02J 9/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2006 E 06026052 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 1852605**

54 Título: **Ajuste de palas de rotor de una instalación de energía eólica en funcionamiento de emergencia**

30 Prioridad:

**15.12.2005 DE 102005060422**

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

**04.10.2016**

73 Titular/es:

**OSTERHOLZ, HEINZ-GÜNTER (100.0%)  
Stohlmanns Heide 15  
32278 Kirchlengern, DE**

72 Inventor/es:

**DIPL.-ING. HEMKER, HERBERT**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 585 154 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

Ajuste de palas de rotor de una instalación de energía eólica en funcionamiento de emergencia

5 La invención se refiere a un dispositivo para el ajuste de palas de rotor según la reivindicación 1.

10 Las instalaciones de energía eólica modernas con un rango de potencia superior a 500 kW con un árbol de rotor realizado preferentemente de forma horizontal poseen palas de rotor ajustables. De esta manera, se puede ajustar la superficie de ataque de la velocidad del viento y una potencia aproximadamente constante de la instalación de energía eólica. Las instalaciones de energía eólica de este tipo se pueden hacer funcionar por tanto todavía a velocidades de viento comparativamente altas, por encima de la velocidad de viento nominal. Por encima de la velocidad nominal para la que está concebida la construcción de una instalación de energía eólica, es necesario limitar la potencia. Esto se realiza mediante el ajuste de las palas de rotor en dirección a la posición de bandera, lo que tiene como consecuencia un empeoramiento del rendimiento del rotor. De esta manera, se pueden evitar daños por solicitaciones excesivas en las instalaciones de energía eólica.

20 Otro caso de solicitación no planificado de una instalación de energía eólica se considera el posible fallo de la carga eléctrica por el generador principal. Las causas de esta situación de emergencia pueden ser por ejemplo el fallo de la red eléctrica, del convertidor o del generador principal mismo. Por ello se puede producir una aceleración muy rápida del árbol de rotor por la falta del contrapar del generador principal. La consecuencia sería una solicitación mecánica excesiva de la instalación de energía eólica por números de revoluciones inadmisiblemente altos. Para evitar un caso de carga de este tipo, habitualmente, las palas de rotor o sólo una de ellas se hacen girar a una llamada posición de bandera. De manera ventajosa, todas las palas de rotor se hacen salir del viento por giro. Para ello, o el canto delantero o el canto trasero del perfil de la pala de rotor se hacen girar al viento, de manera que ya no se puede producir ningún ascenso propulsor en el perfil de la pala de rotor.

30 El dispositivo para el ajuste de las palas de rotor a la posición de bandera ha de realizarse de forma segura en el sentido técnico. Por consiguiente, se ha de garantizar que por ejemplo también en la situación de emergencia de un fallo de red quede garantizado un suministro energético para los accionamientos de ajuste de las palas de rotor. Por esta razón, es conocido el uso de un dispositivo de energía auxiliar independiente en forma de una batería como acumulador de energía que en caso de un fallo proporciona la energía para los accionamientos de ajuste.

