

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 501**

51 Int. Cl.:

H03K 17/082 (2006.01)

H05B 6/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2012** E 12177478 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020** EP 2690923

54 Título: **Un dispositivo de suministro de energía para un electrodoméstico y un método de operación del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.10.2020

73 Titular/es:
WHIRLPOOL CORPORATION (100.0%)
2000 M 63
Benton Harbor MI 49022, US

72 Inventor/es:
PASTORE, CRISTIANO;
GUTIERREZ, DIEGO N.;
MARAZANA, ALBERTO;
FRASCA, MICHELE y
SFRISO, FABIO

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 786 501 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Un dispositivo de suministro de energía para un electrodoméstico y un método de operación del mismo

La presente invención está relacionada con un dispositivo de suministro de energía para suministrar energía eléctrica a un electrodoméstico.

5 En un aspecto adicional, la presente invención está relacionada con un método para operar un dispositivo de suministro de energía para un electrodoméstico.

10 Un dispositivo de suministro de energía para un electrodoméstico, tal como una placa de cocina o un horno de microondas, comprende generalmente un convertidor de conmutación AC-AC, que está conectado eléctricamente a la red eléctrica y proporciona una corriente de excitación que tiene una frecuencia y una amplitud ajustables para alimentar a una carga, tal como la bobina de inducción de una placa de cocina o el devanado primario de un transformador elevador que alimenta a un dispositivo magnetrón.

En un dispositivo de suministro de energía para un electrodoméstico, típicamente se adopta un controlador para controlar la operación del convertidor.

15 Dicho controlador opera el dispositivo de conmutación del convertidor en un régimen continuo y realiza una regulación ciclo por ciclo de la corriente (o potencia) de entrada absorbida por el dispositivo de suministro de energía.

A menudo, se adoptan técnicas de modulación PWM para ajustar una cantidad de control utilizada para controlar dicho dispositivo de conmutación (por ejemplo, la frecuencia de conmutación o ciclo de trabajo), de modo que la corriente de entrada sigue a un valor de referencia (valor de consigna).

20 Como se sabe, el dispositivo de conmutación del convertidor puede verse sometido a fenómenos repentinos de sobretensión, durante su vida útil.

Las sobretensiones pueden deberse a diferentes razones, como la aparición de un evento de sobrecarga en la red eléctrica o cambios en la tensión de la red eléctrica, y pueden dañar seriamente al dispositivo de conmutación.

25 Por esta razón, los dispositivos de suministro de energía tradicionales incorporan generalmente circuitos de protección que están asociados operativamente con el dispositivo de conmutación para limitar la tensión aplicada en los terminales de este último.

Circuitos de protección ejemplares de este tipo se describen en las solicitudes de patente de EE.UU. publicadas US 2004/0169975 y US 2008/0084642.

30 El documento WO 2004/068904 A2 describe un dispositivo de suministro de energía de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 en el que las operaciones del conmutador se detienen inmediatamente en caso de que se produzca un evento de sobretensión excesiva.

A menudo, estas soluciones conocidas no proporcionan prestaciones satisfactorias en términos de protección contra sobretensión.

Además, la presencia de los circuitos de protección detectados implica un aumento de la complejidad de la estructura de circuito del dispositivo de suministro de energía, con consiguientes mayores costes industriales.

35 Por lo tanto, el objetivo principal de la presente invención es proporcionar un dispositivo de suministro de energía para un electrodoméstico, y un método de operación del mismo, que permita superar los inconvenientes mencionados anteriormente.

40 Dentro de este objetivo, es un objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo de suministro de energía, y un método de operación del mismo, que garantice una protección efectiva contra posibles fenómenos de sobretensión en los terminales del dispositivo de conmutación del convertidor AC-AC.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de suministro de energía, y un método de operación del mismo, que se pueda implementar fácilmente usando circuitos y técnicas de control relativamente simples y baratas.

45 Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de suministro de energía, que sea fácil de fabricar a nivel industrial, a costes competitivos.

Por lo tanto, la presente invención proporciona un dispositivo de suministro de energía para un electrodoméstico, de acuerdo con la reivindicación 1.

En un aspecto adicional, la presente invención está relacionada con un método para operar un dispositivo de suministro de energía para un electrodoméstico, de acuerdo con la reivindicación 7.

El alcance de la invención se define en las reivindicaciones adjuntas. Cualquier referencia a "realización/realizaciones", "ejemplo(s)" o "aspecto(s) de la invención" en esta descripción que no caiga dentro del alcance de las reivindicaciones se debería interpretar como ejemplo(s) ilustrativo(s) para comprender la invención.

5 Rasgos y ventajas adicionales de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones preferidas, tomada en conjunto con los dibujos, en los cuales:

- La figura 1 muestra un diagrama esquemático de una realización del dispositivo de suministro de energía, de acuerdo con la invención;

- Las figuras 2-3 muestran el dispositivo de suministro de energía de la figura 1 en diferentes condiciones operativas;

10 - Las figuras 4-5 muestran gráficas que ilustran las operaciones del dispositivo de suministro de energía de la figura 1, en condiciones normales de operación;

- La figura 6 muestra algunas gráficas que ilustran una posible reacción del dispositivo de suministro de energía de la figura 1 de acuerdo con la invención, cuando un evento de sobretensión que se produce en una primera parte de T_{ON} , se detecta.

15 - La figura 7 muestra algunas gráficas que ilustran una posible reacción del dispositivo de suministro de energía de la figura 1 de acuerdo con la invención, cuando un evento de sobretensión que se produce en la segunda mitad de T_{ON} , se detecta.

Haciendo referencia ahora a las figuras citadas, la presente invención está relacionada con un dispositivo de suministro de energía 100 para un electrodoméstico, en este caso un fuego de inducción.

20 El dispositivo de suministro de energía 100 es conectable eléctricamente a la red eléctrica 10, de la cual recibe una tensión de entrada V_{IN} y una corriente de entrada I_{IN} , que son cantidades eléctricas periódicas que tienen semiciclos de red de duración predefinida. Como ejemplo, la duración del semiciclo de la red eléctrica se fija en 10 ms en redes de distribución de energía eléctrica de 50 Hz.

El dispositivo de suministro de energía 100 comprende un convertidor de conmutación 110 que está conectado eléctricamente en paralelo con la red eléctrica 10.

25 Preferiblemente, el convertidor de conmutación 110 es un convertidor de conmutación Cuasi-Resonante (Q-R).

Esta opción permite simplificar la estructura de circuito del dispositivo de suministro de energía 100 y proporciona ventajas relevantes, ya que los convertidores Q-R se pueden operar fácilmente para conmutar constantemente en condiciones de tensión/corriente cero (operación de "conmutación suave").

30 El convertidor de conmutación 110 comprende una etapa rectificadora 12, por ejemplo un puente de diodos, que está conectada eléctricamente con la red eléctrica para recibir la tensión de entrada V_{IN} y para proporcionar como salida una tensión rectificada.

35 El convertidor de conmutación 110 comprende también un sistema de filtrado de entrada que comprende un inductor de filtrado L_D , el cual está conectado eléctricamente en serie con uno de los terminales de la red eléctrica. Un condensador de bus 13, que está conectado eléctricamente en paralelo con los terminales de salida de la etapa rectificadora 12, es parte de dicho sistema de filtrado.

Preferiblemente, dicho sistema de filtrado comprende también un condensador de filtrado C_D adicional, conectado eléctricamente en paralelo con los terminales de la red eléctrica.

40 El condensador de bus 13 es de tipo "no de suavizado", es decir, tiene un valor de capacitancia relativamente pequeño, de modo que la frecuencia de corte del sistema de filtrado formado por el inductor L_D y el condensador 13 es bastante mayor que la frecuencia de la red eléctrica.

