

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 827**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/12** (2006.01)

**H02M 1/42** (2007.01)

**H02M 7/217** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2011 PCT/JP2011/003960**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2012 WO12008139**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2011 E 11806474 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2595298**

54 Título: **Dispositivo de circuito rectificador**

30 Prioridad:

**12.07.2010 JP 2010157459**

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

**29.10.2018**

73 Titular/es:

**PANASONIC CORPORATION (100.0%)  
1006, Oaza Kadoma  
Kadoma-shi, Osaka 571-8501, JP**

72 Inventor/es:

**YOSHIDA, IZUMI;  
DOYAMA, YOSHIAKI;  
KYOGOKU, AKIHIRO y  
KAWASAKI, TOMOHIRO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 687 827 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

Dispositivo de circuito rectificador

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a dispositivos de circuito rectificador a aplicar a dispositivos para rectificar suministros de energía de CA monofásicos, tales como los de uso doméstico para formar suministros de energía de CC sustancialmente y para impulsar cargas de CC con las fuentes de alimentación de CC formadas, y dispositivos para convertir tales suministros resultantes de energía de CC en electricidades de CA con frecuencias arbitrarias, de nuevo, a través de circuitos de inversor y para impulsar motores a velocidades variables, tales dispositivos para realizar enfriamiento, calentamiento o congelación de alimentos, y similares, con bombas de calor estructuradas mediante la compresión de refrigerantes con compresores. La presente invención se refiere a impulsar y controlar los dispositivos de circuito rectificador con mayor eficacia, que son capaces de reducir los componentes armónicos contenidos en las corrientes eléctricas de los suministros de energía y también son capaces de mejorar los factores de energía, en tales diversos tipos de dispositivos, para reducir las cargas en los sistemas de transmisión de energía eléctrica.

**Antecedentes de la Invención**

15 Convencionalmente, según se ilustra en la figura 10, por ejemplo, un dispositivo de circuito rectificador de este tipo está adaptado para cortocircuitar un suministro 1 de energía de CA con un interruptor 3c semiconductor que está en estado ENCENDIDO, a través de un puente 2 de rectificación y un reactor 3a, para cargar el reactor 3a con una corriente eléctrica y, adicionalmente, está adaptado para hacer fluir una corriente eléctrica a una carga 4 desde el reactor 3a a través de un diodo 3b cuando el interruptor 3c semiconductor ha sido llevado a un estado APAGADO, con el fin de hacer fluir una corriente eléctrica desde el suministro de energía incluso dentro de intervalos dentro de los cuales la tensión de momento del suministro 1 de energía de CA es inferior. Con esta estructura, es posible reducir los componentes armónicos en la corriente eléctrica desde el suministro de energía, mejorando así el factor de energía. Sin embargo, encendiendo y apagando el interruptor 3c semiconductor (en lo sucesivo, denominado como corte), se hace fluir una corriente eléctrica a través del interruptor 3c semiconductor que está sometido al corte, que incluye pérdidas en el circuito. Con el fin de superar el problema de tales pérdidas de circuito, se han sugerido procedimientos que realizan el corte solo dentro de ciertos intervalos de fase CA, mientras lo detiene dentro de los intervalos restantes, en lugar de cortar continuamente el interruptor 3c semiconductor (consultar la Literatura de Patente 1, por ejemplo).

20 La figura 10 ilustra un dispositivo de circuito rectificador activo convencional descrito en la Literatura de Patente 1. Este dispositivo de circuito rectificador está adaptado para rectificar el suministro 1 de energía de CA con el puente 2 de rectificación para convertir electricidad de CA en electricidad de CC que incluye pulsaciones y, adicionalmente, para suministrar energía eléctrica a un condensador 3d de amortiguamiento y la carga 4 a través del reactor 3a y el diodo 3b. El dispositivo de circuito rectificador activo convencional ilustrado en la figura 10 es un dispositivo de circuito rectificador que tiene una función de mejora del factor de energía provisto por un circuito 3 de corte de refuerzo, en el que el circuito 3 de corte de refuerzo está estructurado para poder cortocircuitar la salida del puente 2 de rectificación mediante el interruptor 3c semiconductor, a través del reactor 3a. El circuito 3 de corte de refuerzo se controla, para detectar una corriente eléctrica de entrada con el medio 6 de detección y una porción 10 de detección de corriente eléctrica de entrada, y que realice adicionalmente el corte del interruptor 3c semiconductor de tal modo que la corriente eléctrica de entrada tenga la misma forma que la forma de onda de la tensión de entrada (la forma de onda de la tensión de suministro de energía) detectada por la porción 11 de detección de tensión de entrada y, adicionalmente, que ajuste la amplitud de la corriente eléctrica de entrada de tal modo que la tensión de salida llegue a ser una tensión deseada.

25 Particularmente, la Literatura de Patente 1 sugiere una invención para cortar el interruptor semiconductor solo dentro de intervalos mínimos necesarios para reducir los armónicos, con el fin de reducir las pérdidas de circuito. La figura 11 es un diagrama de bloques de control que ilustra un procedimiento de control para alcanzar esto. El medio 5 de detección cruzada cero del suministro de energía está adaptado para detectar la fase de la tensión del suministro de energía, y el interruptor 3c semiconductor de la figura 10 se controla, a través de un contador 13a de pulsos, para permitir cortar el interruptor 3c semiconductor solo dentro de ciertos intervalos, a la vez que lleva al interruptor 3c semiconductor a un estado de APAGADO dentro de los otros intervalos. Este procedimiento de control está destinado a realizar un dispositivo de circuito rectificador capaz de reducir las pérdidas, a la vez que apenas aumenta los armónicos del suministro de energía.

30 Adicionalmente, mientras que el procedimiento de control de la Literatura de Patente 1 necesita la forma de onda de la tensión del suministro de energía, también se han sugerido procedimientos para realizar las mismas operaciones usando formas de onda predeterminadas, sin usar la forma de onda de una tensión de suministro de energía (referirse a la Literatura de Patente 2, por ejemplo). Adicionalmente, también se han sugerido procedimientos de control simples que se dirigen a los mismos efectos sin usar las formas de onda de corriente eléctrica objetivo (referirse a la Literatura de Patente 3, por ejemplo).

El artículo "Variable Structure Controller For AC/DC Boost Converter", Proceedings of the International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation (IECON), vol. 3, páginas 1449 a 1454, 1994, por R. Morici y col., desvela un controlador de estructura variable para un convertidor de refuerzo de CA/CC que asegura tanto la robustez con respecto a las variaciones de carga como el factor de energía casi unitario.

5 **Lista de citas**

**Literaturas de Patente**

Literatura de Patente 1: Patente Japonesa No Examinada  
Publicación № 2005-253284

10 Literatura de Patente 2: Patente Japonesa No Examinada  
Publicación № 2007-129849

Literatura de Patente 3: Patente Japonesa No Examinada  
Publicación № 2000-224858

**Sumario de la invención**

**Problema técnico**

15 Sin embargo, con la estructura del dispositivo de circuito rectificador convencional anteriormente mencionado, en condiciones donde la carga es fija, la tensión de salida se controla para ser constante y, también, el corte del interruptor semiconductor se realiza dentro de intervalos fijos. Por lo tanto, si el medio de detección de tensión de salida implica errores, esto cambia la forma de onda de la corriente eléctrica. Por ejemplo, en casos de rectificar una tensión de CA con un valor eficaz de 200 V para proporcionar una tensión de CC de aproximadamente 280 V, la tensión de CC varía solo en 1 V, cambiando así en gran medida la forma de onda de la corriente eléctrica. Dicha precisión de 1 V con respecto a una tensión de CC de 280 V corresponde a aproximadamente el 0,3 %. En los casos de dividir la tensión con resistencias para procesarla en una tensión inferior, en la detección de la tensión, es necesario proporcionar resistencias con precisión significativamente mayor. Por lo tanto, en consideración de la precisión de la detección de la tensión de salida, es necesario establecer los intervalos de corte para que sea más largos, con el fin de reducir los armónicos incluso en tales formas de onda de corriente eléctrica modificadas. Esto induce el problema de aumentos de pérdidas de circuito.

Adicionalmente, con tales dispositivos de circuito rectificador convencionales, la pérdida disminuye a medida que se reduce la tensión de salida. Sin embargo, si se intenta establecer que la tensión de salida sea una tensión menor que un valor de momento de la tensión del suministro de energía, se realiza el corte, a través del control, dentro de intervalos de corte predeterminados, incluso cuando una tensión de CA es inferior a la tensión de salida dentro de los intervalos dentro de los cuales el interruptor semiconductor está sometido a corte. Esto induce un fenómeno de que la tensión de salida se alcanza debido a las operaciones de refuerzo dentro de estos intervalos de corte. Por lo tanto, tales dispositivos de circuito rectificador convencional han tenido el problema de dificultad de configurar la tensión de salida para que sea más baja, a la vez que implica pérdidas reducidas.

35 La presente invención se realiza con el fin de superar los problemas en los dispositivos de circuito rectificador convencionales anteriormente mencionados y tiene como objetivo proporcionar un dispositivo de circuito rectificador que es capaz de reducir las corrientes eléctricas armónicas del suministro de energía independientemente de la precisión de la detección de la tensión de salida y, también, es capaz de reducir las pérdidas.

**Solución al problema**

40 Con el fin de solucionar los problemas anteriormente mencionados, un dispositivo de circuito rectificador según la presente invención está provisto de medios para detectar la fase de una tensión de CA, adicionalmente, está adaptada para formar una forma de onda de corriente eléctrica objetivo según la fase detectada y, adicionalmente, está provisto de un medio para detectar una corriente eléctrica en el lado de CA o una corriente eléctrica que fluye desde el lado CA hasta el lado CC; un medio para detectar una tensión de CC; y un medio para ajustar y controlar el corte en el interruptor semiconductor de tal manera que una forma de onda de corriente eléctrica detectada tiene una forma igual a la de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo y, adicionalmente, para ajustar una amplitud de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo de tal manera que la tensión CC llegue a ser una tensión deseada; en el que la tensión de CC deseada se ajusta de tal manera que una fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia de un estado de corte a un estado de detención de corte llegue a ser una fase deseada.

