

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: **2 723 075**

51) Int. Cl.:

**H02M 3/155** (2006.01)  
**H02M 7/12** (2006.01)  
**H02M 1/32** (2007.01)  
**H02M 1/42** (2007.01)  
**H02M 3/156** (2006.01)  
**H02P 27/06** (2006.01)  
**H02P 27/00** (2006.01)  
**H02M 3/158** (2006.01)  
**H02M 7/06** (2006.01)  
**H02M 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2011 PCT/JP2011/002085**
- 87) Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012 WO12137258**
- 96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2011 E 11862932 (8)**
- 97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2696487**

54) Título: **Aparato convertidor de potencia, aparato accionador de motores y aparato de refrigeración y aire acondicionado**

45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.08.2019**

73) Titular/es:  
**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)**  
**7-3 Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku**  
**Tokyo 100-8310, JP**

72) Inventor/es:  
**SHIMOMUGI, TAKUYA;**  
**ARISAWA, KOICHI;**  
**SHINOMOTO, YOSUKE y**  
**YAMAKAWA, TAKASHI**

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

ES 2 723 075 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**

Aparato convertidor de potencia, aparato accionador de motores y aparato de refrigeración y aire acondicionado

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a dispositivos convertidores de potencia, a dispositivos accionadores de motores y a aparatos de refrigeración y aire acondicionado. En particular, la presente invención se refiere a la protección de dispositivos.

**Antecedentes de la técnica**

Se han estudiado campos de aplicación de varios tipos de dispositivos convertidores de potencia de acuerdo con los avances de la implementación práctica de, por ejemplo, inversores de voltaje y frecuencia variables.

10 El documento EP 0 695 024 A2 da a conocer: un dispositivo de aire acondicionado está dispuesto de tal manera que un voltaje de salida de una fuente de alimentación comercial se convierte en una corriente continua por medio de un circuito rectificador y un condensador de suavización, y después de esto, se convierte adicionalmente en un voltaje AC que tiene una frecuencia variable, por medio de un inversor bajo el control de un microordenador, suministrándolo así a un compresor de potencia. Entre el circuito rectificador y el condensador de suavización, se proporciona un filtro activo para conformar una corriente de entrada de manera que resulte una onda sinusoidal aproximada, prácticamente en fase con un voltaje de entrada conmutando un transistor de potencia. La sección de control de conmutación y el microordenador para controlar la conmutación son activados independientemente por fuentes de alimentación proporcionadas de manera separada. La sección de control de conmutación suministra una señal de nivel alto cuando el filtro activo se encuentra en una condición normal, mientras que suministra una señal de nivel bajo cuando el filtro activo está en situación de anomalía. Se proporciona un circuito que genera una señal de nivel bajo cuando se interrumpe el suministro de alimentación a la sección de control de conmutación.

25 El documento US 5.991.174 A da a conocer: en un convertidor de potencia que tiene una entrada acoplada a un conmutador de potencia y un rectificador para conducir corrientes desde la entrada a una salida del convertidor de potencia, un circuito amortiguador (*snubber*) para un método de moderación de corrientes de recuperación inversa asociadas al rectificador y un convertidor de potencia que utiliza el circuito o el método. En una realización, el circuito incluye un inductor de amortiguador y un condensador de amortiguador acoplados al rectificador. El circuito incluye, además, un segundo conmutador auxiliar, interpuesto entre el conmutador de potencia y el primer conmutador auxiliar, que conduce de manera que crea un trayecto para descargar el condensador en la salida del convertidor de potencia.

30 Por ejemplo, con respecto a dispositivos convertidores de potencia, en los últimos años se ha desarrollado activamente la tecnología aplicada de convertidores *buck-boost*. Por otro lado, por ejemplo, también se han desarrollado activamente semiconductores de banda prohibida ancha compuestos, por ejemplo, por carburo de silicio. En relación con dichos elementos nuevos, se están poniendo en práctica, principalmente en calidad de rectificadores (por ejemplo, véase la bibliografía de patente 1), elementos que tienen características de resistencia a altos voltajes pero que tienen una capacidad reducida de transporte de corriente (es decir, un bajo valor de corriente eléctrica efectiva permisible).

**Lista de citas**

**Bibliografía de patentes**

40 Bibliografía de patentes 1: Publicación de solicitud japonesa de patente pendiente de examen n.º 2005-160284 (Fig. 1)

**Sumario de la invención**

**Problema técnico**

45 Por otro lado, con respecto a la implementación práctica de elementos nuevos altamente eficientes, existen muchos problemas para poner en uso práctico, por ejemplo, elementos con una gran capacidad de corriente eléctrica en términos de, por ejemplo, costes elevados y defectos cristalinos. De este modo, es concebible que la popularización de dichos elementos pueda tardar un tiempo. Por lo tanto, en la actualidad, resulta difícil lograr un incremento de la eficiencia usando los elementos nuevos en, por ejemplo, aparatos que gestionan potencia eléctrica que es superior o igual a la potencia eléctrica que se suministrará a, por ejemplo, motores para compresores en aparatos de aire acondicionado. Por este motivo, por ejemplo, en un elemento preventivo de retorno para detener el flujo de corriente eléctrica que fluye hacia atrás desde una carga en dirección a un suministro de alimentación, resulta difícil reducir las pérdidas provocadas por la corriente eléctrica de recuperación que se produce cuando la corriente eléctrica fluye hacia atrás.

5 Teniendo en cuenta los problemas antes descritos, es un objetivo de la presente invención proporcionar, por ejemplo, un dispositivo convertidor de potencia altamente eficiente y altamente fiable que reduzca la corriente eléctrica de recuperación que se produce en caso de retorno de la corriente eléctrica y que aplique una protección, por ejemplo, del dispositivo cuando se produce un funcionamiento defectuoso, tal como cuando un componente, tal como un elemento o una unidad, se convierte en no operativo.

**Solución al problema**

En la reivindicación 1 se describe un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la presente invención.

**Efectos ventajosos de la invención**

10 El dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la presente invención está provisto de los medios de conmutación que pueden llevar a cabo la operación de conmutación de manera que la corriente eléctrica que fluye a través del elemento preventivo de retorno se puede conmutar al trayecto diferente. Así, cuando la corriente eléctrica fluye hacia atrás desde el lado de la carga, se reduce la corriente eléctrica de recuperación generada en el elemento preventivo de retorno de manera que, por ejemplo, pueden lograrse una reducción de las pérdidas y una reducción del nivel de ruido de emisiones conducidas, y se puede hacer frente a la EMC, con lo cual puede obtenerse un  
 15 incremento de la eficiencia en el conjunto del sistema. Además, cuando se produce un fallo en un componente, tal como un elemento que constituye los medios de conmutación, y los medios de detección de funcionamiento defectuoso detectan un funcionamiento defectuoso de los medios de conmutación, los medios de control llevan a cabo un control del funcionamiento en relación con la protección, con lo cual puede obtenerse un dispositivo altamente fiable. Incluso si tuvieran que detenerse los medios de conmutación, el dispositivo convertidor de potencia  
 20 puede continuar manteniendo su funcionamiento, con lo cual el dispositivo puede llevar a cabo operaciones necesarias al mismo tiempo que garantizando la seguridad.

**Breve descripción de los dibujos**

- [Fig. 1] La Fig. 1 ilustra un ejemplo de configuración de un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1.
- 25 [Fig. 2] La Fig. 2 ilustra un ejemplo de configuración de medios de conmutación de acuerdo con la Realización 1.
- [Fig. 3] La Fig. 3 ilustra un ejemplo de configuración de medios de control de acuerdo con la Realización 1.
- [Fig. 4] La Fig. 4 ilustra ejemplos de trayectos de corriente eléctrica de acuerdo con la Realización 1.
- [Fig. 5] La Fig. 5 ilustra ejemplos de formas de onda de accionamiento de acuerdo con la Realización 1.
- 30 [Fig. 6] La Fig. 6 ilustra un ejemplo de formas de onda de accionamiento cuando no se lleva a cabo el control de conmutación de acuerdo con la Realización 1.
- [Fig. 7] La Fig. 7 ilustra un ejemplo de formas de onda de accionamiento cuando se lleva a cabo el control de conmutación de acuerdo con la Realización 1.
- [Fig. 8] La Fig. 8 ilustra ejemplos de configuración de un circuito de protección en el dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1.
- 35 [Fig. 9] La Fig. 9 ilustra un ejemplo de formas de onda de accionamiento cuando se determina si existe un funcionamiento defectuoso en el dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1.
- [Fig. 10] La Fig. 10 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo para, por ejemplo, determinar si existe un funcionamiento defectuoso en el dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1.
- 40 [Fig. 11] La Fig. 11 ilustra un ejemplo de configuración de un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 2.
- [Fig. 12] La Fig. 12 ilustra ejemplos de formas de onda de accionamiento de acuerdo con la Realización 2.
- [Fig. 13] La Fig. 13 ilustra un ejemplo de configuración de medios de conmutación de acuerdo con la Realización 2.
- [Fig. 14] La Fig. 14 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 2.
- 45 [Fig. 15] La Fig. 15 ilustra un ejemplo de determinación de funcionamiento defectuoso de acuerdo con la Realización 2.
- [Fig. 16] La Fig. 16 ilustra un ejemplo de configuración de un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.

