

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 341**

21 Número de solicitud: 201731435

51 Int. Cl.:

H02M 1/32 (2007.01)

H02M 3/335 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

20.12.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.06.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

30.03.2020

Fecha de concesión:

29.06.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

06.07.2020

73 Titular/es:

POWER ELECTRONICS ESPAÑA, S.L. (100.0%)
Avda. Leonardo Da Vinci, 24-26 Parque
Tecnológico
46980 PATERNA (Valencia) ES

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE PROTECCIÓN DINÁMICO CONTRA SOBRECORRIENTE PARA CONVERTIDORES DE POTENCIA**

57 Resumen:

Sistema y método de protección dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia.

Se divulga un sistema y un método de protección (1) dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia. El sistema es conectable a la salida de una etapa de potencia (5) y comprende: un comparador (4) que mide una corriente de salida (I_{OUT}) de la etapa de potencia; un dispositivo de control (2) que mide un voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia; un generador de patrones (3) que comprende pares de valores voltaje-corriente ($V_{DC}-I_{REF}$) que relacionan valores de voltaje con valores de corriente de la etapa de potencia, donde el generador de patrones recibe del dispositivo de control el valor de voltaje medido y envía el correspondiente valor de corriente de los pares de valores voltaje-corriente al comparador, el cual detiene la etapa de potencia si la corriente de salida de la etapa de potencia es mayor o igual que el valor de la corriente asociado al voltaje medido.

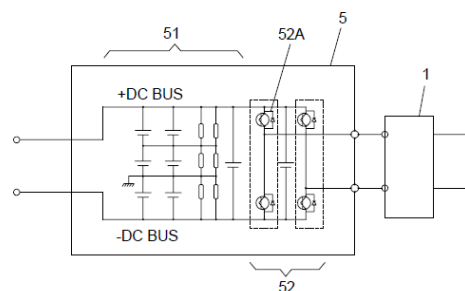


FIG. 1

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 2 717 341 B2

DESCRIPCIÓN

**SISTEMA Y MÉTODO DE PROTECCIÓN DINÁMICO CONTRA SOBRECORRIENTE
PARA CONVERTIDORES DE POTENCIA**

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a un sistema y a un método de protección dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia.

 El campo técnico de la invención se enmarca dentro del campo de los convertidores de potencia, controladores de motores y sistemas de generación de energía solar y eólica.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

 Todos los convertidores de potencia tienen como elementos comunes al menos un bus de tensión DC y un puente convertidor de potencia, formado por dispositivos de conmutación cuyo disparo se controla para que la tensión/intensidad a la salida tenga

15 las características requeridas por la aplicación. De este modo, si el convertidor de potencia es un inversor solar, el equipo funcionará como una fuente de corriente AC de la misma frecuencia que la red (típicamente 50/60 Hz). Si el convertidor de potencia es un variador de velocidad, la frecuencia de alimentación se modificará con el fin de variar la velocidad de giro de motores eléctricos asíncronos trifásicos.

20

 La etapa de potencia está formada por uno o varios módulos de potencia. Cada módulo de potencia está formado, como mínimo, por un bus de tensión continua y una serie de dispositivos de conmutación. El caso más sencillo (convertidores DC/DC) estaría compuesto por un único dispositivo de conmutación, mientras que en los variadores de velocidad o los convertidores DC/AC implementarán puentes formados

25 por varios dispositivos de conmutación (seis si el puente convertidor de potencia es de dos niveles). Para convertidores de potencia con salida AC, la etapa de potencia incorpora un filtro necesario para adaptar la forma de onda de salida a la del motor. Si la entrada del equipo es una fuente AC, la etapa de potencia incluiría además un puente rectificador que rectifica la polaridad de la tensión AC de entrada, de manera

30 que ésta sea estable. El rectificador puede estar formado por diodos o por transistores. Esta segunda opción incorpora capacidad de mover energía eléctrica de manera bidireccional, permitiendo la descarga en la fuente de la energía sobrante.

 Para asegurar el correcto funcionamiento de la etapa de potencia del convertidor

de potencia así como para evitar daños por sobretensiones o sobrecorrientes, el convertidor de potencia incorpora unos dispositivos de protección conectados a la etapa de potencia. La protección necesaria para el convertidor de potencia la determinan, principalmente, las características de los dispositivos de conmutación.

5 En la actualidad, la protección incorporada en los convertidores de potencia es de tipo "hardware". El sistema de protección consiste en fijar un umbral de corriente de protección, de manera que, de ser superado, el control del convertidor de potencia ordena la detención, evitando de este modo daños en los dispositivos de conmutación.

Este umbral se calcula teniendo en cuenta que, cuando el dispositivo de
10 conmutación se detiene, se produce un pico de tensión debido a las inductancias de dispersión asociadas. Este pico de tensión viene determinado por la energía almacenada en estas inductancias de dispersión y por la capacidad eléctrica del propio dispositivo de conmutación y de sus elementos parásitos. El umbral de detección de fallo se determina en base a la tensión máxima que pueden soportar los terminales del
15 dispositivo de conmutación a la apertura del mismo cuando circula a su través la corriente de protección.

El sistema de protección hardware utiliza una corriente de referencia menor o igual a la corriente máxima para asegurar la protección. La corriente de referencia en el estado actual de la técnica es fija, es decir, tiene un valor constante y su valor se
20 establece en función de la tensión del bus de continua.