50 Adicionalmente, al ajustar la tensión de CC deseada, el dispositivo de circuito rectificador determina una fase ( $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de detención al estado de corte, además, a la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, calcula adicionalmente una anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte, de la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, y de la fase ( $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de detención al estado de corte, y

ajusta, además, la tensión de CC deseada de tal manera que la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte llegue a ser un valor preestablecido, preferentemente al ajuste de la tensión de CC basándose en la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, cuando la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte es inferior al valor preestablecido, antes de la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte llegue a ser la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ) deseada.

Adicionalmente, la forma de onda de la corriente eléctrica objetivo puede ser una forma de onda de corriente eléctrica objetivo que tiene la misma frecuencia y la misma fase que las de la forma de onda de la tensión de CA, además, tiene un aumento monótono o una combinación de un aumento monótono y un estado constante dentro del rango de fase de CA de 0 a 90 grados o de 180 a 270 grados y, adicionalmente, tiene un valor objetivo de cero en un intervalo dentro de los rangos de fase de CA de 90 a 180 grados y de 270 a 360 grados. También, la forma de onda de corriente eléctrica objetivo puede ser una forma de onda de corriente eléctrica objetivo que tiene un aumento monótono o una combinación de un aumento monótono y un valor constante, hasta la fase deseada a la que se desea que el interruptor semiconductor cambie a la detención de corte, dentro del rango de fase de CA de 0 a 90 grados o de 180 a 270 grados y, adicionalmente, tiene un valor objetivo de cero en un intervalo dentro de los rangos de fase de CA de 90 a 180 grados y de 270 a 360 grados. Adicionalmente, el dispositivo de circuito rectificador está provisto de un medio para detectar una corriente eléctrica en el lado de CA o una corriente eléctrica que fluye desde el lado CA hasta el lado CC; un medio para detectar una tensión de CC; un medio para ajustar y controlar el corte en el interruptor semiconductor de tal manera que una corriente eléctrica detectada tenga la misma forma de onda que la forma de onda de corriente eléctrica objetivo y, adicionalmente, para ajustar una amplitud de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo de tal manera que la tensión CC llegue a ser una tensión deseada; en el que, la tensión de CC deseada se ajusta de tal manera que la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, que es el resultado de la ejecución del control anteriormente mencionado, llegue a ser la fase deseada.

Por consiguiente, aunque si la tensión de CC se detecta con tal precisión como para inducir errores, la tensión de CC se ajusta para tener un valor relativamente apropiado, que permite la provisión de la misma forma de onda de corriente eléctrica, reduciendo así continuamente las pérdidas. Además, una restricción se ejerce en la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte, que permite la realización operaciones de rectificación que inducen corrientes eléctricas armónicas reducidas, sin ser influenciado por las magnitudes de la energía eléctrica y el reactor.

### **Efectos ventajosos de la invención**

Con el dispositivo de circuito rectificador según la presente invención, es posible realizar rectificación de operaciones que reducen continuamente las pérdidas y, adicionalmente, induce las corrientes eléctricas armónicas reducidas, sin ser influenciado por las magnitudes de la energía eléctrica y el reactor.

### **Breve Descripción de los Dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques de circuito que ilustra una estructura de circuito entera de una primera realización según la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques de control que ilustra el procesamiento dentro de un circuito de control en la figura 1.

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra los contenidos de procesamiento mediante el medio de detección de fase/anchura de corte de la primera realización según la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de forma de onda que ilustra un principio operativo de la primera realización según la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de forma de onda que ilustra un principio operativo de una segunda realización según la presente invención.

La figura 6 es un diagrama de forma de onda que ilustra ejemplos de formas de onda de corriente eléctrica objetivo usable de la segunda realización según la presente invención.

La figura 7 es un diagrama de forma de onda que ilustra el principio de detección de la fase de suministro de energía de la primera a la cuarta realización según la presente invención.

La figura 8 es un diagrama de bloques de circuito que ilustra una estructura de circuito entera de una tercera realización según la presente invención.

La figura 9 es un diagrama de bloques de circuito que ilustra una estructura de circuito entera de una cuarta realización según la presente invención.

La figura 10 es el diagrama de bloques de circuito que ilustra la estructura entera del dispositivo de circuito rectificador convencional.

La figura 11 es el diagrama de bloques de control que ilustra el procesamiento dentro del circuito de control en el dispositivo de circuito rectificador convencional.

### **Descripción de las realizaciones**

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un medio para detectar la fase de una tensión de CA y,

adicionalmente, una forma de onda de corriente eléctrica objetivo se forma según la fase detectada. Adicionalmente, se proporciona un medio para detectar una corriente eléctrica en el lado de CA o una corriente eléctrica que fluye desde el lado CA hasta el lado CC; un medio para detectar una tensión de CC; y un medio para ajustar controlar el corte en el interruptor semiconductor de tal manera que una forma de onda de corriente eléctrica detectada tiene una forma igual a la de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo y, adicionalmente, para ajustar una amplitud de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo de tal manera que la tensión CC llegue a ser una tensión deseada; en el que la tensión de CC deseada se ajusta de tal manera que una fase a la que el interruptor semiconductor cambia de un estado de corte a un estado de detención de corte, que es el resultado de la ejecución del control anteriormente mencionado, llegue a ser una fase deseada.

Adicionalmente, el medio para ajustar y controlar el corte en el interruptor semiconductor está adaptado para determinar una fase ( $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia de un estado de detención a un estado de corte, además, a la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, para calcular adicionalmente una anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte, de la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, y de la fase ( $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de detención al estado de corte y para ajustar, además, la tensión de CC deseada de tal manera que la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte llegue a ser un valor preestablecido, preferentemente al ajuste de la tensión de CC basándose en la fase ( $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) a la que cambia del estado de corte al estado de detención de corte, cuando la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte es inferior al valor preestablecido, antes de la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que cambia del estado de corte al estado de detención de corte llegue a ser la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ) deseada.

Adicionalmente, se usa una forma de onda de corriente eléctrica objetivo detectada, en la que la forma de onda de la corriente eléctrica objetivo está constituida por una primera forma de onda de corriente eléctrica objetivo que tiene la misma frecuencia y la misma fase que las de la forma de onda de la tensión de CA, además, tiene un aumento monótono o una combinación de un aumento monótono y un estado constante dentro del rango de fase de CA de 0 a 90 grados o de 180 a 270 grados y, adicionalmente, tiene un valor objetivo de cero en un intervalo dentro de los rangos de fase de CA de 90 a 180 grados y de 270 a 360 grados o por una segunda forma de onda de corriente eléctrica objetivo que tiene un aumento monótono o una combinación de un aumento monótono y un estado constante hasta la fase deseada a la que se desea cambiar el interruptor semiconductor del estado de corte al estado de detención de corte, dentro del rango de fase de CA de 0 a 90 grados o de 180 a 270 grados y, adicionalmente, tiene un valor objetivo de cero en un intervalo dentro de los rangos de fase de CA de 90 a 180 grados y de 270 a 360 grados. Adicionalmente, se proporciona un medio para detectar una corriente eléctrica en el lado de CA o una corriente eléctrica que fluye desde el lado CA hasta el lado CC, un medio para detectar una tensión de CC, un medio para ajustar y controlar el corte en el interruptor semiconductor de tal manera que una forma de onda de corriente eléctrica detectada tenga la misma forma de onda que la forma de onda de corriente eléctrica objetivo y, adicionalmente, para ajustar una amplitud de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo de tal manera que la tensión CC llegue a ser una tensión deseada. Adicionalmente, cuando la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte, que es el resultado de la ejecución del control anteriormente mencionado, es superior que el valor preestablecido, la tensión de CC deseada se ajusta de tal manera que la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte llegue a ser la fase deseada. Por otra parte, cuando la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte es igual o inferior al valor preestablecido, la tensión de CC deseada se ajusta de tal manera que la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte llegue a ser el valor preestablecido (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}^*$ ).

Por consiguiente, aunque si la tensión de CC se detecta con tal precisión como para inducir errores, la tensión de CC se ajusta para tener un valor relativamente apropiado, que permite la provisión de la misma forma de onda de corriente eléctrica, reduciendo así continuamente las pérdidas. Además, una restricción se ejerce en la anchura de fase, (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte, que puede realizar operaciones de rectificación que inducen corrientes eléctricas armónicas reducidas, sin ser influenciado por las magnitudes de la energía eléctrica y el reactor.

Adicionalmente, el estado de corte y el estado de detención de corte según la presente invención se refiere a los estados de interrupción del interruptor semiconductor durante la mitad del periodo del suministro de energía.

En lo sucesivo, se describirán las realizaciones preferentes de la presente invención, con referencia a los dibujos. Adicionalmente, la presente invención no se limita a estas realizaciones.

(Primera realización)

La figura 1 es un diagrama de bloques de circuito que ilustra la estructura de todo un dispositivo de circuito rectificador según una primera realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 1, se forma un bucle para cortocircuitar un suministro 1 de energía de CA a través de un reactor 102 y un interruptor 104 semiconductor que está en un estado ENCENDIDO. Se proporciona un medio

103 de detección de corriente eléctrica para detectar una corriente eléctrica en el bucle y, el resultado de la detección se introduce en un circuito 100 de control. Cuando el suministro 1 de energía de CA está en cortocircuito por el interruptor 104 semiconductor que está en estado ENCENDIDO, la corriente eléctrica en el reactor 102 aumenta gradualmente. Adicionalmente, si el interruptor 104 semiconductor se apaga, la corriente eléctrica que ha estado fluyendo a través del reactor 102 se rectifica mediante un puente 105 de diodo y, adicionalmente, fluye en un condensador 106 de amortiguamiento y una carga 4, impulsando así la carga 4. La tensión de CC aplicada a la carga 4 se detecta por el medio 110 de detección de tensión de CC y, de este modo, la tensión de CC detectada se introduce al circuito 100 de control. Adicionalmente, se proporciona el medio 109 de comparación de nivel de tensión para realizar una comparación con respecto al nivel de tensión del suministro 1 de energía de CA y, el medio 109 de comparación de nivel de tensión crea información binaria indicativa de si el nivel de tensión del suministro 1 de energía de Ca es o no igual o superior a cierto valor y, adicionalmente, genera esta información al circuito 100 de control.