La tensión de bus V_{DC} entre los terminales A, B del condensador de bus 13 sigue sustancialmente el comportamiento de la tensión rectificada proporcionada por la etapa rectificadora 12, con fluctuaciones que tienen un período igual a la mitad de un ciclo de la red eléctrica T_{mains} (figura 4).

45 Al menos uno de los terminales A, B del condensador de bus 13 está conectado eléctricamente a un tanque resonante 200, que comprende una carga inductiva-resistiva, representada esquemáticamente por una inductancia de la carga L_{LOAD} y una resistencia de la carga R_{LOAD} .

Dicha carga inductiva-resistiva puede ser, por ejemplo, una bobina plana de una placa de cocina de inducción. El tanque resonante 200 comprende además un condensador resonante C_{RES} que generalmente está conectado eléctricamente en paralelo con la carga inductiva-resistiva L_{LOAD} , R_{LOAD} .

El convertidor de conmutación 110 comprende un dispositivo de conmutación 130, por ejemplo, un conmutador IGBT, que está conectado ventajosamente con el tanque resonante 200.

En la realización mostrada en la figura 1, el dispositivo de conmutación 130 está conectado eléctricamente en serie con todo el tanque resonante 200.

- 5 En otras realizaciones de la presente invención, el dispositivo de conmutación 130 puede estar conectado de manera diferente con los componentes del tanque resonante 200.

Por ejemplo, puede estar conectado eléctricamente en serie con la carga inductiva-resistiva L_{LOAD} , R_{LOAD} y en paralelo con el condensador resonante C_{RES} .

- 10 El dispositivo de conmutación 130 comprende un terminal de entrada G, en el cual el dispositivo de conmutación 130 recibe señales de control V_{GATE} capaces de controlar su estado de conmutación, y terminales de salida C, E, en los cuales el dispositivo de conmutación está conectado eléctricamente con el tanque resonante 200 y con el condensador de bus 13.

- 15 Si el dispositivo conmutador 100 es un conmutador IGBT, o un conmutador similar, el terminal G es el terminal de puerta del dispositivo de conmutación 100, mientras que los terminales C, E son respectivamente los terminales colector y emisor.

El dispositivo de suministro de energía 100 comprende un bucle de control para controlar la operación del dispositivo de conmutación 130.

Dicho bucle de control comprende preferiblemente medios de control 131 (p. ej., un controlador de tipo digital o analógico) que genera las señales de control V_{GATE} para controlar la operación del dispositivo de conmutación 130.

- 20 Si el dispositivo conmutador 100 es un conmutador IGBT, o un conmutador similar, las señales de control V_{GATE} son señales de tensión proporcionadas al terminal de puerta G del dispositivo de conmutación 100.

Preferiblemente, los medios de control 131 comprenden un microprocesador u otro dispositivo de procesamiento digital (figura 1).

- 25 En este caso, los medios de control 131 comprenden preferiblemente medios informáticos 132, p. ej. uno o más conjuntos de instrucciones software que dicho microprocesador o dispositivo de procesamiento digital puede almacenar o ejecutar.

En condiciones de operación normales (es decir, cuando no se determina que se produzca ningún evento de sobretensión), los medios de control 131 operan el dispositivo de conmutación 130 con un ciclo de conmutación T que es bastante más corto que el ciclo de la red eléctrica T_{mains} .

- 30 Como ejemplo, la duración del ciclo de conmutación T puede ser de 40 μs mientras que la duración del ciclo de la red eléctrica T_{mains} es típicamente 20 ms.

Básicamente, el ciclo de conmutación T se divide en dos períodos de conmutación, correspondiendo cada uno de ellos a un estado de conmutación del dispositivo de conmutación 130 (figuras, 2, 3 5).

- 35 Durante estos períodos de conmutación, el condensador de bus 13 se carga mediante la corriente de entrada I_{IN} proporcionada por la red eléctrica.

En un primer período de conmutación T_{ON} , el dispositivo de conmutación 130 está en un estado de conducción y permite el flujo de una primera corriente I_S entre el condensador de bus 13 y el tanque resonante 200 (figuras 3, 5 - fase no resonante).

- 40 En un segundo período de conmutación T_{OFF} , el dispositivo de conmutación 130 está en un estado de prohibición y bloquea el flujo de la corriente I_S entre el condensador de bus 13 y el tanque resonante 200 (figura 2). En este caso, la energía eléctrica se intercambia sólo a nivel local, básicamente entre el condensador resonante C_{RES} y la inductancia de la carga L_{LOAD} (figuras 2, 5 - fase de resonancia). Debido al valor de capacitancia relativamente pequeño del condensador 13, la tensión de bus V_{DC} muestra una ondulación (ondulación de V_{DC}) que tiene una frecuencia (calculada como $1/T$) igual a la frecuencia de conmutación del dispositivo de conmutación 130 (figuras 4-5).

- 45 Preferiblemente, el dispositivo de suministro de energía 100 comprende primeros medios de detección 161, configurados para proporcionar a los medios de control 131 primeros datos o señales de detección D_1 , S_1 , indicativos del comportamiento de la tensión de bus V_{DC} .

- 50 Preferiblemente, los medios de detección 161 comprenden un primer sensor de tensión (por ejemplo, un divisor resistivo) que está diseñado para proporcionar como salida ventajosamente una primera señal de medida S_1 indicativa de la tensión de bus V_{DC} .

Si el bucle de control mencionado se implementa analógicamente, dicha señal de medida S_1 se puede enviar directamente a los medios de control 131.

5 Si el bucle de control mencionado se implementa digitalmente, dicho primer sensor de tensión se asocia operativamente con primeros medios de muestreo que reciben la señal de medida S_1 y proporciona a los medios de control 131 muestras digitales D_1 de la tensión de bus V_{DC} .

De acuerdo con realizaciones alternativas de la presente invención, los medios de detección 161 pueden comprender un sensor de tensión para medir una tensión en puntos del convertidor de conmutación 110 que son diferentes a los terminales A, B del condensador 13, por ejemplo en los terminales del condensador de filtrado C_D .

10 En este caso, la primera señal de medida S_1 se puede obtener fácilmente a partir de la señal de medida proporcionada por dicho sensor de tensión.

Otras soluciones obvias para obtener la señal de medida S_1 están dentro de las capacidades de la persona experta.

15 Preferiblemente, el dispositivo de suministro de energía 100 comprende segundos medios de detección 162, configurados para proporcionar a los medios de control 131 segundos datos o señales de detección D_2 , S_2 , indicativos del comportamiento de una tensión de conmutación V_{CE} , en los terminales de salida C, E del dispositivo conmutador 100.

20 Si el dispositivo conmutador 100 es un conmutador IGBT o un conmutador similar, la tensión del conmutador V_{CE} comprobada mediante los medios de detección 162 es ventajosamente la tensión colector-emisor. Preferiblemente, los medios de detección 162 comprenden un segundo sensor de tensión (por ejemplo, un divisor resistivo) que está diseñado para proporcionar como salida una segunda señal de medida S_2 indicativa de la tensión de conmutación V_{CE} . También en este caso, otras soluciones obvias para obtener la señal de medida S_2 están dentro de las capacidades de la persona experta.

Si el bucle de control mencionado se implementa analógicamente, dicha señal de medida S_2 puede enviarse directamente a los medios de control 131.

25 Si el bucle de control mencionado se implementa digitalmente, dicho segundo sensor de tensión está asociado operativamente con segundos medios de muestreo que reciben la señal de medida S_2 y proporcionan a los medios de control 131 muestras digitales D_2 de la tensión del conmutador V_{CE} .