El principal inconveniente de este modo de operación es que la potencia máxima es fija y viene determinada por el valor de la corriente de referencia definida antes indicada para llevar a cabo la comparación. Por tanto, si se desea incrementar el rango de uso en tensión de un convertidor de potencia, es decir, si se desea una
25 aproximación gradual a su límite eléctrico (tensión máxima), no es posible tarar las protecciones al mismo nivel que el mencionado anteriormente, dado que, en caso de cortocircuito, la protección detendría la etapa de potencia. Además, el pico de tensión producido en la parada, destruiría los dispositivos de conmutación. Por este motivo el valor de tarado de protección lo delimita la máxima tensión (V_{DC} = voltaje del BUS de
30 continua) de la etapa de potencia. Como se ha mencionado, este valor puede variar con el tiempo, pero para calcular la protección se considera fijo y máximo.

Circuitos de protección estáticos del estado de la técnica son, por ejemplo, el circuito divulgado en la solicitud de patente Europea con número de publicación

EP2800260A1 que divulga un circuito semiconductor de protección conectado en paralelo a un convertidor.

Sería por tanto deseable encontrar un sistema de protección de sobrecorrientes que además de proteger el convertidor de potencia, permitiese poder aumentar la potencia del convertidor (su rendimiento) hasta su límite máximo operativo, es decir, hasta el valor máximo del V_{DC} del convertidor de potencia.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En un primer aspecto de la invención, se divulga un sistema de protección dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia. El sistema de protección dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia es conectable a la salida de la etapa de potencia comprendida en el convertidor de potencia. El sistema de protección contra sobrecorriente para convertidores de potencia de la presente invención comprende:

- un comparador conectable a la salida de la etapa de potencia, que mide una corriente de salida (I_{OUT}) de la etapa de potencia;
- un dispositivo de control conectado con el comparador y conectable con la etapa de potencia, donde el dispositivo de control mide un voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia;
- un generador de patrones conectado con el dispositivo de control y con el comparador; donde el generador de patrones comprende pares de valores voltaje –corriente (V_{DC} - I_{REF}) que relacionan valores de voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia con valores de corriente entre cero y un límite de corriente (I_{RMS}) preestablecido;

de tal forma que el generador de patrones recibe del dispositivo de control el valor de voltaje (V_{DC}) medido y envía el correspondiente valor de corriente (I_{REF}) de los pares de valores voltaje-corriente al comparador, el cual detiene la etapa de potencia si la corriente de salida (I_{OUT}) de la etapa de potencia es mayor o igual que el valor de la corriente (I_{REF}) asociado al voltaje (V_{DC}) medido.

La etapa de potencia comprende un bus de continua y un circuito convertidor de potencia. El circuito convertidor de potencia comprende al menos un dispositivo de conmutación (por ejemplo: transistores IGBT).

El dispositivo de conmutación tiene un circuito equivalente que está formado por al menos un condensador, una bobina y un interruptor.

Los pares de valores voltaje–corriente (V_{DC} – I_{REF}) se calculan aplicando la Ec. 2 sobre el circuito equivalente.

- 5 El generador de patrones comprende los pares de valores voltaje–corriente (V_{DC} – I_{REF}) donde los pares de valores voltaje–corriente (V_{DC} – I_{REF}) se calculan mediante:

$$I_{REF} \leq I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L} (V_{max}^2 - V_{DC}^2)} \quad (\text{Ec. 2})$$

donde:

V_{DC} : es la tensión en continua de la etapa de potencia, que puede variar con el tiempo;

- 10 V_{max} : tensión máxima que pueden soportar los terminales del dispositivo de conmutación a la apertura del mismo cuando circula a su través la corriente de protección.

L: inductancia de dispersión del dispositivo de conmutación;

C: capacidad de los elementos parásitos del dispositivo de conmutación.

- 15 En una forma de realización, el dispositivo de control comprende al menos un medidor de voltaje para medir el voltaje de continua (V_{DC}) de la etapa de potencia.

En otra forma de realización, el dispositivo de control adicionalmente comprende un procesador y una memoria para almacenar y procesar unas consignas de control que modifican el valor de voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia. El dispositivo de control
 20 recibe del comparador el valor de la corriente de salida (I_{OUT}) de la etapa de potencia, el voltaje de la etapa de potencia (V_{DC}) y el valor de la corriente de referencia (I_{REF}) que almacena en la memoria. El dispositivo de control, en base a los tres valores anteriores (V_{DC} , I_{OUT} , I_{REF}) puede calcular nuevos valores de la tensión de continua (V_{DC}) que envía (mediante consignas) a la etapa de potencia de tal forma que la etapa
 25 de potencia aumenta su potencia (mediante el aumento del voltaje V_{DC}) hacia la potencia máxima disponible de la etapa de potencia en función de la fuente a la que está conectada la etapa de potencia. El incremento paulatino del valor de la tensión (V_{DC}) implica un aumento de la corriente de salida de la etapa de potencia (I_{OUT}) que el dispositivo de protección permite hasta que el valor de la corriente de salida es inferior
 30 o igual al valor de corriente de referencia (I_{REF}) calculado dinámicamente por el generador de patrones.

