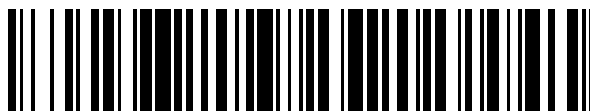


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 422**

51 Int. Cl.:

H02M 3/158 (2006.01)

H02M 3/335 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2011 PCT/EP2011/066828**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2012 WO12041888**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2011 E 11770071 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2606565**

54 Título: **Convertidor eléctrico CC/CC para una aplicación móvil**

30 Prioridad:

29.09.2010 DE 102010041625

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

17.10.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Strasse 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**CORDES, RALF y
KOMMA, THOMAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 686 422 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

Convertidor eléctrico CC/CC para una aplicación móvil

La invención hace referencia a un convertidor eléctrico, en especial a un convertidor CC/CC, para su empleo en una aplicación móvil, como por ejemplo en un barco.

- 5 El empleo de celdas de combustible para el suministro de electricidad a barcos y propulsiones de barcos experimenta una creciente difusión. La tensión eléctrica aplicada a las salidas de la celda de combustible se adapta después, de forma preferida a través de un convertidor CC/CC, a la tensión de funcionamiento deseada en la red de a bordo del barco. Un acumulador, que está conectado a las salidas del convertidor CC/CC, asume una regulación de la energía eléctrica. La misma es ventajosa, ya que la celda de combustible solo permite unas variaciones
10 relativamente lentas de la potencia entregada. Asimismo están conectados, en paralelo al acumulador, por ejemplo uno o varios motores del barco y la restante red de a bordo.

- Los convertidores CC/CC para celdas de combustible en barcos trabajan a este respecto en un rango de potencia de hasta 100 kW. Para esta clase de potencia se utilizan de forma preferida convertidores CC/CC basados en la técnica IGBT (IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor del inglés Transistor Bipolar de Puerta Aislada). Estos elementos
15 semiconductores presentan una elevada capacidad de corriente y al mismo tiempo una posibilidad de capacidad elevada de estrés de voltaje. Esto permite a su vez poner a disposición toda la potencia necesaria con un único convertidor CC/CC. Es desventajoso el hecho de que con esta tecnología, a causa de las elevadas pérdidas de conmutación, solo se consigan unas frecuencias de conmutación relativamente bajas inferiores a 20 kHz, lo que conduce a unas grandes dimensiones de los elementos constructivos pasivos como condensadores, inductancias y
20 transformadores.

- En una estructura conocida conforme al documento DE 11 2006 002 698 T5 se conecta en paralelo una pluralidad de convertidores CC/CC, que se operan acoplados. Los mismos están estructurados de tal manera, que utilizan una inductancia común en la entrada/salida. Asimismo los convertidores CC/CC del documento DE 11 2006 002 698 T5 se operan sincronizados con un desfase. Mediante la operativa dependiente se reducen tamaños de componentes (C y L).
25

Es desventajoso que los elementos constructivos de inducciones en esta clase de potencia y frecuencia se operen con unas densidades de flujo magnéticas elevadas en el núcleo, para poder transferir elevada potencia en un volumen aceptable. Esto conduce forzosamente a unas elevadas pérdidas de campo, que pueden hacer necesarias unas medidas de apantallamiento.

- 30 Otro inconveniente de la estructura conocida consiste en que las bajas frecuencias de conmutación implican la generación de ruidos audibles. En el caso de emplearse el barco como buque de investigación los ruidos pueden impedir mediciones en el agua. Asimismo los ruidos pueden molestar a las criaturas marinas. De este modo puede limitarse por ejemplo por motivos de protección de los animales el radio de movimiento de cruceros o ferris. En el caso de submarinos los ruidos pueden conducir a una mayor posibilidad de que el submarino sea detectado.
- 35 Por último otro inconveniente consiste en que una mayor seguridad del convertidor CC/CC, que podría conseguirse por ejemplo a través de un modo de realización redundante, requiere una duplicación o multiplicación del convertidor CC/CC, lo que es problemático incluso debido a la disponibilidad de espacio de los barcos.