De acuerdo con la invención, los medios de control 131 están configurados para determinar la aparición de un evento de sobretensión, en base a los primeros datos o señales de detección D_1 , S_1 indicativos del comportamiento de la tensión de bus V_{DC} , entre los terminales A, B del condensador de bus 13.

30 Dentro del marco de la presente invención, el término "evento de sobretensión" identifica un aumento anómalo de la tensión proporcionada por la red eléctrica. Dicho aumento anómalo puede deberse, por ejemplo, a un evento de sobrecarga en la red eléctrica, a un cambio en la tensión de la red eléctrica u otro fenómeno anómalo.

Preferiblemente, los medios de control 131 determinan la aparición de un evento de sobretensión en base a una tasa de cambio (primera derivada con respecto al tiempo) de la tensión de bus V_{DC} .

35 Con este objetivo, los medios de control pueden calcular la tasa de cambio de la tensión de bus V_{DC} utilizando valores de la tensión de bus V_{DC} tomados en diferentes instantes de muestreo t_1 , t_2 y comparar la tasa de cambio así calculada con un primer valor de referencia predefinido o variable (no mostrado).

40 Como alternativa, los medios de control 131 pueden determinar la aparición de un evento de sobretensión simplemente comparando la tensión de bus V_{DC} con un primer valor umbral V_{TH} , que puede ser predefinido o variable dependiendo de las necesidades.

Estas dos soluciones se pueden implementar fácilmente de manera analógica o, preferiblemente, digital. En el primer caso, los medios de control 131 pueden comprender un circuito de determinación (no mostrado) configurado para recibir las señales de medida S_1 y determinar la aparición de un evento de sobretensión.

45 En el segundo caso, los medios de control 131 pueden comprender medios de determinación computarizados (no mostrados), es decir, uno o más conjuntos de instrucciones software configuradas para procesar los datos D_1 de la muestra y determinar la aparición de un evento de sobretensión.

50 De acuerdo con la invención, cuando se determina un evento de sobretensión, los medios de control 131 operan el dispositivo de conmutación 130, para llevar o mantener la tensión de conmutación V_{CE} , entre los terminales de salida C, E de este último, dentro de límites de seguridad predefinidos. Este límite de seguridad es suficientemente menor que el límite de rotura del dispositivo V_{CE_break} , que representa el valor nominal del componente utilizado. Preferiblemente, este límite es un valor de tensión comprendido entre el 70% y el 98% de dicho límite de rotura del dispositivo V_{CE_break} . Más preferiblemente, este límite está entre el 85% y el 95% de dicho límite de rotura del dispositivo V_{CE_break} . Ventajosamente, este límite es aproximadamente el 90% del límite de rotura del dispositivo V_{CE_break} .

En la fuente de alimentación 100, la protección contra sobretensiones del dispositivo de conmutación 130 no está garantizada por circuitos de protección dispuestos adecuadamente, asociados operativamente con el propio dispositivo de conmutación, como en las soluciones tradicionales.

5 De acuerdo con la invención, la entrada de un evento de sobretensión se comprueba ventajosamente monitorizando el comportamiento de la tensión de bus V_{DC} .

10 Cuando se señala un posible evento de sobretensión, los medios de control 131 intervienen en el estado de conmutación del dispositivo de conmutación 130 y modifican dicho estado de conmutación para evitar o reducir la aparición de sobretensiones en los terminales C, E del dispositivo de conmutación 100. De acuerdo con una realización de la presente invención, si se determina que se produce un evento de sobretensión durante una primera parte del período de conmutación T_{ON} de un ciclo de conmutación T (es decir, mientras el dispositivo de conmutación 130 está en un estado de conducción) los medios de control 131 operan el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último conmuta a un estado de prohibición.

15 La primera parte del período de conmutación T_{ON} puede ser, por ejemplo, la primera mitad (0-50%) del período de conmutación T_{ON} . Por supuesto, la primera parte del período de conmutación T_{ON} puede tener una duración diferente, según las necesidades.

Gracias a la solución descrita, se impide que la carga inductiva-resistiva L_{LOAD} almacene una cantidad excesiva de energía eléctrica. De esta manera, se evita o se limita a priori la aparición de sobretensiones en los terminales de salida C, E del dispositivo de conmutación 130.

20 Preferiblemente, después de que se ha conmutado, el dispositivo de conmutación 130 es mantenido en el estado de prohibición por los medios de control 131, hasta que la tensión de bus V_{DC} está por debajo de un primer valor de seguridad V_{S1} .

Una vez que se supera el evento de sobretensión (la tensión de bus V_{DC} está por debajo del nivel de seguridad V_{S1}), el dispositivo de conmutación 130 puede volver a operar con normalidad sin riesgos de fallo.

25 El comportamiento del dispositivo de suministro de energía 100, que se acaba de describir anteriormente, se ilustra mediante las gráficas de la figura 6.

Como se muestra, la aparición de un evento de sobretensión se determina durante la primera mitad del período de conmutación T_{ON} .

Los medios de control 131 generan una señal de control V_{GATE} para conmutar el dispositivo de conmutación 130 a un estado de prohibición.

30 El dispositivo de conmutación 130 se mantiene en el estado de prohibición, así logrado, hasta que la tasa de cambio de la tensión de bus V_{DC} o la tensión de bus V_{DC} vuelve a ser menor que el primer valor de seguridad V_{S1} .

35 Si se determina que se produce un evento de sobretensión en una segunda parte (por ejemplo, la segunda mitad o 50-100%) del período de conmutación T_{ON} o durante el segundo período de conmutación T_{OFF} de un ciclo de conmutación T (es decir, mientras el condensador resonante C_{RES} está cargado en su mayor parte o el dispositivo de conmutación 130 está en un estado de prohibición), la estrategia de protección descrita anteriormente sería ineficaz. De hecho, en esta situación, el pico de la tensión del conmutador V_{CE} es sustancialmente igual a la suma del valor pico normal que se experimentaría sin un evento de sobretensión y la sobretensión provocada por el evento de sobretensión en el condensador 13.

40 Para manejar esta situación, los medios de control 131 operan el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último es sometido a una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado.

Preferiblemente, cada secuencia BURST de conmutaciones de estado comprende un número predefinido (8 o 10) de conmutaciones de estado.

Las conmutaciones de estado de cada secuencia BURST tienen una duración T_{BURST} que es bastante más corta que el ciclo de conmutación T.

45 Como ejemplo, la duración del ciclo de conmutación T_{BURST} puede ser de 1 μs con un ciclo de trabajo del 10% (es decir, la duración de la activación del conmutador puede ser de 100 ns).

Preferiblemente, las conmutaciones de estado de cada secuencia BURST no se ejecutan con un período constante.

50 Preferiblemente, cada conmutación de estado está separada de la siguiente por un intervalo de tiempo que aumenta durante la ejecución de la propia secuencia. Dicho de otra manera, la densidad de las conmutaciones de estado disminuye durante la ejecución de cada secuencia BURST, es decir, es mayor al comienzo de cada secuencia BURST y menor al final de cada secuencia BURST.

Esta solución es bastante ventajosa ya que el aumento de la densidad de las conmutaciones de estado al comienzo de cada secuencia BURST proporciona una parada rápida del aumento de la tensión V_{CE} . Por otro lado, la disminución de la densidad de las conmutaciones de estado al final de cada secuencia BURST evita o limita una nueva aparición de la tensión V_{CE} cuando se ha completado la secuencia BURST.

- 5 Sin embargo, realizaciones alternativas de la presente invención pueden prever que los intervalos de tiempo entre conmutaciones de estado posteriores sean sustancialmente constantes durante la ejecución de las secuencias BURST.

Preferiblemente, también la duración D_{BURST} de cada secuencia BURST de conmutaciones de estado es menor que el ciclo de conmutación T del dispositivo de conmutación 130 (p. ej., 10 μ s).

