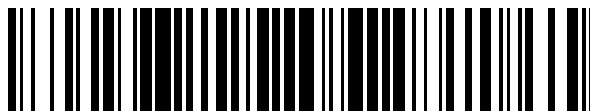


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 875**

21 Número de solicitud: 201830176

51 Int. Cl.:

G05F 1/44 (2006.01)

H05B 6/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

27.02.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

03.09.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

17.03.2020

Fecha de concesión:

21.05.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

28.05.2020

73 Titular/es:

**SMART INDUCTION CONVERTER
TECHNOLOGIES, S.L. (100.0%)
C/ Catedrático Agustín Escardino, nº 9
46980 PATERNA (Valencia) ES**

72 Inventor/es:

**ESTEVE GÓMEZ, Vicente J.;
DEDE GARCÍA SANTAMARÍA, Enrique J. y
JORDÁN MARTÍNEZ, José F.**

74 Agente/Representante:

CALLEJÓN MARTÍNEZ, M^a Victoria

54 Título: **CONVERTIDOR Y MÓDULO CONVERTIDOR DE POTENCIA**

57 Resumen:

Módulo convertidor de potencia para aplicaciones de calentamiento por inducción entre otras. Comprende una entrada de corriente continua y uno o más puertos de potencia (304) para la alimentación de cargas (14) resonantes y además:

una o más celdas inversoras (12) agrupadas en unidades inversoras (11), cada una de las celdas inversoras (12) conectada a un circuito de disparo (310) flotante, a una fuente de alimentación flotante y: un circuito de sensado de corriente de salida (305), un circuito de sensado de corriente (307) de la entrada de voltaje continuo y un circuito de sensado de temperatura (308) para cada celda inversora; un circuito de sensado de voltaje (306) de la entrada de voltaje continuo para cada unidad inversora; un circuito controlador (10) que adquiere una serie de señales de medida de los circuitos de sensado (305, 306, 307, 308) para el control de todas y cada una de las celdas inversoras de forma independiente.

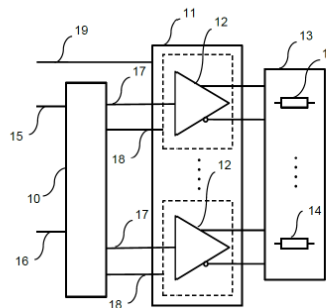


FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 723 875 B2

DESCRIPCIÓN

Convertidor y módulo convertidor de potencia

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a un convertidor de potencia, modular, compacto, inteligente y multipuerto para su aplicación en calentamiento por inducción y otras aplicaciones en electrónica de potencia. Se relaciona fundamentalmente con fuentes de alimentación con inversores alimentados por voltaje y con la regulación de tales inversores, su conexión a una o varias cargas resonantes y la aplicación de tales fuentes de potencia a aplicaciones de calentamiento por inducción electromagnética. y otras aplicaciones de la electrónica de potencia

15 ESTADO DE LA TÉCNICA

El calentamiento por inducción es un método bien conocido en la industria de los tratamientos térmicos metálicos que se basa en la generación de campos magnéticos que inducen corrientes superficiales en la pieza a ser calentada. Los convertidores utilizados pueden disponer de inversores resonantes alimentados por corriente o por voltaje. A su vez, los inversores alimentados por voltaje pueden realizarse con puentes completos o semipuentes constituidos por diversos tipos de dispositivos de conmutación.

En la actualidad los convertidores basados en inversores resonantes alimentados por corriente requieren un circuito de entrada conectado a la red eléctrica capaz de regular la corriente que alimenta al inversor. Estos circuitos aumentan la complejidad y el coste de los equipos reduciendo su fiabilidad puesto que están compuestos por un mayor número de componentes.

Sin embargo, los convertidores basados en inversores alimentados por voltaje son más simples y con menor número de componentes y, por lo tanto, con mejor fiabilidad y coste. Actualmente son muchos los fabricantes que han adoptado esta solución, pero con ciertos inconvenientes o limitaciones que la presente invención pretende resolver.

Hoy en día la mayoría de los fabricantes implementan los inversores utilizando módulos semiconductores de potencia (de 34, 62 milímetros o más), normalmente con tecnología

IGBT, conectados mediante pletinas o cables de cobre entre sí, a los condensadores y a otros elementos de potencia usando circuitos de control, sensado, alimentación y disparo montados en diferentes placas de circuito impreso no integrados en un único sistema compacto. Los medidores de corriente suelen basarse en sensores de efecto Hall o bobinas Rogowski.

Los fabricantes actualmente optan por la realización de sistemas con una única salida de potencia pudiendo entregar la potencia nominal del inversor en un rango de frecuencias estrecho o reduciéndola al aumentar la frecuencia cuando el rango de frecuencias es más amplio

La patente US 6608291B1 muestra un convertidor cuyo inconveniente, entre otros, radica en la imposibilidad de conectar más de una carga resonante a su salida. Un adecuado diseño modular permitiría resolver esta limitación. La patente PCT/EP2009/005141 presenta un convertidor de un único inversor y múltiples cargas, y la patente US006148019A presenta un convertidor de varios inversores y múltiples cargas, pero sólo se permite la conexión en paralelo tanto de los inversores como de las cargas. La patente EP2626191A3 hace referencia al proceso de curado multipunto y muestra un sistema de calentamiento por inducción multipunto que contiene más de un circuito inversor controlado independientemente para regular la temperatura de las diferentes partes de la pieza metálica que es objeto del tratamiento térmico. En la patente mencionada, cada uno de los inversores es controlado mediante un controlador propio, a diferencia de la presente solicitud de patente, donde varios inversores son controlados mediante un único circuito controlador.

