

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 459 940**

51 Int. Cl.:

F03D 7/00 (2006.01)

H02P 9/00 (2006.01)

H02P 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2010 E 10722725 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014 EP 2566042**

54 Título: **Sistema y procedimiento de control de un generador eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.05.2014

73 Titular/es:

INGETEAM POWER TECHNOLOGY, S.A. (100.0%)
Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 106, 2ª
planta
48170 Zamudio (Bizkaia), ES

72 Inventor/es:

SOLÉ LÓPEZ, DAVID;
GARMENDIA OLARREAGA, IKER;
COLOMA CALAHORRA, JAVIER;
MAYOR LUSARRETA, JESÚS;
ELORRIAGA LLANOS, JOSU y
CÁRCAR MAYOR, AINHOA

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 459 940 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 y procedimiento de control de un generador eléctrico

Objeto de la invención

5 El objeto de la invención es un sistema y un procedimiento para controlar un generador eléctrico conectado a la red de suministro eléctrico durante una caída de tensión en la red de suministro eléctrico.

Antecedentes de la invención

10 Últimamente, el número de generadores eólicos y parques eólicos conectados a la red de suministro eléctrico está creciendo de manera espectacular. Por esta razón, los requisitos de conexión a la red de suministro están volviéndose cada vez más exigentes y, como consecuencia, los sistemas de control de generadores eólicos se vuelven más complejos cada año. Específicamente, los requisitos de conexión a la red de suministro requieren que el generador eólico funcione bien durante caídas de tensión de corta duración en la red de suministro eléctrico.

15 Un convertidor CA/CC/CA bidireccional es un dispositivo conocido empleado para conectar un generador a la red de suministro eléctrico. Un convertidor CA/CC/CA bidireccional comprende un convertidor del lado del generador y un convertidor del lado de la red de suministro eléctrico conectados por medio de un enlace de CC. Los convertidores CA/CC/CA bidireccionales se emplean en sistemas DFIG (generador de inducción de doble alimentación), en cuyo caso conectan el rotor del generador a la red de suministro eléctrico, y también en sistemas convertidores totales, en cuyo caso conectan el estator o el generador a la red de suministro eléctrico. Ambos sistemas DFIG y convertidores totales son parte de la técnica anterior.

20 Más específicamente, el DFIG se emplea ampliamente hoy en día debido al hecho de que proporciona varias ventajas económicas y técnicas respecto a la mayoría de los demás sistemas. En un DFIG, si no se adopta ninguna acción, una caída de tensión en la red de suministro eléctrico produce una fase transitoria que causa una sobretensión en los devanados del rotor que puede ser destructiva para el convertidor del lado del generador.

25 Por lo tanto, para cumplir los requisitos de conexión a la red de suministro, los sistemas DFIG incluyen un dispositivo que permite, por una parte, mantener el generador conectado a la red de suministro durante la fase transitoria, y, por otra parte, mantener el control de la turbina eólica. Este dispositivo se conoce típicamente como "palanca" o "unidad de palanca". La solicitud de patente internacional PCT/ES2006/000264 desvela una unidad de palanca que se activa cuando se detecta una caída de tensión en la red de suministro eléctrico. La unidad de palanca baja la tensión en los devanados del rotor básicamente por medio de un cortocircuito, protegiendo, por lo tanto, el convertidor del lado del generador del convertidor CA/CC/CA bidireccional.

30 Recientemente, los requisitos de conexión a la red de suministro cada vez más exigentes requieren una fase transitoria más corta. Sin embargo, si las unidades de palanca actuales son desactivadas prematuramente, aún pueden estar presentes tensiones destructivas en los devanados del rotor. Por lo tanto, aún existe una necesidad de sistemas de control para generadores eléctricos conectados a la red de suministro eléctrico.

Descripción

35 Normalmente, el convertidor CA/CC/CA bidireccional está diseñado para gestionar la capacidad nominal solicitada para el sistema de conversión de energía (100% de la energía de la turbina eólica en el convertidor total y el 30% de la energía de la turbina eólica en el DFIG). Por lo tanto, los diodos antiparalelos de los convertidores CA/CC/CA bidireccionales (por ejemplo, IGBTs) no están calculados para resistir la sobrecorriente que podría presentarse en caso de una caída de tensión, y por lo tanto podría aparecer un fallo en caso de que el convertidor del lado del generador no esté desconectado del generador.