- 10 Preferiblemente, el dispositivo de conmutación 130 se opera de modo que es sometido a una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado, hasta que la tensión del conmutador V_{CE} está por debajo de un segundo valor de seguridad V_{S2} .

Preferiblemente, al final de las una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado, los medios de control 131 operan el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último conmuta a un estado de prohibición.

- 15 Preferiblemente, el dispositivo de conmutación 130 es mantenido en el estado de prohibición por los medios de control 131, hasta que la tasa de cambio de la tensión de bus V_{DC} o la tensión de bus V_{DC} cae por debajo de un tercer valor de seguridad V_{S3} .

Una vez que se supera el evento de sobretensión (es decir, la tensión de bus V_{DC} cae por debajo del nivel de seguridad V_{S3}), el dispositivo de conmutación 130 puede en principio volver a operar con normalidad.

- 20 Sin embargo, la secuencia de conmutaciones de estado BURST generalmente provoca un sobrecalentamiento significativo del dispositivo de conmutación 130. Por lo tanto, es ventajoso que los medios de control 131 inhiban el proceso de conmutación durante un tiempo de reposo, comprendido entre 100 ms y 10 s, suficiente para enfriar la unión por debajo de un nivel seguro.

- 25 Gracias al modo operativo descrito impuesto por los medios de control 131, el dispositivo de conmutación 130 es capaz de disipar la energía eléctrica almacenada por el condensador resonante C_{RES} , sin incurrir en fallos, una vez que vuelve a la operación normal.

- 30 Si el dispositivo de conmutación 130 simplemente se mantuvo en un estado de prohibición, cuando se produzca un evento de sobretensión, la tensión resonante a través del dispositivo de conmutación 130 probablemente excedería su máximo (la tensión de rotura del dispositivo V_{CE_break}), produciendo como resultado un daño instantáneo y permanente del propio dispositivo de conmutación.

El mismo problema surgiría si el dispositivo de conmutación 130 simplemente se conmuta en un estado de conducción, una vez que se determina la aparición de un evento de sobretensión.

En cambio, dado que el dispositivo de trabajo 130 es sometido a una o más secuencias de rápidas conmutaciones de estado, la energía eléctrica almacenada por el condensador resonante C_{RES} se reduce gradualmente.

- 35 Una vez que los condensadores C_{BUS} y C_{RES} están sustancialmente descargados (la tensión de conmutación V_{CE} está por debajo del nivel de seguridad V_{S2}), el dispositivo de conmutación 130 se mantiene en un estado de prohibición durante un tiempo (hasta que la tasa de cambio de la tensión de bus V_{DC} o la tensión de bus V_{DC} está por debajo del nivel de seguridad V_{S3}).

- 40 De esta manera, el dispositivo de conmutación 130 puede volver a su temperatura operativa normal después de las múltiples conmutaciones de estado, a las que ha sido sometido.

Las gráficas de la figura 7 muestran el comportamiento operativo del dispositivo de suministro de energía 100, descrito justo anteriormente.

- 45 Como se muestra, la aparición de un evento de sobretensión se determina durante el período de conmutación T_{OFF} , cuando la tensión de bus V_{DC} o su primera derivada, supera el primer valor umbral V_{TH} en dicho periodo de conmutación.

Los medios de control 131 generan una señal de control pulsada V_{GATE} , para someter al dispositivo de conmutación 130 a una secuencia BURST de conmutaciones de estado.

- 50 En este caso, el dispositivo de conmutación 130 es sometido a una sola secuencia BURST de conmutaciones de estado, ya que después de dicha secuencia la tensión de conmutación V_{CE} cae por debajo del segundo valor de seguridad V_{S2} .

Al final de la secuencia BURST de conmutaciones de estado, el dispositivo de conmutación 130 es conmutado por los medios de control 131 a un estado de prohibición y es mantenido en dicho estado de prohibición, hasta que la tensión de bus V_{DC} vuelve a caer por debajo del tercer valor de seguridad V_{S3} .

5 De acuerdo con una realización alternativa de la presente invención, si se determina que se produce un evento de sobretensión durante un ciclo de conmutación T (es decir, durante el primer período de conmutación T_{ON} o durante el segundo período de conmutación T_{OFF}), los medios de control 131 simplemente operan el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último es sometido a una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado.

10 También en este caso, el dispositivo de conmutación 130 se opera preferiblemente de modo que es sometido a una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado, hasta que la tensión de conmutación V_{CE} vuelve a caer por debajo de un segundo valor de seguridad V_{S2} .

Además, al final de las una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado, los medios de control 131 operan preferiblemente el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último conmuta a un estado de prohibición y es mantenido en dicho estado de prohibición, hasta que la tasa de cambio de la tensión de bus V_{DC} o la tensión de bus V_{DC} cae por debajo de un tercer valor de seguridad V_{S3} .

15 Aparentemente, esta solución es menos sofisticada que la realización de la presente invención que se ha descrito anteriormente.

No obstante, tiene la notable ventaja de simplificar el procedimiento de control implementado mediante los medios de control 131, reduciendo de este modo la carga computacional.

20 En un aspecto adicional, la presente invención está relacionada con un método para operar el dispositivo de suministro de energía 100.

El método, de acuerdo con la invención, comprende el paso de determinar la aparición de un evento de sobretensión, en base a datos o señales de detección D_1 , S_1 indicativos del comportamiento de la tensión de bus V_{DC} y el paso de operar el dispositivo de conmutación 130, para llevar o mantener la tensión de conmutación V_{CE} , dentro de límites de seguridad predefinidos, cuando se determina un evento de sobretensión.

25 Preferiblemente, el método, de acuerdo con la invención, comprende el paso de operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último conmuta a un estado de prohibición, si se determina que dicho evento de sobretensión se produce durante una primera parte (por ejemplo, 0-50%) del período de conmutación T_{ON} de un ciclo de conmutación T .

30 Preferiblemente, el método, de acuerdo con la invención, comprende el paso de operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último mantiene dicho estado de prohibición, hasta que la tasa de cambio de la tensión de bus V_{DC} o la tensión de bus V_{DC} está por debajo del primer valor de seguridad V_{S1} .

35 Preferiblemente, el método, de acuerdo con la invención, comprende el paso de operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último es sometido a una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado, si se determina que dicho evento de sobretensión se produce durante una segunda parte (por ejemplo, 50-100%) del período de conmutación T_{ON} o durante el período de conmutación T_{OFF} .

Preferiblemente, el método, de acuerdo con la invención, comprende el paso de operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último es sometido a una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado, hasta que la tensión de conmutación V_{CE} está por debajo del segundo valor de seguridad V_{S2} .

40 Preferiblemente, el método, de acuerdo con la invención, comprende el paso de operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último conmuta a un estado de prohibición, al final de dichas una o más secuencias de conmutaciones de estado.

Preferiblemente, el método, de acuerdo con la invención, comprende el paso de operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último mantiene dicho estado de prohibición, hasta que la tasa de cambio de la tensión de bus V_{DC} o la tensión de bus V_{DC} está por debajo del tercer valor de seguridad V_{S3} .

45 De acuerdo con una realización alternativa, el método, de acuerdo con la invención, comprende el paso de operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último es sometido a una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado, si se determina que dicho evento de sobretensión se produce durante un ciclo de conmutación T (es decir, durante el primer período de conmutación T_{ON} o durante el segundo período de conmutación T_{OFF}).