- [Fig. 17] La Fig. 17 ilustra el ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- [Fig. 18] La Fig. 18 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- 5 [Fig. 19] La Fig. 19 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- [Fig. 20] La Fig. 20 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- 10 [Fig. 21] La Fig. 21 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- [Fig. 22] La Fig. 22 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- [Fig. 23] La Fig. 23 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- 15 [Fig. 24] La Fig. 24 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- [Fig. 25] La Fig. 25 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- 20 [Fig. 26] La Fig. 26 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- [Fig. 27] La Fig. 27 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- [Fig. 28] La Fig. 28 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- 25 [Fig. 29] La Fig. 29 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- [Fig. 30] La Fig. 30 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3.
- 30 [Fig. 31] La Fig. 31 ilustra un ejemplo de configuración de un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- [Fig. 32] La Fig. 32 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- [Fig. 33] La Fig. 33 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- 35 [Fig. 34] La Fig. 34 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- [Fig. 35] La Fig. 35 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- 40 [Fig. 36] La Fig. 36 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- [Fig. 37] La Fig. 37 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- [Fig. 38] La Fig. 38 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- 45 [Fig. 39] La Fig. 39 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 4.
- [Fig. 40] La Fig. 40 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la

Realización 4.

[Fig. 41] La Fig. 41 ilustra un ejemplo de configuración de un dispositivo accionador de motores de acuerdo con la Realización 5.

5 [Fig. 42] La Fig. 42 ilustra un ejemplo de configuración de un aparato de refrigeración y aire acondicionado de acuerdo con la Realización 6.

**Descripción de realizaciones**

Por ejemplo, a continuación se describirán, en referencia a los dibujos, etcétera, dispositivos convertidores de potencia de acuerdo con las Realizaciones de la presente invención.

**Realización 1**

10 La Fig. 1 ilustra un ejemplo de configuración de, por ejemplo, un sistema que tiene, como elemento principal, un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1 de la presente invención. En primer lugar, se describirá una configuración de un sistema que tiene el dispositivo convertidor de potencia de la Fig. 1 que puede llevar a cabo una conversión de potencia.

15 En el sistema de la Fig. 1, el dispositivo convertidor de potencia se proporciona entre un suministro 1 de alimentación de corriente alterna y una carga 9. El dispositivo convertidor de potencia convierte alimentación de corriente alterna proveniente del suministro 1 de alimentación de corriente alterna en alimentación de corriente continua, y suministra la alimentación de corriente continua a la carga 9. Dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1 tiene, por ejemplo, un circuito rectificador 2, un circuito troceador 6, medios 7 de conmutación, y medios 8 de suavización. El circuito rectificador (es decir, medios rectificadores) 2 está constituido por elementos rectificadores 2a a 2d conectados en puente, tales como diodos, y rectifica la alimentación eléctrica proveniente del suministro 1 de alimentación de corriente alterna.

20 El circuito troceador 6 está constituido por un inductor 3, medios de cortocircuito (es decir, medios de interrupción conmutada) 4, y un elemento preventivo 5 de retorno. El inductor 3 está conectado a un lado de salida del rectificador 2 y está previsto para suprimir armónicos. Los medios 4 de cortocircuito están constituidos por un elemento de interrupción conmutada, tal como un IGBT (transistor bipolar de puerta aislada). Los medios 4 de cortocircuito cortocircuitan el suministro 1 de alimentación de corriente alterna (es decir, entre dos terminales conectados al suministro 1 de alimentación de corriente alterna) por medio del rectificador 2 y el inductor 3 sobre la base de una señal de accionamiento proveniente de una unidad generadora 104 de señales de accionamiento.

25 El elemento preventivo 5 de retorno se proporciona entre los medios 4 de cortocircuito y los medios 8 de suavización, y esta destinado a evitar que la corriente eléctrica fluya hacia atrás desde los medios 8 de suavización. Normalmente, el elemento preventivo 5 de retorno es, por ejemplo, un elemento semiconductor, tal como un diodo de recuperación rápida, que tiene excelentes características eléctricas (es decir, en particular características de recuperación), una capacidad reducida de transporte de corriente, y un tiempo corto de recuperación inversa. Los medios 7 de conmutación están conectados en paralelo con el elemento preventivo 5 de retorno. De este modo, la corriente eléctrica que fluye hacia el elemento preventivo 5 de retorno se conmuta a un trayecto diferente (es decir, un trayecto no intervenido por el elemento preventivo 5 de retorno) con una sincronización requerida.

30 La Fig. 2 ilustra un ejemplo de configuración en un caso en el que los medios 7 de conmutación están conectados en paralelo con el elemento preventivo 5 de retorno. En la Fig. 2, por ejemplo, un transformador 71, un elemento rectificador 72 de conmutación, tal como un diodo que está conectado en serie con un devanado secundario del transformador 71, y un circuito 73 de accionamiento de transformador que acciona el transformador 71, constituyen los medios 7 de conmutación. El circuito 73 de accionamiento de transformador incluye, por ejemplo, un suministro 75 de alimentación de conmutación para suministrar alimentación eléctrica al transformador 71, y un interruptor 74 de conmutación que se abre y cierra sobre la base de una señal de accionamiento proveniente de la unidad generadora 104 de señales de accionamiento con el fin de controlar el suministro de alimentación eléctrica y la interrupción del suministro de alimentación eléctrica al transformador 71 (es decir, un devanado primario). El elemento rectificador 72 de conmutación está constituido también por un semiconductor, tal como un diodo de recuperación rápida.

35 Aunque la Fig. 2 muestra un ejemplo en el que el devanado secundario del transformador 71 y un lado del ánodo del elemento rectificador 72 de conmutación están conectados entre sí, la conexión no se limita a lo anterior siempre que la dirección en la que fluye la corriente eléctrica a través del elemento rectificador 72 de conmutación sea la misma. Por ejemplo, un lado del cátodo del elemento rectificador 72 de conmutación y el devanado secundario del transformador 71 pueden estar conectados entre sí. Además, aunque el circuito 73 de accionamiento de transformador está constituido por el interruptor 74 de conmutación y el suministro 75 de alimentación de conmutación, el circuito 73 de accionamiento de transformador se puede formar, alternativamente, insertando, por ejemplo, un resistor limitador, un condensador de alta frecuencia, un circuito amortiguador, o medios de protección en un circuito eléctrico constituido por el suministro 75 de alimentación de conmutación, el interruptor 74 de

conmutación, y el devanado primario del transformador 71, cuando sea necesario, teniendo en cuenta la reducción del ruido y la protección en caso de un fallo. Posteriormente se proporcionará una descripción referente a la protección. Además, cuando sea necesario, se puede añadir un devanado de reinicio al devanado primario del transformador 71, de manera que la corriente de excitación pueda reiniciarse. Por otra parte, proporcionando, por ejemplo, un rectificador, en el lado del suministro de alimentación se puede regenerar la energía de excitación de manera que pueda lograrse un aumento de la eficiencia.

Los medios 8 de suavización están constituidos, por ejemplo, por un condensador. Los medios 8 de suavización están configurados para suavizar el voltaje implicado en la rectificación de los elementos rectificadores 2a a 2d y aplicar un voltaje de corriente continua (es decir, voltaje de salida, voltaje de línea de bus) a la carga 9 con el fin de suministrarle alimentación eléctrica. La carga 9 es accionada por la alimentación eléctrica suministrada a través de los medios 8 de suavización.

Una unidad 100 de detección de cruces por cero del voltaje de entrada da salida a un valor de detección de cruce, que está destinado a detectar una sección en la que el voltaje (es decir, voltaje de entrada) aplicado por el suministro 1 de alimentación de corriente alterna llega a 0 (cero), por medio de una señal de detección. Una unidad 101 de detección de voltaje de bus detecta voltaje que ha sido suavizado por los medios 8 de suavización y se va a aplicar a la carga 9, y da salida al valor de detección de voltaje por medio de una señal de detección. Una unidad 102 de detección de corriente de bus detecta corriente eléctrica de entrada (es decir, corriente de bus) que fluye desde el suministro 1 de alimentación de corriente alterna y da salida a un valor de detección de corriente eléctrica por medio de una señal de detección.