En una forma de realización, el límite de corriente (I_{RMS}) preestablecido se

corresponde con el límite de corriente de los dispositivos de conmutación comprendidos en la etapa de potencia. Normalmente, los transistores comprendidos en la etapa de potencia son los elementos que limitan la corriente de la misma. Por tanto, serán los transistores (dispositivos de conmutación) los que determinan el valor máximo de corriente (I_{RMS}).

En un segundo aspecto de la invención, se divulga un convertidor de potencia que comprende el sistema de protección dinámico de acuerdo con el primer aspecto de la invención y para cualquiera de sus formas de realización.

En un tercer aspecto de la invención, se divulga un método de protección dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia. El método de protección dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia comprende los siguientes pasos:

- generar pares de valores voltaje–corriente ($V_{DC}-I_{REF}$) que relacionan valores de voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia con valores de corriente entre cero y un límite de corriente (I_{RMS}) de unos dispositivos de conmutación comprendidos en la etapa de potencia;
- medir el voltaje en continua (V_{DC}) y la corriente de salida (I_{OUT}) de la etapa de potencia;
- comparar el valor de la corriente de salida (I_{OUT}) con el valor de corriente (I_{REF}) correspondiente al voltaje medido (V_{DC}) en los pares de valores voltaje – corriente ($V_{DC}-I_{REF}$);
- detener el convertidor de potencia si el valor de la corriente de salida (I_{OUT}) es mayor o igual que el valor de corriente (I_{REF}) correspondiente al voltaje medido (V_{DC}) en los pares de valores voltaje – corriente ($V_{DC}-I_{REF}$).

En una forma de realización, el método de protección dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia adicionalmente comprende aumentar el voltaje de continua (V_{DC}) de la etapa de potencia hasta que se cumpla la condición de que el valor de la corriente de salida (I_{OUT}) es menor en un valor pre-establecido que el valor de corriente (I_{REF}) correspondiente al voltaje medido (V_{DC}) en los pares de valores voltaje–corriente ($V_{DC}-I_{REF}$). El valor pre-establecido puede ser elegido tan pequeño como un usuario desee de tal forma que la corriente de salida (I_{OUT}) se aproxime al de la corriente de referencia (I_{REF}) sin llegar a tener el mismo valor.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

Figura 1.- Muestra un circuito de la etapa de potencia de un convertidor de potencia a cuya salida está conectado un sistema de protección contra sobretensiones.

5 Figura 2.- Muestra el pico de tensión producido en los terminales de un dispositivo de conmutación (transistor IGBT) cuando el dispositivo de conmutación se detiene.

Figura 3.- Muestra el circuito equivalente de un dispositivo de conmutación.

10 Figura 4.- Muestra un sistema de protección contra sobretensiones del estado de la técnica.

Figura 5.- Muestra un sistema de protección contra sobretensiones según la presente invención.

Figura 6.- Muestra la corriente de referencia (nivel de protección) calculada según la presente invención respecto del voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia.

15

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación con carácter ilustrativo y no limitativo se describe un ejemplo de realización de la invención.

20 La Fig. 1 muestra una etapa de potencia **5** del estado de la técnica comprendida en un convertidor de potencia. La etapa de potencia **5** comprende el bus de continua **51** y el circuito convertidor de potencia **52**. El circuito convertidor de potencia **52** está formado principalmente por dispositivos de conmutación **52A**. A la entrada de la etapa de potencia está conectada una fuente de energía (no mostado). A la salida de la etapa de potencia, se conecta un dispositivo de protección **1**.

25 La Fig. 2 muestra el pico de tensión V_{MAX} producido en los terminales de un dispositivo de conmutación (por ejemplo el dispositivo de conmutación **52A**) cuando el dispositivo de conmutación se detiene. El pico de tensión es tenido necesariamente en cuenta para fijar un umbral de corriente con el que el sistema de protección protege al convertidor de potencia ante situaciones de sobretensión o sobrecorriente.

30 La Fig. 3 muestra el circuito equivalente de un dispositivo de conmutación **52A**. El dispositivo de conmutación limita el rendimiento de la etapa de potencia. El circuito equivalente mostrado en la Fig. 3 comprende dos condensadores **13**, dos interruptores **11** y un inductor **12**. Para poder calcular el umbral de corriente de protección es

necesario conocer el pico de tensión del dispositivo de conmutación en el momento de su detención. El pico de tensión V_{max} (fig. 2) viene determinado por la energía almacenada en las inductancias de dispersión (L) y por la capacidad eléctrica del propio dispositivo de conmutación y de sus elementos parásitos (C), de modo que se verifica el siguiente balance energético:

$$\frac{1}{2}LI_{max}^2 = \frac{1}{2}C(V_{max}^2 - V_{DC}^2) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde V es la tensión DC de la etapa de potencia, que puede variar con el tiempo. El umbral de detección de fallo (I_{max}) se determina en base a la tensión máxima (V_{max}) que pueden soportar los terminales del dispositivo de conmutación a la apertura del mismo cuando circula a su través la corriente de protección.

$$I_{REF} \leq I_{MAX} = \sqrt{\frac{C}{L}(V_{max}^2 - V_{DC}^2)} \quad (\text{Ec. 2})$$