40 Para resolver este problema, un primer aspecto de la invención describe un sistema de control de generador eléctrico que comprende un convertidor CA/CC/CA bidireccional conectado entre el generador y la red de suministro eléctrico, y que además comprende, en paralelo al convertidor del lado del generador, medios rectificadores conectados en serie entre el generador y el enlace de CC del convertidor CA/CC/CA bidireccional.

45 Esta nueva topología permite al convertidor CA/CC/CA bidireccional permanecer bajo control durante toda la caída de tensión, permitiendo así una inyección más temprana de potencia reactiva a la red de suministro en comparación con los sistemas de palanca existentes. Además, el convertidor CA/CC/CA bidireccional no tiene que estar diseñado y fabricado con la capacidad de soportar corrientes muy elevadas, siendo, por lo tanto, más económico y fácil de fabricar.

50 Los medios rectificadores convierten las tensiones y las corrientes trifásicas en el lado del generador en tensiones y corrientes de CC. Preferentemente, los medios rectificadores comprenden un puente que comprende diodos, un

puente que comprende IGBTs o un puente que comprende tiristores. En los casos en que los medios rectificadores comprenden elementos activos (IGBTs, tiristores u otros), pueden accionarse para activación del sistema de control de la invención en un instante seleccionado después de que se detecta una caída de tensión en la red de suministro eléctrico.

5 Por lo tanto, el sistema de control de la invención proporciona una conexión alternativa entre el generador y el enlace de CC en paralelo al convertidor del lado del generador, permitiendo que el exceso de energía en el lado del generador entre en el enlace de CC y al mismo tiempo manteniendo las tensiones en el convertidor del lado del generador suficientemente bajas como para impedir su fallo.

10 Según una realización preferida, la invención además comprende medios semiconductores conectados en serie con los medios rectificadores. Los medios semiconductores sirven principalmente para evitar que las corrientes vuelvan del enlace de CC hacia el lado del generador cuando no hay caída de tensión, un problema que puede presentarse con ciertos tipos de medios rectificadores. Preferentemente, los medios semiconductores comprenden dos tiristores o diodos, que conectan cada uno respectivamente los polos positivo y negativo del enlace de CC y los medios rectificadores. Cuando están formados por elementos activos, los medios semiconductores pueden emplearse además para operar el sistema de control de la invención en un instante seleccionado después de que se detecta una caída de tensión en la red de suministro eléctrico.

20 El exceso de energía transportado al enlace de CC puede tratarse de varias maneras. Por ejemplo, puede pasar a través del convertidor del lado de la red de suministro eléctrico hacia la red de suministro eléctrico. Según otra realización preferida, la invención además comprende medios de disipación de energía conectados al enlace de CC. Los medios de disipación de energía pueden ser de cualquier tipo (capacitivos, inductivos o resistivos), pero en una realización preferida son resistivos, por ejemplo un circuito interruptor pulsatorio, en cuyo caso se disipa el exceso de energía. Alternativamente, los medios de disipación de energía pueden ser capacitivos, en cuyo caso el exceso de energía se absorbe y posteriormente se libera después de la caída de tensión en la red de suministro eléctrico. Como ventaja adicional, puesto que el enlace de CC de un convertidor CA/CC/CA bidireccional convencional normalmente comprende una batería de condensadores, los medios de disipación de energía capacitivos podrían estar incorporados en la batería de condensadores.

25 Preferentemente, el generador eléctrico controlado por el sistema de la presente invención está conectado a una turbina eólica.

30 En otra realización preferida de la invención, el generador eléctrico es un generador de inducción de doble alimentación (DFIG), estando entonces los medios rectificadores conectados al rotor del generador.

35 En los sistemas de la técnica anterior, como el estator del generador está conectado a la red de suministro, la sobretensión y, de este modo, la sobrecorriente causada en el rotor del generador, podría ser demasiado elevada para que un convertidor CA/CC/CA bidireccional convencional la resista. Por lo tanto, el convertidor del lado del generador se desconecta a menos que tenga la capacidad de hacer frente a tales condiciones. En caso de que una palanca esté colocada entre el rotor y el convertidor del lado del generador, dicho exceso de corriente podría disiparse impidiendo que circule a través del convertidor. La presente invención permite que esta corriente circule por el enlace de CC sin dañar el convertidor del lado del generador, con la ventaja adicional de mantener el control del convertidor CA/CC/CA bidireccional durante el tiempo de la caída de tensión. Esta ventaja permite al sistema convertidor recuperar el control del generador inmediatamente y mejorar el comportamiento de la turbina eólica durante el periodo de protección de baja tensión. Por ejemplo, en una realización preferida pero no limitativa, suministrando potencia reactiva a la red de suministro en un corto periodo de tiempo después de la detección de la caída de la red de suministro.