La patente aquí presentada permite la conexión a las salidas de uno o más inversores alimentados por voltaje de múltiples cargas resonantes de modo individual, de modo paralelo o de cualquiera de estos dos modos. Para que esto sea posible el circuito controlador que dispone este convertidor debe de tener la suficiente potencia de control para poder gobernar todos los inversores, aunque trabajen con diferentes niveles de potencia, a diferentes frecuencias de trabajo o teniendo en cuenta ambas circunstancias. La potencia de salida del convertidor permanece con independencia de la frecuencia de trabajo en un rango muy amplio desde 4 kHz a 400 kHz

35 **BREVE EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

La invención consiste en un módulo convertidor de potencia según las reivindicaciones, así como al convertidor formado con éste. Las diferentes realizaciones ofrecen toda una serie de ventajas sobre el estado de la técnica.

- 5 Es un módulo convertidor de potencia compacto, inteligente y multipuerto para aplicaciones industriales en general y para aplicaciones de calentamiento por inducción en particular. Está compuesto de un circuito controlador digital y una o varias unidades inversoras que se conectan en su salida a uno o varios grupos de carga.
- 10 Todos los circuitos y componentes de potencia de la unidad inversora están montados sobre una placa de circuito impreso (PCB) en la que se realizarán todas las conexiones internas necesarias sin que existan internamente cableados o pletinas de cobre adicionales. Utiliza tecnología de dispositivos de montaje superficial (SMD) y transistores de potencia discretos de tecnología de agujeros pasantes (PTH) o de
- 15 montaje superficial (SMD).

El módulo de convertidor incluye el circuito controlador digital y una o más unidades inversoras alimentadas con voltaje continuo que entregan voltaje alterno de media y/o alta frecuencia a una o varias cargas resonantes. El circuito controlador recibe y envía

20 información de mando y visualización a través de un bus de campo y genera señales de disparo y adquiere medidas aisladas de los módulos inversores.

Las unidades inversoras están compuestas por celdas inversoras que son de tipo puente completo compuestos de dispositivos de conmutación de puerta aislada, de

25 tecnología basada en semiconductores de banda estrecha o banda ancha. Cada celda inversora dispone de una única salida denominada puerto de potencia. Los diferentes puertos de potencia de la unidad inversora pueden conectarse de modo individual, de modo paralelo o de cualquiera de estos dos modos a una o varias cargas resonantes. Estas cargas resonantes pueden tener diversa topología y estar sintonizadas a una o

30 varias frecuencias. El circuito controlador puede regular independientemente la potencia entregada a cada una de las cargas y detectar sus características para optimizar el proceso de calentamiento por inducción de cada una de las cargas conectadas

En concreto, el módulo convertidor de potencia para aplicaciones de calentamiento por

35 inducción es del tipo que comprende una entrada de corriente continua y uno o más puertos de potencia para alimentar las cargas resonantes. De forma novedosa,

comprende un circuito controlador que adquiere una serie de señales de medida de una pluralidad de circuitos de sensado:

Un circuito de sensado de corriente de salida para cada celda inversora

5 Un circuito de sensado de voltaje de la entrada de voltaje continuo para cada unidad inversora

Un circuito de sensado de corriente de la entrada de voltaje continuo para cada celda inversora

Un circuito de sensado de temperatura para cada celda inversora.

10 Todas estas señales se transmiten al circuito controlador digitalmente y mediante aislamiento galvánico reforzado. A partir de ellas, el circuito controlador genera las señales de disparo de las celdas inversoras que corresponden a los puertos de potencia de la unida inversora.

15 Cada celda inversora es de tipo puente completo, y está compuesta de dispositivos de conmutación de puerta aislada unidireccionales en voltaje y bidireccionales en corriente. Las celdas inversoras se alimentan con voltaje continuo rectificado de la red de suministro eléctrico que es filtrado por condensadores en paralelo, preferiblemente cerámicos. La salida de cada celda inversora es realimentada negativamente mediante el circuito controlador digital a partir de diferencia entre los
20 valores medidos y los consignados de potencias, corriente y/o tensiones del módulo convertidor.

Finalmente, las señales de disparo que se aplican a las celdas inversoras se transmiten mediante circuitos de disparo alimentados independientemente y con aislamiento galvánico reforzado.

25 La salida de las celdas inversoras no requiere necesariamente de la instalación de un condensador de desacoplo, conectado en serie a la salida del inversor, de la posible componente de valor continuo del voltaje aplicado a la carga.

30 Los módulos inversores pueden conectarse en paralelo para obtener mayores potencias de salida

En una primera realización preferida, el circuito controlador comprende uno o varios circuitos matriz de puertas programables (FPGA).

35 Preferiblemente el circuito controlador posee uno o más buses de comunicaciones, inalámbricos o cableados. Estos buses le permiten coordinarse con circuitos controladores vecinos o ser reprogramados en remoto.

En cuanto a las tecnologías, los inversores preferidos están basados en semiconductores de banda ancha y los condensadores de filtrado del voltaje continuo rectificado de la red de suministro eléctrico son preferiblemente cerámicos.