35 En situaciones de emergencia como por ejemplo en caso del fallo del suministro eléctrico se ha de garantizar por tanto que se pueda ajustar la posición de las palas de rotor. Esto es necesario por ejemplo también si sobre las alas actúan vientos demasiado fuertes. El o los motores para el ajuste de la posición de las palas de rotor de la instalación de energía eólica son alimentados por ejemplo a través de un convertidor. El sistema de accionamiento eléctrico presenta un rectificador, un circuito intermedio y un ondulator. El sistema de accionamiento eléctrico es alimentado a través de una red de suministro eléctrico. Para el funcionamiento de emergencia del ajuste de las palas de rotor de la instalación de energía eólica, el circuito intermedio del convertidor es alimentado por un banco de baterías. De esta manera, queda garantizado un funcionamiento autónomo independiente de la red. La batería puede cargarse por un bloque de alimentación que constituye un rectificador. En todos los sistemas de accionamiento eléctricos empleados actualmente resulta desventajoso el acoplamiento directo del acumulador de energía al circuito intermedio o directamente a un motor de corriente continua. Dado que para la concepción es decisiva la velocidad de ajuste de una pala de rotor en caso de un fallo de red, es decir, en caso de un funcionamiento de emergencia, la concepción del sistema ha de realizarse conforme a la tensión de la batería. Es que precisamente en caso de una caída de carga es necesaria la máxima velocidad de ajuste para proteger la instalación de energía eólica contra un número excesivo de revoluciones inadmisibles. En la actualidad se usan bancos de baterías, cuya tensión nominal asciende sólo a una fracción de la tensión nominal del circuito intermedio ( $U \times \sqrt{2}$ ). Para limitar la corriente de conexión de la red cuando vuelve la tensión de red, se emplean convertidores de corriente o transformadores controlados para reducir la tensión. Todos estos sistemas tienen entre otras la desventaja de que se aprovecha sólo una fracción de la tensión posible del circuito intermedio  $U - \sqrt{2}$ , ya que la tensión de la batería es decisiva para la concepción del accionamiento del régimen de emergencia. Dado que la potencia de accionamiento necesaria debe ser proporcionada por más corriente, el ondulator y el motor así como la clavija y el cable por tanto han de dimensionarse para corrientes notablemente más altas. Estas corrientes notablemente más altas causan una mayor potencia perdida ( $I^2 \cdot R$ ) que conduce a problemas consecutivos en la evacuación de calor de las cajas de control.

60 Por el documento DE10009472A1 se dio a conocer un dispositivo para el ajuste de las palas de rotor de una instalación de energía eólica que prevé un dispositivo de suministro de corriente de emergencia para un motor de ajuste que ajusta las palas de rotor. El dispositivo de suministro de corriente de emergencia presenta un generador de imán permanente que a través de cables eléctricos se puede conectar al motor de ajuste. Para la activación del funcionamiento de emergencia está previsto un contactor. La desventaja del dispositivo conocido es que para el funcionamiento de emergencia se necesita una máquina adicional.

65 Por el documento WO2005/017350A1 se dio a conocer un dispositivo para el ajuste de palas de rotor de una instalación de energía eólica con un motor de ajuste y con un dispositivo de suministro de corriente de emergencia.

Durante el funcionamiento de emergencia, la energía eléctrica acumulada en un acumulador de energía del dispositivo de suministro de corriente de emergencia se puede emitir a través de un convertidor al motor de ajuste, de manera que las palas de rotor se puedan poner en una posición de bandera.

5 La presente invención tiene el objetivo de perfeccionar un dispositivo para el ajuste de palas de rotor de una instalación de energía eólica de tal forma que de manera sencilla incluso en funcionamiento de emergencia exista siempre al menos una tensión nominal en el circuito intermedio, aunque un acumulador de energía está concebido para una tensión nominal más baja.

10 Para conseguir este objetivo, la invención presenta las características de la reivindicación 1.

La ventaja especial de la invención consiste en que al prever un transformador en el dispositivo de suministro de corriente de emergencia, incluso durante el funcionamiento de emergencia se puede proporcionar una tensión de circuito intermedio que corresponde al menos a la tensión nominal del circuito intermedio durante el funcionamiento normal, aunque la tensión nominal del acumulador de energía es menor que la tensión nominal del circuito intermedio. El transformador según la invención transforma durante el funcionamiento de emergencia la tensión de bornes del acumulador de energía elevándola a la tensión nominal del circuito intermedio y de esta manera garantiza un ajuste de palas de rotor sin pérdidas de velocidad ni de par de torsión. Al mantener la tensión nominal del circuito intermedio no se producen crestas de corriente en la entrada de red eléctrica tampoco cuando vuelve a existir la tensión nominal en el funcionamiento normal. También en el funcionamiento normal, mediante la activación del transformador, el acumulador de energía y el transformador se pueden ensayar con la corriente máxima. El dispositivo de suministro de corriente de emergencia según la invención resulta adecuado preferentemente para sistemas de accionamiento con motores de corriente continua y de corriente alterna trifásica como motores de ajuste. Por ejemplo, si durante un régimen de emergencia se conecta un motor de corriente continua directamente al circuito intermedio, este incluso se puede seguir alimentando con una tensión variable del rango de la tensión nominal del acumulador de energía hasta la tensión máxima del circuito intermedio, lo que hace posible una regulación limitada del número de revoluciones durante el régimen de emergencia. Según la invención, el transformador del dispositivo de suministro de corriente de emergencia presenta un transformador elevador. Además, el transformador presenta un transformador reductor, a través del que el acumulador de energía está conectado a una conexión de la red eléctrica, de manera que el acumulador de energía se puede cargar siempre durante el funcionamiento normal.