El circuito 100 de control detecta la fase del suministro 1 de energía de CA basándose en la información binaria indicativa de si el suministro 1 de energía de CA es o no igual o superior a cierto nivel de tensión, crea, además, una forma de onda de corriente eléctrica objetivo, y realiza el corte del interruptor 104 semiconductor de tal manera que el resultado de detectar mediante el medio 103 de detección de corriente eléctrica está cerca de una forma similar a la forma de onda de corriente eléctrica objetivo. Adicionalmente, el circuito 100 de control ajusta la relación homotética de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo, según la desviación entremedias, de tal manera que la información de tensión del medio 110 de detección de tensión de CC llegue a ser igual a un conjunto de tensión deseada dentro del circuito de control. Es decir, el circuito 100 de control realiza el control para aumentar la relación homotética del comando de corriente eléctrica objetivo para generar una corriente eléctrica mayor, cuando el valor de tensión de CC real es inferior al valor de tensión de CC deseado. Adicionalmente, el circuito 100 de control realiza el control para generar una corriente eléctrica menor, cuando el valor de tensión de CC real es superior al valor de tensión de CC deseado.

Adicionalmente, basándose en la condición de corte, el circuito 100 de control determina la fase de tensión de CA a la que la detención del corte del interruptor 104 semiconductor se inicia y, la fase de tensión de CA a la que el corte del interruptor 104 semiconductor se inicia. Adicionalmente, desde tanto la fase a la que el corte se inicia como la fase a la que la detención del corte se inicia, el circuito 100 de control determina la anchura de fase dentro de la cual se continúa el corte del interruptor 104 semiconductor. Si la anchura de fase dentro de la cual se continúa el corte del interruptor 104 semiconductor es superior a un valor preestablecido, el circuito 100 de control determina si la fase de tensión de CA a la que la detención de corte del interruptor 104 semiconductor se inicia tiene o no un valor deseado, y, adicionalmente, el circuito 100 de control ajusta el valor de tensión de CC deseado según la desviación del valor deseado.

Por otra parte, si la anchura de fase dentro de la cual se continúa el corte del interruptor 104 semiconductor es igual o inferior al valor preestablecido, el valor de tensión de CC deseado se ajusta, según la desviación de la anchura de fase dentro de la cual se continúa el corte del interruptor 104 semiconductor del valor preestablecido.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra flujos de información de control en el circuito 100 de control de la figura 1. El objetivo de control final del sistema es controlar la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que tiene lugar una conmutación de un estado de corte a una detención de corte a un valor deseado ( $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ), si la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte del interruptor 104 semiconductor es superior a un valor establecido (anchura  $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ). Por otra parte, el objetivo de control final del sistema es controlar la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte del interruptor 104 semiconductor al valor establecido (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}^*$ ), si la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte del interruptor 104 semiconductor es igual o inferior al valor establecido (anchura  $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ).

Al principio, basándose en la información acerca del valor binarizado del nivel de tensión del suministro de energía CA, un medio 201 de detección de fase de CA detecta la fase de CA. Un ejemplo del procedimiento de detección con el medio 201 de detección de fase de CA se describirá, en detalle, más adelante. Basándose en la información de fase de CA resultante, se hace que el medio 202 de formación de forma de onda de corriente eléctrica objetivo cree una forma de onda de corriente eléctrica objetivo y, adicionalmente, se hace que se introduzca en un multiplicador 208. La forma de onda de corriente eléctrica objetivo se describirá más adelante.

El medio 212 de detección de fase/anchura de corte genera la información de fase de CA generada a partir del medio 201 de detección de fase de CA, al medio 213 de configuración de desviación. Adicionalmente, el medio 212 de detección de fase/anchura de corte genera, al medio 213 de configuración de desviación, información acerca de la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que la transición a la detención de corte tuvo lugar y, la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continuó el corte, fuera de la información acerca de la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que la conmutación tuvo lugar del corte a la detención de corte, e información acerca de la fase a la que la conmutación tuvo lugar de la detención de corte al corte, que ha sido generada a partir del medio 210 de operación de compensación del sistema de corriente eléctrica y, la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continuó el corte, la cual ha sido calculada a partir de la información acerca de las fases respectivas.

El medio 213 de configuración de desviación calcula las desviaciones a usar por el control, a partir de la información

acerca de la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que la conmutación tuvo lugar del corte a la detención de corte, que es información del medio 212 de detección de fase/anchura de corte y, un valor objetivo ( $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ) de la misma y, desde la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continuó el corte y, un valor límite (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}^*$ ) de la misma. Adicionalmente, el medio 213 de configuración de desviación genera las desviaciones para el medio 205 de operación de compensación de sistema de fase.

5 En lo sucesivo, las operaciones del medio 213 de configuración de desviación se describirá, con referencia a un diagrama de flujo de la figura 3.

10 En la etapa 1, se realiza una comparación entre la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte es continuo y el valor (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}^*$ ) de la misma, y si la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) en el que se continúa el corte es superior, el procesamiento procede a la etapa 2. De otra manera, procede a la etapa 3. En la etapa 2, la diferencia entre la información acerca de la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que la conmutación tuvo lugar desde el corte hasta la detención de corte y el valor objetivo ( $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ) de la misma se determina y, adicionalmente, la diferencia se genera como la desviación al medio 205 de operación de compensación. Entonces, termina el procesamiento.

15 En la etapa 3, la diferencia entre la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte y el valor límite ( $\theta_{\text{ENCENDIDO}}^*$ ) de la misma se determina y, adicionalmente, la diferencia se genera como la desviación al medio 205 de operación de compensación. Entonces, termina el procesamiento. Manteniendo una cierta longitud de una anchura de fase anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$  dentro de la cual se continúa el corte, como se ha descrito anteriormente, es posible evitar la agravación de los armónicos del suministro de energía con respecto a las magnitudes de la energía eléctrica y el reactor.

20 El medio 205 de operación de compensación del sistema de fase ilustrado en la figura 2 está adaptado para realizar operaciones de compensación para mantener de manera estable la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que la conmutación al estado de detención de corte tiene lugar, o la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte.

25 El resultado de las operaciones de compensación forma una tensión de comando de tensión de salida ( $V_{\text{dc}}^*$ ), que se transmite al medio 206 de comparación. El medio 206 de comparación realiza una comparación de la misma con la tensión de salida real y, adicionalmente, transmite la desviación de tensión resultante de la comparación, al medio 207 de operación de compensación del sistema de tensión para control de tensión de CC. El medio 207 de operación de compensación del sistema de tensión ejecuta las operaciones de compensación para hacer que la

30 tensión real coincida con la tensión de comando de tensión de salida ( $V_{\text{dc}}^*$ ) y se establezca en la misma. Las operaciones de compensación resultantes se transmiten a un multiplicador 208, que las multiplica por la forma de onda de corriente eléctrica objetivo. Es decir, si la tensión real es inferior a la tensión de comando de tensión de salida, se aumenta la amplitud de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo. De otra manera, se disminuye. El resultado generado desde el medio 208 se transmite, como un comando de corriente eléctrica momentáneo ( $I_{\text{ac}}^*$ ), al

35 medio 209 de comparación. El medio 209 de comparación realiza una comparación entre el comando de corriente eléctrica momentáneo ( $I_{\text{ac}}^*$ ) y el valor de corriente eléctrica real ( $I_{\text{ac}}$ ) y, adicionalmente, transmite la desviación de corriente eléctrica resultante de la comparación, al medio 210 de operación de compensación del sistema de corriente eléctrica. El medio 210 de operación de compensación del sistema de corriente eléctrica realiza operaciones de compensación para hacer que la corriente eléctrica de manera estable e inmediata coincida con el

40 valor ordenado. El resultado de las operaciones de compensación se transmite al medio 211 de PWM y entonces, se convierte en información de ENCENDIDO/APAGADO para el interruptor semiconductor. Por otra parte, el resultado de las operaciones de compensación también se transmite al medio 212 de detección de fase/anchura de corte, formando así un bucle de control con respecto a la fase.

45 La figura 4 ilustra formas de onda que indican operaciones de control. La figura 4 ilustra una forma de onda que indica una correlación entre la tensión de CA y la tensión de CC en una etapa superior, una forma de onda que indica una forma de onda de corriente eléctrica objetivo en una etapa intermedia y, una forma de onda que indica una forma de onda de corriente eléctrica real en una etapa inferior. La figura 4(a) ilustra un caso donde la tensión de salida (la tensión de CC) es inferior y, la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el corte del interruptor semiconductor se detiene es inferior a la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ) deseada. En este caso, la tensión de CA se hace superior a la tensión de CC dentro de intervalos de fase aumentados, aumentando así la corriente eléctrica fluida desde el suministro de energía de CA al

50 lado de CC a través del reactor y del diodo. Esto aumenta la precisión de la forma de onda de corriente eléctrica, aumentando así los componentes armónicos en la corriente eléctrica.

Por otra parte, La figura 4(b) ilustra un caso donde la tensión de salida (la tensión de CC) es superior y, la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el corte del interruptor semiconductor se detiene es superior a la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ) deseada. En este caso, la tensión de CA se hace superior a la tensión de CC dentro de intervalos de fase disminuidos, que disminuye la corriente eléctrica fluida desde el suministro de energía de CA al lado de CC a través del reactor y del diodo, disminuyendo así los componentes armónicos en la corriente eléctrica. Sin embargo, en referencia ahora a la figura 4(b), en comparación con las formas de onda de la figura 4(a), el corte del interruptor semiconductor se realiza dentro de intervalos aumentados, aumentando así las pérdidas en el circuito. Sin embargo, en este caso, cuando la

60 anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte es inferior al valor límite (anchura

$\theta_{\text{ENCENDIDO}^*}$ ), la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que la conmutación tiene lugar desde el corte a la detención de corte no alcanza el valor objetivo ( $\theta_{\text{APAGADO}^*}$ ), pero la protección de la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte se prioriza y, por lo tanto, las operaciones para proteger el valor límite (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}^*}$ ) de la anchura de fase dentro de la cual se continúa el corte se realiza.