5

Más preferiblemente, los inversores están formados por transistores MOSFET de carburo de silicio (SiC), conectados en configuración de puente completo.

Otras variantes serán comentadas en otros puntos de la memoria.

10

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para una mejor comprensión de la invención, se incluyen las siguientes figuras.

15 Figura 1.- representa un diagrama general del módulo convertidor, en un ejemplo de realización.

Figura 2.- representa ejemplos de cargas resonantes aplicables al convertidor.

20 Figura 3.- representa el esquema básico de un ejemplo de realización preferido de la celda inversora.

Figura 4.- representa una vista isométrica superior de una realización de un módulo convertidor.

25

Figura 5.- representa una vista isométrica inferior de una realización de un módulo convertidor.

Figura 6.- representa un diagrama de una forma de disponer las celdas inversoras.

30

MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

A continuación se pasa a describir de manera breve un modo de realización de la invención, como ejemplo ilustrativo y no limitativo de ésta.

35

De acuerdo con la presente invención el módulo convertidor se concibe como un sistema compuesto por una o varias unidades inversoras (11) alimentados por voltaje continuo.

- 5 En la figura número 1 se muestra un diagrama general del módulo convertidor, según una realización, que está compuesto de los siguientes elementos:

En primer lugar, comprende un circuito controlador (10), que es el encargado de enviar la información de mando y visualización a través de un bus de campo (16) y de generar y adquirir señales de disparo (17) y señales de medida (18) aisladas para cada uno de las celdas inversoras (12). También puede disponer de un bus digital de comunicación con otros circuitos controladores (10) de otros módulos convertidores similares para poder conectarse en paralelo y así aumentar la potencia útil de salida.

- 15 El circuito controlador (10) dispondrá, por ejemplo, de uno o varios circuitos matriz de puertas programables (FPGA) y microprocesadores, entradas y salidas analógicas y/o digitales, y puede disponer de uno o más buses de comunicaciones, inalámbricos o cableados para comunicación y/o reprogramación remota. El propio bus de campo (16) será preferiblemente conectado por cables o por fibra óptica. La alimentación de todo el circuito controlador (10) se realiza mediante la conexión de una entrada (15) a una fuente de voltaje continua, por ejemplo, de 24 V.

Este circuito controlador (10) puede regular independientemente la potencia entregada a cada una de las cargas (14) y detectar sus características para optimizar el proceso de calentamiento por inducción. El grupo (13) de cargas (14) estará compuesto por una o más cargas (14) resonantes que deben alimentarse con voltaje alterno y que pueden tener diversa topología y estar sintonizadas a una o a varias frecuencias.

El circuito controlador (10) regula independientemente la potencia entregada a cada una de las cargas (14) y detecta, a través de los diversos circuitos de sensado de la unidad inversora, sus características para optimizar ajuste de los parámetros del convertidor de acuerdo con las condiciones de la aplicación.

Las celdas inversoras (12) están agrupadas en unidades inversoras (11). Por su parte, las unidades inversoras (11) están compuestas de todos los circuitos y componentes necesarios, incluyendo las celdas inversoras (12). Debe poder hacer la conversión energética desde la alimentación de voltaje continuo obtenida mediante la rectificación

completa del voltaje monofásico o polifásico de la red de suministro eléctrico (19), hasta la salida o salidas de frecuencia y potencia reguladas donde se conecta el grupo (13) de cargas (14).

5 Todos los circuitos y componentes de la unidad inversora (11), tales como circuitos de
sensado, circuitos de disparo, condensadores de filtrado y sistemas de alimentación
flotante, y sus interconexiones están integrados en una placa de circuito impreso (PCB),
sin que sean necesarios cableados u otras interconexiones adicionales. La unidad
10 inversora podrá estar debidamente protegida del exterior mediante un compuesto sólido
eléctricamente aislante y de buena conductividad térmica.

Una realización de esta unidad inversora (11), descrita con carácter no limitativo,
dispondría de ocho puertos de potencia independientes de 12,5 kW cada una con
frecuencias de trabajo independiente en el rango 4 kHz a 400 kHz.

15

La Fig. 3 muestra el esquema básico de las celdas inversoras (12) que componen el
módulo convertidor de la Fig.1. Estas celdas inversoras (12) son de tipo puente
completo, compuestos de dispositivos de conmutación de puerta aislada
unidireccionales en voltaje y bidireccionales en corriente de tecnología basada en
20 semiconductores de banda estrecha o de banda ancha, que se pueden conectar de
modo individual, de modo paralelo o de cualquiera de estos dos modos a las cargas
(14) resonantes, realizando mediante cables o pletinas conductoras las
correspondientes conexiones externas entre los puertos de potencia de la unidad
inversora y las cargas resonantes (figura 6).

25

Una realización de esta celda inversora (12), descrita con carácter no limitativo,
dispondría de cuatro transistores (301), por ejemplo MOSFET de carburo de silicio
(SiC), conectados en configuración de puente completo. Los diodos (302) en conexión
antiparalelo son los intrínsecos de la estructura del transistor MOSFET.

30

La alimentación de voltaje continuo, conectada a la entrada (311) de la celda inversora
(12) se filtra por medio de un conjunto de condensadores (303) no electrolíticos
conectados en paralelo, con lo cual se mejora la fiabilidad y se reduce el coste y
volumen del convertidor.