Según una forma de realización preferible de la invención, el dispositivo de suministro de corriente de red y el dispositivo de suministro de corriente de emergencia están interconectados de forma integrada en una disposición de circuito común. De esta manera, resulta una estructura de circuito sencilla.

Según una forma de realización preferible de la invención está previsto un transformador elevador de este tipo, de tal forma que en un estado de desconexión de un conmutador electrónico se produzca un flujo de energía directo del acumulador de energía al circuito intermedio. En el estado de conexión del conmutador, la energía eléctrica acumulada en un inductor de acumulación se transmite al circuito intermedio. La puesta del conmutador electrónico del estado de conexión al estado de desconexión y viceversa se realiza en función de un valor umbral de corriente inferior o superior. Dicho valor umbral de corriente preferentemente está predefinido y puede ser detectado por medios de control para el conmutador electrónico.

Según una variante de la invención está prevista una unidad de regulación y/o de control, de manera que al detectarse que en el circuito intermedio existe una tensión nominal suministrada por la red eléctrica, el conmutador se pone automáticamente en el estado de desconexión finalizando de esta manera el funcionamiento de emergencia.

De manera ventajosa, el diodo de libre circulación del transformador elevador sirve de diodo de bloqueo que durante el funcionamiento normal impide una descarga del acumulador de energía a través del circuito intermedio.

Según una variante de la invención, el acumulador de energía está conectado a través de un transformador reductor a una conexión de la red eléctrica, de manera que el acumulador de energía siempre puede cargarse durante el funcionamiento normal.

Según una variante de la invención, el acumulador de energía está realizado como banco de baterías de iones de litio. De esta manera, el acumulador de energía de forma ventajosa puede estar realizado de manera relativamente pequeña y ligera, de manera que se puede garantizar una densidad de energía relativamente alta.

60 Ejemplos de realización de la invención se describen en detalle a continuación con la ayuda de los dibujos.

Muestran:

la figura 1 un esquema de conexiones de una disposición de circuito que comprende un dispositivo de suministro de corriente de red y un dispositivo de suministro de corriente de emergencia,

la figura 2 un esquema de conexiones de un dispositivo de suministro de corriente de emergencia que en el lado de salida está conectado a un convertidor de circuito intermedio y en el lado de entrada está conectado a un circuito de carga y

5 la figura 3 un esquema de conexiones de un dispositivo de suministro de corriente de emergencia en el que están integrados un transformador elevador y un transformador reductor.

En la figura 1 está representado un dispositivo para el ajuste de palas de rotor de una instalación de energía eólica, que está constituido sustancialmente por un dispositivo de suministro de corriente de red 1 y un dispositivo de suministro de corriente de emergencia 2. El dispositivo de suministro de corriente de red 1 sirve para el suministro de corriente a un motor de ajuste 3, mediante el que se puede ajustar el ángulo de inclinación de las palas de rotor. De esta manera, se puede ajustar por ejemplo el número de revoluciones del rotor de la instalación de energía eólica en función de la intensidad del viento. Por ejemplo, en caso de un fallo, las palas de rotor se pueden poner en una posición de bandera en la que los cantos traseros del perfil o los cantos delanteros del perfil de la pala de rotor están orientados hacia el viento. En caso de un fallo del dispositivo de suministro de corriente de red 1 se activa automáticamente el dispositivo de suministro de corriente de emergencia 2 que proporciona una tensión necesaria para la continuación del funcionamiento del motor de ajuste 3.

El dispositivo de suministro de corriente de red 1 se compone sustancialmente de un rectificador 4, un circuito intermedio 5 y un ondulator 6. Entre el circuito intermedio 5 y el ondulator 6 está dispuesto un *chopper* de frenado 7 que limita la tensión de circuito intermedio  $U_z$  a un valor máximo definido cuando se realimenta energía del generador al circuito intermedio 5.