- Se describe otro convertidor CC/CC en CHEN R-T ET AL: "Modelado y diseño del controlador de un convertidor CC-CC multimodular acoplado a un inductor con diseño de maestro-esclavo comparador de corriente" (del inglés "Modelling and controller design of inductor-coupled multimodule DC-DC convertor with master-slave current-comparing scheme"), PROCEDIMIENTOS IEE: APLICACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, INSTITUCIÓN DE INGENIEROS ELÉCTRICOS (del inglés IEE PROCEEDINGS: ELECTRICAL POWER APPLICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS), RU, tomo 152, nº 4, 20 de mayo de 2005 (20-05-2005), páginas 977-989, XP006024138, ISSN: 1350-2352, DOI: 10.1049/IP-EPA:20045241.
40

- 45 El objeto de la presente invención consiste en exponer un convertidor eléctrico, con el que se reduzcan o eliminen los problemas citados.

Este objeto es resuelto mediante un convertidor CC/CC con las características de la reivindicación 1. Unas conformaciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

- 50 El convertidor CC/CC conforme a la invención para un suministro de electricidad en una aplicación móvil presenta una pluralidad de convertidores independientes. Los convertidores independientes a su vez son, en este contexto, respectivamente también convertidores CC/CC. Los convertidores independientes están conectados asimismo

eléctricamente en paralelo y presentan respectivamente unos conmutadores semiconductores. A este respecto cada uno de los convertidores independientes comprende su propia inductancia.

5 El convertidor CC/CC comprende convenientemente un dispositivo de control, que controla los procesos de conmutación de los conmutadores semiconductores. El dispositivo de control está fabricado convenientemente centralizado para todos los convertidores independientes. Alternativamente puede estar prevista también una pluralidad de controles independientes para cada uno de los convertidores independientes. Los convertidores independientes pueden estar fabricados por ejemplo como módulos con un dispositivo de control parcial respectivamente propio, de tal manera que el dispositivo de control solo tenga que valorar tareas principales.

10 El convertidor CC/CC conforme a la invención representa por tanto en otras palabras un conjunto formado por una pluralidad de convertidores independientes más pequeños. A este respecto se emplean de forma preferida entre 10 y 20 convertidores independientes. Es particularmente ventajoso que la potencia de los convertidores independientes no sea superior a 10 kW. Es conveniente que los convertidores independientes estén conformados de tal manera, que estén diseñados respectivamente para una potencia menor que el convertidor CC/CC conjunto. A este respecto es posible que la potencia total a conseguir, que se obtiene de la necesidad de la aplicación, se corresponda exactamente con la potencia suma de los convertidores independientes. De esta forma se consigue en el caso de que se averiase un convertidor independiente, solo se pierda por ejemplo el 10% o el 5% de la potencia total.

15 También es posible con el convertidor conforme a la invención, al contrario que con el convertidor del documento DE 11 2006 002 698 T5, desconectar o incluso intercambiar en caliente los convertidores independientes durante la operativa, sin tener que desconectar todo el sistema.

20 A la inversa, ahora puede obtenerse ventajosamente una mayor seguridad contra averías mediante la existencia de una redundancia. A este respecto se aumenta por ejemplo escasamente el número de convertidores independientes con relación al número que se tendría a causa de la potencia total necesaria. Por ejemplo en lugar de 15 convertidores independientes necesarios pueden utilizarse 18 convertidores independientes. Por lo tanto no es necesario en particular duplicar el número de convertidores independientes. Desde otro punto de vista también puede diseñarse la potencia de los convertidores independientes de tal manera, que la potencia suma sea mayor que la potencia total a conseguir, que se genera de las necesidades funcionales de aplicación.

25 Conforme a una conformación particularmente ventajosa de la invención los convertidores independientes presentan unas válvulas semiconductoras, que son al menos en parte MOSFETs. En otras palabras, los procesos de conmutación necesarios se llevan a cabo con MOSFETs (Transistor de Efecto de Campo Semiconductor de Óxido Metálico, del inglés Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). Esto es en particular una diferencia con respecto a los convertidores CC/CC conocidos para altas potencias, en los que se emplean de forma preferida IGBTs. Los MOSFETs pueden emplearse mediante la división del convertidor CC/CC en convertidores independientes respectivamente de una potencia menor. Los MOSFETs presentan a este respecto ventajosamente unas menores pérdidas de conmutación que los IGBTs.

30 A este respecto es particularmente ventajoso que el dispositivo de control esté configurado para utilizar una frecuencia de conmutación para los conmutadores semiconductores que sea superior a 20 kHz, en particular superior a 50 kHz. Esto es posible debido a que los MOSFETs presentan unas menores pérdidas de conmutación. Aquí es ventajoso que la mayor frecuencia esté fuera del rango audible. Este desplazamiento de frecuencia es ventajoso en particular en aplicaciones con mucho ruido como los citados al comienzo. Precisamente en los barcos de pasajeros se hace innecesaria una atenuación o reducción de ruidos, necesaria ulteriormente. Otra ventaja consiste en que puede reducirse claramente el tamaño constructivo de los elementos pasivos.