35

Tras la parada del módulo convertidor la energía reactiva proveniente del circuito
resonante de carga (14) se disipa en los propios transistores de la celda inversora (12)

El circuito controlador (10) recoge la información proveniente de un circuito de sensado de corriente de salida (305) de cada celda inversora (12) para sintonizar adecuadamente los disparos de los transistores (309) de modo que se mantenga el
5 correcto funcionamiento de la celda inversora (12) atendiendo a la frecuencia de resonancia de la carga y al nivel de potencia demandado. La regulación de potencia se puede realizar modulando la frecuencia de conmutación (FM), mediante modulación de la anchura del ciclo de trabajo de los conmutadores (PWM), por modulación del desfase de las conducciones de los conmutadores (PS), por modulación de la densidad de los
10 pulsos de trabajo (PDM) o por cualquier combinación de estas técnicas.

La salida (304) de cada celda inversora no requiere necesariamente de la instalación de un condensador de desacoplo, conectado en serie a la salida del inversor, para bloquear la posible componente de valor continuo del voltaje aplicado a la carga. En
15 cambio, la eliminación de la posible componente de valor continuo en la corriente de salida se realiza detectando la diferencia entre los valores instantáneos máximo y mínimo de la corriente de salida e introduciendo esa diferencia como entrada de un circuito realimentado negativamente cuya salida controla el ciclo de conducción de los
20 disparos de los transistores de cada celda inversora consiguiéndose que el valor máximo y mínimo de la corriente de salida sean siempre igual en valor absoluto y, por lo tanto, eliminando la componente de continua de la corriente de salida.

El circuito controlador (10) realiza la regulación de potencia de todas y cada una de las cargas (14) conectadas a los distintos puertos de potencia a través de las lecturas del
25 circuito de sensado de voltaje (306) de la fuente externa de voltaje continuo y del circuito de sensado de corriente (307) de esa fuente externa. Igualmente, mediante la medición de un circuito de sensado de temperatura (308) de las carcassas de los transistores se asegura el funcionamiento seguro del inversor. Las lecturas y mediciones de todos los circuitos de sensado (305, 306, 307, 308) se transmiten al
30 circuito controlador (10), como señales de medida (18), digitalmente y mediante aislamiento galvánico reforzado.

Los disparos (309) generados por el circuito controlador (10) son aplicados a las puertas de los transistores (301) mediante circuitos de disparo (310) flotantes alimentados
35 independientemente y con aislamiento galvánico reforzado.

El circuito controlador (10) puede poseer una algoritmia de modo que, tras la parada del módulo convertidor, la energía reactiva proveniente del circuito resonante de carga (14) se disipa en los propios transistores de la celda inversora (12). Esta disipación se realiza mediante el disparo de los transistores de potencia de cada celda inversora (12) cuando la tensión de la entrada de voltaje continuo sobrepasa un valor predeterminado.

En otra realización, el circuito controlador (10) posee una algoritmia de modo que no son necesarios diodos en anti-paralelo con los MOSFET de potencia circulando la corriente reactiva por el canal del transistor MOSFET. Para ello ejecuta el disparo de los transistores de potencia durante la fase de conducción de los diodos intrínsecos de los transistores de carburo de Silicio.

El módulo convertidor de potencia objeto de la presente invención puede trabajar con cargas (14) resonantes de dos o tres elementos reactivos o con alguna combinación de ellas donde se comparta el inversor, el inductor de calentamiento o ambos elementos.

La figura 2 muestra varias opciones topológicas de los diferentes tipos de cargas (14) resonantes alimentadas con voltaje alterno que pueden componer el grupo (13) de cargas (14). El módulo de la invención puede trabajar con cargas LC y LLC o con alguna combinación de ellas donde se comparta el inversor, el inductor de calentamiento o ambos elementos, sin cambio de configuración ni otros trabajos adicionales.

La Fig. 4 muestra la vista isométrica superior de una realización no limitativa de un módulo convertidor (400) que dispone de ocho puertos de potencia (401) donde se conectan las cargas (14) y de cuatro entradas bipolares (402) donde se conecta la fuente de voltaje continuo externa. El circuito controlador (10) está realizado sobre una placa de circuito impreso (PCB) (403) en la parte superior del módulo convertidor (400). Los buses de comunicación y la alimentación del circuito controlador (10) se conectan mediante los conectores (404).

La Fig. 5 muestra la vista isométrica inferior de una realización no limitativa del módulo convertidor (400) mencionado en el párrafo anterior. Posee unas bases metálicas de refrigeración (501) donde se montan elementos disipadores de calor debidamente sujetos con tornillos que atraviesan los taladros (502). Los disipadores son de refrigeración por convección de aire con flujo natural o forzado, o utilizando algún líquido refrigerante como puede ser el agua. El diseño de los disipadores se realiza en función de las condiciones ambientales y la potencia de pérdidas del convertidor de modo que

se mantenga la temperatura de las carcasas de los transistores por debajo del límite establecido.

5 El módulo convertidor (400) estará preferiblemente protegido del exterior mediante un compuesto sólido eléctricamente aislante y de buena conductividad térmica de modo que puede ser utilizado en cualquier ambiente sin necesidad de protecciones ambientales adicionales. Por ejemplo, inmerso en una resina epoxi retardante de llama con conductividad térmica mayor o igual a 1 W/mK y rigidez dieléctrica mayor o igual que 10 kV/mm.