El dispositivo de suministro de corriente de emergencia 2 se compone sustancialmente de un acumulador de energía 8 y de un transformador elevador 9. El acumulador de energía 8 puede estar realizado por ejemplo como batería o batería recargable. El transformador elevador 9 permite en el funcionamiento de emergencia en el que ha fallado el dispositivo de suministro de corriente de emergencia 1 elevar la tensión de acumulador de energía  $U_E$  presente en el acumulador de energía 8 como mínimo a un valor nominal de la tensión de circuito intermedio  $U_z$  presente en el circuito intermedio 5.

El acumulador de energía 8 está acoplado al rectificador 4 a través de un transformador reductor 10, de manera que la tensión de red  $U_N$  rectificadora presente en la salida del rectificador 4 se reduce a la tensión nominal de la tensión de acumulador de energía  $U_E$ .

Entre el rectificador 4 y las conexiones de red L1, L2, L3 está dispuesto un filtro de red 11. El *chopper* de frenado 7 representado en la figura 1 se puede suprimir completamente si están previstos un transformador elevador 9 y un transformador reductor 10 así como un acumulador de energía 8 formado por baterías de iones de litio o por condensadores. Es que en este caso, la energía de realimentación total puede realimentarse a través del transformador reductor 10 al acumulador de energía 8.

El transformador elevador 9 se compone de un conmutador electrónico 12, una bobina de inductancia 13 y un diodo de libre circulación 14.

Durante el funcionamiento normal, el conmutador 12 realizado por ejemplo como transistor de conmutación está abierto y por el diodo 14 que sirve de diodo de bloqueo se impide un flujo de corriente en dirección hacia un acumulador de energía 8 que presenta un bajo valor de tensión.

Al caerse la tensión de red  $U_N$  en caso de un fallo del suministro de corriente de red, fluye una corriente  $I$  del acumulador de energía 8 a través de la bobina de inductancia 4 y el diodo 14 al circuito intermedio 5. El flujo de corriente comienza en cuanto la tensión de circuito intermedio  $U_z$  actual es inferior a un valor de tensión predefinido. Entonces entra en acción el transformador elevador 12, el inductor de acumulación 13 recibe energía eléctrica. En el estado de desconexión del conmutador 12, esta energía se emite al circuito intermedio 5. El conmutador 12 se conmuta mediante medios de control al estado de desconexión en función de un valor umbral superior predefinido de la corriente  $I$ . El flujo de corriente conmuta de la rama del conmutador 12 a la rama del diodo de libre circulación 14, disminuyendo la corriente poco a poco. Cuando queda por debajo de un valor umbral de corriente predefinido, el conmutador 12 se vuelve a poner del estado de desconexión al estado de conexión, por los medios de control. Por lo tanto, mediante el funcionamiento del transformador elevador 9, el acumulador de energía 8 puede proporcionar una tensión de circuito intermedio  $U_z$  que corresponde como mínimo a la intensidad de la tensión nominal de circuito

Al conmutador 13 están asignados medios de control, de manera que cuando la corriente  $I$  baja por debajo de un valor umbral inferior o en función de un tiempo, el conmutador 12 es controlado de tal forma que se pasa al estado de conexión. El conmutador 12 está conectado por una parte en un punto de ramificación  $V$  dispuesto entre el inductor de acumulación 12 y el diodo 14 y, por otra parte, en una conexión A2 del acumulador de energía 8. Durante el estado de conexión del conmutador 12, el inductor de acumulación 13 recibe energía eléctrica. En el estado de desconexión del conmutador 12, esta energía se emite al circuito intermedio 5. El conmutador 12 se conmuta mediante medios de control al estado de desconexión en función de un valor umbral superior predefinido de la corriente  $I$ . El flujo de corriente conmuta de la rama del conmutador 12 a la rama del diodo de libre circulación 14, disminuyendo la corriente poco a poco. Cuando queda por debajo de un valor umbral de corriente predefinido, el conmutador 12 se vuelve a poner del estado de desconexión al estado de conexión, por los medios de control. Por lo tanto, mediante el funcionamiento del transformador elevador 9, el acumulador de energía 8 puede proporcionar una tensión de circuito intermedio  $U_z$  que corresponde como mínimo a la intensidad de la tensión nominal de circuito

intermedio  $U_z$  en el funcionamiento normal. Opcionalmente, la tensión  $U_z$  proporcionada también puede ser más alta.