Los medios 103 de control de interrupción conmutada sirven como medios de control que, por ejemplo, calculan un tiempo de cortocircuito de los medios 4 de cortocircuito (medios 7 de conmutación) a partir de las señales de detección de la unidad 100 de detección de cruces por cero del voltaje de entrada, la unidad 101 de detección de voltaje de bus, y la unidad 102 de detección de corriente de bus. En particular, en la Realización 1, los medios 103 de control de interrupción conmutada llevan a cabo un procesamiento para controlar, por ejemplo, una operación de apertura-y-cierre de los medios 4 de conmutación sobre la base de un funcionamiento defectuoso de los medios 7 de conmutación. Los medios 103 de control de interrupción conmutada incluyen, por ejemplo, una unidad de cálculo, tal como un microordenador o un procesador de señal digital, o una unidad que tiene una función similar en los mismos.

La Fig. 3 ilustra un ejemplo de configuración en el cual se muestran, en forma de diagrama de bloques, las funciones de control de los medios 103 de control de interrupción conmutada. En la Fig. 3, una unidad 21 de cálculo de valores de órdenes de corriente de bus calcula un valor de orden de corriente de bus efectivo sobre la base de un valor de orden de voltaje de bus y el valor de detección de voltaje relacionado con la detección por la unidad 101 de detección de voltaje de bus. Una unidad generadora 22 de ondas sinusoidales genera una onda sinusoidal sincronizada con el voltaje de entrada sobre la base del valor de detección de cruce relacionado con la detección por parte de la unidad 100 de detección de cruces por cero del voltaje de entrada. Una unidad 23 de cálculo de servicio calcula un tiempo de servicio de los medios 4 de cortocircuito a partir de un valor de orden de corriente de bus, que se obtiene multiplicando una salida proveniente de la unidad 21 de cálculo de valores de órdenes de corriente de bus por una salida proveniente de la unidad generadora 22 de ondas sinusoidales, y el valor de detección de corriente eléctrica relacionado con la detección por parte de la unidad 102 de detección de corrientes de bus, y transmite una señal de salida (es decir, una señal de servicio). Una unidad 24 de procesamiento de funcionamiento defectuoso, por ejemplo, determina si realizar un control de apertura-y-cierre (es decir, operación de apertura-y-cierre) sobre el interruptor 74 de conmutación y los medios 4 de cortocircuito o pararlos sobre la base de un valor de detección de corriente eléctrica de los medios de cortocircuito relacionado con la detección por parte de los medios 105 de detección de funcionamiento defectuoso. Además, la unidad 24 de procesamiento de funcionamiento defectuoso transmite una señal de orden de notificación a los medios 107 de notificación para hacer que los mismos ejecuten, por ejemplo, la notificación de un funcionamiento defectuoso usando sonido o una luz indicadora.

La unidad generadora 104 de señales de accionamiento generan señales de accionamiento para los medios 4 de cortocircuito y los medios 7 de conmutación sobre la base de la señal de salida proveniente de los medios 103 de control de interrupción conmutada y transmite las señales de accionamiento a los medios 4 de cortocircuito y los medios 7 de conmutación. Además, por ejemplo, con el fin de detectar un funcionamiento defectuoso de los medios 7 de conmutación, los medios 105 de detección de funcionamiento defectuoso detectan corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito y dan salida a un valor de detección de corriente eléctrica de medios de cortocircuito a través de una señal de detección. Aunque los medios 105 de detección de funcionamiento defectuoso están configurados para detectar corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito con el fin de detectar un funcionamiento defectuoso de los medios 7 de conmutación, el método de detección no se limita a lo anterior. Por ejemplo, alternativamente puede detectarse corriente eléctrica que fluye a través del elemento preventivo 5 de retorno. Los medios 107 de notificación ejecutan la notificación sobre la base de la señal de orden de notificación proveniente de la unidad 24 de procesamiento de funcionamiento defectuoso de los medios 103 de control de interrupción conmutada. La notificación por parte de los medios 107 de notificación no está limitada en particular, sino que puede incluir la emisión de sonido desde, por ejemplo, un altavoz o la activación de, por ejemplo, una luz indicadora.

La siguiente descripción se refiere a un funcionamiento relacionado con el sistema de acuerdo con la Realización 1 antes descrita. En el funcionamiento que se lleva a cabo en el dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1, al funcionamiento de un troceador DC se le añade un funcionamiento de conmutación en los medios 7 de conmutación de manera que el elemento preventivo 5 de retorno se recupere inversamente antes de que la corriente eléctrica fluya hacia atrás desde los medios 8 de suavización, con lo cual se suprime la aparición de corriente eléctrica de recuperación.

La Fig. 4 ilustra ejemplos de trayectos de corriente eléctrica según la Realización 1. De entre las diversas combinaciones de estados de abertura y cierre de los medios 4 de cortocircuito y el interruptor 74 de conmutación dentro de los medios 7 de conmutación, la Fig. 4 muestra trayectos de acuerdo con ejemplos de funcionamiento representativos.

La Fig. 5 ilustra formas de onda (es decir, formas de onda de accionamiento) en relación con el comportamiento del voltaje de suministro de alimentación, la corriente de suministro de alimentación (es decir, corriente eléctrica de entrada), y una señal de accionamiento transmitida a los medios 4 de cortocircuito de acuerdo con el funcionamiento basado en la Fig. 4. A continuación se describirá, en referencia a las Figs. 4 y 5, el funcionamiento del dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1.

La Fig. 4(a) ilustra un estado en el que los medios 4 de cortocircuito están en off (abiertos) y el interruptor 74 de conmutación está en off. Cuando se realiza una operación mientras los medios 4 de cortocircuito y el interruptor 74 de conmutación se mantienen en el estado off, se obtiene un circuito equivalente a un circuito rectificador de onda completa simple. Por ejemplo, de los terminales del suministro 1 de alimentación de corriente alterna, si el terminal conectado a los elementos rectificadores 2a y 2b tiene el potencial eléctrico más alto, el suministro 1 de alimentación de corriente alterna, el elemento rectificador 2a, el inductor 3, el elemento preventivo 5 de retorno, la carga 9 y el elemento rectificador 2d forman un trayecto de corriente eléctrica. En este caso, la corriente eléctrica con una forma de onda de accionamiento según se muestra en la Fig. 5(a) fluye desde el suministro 1 de alimentación de corriente alterna en forma de corriente eléctrica de entrada. En el caso de la corriente eléctrica con una forma de onda del tipo mencionado, el factor de potencia es pobre, y la corriente eléctrica contiene una gran cantidad de corriente de armónicos.

La Fig. 4(b) ilustra un estado en el que los medios 4 de cortocircuito están en on (es decir, cerrados) y el interruptor 74 de conmutación está en off. En este caso, la corriente de cortocircuito fluye a través de un trayecto formado por el suministro 1 de alimentación de corriente alterna, el elemento rectificador 2a, el inductor 3, los medios 4 de cortocircuito y el elemento rectificador 2d. El voltaje aplicado al inductor 3 es sustancialmente igual al voltaje del suministro 1 de alimentación de corriente alterna, y la corriente de cortocircuito que fluye a través del trayecto antes mencionado se expresa con la siguiente expresión (1).

$$i_{sw4on} = (V_s/L) \cdot t + i(0) \quad (1)$$

En este caso,  $i_{sw4on}$  indica un valor de corriente eléctrica cuando los medios 4 de cortocircuito están en on,  $V_s$  indica un valor de voltaje del suministro 1 de alimentación de corriente alterna,  $L$  indica un valor de impedancia del inductor 3,  $t$  indica un tiempo de estado on de los medios 4 de cortocircuito, e  $i(0)$  indica un valor de corriente eléctrica (es decir, un valor inicial) inmediatamente antes de que los medios 4 de cortocircuito estén en on.

Normalmente, en la rectificación de onda completa como en las Figs. 4(a) y 5(a), una sección en la que la corriente eléctrica descargada desde los medios 8 de suavización fluye a través de la carga 9 tiene una sección en la que la corriente eléctrica de entrada proveniente del suministro 1 de alimentación de corriente alterna es no conducibile. No obstante, cuando los medios 4 de cortocircuito están en on, puesto que fluye corriente de cortocircuito a través del inductor 3, tal como se muestra en la Fig. 4(b), la corriente eléctrica de entrada proveniente del suministro 1 de alimentación de corriente alterna fluye incluso a través de la sección no conducibile antes mencionada. Por lo tanto, conmutando repetidamente los medios 4 de cortocircuito entre un estado on y un estado off, pueden alternarse de manera repetida los trayectos de corriente eléctrica mostrados en las Figs. 4(a) y 4(b) además, controlando la relación de tiempo entre el estado on y el estado off, la forma de onda de la corriente eléctrica de entrada proveniente del suministro 1 de alimentación de corriente alterna se puede transformar en una forma de onda arbitraria, con lo cual pueden mejorarse el factor de potencia y el contenido de la corriente de armónicos.