10

REIVINDICACIONES

1- Módulo convertidor de potencia para aplicaciones de calentamiento por inducción y otras aplicaciones de electrónica de potencia, que comprende una entrada de corriente
5 continua y uno o más puertos de potencia (304) para la alimentación de cargas (14) resonantes y además comprende:

una o más celdas inversoras (12) agrupadas en unidades inversoras (11), cada una de las celdas inversoras (12) conectada a un circuito de disparo (310) flotante, a una fuente de alimentación flotante, y a una serie de circuitos de sensado (305,
10 306, 307, 308) que comprenden:

un circuito de sensado de corriente de salida (305) para cada celda inversora;
un circuito de sensado de voltaje (306) de la entrada de voltaje continuo para cada unidad inversora;

un circuito de sensado de corriente (307) de la entrada de voltaje continuo
15 para cada celda inversora;

un circuito de sensado de temperatura (308) para cada celda inversora; y

un circuito controlador (10) que adquiere una serie de señales de medida de los circuitos de sensado (305, 306, 307, 308) para el control de todas y cada una de las celdas inversoras de forma independiente

20 cuyas señales de medida de los circuitos de sensado (305, 306, 307, 308) se transmiten al circuito controlador (10) digitalmente y mediante aislamiento galvánico, generando el circuito controlador (10) las señales de disparo de los transistores de potencia

caracterizado por que el controlador (10) posee una algoritmia de modo que tras la
25 parada del módulo convertidor la energía reactiva proveniente del circuito resonante de carga (14) se disipa en los propios transistores de la celda inversora (12), mediante el disparo de los transistores de potencia de cada celda inversora (12) cuando la tensión de la entrada de voltaje continuo sobrepasa un valor predeterminado.

30

2- Módulo convertidor, según la reivindicación 1 que comprende una o más celdas inversoras (12), de tipo puente completo, agrupadas en unidades inversoras (11), compuestas de dispositivos de conmutación de puerta aislada unidireccionales en voltaje y bidireccionales en corriente, alimentados con voltaje continuo rectificado de la
35 red de suministro eléctrico (19) filtrado por condensadores (303) en paralelo.

- 3- Módulo convertidor, según la reivindicación 1 cuyos circuitos de disparo (310) están alimentados independientemente y con aislamiento galvánico.
- 4- Módulo convertidor según la reivindicación 1 cuyas fuentes de alimentación están implementadas con tecnología SMD y poseen aislamiento galvánico.
- 5- Módulo convertidor, según la reivindicación 1, cuyas celdas inversoras (12) están conectadas en paralelo y alimentan conjuntamente a una o varias cargas resonantes.
- 10 6- Módulo convertidor, según la reivindicación 2, cuyas celdas inversoras (12) están formadas por transistores MOSFET de carburo de silicio (SiC) y/o transistores de tipo IGBT, conectados en configuración de puente completo.
- 15 7- Módulo convertidor, según la reivindicación 2, cuyo circuito controlador (10) ejecuta una algoritmia que detecta la tensión de salida de continua en los bornes de salida de cada celda inversora (12) y corrige el disparo de las celdas inversoras (12) si no es nula.
- 8- Módulo convertidor, según la reivindicación 2, en que cada celda inversora (12) está galvánicamente aislada de las otras celdas inversoras (12).
- 20 9- Módulo convertidor, según la reivindicación 1 y en el que todos los circuitos y componentes de la unidad inversora (11) están integrados en una placa de circuito impreso (PCB).
- 25 10- Módulo convertidor, según la reivindicación 9, que está inmerso en un compuesto sólido con conductividad térmica mayor o igual a 1 W/mK y rigidez dieléctrica mayor o igual que 10 kV/mm.
- 30 11- Módulo convertidor, según la reivindicación 9, cuya unidad inversora (11) posee bases metálicas de refrigeración (501) galvánicamente aisladas y que montan los elementos disipadores de calor.
- 12- Módulo convertidor, según la reivindicación 9, que posee condensadores (303) cerámicos de filtrado de la tensión rectificadora de la red de suministro eléctrico (19).
- 35 13- Módulo convertidor, según la reivindicación 9, cuyo circuito controlador (10) comprende uno o varios circuitos matriz de puertas programables (FPGA).

14- Módulo convertidor, según la reivindicación 1, cuyo circuito controlador (10) regula independientemente la potencia suministrada a cada carga (14) conectada a cada uno de los puertos de potencia del módulo convertidor.

5

15- Módulo convertidor, según la reivindicación 1, cuyo circuito controlador (10) posee uno o más buses de comunicaciones, inalámbricos o cableados para comunicación y/o reprogramación remota.

10 16- Módulo convertidor, según la reivindicación 6, cuyo controlador (10) posee una algoritmia de modo que no son necesarios diodos en anti-paralelo con los MOSFET de potencia circulando la corriente reactiva por el canal del transistor MOSFET, a través del disparo de los transistores de potencia durante la fase de conducción de los diodos intrínsecos de los transistores de carburo de Silicio.

15

17- Convertidor de potencia, caracterizado por que comprende al menos un módulo convertidor según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.

20 18- Convertidor de potencia, según la reivindicación 17, que posee dos o más módulos convertidores dispuestos en paralelo.

