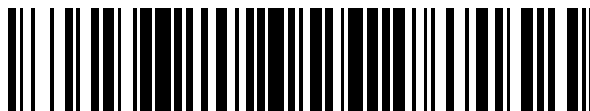


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 165**

21 Número de solicitud: 201730708

51 Int. Cl.:

G05D 22/02 (2006.01)

G05D 23/19 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

19.05.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.11.2018

71 Solicitantes:

POWER ELECTRONICS ESPAÑA, S.L. (100.0%)
Avda. Leonardo Da Vinci nº 24-26 Parque
Tecnológico
46980 PATERNA (Valencia) ES

72 Inventor/es:

SALVO LILLO, David;
SALVO LILLO, Abelardo y
POVEDA LERMA, Antonio

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA Y METODO DE CALDEO ACTIVO PARA CONVERTIDORES DE POTENCIA**

57 Resumen:

Sistema y método de caldeo activo para convertidores de potencia.

Se divulga un sistema y un método de caldeo para convertidores de potencia, basado en forzar el funcionamiento sin carga de los semiconductores del puente convertidor de potencia, de manera que el calor generado como consecuencia de las pérdidas de conmutación de los mismos evite la condensación en el interior del convertidor. El sistema tiene un módulo convertidor de potencia (2a, 2n), un termohigrómetro (11) y un microprocesador (12) el cual está configurado para activar elementos de conmutación (7a) del módulo convertidor de potencia mediante consignas de potencia eléctrica. Las consignas de potencia eléctrica pueden ser activas y/o reactivas condicionadas a que el convertidor de potencia no vierta energía a la red.

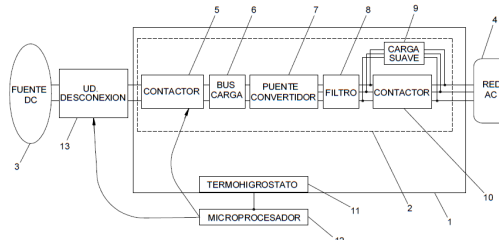


FIG. 1

19.05.2017

DESCRIPCIÓN

SISTEMA Y MÉTODO DE CALDEO ACTIVO PARA CONVERTIDORES DE POTENCIA**Objeto de la invención**

El objeto de la invención es un sistema y un método de caldeo para convertidores de potencia, basado en forzar el funcionamiento sin carga de los semiconductores del puente convertidor de potencia, de manera que el calor generado como consecuencia de las pérdidas de conmutación de los mismos evite la condensación en el interior del convertidor.

Antecedentes de la invención

Uno de los fenómenos que afecta significativamente al funcionamiento de los convertidores de potencia es el de condensación. La condensación en el interior de los equipos de electrónica de potencia puede ocasionar fallos y averías.

El fenómeno de condensación se produce cuando el vapor de agua entra en contacto con una superficie fría y se convierte al estado líquido, y en los equipos electrónicos se puede producir cuando el interior de éstos se encuentra a menor temperatura que la del ambiente. Cuando los convertidores de potencia están en funcionamiento (modo producción), los componentes principales disipan calor e impiden que se produzca condensación en su interior. Sin embargo, cuando los equipos no se encuentran en funcionamiento (modo no-producción) (situación que normalmente se da de noche o ante condiciones climatológicas adversas), éstos se enfrían, pudiendo producirse el fenómeno de condensación en el interior cuando la temperatura ambiente en el exterior del equipo comienza a subir en mayor proporción que la del interior del convertidor de potencia.

En el estado del arte son conocidos los sistemas de caldeo pasivos, que se componen esencialmente de resistencias de caldeo activadas por higrostatos, termostatos o higrotermos y cuya función principal es regular la temperatura en el interior de los convertidores de potencia, evitando la condensación de agua. Estas soluciones tienen como principal inconveniente la necesidad de componentes específicos para esta función, lo cual supone una desventaja en coste, espacio requerido en el equipo, y tiempo de montaje necesario para implementar esta función de caldeo.

Descripción de la invención

En un primer aspecto de la presente invención se proporciona un sistema de caldeo activo, que se basa en forzar la puesta en funcionamiento de los semiconductores de potencia, de manera que esta conmutación, junto con las pérdidas caloríficas del resto de componentes del convertidor de potencia, sean suficientes para mantener la temperatura ambiente interna por encima de cierto umbral, a partir del cual se evite la condensación del vapor de agua. Esto se lleva a cabo sin aporte de potencia a la red AC, gracias a la configuración de las consignas de potencia eléctrica (potencia activa y/o potencia reactiva) proporcionadas a cada módulo convertidor de potencia.

Ventajosamente, la puesta en funcionamiento de los semiconductores de potencia se puede realizar mediante potencia reactiva lo cual permite que la intensidad que manejan los semiconductores de potencia sea mayor frente a otras posibles opciones, y en consecuencia se emite más energía calorífica, es decir, se optimiza el caldeo. Todo ello, cumpliendo la premisa definida anteriormente de no aportar energía a la red AC.

En un primer aspecto de la presente invención se divulga un sistema de caldeo activo para convertidores de potencia que comprende:

- al menos un módulo convertidor de potencia que comprende al menos un bus de carga y un puente convertidor de potencia; donde el puente convertidor de potencia comprende al menos un elemento de conmutación;
- un termo-higrómetro configurado para medir la temperatura y la humedad relativa del aire en el interior del convertidor de potencia; y,
- un microprocesador conectado al termo-higrómetro y al módulo convertidor de potencia para el control del módulo convertidor de potencia mediante consignas de potencia;

donde el microprocesador está configurado para que cuando se cumpla al menos una de las condiciones seleccionadas entre:

- la temperatura alcance un umbral predeterminado de temperatura,
- la humedad alcance un umbral predeterminado de humedad,
- la temperatura alcance un umbral predeterminado de temperatura y la humedad alcance un umbral predeterminado de humedad,

activar el elemento de conmutación mediante la energización del bus de carga del módulo convertidor de potencia con consignas de potencia eléctrica.

En el caso en el que el convertidor de potencia tenga sólo un módulo convertidor de potencia y para que no exista potencia eléctrica vertida a la red AC, las consignas de

potencia eléctrica son de potencia activa.

En una realización del primer aspecto de la invención, el sistema de caldeo activo para convertidores de potencia comprende al menos dos módulos convertidores de potencia de tal forma que el microprocesador está configurado para activar el elemento de conmutación mediante la energización del bus de carga de cada módulo convertidor de potencia con consignas de potencia reactiva de tal forma que la suma de las consignas de potencias reactivas de los al menos dos módulos convertidores de potencia es cero.

En otra realización, cada módulo convertidor de potencia adicionalmente comprende un filtro LCL. El filtro LCL comprende al menos una inductancia y al menos un condensador. La inductancia y el condensador emiten energía calorífica cuando son energizados.

En otra realización, el puente convertidor de potencia adicionalmente comprende al menos un condensador. El condensador emite energía calorífica cuando es energizado.

En otra realización, el bus de carga adicionalmente comprende al menos: un par de diodos, un par de condensadores y un par de resistencias. Los diodos, los condensadores y las resistencias emiten energía calorífica cuando son energizados.

En otra realización, el sistema adicionalmente comprende unos embarrados AC, de tal forma que mediante los embarrados AC, los módulos convertidores de potencia se conectan entre sí por su salida y también con una red AC. Los embarrados AC emiten energía calorífica cuando circula corriente por ellos procedente de la red AC.

En otra realización el sistema adicionalmente comprende unos embarrados DC, de tal forma que mediante los embarrados DC, los módulos convertidores de potencia se conectan entre sí por su entrada y también con una fuente de corriente DC. Los embarrados DC emiten energía calorífica cuando circula corriente por ellos procedente de la red AC y cuando una unidad de desconexión desconecta los módulos convertidores de potencia de la fuente de corriente DC.