El sistema de protección hardware utiliza una corriente de referencia (I_{REF}) menor o igual a la corriente máxima (I_{MAX}) para asegurar la protección. La corriente de referencia (I_{REF}) en el estado actual de la técnica es fija, es decir, tiene un valor constante. En la figura 6, la I_{REF} constante según el estado de la técnica sería el valor 200 amperios.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Fig. 4 muestra un sistema de protección contra sobrecorriente del estado de la técnica. El sistema de protección se compone de un comparador **4** de dos entradas y una salida. La salida está conectada a un dispositivo de control **2**, una entrada está conectada a la salida de la etapa de potencia **5** para medir la corriente de salida de la etapa de potencia y la otra entrada recibe el valor de corriente de referencia para la protección adecuada de la etapa de potencia. Con esta configuración, el comparador compara el valor de la corriente a la salida de la etapa de potencia **5** y el valor de corriente de referencia I_{REF} . El comparador envía el resultado de la comparación al dispositivo de control **2**. El dispositivo de control **2** detiene la etapa de potencia, y consecuentemente el convertidor de potencia cuando el valor de la corriente a la salida de la etapa de potencia I_{OUT} es mayor o igual que el valor de corriente de referencia I_{REF} .

La Fig. 5 muestra el sistema de protección **1** de la presente invención que se compone de un dispositivo de control **2**, un generador de patrones **3** y un comparador **4**. El dispositivo de control comprende un procesador **21**, una memoria **22** y un medidor de voltaje **23** conectado al BUS DC **51** de la etapa de potencia **5**. El

comparador **4** tiene dos entradas y una salida. La salida está conectada al dispositivo de control **2**, una entrada está conectada a la salida de la etapa de potencia **5** para medir la corriente de salida I_{OUT} de la etapa de potencia y la otra entrada recibe el valor de corriente de referencia I_{REF} para la protección adecuada de la etapa de potencia.

- 5 Con esta configuración, el comparador **4** compara el valor de la corriente I_{OUT} a la salida de la etapa de potencia **5** y el valor de corriente de referencia I_{REF} . El comparador envía el resultado de la comparación al dispositivo de control y también los valores de la corriente de salida I_{OUT} y corriente de referencia I_{REF} . El dispositivo de control **2** detiene la etapa de potencia **5** si el valor de la corriente I_{OUT} a la salida de la
- 10 etapa de potencia **5** es mayor o igual al valor de corriente de referencia I_{REF} . A diferencia del estado de la técnica, el valor de I_{REF} calculado por el generador de patrones **3** es una función del voltaje DC (voltaje en el BUS DC, fig. 1) medido en la etapa de potencia **5** y de la corriente nominal I_{RMS} del dispositivo de conmutación. La limitación de corriente de la etapa de potencia **5** viene determinada por la máxima
- 15 corriente que son capaces de soportar los dispositivos de conmutación (I_{RMS}). El generador de patrones **3** tiene parejas de valores V-I asociados (V_{DC} , I) que relacionan para todos los valores de corriente posibles entre cero y el límite de corriente (I_{RMS}) de los dispositivos de conmutación, con el voltaje V_{DC} posible de la etapa de potencia (ver Fig. 6). Las parejas de valores V-I se calculan por aplicación de la ecuación Ec.2 antes
- 20 descrita. Una vez calculadas las parejas de valores V-I, el generador de patrones **3** es capaz de calcular el valor de la corriente I_{REF} para el valor de voltaje V_{DC} medido en la etapa de potencia evitando así el riesgo de sobrecorrientes. Esto es así porque el valor de la corriente a la salida del generador de patrones (I_{REF}) siempre es menor o igual al límite de corriente (I_{RMS}) del dispositivo de conmutación. Tal y como se muestra en la
- 25 figura 6, mediante la presente invención, es posible aumentar la corriente (I_{OUT}) a la salida de la etapa de potencia 5, lo cual aumentaría la potencia de la etapa de potencia, manteniendo la protección de la etapa de potencia. Tomando los valores de la figura 6 como referencia, según el estado de la técnica, la etapa de potencia nunca podría suministrar valores de corriente de salida (I_{OUT}) superiores a 200 amperios
- 30 porque el dispositivo de protección según el estado de la técnica no lo permitiría. En cambio con el dispositivo de protección de la presente invención, sería posible, por ejemplo, aumentar la corriente de salida (I_{OUT}) hasta los 950 amperios para valores de voltaje (V_{DC}) entre 1000 Voltios y 1250 Voltios.

El dispositivo de control **2** tiene varias funcionalidades. Una funcionalidad es proteger el convertidor de potencia como es convencional. Otra función es medir el voltaje en el BUS DC para proporcionar el valor del voltaje al generador de patrones. El dispositivo de control **2** opcionalmente también puede comprender un interfaz de usuario (no mostrado) con el que un usuario puede introducir el valor de corriente máxima (I_{RMS}) de los dispositivos de conmutación y los valores de las parejas de valores V-I, donde posteriormente todos los valores (I_{RMS} , V-I) son enviados al generador de patrones. Opcionalmente, el generador de patrones puede comprender un interfaz de usuario con el que un usuario puede introducir el valor de corriente máxima (I_{RMS}) de los dispositivos de conmutación y los valores de las parejas de valores V-I.