50 También en este caso, el método, de acuerdo con la invención, puede comprender los pasos de:

- operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último es sometido a una o más secuencias BURST de conmutaciones de estado, hasta que la tensión de conmutación V_{CE} está por debajo del segundo valor de seguridad V_{S2} ;

- operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último conmuta a un estado de prohibición, al final de dichas secuencias BURST de conmutaciones de estado;

- operar el dispositivo de conmutación 130, de modo que este último mantiene dicho estado de prohibición, hasta que la tasa de cambio de la tensión de bus V_{DC} o la tensión de bus V_{DC} está por debajo del tercer valor de seguridad V_{S3} .

- 5 El dispositivo de suministro de energía 100 y el método de operación del mismo, de acuerdo con la presente invención, permiten alcanzar completamente los objetivos y objetos previstos.

Los medios de control 131 determinan la aparición de un posible evento de sobretensión sólo en base a información relacionada con el comportamiento de la tensión de bus V_{DC} .

- 10 De esta manera, la aparición de un posible evento de sobretensión se comprueba antes de que la tensión del conmutador alcance valores excesivos o antes de que el condensador resonante C_{RES} almacene una cantidad excesiva de energía eléctrica.

El enfoque propuesto por la presente invención permite que los medios de control 131 utilicen eficientemente datos que ya están disponibles para ellos, ya que la tensión de bus V_{DC} típicamente se monitoriza también durante las operaciones normales del dispositivo de suministro de energía 100.

- 15 En base a la información así obtenida, los medios de control 131 intervienen sobre el estado de conmutación del dispositivo de conmutación 130, que se ve obligado a operar en condiciones de emergencia, hasta que se supera el evento de sobretensión.

- 20 Ventajosamente, el dispositivo de conmutación 130 es operado para impedir el almacenamiento excesivo de energía eléctrica en el tanque resonante o para disipar gradualmente la energía eléctrica que posiblemente se ha almacenado en dicho tanque resonante.

De esta manera, el dispositivo de suministro de energía 100 garantiza una protección efectiva del dispositivo de conmutación 130 contra fenómenos de sobretensión sin hardware dedicado.

El dispositivo de suministro de energía 130 tiene así una estructura de circuito simplificada con respecto a los dispositivos del estado de la técnica.

- 25 El dispositivo de suministro de energía 130 ha demostrado ser relativamente fácil y relativamente barato de fabricar a nivel industrial.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de suministro de energía (100) para un electrodoméstico que comprende:

5 - un convertidor de conmutación (110) que comprende una etapa rectificadora (12), conectada eléctricamente con la red eléctrica (10), un condensador de bus (13), conectado eléctricamente en paralelo con terminales de salida de dicha etapa rectificadora (12), un tanque resonante (200) conectado eléctricamente con un terminal (A) de dicho condensador de bus (13), y un dispositivo de conmutación (130), conectado eléctricamente con dicho tanque resonante y con otro terminal (B) del condensador de bus (13);

10 - medios de control (131) para controlar la operación de dicho dispositivo de conmutación, operando dichos medios de control, en condiciones normales, dicho dispositivo de conmutación con un ciclo de conmutación (T) que comprende un primer período de conmutación (T_{ON}), en el cual dicho dispositivo de conmutación está en un estado de conducción (ON) y permite el flujo de una primera corriente (I_s) entre dicho condensador de bus (13) y dicho tanque resonante (200), y un segundo período de conmutación (T_{OFF}), en el cual dicho dispositivo de conmutación está en un estado de prohibición (OFF) y bloquea el flujo de dicha primera corriente (I_s);

en donde dichos medios de control (131) están configurados para:

15 - determinar la aparición de un evento de sobretensión, en base a datos o señales de detección (D_1 , S_1) indicativos del comportamiento de una tensión de bus (V_{DC}) entre los terminales (A, B) de dicho condensador de bus (13);

- operar dicho dispositivo de conmutación (130) para llevar o mantener una tensión del conmutador (V_{CE}) entre terminales de salida (C, E) de dicho dispositivo de conmutación, dentro de límites de seguridad predefinidos, cuando se determina la aparición de un evento de sobretensión;

20 - operar dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación conmuta a dicho estado de prohibición, si se determina que dicho evento de sobretensión se produce durante una primera parte de dicho primer período de conmutación (T_{ON});

25 - operar dicho dispositivo de conmutación (130) de modo que dicho dispositivo de conmutación mantiene dicho estado de prohibición, hasta que la tasa de cambio de dicha tensión de bus (V_{DC}) o dicha tensión de bus (V_{DC}) está por debajo de un primer valor de seguridad (V_{S1});

- caracterizado por que dichos medios de control están configurados además para:

30 operar dicho dispositivo de conmutación (130) de modo que dicho dispositivo de conmutación es sometido a una o más secuencias (BURST) de conmutaciones de estado, si se determina que dicho evento de sobretensión se produce durante una segunda parte de dicho primer período de conmutación (T_{ON}) o durante dicho segundo período de conmutación (T_{OFF}),

- en donde dichas conmutaciones de estado de cada secuencia (BURST) tienen una duración (T_{BURST}) que es menor que el ciclo de conmutación (T).

35 2. Un dispositivo de suministro de energía, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dichos medios de control (131) operan dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación es sometido a una o más secuencias (BURST) de conmutaciones de estado, hasta que dicha tensión de conmutación (V_{CE}) está por debajo de un segundo valor de seguridad (V_{S2}).

3. Un dispositivo de suministro de energía, de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que dichos medios de control (131) operan dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación conmuta a un estado de prohibición, al final de dichas una o más secuencias (BURST) de conmutaciones de estado.

40 4. Un dispositivo de suministro de energía, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la densidad de las conmutaciones de estado de una secuencia (BURST) de conmutaciones de estado disminuye durante la ejecución de dicha secuencia de conmutaciones de estado.

45 5. Un dispositivo de suministro de energía, de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que dichos medios de control (131) operan dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación mantiene dicho estado de prohibición, hasta que la tasa de cambio de dicha tensión de bus (V_{DC}) o dicha tensión de bus (V_{DC}) está por debajo de un tercer valor de seguridad (V_{S3}).

6. Un electrodoméstico caracterizado por que comprende un dispositivo de suministro de energía (100), de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores.

50 7. Un método para operar un dispositivo de suministro de energía (100) para un electrodoméstico, comprendiendo dicho dispositivo de suministro de energía un convertidor de conmutación (110) que comprende una etapa rectificadora (12), conectada eléctricamente a la red eléctrica (10), un condensador de bus (13), conectado eléctricamente en paralelo con terminales de salida de dicha etapa rectificadora (12), un tanque resonante (200) conectado