En otra realización, cada módulo convertidor de potencia adicionalmente comprende un contactor de entrada dispuesto a la entrada del módulo convertidor de potencia para la conexión/desconexión del módulo convertidor de potencia a los embarrados DC.

En otra realización, cada módulo convertidor de potencia adicionalmente comprende un contactor de salida dispuesto a la salida del módulo convertidor de potencia para la conexión/desconexión del módulo convertidor de potencia a los embarrados AC.

En otra realización cada módulo convertidor de potencia adicionalmente comprende un circuito de carga suave en paralelo con el contactor de salida. El circuito de carga suave comprende al menos: un fusible de carga suave, una resistencia de carga suave y unos contactores de carga suave.

Un segundo aspecto de la presente invención es un convertidor de potencia que comprende el sistema de caldeo activo definido en el primer aspecto de la invención para cualesquiera de sus realizaciones.

En un tercer aspecto de la invención, se divulga un método de caldeo activo adecuado para convertidores de potencia, los cuales comprenden al menos un módulo convertidor de potencia, un microprocesador y un termo-higrómetro. El método de caldeo activo comprende los siguientes pasos:

- a) medir la temperatura y la humedad dentro del convertidor de potencia mediante el termo-higrómetro y comparar con respectivos valores umbrales de temperatura y humedad;
- b) calcular unas consignas de potencia eléctrica, mediante el microprocesador, y enviar las consignas de potencia eléctrica al módulo convertidor de potencia comprendido en el convertidor de potencia, cuando el convertidor de potencia se encuentra en modo no-producción y se alcance al menos uno de los valores umbrales del paso anterior;
- c) activar, según las consignas de potencia eléctrica, al menos un elemento de conmutación mediante la energización de un bus de carga comprendido en cada módulo convertidor de potencia.

En una realización, el método adicionalmente comprende:

- d) medir la temperatura de al menos uno de los componentes del sistema activo; y,
- e) desactivar la energización del al menos un componente si la temperatura del mismo alcanza su temperatura máxima hasta que su temperatura descienda por debajo de dicha temperatura máxima.

En otra realización, el paso b) adicionalmente comprende los sub-pasos:

- calcular unas consignas de potencia activa, cuando el convertidor de potencia comprende un solo módulo convertidor de potencia, equivalentes al consumo de los elementos de conmutación;
- calcular unas consignas de potencia reactiva, cuando el convertidor de potencia comprende al menos dos módulos convertidores de potencia, de tal forma que la suma de las potencias reactivas sea cero.

En otra realización, el paso c) adicionalmente comprende los sub-pasos:

- desconectar los módulos convertidores de potencia de la fuente DC; y,
- energizar el bus de carga mediante un circuito de carga suave.

En otra realización, las consignas de potencia reactiva emitidas por el

microprocesador a una parte de los módulos convertidores de potencia son consignas inductivas y al resto de módulos convertidores de potencia son consignas capacitivas, de tal forma que:

- $n_l + |I| = n_c + |C|$; y,
- $n_l + n_c = n$;

siendo “n” el número total de módulos convertidores de potencia, “ n_l ” el número de convertidores de potencia en comportamiento inductivo; “ n_c ” el número de convertidores de potencia en comportamiento capacitivo; $|I|$ la amplitud de la consigna inductiva y $|C|$ la magnitud de la consigna capacitiva.

En otra realización, las consignas de potencia reactiva emitidas por el microprocesador a una parte de los módulos convertidores de potencia son consignas inductivas y al resto de módulos convertidores de potencia son consignas capacitivas, de tal forma que:

- si el número de módulos convertidores de potencia es par, el microprocesador envía a la mitad de los módulos convertidores de potencia una consigna inductiva y a la otra mitad una consigna de capacitiva; donde las consignas inductivas tienen la misma magnitud que las consignas capacitivas dando lugar a que la suma total sea cero;
- si el número de módulos convertidores de potencia es impar, el microprocesador envía un tipo de consigna, inductiva o capacitiva, a la mitad del total del número de módulos convertidores de potencia menos uno y la consigna opuesta, capacitiva o inductiva, respectivamente, al resto de módulos convertidores de potencia ajustando la magnitud de la consigna opuesta para que la suma total sea cero:

si el convertidor de potencia tiene “n” módulos convertidores de potencia, donde “n” es un número impar, el microprocesador envía una consigna, inductiva o capacitiva, a $(n-1)/2$ módulos convertidores de potencia con una magnitud de consigna $|A|$ y al resto de módulos convertidores de potencia, es decir, $((n-1)/2)+1$, la consigna opuesta, capacitiva o inductiva, respectivamente, con una magnitud $((n-1)/(n+1)) |A|$.

Finalmente, en áreas más frías donde no se alcanza la temperatura mínima para la que se garantiza el correcto arranque de la electrónica de control que contiene el microprocesador utilizado para la función de caldeo, es necesaria la instalación de un sistema de caldeo pasivo adicional (pero de mucho menor potencia de lo que sería necesario si no se combinara con el caldeo activo objeto de la invención), que consiste en pequeñas resistencias instaladas cerca de la electrónica de control del convertidor y gestionadas por un controlador de temperatura (termostato). Este sistema de hardware de

caldeo adicional se utiliza para asegurar que la electrónica de control arranca a temperaturas muy bajas y se puede, por tanto, activar el sistema de caldeo activo objeto de la presente invención.

5 Breve descripción de las figuras

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de figuras ilustrativas que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una o varias realizaciones de dicha invención que se presenta como uno o varios ejemplos no limitativos de ésta.

FIG 1. Muestra un diagrama de bloques del sistema de caldeo activo para convertidores de potencia con un único convertidor de potencia, objeto de la presente descripción.

FIG 2. Muestra un diagrama de bloques del sistema de caldeo activo para convertidores de potencia con "n" convertidores de potencia, objeto de la presente descripción.

FIG 3. Muestra un diagrama de bloques de un bus de carga.

FIG 4. Muestra un diagrama de bloques de un puente convertidor de potencia.

FIG 5. Muestra un diagrama de bloques de un filtro LCL.

FIG 6. Muestra un diagrama de bloques de un circuito de carga suave.

FIG 7. Muestra un diagrama de flujo del sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, objeto de la presente descripción

Realización preferente de la invención

En las figuras adjuntas asociadas a la realización preferente de la invención se muestran las siguientes referencias:

1. Convertidor de potencia.
2. Módulos convertidores de potencia (2a-2n).
3. Fuente DC.
4. Red AC.
5. Contactor de entrada de un módulo convertidor de potencia.
6. Bus de carga.
 - 6a. diodos.
 - 6b. condensadores.
 - 6c. resistencias.
7. Puente convertidor de potencia.

- 7a. elemento de conmutación.
- 7b. condensador
- 8. Filtro LCL
 - 8a. Inductancia.
 - 8b. Condensador.
- 9. Circuito de carga suave.
 - 9a. fusibles de carga suave.
 - 9b. resistencias de carga suave.
 - 9c. contactores de carga suave.
- 10. Contactor de salida del módulo convertidor de potencia.
- 11. Termo-higrómetro.
- 12. Microprocesador.
- 13. Unidad de desconexión de la fuente DC.
- 14. Embarrados DC.
- 15. Embarrados AC.

En la Fig. 1 se muestra un ejemplo de realización del sistema de caldeo activo de la presente invención para un convertidor de potencia 1 con un único módulo convertidor de potencia 2. El sistema de caldeo activo está comprendido por el convertidor de potencia 1, el termo-higrómetro 11 y el microprocesador 12. El convertidor de potencia está conectado a una fuente DC 3 mediante la unidad de desconexión 13 y por otro lado a la red AC 4. Así, cuando el convertidor de potencia está en modo producción, toma energía de la fuente DC 3 y la vierte a la red AC 4. En cambio, cuando el sistema se encuentra en modo no-producción, el sistema de caldeo activo es alimentado por la red AC con potencia eléctrica (activa y/o reactiva).