Por ejemplo, en los medios 103 de control de interrupción conmutada que presentan la configuración mostrada en la Fig. 3, la unidad 21 de cálculo de valores de órdenes de corriente de bus determina, por ejemplo, una desviación entre un valor de orden de voltaje de bus introducido desde el exterior y un valor de detección de voltaje proveniente de la unidad 101 de detección de voltajes de bus. A continuación, llevando a cabo, por ejemplo, un control proporcional-integral, la unidad 21 de cálculo de valores de órdenes de corriente de bus calcula un valor de orden de corriente de bus efectivo de tal manera que el valor de detección de voltaje en el bus se hace igual (o más parecido al valor de orden de voltaje de bus). La unidad generadora 22 de ondas sinusoidales determina la frecuencia del suministro 1 de alimentación de corriente alterna a partir de un valor de detección de cruce de la unidad 100 de detección de cruces por cero del voltaje de entrada, y genera una onda sinusoidal sincronizada con el voltaje de entrada sobre la base del valor de detección de cruce y la frecuencia del suministro 1 de alimentación de corriente alterna. Definiéndose, en este momento, la amplitud de la onda sinusoidal como 1, se da salida a un valor absoluto

de la onda sinusoidal generada. Multiplicando la salida de la unidad 21 de cálculo de valores de órdenes de corriente de bus por la salida de la unidad generadora 22 de ondas sinusoidales, se obtiene un valor de orden de onda sinusoidal de corriente de bus. La unidad 23 de cálculo de servicio determina, por ejemplo, una desviación entre el valor de orden de onda sinusoidal de corriente de bus obtenidos a una manera antes descrita, y un valor de  
 5 detección de corriente eléctrica de la unidad 102 de detección de corriente de bus. A continuación, llevando a cabo, por ejemplo, un control proporcional-integral, la unidad 23 de cálculo de servicio calcula un tiempo de servicio de los medios 4 de cortocircuito de tal manera que el valor de detección de corriente eléctrica en el bus se hace igual (más parecido al valor de orden de onda sinusoidal de corriente de bus, y transmite una señal de salida (es decir, una señal de servicio).

La unidad generadora 104 de señales de accionamiento, por ejemplo, compara una onda triangular que tiene una frecuencia correspondiente a la frecuencia de interrupción conmutada de los medios 4 de cortocircuito con la señal de salida proveniente de los medios 103 de control de interrupción conmutada, y genera una señal de accionamiento para los medios 4 de cortocircuito. En general, cuando se lleva a cabo dicho control, la frecuencia de interrupción conmutada de los medios 4 de cortocircuito es aproximadamente de varios kHz a varias decenas de kHz. En este  
 10 caso, puesto que el valor de orden de corriente de bus antes mencionado se proporciona en forma de una onda sinusoidal que tiene una amplitud deseada y que tiene una frecuencia y una fase que son idénticas a las de las voltaje de entrada del suministro 1 de alimentación de corriente alterna, la corriente eléctrica de entrada proveniente del suministro 1 de alimentación de corriente alterna se puede controlar en forma de una onda sinusoidal, con lo cual pueden mejorarse significativamente el factor de potencia y el contenido de la corriente de armónicos (Fig. 5(b)).

En el ejemplo antes descrito, los medios 4 de cortocircuito se controlan al conmutarse a alta velocidad y la corriente eléctrica de entrada se controla en forma de una onda sinusoidal. No obstante, el método de control no se limita a lo anterior. Por ejemplo, si los requisitos de supresión del factor de potencia y del contenido de corriente de armónicos no son altos, no se requiere necesariamente una ejecución de un control para convertir la corriente eléctrica de  
 15 entrada en una onda sinusoidal. Por ejemplo, tal como se muestra en la Fig. 5(c), el factor de potencia y el contenido de corriente de armónicos se pueden mejorar llevando a cabo un control tal que los medios 4 de cortocircuito se sitúen en on únicamente varias veces con una fase apropiada y durante un tiempo de estado on apropiado en la sección en la que no se conduce la corriente de entrada.

Por ejemplo, comparando un valor de regulación de armónicos con un valor analítico de la corriente de armónicos contenida en la corriente eléctrica de entrada y determinando la fase en la cual los medios 4 de cortocircuito se sitúan en on y el tiempo de estado on de los mismos dentro de un intervalo que satisfaga el valor de regulación, puede minimizarse el número de veces que se conmutan los medios 4 de cortocircuito. En comparación con el caso en el que los medios 4 de cortocircuito se conmutan a una frecuencia de varios kHz a varias decenas de kHz  
 20 descrito anteriormente, puede reducirse significativamente el número de veces que se conmutan los medios 4 de cortocircuito, permitiendo así una reducción de las pérdidas por interrupción conmutada y una reducción del ruido generado. Además, puesto que, como medios 4 de cortocircuito, puede usarse un elemento económico de baja velocidad, también puede lograrse una reducción de los costes.

Cuando va a llevarse a cabo un control del tipo mencionado, por ejemplo, puede detectarse el voltaje de entrada del suministro 1 de alimentación de corriente alterna, y, a partir de, por ejemplo, el cruce por cero del voltaje de entrada, pueden determinarse la fase en la que los medios 4 de cortocircuito se sitúan en on y el tiempo de estado on de los  
 25 mismos. Por lo tanto, no es necesario usar un valor de orden en forma de una onda sinusoidal, y el control puede simplificarse. Aunque aquí se describe un ejemplo en el cual se controlan el voltaje de bus y la corriente de bus, como ejemplo alternativo puede controlarse uno de entre el voltaje de bus y la corriente de bus.

La Fig. 6 ilustra una señal y formas de onda de corriente eléctrica en un caso en el que no se accionan los medios 7 de conmutación. La Fig. 6, con respecto a una señal de accionamiento para los medios 4 de cortocircuito, el lado alto de la misma se fija como dirección activa (es decir, dirección de estado on). Tal como se ha descrito anteriormente, cuando los medios 4 de cortocircuito se sitúan en off, a través del elemento preventivo 5 de retorno fluye corriente eléctrica directa. Cuando los medios 4 de cortocircuito se sitúan en on en este estado, en extremos opuestos del elemento preventivo 5 de retorno conectado en serie se aplica, en calidad de voltaje de polarización  
 30 inverso, una diferencia entre el voltaje de bus que ha sido suavizado por los medios 8 de suavización y el voltaje que ha sido rectificado por el rectificador 2. Posteriormente, el elemento preventivo 5 de retorno cambia a un funcionamiento de off.

Durante el periodo en el cual el elemento preventivo 5 de retorno cambia a un funcionamiento de off, la corriente de cortocircuito fluye en una dirección opuesta a la correspondiente durante el periodo en el cual el elemento preventivo 5 de retorno se sitúa en on. La razón de esto es la siguiente. En un estado en el que se aplica de manera estable un voltaje de polarización directa a un diodo de unión p-n usado como elemento preventivo 5 de retorno, los portadores normalmente se acumulan en un semiconductor tanto del tipo p como del tipo n. Cuando, en este estado, se aplica instantáneamente un voltaje de polarización inversa, los portadores se mueven en una dirección opuesta a su  
 35 dirección de movimiento cuando se aplica el voltaje de polarización directa (a la corriente de cortocircuito que fluye en la dirección inversa en este caso se le hará referencia, en la presente en lo sucesivo, como "corriente eléctrica de recuperación"). La corriente eléctrica de recuperación provoca que se desplace la corriente eléctrica de modo común, haciendo que aumenten los niveles de ruido de emisiones conducidas, ruido de radiación, etcétera. Esto

deriva en un aumento del coste requerido para la reducción de ruido. Adicionalmente, esto también deriva en un aumento de las pérdidas del circuito.

5 Normalmente, cuando aumenta la capacidad de transporte de corriente de un diodo rectificador, también tiende a aumentar el número de portadores acumulados. Por lo tanto, la corriente eléctrica de recuperación aumenta con el incremento de la capacidad de transporte de corriente. Además, la corriente eléctrica de recuperación aumenta a medida que se incrementa el voltaje aplicado de polarización inversa.

10 En la Realización 1, el control (al que se hace referencia, en lo sucesivo en la presente, como "control de conmutación" se lleva a cabo formando un trayecto de conmutación con los medios 7 de conmutación y llevando a cabo una recuperación inversa mediante la aplicación de un voltaje bajo de polarización inversa en el elemento preventivo 5 de retorno, que tiene la capacidad elevada de transporte de corriente, a través del transformador 71 y el elemento rectificador 72 de conmutación inmediatamente antes de que los medios 4 de cortocircuito se sitúen en on, en lugar de llevar a cabo una recuperación inversa aplicando un voltaje alto de polarización inversa en el elemento preventivo 5 de retorno.