45 En otra realización más preferida de la invención, el generador eléctrico es controlado en modo de convertidor total, estando entonces los medios rectificadores conectados al estator del generador. En los sistemas convertidores totales el generador eléctrico no está conectado directamente a la red de suministro, así que el comportamiento del sistema no es tan grave como en un sistema DFIG. Sin embargo, la presente invención proporciona más capacidad adicional de los diodos del convertidor de energía también. Así que en caso de que se produzca un exceso de velocidad (y, por consiguiente, probablemente una sobretensión en un generador de imanes permanentes) o una sobrecarga, la presente invención puede apoyar al convertidor CA/CC/CA bidireccional para soportar tales situaciones permitiendo que circule una mayor cantidad de corriente a través del convertidor del lado del generador hacia el enlace de CC.

50 Un segundo aspecto de la invención está dirigido a un procedimiento para controlar un generador eléctrico conectado a la red de suministro eléctrico por medio de un convertidor CA/CC/CA bidireccional donde, en respuesta a una caída de tensión en la red de suministro eléctrico, el generador es conectado al enlace de CC del

convertidor CA/CC/CA bidireccional a través de medios rectificadores provistos en paralelo al convertidor del lado del generador para conducir un exceso de energía en el generador hacia el enlace de CC.

En una realización preferida, el exceso de energía se disipa por medios de disipación resistivos conectados al enlace de CC.

5 En una realización preferida adicional, el exceso de energía se transmite a la red de suministro eléctrico a través del convertidor del lado de la red de suministro del convertidor CA/CC/CA bidireccional.

En otra realización preferida adicional, el exceso de energía en el generador se absorbe por medios de disipación capacitivos conectados al enlace de CC y posteriormente liberado una vez que la red de suministro se ha recuperado de la caída de tensión.

10 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1a muestra un sistema de control DFIG de la técnica anterior para un generador eólico conectado a la red de suministro eléctrico.

La Fig. 1 b muestra un sistema de control de convertidor total de la técnica anterior para un generador eólico conectado a la red de suministro eléctrico.

15 La Fig. 2 muestra el sistema de control de una realización preferida de la invención conectado a un generador de inducción de doble alimentación.

Descripción de una realización preferida

20 A continuación se describe una realización preferida de la invención teniendo en cuenta los dibujos anteriormente mencionados.

La Fig. 1 a muestra un DFIG conectado a una turbina eólica y que comprende una unidad de palanca (100) según la técnica anterior. Cuando se produce una caída de tensión en la red de suministro eléctrico (104), se activa la unidad de palanca (100), disipando así el exceso de energía. Por otra parte, la Fig. 1 b muestra un generador conectado a una turbina eólica y controlado en modo de convertidor total.

25 La Fig. 2 muestra un generador de inducción de doble alimentación (3) que tiene el sistema de control (1) de la invención. Como en la técnica anterior, el rotor del generador (3) está conectado a la red de suministro eléctrico (4) por medio de un convertidor CA/CC/CA bidireccional (2). El convertidor CA/CC/CA bidireccional (2) comprende un convertidor del lado del generador (2a), un enlace de CC (2b) y un convertidor del lado de la red de suministro eléctrico (2c). Por otra parte, el estator del generador (3) está conectado directamente a la red de suministro eléctrico (4).