En la Fig. 2 se muestra un ejemplo de realización del sistema de caldeo activo de la presente invención para un convertidor de potencia. El sistema de caldeo activo está comprendido por el convertidor de potencia 1 teniendo varios módulos convertidores de potencia 2a-2n, el termo-higrómetro 11 y el microprocesador 12.

En el ejemplo de realización mostrado en la figura 2, el convertidor de potencia 1 está formado por "n" módulos convertidores de potencia 2a-2n de los cuales se detallan dos de ellos 2a y 2n. Los módulos convertidores de potencia 2a-2n están conectados eléctricamente entre sí por medio de los embarrados DC 14 y los embarrados AC 15 que también conectan con la fuente DC 3 (fuente de corriente continua) y con la red AC (red de corriente alterna), respectivamente. Los embarrados en un convertidor de potencia son la pletinería de entrada a los módulos convertidores de potencia. Básicamente la pletinería son

los elementos de interconexión realizados principalmente en cobre o aluminio, y la tornillería y soportes asociados.

Cada módulo convertidor de potencia 2a-2n comprende el contactor de entrada 5, el bus de carga 6, el puente convertidor de potencia 7, el filtro LCL 8 y el contactor de salida 10, todos ellos conectados en serie. El contactor de entrada 5 sirve para conectar/desconectar el módulo convertidor de potencia del embarrado DC 14, el cual a su vez conecta con la fuente DC 3 mediante la unidad de desconexión 13 para la conexión/desconexión del convertidor de potencia 1 de la fuente DC 3. El contactor de salida 10 sirve para conectar/desconectar el módulo convertidor de potencia del embarrado AC 15, el cual a su vez conecta con la red AC 4.

Cada módulo convertidor de potencia 2a-2n adicionalmente comprende el circuito de carga suave 9. El circuito de carga suave 9, en paralelo con el contactor 10 del filtro LCL, se muestra en la Figura 6. El motivo por el que se utiliza la carga suave es para llevar a cabo la carga de los condensadores del bus de carga 6 y del condensador del filtro LCL 8 de cada módulo convertidor de potencia. En los primeros instantes en los que se proporciona tensión de alimentación a cualquier sistema, aparecen picos de corriente, propios de su propia energización. Estos picos pueden suponer un desgaste de los componentes y un acortamiento de su vida útil, pudiendo llegar a la falla total del componente. Para evitarlos, se intenta limitar la corriente absorbida durante el arranque o energización del sistema. El circuito de carga suave 9 comprende los siguientes componentes: los fusibles de carga suave 9a cuya misión es soportar el pico de carga inicial y proteger la ruptura de las resistencias 9b en caso de cortocircuito; las resistencias de carga suave 9b, que limitan la corriente máxima cuando se realiza la carga; y el contactor de carga suave 9c, que conecta/desconecta el circuito de carga suave. El proceso de carga suave consiste en cerrar el contactor de carga suave 9c, de manera que el bus DC se pueda cargar de manera progresiva, gracias a las resistencias de carga suave 9b incorporadas en el circuito de carga suave 9.

El funcionamiento de la lógica de los contactores de carga suave 9c es el siguiente:

- Inicio: ambos contactores, el contactor de salida 10 con la red AC 4 y el contactor de carga suave 9c están abiertos. El módulo convertidor de potencia detecta que hay nivel de tensión de placas.
- Paso_1: se cierra el contactor del circuito de carga suave 9c cargando los condensadores del bus de carga 6 y el condensador del filtro LCL 8 a través de las resistencias de carga suave 9b.

- Paso_2: tras un tiempo determinado de conmutación se abre el contactor de carga suave 9c y se cierra el contactor de salida 10, que puentea el circuito de carga suave terminando de cargar todos los condensadores con el pico de tensión de la tensión de la red AC.

5 - Paso_3: Se cierra el contactor de entrada DC 5, y se produce la conexión a la fuente para proceder con el funcionamiento del convertidor de potencia.

Continuando con el ejemplo de realización mostrado en la figura 2, el termo-higrómetro 11 está configurado para medir la temperatura y la humedad relativa del aire dentro del convertidor de potencia 1. El microprocesador 12 está conectado al termo-higrómetro 11 y a los módulos convertidores de potencia 2a-2n. Cuando el microprocesador 12, por medio del termo-higrómetro 11, detecta que la temperatura y/o la humedad relativa del aire en el convertidor de potencia 1 está fuera de sendos rangos previamente determinados, el microprocesador 12 activa el elemento de conmutación 7a y el filtro LCL mediante la energización del bus de carga 6 de cada módulo convertidor de potencia 2a-2n con potencia reactiva de tal forma que la suma de las potencias reactivas a la salida del convertidor de potencia es cero. Es decir, el microprocesador manda consignas de potencia reactiva a los módulos convertidores de potencia 2a-2n para que conmuten los elementos de conmutación 7a y para que los filtros LCL alcancen su temperatura de funcionamiento. Con ello se consigue que tanto los elementos de conmutación 7a como los filtros LCL emitan calor y suba la temperatura interior del convertidor de potencia cuando el convertidor de potencia esté en modo no-producción. Para evitar el que el convertidor de potencia vierta potencia a la red AC 4 puesto que está en modo no-producción, las consignas de potencia reactiva emitidas por el microprocesador 12 a los módulos convertidores de potencia 2a-2n son cero o autocancelables (suma total igual a cero). En cambio, para la realización mostrada en la figura 1 donde el convertidor de potencia tiene un único módulo convertidor de potencia, el microprocesador manda consignas de potencia activa al módulo convertidor de potencia 2 para que conmuten los elementos de conmutación 7a y para que los filtros LCL alcancen su temperatura de funcionamiento. Las consignas de potencia activa son la potencia equivalente a la suma de potencias necesarias para la conmutación más la potencia calorífica emitida por cada elemento de conmutación 7a y filtros LCL, y opcionalmente cualquier otro elemento que pueda emitir calor cuando es activado.

La potencia reactiva puede ser inductiva o capacitiva. La potencia reactiva es debida al desfase entre tensión y corriente, y se conoce como capacitiva cuando la intensidad se encuentra adelantada respecto a la tensión, mientras que en el caso opuesto (la tensión se encuentra adelantada respecto a la intensidad), la potencia reactiva es inductiva. De esta

forma, dependiendo de la consigna que cada módulo convertidor de potencia 2a-2n recibe del microprocesador 12, el comportamiento de cada módulo convertidor de potencia puede ser de inductivo o capacitivo. Si el número de módulos convertidores de potencia es par, el microprocesador 12 enviará a la mitad de los módulos convertidores de potencia una consigna inductiva y a la otra mitad una consigna de capacitiva, donde todas las consignas tienen la misma magnitud para que la suma total sea cero. En caso de que el número de módulos convertidores de potencia sea impar, el microprocesador 12 enviara un tipo de consigna (inductiva o capacitiva) a la mitad del total del número de módulos convertidores de potencia menos uno y la consigna opuesta (capacitiva o inductiva, respectivamente) al resto de módulos convertidores de potencia ajustando la magnitud de la consigna opuesta para que la suma total sea cero. Mediante fórmulas matemáticas, si el convertidor de potencia tiene “n” módulos convertidores de potencia, donde “n” es un número impar, el microprocesador 12 envía una consigna (inductiva o capacitiva) a $(n-1)/2$ módulos convertidores de potencia con una magnitud de consigna $|A|$ y al resto de módulos convertidores de potencia, es decir, $((n-1)/2)+1$, la consigna opuesta (capacitiva o inductiva, respectivamente) con una magnitud $((n-1)/(n+1)) |A|$. Estas consignas son las preferidas porque optimizan el funcionamiento del sistema de caldeo, es decir, son las que hacen que el sistema de caldeo proporcione mayor cantidad de potencia (energía) calorífica. Cualesquiera otras consignas serían válidas mientras se cumpla la condición de que la suma de las consignas inductivas mas las consignas capacitivas sean cero. Expresado en forma de fórmula matemática: $n_I + |I| = n_C + |C|$, donde $n_I + n_C = n$; siendo “n” el número total de módulos convertidores de potencia (par o impar), “ n_I ” es el número de convertidores de potencia en comportamiento inductivo; “ n_C ” es el número de convertidores de potencia en comportamiento capacitivo; $|I|$ es la amplitud de la consigna inductiva e $|C|$ es la magnitud de la consigna capacitiva.