15 En el control de conmutación, el interruptor 74 de conmutación de los medios 7 de conmutación se sitúan on inmediatamente antes de que se sitúen en on los medios 4 de cortocircuito, y la corriente eléctrica que fluye hacia el elemento preventivo 5 de retorno a través del transformador 71 se conmuta al lado del elemento rectificador 72 de conmutación. La Fig. 4(c) ilustra un estado en el que los medios 4 de cortocircuito se sitúan en off y el interruptor 74 de conmutación se sitúa en on. De manera similar a la Fig. 4(a), en este caso, el suministro 1 de alimentación de corriente alterna, el elemento rectificador 2a, el reactor 3, el elemento preventivo 5 de retorno, la carga 9 y el elemento rectificador 2d forman un trayecto de corriente eléctrica. Adicionalmente, puesto que el interruptor 74 de conmutación se sitúa en on, el transformador 71 se excita, de manera que la corriente eléctrica también fluye hacia un trayecto formado por el devanado secundario del transformador 71 y el elemento rectificador 72 de conmutación de los medios 7 de conmutación. Cuando ha transcurrido un cierto periodo de tiempo, la corriente eléctrica se conmuta completamente al trayecto del lado del elemento rectificador 72 de conmutación.

25 La Fig. 7 ilustra señales y formas de onda de corriente eléctrica en un caso en el que se accionan los medios 7 de conmutación. Con respecto a las señales de accionamiento para los medios 4 de cortocircuito y los medios 7 de conmutación (es decir, el interruptor 74 de conmutación), el lado alto de las mismas se fija como dirección activa (es decir, dirección de estado on). Tal como se muestra en la Fig. 7, la señal de accionamiento para los medios 7 de conmutación se fija en un estado on inmediatamente antes de que la señal de accionamiento para los medios 4 de cortocircuito se fije a un estado on. En este caso, tal como se ha descrito anteriormente, la corriente eléctrica comienza a fluir hacia el trayecto del devanado secundario del transformador 71 debido a la corriente de excitación. De este modo, la corriente eléctrica fluye de manera distribuida hacia el elemento preventivo 5 de retorno y el elemento rectificador 72 de conmutación en las direcciones respectivas de los mismos. Posteriormente, en la medida en la que la señal de accionamiento para los medios 7 de conmutación se mantiene en el estado on, la corriente eléctrica ya no fluye a hacia el elemento preventivo 5 de retorno, de manera que la corriente eléctrica completa fluye hacia el elemento rectificador 72 de conmutación (es decir, se completa la conmutación).

40 Cuando se aplica el funcionamiento de conmutación, el suministro 75 de alimentación de conmutación dentro del circuito 73 de accionamiento de transformador se fija a un valor suficientemente bajo, en comparación con el voltaje de salida de los medios 8 de suavización, de manera que el elemento preventivo 5 de retorno se puede situar en off (es decir, recuperación inversa) con un voltaje bajo de polarización inversa. Cuando, en este estado, los medios 4 de cortocircuito se sitúan en on, se lleva a cabo una operación de recuperación inversa del elemento rectificador 72 de conmutación. En este caso, se genera una corriente eléctrica de recuperación. No obstante, puesto que el tiempo de flujo de la corriente eléctrica en el elemento rectificador 72 de conmutación es extremadamente corto, en comparación con el del elemento preventivo 5 de retorno, la corriente eléctrica efectiva de la corriente eléctrica que fluye a través del elemento rectificador 72 de conmutación es baja, lo cual significa que la capacidad de transporte de corriente requerida en el mismo puede ser pequeña. De este modo, puede usarse un elemento de capacidad pequeña con un número reducido de portadores acumulados, permitiendo así una reducción de la corriente eléctrica de recuperación, en comparación con un caso en el que la corriente eléctrica de recuperación es generada por el elemento preventivo 5 de retorno (en este caso, el elemento se selecciona teniendo en cuenta la corriente eléctrica de pico). Como consecuencia, en el conjunto del sistema pueden reducirse las pérdidas y la cantidad de ruido resultante de la corriente eléctrica de recuperación. Consecuentemente, se reducen los niveles de ruido de emisiones conducidas, ruido de radiación, etcétera, y se suprimen pérdidas del circuito. De este modo, puede reducirse el tamaño del filtro de ruido, y puede lograrse una reducción de los costes.

55 Además, el suministro 75 de alimentación de conmutación para el circuito 73 de accionamiento de transformador se puede utilizar también como suministro de alimentación común que sirve como suministro de alimentación de accionamiento (es decir, un suministro de alimentación de accionamiento de puerta, no mostrado) para accionar los medios 4 de cortocircuito o un suministro de alimentación (no mostrado) para los medios 103 de control de interrupción conmutada. Por lo tanto, no es necesario añadir otro suministro de alimentación, de manera que puede evitarse un aumento de los costes.

60

Como elemento rectificador 72 de conmutación puede usarse un diodo de barrera Schottky, el cual tiene buenas características de recuperación, un voltaje directo bajo, bajas pérdidas, y características de resistencia altos voltajes. Alternativamente, se puede usar un elemento semiconductor de banda prohibida ancha compuesto por SiC (carburo de silicio), GaN (nitruro de galio), diamante, etcétera. El uso de estos elementos conduce a un aumento de los defectos cristalinos así como a un aumento de los costes en la medida en la que el valor de la corriente eléctrica efectiva permisible resulta mayor en sus especificaciones. Puesto que, como elemento rectificador 72 de conmutación según la Realización 1, puede usarse un elemento con un valor de corriente eléctrica efectiva permisible bajo, puede lograrse un dispositivo convertidor de potencia altamente eficiente con una buena relación de costes/rendimiento.

Además, con la intervención del transformador 71, el elemento preventivo 5 de retorno, el devanado secundario del transformador 71, y el elemento rectificador 72 de conmutación se pueden aislar del circuito 73 de accionamiento de transformador y de los medios 103 de control de interrupción conmutada. Por lo tanto, puede inyectarse de manera relativamente sencilla una señal para accionar los medios 7 de conmutación. Por otra parte, puede formarse un sistema altamente seguro y fiable.

A continuación, se describirán ejemplos de fallos en los medios 7 de conmutación que llevan a cabo el funcionamiento antes descrito, medidas de protección tomadas contra dichos fallos, y similares.

En primer lugar, la siguiente descripción se refiere a un caso en el que, en cada componente (tal como cada elemento o cada unidad), se produce un fallo de cortocircuito. En un caso en el que se produce un fallo de cortocircuito en el devanado primario del transformador 71, el suministro 75 de alimentación de conmutación en el circuito 73 de accionamiento de transformador se cortocircuita cuando el interruptor 74 de conmutación se sitúa en on. Por lo tanto, a través del mismo fluye una corriente eléctrica que supera la capacidad de transporte de corriente del interruptor 74 de conmutación, provocando posiblemente la ruptura del interruptor 74 de conmutación. En el caso en el que el suministro 75 de alimentación de conmutación se use como suministro de alimentación común para, por ejemplo, los medios 103 de control de interrupción conmutada, si se suministra una gran cantidad de alimentación eléctrica hacia los medios 7 de conmutación, la cantidad de conmutación eléctrica suministrada desde el suministro 75 de alimentación de conmutación hacia los medios 103 de control de interrupción conmutada resulta insuficiente, haciendo, posiblemente, que resulte difícil llevar a cabo el control de manera correcta. En este caso, los medios 7 de conmutación, el dispositivo convertidor de potencia, y similares, se protegen, por ejemplo, interrumpiendo el trayecto y corriente eléctrica del circuito 73 de accionamiento de transformador.

La Fig. 8 ilustra ejemplos de configuración en un caso en el que los medios 7 de conmutación que tienen medios de protección están conectados en paralelo con el elemento preventivo 5 de retorno. Por ejemplo, en el caso en el que el trayecto de corriente eléctrica vaya a interrumpirse, un elemento de interrupción de corriente eléctrica, tal como un fusible, que salta cuando, a través del elemento, fluye una corriente eléctrica que es inferior a la capacidad de transporte de corriente, por ejemplo, del interruptor 74 de conmutación o el suministro 75 de alimentación de conmutación, se puede insertar en una posición de los medios 80a de protección mostrados en la Fig. 8(a). Si el circuito se va a proteger suprimiendo la corriente eléctrica que fluye a través del circuito 73 de accionamiento de transformador, en el circuito se puede incorporar un elemento supresor de corriente eléctrica, tal como un termistor de coeficiente de temperatura positivo, el cual limita la corriente eléctrica utilizando un cambio del valor de resistencia por autocalentamiento cuando fluye una corriente eléctrica alta a través del elemento.