35 Conforme a una conformación y a un perfeccionamiento ventajosos de la invención, el dispositivo de control está conformado para detectar valores de medición de corriente para el flujo de corriente a través de al menos una parte de los convertidores independientes y, a partir de los valores de medición de corriente, controlar procesos de conmutación de los conmutadores semiconductores, para llevar a cabo un control de la corriente de salida total del convertidor CC/CC. Para ello está previsto de forma preferida un dispositivo de medición de corriente, por ejemplo en la zona de salida de al menos una parte de los convertidores independientes. El dispositivo de medición de corriente está previsto de forma preferida en todos los convertidores independientes. Para ello comprende de forma preferida cada uno de los convertidores independientes una resistencia de medición de corriente.

40 Esta conformación del dispositivo de control permite evitar una sobrecarga de los convertidores independientes y hacer que los convertidores independientes trabajen por ejemplo con una carga simétrica. En el caso de una carga simétrica los elementos constructivos de los convertidores independientes, en particular los conmutadores semiconductores, están expuestos a una menor carga térmica. Esto conduce a una vida útil y a una seguridad contra averías en total prolongada del convertidor CC/CC. También se simplifica la estructura mecánica. Convenientemente se reducen los tiempos de conexión de los conmutadores semiconductores de un convertidor independiente, si se quiere conseguir una corriente menor y con ello una carga menor del convertidor independiente.

Los convertidores independientes están fabricados, conforme a una conformación preferida de la invención, respectivamente aislados galvánicamente, por lo que en otras palabras presentan cada uno al menos un transformador. Los convertidores independientes pueden estar estructurados por ejemplo como convertidores Push Pull con control de puente completo.

5 El convertidor CC/CC con los convertidores independientes forma parte de forma preferida de un sistema de suministro de energía, en particular si el sistema de suministro de energía presenta una celda de combustible para producir energía eléctrica. El sistema de suministro de energía está materializado por ejemplo en un sistema móvil. Ejemplos de tales sistemas móviles son barcos como un buque de investigación o un barco de pasajeros. Otro ejemplo es un submarino. Un lado de entrada del convertidor CC/CC está conectado a este respecto
10 convenientemente a la celda de combustible. Un lado de salida del convertidor CC/CC está conectado convenientemente a unas cargas, como por ejemplo motores eléctricos o a otras cargas de una red de a bordo del sistema móvil.

15 A continuación se explican con más detalle unos ejemplos de realización para la invención, preferidos pero en ningún caso limitativos, en base a las figuras del dibujo. A este respecto las características se han representado de forma esquematizada. Aquí muestran

la figura 1 una estructura muy esquematizada de un sistema de suministro de electricidad con una celda de combustible conforme al estado de la técnica,

la figura 2 una estructura esquematizada de un sistema de suministro de electricidad con una celda de combustible y un convertidor CC/CC con convertidores independientes,

20 la figura 3 un esquema de conexiones de un convertidor independiente, configurado como puente completo de desplazamiento de fase.

La estructura básica conocida conforme a la figura 1 muestra una celda de combustible 5. La tensión eléctrica aplicada a las salidas de la celda de combustible 5 se conecta a las conexiones de entrada 7a, b de un convertidor CC/CC 4. Las conexiones de salida 6a, b del convertidor CC/CC 4 están conectadas a un acumulador 3. En paralelo
25 al acumulador 3 están conectados un motor eléctrico 2 y otra carga 1, por ejemplo una red de a bordo de un barco o de otro sistema móvil. El acumulador 3 es responsable de un almacenamiento intermedio de energía. Esto es ventajoso a la hora de utilizar las celdas de combustible 5, ya que las mismas solo pueden variar su potencia entregada de forma relativamente lenta. Las fluctuaciones que puedan producirse a corto plazo se compensan ventajosamente a través del acumulador 3.