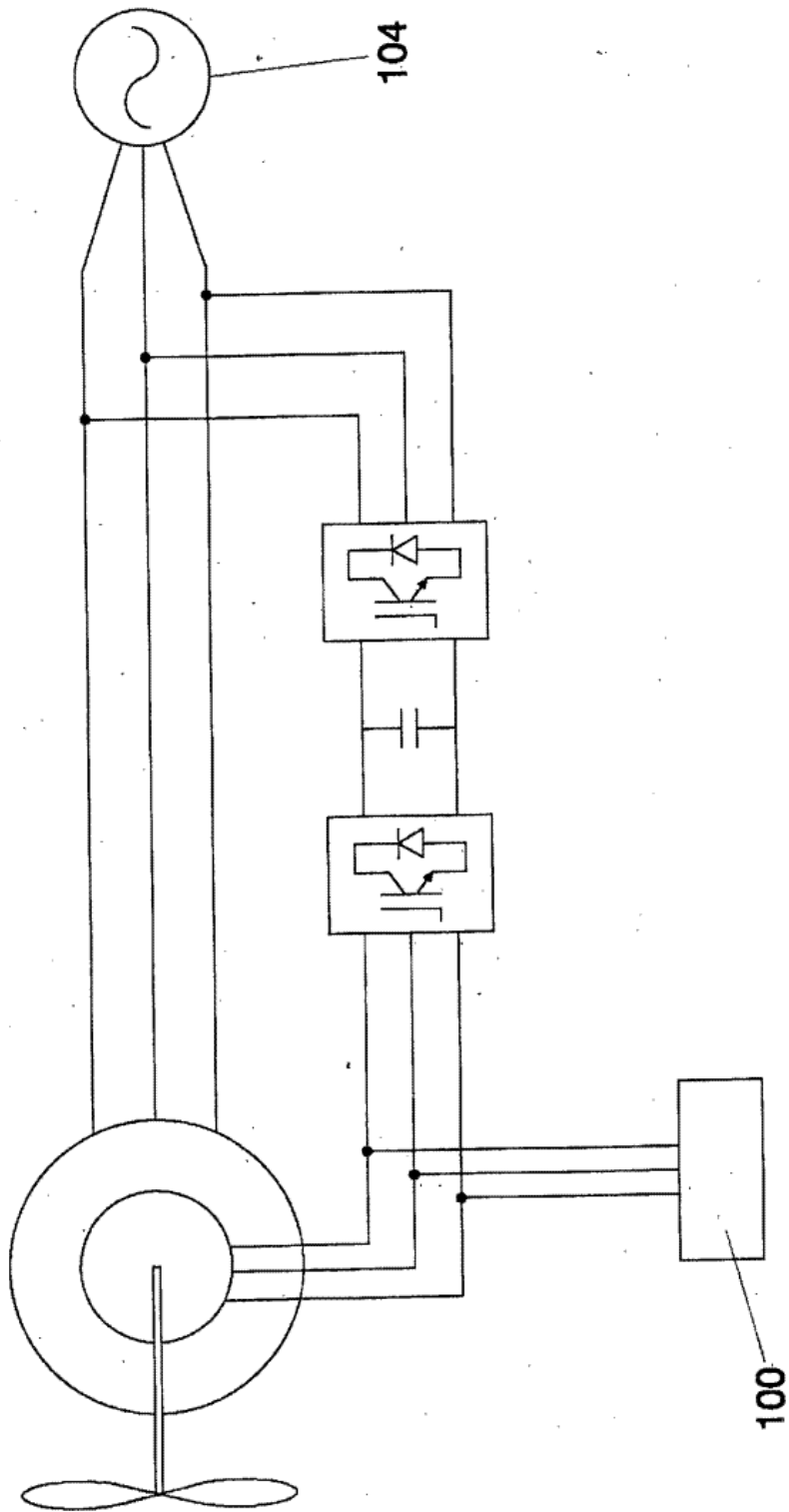
30 El sistema (1) de la invención en este ejemplo además comprende medios rectificadores (5) y medios semiconductores (6) conectados en serie entre el rotor del generador (3) y el enlace de CC (2b), en paralelo al convertidor del lado del rotor (2a). Los medios rectificadores (5) de este ejemplo comprenden un puente de diodos mientras que los medios semiconductores (6) comprenden tiristores que conectan respectivamente los polos positivo y negativo del enlace de CC (2b) y los medios rectificadores (5).

35 Como se explicó previamente en la presente solicitud, el exceso de energía transportado al enlace de CC (2) puede ser transmitido a la red de suministro eléctrico (4) a través del convertidor del lado de la red de suministro eléctrico (2c). Sin embargo, también es posible proporcionar medios de disipación (7) conectados al enlace de CC (2b). Estos medios de disipación (7) pueden ser resistivos, en cuyo caso se disipa el exceso de energía. Por ejemplo, puede emplearse una unidad de interruptor pulsatorio. Los medios de disipación (7) también pueden ser capacitivos, en cuyo caso el exceso de energía se absorbe y posteriormente se libera una vez que la red de suministro eléctrico (4) se ha recuperado de la caída de tensión. Obsérvese que, en este caso, los medios de disipación capacitivos (7) también pueden estar integrados en la batería de condensadores convencional conectada normalmente a los enlaces de CC de la técnica anterior.