5 Está prevista una unidad de regulación y/o de control no representada, mediante la que en caso de existir una tensión de red  $U_N$  alimentada por la red de corriente, el conmutador 12 se pasa al estado de desconexión, de manera que ha finalizado el régimen de emergencia. Dado que en el funcionamiento normal, la tensión de circuito intermedio  $U_z$  actual siempre es superior a la tensión  $U_E$  del acumulador de energía 8, se impide el flujo de corriente por medio del diodo 14 a través del transformador elevador 9.

10 Según una forma de realización alternativa del dispositivo de corriente de emergencia 2 según la figura 2, el acumulador de energía 10 también se puede recargar a través de un circuito de carga 18.

15 Según una forma de realización alternativa conforme a la figura 3 puede estar previsto un transformador elevador / reductor 19 integrado, en el que, a diferencia del ejemplo de realización anterior, tanto el transformador elevador como el transformador reductor aprovechan un inductor de acumulación 20 común.

20 El acumulador de energía 8 presenta una conexión A1 a la que está conectado el inductor de acumulación 13. Además, a la conexión A1 está conectada una bobina 15 del transformador reductor 10. El transformador reductor 10 comprende además un conmutador electrónico 16 así como un diodo 17. En el estado de conexión del conmutador 16 corre corriente de la salida del rectificador 4 a través de la bobina 15 al acumulador de energía 8. La energía recibida por el inductor 15 durante el tiempo de conexión del conmutador 16 vuelve a ser emitida a la salida del transformador elevador 9 o a la entrada del acumulador de energía 8 a través del diodo de libre circulación 17 cuando el conmutador 16 vuelve a estar abierto (estado de desconexión).

25 En una forma de realización ventajosa del acumulador de energía, este se puede realizar como batería de iones de plomo o de litio (banco de baterías de iones de litio) o como condensador. Como condensador se pueden emplear de manera ventajosa ultracapacitores que también se denominan supercondensadores o ultracondensadores. El condensador está realizado por ejemplo como condensador individual o como juego de condensadores.

30 En una forma de realización ventajosa del dispositivo de suministro de corriente de emergencia está integrado un transformador reductor que transforma la tensión del circuito intermedio reduciéndola y carga el banco de baterías. En baterías de plomo, este transformador reductor ha de dimensionarse considerablemente más pequeño que el transformador elevador, ya que las corrientes de carga admisibles son mucho menores que las corrientes de descarga máximas.

35 En otra forma de realización ventajosa, el dispositivo de suministro de corriente de emergencia presenta al menos un cortacircuito. Mediante el cortacircuito, el suministro de corriente de emergencia se protege contra corrientes demasiado altas. Para mayor claridad, este cortacircuito no está representado en los dibujos.

40 Si se emplean baterías de iones de litio o ultracondensadores, la corriente de carga puede estar cerca de las corrientes de descarga admisibles de las baterías, de manera que el transformador reductor puede dimensionarse de forma idéntica al transformador elevador en cuanto a la intensidad de corriente máxima admisible. Esto ofrece la ventaja de que se requiere sólo un inductor para el transformador elevador y el transformador reductor.

45 En el caso de la configuración con baterías de iones de Li o ultracondensadores también se puede reconducir energía de frenado del accionamiento al banco de baterías. En este tipo se puede prescindir de un *chopper* de frenado o circuito de balasto o una realimentación de red, si no se sobrecarga el banco de baterías. En este caso, la carga nominal no debería ascender al 100%.

50 Si la unidad de control y de regulación del dispositivo de suministro de corriente de emergencia se dota de una interfaz para la medición de temperatura, para la medición de tensión de bloque y para la comunicación con posibles módulos ecualizadores en las baterías individuales, el suministro de emergencia puede realizar también la gestión de batería si está integrado el software necesario. Esta solución se ofrece porque los valores de medición como la corriente de batería y la tensión son registrados ya por los transformadores de medida existentes.