Opcionalmente el sistema de caldeo activo puede incrementar adicionalmente la temperatura interior del convertidor de potencia 1 mediante la energización (paso de corriente) de los embarrados DC 14. El caldeo de los embarrados es ventajoso cuando el convertidor de potencia se sitúa en climas muy fríos o muy húmedos.

La alimentación del sistema de caldeo del ejemplo de realización mostrado en la figura 2 se realiza mediante la Red AC 4. Esta forma de alimentación y por tanto, de energización de los módulos convertidores de potencia implica el proceso de carga suave anteriormente descrito para el circuito de carga suave 9. Esta forma de alimentación es ventajosa porque no necesita de fuentes de alimentación adicionales. Cuando se utiliza la

red AC 4 para alimentar el sistema de caldeo, la unidad de desconexión 13 tiene que estar abierta, es decir, la unidad 13 desconecta los embarrados DC 14 de la fuente DC 3.

A continuación se detallan los componentes de los módulos convertidores de potencia 2a a 2n. En concreto, en la Figura 3 se muestra la configuración del bus de carga 6 compuesto por los diodos 6a, las resistencias 6c y los condensadores 6b, los cuales emiten energía calorífica cuando circula una corriente a través de ellos.

En la Figura 4 se detalla la configuración de un puente convertidor de potencia 7. El puente convertidor de potencia 7 está formado por los elementos de conmutación 7a que son elementos de conmutación controlados IGBT (de sus siglas en inglés Insulated Gate Bipolar Transistor) o transistores bipolares de puerta aislada. El puente convertidor de potencia 7 adicionalmente comprende condensadores 7b. Tanto los elementos de conmutación 7a como los condensadores 7b emiten energía calorífica cuando se encuentran en funcionamiento, es decir, cuando son energizados.

En la figura 5 se muestra la configuración de un filtro LCL que se utilizan para eliminar los armónicos de la corriente absorbida por el convertidor de potencia y para obtener una tensión de salida sinusoidal con las mismas características que la red. Se trata esencialmente de filtros pasivos a base de una combinación serie-paralelo de inductancias 8a y condensadores 8b. Tanto las inductancias 8a como los condensadores 8b emiten energía calorífica cuando se encuentran en funcionamiento, es decir, cuando son energizados.

El funcionamiento del sistema de caldeo activo se interrumpe cuando las condiciones de temperatura y/o humedad alcanzan un valor determinado. También se puede interrumpir el funcionamiento del sistema de caldeo activo si los elementos de conmutación alcanzan su temperatura máxima de funcionamiento o si el convertidor de potencia empieza a funcionar en modo producción.

En la figura 7 se muestra un ejemplo de realización del método de caldeo activo para convertidores de potencia. Este método se aplica a convertidores de potencia que tengan uno o varios módulos convertidores de potencia (2a, 2n), un microprocesador (12) y un termo-higrómetro (11). El método comprende los pasos:

- a) medir (20) la temperatura y la humedad dentro del convertidor de potencia mediante el termo-higrómetro y comparar los valores obtenidos de temperatura y humedad con respectivos valores umbrales de temperatura y humedad;
- b) calcular (21) unas consignas de potencia eléctrica, mediante el microprocesador, y enviar dichas consignas al módulo convertidor de

potencia o a los módulos convertidores de potencia, cuando el convertidor de potencia se encuentra en modo no-producción y al menos uno de los valores umbrales de temperatura/humedad es alcanzado por el valor medido de temperatura/humedad, respectivamente;

- 5 c) activar (22), según las consignas de potencia eléctrica, al menos un elemento de conmutación mediante la energización de un bus de carga comprendido en cada módulo convertidor de potencia con potencia eléctrica procedente de la red AC.

El paso c) tiene los siguientes sub-pasos:

- 10
- desconectar (22a) los módulos convertidores de potencia de la fuente DC; y,
 - energizar (22b) el bus de carga mediante un circuito de carga suave.

La premisa con la que el microprocesador calcula las consignas de potencia eléctrica es que el aporte de potencia eléctrica (activa y/o reactiva) a la red AC sea cero. Para ello, el

15 paso b) del método de caldeo activo para convertidores de potencia adicionalmente comprende los sub-pasos:

- calcular unas consignas de potencia activa, cuando el convertidor de potencia comprende un módulo convertidor de potencia, equivalentes al consumo de los elementos de conmutación;
- 20 • calcular unas consignas de potencia reactiva, cuando el convertidor de potencia comprende al menos dos módulos convertidores de potencia, de tal forma que la suma de las potencias reactivas sea cero.

Opcionalmente, el método de caldeo activo puede adicionalmente medir la temperatura (23) de los componentes internos del sistema activo. Si la temperatura de algún

25 componente alcanza su temperatura máxima, se desactiva (24) la energización del mismo que no se activará hasta que su temperatura descienda.

El método de caldeo activo calcula las mismas consignas de potencia eléctrica que el sistema de caldeo activo. Es decir, un tipo de consigna general, donde las consignas de potencia reactiva emitidas por el microprocesador a una parte de los módulos convertidores

30 de potencia son consignas inductivas y al resto de módulos convertidores de potencia son consignas capacitivas, de tal forma que:

- $n_l + |I| = n_c + |C|$; y,
- $n_l + n_c = n$;

siendo “n” el número total de módulos convertidores de potencia, “ n_l ” el número de

35 convertidores de potencia en comportamiento inductivo; “ n_c ” el número de convertidores de

potencia en comportamiento capacitivo; $|I|$ la amplitud de la consigna inductiva y $|C|$ la magnitud de la consigna capacitiva.

Opcionalmente, el método puede calcular un tipo de consigna optimizada donde las consignas de potencia reactiva emitidas por el microprocesador a una parte de los módulos convertidores de potencia son consignas inductivas y al resto de módulos convertidores de potencia son consignas capacitivas, de tal forma que:

- si el número de módulos convertidores de potencia es par, el microprocesador envía a la mitad de los módulos convertidores de potencia unas consignas inductivas y a la otra mitad unas consignas capacitivas; donde las consignas inductivas tienen la misma magnitud que las consignas capacitivas dando lugar a que la suma total sea cero;
- si el número de módulos convertidores de potencia es impar, el microprocesador envía un tipo de consigna, inductiva o capacitiva, a la mitad del total del número de módulos convertidores de potencia menos uno y la consigna opuesta, capacitiva o inductiva, respectivamente, al resto de módulos convertidores de potencia ajustando la magnitud de la consigna opuesta para que la suma total sea cero:
 - si el convertidor de potencia tiene “n” módulos convertidores de potencia, donde “n” es un número impar, el microprocesador envía una consigna, inductiva o capacitiva, a $(n-1)/2$ módulos convertidores de potencia con una magnitud de consigna $|A|$ y al resto de módulos convertidores de potencia, es decir, $((n-1)/2)+1$, la consigna opuesta, capacitiva o inductiva, respectivamente, con una magnitud $((n-1)/(n+1)) |A|$.