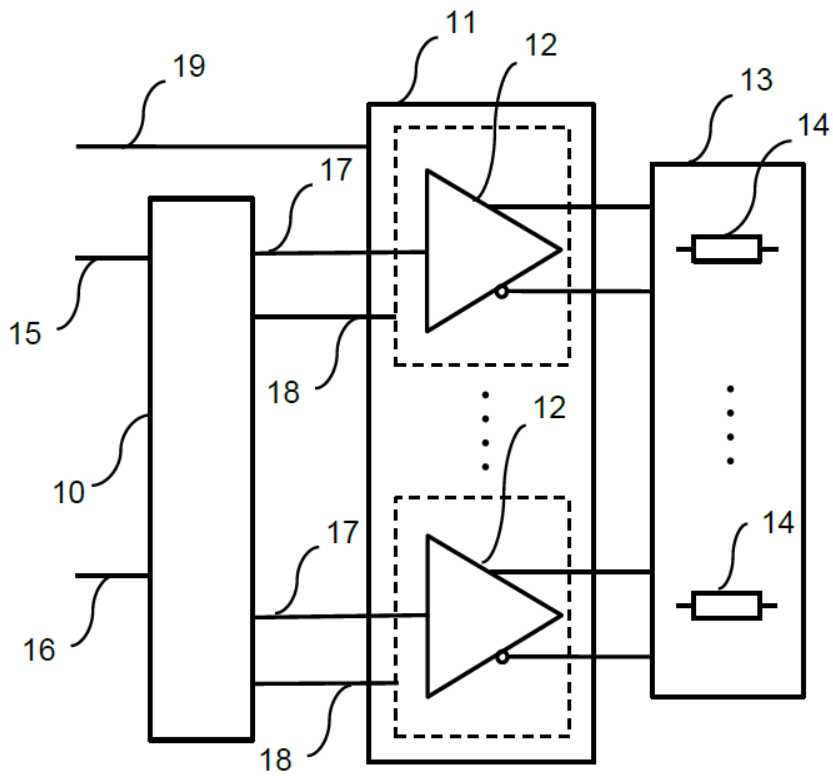


FIG. 1

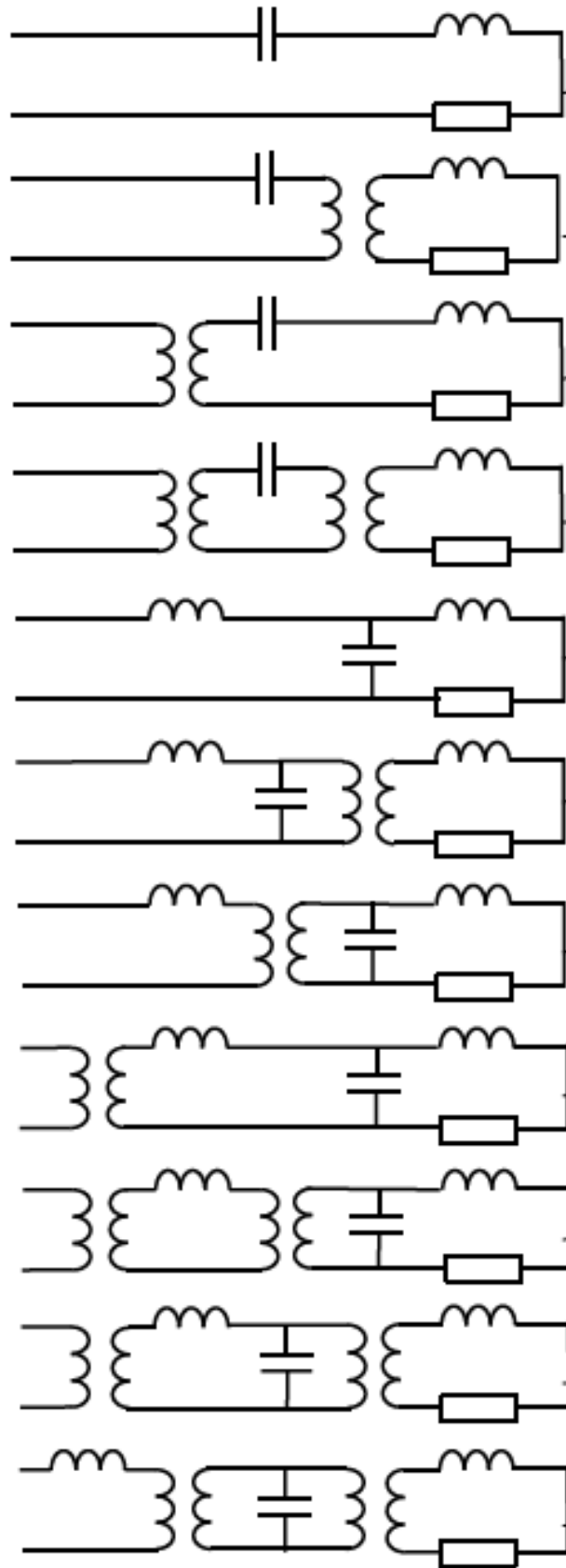


FIG. 2