De forma adicional e independiente, el dispositivo de control **2**, mediante consigna de control enviadas a la etapa de potencia, es capaz de aumentar gradualmente la tensión de la etapa de potencia y, por tanto, la potencia de la etapa de potencia (potencia del convertidor de potencia), ajustando también el valor de la corriente de protección, I_{REF} . Se recuerda que la potencia S_{out} a la salida de la etapa de potencia se define como:

$$S_{OUT} = \sqrt{3} \times U_{AC} \times I_{RMS} \quad (\text{Ec. 3})$$

Un ejemplo de cómo el dispositivo de control **2** aumenta el potencial V_{DC} y disminuye la corriente de protección I_{REF} se muestra en la Fig. 6. El dispositivo de control **2** es capaz de aumentar la potencia aumentando los valores de V_{DC} manteniendo el valor de corriente I_{REF} hasta los 1250 V_{DC} y disminuyendo el valor de I_{REF} hasta los 1500 V_{DC} , límite de voltaje para la etapa de potencia **5** y para el que se cumple que la corriente de referencia I_{REF} es igual a la corriente I_{RMS} . Es decir, en el estado de la técnica se calcula la corriente de protección I_{REF} (200) como si la etapa de potencia siempre tuviese un voltaje de 1500V, punto en el cual coinciden la corriente de referencia I_{REF} con la corriente I_{RMS} . En cambio, mediante la presente invención, la corriente de referencia I_{REF} se calcula a partir de la máxima corriente que pueden soportar los dispositivos de conmutación (por tanto, también la etapa de potencia **5**) para cada valor de voltaje en el que opera la etapa de potencia **5**. La relación (V_{DC} , I_{REF}) mostrada en la figura 6 puede ser no solo de puntos discretos, sino que también

una gráfica continua, tabla se pares de valores y cualquier otro tipo de relación que cumpla $I_{REF}(t) = f(V_{DC}(t))$.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de protección (1) dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia, donde el sistema de protección es conectable a la salida de una etapa de potencia (5) comprendida en el convertidor de potencia; el sistema de protección comprende:

- un comparador (4) conectable a la salida de la etapa de potencia (5), que mide una corriente de salida (I_{OUT}) de la etapa de potencia;
- un dispositivo de control (2) conectado con el comparador (4) y conectable con la etapa de potencia (5), donde el dispositivo de control (2) mide un voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia;
- un generador de patrones (3) conectado con el dispositivo de control (2) y con el comparador (4); donde el generador de patrones (3) comprende pares de valores voltaje-corriente ($V_{DC}-I_{REF}$) que relacionan valores de voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia con valores de corriente entre cero y un límite de corriente (I_{RMS}) preestablecido;

de tal forma que el generador de patrones (3) recibe del dispositivo de control (2) el valor de voltaje (V_{DC}) medido y envía el correspondiente valor de corriente (I_{REF}) de los pares de valores voltaje-corriente al comparador (4), el cual detiene la etapa de potencia si la corriente de salida (I_{OUT}) de la etapa de potencia es mayor o igual que el valor de la corriente (I_{REF}) asociado al voltaje (V_{DC}) medido; donde la etapa de potencia comprende un bus de continua (51) y un circuito convertidor de potencia (52); y donde el circuito convertidor de potencia (52) comprende al menos un dispositivo de conmutación (52A); donde el sistema de protección está caracterizado porque los pares de valores voltaje-corriente ($V_{DC}-I_{REF}$) se han calculado mediante:

$$I_{REF} \leq I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}(V_{max}^2 - V_{DC}^2)} \quad (\text{Ec. 2})$$

donde:

V_{DC} : es la tensión en continua de la etapa de potencia, que puede variar con el tiempo;

V_{max} : tensión máxima que pueden soportar los terminales del dispositivo de conmutación a la apertura del mismo cuando circula a su través la corriente de protección;

L: inductancia de dispersión del dispositivo de conmutación;

C: capacidad de los elementos parásitos del dispositivo de conmutación.

2.- Sistema de protección según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo
5 de conmutación (52A) tiene un circuito equivalente que está formado por al menos un condensador (13), una bobina (12) y un interruptor (11).

3.- Sistema de protección según la reivindicación 1, caracterizado porque dispositivo
10 de control (2) comprende al menos un medidor de voltaje (23) para medir el voltaje de continua (V_{DC}) de la etapa de potencia (5).

4.- Sistema de protección según la reivindicación 1 o 3, caracterizado porque
15 dispositivo de control (2) adicionalmente comprende un procesador (21) y una memoria (22) para almacenar y procesar unas consignas de control que modifican el valor de voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia (5).

5.- Sistema de protección según la reivindicación 1, caracterizado porque el límite de
20 corriente (I_{RMS}) preestablecido se corresponde con el límite de corriente de unos dispositivos de conmutación (52A) comprendidos en la etapa de potencia (5).