5 La figura 4(c) ilustra un caso donde la tensión de salida (la tensión de CC) es adicionalmente superior y, el corte del interruptor semiconductor se realiza sobre todo el rango. En este caso, se realizan operaciones para reducir la tensión de salida, hasta que la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el corte del interruptor semiconductor se detiene llegue a ser igual a la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}^*}$ ) deseada.

10 Adicionalmente, si el suministro de energía de CA implica distorsiones, esto puede inducir a una pluralidad de fases a las que la conmutación tiene lugar desde el estado de corte hasta el estado de detención de corte durante la mitad del periodo de suministro de energía de CA. En este caso, seleccionando una fase más cercana a una fase de suministro de energía de CA de 90 grados o 270 grados, es posible realizar un control estable. Adicionalmente, seleccionado una fase más cercana a una fase a la que la corriente eléctrica de CA tiene un valor de momento máximo, en lugar de una fase de suministro de energía de CA de 90 grados o de 270 grados, también es posible proporcionar los mismos efectos.

(Segunda realización)

20 A continuación, se describirá un dispositivo de circuito rectificador según una segunda realización de la presente invención. El dispositivo de circuito rectificador según la segunda realización tiene sustancialmente la misma estructura que el dispositivo de circuito rectificador según la primera realización anteriormente mencionada, pero se diferencia del mismo en impulsar y controlar el dispositivo de circuito rectificador.

25 La figura 5 es un diagrama de forma de onda que ilustra el principio operativo de un procedimiento de control que, además, reduce las pérdidas, provocando que la forma de onda de corriente eléctrica objetivo forme una forma de onda diferente a una forma de onda sinusoidal. Particularmente, cuando la carga es inferior, incluso si han aumentado las distorsiones de la forma de onda, es posible reducir adicionalmente las pérdidas, ya que tiene corrientes eléctricas armónicas inferiores. La figura 5 ilustra una forma de onda que indica una correlación entre la tensión de CA y la tensión de CC en una etapa superior, una forma de onda que indica una forma de onda de corriente eléctrica objetivo en una etapa intermedia y, una forma de onda que indica una forma de onda de corriente eléctrica real en una etapa inferior. La figura 5(a) ilustra un caso donde la tensión de salida (la tensión de CC) es inferior y, la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el corte del interruptor semiconductor se detiene es inferior a una fase ( $\theta_{\text{APAGADO}^*}$ ) deseada. En este caso, la tensión de CA se hace superior a la tensión de CC dentro de intervalos de fase aumentados, aumentando así la corriente eléctrica fluida desde el suministro de energía de CA al lado de CC a través del reactor y del diodo. Esto aumenta la precisión de la forma de onda de corriente eléctrica, aumentando así los componentes armónicos en la corriente eléctrica.

35 Por otra parte, La figura 5(b) ilustra un caso donde la tensión de salida (la tensión de CC) es superior y, la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que el corte del interruptor semiconductor se detiene es superior a la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}^*}$ ) deseada. En este caso, la tensión de CA se hace superior a la tensión de CC dentro de intervalos de fase disminuidos, que disminuye la corriente eléctrica fluida desde el suministro de energía de CA al lado de CC a través del reactor y del diodo, disminuyendo así los componentes armónicos en la corriente eléctrica. Sin embargo, en referencia ahora a la figura 5(b), en comparación con las formas de onda de la figura 5(a), el corte del interruptor semiconductor se realiza dentro de intervalos aumentados, aumentando así las pérdidas en el circuito.

45 Sin embargo, en este caso, cuando la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte es inferior a un valor límite (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}^*}$ ), la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a la que la conmutación tiene lugar desde el corte a la detención de corte no alcanza un valor objetivo ( $\theta_{\text{APAGADO}^*}$ ), pero la protección de la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte se prioriza y, por lo tanto, las operaciones para proteger el valor límite (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}^*}$ ) de la anchura de fase dentro de la cual se continúa el corte se realiza.

50 La forma de onda usada como forma de onda de corriente eléctrica objetivo tiene un ascenso en la mitad anterior del intervalo de 180 grados y, adicionalmente, tiene una sección cero en la segunda mitad. Por ejemplo, en la etapa intermedia de la figura 5, la forma de onda tiene un ascenso monótono en la primera mitad del intervalo de 180 grados, además, tiene una disminución, de lo contrario, ligeramente antes de 90 grados y, adicionalmente, tiene un valor de cero en la segunda mitad. La figura 6 ilustra otros ejemplos de formas de onda. La figura 6(a) ilustra una forma de onda que instantáneamente llega a tener un valor de cero, en lugar de tener un intervalo de disminución monótona, en comparación con la forma de onda de la etapa intermedia de la figura 5. La figura 6(b) ilustra una forma de onda que tiene un aumento en una forma de onda sinusoidal en un intervalo de aumento monótono y, adicionalmente, tiene un valor de cero en un intervalo dentro de la segunda mitad. Adicionalmente, según se ilustra en la figura 6(c), la forma de onda puede tener un valor de cero, antes de 90 grados, proporcionando una condición de restricción. Adicionalmente, según se ilustra en la figura 6(d), la forma de onda puede tener un valor de cero dentro de algún intervalo de 0 grados y, entonces, puede tener un aumento monótono a partir de entonces.

Con referencia a las figuras 6(c) y (d), la corriente eléctrica objetivo llega a ser cero antes de 90 grados. Sin

embargo, proporcionando una fase deseada a la que la conmutación tiene lugar desde la operación de corte del interruptor semiconductor hasta la detención de corte antes de la fase en la que llega a ser cero, también es posible usarlos de manera similar. Además, según las presentes operaciones, ya que la tensión de CC es menor que la tensión máxima de momento de la tensión de CA, cerca de 90 grados, una corriente eléctrica fluye del suministro de energía a través del reactor y del diodo y, por lo tanto, la corriente eléctrica del suministro de energía se mantiene fluyendo incluso después de que la corriente eléctrica objetivo llega a ser cero. Esto puede realizar una corriente eléctrica con menos componentes armónicos con mayor eficacia.

La figura 7 es un diagrama de forma de onda que ilustra un procedimiento para detectar la fase de tensión a partir de la información sobre si la tensión de CA es o no igual o superior a un cierto nivel. Esta información se proporciona como una señal binaria que indica si la tensión de momento de la tensión de CA es o no superior a un valor umbral. Incluso si el valor de umbral es variado, la señal binaria tiene el mismo periodo que el periodo correspondiente a la frecuencia del suministro de energía. Por lo tanto, es posible determinar el tiempo en que la fase de tensión de CA es 90 o 270 grados, determinando el punto medio del lado alto o el lado bajo en la señal binaria. Adicionalmente, los puntos medios entre 90 grados y 270 grados corresponden a fases de 180 y 0 grados. Al multiplicar la información proporcionada, como se describió anteriormente, usando un PLL o similares, es posible determinar la fase en cada momento. Por ejemplo, multiplicándolo por 360, un solo pulso se hace corresponder a 1 grado. De este modo, al contar estos pulsos, es posible obtener información de fase en unidades de grados. Adicionalmente, basándose en la información de fase obtenida, es posible activar la forma de onda de la corriente eléctrica objetivo en cada momento. Otro procedimiento para detectar una fase usando información binaria obtenida a través de comparaciones de niveles también se sugiere en el documento JP-A № 2001-45763 proporcionado por inventores que incluyen los mismos inventores, por ejemplo. El procedimiento para el mismo no está particularmente limitado.

Como se ha descrito anteriormente, empleando el dispositivo de circuito rectificador según la segunda realización, incluso cuando la tensión de CC se detecta con tal precisión como para inducir errores, la tensión de CC está relativamente ajustada de tal modo que la fase a la que se produce la conmutación de la operación de corte a la detención de corte llegue a ser en una fase deseada, que puede proporcionar la misma forma de onda de corriente eléctrica, reduciendo así continuamente las pérdidas. Adicionalmente, es posible proteger la anchura de fase, (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual se continúa el corte, que puede realizar operaciones de rectificación que inducen corrientes eléctricas armónicas reducidas, sin ser influenciado por las magnitudes de la energía eléctrica y el reactor.

Adicionalmente, en los casos en que se impulsa un inversor, es posible esperar una mejora de la eficacia mediante la reducción de la tensión.

(Tercera realización)

A continuación, se describirá un dispositivo de circuito rectificador según una tercera realización de la presente invención.

La figura 8 es un diagrama de circuito que ilustra una estructura de circuito básico del dispositivo de circuito rectificador según la tercera realización de la presente invención. En el dispositivo de circuito rectificador según la tercera realización ilustrada en la figura 8, se conecta un suministro 1 de energía de CA, a través de un reactor 602, a un circuito de puente constituido por interruptores 604a y 604b semiconductores y diodos 605a, 605b, 605c y 605d, en el que la corriente eléctrica que ha sido rectificada por este circuito de puente se suministra a un condensador 106 de amortiguamiento y una carga 4, impulsando así la carga 4. El procedimiento de control con el dispositivo de circuito rectificador según la tercera realización es el mismo que el de la primera realización ilustrada en la figura 1 y se puede realizar impulsando los dos interruptores 604a y 604b semiconductores al mismo tiempo.

(Cuarta realización)

A continuación, se describirá un dispositivo de circuito rectificador según una cuarta realización de la presente invención.

La figura 9 es un diagrama de circuito que ilustra una estructura de circuito básico del dispositivo de circuito rectificador según la cuarta realización de la presente invención. En el dispositivo de circuito rectificador según la cuarta realización ilustrada en la figura 9, se conecta un suministro 1 de energía de CA, a través de un reactor 702, a un circuito de puente constituido por interruptores 704a y 704b semiconductores y diodos 705a, 705b, 705c y 705d, en el que la corriente eléctrica que ha sido rectificada por este circuito de puente se suministra a un condensador 106 de amortiguamiento y una carga 4, impulsando así la carga 4. El procedimiento de control con el dispositivo de circuito rectificador según la cuarta realización es básicamente el mismo que el de la primera realización ilustrada en la figura 1, pero es diferente de él al realizar el corte en solo uno de los interruptores semiconductores, según la polaridad de suministro de energía de CA.