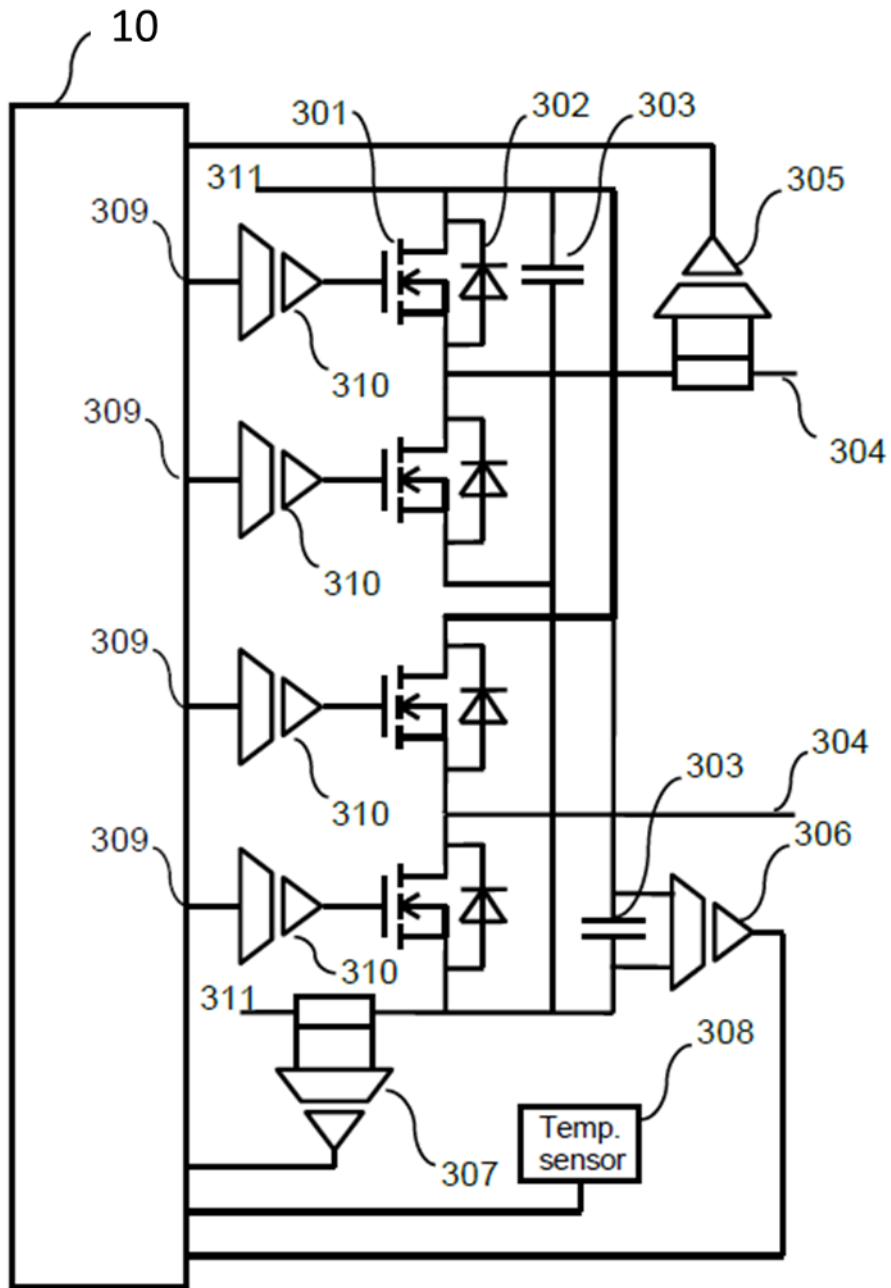


FIG. 3

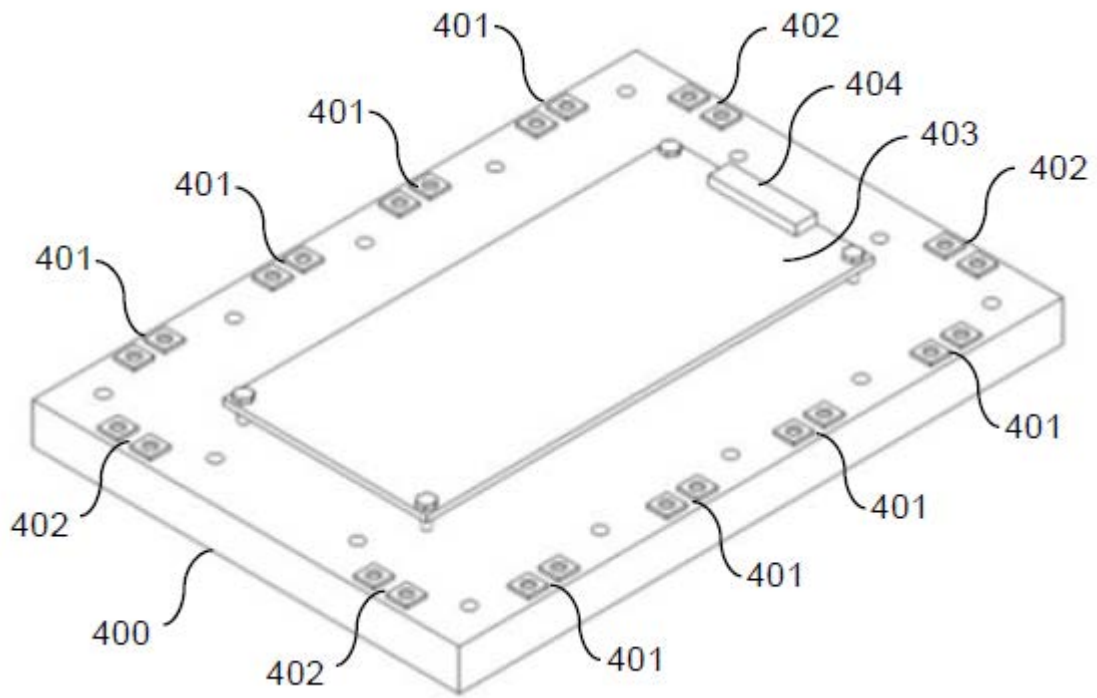


FIG. 4