El método puede incluir condiciones de parada por los siguientes motivos:

- Puesta en marcha del convertidor de potencia (modo producción) tras un periodo de parada (modo no-producción).
- Alcance de temperatura máxima de los elementos de conmutación, en cuyo caso se detiene la energización de los mismos que no se activará hasta que su temperatura descienda.
- También parada forzada por el usuario, avería del sistema, etc.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia (1), caracterizado porque comprende:

- 5 • al menos un módulo convertidor de potencia (2a, 2n) que comprende al menos un bus de carga (6) y un puente convertidor de potencia (7); donde el puente convertidor de potencia (7) comprende al menos un elemento de conmutación (7a);
- un termo-higrómetro (11) configurado para medir la temperatura y la humedad relativa del aire en el interior del convertidor de potencia (1); y,
- 10 • un microprocesador (12) conectado al termo-higrómetro (11) y al módulo convertidor de potencia (2a, 2n) para el control del módulo convertidor de potencia (2a, 2n) mediante consignas de potencia eléctrica;

donde el microprocesador (12) está configurado para que cuando se cumpla al menos una de las condiciones seleccionadas entre:

- 15 • la temperatura alcanza un umbral predeterminado de temperatura,
- la humedad alcanza un umbral predeterminado de humedad,
- la temperatura alcanza un umbral predeterminado de temperatura y la humedad alcanza un umbral predeterminado de humedad,

activar el elemento de conmutación (7a) mediante la energización del bus de carga (6) del
20 módulo convertidor de potencia (2a, 2n) con consignas de potencia eléctrica.

2.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 1, en donde el sistema comprende al menos dos módulos convertidores de potencia (2a, 2n) de tal forma que el microprocesador (12) está configurado para activar el elemento de
25 conmutación (7a) mediante la energización del bus de carga (6) de cada módulo convertidor de potencia (2a, 2n) con consignas de potencia reactiva de tal forma que la suma de las consignas de potencias reactivas de los al menos dos módulos convertidores de potencia (2a, 2n) sea cero.

30 3.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 1 o 2, en donde el módulo convertidor de potencia (2a, 2n) adicionalmente comprende un filtro LCL que a su vez comprende al menos una inductancia (8a) y al menos un condensador (8b) de tal forma que dicha inductancia (8a) y dicho condensador (8b) emiten
energía calorífica cuando son energizados.

35

4.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 1 o 2, en donde el puente convertidor de potencia (7) adicionalmente comprende al menos un condensador (7b) de tal forma que dicho condensador (7b) emite energía calorífica cuando es energizado.

5.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 1 o 2, en donde el bus de carga (6) adicionalmente comprende al menos: un par de diodos (6a), un par de condensadores (6b) y un par de resistencias (6c) de tal forma que dichos diodos (6a), condensadores (6b) y resistencias (6c) emiten energía calorífica cuando son energizados.

6.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el sistema adicionalmente comprende unos embarrados AC (15), de tal forma que mediante dichos embarrados AC (15), los módulos convertidores de potencia (2a, 2n) se conectan entre sí por su salida y también con una red AC (4); de tal forma que los embarrados AC (14) emiten energía calorífica cuando circula corriente por ellos procedente de la red AC (4).

7.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 6, en donde el sistema adicionalmente comprende unos embarrados DC (14), de tal forma que mediante dichos embarrados DC (14), los módulos convertidores de potencia (2a, 2n) se conectan entre sí por su entrada y también con una fuente de corriente DC (3); de tal forma que los embarrados DC (14) emiten energía calorífica cuando circula corriente procedente de la red AC (4) por dichos embarrados DC (14) y cuando una unidad de desconexión (13) desconecta los módulos convertidores de potencia (2a, 2n) de la fuente de corriente DC (3).

8.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 7, caracterizado porque cada módulo convertidor de potencia (2a, 2n) adicionalmente comprende un contactor de entrada (5) dispuesto a la entrada del módulo convertidor de potencia (2a, 2n) para la conexión/desconexión del módulo convertidor de potencia (2a, 2n) a los embarrados DC (14).

9.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 6, en donde cada módulo convertidor de potencia (2a, 2n) adicionalmente comprende un contactor de salida (10) dispuesto a la salida del módulo convertidor de potencia (2a, 2n) para la conexión/desconexión del módulo convertidor de potencia (2a, 2n) a los embarrados AC (15).

10.- Sistema de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 9, en donde cada módulo convertidor de potencia (2a, 2n) adicionalmente comprende un circuito de carga suave (9) en paralelo con el contacto de salida (10); donde el circuito de carga suave (9) comprende al menos: un fusible de carga suave (9a), una resistencia de carga suave (9b) y unos contactores de carga suave (9c).

11.- Convertidor de potencia caracterizado porque comprende el sistema de caldeo activo definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

12.- Método de caldeo activo para convertidores de potencia, donde los convertidores de potencia comprenden al menos un módulo convertidor de potencia, un microprocesador y un termo-higrómetro; caracterizado porque comprende los siguientes pasos:

- a) medir (20) la temperatura y la humedad dentro del convertidor de potencia mediante el termo-higrómetro (11) y comparar con respectivos valores umbrales de temperatura y humedad;
- b) calcular (21) unas consignas de potencia eléctrica, mediante el microprocesador (12), y enviar dichas consignas de potencia eléctrica al módulo convertidor de potencia (2a, 2n), cuando el convertidor de potencia se encuentra en modo no-producción y se alcance al menos uno de los valores umbrales del paso anterior;
- c) activar (22), según las consignas de potencia eléctrica, al menos un elemento de conmutación (7a) mediante la energización de un bus de carga (6) comprendido en el módulo convertidor de potencia (2a, 2n).

13.- Método de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 12, en donde el método adicionalmente comprende:

- d) medir la temperatura (23) de al menos uno de los componentes del sistema activo; y,

- e) desactivar (24) la energización del al menos un componente si la temperatura del mismo alcanza su temperatura máxima hasta que su temperatura descienda por debajo de dicha temperatura máxima.

14.- Método de caldeo activo para convertidores de potencia según la reivindicación 12, en donde el paso b) adicionalmente comprende los sub-pasos:

- calcular unas consignas de potencia activa, cuando el convertidor de potencia comprende un solo módulo convertidor de potencia, equivalentes al consumo de los elementos de conmutación;
- calcular unas consignas de potencia reactiva, cuando el convertidor de potencia comprende al menos dos módulos convertidores de potencia, de tal forma que la suma de las potencias reactivas sea cero.

15.- Método de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 12, en donde el paso c) adicionalmente comprende los sub-pasos:

- desconectar (22a) los módulos convertidores de potencia (2a, 2n) de una fuente DC (3); y,
- energizar (22b) el bus de carga (6) mediante un circuito de carga suave (9).

16.- Método de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 14, en donde las consignas de potencia reactiva emitidas por el microprocesador (12) a una parte de los módulos convertidores de potencia (2a, 2n) son consignas inductivas y al resto de módulos convertidores de potencia (2a, 2n) son consignas capacitivas, de tal forma que:

- $n_l + |I| = n_c + |C|$; y,
- $n_l + n_c = n$;

siendo “n” el número total de módulos convertidores de potencia, “ n_l ” el número de convertidores de potencia en comportamiento inductivo; “ n_c ” el número de convertidores de potencia en comportamiento capacitivo; $|I|$ la amplitud de la consigna inductiva y $|C|$ la magnitud de la consigna capacitiva.