Por ejemplo, dentro de intervalos dentro de los cuales la polaridad del suministro 1 de energía de CA es superior en su lado conectado al reactor 702, el corte se realiza en el interruptor 704b semiconductor. Adicionalmente, dentro de intervalos dentro de los cuales la polaridad del suministro 1 de energía de CA es inferior en su lado conectado al reactor 702, el corte se realiza en el interruptor 704a semiconductor. Adicionalmente, en la cuarta realización, si los

5 interruptores 704a y 704b semiconductores se encienden al mismo tiempo, esto provocará un cortocircuito en la salida de CC. Por lo tanto, cerca de la polaridad del suministro 1 de energía de CA, a saber, cerca de una fase de 0 grados y cerca de una fase de 180 grados, se puede prevenir que ambos interruptores semiconductores se enciendan, en algunos casos. Esto es porque, en este caso, si ambos interruptores 704a y 704b semiconductores de la figura 9 se encienden al mismo tiempo, esto causará peligro. En los casos de evitar el cortocircuito de la salida de CC, como se ha descrito anteriormente, la porción de control detiene deliberadamente el corte, y la propia porción de control puede reconocer el estado de corte. Por lo tanto, al no tratarlo como una fase a la que la conmutación tuvo lugar desde el estado de corte hasta el estado de detención según la presente invención, es posible facilitar aún más el control.

10 Adicionalmente, como asuntos comunes en todas las realizaciones, cuando la condición de corte se cambia del estado de detención al estado de corte o se cambia a la inversa, puede cambiarse momentáneamente al estado de detención o al estado de corte debido a ruidos y fluctuaciones en el circuito. Para hacer frente a eso, no tratándose como fases a las que la conmutación tuvo lugar desde el corte según la presente invención hasta el estado de detención o como fases a las que la conmutación tuvo lugar al estado de corte, es posible realizar fácilmente la presente invención.

15 Adicionalmente, los procedimientos para implementar la presente invención se han descrito usando información acerca de la fase de la tensión del suministro de energía. Sin embargo, en los casos en que el suministro de energía se fija en frecuencia, es obvio que el mismo control se puede implementar usando información de tiempo, basándose en la información acerca del cruce cero del suministro de energía de CA y similares. De forma similar, es obvio que también es posible implementar la presente invención a través de un procedimiento que cuenta pulsos en señales de portadora para realizar el control de PWM, que es un ejemplo de un esquema de corte, en lugar de medir el tiempo.

**Aplicabilidad industrial**

25 Como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de circuito rectificador según la presente invención es capaz de lograr tanto la supresión de las corrientes eléctricas armónicas como la reducción de las pérdidas del circuito. Por lo tanto, el dispositivo de circuito rectificador según la presente invención también se puede aplicar a aplicaciones para comprimir refrigerantes con compresores para formar bombas de calor para enfriamiento, calentamiento o congelación de alimentos, y similares.

**Lista de signos de referencia**

- 30 1 Suministro de energía de CA
- 100 Medio de control
- 102, 602, 702 Reactor
- 103 Medio de detección de corriente eléctrica
- 104, 604a, 604b, 704a, 704b Interruptor semiconductor
- 106 Condensador de amortiguamiento
- 35 109 Medio de comparación de nivel de tensión
- 110 medio de detección de tensión de CC
- 201 medio de detección de fase de CA
- 202 Medio de formación de forma de onda de corriente eléctrica objetivo

40

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de circuito rectificador adaptado para realizar el corte en un interruptor (104) semiconductor para cortocircuitar y abrir un suministro (1) de energía de CA monofásica a través de un reactor (102) y para suministrar una corriente eléctrica desde un lado de CA a un lado de CC a través del reactor (102), comprendiendo el dispositivo de circuito rectificador:
- 5 un medio (103) para detectar una corriente eléctrica ( $I_{ac}$ ) en el lado de CA;  
 un medio (110) para detectar una tensión de CC ( $V_{dc}$ ); y  
 un medio (100) de control, **caracterizado porque**  
 el medio (100) de control incluye
- 10 un medio (202) para formar una forma de onda de corriente eléctrica objetivo que tiene una frecuencia igual a la de una forma de onda de tensión de CA;  
 un medio (205, 212, 213) para formar una tensión de comando de tensión de salida ( $V_{dc}^*$ ); un medio (209, 210, 211) para ajustar y controlar el corte en el interruptor (104) semiconductor de tal manera que una forma de onda de corriente eléctrica detectada tiene una forma igual a la de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo; y
- 15 un medio para ajustar una amplitud de la forma de onda de corriente eléctrica objetivo de tal manera que la tensión de CC detectada ( $V_{dc}$ ) llegue a ser una tensión deseada de acuerdo con la tensión de comando de tensión de salida ( $V_{dc}^*$ ) que se genera por el medio (205, 212, 213) para formar la tensión de comando de tensión de salida ( $V_{dc}^*$ ) en el que  
 el medio (205, 212, 213) para formar la tensión de comando de tensión de salida incluye un medio (212) de
- 20 detección de fase/anchura de corte que detecta una fase ( $\theta_{APAGADO}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia de un estado de corte a un estado de detención de corte;  
 un medio de configuración (213) de desviación que compara entre una fase ( $\theta_{APAGADO}^*$ ) deseada y la fase ( $\theta_{APAGADO}$ ) a la que el interruptor semiconductor cambia de un estado de corte a un estado de detención de corte para generar una desviación; y
- 25 un medio (205) de operación de compensación del sistema de fase que convierte la desviación en tensión para formar la tensión de comando de tensión de salida ( $V_{dc}^*$ ) y  
 que ajusta la tensión de comando de tensión de salida ( $V_{dc}^*$ )  
 de tal manera que una fase ( $\theta_{APAGADO}$ ) a la que el interruptor (104) semiconductor cambia de un estado de corte a un estado de detención de corte llegue a ser una fase ( $\theta_{APAGADO}^*$ ) deseada.
- 30 2. El dispositivo de circuito rectificador según la reivindicación 1, en el que  
 el medio (100) de control está adaptado para determinar una fase ( $\theta_{ENCENDIDO}$ ) a la que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de detención al estado de corte, además de a la fase ( $\theta_{APAGADO}$ ) a la que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, para calcular una anchura de fase (anchura  $\theta_{ENCENDIDO}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte, desde la fase ( $\theta_{APAGADO}$ ) a la que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte y desde la fase ( $\theta_{ENCENDIDO}$ ) a la que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de detención al estado de corte y, para
- 35 ajustar la tensión de comando de tensión de salida ( $V_{dc}^*$ ) de tal manera que la anchura de fase (anchura  $\theta_{ENCENDIDO}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte llegue a ser un valor preestablecido (anchura  $\theta_{ENCENDIDO}^*$ ), preferentemente al ajuste de la tensión de CC ( $V_{dc}$ ) en base a la fase ( $\theta_{APAGADO}$ ) a la que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, cuando la anchura de fase (anchura  $\theta_{ENCENDIDO}$ ) dentro de la cual se continúa el estado de corte es inferior al valor preestablecido (anchura  $\theta_{ENCENDIDO}^*$ ), antes de la fase ( $\theta_{APAGADO}$ ) a la que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte llegue a ser la fase ( $\theta_{APAGADO}^*$ ) deseada.
- 40 3. El dispositivo de circuito rectificador según la reivindicación 1 o 2, en el que  
 la forma de onda de corriente eléctrica objetivo tiene un aumento monótono o una combinación de un aumento monótono y un valor constante, dentro del rango de fase de CA de 0 a 90 grados o de 180 a 270 grados y, adicionalmente, tiene un valor de cero en un intervalo dentro de los rangos de fase de CA de 90 a 180 grados y de 270 a 360 grados.
- 45 4. El dispositivo de circuito rectificador según la reivindicación 1 o 2, en el que  
 la forma de onda de corriente eléctrica objetivo tiene un aumento monótono o una combinación de un aumento monótono y un valor constante, hasta la fase ( $\theta_{APAGADO}^*$ ) deseada a la que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, dentro del rango de fase de CA de 0 a 90 grados o de 180 a 270 grados y, adicionalmente, tiene un valor de cero en un intervalo dentro de los rangos de fase de CA de 90 a 180 grados y de 270 a 360 grados.
- 50 5. El dispositivo de circuito rectificador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, además, comprende un medio (109) de comparación de nivel de tensión que detecta una relación de magnitud entre la tensión de CA del suministro (1) de energía de CA monofásica y una tensión constante y binariza la relación de magnitud, en el que el medio (100) de control estima la fase de la tensión de CA en base a un periodo y una fase de la señal binaria resultante del medio (109) de comparación de nivel de tensión, para formar una forma de onda de corriente eléctrica objetivo en base a la fase estimada, y para detectar la fase ( $\theta_{APAGADO}$ ) a la que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte, y la fase ( $\theta_{ENCENDIDO}$ ) a la que el
- 60

interruptor (104) semiconductor cambia del estado de detención de corte al estado de corte, en base a la información acerca de la fase estimada y, adicionalmente, para calcular la fase ( $\theta_{\text{APAGADO}}^*$ ) deseada, la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}$ ) dentro de la cual el corte se realiza de manera continua, y la anchura de fase (anchura  $\theta_{\text{ENCENDIDO}}^*$ ) deseada.

- 5 6. El dispositivo de circuito rectificador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que cuando dos o más fases ( $\theta_{\text{APAGADO}}$ ) a las que el interruptor (104) semiconductor cambia del estado de corte al estado de detención de corte aparece durante la mitad del periodo del suministro (1) de energía de CA, se usa un valor de fase más cercano a una fase de suministro de energía de CA de 90 grados o 270 grados.