- eléctricamente con un terminal (A) de dicho condensador de bus (13), y un dispositivo de conmutación (130), conectado eléctricamente con dicho tanque resonante y con otro terminal (B) del condensador de bus; comprendiendo dicho método el paso de operar, en condiciones normales, dicho dispositivo de conmutación con un primer ciclo de conmutación (T) que comprende un primer período de conmutación (T_{ON}), en el cual dicho dispositivo de conmutación está en un estado de conducción y permite el flujo de una primera corriente (I_s) entre dicho condensador de bus (13) y dicho tanque resonante (200), y un segundo período de conmutación (T_{OFF}), en el cual dicho dispositivo de conmutación está en un estado de prohibición y bloquea el flujo de dicha primera corriente (I_s), caracterizado por que comprende los pasos de:
- 5
 - 10 - determinar la aparición de un evento de sobretensión, en base a datos o señales de detección (D_1 , S_1) indicativos del comportamiento de una tensión de bus (V_{DC}) entre los terminales (A, B) de dicho condensador de bus (13);
 - operar dicho dispositivo de conmutación (130), para llevar o mantener una tensión del conmutador (V_{CE}), entre terminales de salida (C, E) de dicho dispositivo de conmutación, dentro de límites de seguridad predefinidos, cuando se determina la aparición de un evento de sobretensión,
 - 15 - operar dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación conmuta a un estado de prohibición, si se determina que dicho evento de sobretensión se produce durante una primera parte de dicho primer período de conmutación (T_{ON}),
 - operar dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación mantiene dicho estado de prohibición, hasta que la tasa de cambio de dicha tensión de bus (V_{DC}) o dicha tensión de bus (V_{DC}) está por debajo de un primer valor de seguridad (V_{S1}),
 - 20 caracterizado por que comprende el paso de operar dicho dispositivo de conmutación (130) de modo que dicho dispositivo de conmutación es sometido a una o más secuencias (BURST) de conmutaciones de estado, si se determina que dicho evento de sobretensión se produce durante una segunda parte de dicho primer período de conmutación (T_{ON}) o durante dicho segundo período de conmutación (T_{OFF}), en donde dichas conmutaciones de estado de cada secuencia (BURST) tienen duraciones (T_{BURST}) que son menores que el ciclo de conmutación (T).
 - 25 8. Un método, de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que comprende el paso de operar dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación es sometido a una o más secuencias (BURST) de conmutaciones de estado, hasta que dicha tensión de conmutación (V_{CE}) está por debajo de un segundo valor de seguridad (V_{S2}).
 - 30 9. Un método, de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que comprende el paso de operar dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación conmuta a un estado de prohibición, al final de dichas una o más secuencias (BURST) de conmutaciones de estado.
 - 10. Un método, de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que la densidad de las conmutaciones de estado de una secuencia (BURST) de conmutaciones de estado disminuye durante la ejecución de dicha secuencia de conmutaciones de estado.
 - 35 11. Un método, de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que comprende el paso de operar dicho dispositivo de conmutación (130), de modo que dicho dispositivo de conmutación mantiene dicho estado de prohibición, hasta que la tasa de cambio de dicha tensión de bus (V_{DC}) o dicha tensión de bus (V_{DC}) está por debajo de un tercer valor de seguridad (V_{S3}).