30 La figura 2 muestra como ejemplo un modo de realización para la estructura básica con un convertidor de corriente continua 10 conforme a la invención a modo de ejemplo. El convertidor de corriente continua 10 comprende en este ejemplo veinte convertidores independientes 10a...n. Los convertidores independientes 10a...n están conectados en paralelo y presentan unas conexiones de entrada comunes 7a, b así como unas conexiones de salida comunes 6a, b. El convertidor de corriente continua 10 está conectado con sus conexiones de entrada 7a, b de nuevo a la celda
35 de combustible 5. El convertidor de corriente continua 10 está conectado con sus conexiones de salida 6a, b al acumulador así como a modo de ejemplo al motor eléctrico 2 y a la carga adicional 1.

Los veinte convertidores independientes 10a...n están acoplados a un dispositivo de control para su control. El dispositivo de control 11 controla los procesos de conmutación de los conmutadores en los convertidores independientes 10a...n. Asimismo el dispositivo de control 11 está conectado respectivamente a una resistencia de
40 medición de corriente 33 por cada convertidor independiente 10a...n.

El dispositivo de control 11 lleva a cabo durante la operativa del convertidor de tensión continua 10 una compensación de corriente activa. Para ello el mismo detecta los valores para el flujo de corriente mediante los convertidores independientes 10a...n que se encuentren momentáneamente en funcionamiento. Si los flujos de corriente presentan desviaciones respecto a un valor normalizado, el dispositivo de control 11 regula los procesos de
45 conmutación para los conmutadores semiconductores del convertidor independiente 10a...n afectado. Si por ejemplo fluye una corriente excesiva a través de un convertidor independiente 10a...n, se reducen las duraciones de conexión de los conmutadores semiconductores del convertidor independiente 10a...n afectado. En resumen se realiza de esta forma una distribución simétrica, es decir, una distribución uniforme de la carga entre los convertidores independientes 10a...n.

50 El dispositivo de control también está conformado para compensar una avería de un convertidor independiente 10a...n. Para ello el dispositivo de control 11 regula de tal manera los convertidores independientes 10a...n, que los diecinueve convertidores independientes 10a...n restantes soporten la carga de corriente que se necesita en total. En el que caso de que esto no funcione, ya que por ejemplo se haya alcanzado el límite de carga, el dispositivo de control 11 regula a la baja la corriente total entregada.

5 La estructura de un convertidor independiente 10a...n se ha representado esquemáticamente en la figura 3. Las conexiones de entrada 7a, b están acopladas a un condensador 36. Al mismo le sigue un puente completo formado por cuatro MOSFETs 30a...d, que se han representado en la figura 3 con sus capacitancias parásitas y sus cuerpos de diodos respectivos. En el puente intermedio del puente completo se ha conectado el devanado primario de un transformador 31.

10 Además de esto el puente intermedio comprende, en serie respecto al devanado primario del transformador 31, un elemento LC 35. El elemento LC 35 comprende un circuito serie formado por un condensador y una inductancia. Los elementos del elemento LC 35 y el devanado primario están ajustados de tal manera a los MOSFETs 30a...d, que en este ejemplo se genera una frecuencia de resonancia de 250 kHz. El condensador solo bloquea el componente de tensión continua. El devanado secundario del transformador 31 está conectado por su lado a un rectificador de puente de diodo 32. Su salida conduce, a través de un filtro paso bajo 34 formado por una inductancia en serie y un condensador en paralelo, a las conexiones de salida 6a, b. A este respecto al filtro paso bajo 34 está conectado
15 aguas abajo también la resistencia de medición de corriente 33. El dispositivo de control 11 está conectado convenientemente a los MOSFETs 30a...d del puente completo para su control así como a la resistencia de medición de corriente 33. La medición de corriente se realiza en el lado de salida.

REIVINDICACIONES

1. Convertidor CC/CC (10) para el suministro de electricidad a la red de a bordo y/o la propulsión de un barco o un submarino, formado por una celda de combustible con una pluralidad de convertidores independientes (10a...n), en donde los convertidores independientes (10a...n)

- 5 - son respectivamente unos convertidores CC/CC,
- están conectados eléctricamente en paralelo, y
- presentan respectivamente unos conmutadores semiconductores (30a...d), que son al menos parcialmente unos MOSFETs (30a...d),
- 10 - están fabricados galvánicamente aislados, en donde el convertidor CC/CC comprende para el suministro de electricidad asimismo un dispositivo de control, que está conformado para utilizar una frecuencia de conmutación para los conmutadores semiconductores (30a...d), que sea superior a 50 kHz,

caracterizado porque cada convertidor independiente (10a...n) comprende un filtro de salida configurado como filtro paso bajo (34), formado por una inductancia en serie y un condensador en paralelo propios y una resistencia de medición de corriente (33) aguas abajo del filtro paso bajo para una medición de corriente en el lado de salida.