55 El objetivo se puede conseguir también mediante una instalación de energía eólica que presente un dispositivo de suministro de corriente de emergencia según una de las formas de realización mencionadas anteriormente. La instalación de energía eólica presenta palas de rotor, pudiendo ajustarse las palas de rotor al menos mediante una máquina eléctrica y siendo alimentada la máquina eléctrica por medio de un convertidor, presentando el convertidor un rectificador, un circuito intermedio y un ondulator y estando conectado el dispositivo de suministro de corriente de  
60 emergencia al circuito intermedio.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo para el ajuste de palas de rotor de una instalación de energía eólica, con un motor de ajuste (3), con un dispositivo de suministro de corriente de red (1), con un transformador reductor (10) y con un dispositivo de suministro de corriente de emergencia (2) que contiene un acumulador de energía (8) y con un transformador elevador (9) que durante el funcionamiento de emergencia puede conectarse al motor de ajuste (3) para proporcionar la energía eléctrica necesaria para un ajuste de las palas de rotor a una posición de bandera de las mismas, estando acoplado el dispositivo de suministro de corriente de emergencia (2) a un dispositivo de suministro de corriente de red (1) que para el flujo de energía eléctrica de una red de corriente al motor de ajuste (3) presenta un rectificador (4) en el lado de la red de corriente, un circuito intermedio (5) dispuesto a continuación de este y un ondulator (6) dispuesto a continuación de este, estando acoplado el acumulador de energía (8) por medio del transformador elevador (9) al circuito intermedio (5) del dispositivo de suministro de corriente de red (1), de tal forma que durante el funcionamiento de emergencia se proporciona al menos una tensión nominal de circuito intermedio ( $U_z$ ) presente en el circuito intermedio (5) durante el funcionamiento normal, y estando acoplado el acumulador de energía (8) a través del transformador reductor (10) al rectificador (4) para la alimentación de una energía de realimentación del circuito intermedio (5) al acumulador de energía (8).
- 10
- 15
- 20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de suministro de corriente de red (1) y el dispositivo de suministro de corriente de emergencia (2) están dispuestos de forma integrada en una disposición de circuito común.
- 25 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que, en un estado de desconexión de un conmutador (12), el transformador elevador libera un flujo de energía directo del acumulador de energía (8) al circuito intermedio (5).
- 30 4. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que entre el acumulador de energía (8) y el circuito intermedio (5) están dispuestos un inductor de acumulación (13) y un diodo de libre circulación (14), de tal forma que durante el funcionamiento de emergencia y durante el estado de desconexión del conmutador (12), la energía eléctrica acumulada en el inductor de acumulación (13) se emite al circuito intermedio (5).
- 35 5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, en el que el conmutador (12) está conectado en un punto de ramificación (V) dispuesto entre el inductor de acumulación (13) y el diodo de libre circulación (14) y a una conexión (A2) del acumulador de energía (8), de tal forma que, en el estado de conexión del conmutador (12), la energía eléctrica emitida por el acumulador de energía (8) se acumula de forma intermedia en el inductor de acumulación (13).
- 40 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 5, en el que están previstos medios de control, de tal forma que, durante el funcionamiento de emergencia, al alcanzar un valor umbral superior de corriente, el conmutador (12) se pasa del estado de conexión al estado de desconexión y, al alcanzar un valor umbral inferior de corriente, se pasa del estado de desconexión al estado de conexión.
- 45 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 6, en el que está prevista una unidad de regulación y/o de control, de tal forma que, al existir una tensión de red ( $U_N$ ) rectificadas en el circuito intermedio (5), el conmutador (12) se pasa al estado de desconexión.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 7, en el que el diodo de libre circulación (14) constituye, durante el funcionamiento normal, un diodo de bloqueo (17) que impide la descarga del acumulador de energía (8).
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 8, en el que el conmutador (12) está realizado como transistor de conmutación.
- 50 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 3 a 9, en el que el transformador elevador (9) está dispuesto de forma integrada en un convertidor.
- 55 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 10, en el que la unidad de control y/o de regulación está realizada de tal forma que un motor de corriente continua (3) conectado directamente al circuito intermedio (5) puede regularse como motor de ajuste en el intervalo entre la tensión de acumulador de energía ( $U_E$ ) y la tensión de circuito intermedio ( $U_z$ ) máxima durante el funcionamiento de emergencia.
- 60 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el acumulador de energía (8) está realizado como banco de baterías de iones de litio.