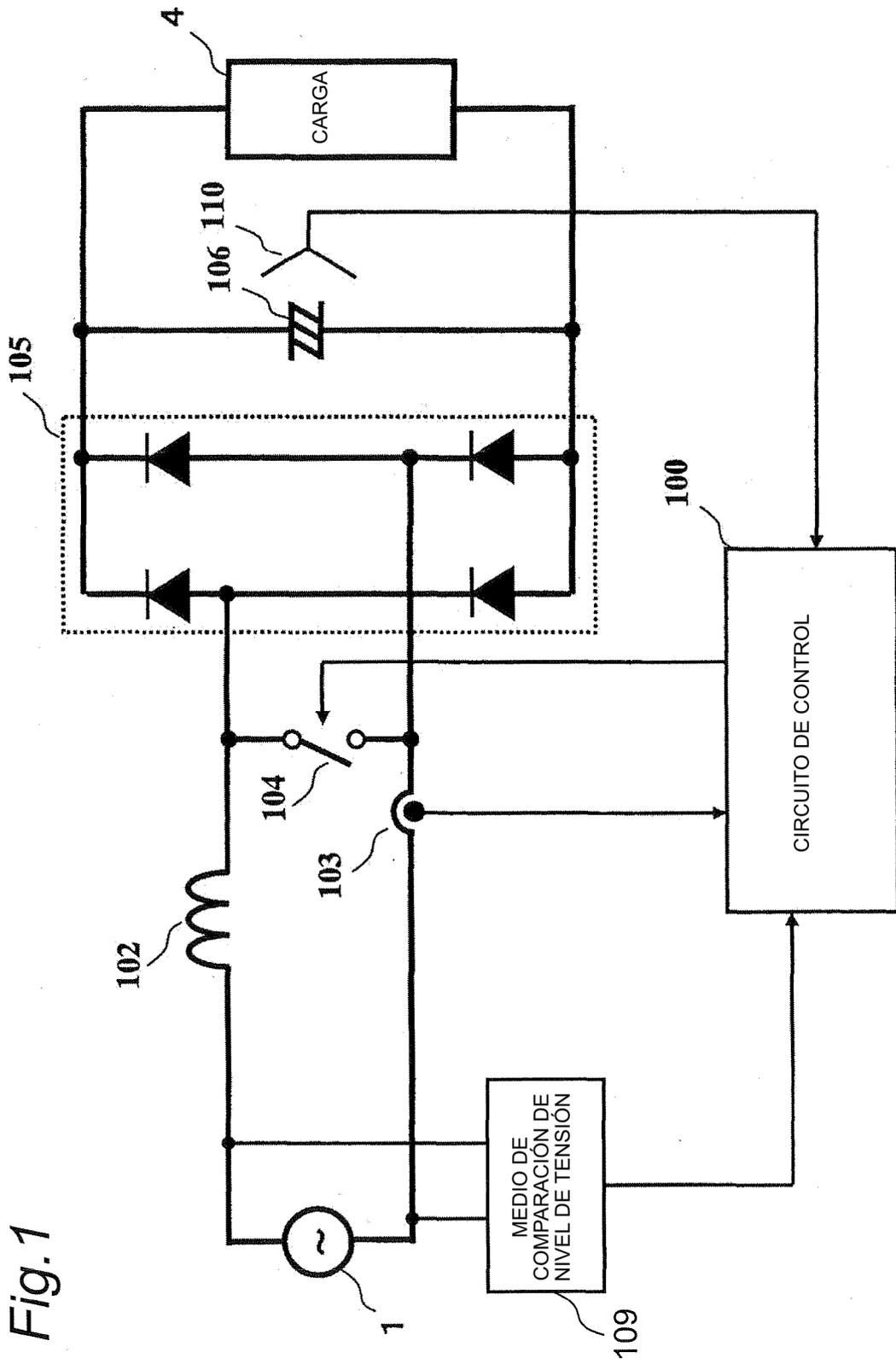


Fig.1



Fig.3

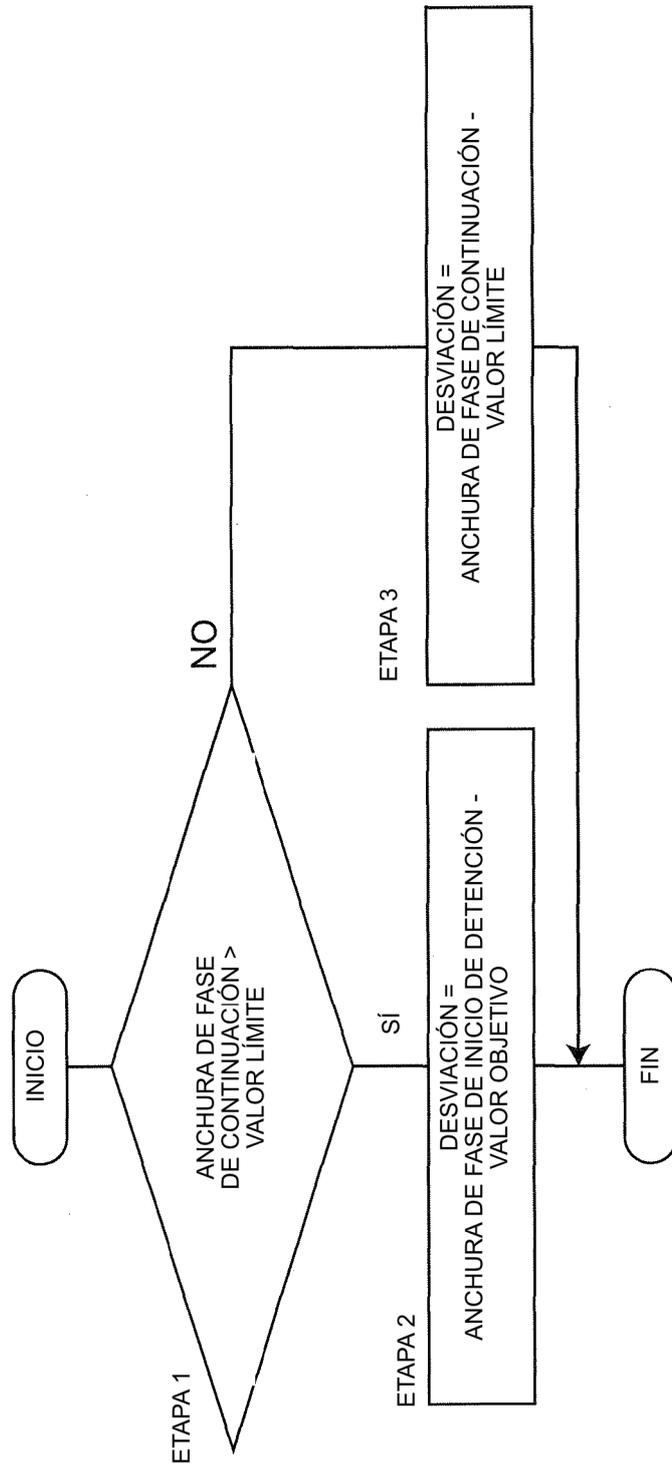


Fig.4

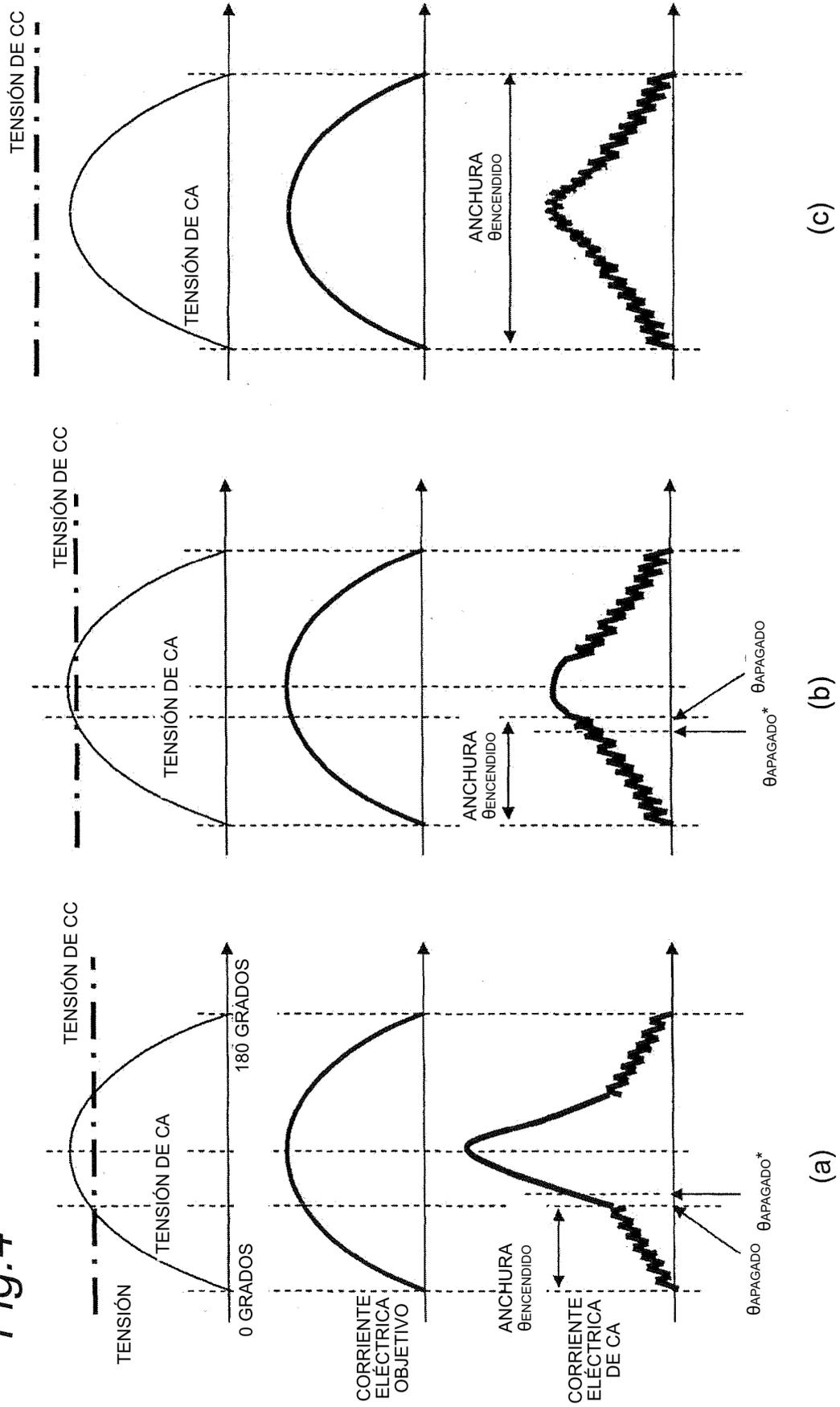


Fig.5