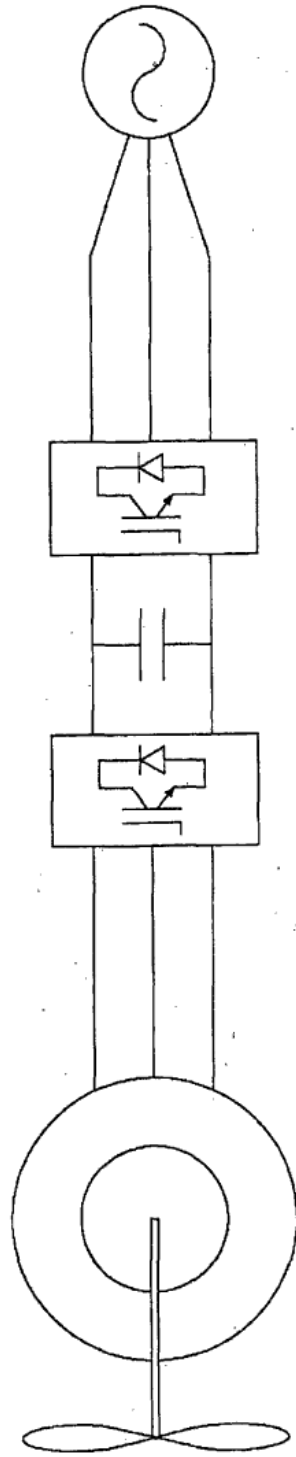
45

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Sistema de control de generador eléctrico (1) que comprende un convertidor CA/CC/CA bidireccional (2) especialmente adaptado para conectarse entre un generador (3) y una red de suministro eléctrico (4), un convertidor del lado del generador (2a), y un enlace de CC (2b), **caracterizado porque** comprende, además, en paralelo al convertidor del lado del generador (2a):
- medios rectificadores (5) conectables en serie entre el generador (3) y el enlace de CC (2b) del convertidor CA/CC/CA bidireccional (2),
 - medios semiconductores (6) que comprenden tiristores, que conectan respectivamente los polos positivo y negativo del enlace de CC y una salida de CC de los medios rectificadores (5).
- 10 2. Sistema de control de generador eléctrico (1) según la reivindicación 1, en el que los medios rectificadores (5) se seleccionan entre: un puente que comprende diodos, un puente que comprende IGBTs y un puente que comprende tiristores.
- 15 3.- Sistema de control de generador eléctrico (1) según cualquiera de las reivindicaciones previas, siendo el generador un generador de inducción de doble alimentación, en el que los medios rectificadores (5) están conectados al rotor del generador (3).
- 4.- Sistema de control de generador eléctrico (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, siendo controlado el generador en modo de convertidor total, en el que los medios rectificadores (5) están conectados al estator del generador (3).
- 20 5.- Sistema de control de generador eléctrico (1) según cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el generador (3) está conectado a una turbina eólica.
- 6.- Sistema de control de generador eléctrico (1) según cualquiera de las reivindicaciones previas que comprende medios de disipación resistivos (7) conectados al enlace de CC (2b).
- 25 7.- Procedimiento de control de un generador eléctrico (3) conectado a la red de suministro eléctrico (4) por medio de un sistema de control de generador eléctrico (1) como en cualquiera de las reivindicaciones previas, **caracterizado porque** se lleva a cabo, en respuesta a una caída de tensión en la red de suministro eléctrico (4), la etapa de conectar el generador (3) al enlace de CC (2b) del convertidor CA/CC/CA bidireccional (2), a través de medios rectificadores (5) conectados en serie entre el generador (3) y el enlace de CC (2b) del convertidor CA/CC/CA bidireccional (2), y
- 30 los medios semiconductores (8) que comprenden tiristores, que conectan respectivamente los polos positivo y negativo del enlace de CC y una salida de CC de los medios rectificadores (5).
- 8.- Procedimiento de control de un generador eléctrico (3) según la reivindicación 7 que comprende, además, la etapa de
- 35 activar los medios semiconductores (6) que comprenden tiristores o diodos, conectados respectivamente a los polos positivo y negativo del enlace de CC, y la salida de CC de los medios rectificadores (5) para de este modo permitir que el exceso de energía en el generador (3) fluya por los medios rectificadores (5) conectados en serie entre el generador (3) y el enlace de CC (2b) del convertidor CA/CC/CA bidireccional (2), hacia el enlace de CC (2b).
- 40 9.- El procedimiento de la reivindicación 7 u 8, donde los medios semiconductores (6) comprenden tiristores, en el que el accionamiento de los medios semiconductores se realiza en un tiempo seleccionado por un sistema de control.
- 10.- El procedimiento de la reivindicación 7 u 8, donde el exceso de energía se transmite a la red de suministro eléctrico (4) a través del convertidor del lado de la red de suministro (2c) del convertidor CA/CC/CA bidireccional (2).
- 45 11.- El procedimiento de la reivindicación 7 u 8, donde el exceso de energía se absorbe por medios de disipación capacitivos (7) conectados al enlace de CC (2b) y posteriormente se libera una vez que la red de suministro eléctrico (4) se ha recuperado de la caída de tensión.



TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 1A



TÉCNICA ANTERIOR
FIG. 1B

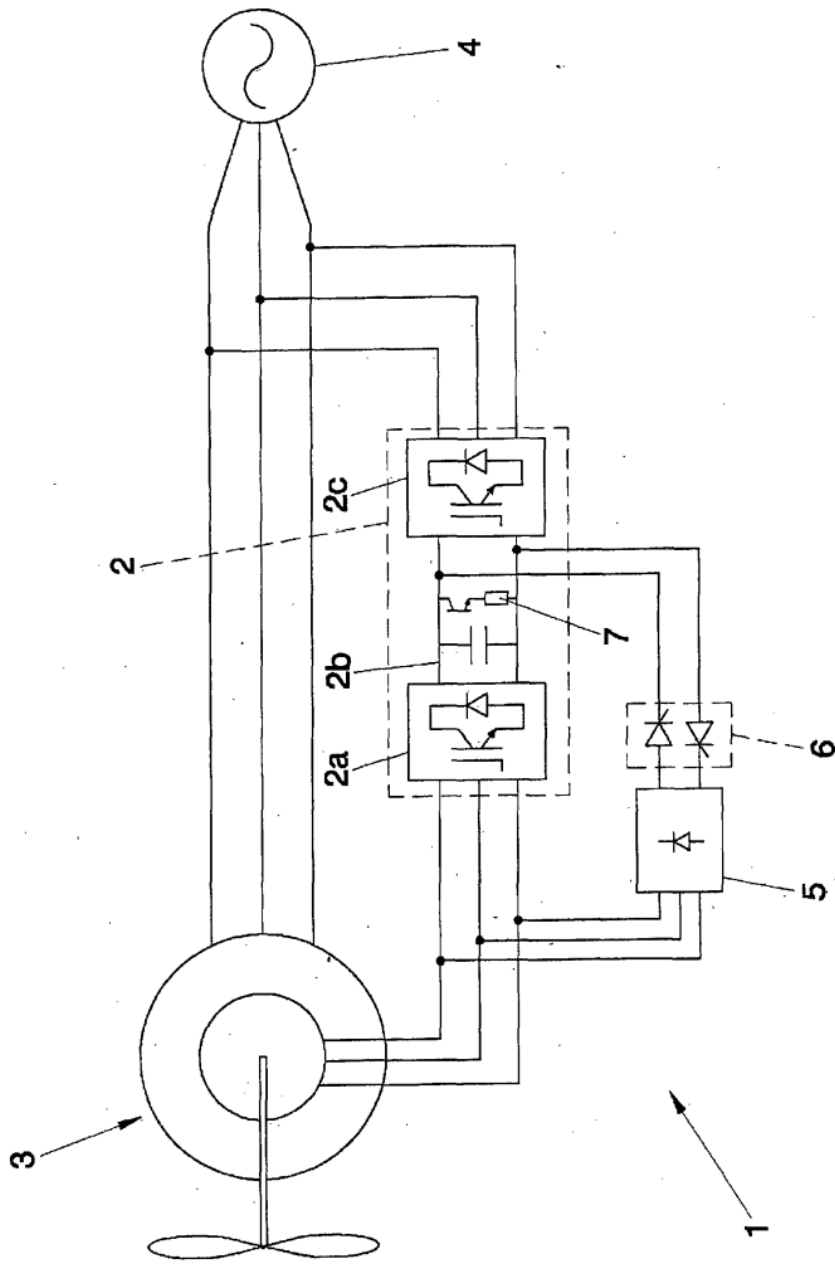


FIG. 2