6.- Convertidor de potencia caracterizado porque comprende el sistema de protección
dinámico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

7.- Método de protección dinámico contra sobrecorrientes para convertidores de
25 potencia caracterizado porque comprende:

- generar pares de valores voltaje–corriente (V_{DC} - I_{REF}) que relacionan valores de
30 voltaje (V_{DC}) de la etapa de potencia con valores de corriente entre cero y un límite de corriente (I_{RMS}) de unos dispositivos de conmutación comprendidos en la etapa de potencia según la siguiente ecuación:

$$I_{REF} \leq I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}(V_{max}^2 - V_{DC}^2)} \quad (\text{Ec. 2})$$

donde:

V_{DC} : es la tensión en continua de la etapa de potencia, que puede variar con el tiempo;

V_{max} : tensión máxima que pueden soportar los terminales del dispositivo de conmutación a la apertura del mismo cuando circula a su través la corriente de protección;

L: inductancia de dispersión del dispositivo de conmutación;

C: capacidad de los elementos parásitos del dispositivo de conmutación;

- medir el voltaje en continua (V_{DC}) y la corriente de salida (I_{OUT}) de la etapa de potencia;
- comparar el valor de la corriente de salida (I_{OUT}) con el valor de corriente (I_{REF}) correspondiente al voltaje medido (V_{DC}) en los pares de valores voltaje–corriente (V_{DC} – I_{REF});
- detener el convertidor de potencia si el valor de la corriente de salida (I_{OUT}) es mayor o igual que el valor de corriente (I_{REF}) correspondiente al voltaje medido (V_{DC}) en los pares de valores voltaje–corriente (V_{DC} – I_{REF}).

8.- Método de protección dinámico contra sobrecorriente para convertidores de potencia según la reivindicación 7, donde el método adicionalmente comprende aumentar el voltaje de continua (V_{DC}) de la etapa de potencia hasta que se cumpla la condición de que el valor de la corriente de salida (I_{OUT}) es menor en un valor pre-establecido que el valor de corriente (I_{REF}) correspondiente al voltaje medido (V_{DC}) en los pares de valores voltaje–corriente (V_{DC} – I_{REF}).