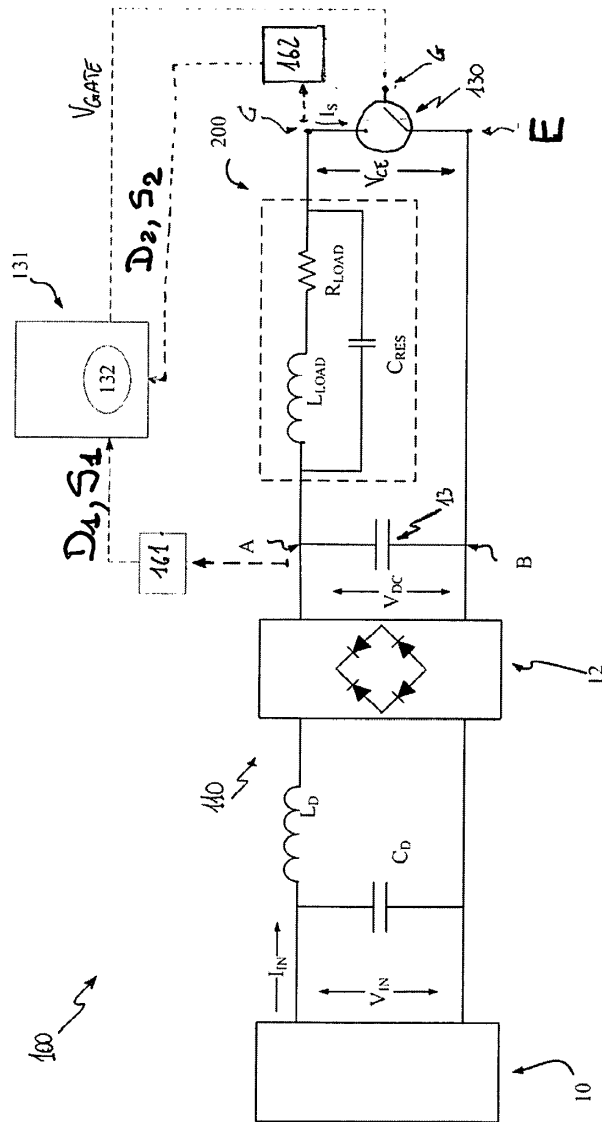


FIG. 1

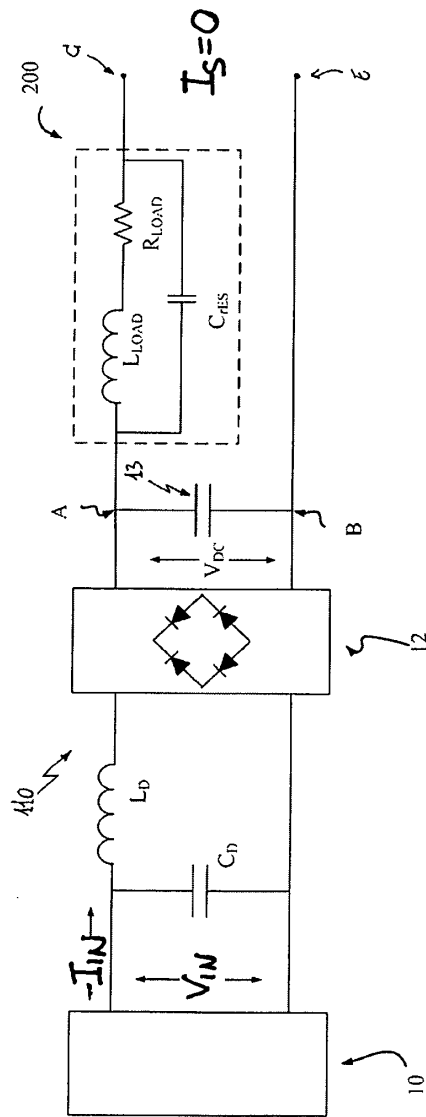


FIG. 2

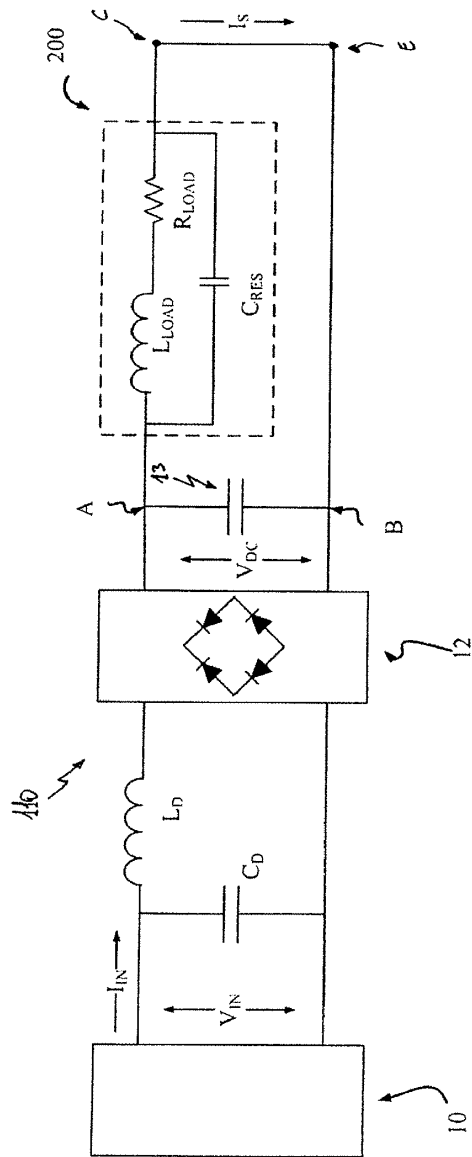


FIG. 3

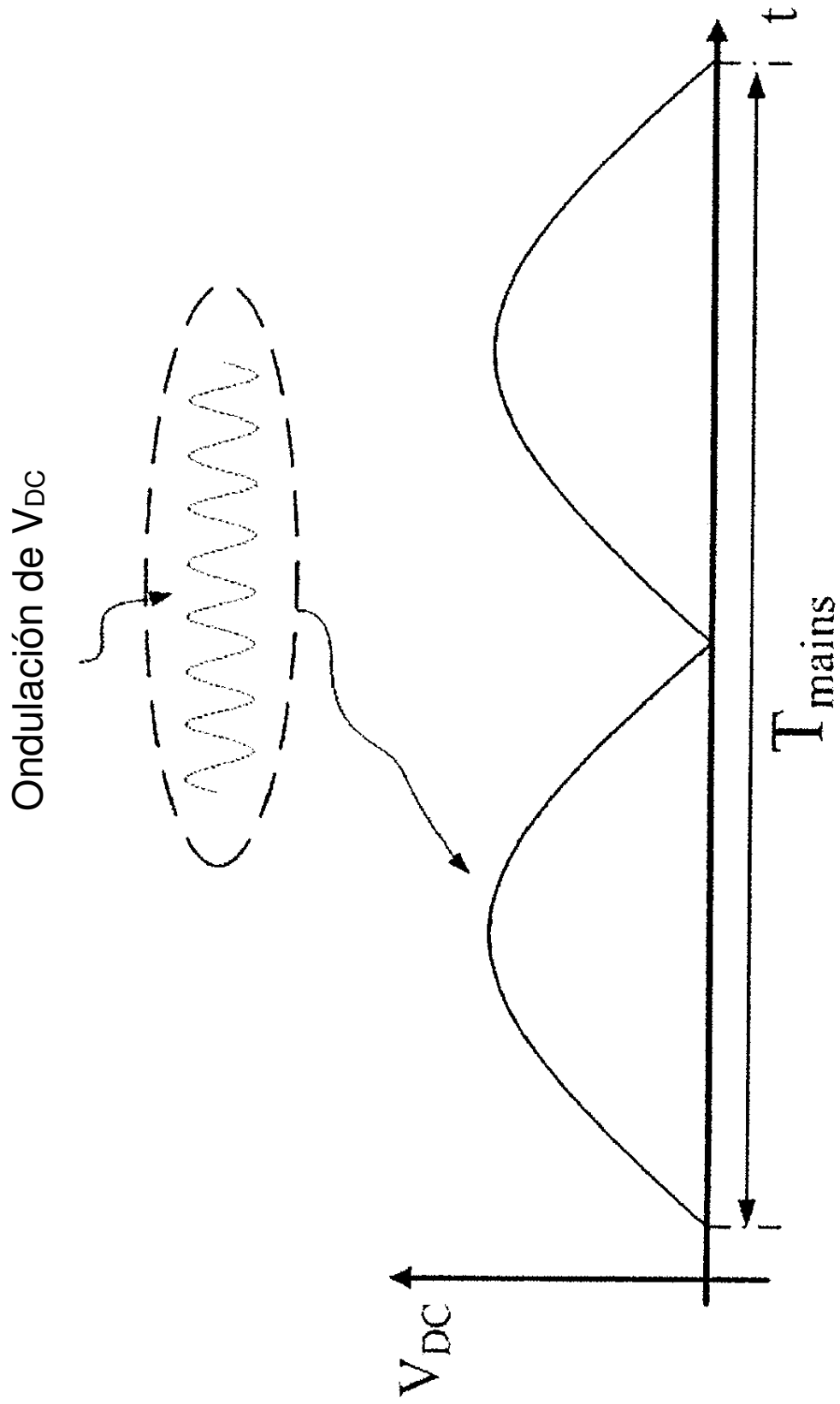