En este caso, puesto que no se produce una excitación del devanado secundario de los medios 7 de conmutación y, por lo tanto, no se lleva a cabo una operación de conmutación, no se suprime la corriente eléctrica de recuperación, de manera que los medios 4 de cortocircuito y el elemento preventivo 5 de retorno presentan las formas de onda de accionamiento que se muestran en la Fig. 6. En el caso de un funcionamiento defectuoso, el trayecto de la corriente eléctrica se puede interrumpir, por ejemplo, conmutando el interruptor 74 de conmutación entre los estados on y off sobre la base de un control de apertura-y-cierre del mismo con el fin de abrir y detener el interruptor de acuerdo con la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación. La magnitud de la corriente eléctrica de recuperación se puede determinar sobre la base de, por ejemplo, un valor de detección de corriente eléctrica de los medios 4 de cortocircuito relacionado con la detección por parte de los medios 105 de detección de funcionamiento defectuoso. A continuación, la unidad 24 de procesamiento de funcionamiento defectuoso de los medios 103 de control de interrupción conmutada lleva a cabo una determinación relacionada con la protección. Además, por ejemplo, si puede controlarse el suministro de alimentación eléctrica al suministro 75 de alimentación de conmutación, medios de control pueden detener el suministro de alimentación eléctrica al suministro 75 de alimentación de conmutación. En el caso en el que no se accionen los medios 7 de conmutación, puesto que la corriente eléctrica de entrada y el voltaje de salida todavía pueden controlarse llevando a cabo un control de apertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito, no se requiere, necesariamente, interrumpir el funcionamiento de apertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito.

La Fig. 9 ilustra un ejemplo de formas de onda de accionamiento relacionadas con la determinación de si se produce un funcionamiento defectuoso en el dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1. Cuando los medios 7 de conmutación no se accionan, un aumento de la corriente eléctrica de recuperación provoca que se incremente el estrés hacia los medios 4 de cortocircuito y el elemento preventivo 5 de retorno. Por otra parte, se incrementa también la pérdida en los medios 4 de cortocircuito y el elemento preventivo 5 de retorno. Por lo tanto, la ejecución o interrupción del funcionamiento de apertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito puede determinarse

de acuerdo con la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación. En la Realización 1, la determinación basada en la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación se realiza por parte de la unidad 24 del procesado de funcionamiento defectuoso de los medios 103 de control de interrupción conmutada. Por ejemplo, tal como se muestra en la Fig. 9, la unidad 24 de procesado de funcionamiento defectuoso determina si va a realizarse o interrumpirse el funcionamiento de apertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito sobre la base de un valor de pico de la corriente eléctrica en los medios 4 de cortocircuito o el elemento preventivo 5 de retorno o sobre la base de un cambio en la corriente eléctrica según un tiempo arbitrario en los medios 4 de cortocircuito o el elemento preventivo 5 de retorno. Alternativamente, la determinación se puede realizar sobre la base de una combinación de cualesquiera de los anteriores. En la Realización 1, la unidad 24 de procesado de funcionamiento defectuoso lleva a cabo la determinación sobre la base de un valor de detección de corriente eléctrica de los medios de cortocircuito relacionado con la detección por parte de los medios 105 de detección de funcionamiento defectuoso. Los medios 103 de control de interrupción conmutada transmiten una señal de salida basándose en la determinación por parte de la unidad 24 de procesado de funcionamiento defectuoso.

Si se produce un fallo de cortocircuito en el interruptor 74 de conmutación conectado al devanado primario del transformador 71, se produce un fenómeno que es similar al correspondiente cuando aparece un fallo de cortocircuito en el devanado primario del transformador 71. Por lo tanto, de manera similar a anteriormente, el circuito se puede proteger, por ejemplo, interrumpiendo el trayecto de corriente eléctrica con un elemento de interrupción de corriente eléctrica, tal como un fusible, o suprimiendo la corriente eléctrica con un elemento supresor de corriente eléctrica, tal como un termistor de coeficiente de temperatura positivo, según se muestra en la Fig. 8(a). Además, basándose en la consideración de que, en el interruptor 74 de conmutación, puede producirse un fallo de cortocircuito, puede proporcionarse, de antemano, en una posición similar, un interruptor de corte para protección. En este caso, el interruptor se puede fijar normalmente en un estado on y se puede situar en off únicamente cuando, por ejemplo, la unidad 24 de procesado de funcionamiento defectuoso determina que se produce un funcionamiento defectuoso de acuerdo con la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación. Aunque, en este caso, se proporciona el interruptor de corte solo, el mismo se puede proporcionar junto con, por ejemplo, el elemento de interrupción de corriente eléctrica o el elemento supresor de corriente eléctrica. Además, el suministro de alimentación eléctrica al suministro 75 de alimentación de conmutación se puede detener de acuerdo con la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación. Por otra parte, tal como se ha descrito anteriormente, la unidad 24 de procesado de funcionamiento defectuoso puede llevar a cabo la determinación y realizar un control de on-off para el funcionamiento de apertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito.

Por otro lado, si se produce un fallo de cortocircuito en el devanado secundario del transformador 71, los medios 7 de conmutación no se accionan con independencia de si el interruptor 74 de conmutación se encuentra en un estado de apertura o cierre. En este caso, no se produce ningún problema en términos de la seguridad del dispositivo con independencia de si el interruptor 74 de conmutación se encuentra en un estado de apertura o cierre. No obstante, si se detiene el control de apertura-y-cierre del interruptor 74 de conmutación (es decir, se abre el interruptor 74 de conmutación), se detiene el suministro de alimentación eléctrica al suministro 75 de alimentación de conmutación, y se proporciona un interruptor de corte, abriendo el interruptor puede reducirse la pérdida en el circuito 73 de accionamiento del transformador.

Normalmente, con respecto a los diodos usados como elemento preventivo 5 de retorno y elemento rectificador 72 de conmutación, existe una relación de compromiso entre la caída del voltaje directo y las características de recuperación inversa. Con respecto al elemento preventivo 5 de retorno y el elemento rectificador 72 de conmutación en la Realización 1, es deseable seleccionar componentes de tal manera que se prefiere un componente con una baja caída de voltaje directo para el elemento preventivo 5 de retorno y se prefiere un componente con características de recuperación inversa rápida para el elemento rectificador 72 de conmutación. Estos valores numéricos están relacionados con la capacidad de transporte de corriente de cada elemento. Además, puesto que el elemento rectificador 72 de conmutación puede tener una pequeña capacidad de transporte de corriente, puede usarse, con un coste relativamente bajo, un elemento con una caída de voltaje directo y características de recuperación inversa que sean mejores que las correspondientes del elemento preventivo 5 de retorno. Por este motivo, la magnitud de la caída de voltaje directo y la magnitud de las características de recuperación inversa no se determinan necesariamente de manera incondicional. Por lo tanto, usando un elemento con una caída de voltaje directo que sea inferior a la correspondiente del elemento rectificador 72 de conmutación como elemento preventivo 5 de retorno, incluso cuando se produce un fallo de cortocircuito en el devanado secundario del transformador 71, la corriente eléctrica se concentra en el elemento preventivo 5 de retorno, de manera que se produce una baja posibilidad de ruptura del elemento rectificador 72 de conmutación con la capacidad de transporte de corriente más pequeña.

No obstante, si la caída de voltaje directo en el elemento rectificador 72 de conmutación es igual o superior a la correspondiente del elemento preventivo 5 de retorno, en una posición de los medios 80b de protección mostrados en la Fig. 8(b) puede insertarse un elemento de interrupción de corriente eléctrica, tal como un fusible, que salta cuando, a través del elemento, fluye una corriente eléctrica que es inferior a la capacidad de transporte de corriente del elemento rectificador 72 de conmutación. Alternativamente, puede incorporarse un elemento supresor de corriente eléctrica, tal como un termistor de coeficiente de temperatura positivo, que limita la corriente eléctrica utilizando un cambio del valor de resistencia por autocalentamiento cuando fluye una corriente eléctrica alta a través

del elemento. Como otra alternativa, puede incorporarse un interruptor de corte. Además, tal como se ha descrito anteriormente, los medios 105 de detección de funcionamiento defectuoso pueden llevar a cabo la determinación y realizar un control de on-off para el funcionamiento de abertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito.

5 Si se produce un fallo de cortocircuito en el elemento rectificador 72 de conmutación conectado al devanado secundario del transformador 71, los medios 7 de conmutación no se accionan con independencia de si el interruptor 74 de conmutación está en un estado de abertura o cierre, como en el caso descrito anteriormente. Si se detiene el control de abertura-y-cierre del interruptor 74 de conmutación, se detiene el suministro de alimentación eléctrica al suministro 75 de alimentación de conmutación, y se proporciona un interruptor de corte, puede reducirse la pérdida en el circuito 73 de accionamiento de transformación deteniendo el control de abertura-y-cierre.