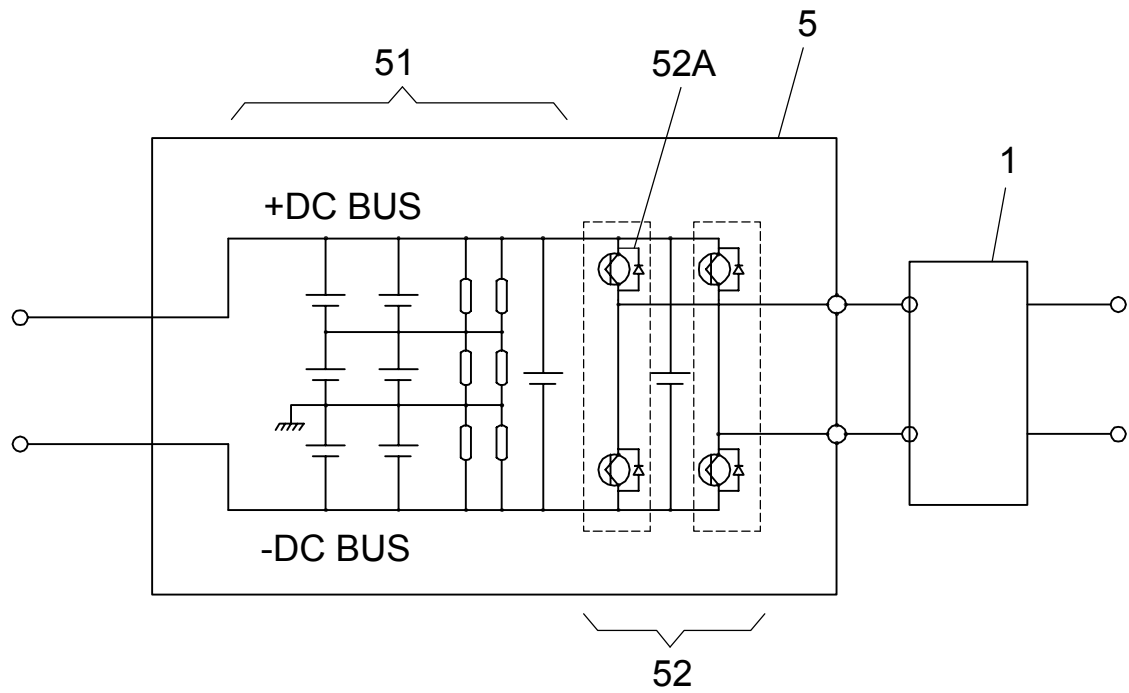


FIG. 1

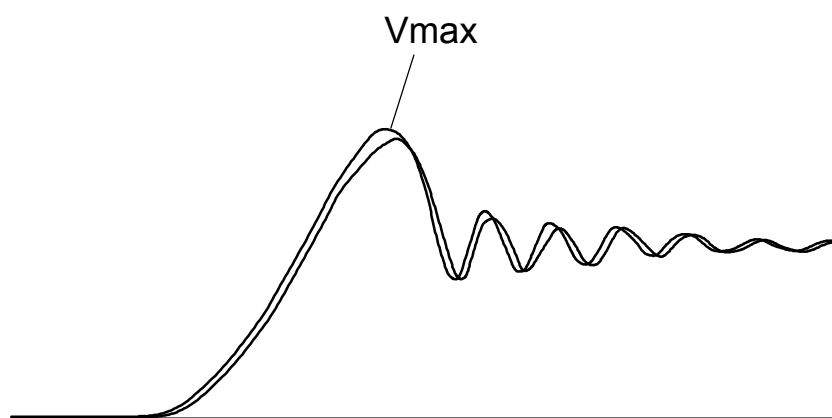


FIG. 2

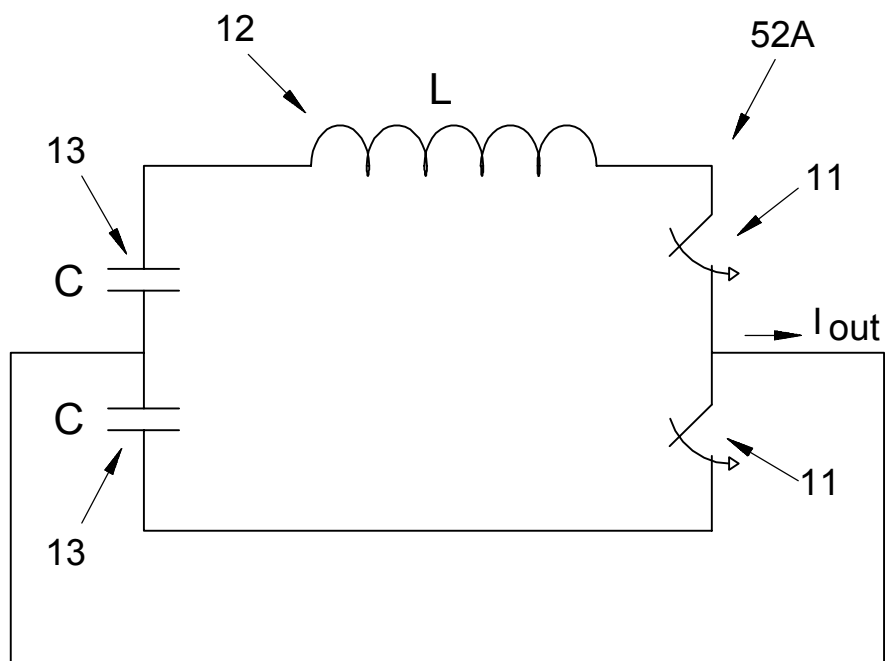


FIG. 3