15 2. Convertidor CC/CC (10) conforme a la reivindicación 1, en el que el dispositivo de control (11) está conformado para detectar valores de medición de corriente para el flujo de corriente a través de al menos una parte de los convertidores independientes (10a...n) y, a partir de los valores de medición de corriente, controlar procesos de conmutación de los conmutadores semiconductores, para llevar a cabo un control de la corriente de salida total del convertidor CC/CC (10).

20 3. Convertidor CC/CC (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, en el que los convertidores independientes (10a...n) están estructurados como convertidores Push Pull con control de puente completo.

FIG 1

(Estado del Arte)

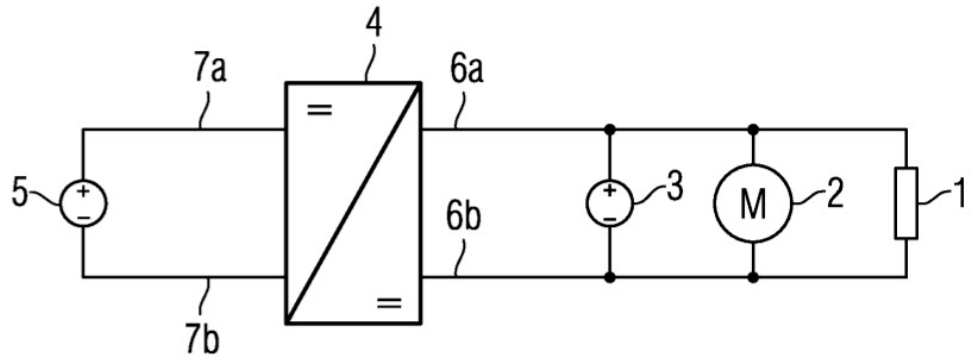


FIG 2

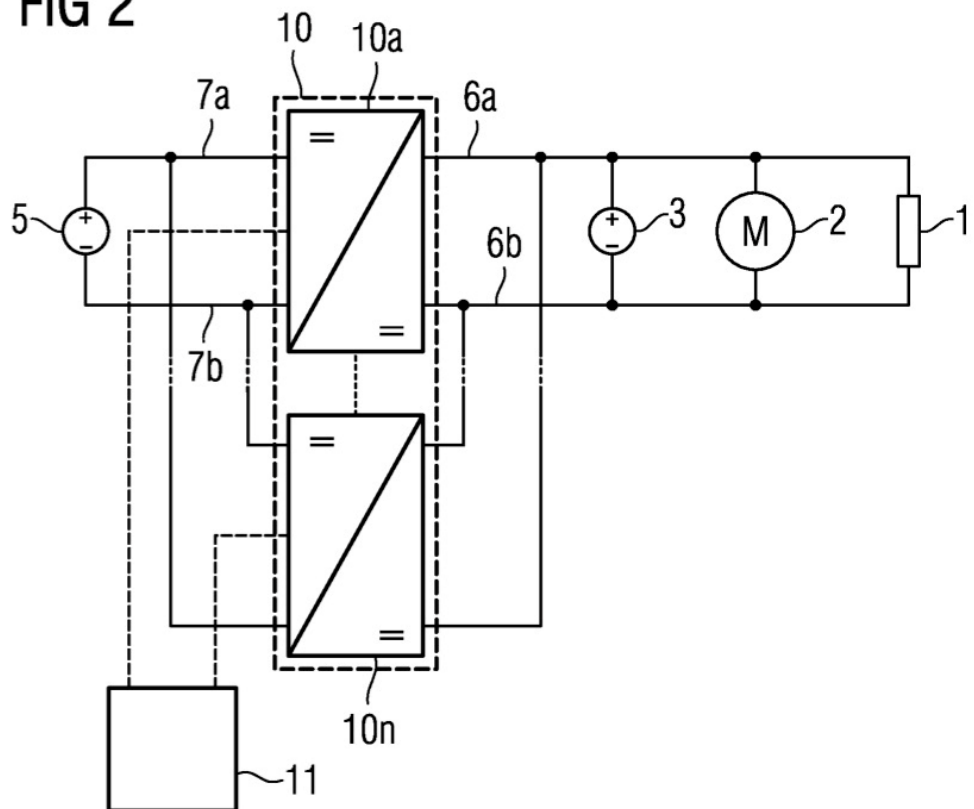


FIG 3