10 Cuando el elemento rectificador 72 de conmutación se cortocircuita, resulta imposible evitar el retorno de corriente eléctrica en este trayecto. Por lo tanto, el elemento preventivo 5 de retorno conectado en paralelo también entra en un estado sustancialmente en cortocircuito, y, por lo tanto, no puede evitar que fluya hacia atrás corriente eléctrica desde los medios 8 de suavización hacia el suministro de alimentación. Así, cuando los medios 4 de cortocircuito se sitúan en on, existe una posibilidad de que pueda fluir una sobrecorriente y que la misma rompa el elemento. Con el fin de evitar esto, en el trayecto entre el devanado secundario del transformador 71 y el elemento rectificador 72 de conmutación pueden insertarse un elemento de interrupción de corriente eléctrica, un elemento supresor de corriente eléctrica, o un interruptor de corte. Con respecto al funcionamiento del interruptor de corte, puede llevarse a cabo un control de abertura-y-cierre sobre el mismo de acuerdo con la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación. La determinación basada en la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación se puede realizar sobre la base de un valor de pico de la corriente eléctrica en los medios 4 de cortocircuito o el elemento preventivo 5 de retorno o sobre la base de un cambio de la corriente eléctrica según un tiempo arbitrario en los medios 4 de cortocircuito o el elemento preventivo 5 de retorno, según se muestra, por ejemplo, en la Fig. 9. Alternativamente, la determinación se puede realizar basándose en una combinación de cualesquiera de los anteriores. La determinación la puede llevar a cabo, por ejemplo, la unidad 24 de procesamiento de funcionamiento defectuoso de los medios 103 de control de interrupción conmutada.

Si se produce un fallo de circuito abierto en cualquiera del devanado primario del transformador 71, el devanado secundario del mismo, el interruptor 74 de conmutación conectado al devanado primario, y el elemento rectificador 72 de conmutación conectado al devanado secundario, no se accionan los medios 7 de conmutación, y no se produce ningún modo que pueda derivar en problemas en términos de seguridad del producto. En este caso, puesto que la corriente eléctrica de entrada y el voltaje de salida todavía pueden controlarse llevando a cabo un control de abertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito, no se requiere, necesariamente, detener el control de abertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito. No obstante, puesto que un aumento de la corriente eléctrica de recuperación provoca que aumente el estrés dirigido a los medios 4 de cortocircuito y el elemento preventivo 5 de retorno, y también provoca que aumente la pérdida en los medios 4 de cortocircuito y el elemento preventivo 5 de retorno, puede determinarse si se va a realizar o detener el control de abertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito de acuerdo con la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación. La determinación basada en la magnitud de la corriente eléctrica de recuperación se puede realizar sobre la base de un valor de pico de corriente eléctrica en los medios 4 de cortocircuito o el elemento preventivo 5 de retorno o sobre la base de un cambio de la corriente eléctrica según un tiempo arbitrario en los medios 4 de cortocircuito o el elemento preventivo 5 de retorno, tal como se muestra, por ejemplo, en la Fig. 9. Alternativamente, la determinación se puede realizar basándose en una combinación de cualesquiera de los anteriores.

La Fig. 10 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo relacionado con la protección del dispositivo convertidor de potencia. Con respecto a los medios 4 de cortocircuito que tienen, por ejemplo, un circuito de protección basado en un circuito de retención (*latch*), si determina que el voltaje de bus, la corriente de bus o la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito, similares a aquellos usados en el circuito troceador 6 que no tiene los medios de conmutación 7, supera un valor de umbral, por ejemplo, puede llevarse a cabo una protección, además de la protección antes mencionada, deteniendo el control de abertura-y-cierre en los medios 4 de cortocircuito para situarlos en un estado off. El proceso de la Fig. 10 es realizado por la unidad 24 de procesamiento de funcionamiento defectuoso sobre la base de un valor de detección de corriente eléctrica de los medios de cortocircuito (es decir, corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito) relacionado con la detección por parte de los medios 105 de detección de funcionamiento defectuoso.

En la etapa 1, la velocidad de cambio de la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito se compara con un valor de umbral fijado arbitrariamente. Si se determina que la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito es mayor que el valor de umbral, el prosigue a la etapa 2. En la etapa 2, un valor de pico de la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito se compara con un valor de umbral fijado arbitrariamente. Si se determina que el valor de pico de la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito es mayor que el valor de umbral, el proceso prosigue a la etapa 3. Aunque, en la descripción anterior, se determina que se produce un funcionamiento defectuoso en la etapa 1 y la etapa 2 cuando la velocidad de cambio y el valor de pico de la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito superan los valores de umbral respectivos, las magnitudes físicas a comparar no se limitan a las anteriores. Por ejemplo, pueden usarse la velocidad de cambio y el valor de pico de corriente eléctrica en el elemento preventivo 5 de retorno.

Además, por ejemplo, las magnitudes físicas a utilizar para la determinación pueden combinarse, o el número de combinaciones se puede cambiar arbitrariamente. Por ejemplo, como magnitudes físicas a comparar se pueden usar la velocidad de cambio de la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito y la velocidad de cambio de la corriente eléctrica que fluye a través del elemento preventivo 5 de retorno.

5 Si se va a llevar a cabo una operación de protección y los medios 4 de cortocircuito se van a situar en off en la etapa 4, en la etapa 3 se determina si hay una señal de reinicialización para un circuito de retención con el fin de determinar si el circuito de retención se va a fijar para reinicializar de manera arbitraria la operación de protección. Si se determina que no hay ninguna señal de reinicialización, el proceso prosigue hacia la etapa 4 en donde el circuito de retención para reinicializar arbitrariamente la operación de protección se activa de tal manera que los medios 4 de cortocircuito se sitúan en off, tal como se ha descrito anteriormente.

10 Después de la etapa 4, el proceso prosigue nuevamente hacia la etapa 3 en donde se determina si hay una señal de reinicialización para el circuito de retención. Si hay una señal de reinicialización, el proceso prosigue hacia la etapa 5 en donde la operación de protección se reinicializa de manera que puede llevarse a cabo el control de abertura-y-cierre de los medios 4 de cortocircuito. A continuación, el proceso prosigue nuevamente hacia la etapa 1 en donde se determina si es necesaria o no la operación de protección.

15 Si el voltaje de bus, la corriente de bus o la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito, similares a aquellos usados en un circuito troceador normal que no tiene los medios 7 de conmutación normales, supera el valor de umbral, se lleva a cabo un proceso similar. En el flujo del proceso, se determina si es necesaria o no la operación de protección. Si es necesaria la operación de protección, los medios 4 de cortocircuito se sitúan en off. Aunque, en la descripción anterior, se determina que existe un funcionamiento defectuoso en la etapa 1 y la etapa 2 cuando la velocidad de cambio y el valor de pico de la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito superan los valores de umbral respectivos, el voltaje de bus, la corriente de bus o la corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4 de cortocircuito se pueden comparar con valores de umbral arbitrarios respectivos simultáneamente con la etapa 1 y la etapa 2. En este caso, el proceso a partir de la etapa 3 y en adelante puede ser el mismo. Si, como medios 80 de protección, se proporciona un interruptor de corte, puede determinarse si es necesaria o no la operación del interruptor de corte de acuerdo con el procedimiento antes descrito. Aunque el proceso lo lleva a cabo la unidad 24 de procesamiento de funcionamiento defectuoso, puede lograrse un efecto similar mediante la ejecución del proceso usando *hardware* equipado con un comparador o un circuito biestable.

20 Por consiguiente, el dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 1 está provisto de los medios 7 de conmutación de manera que la corriente eléctrica que fluye a través del elemento preventivo 5 de retorno se puede conmutar a un trayecto diferente. De este modo, cuando fluye corriente eléctrica hacia atrás desde el lado de la carga 9, se reduce la corriente eléctrica de recuperación generada en el elemento preventivo 5 de retorno de manera que, por ejemplo, pueden obtenerse una reducción de las pérdidas y una reducción del nivel de ruido de emisiones conducidas, y se puede gestionar la EMC, con lo cual puede lograrse un incremento de la eficiencia en el conjunto del sistema. Además, cuando se produce un fallo en un componente, tal como un elemento que constituye los medios 7 de conmutación, y los medios 106 de detección de funcionamiento defectuoso detectan un funcionamiento defectuoso de los medios 7 de conmutación, la unidad 24 de procesamiento de funcionamiento defectuoso de los medios 103 de control de interrupción conmutada llevan a cabo un control del funcionamiento en relación con la protección de por lo menos unos de los medios 7 de conmutación y los medios 4 de cortocircuito, con lo cual puede obtenerse un dispositivo altamente fiable. De acuerdo con las circunstancias, los medios 4 de cortocircuito se pueden detener de manera que puede obtenerse un dispositivo altamente fiable, por ejemplo, una función de protección de circuitos. Incluso si se detuvieran los medios 7 de conmutación, el dispositivo convertidor de potencia puede seguir manteniendo su funcionamiento a no ser que se detenga el funcionamiento de los medios 4 de cortocircuito, con lo cual el dispositivo puede llevar a cabo operaciones necesarias al mismo tiempo que se garantiza la seguridad.