17.- Método de caldeo activo para convertidores de potencia, según la reivindicación 14, en donde las consignas de potencia reactiva emitidas por el microprocesador (12) a una parte de los módulos convertidores de potencia (2a, 2n) son consignas inductivas y al resto de módulos convertidores de potencia (2a, 2n) son consignas capacitivas, de tal forma que:

- 5

 - si el número de módulos convertidores de potencia es par, el microprocesador (12) envía a la mitad de los módulos convertidores de potencia unas consignas inductivas y a la otra mitad unas consignas capacitivas; donde las consignas inductivas tienen la misma magnitud que las consignas capacitivas dando lugar a que la suma total sea cero;
- 10

 - si el número de módulos convertidores de potencia es impar, el microprocesador (12) envía un tipo de consigna, inductiva o capacitiva, a la mitad del total del número de módulos convertidores de potencia menos uno y la consigna opuesta, capacitiva o inductiva, respectivamente, al resto de módulos convertidores de potencia ajustando la magnitud de la consigna opuesta para que la suma total sea cero:
 - 15

 - si el convertidor de potencia tiene “n” módulos convertidores de potencia, donde “n” es un número impar, el microprocesador envía una consigna, inductiva o capacitiva, a $(n-1)/2$ módulos convertidores de potencia con una magnitud de consigna $|A|$ y a $((n-1)/2)+1$ módulos convertidores de potencia, la consigna opuesta, capacitiva o inductiva, respectivamente, con una magnitud $((n-1)/(n+1)) |A|$.