FIG. 4

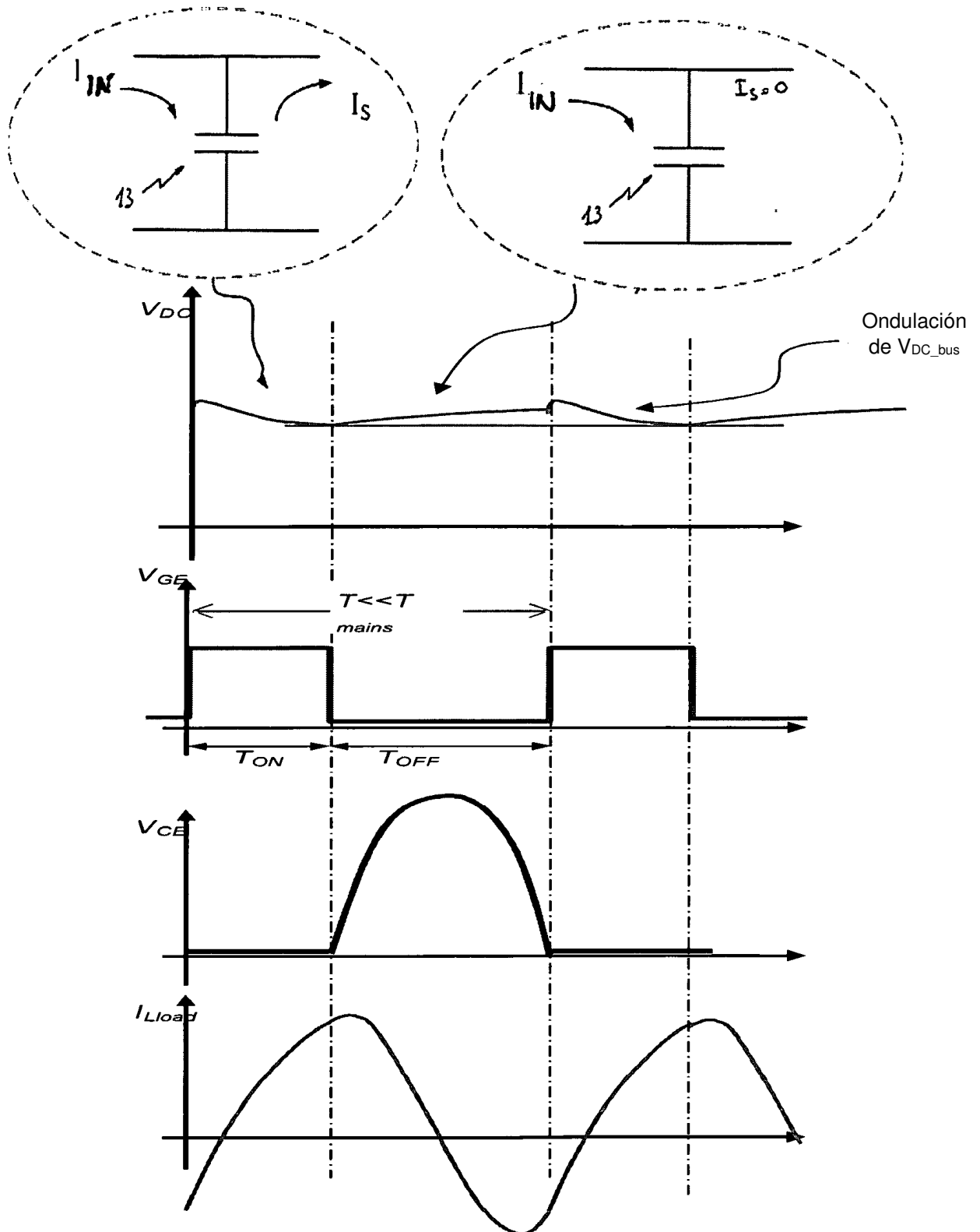


FIG. 5

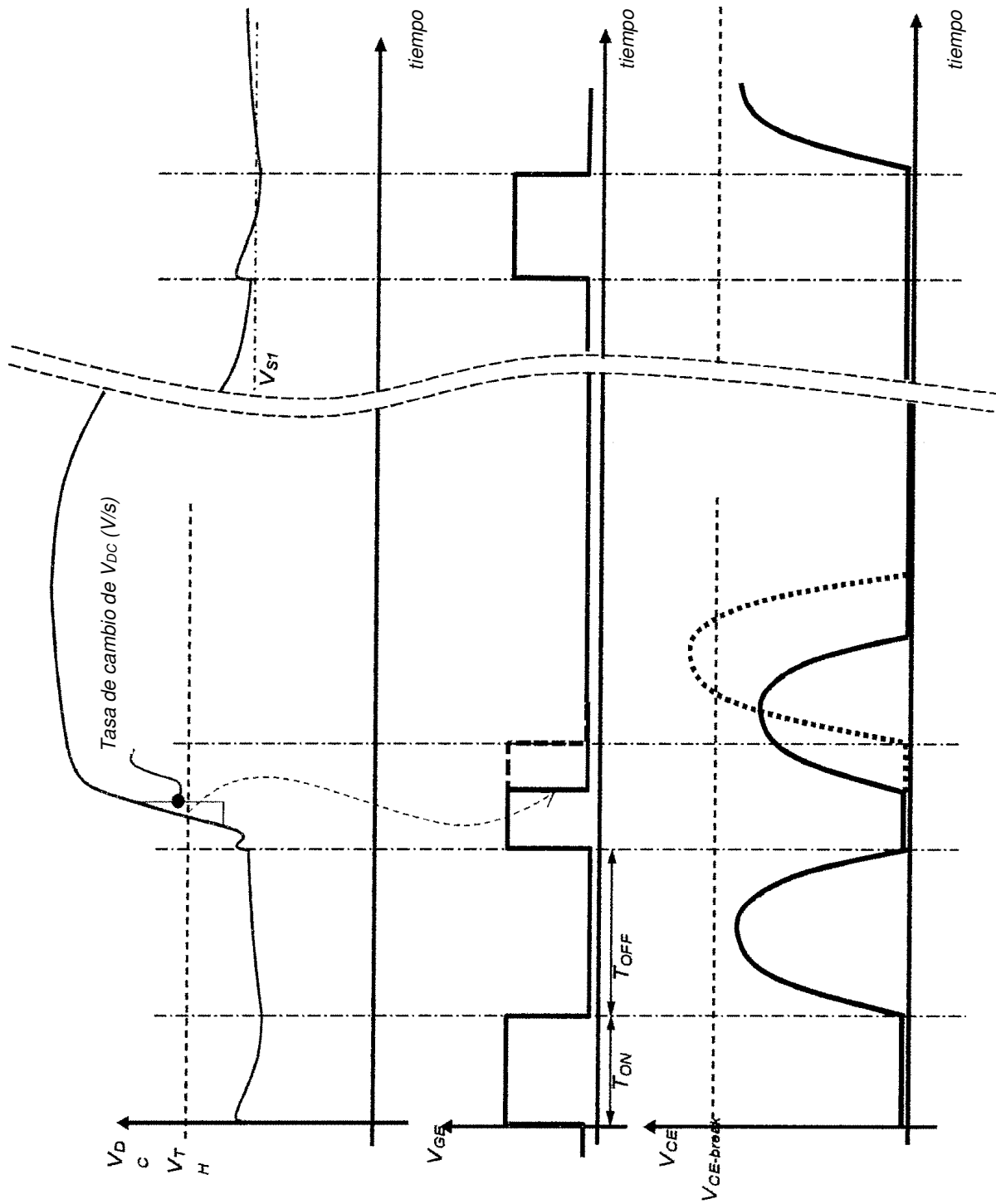


FIG. 6

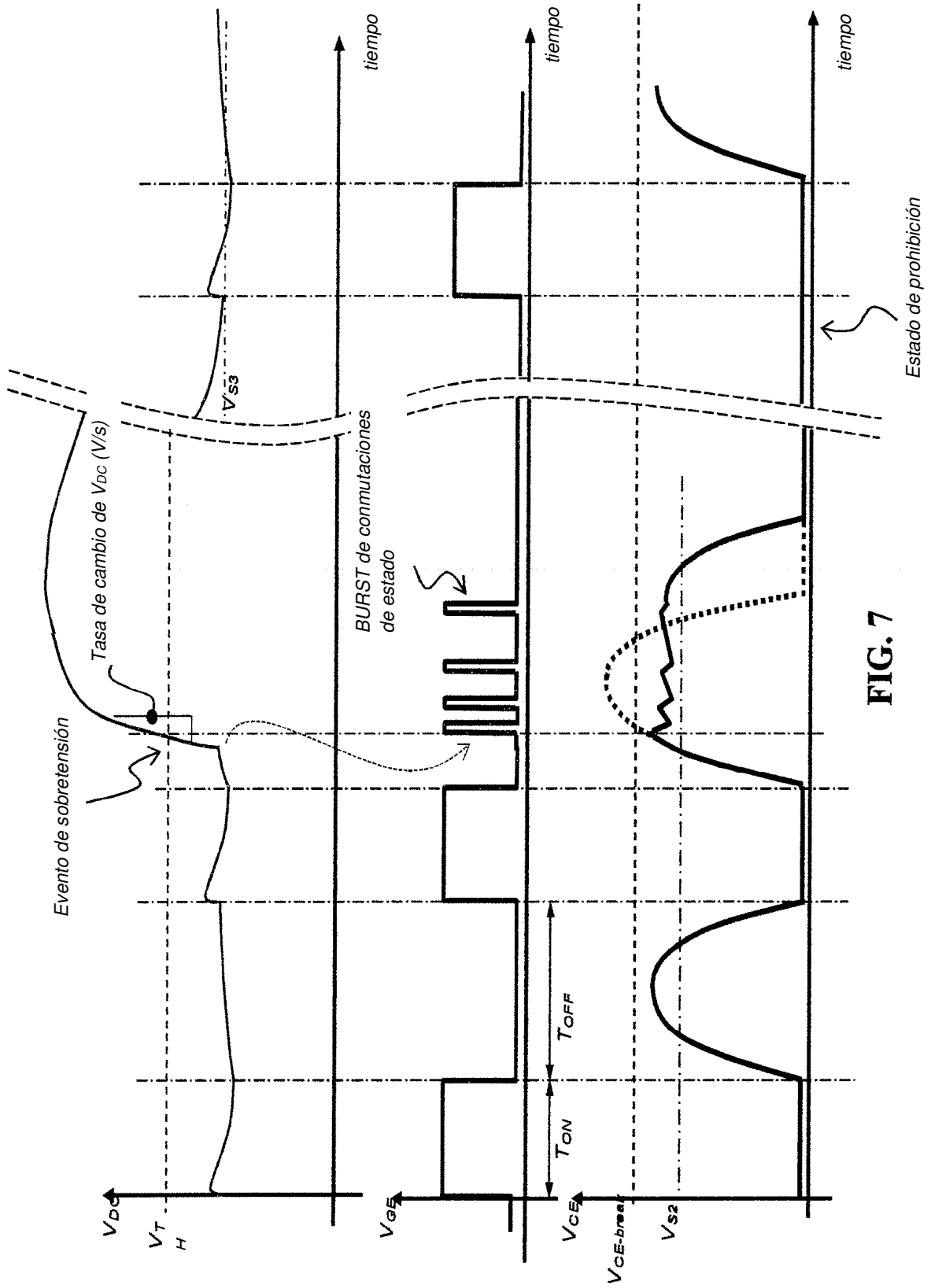


FIG. 7