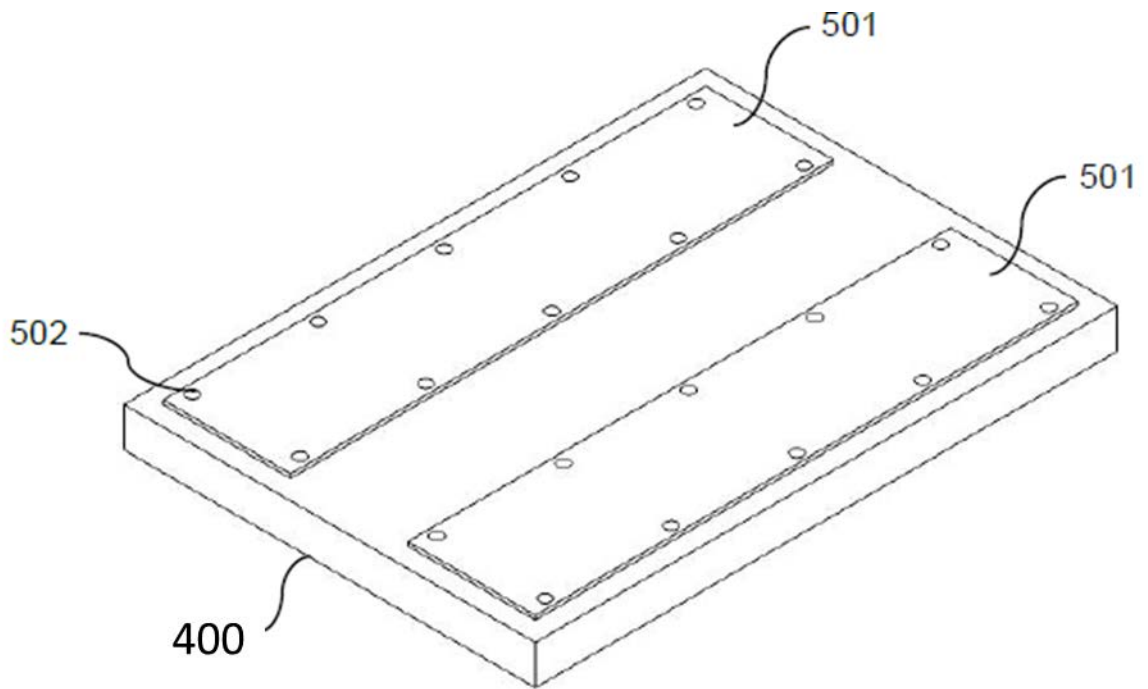


FIG. 5

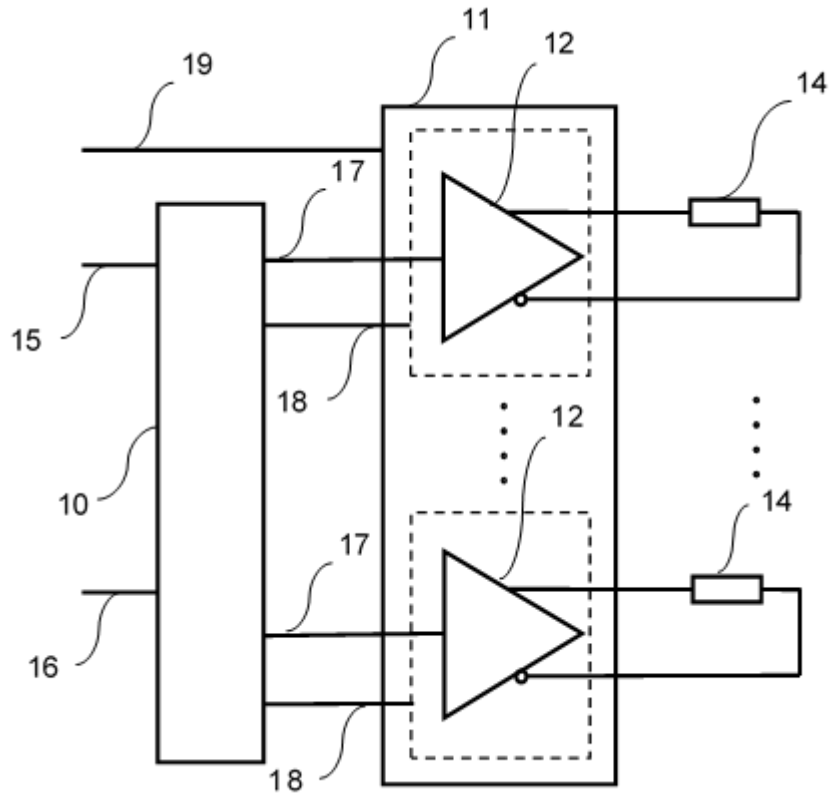


FIG. 6