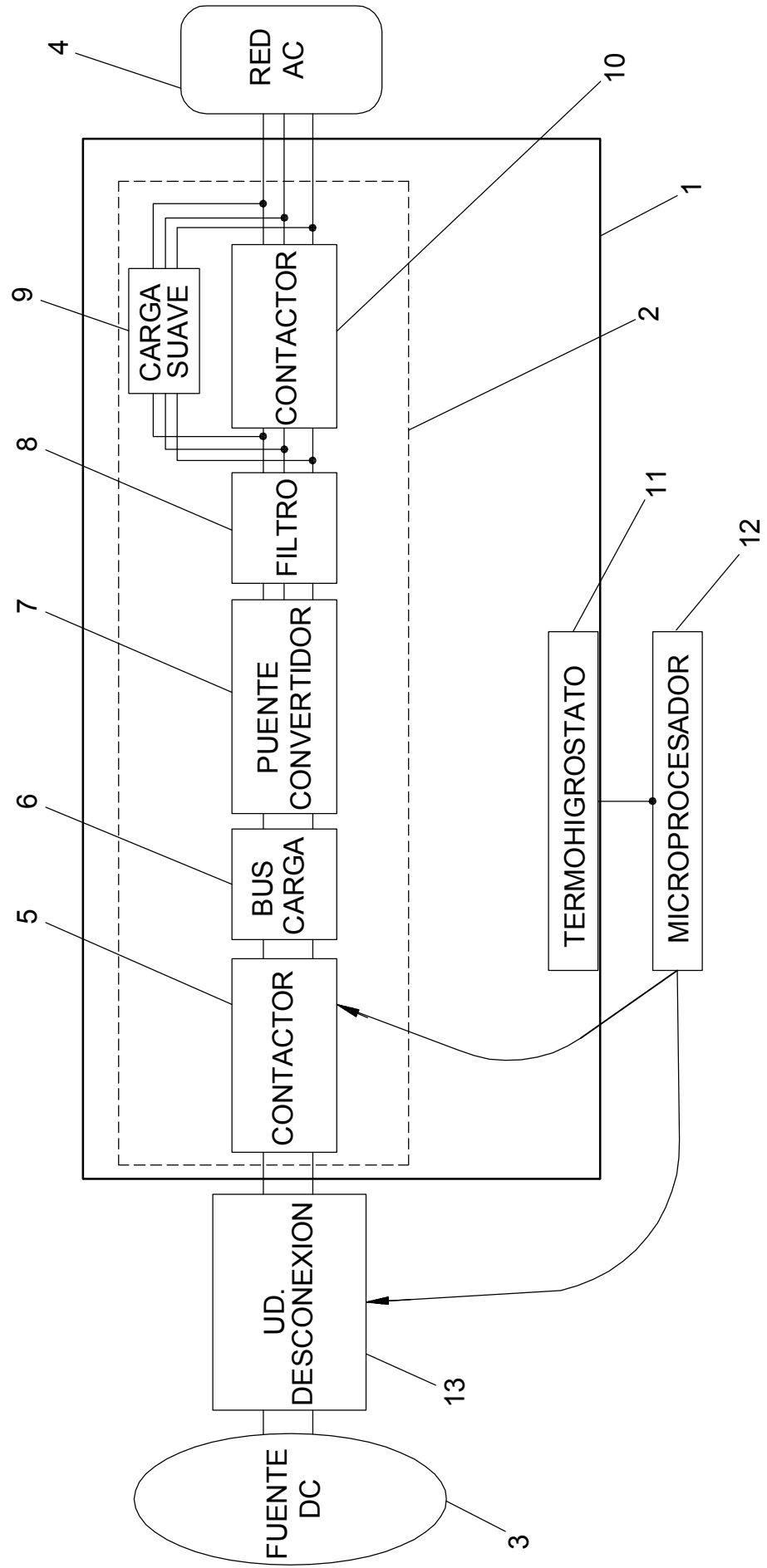


FIG. 1

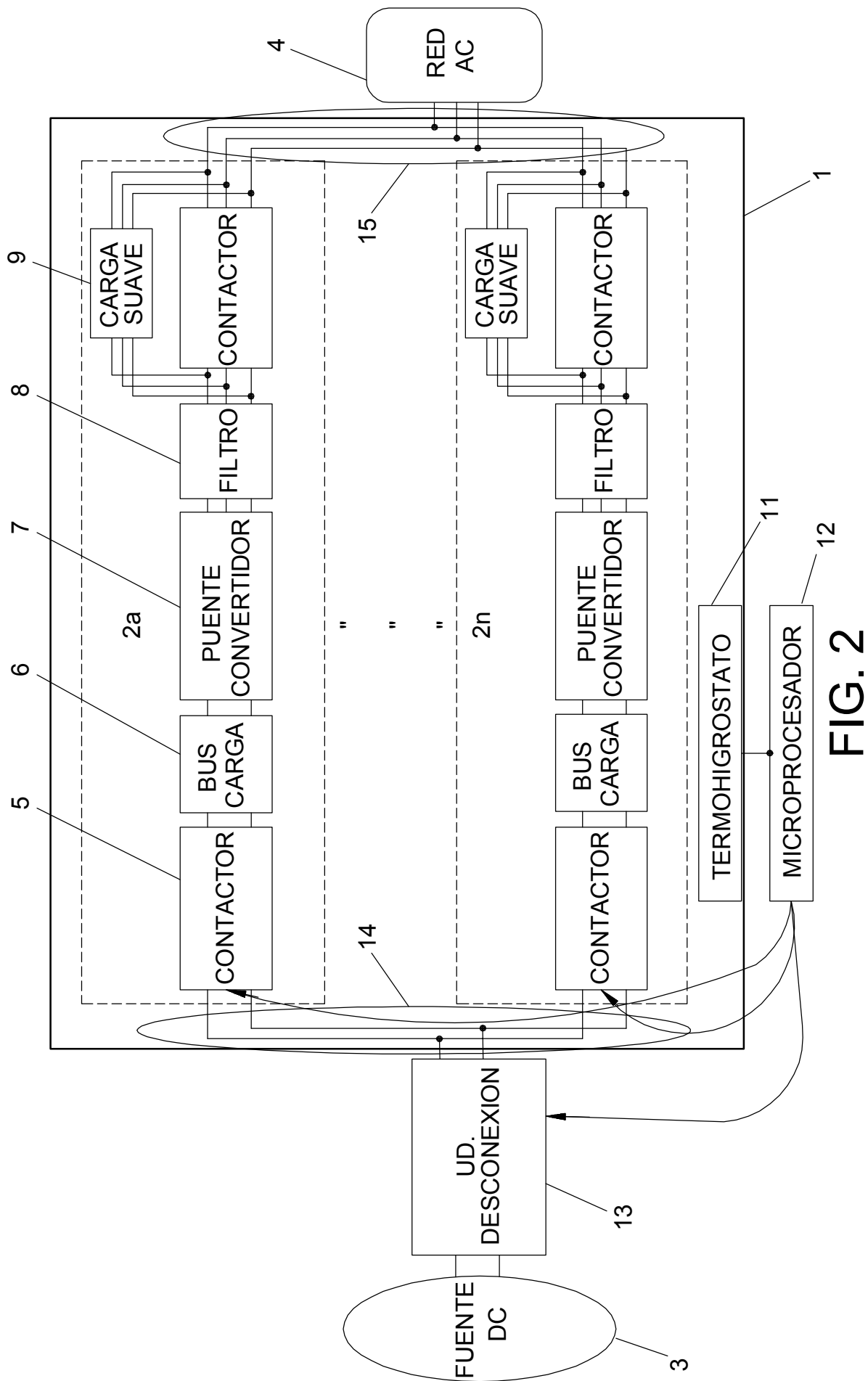


FIG. 2

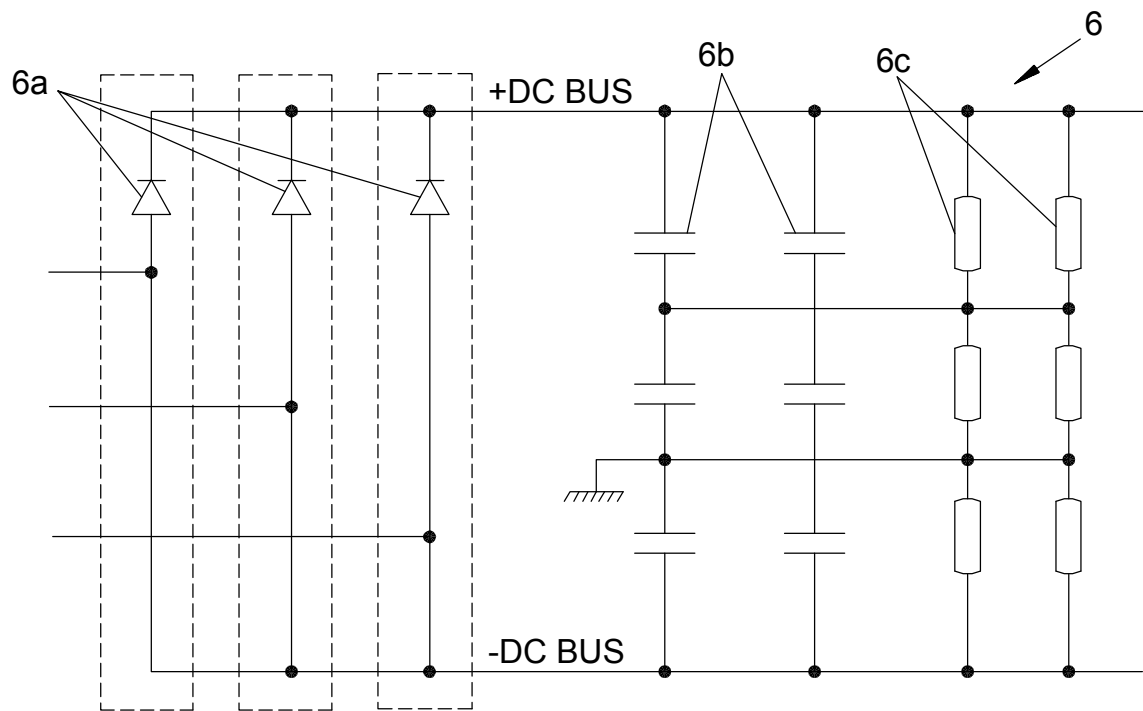


FIG. 3

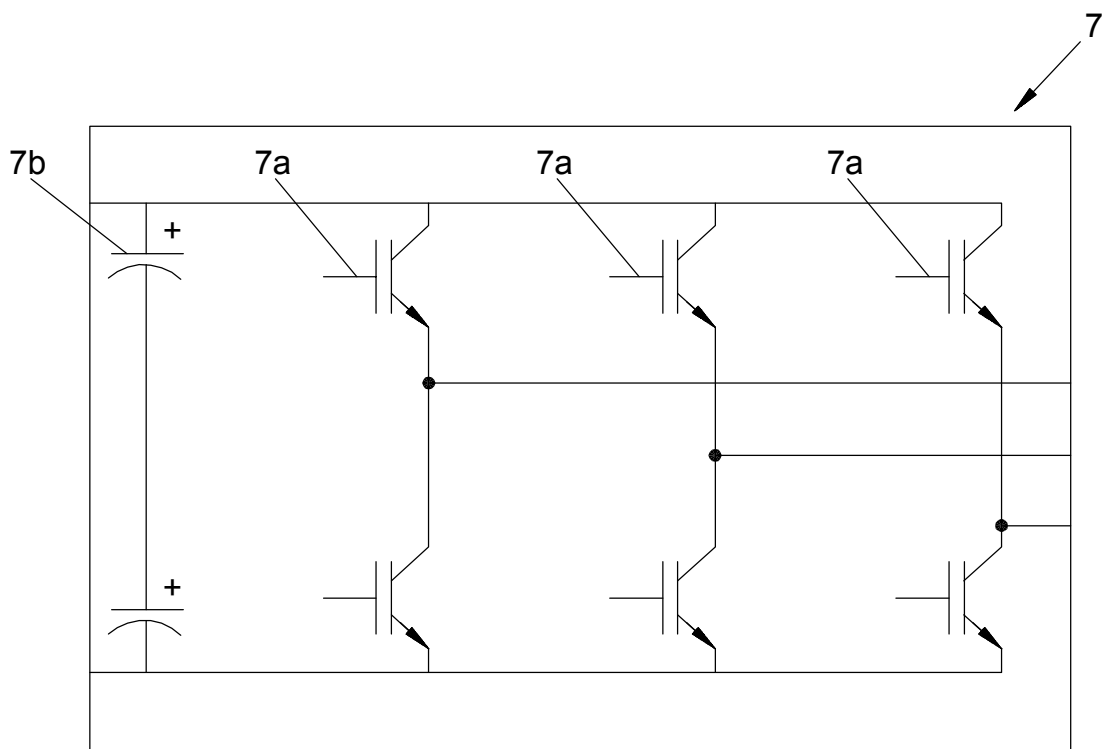


FIG. 4

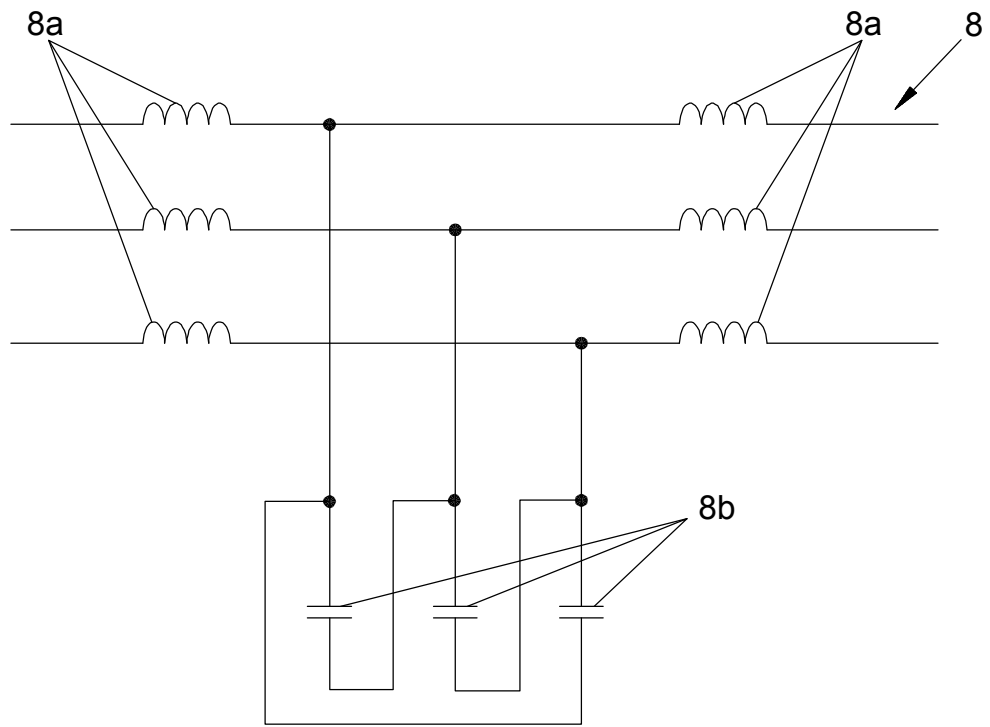


FIG. 5

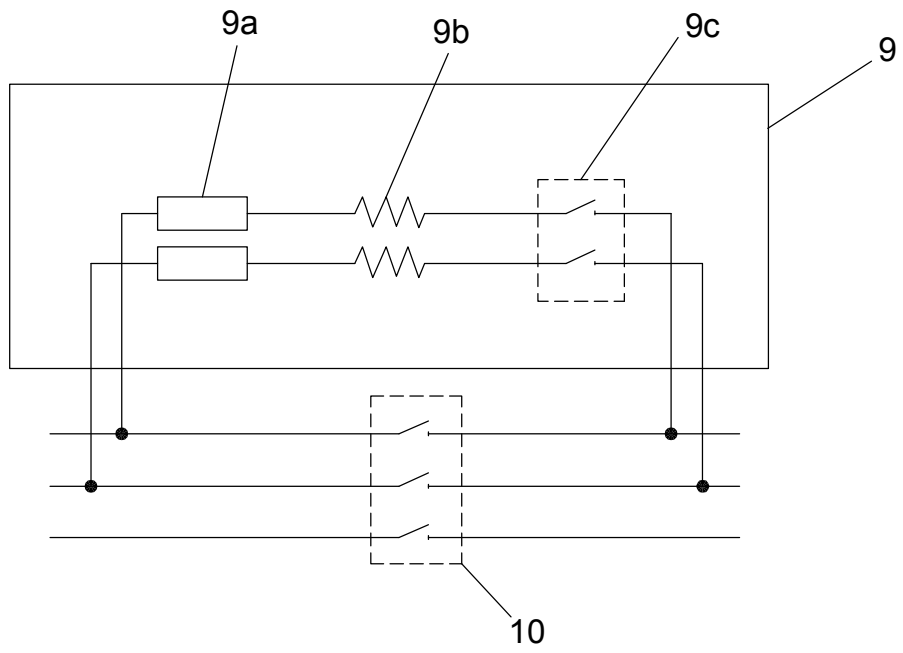


FIG. 6

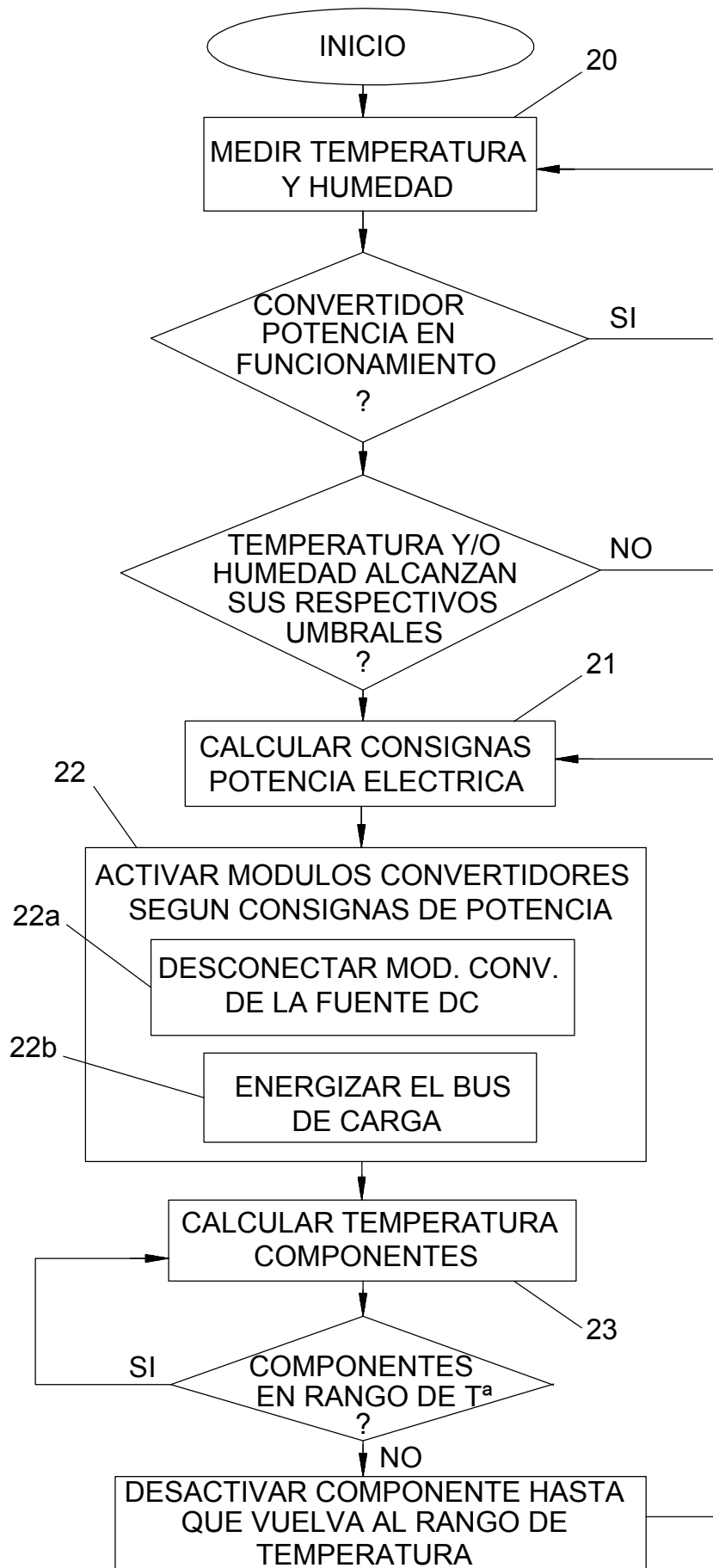


FIG. 7



- (21) N.º solicitud: 201730708
(22) Fecha de presentación de la solicitud: 19.05.2017
(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

(51) Int. Cl.: **G05D22/02** (2006.01)
G05D23/19 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	EP 3088984 A1 (ABB TECHNOLOGY AG ABB SCHWEIZ AG) 02/11/2016, descripción; figuras.	1 2-17
Y	ZHANG JIANWEN et al. Thermal control method based on reactive circulating current for anti-condensation of wind power converter under wind speed variations. 2014 International Power Electronics and Application Conference and Exposition, 20141105 IEEE. , 05/11/2014, Páginas 152 - 156 [en línea][recuperado el 03/05/2018]. , <DOI: doi:10.1109/PEAC.2014.7037845>	2-17
A	CN 104063536 A (XUJI ELECTRIC CO LTD) 24/09/2014, BASE DE DATOS PAJ en EPOQUE, resumen; figuras.	1-17
A	ZHANG JIANWEN et al. Thermal smooth control based on orthogonal circulating current for multi-MW parallel wind power converter. 2014 International Power Electronics and Application Conference and Exposition, 20141105 IEEE. , 05/11/2014, Páginas 146 - 151, <DOI: doi:10.1109/PEAC.2014.7037844>	1-17

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 08.05.2018	Examinador M. P. López Sábater	Página 1/2
--	-----------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G05D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, IEEE, WPI