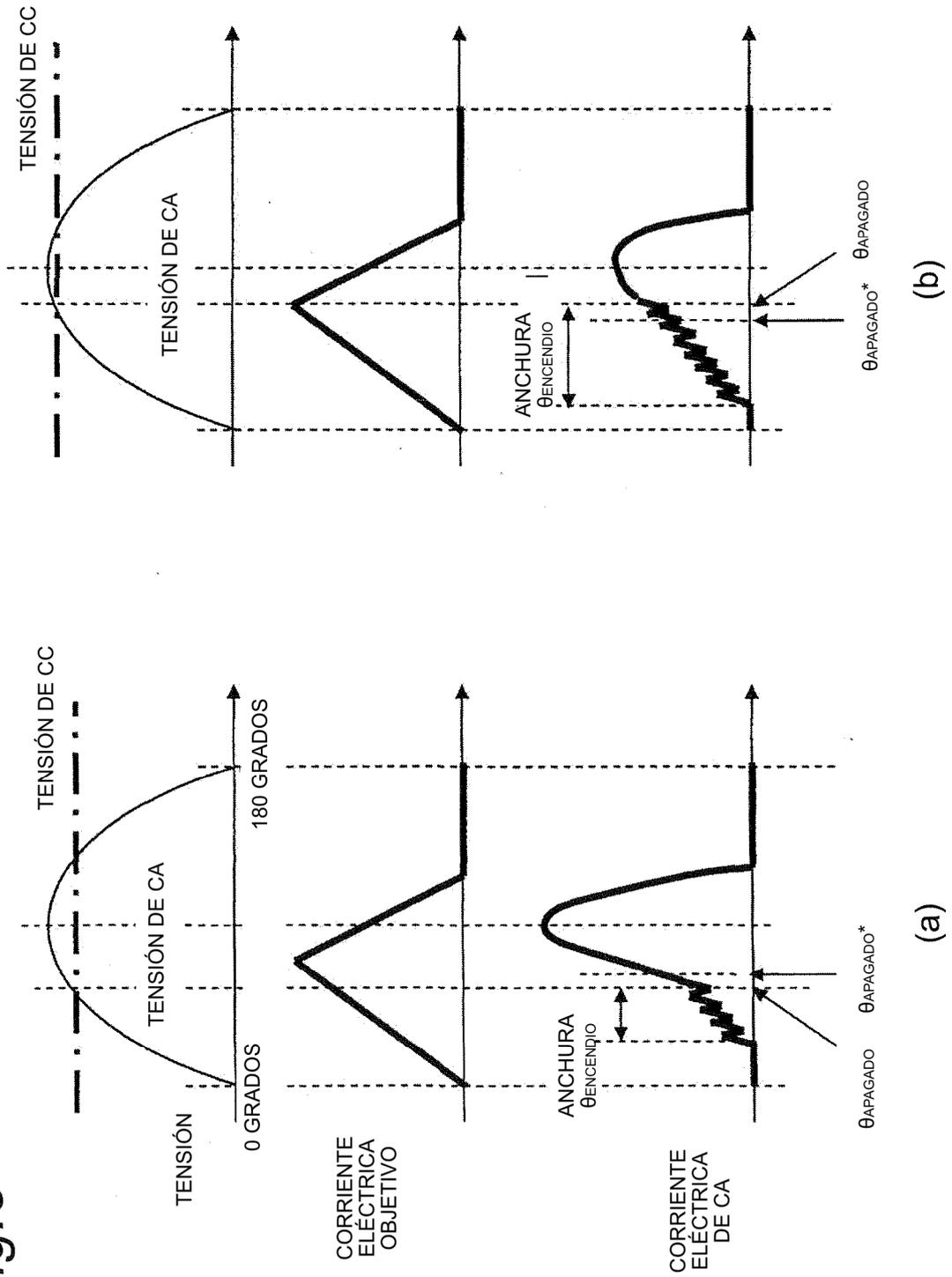


Fig.6

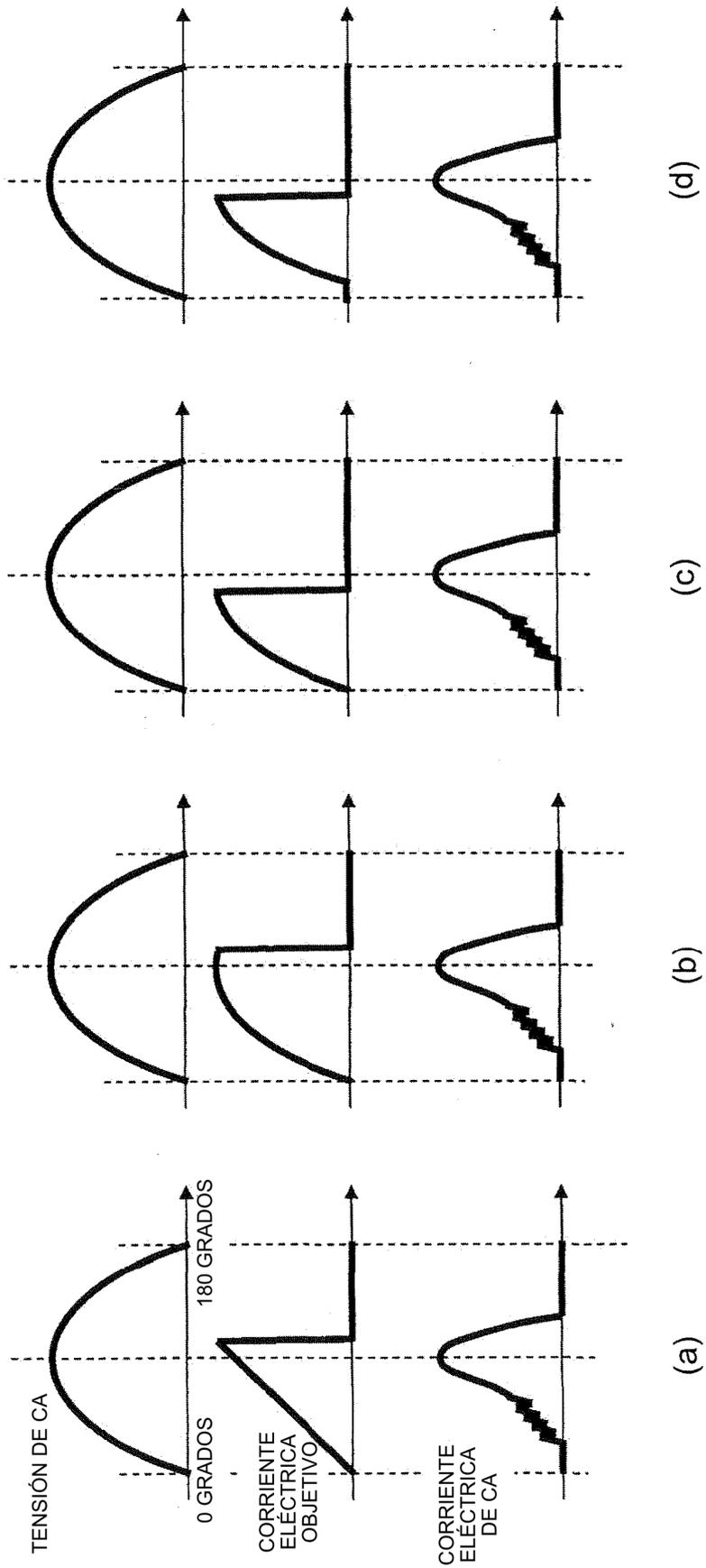


Fig.7

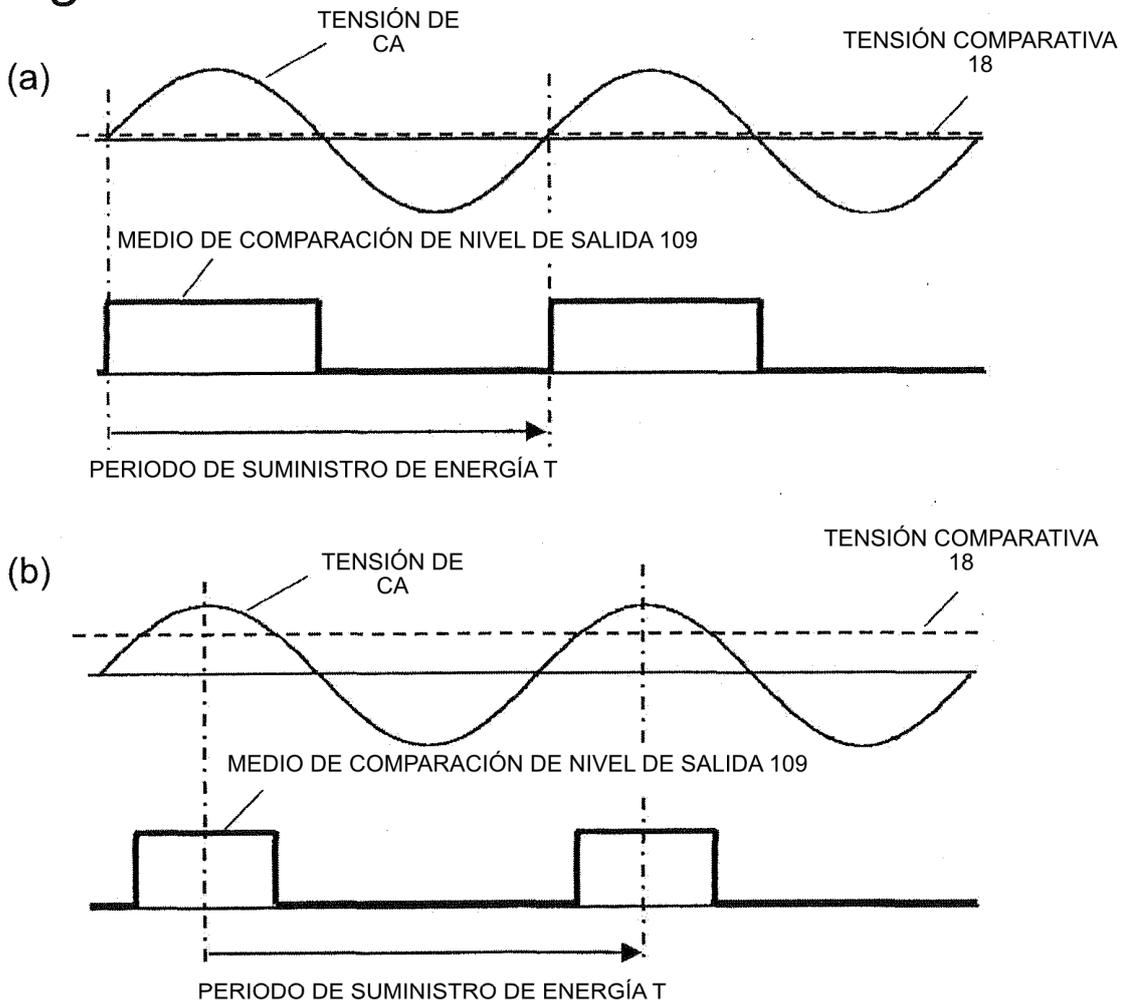


Fig.8

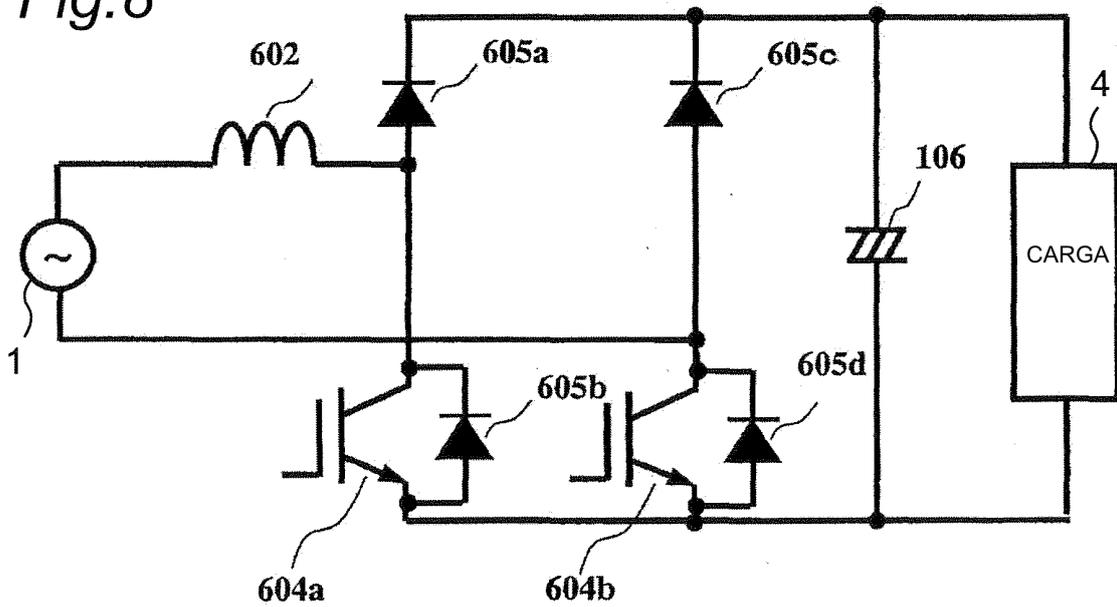