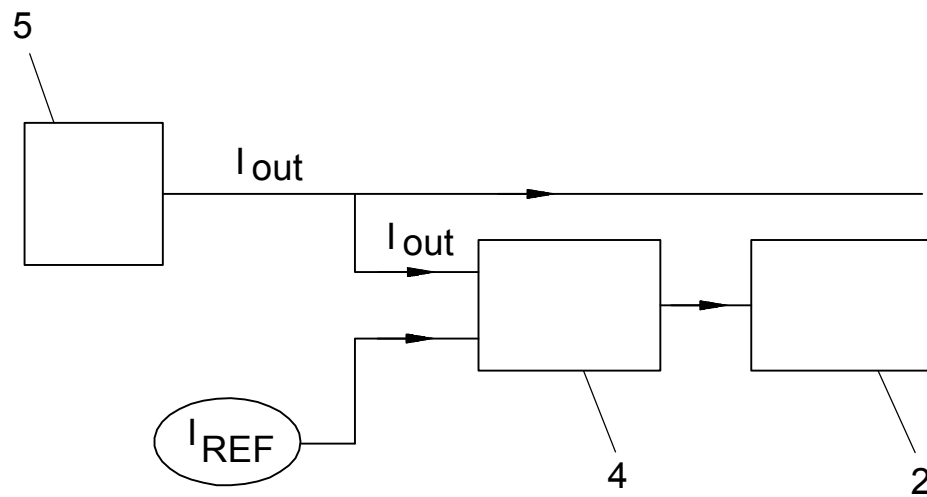


FIG. 4

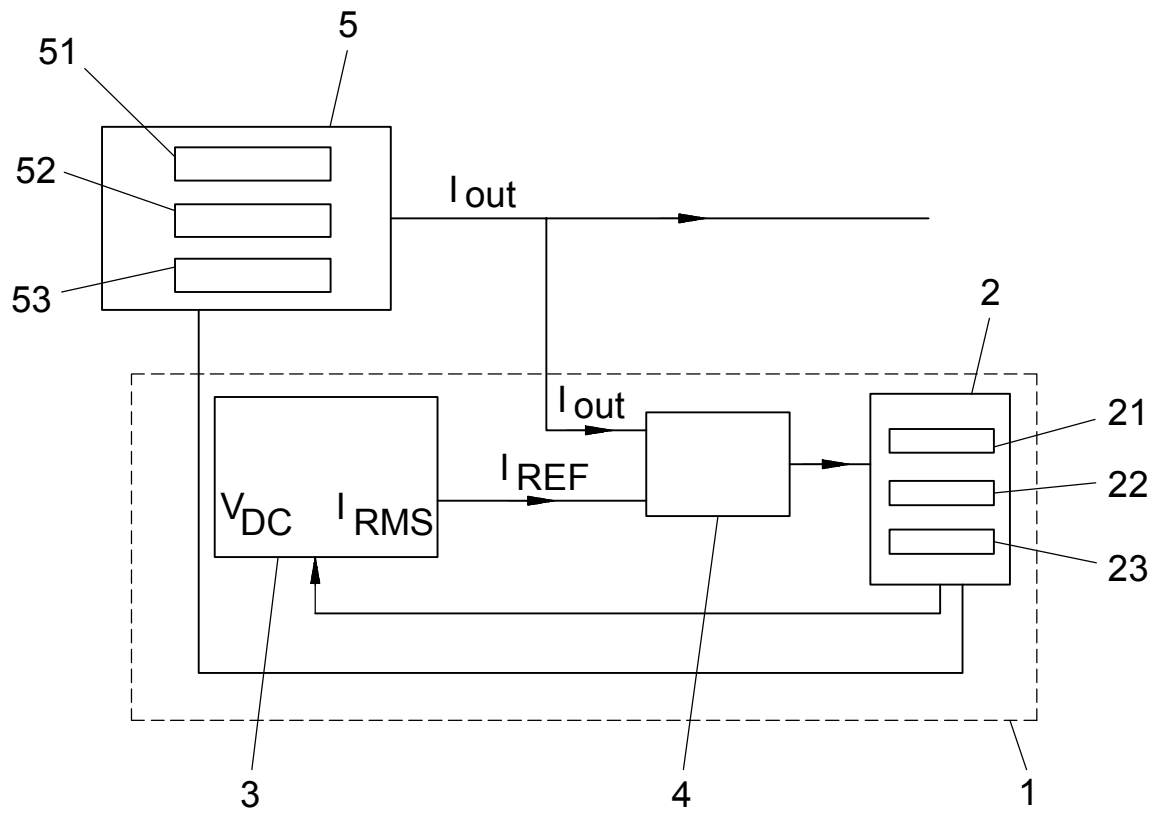


FIG. 5

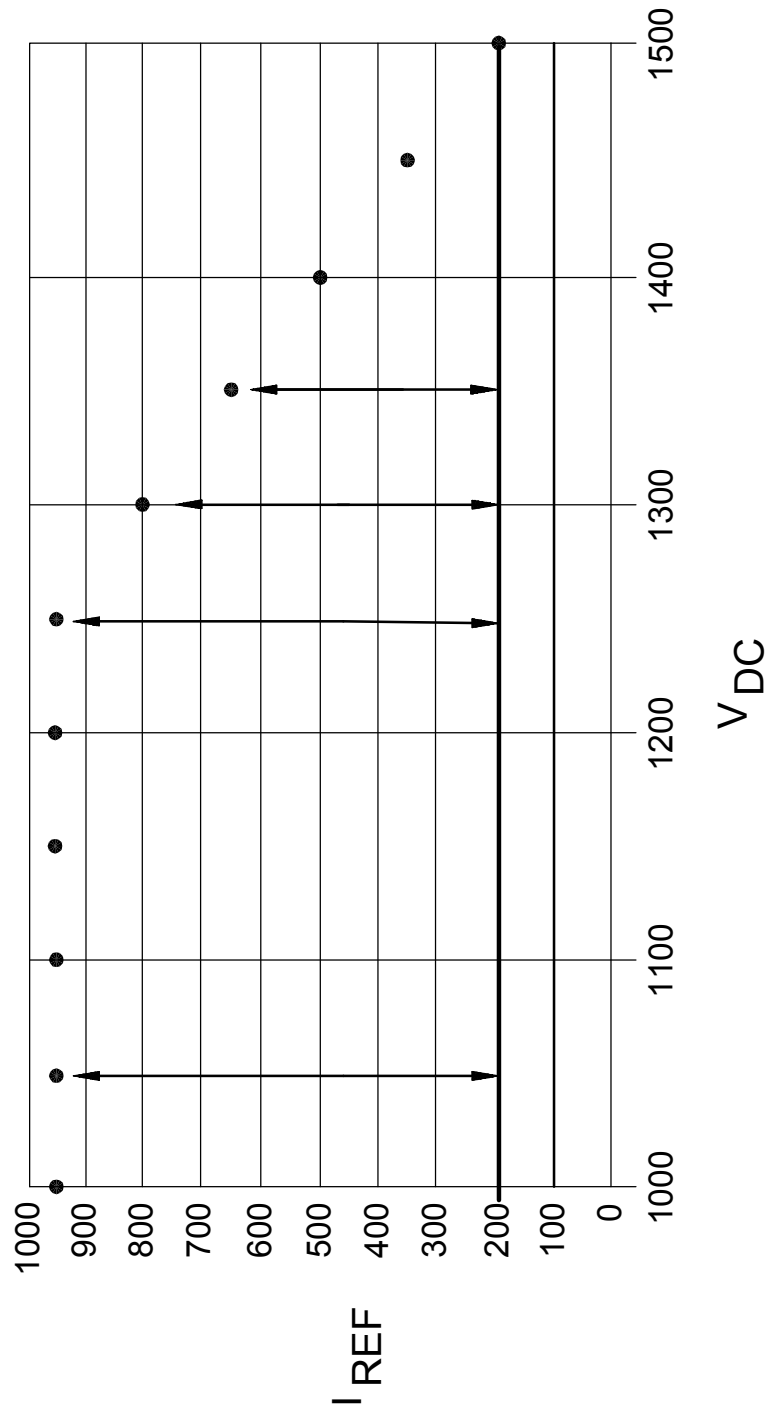


FIG. 6