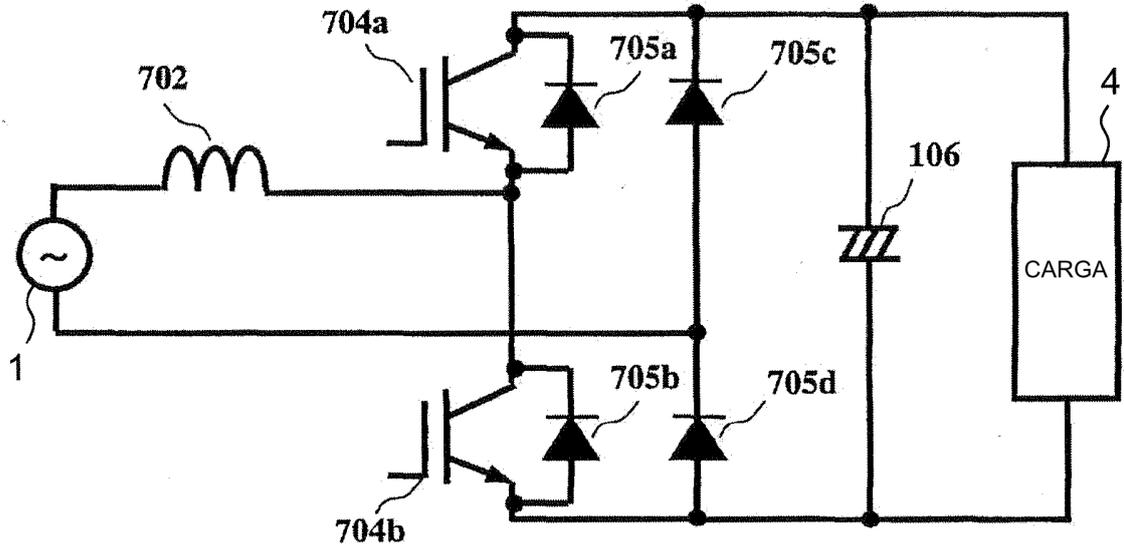


Fig.9



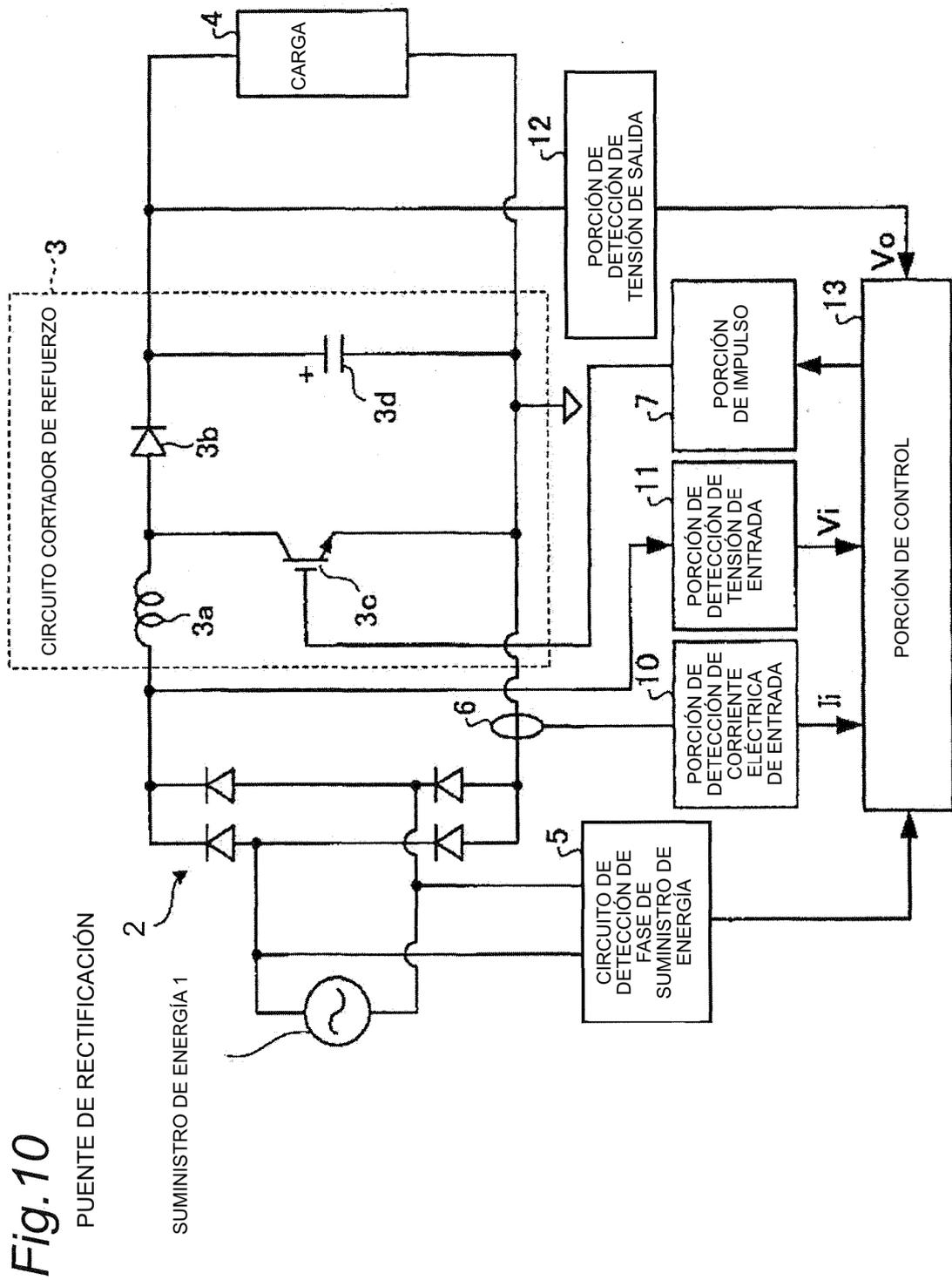


Fig. 10

PUENTE DE RECTIFICACIÓN

SUMINISTRO DE ENERGÍA 1

Fig.11