25 Cuando va a realizarse la protección, puesto que se proporcionan los medios 80a u 80b de protección que pueden interrumpir el trayecto de corriente eléctrica de por lo menos uno del devanado primario y el devanado secundario del transformador 71, pueden protegerse de manera eficaz los medios 7 de conmutación y el dispositivo convertidor de potencia. Además, con los medios 107 de notificación, se puede proporcionar una notificación de un funcionamiento defectuoso de los medios 7 de conmutación.

30 Además, puesto que los medios 7 de conmutación están constituidos, por ejemplo, por el transformador 71, el transformador 71 puede aislar el elemento preventivo 5 de retorno, el devanado secundario del transformador 71, y el elemento rectificador 72 de conmutación, que están dispuestos en el circuito entre el suministro 1 de alimentación de corriente alterna y la carga 9, con respecto al circuito 73 de accionamiento de transformador, los medios 103 de control de interrupción conmutada, y la señal de accionamiento para los medios 7 de conmutación, de manera que la transmisión de la señal de accionamiento hacia los medios 7 de conmutación se puede realizar de forma relativamente sencilla. Por otra parte, medios a los cuales se aplica un voltaje alto y medios accionados con un voltaje bajo pueden aislarse eléctricamente entre ellos. Además, puede formarse un sistema de gran seguridad y fiabilidad. Fijando el suministro 75 de alimentación de conmutación del circuito 73 de accionamiento de transformador a un valor suficientemente bajo, en comparación con el voltaje de salida de los medios 8 de

suavización, el elemento preventivo 5 de retorno puede realizar una recuperación inversa con un voltaje de polarización inversa bajo.

Además, puesto que se usa un semiconductor de banda prohibida ancha compuesto por un material basado en carburo de silicio, un material basado en nitruro de galio, o diamante, como elemento rectificador 72 de conmutación, puede obtenerse un dispositivo convertidor de potencia con bajas pérdidas. Por otra parte, debido a las bajas pérdidas de potencia eléctrica, puede obtenerse un incremento de la eficiencia del elemento. Puesto que un semiconductor de banda prohibida ancha tiene una densidad de corriente eléctrica permisible alta, puede reducirse el tamaño del elemento, y también se puede incrementar el tamaño de los medios que tienen el elemento incorporado en los mismos. Si no se produce ninguna pérdida en el sistema completo incluyendo, por ejemplo, el interruptor 74 de conmutación, además del elemento rectificador 72 de conmutación, puede usarse un semiconductor de banda prohibida ancha para otro elemento.

## Realización 2

La Fig. 11 ilustra un ejemplo de configuración de un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 2. En la Fig. 11, a las unidades, elementos y otros que son similares a aquellos de la Realización 1 se les asigna los mismos numerales de referencia. En el circuito troceador 6 de la Fig. 11, un circuito troceador constituido por un inductor 3b, medios 4b de cortocircuito, y un elemento preventivo 5b de retorno está conectado en paralelo con un circuito troceador constituido por un inductor 3a, medios 4a de cortocircuito, y un elemento preventivo 5a de retorno. Los elementos preventivos 5a y 5b de retorno están conectados a los medios 7 de conmutación. Por lo tanto, en la Realización 2, los medios 7 de conmutación son compartidos por los dos circuitos troceadores.

Los medios 103 de control de interrupción conmutada tienen, por ejemplo, la configuración que se muestra en la Fig. 3, y calculan tiempos de servicio de los medios 4a y 4b de cortocircuito de una manera similar a la de la Realización 1. Los tiempos de servicio de los medios 4a y 4b de cortocircuito se fijan a valores idénticos. Posteriormente, la unidad generadora 104 de señales de accionamiento genera señales de accionamiento para accionar los medios 4a y 4b de cortocircuito sobre la base de una señal de salida proveniente de los medios 103 de control de interrupción conmutada. En este caso, las señales de accionamiento que se transmitirán a los medios 4a y 4b de cortocircuito tienen fases diferentes. Por ejemplo, aunque la diferencia de fase no está limitada en particular, la misma puede ser de 180°.

El circuito troceador 6 de la Realización 2 incluye dos circuitos troceadores conectados en paralelo constituidos, cada uno de ellos, por un inductor 3, medios 4 de cortocircuito, y un elemento preventivo 5 de retorno. En comparación con un caso en el que el circuito troceador es un único sistema como en la Realización 1. La corriente eléctrica que fluye hacia los circuitos troceadores individuales se distribuye en los mismos de manera que puede reducirse la capacidad de transporte de corriente de cada componente. Aunque se incrementa el número de elementos, pueden reducirse el coste total y el tamaño del circuito.

La Fig. 12 ilustra, por ejemplo, formas de onda (es decir, formas de onda de accionamiento) relacionadas con el comportamiento del voltaje de suministro de alimentación, la corriente de suministro de alimentación (es decir, corriente eléctrica de entrada), y las señales de accionamiento transmitidas a los medios 4 de cortocircuito de acuerdo con la Realización 2. Accionando los medios 4a y 4b de cortocircuito con señales de accionamiento que tienen fases diferentes, los rizados contenidos en la corriente de suministro de alimentación, que es la corriente eléctrica total que fluye a través de los sistemas, se contrarrestan y se reducen, tal como se muestra en las Figs. 12(a) y 12(b). Aunque la Fig. 12(b) muestra un ejemplo de un modo continuo en el cual la corriente del inductor no llega a cero en cada ciclo de interrupción conmutada, también es permisible un modo discontinuo o un modo crítico en el cual la corriente del inductor llega a cero en cada ciclo de interrupción conmutada. En este caso, puesto que los valores de inductancia requeridos en los inductores 3a y 3b se hacen menores, pueden lograrse una reducción del coste y una reducción del tamaño. Con la corriente eléctrica llegando a cero en cada ciclo de interrupción conmutada, en la operación de interrupción conmutada subsiguiente se realiza una interrupción conmutada suave en la que la interrupción conmutada se realiza en un estado en el que la corriente eléctrica es cero. Por lo tanto, se logra también una reducción de las pérdidas por interrupción conmutada. Además, puesto que se reduce el rizado de la corriente de suministro de alimentación, puede reducirse el tamaño del filtro de ruido, y puede lograrse una reducción de los costes. Utilizando el hecho de que se reduce el rizado de la corriente de suministro de alimentación, puede reducirse la frecuencia de interrupción conmutada en cada sistema. En este caso, incluso aunque el efecto de reducción de rizado en la corriente de suministro de alimentación disminuya, pueden reducirse las pérdidas por interrupción conmutada puesto que se hace disminuir el número de veces que se lleva a cabo una interrupción conmutada en cada sistema.

Aunque el ejemplo anterior va dirigido a un caso en el que dos circuitos troceadores constituidos por inductores 3, medios 4 de cortocircuito, y elementos preventivos 5 de retorno están conectados en paralelo, el circuito troceador 6 puede estar constituido por tres o más circuitos troceadores conectados en paralelo. En este caso, puede lograrse un efecto similar a lo anterior variando la diferencia de fase entre los sistemas. Aunque el número de elementos se incrementa con el aumento de número de sistemas, puede reducirse adicionalmente el rizado en la corriente de suministro de alimentación y la corriente eléctrica que fluye a través de cada sistema. El efecto para contrarrestar los

rizados se maximiza fijando la diferencia de fase a  $360^\circ/n$  cuando el número de sistemas es igual a n.

En el funcionamiento del dispositivo convertidor de potencia que presenta la configuración antes descrita, se genera corriente eléctrica de recuperación en el elemento preventivo 5a de retorno cuando los medios 4a de cortocircuito se sitúan en on y en el elemento preventivo 5b de retorno cuando los medios 4b de cortocircuito se sitúan en on de acuerdo con un mecanismo similar al de la Realización 1. Por lo tanto, la temporización con la cual se genera la corriente eléctrica de recuperación varía. Por ello, en los medios 7 de conmutación de acuerdo con la Realización 2, es necesario accionar con temporizaciones diferentes el devanado secundario del transformador 71 que está conectado al elemento preventivo 5a de retorno y el devanado secundario del transformador 71 que está conectado al elemento preventivo 5b de retorno.

La Fig. 13 ilustra un ejemplo de configuración de los medios 7 de conmutación de acuerdo con la Realización 2. Al devanado secundario del transformador 71 que está conectado a un elemento rectificador 72a de conmutación y al devanado secundario del transformador 71 que está conectado a un elemento rectificador 72b de conmutación se les asignan polaridades opuestas y se enrollan a la inversa. El circuito 73 de accionamiento de transformador está constituido por interruptores 74a y 74b de conmutación, el suministro 75 de alimentación de interrupción conmutada, y condensadores 76a y 76b.

En los medios de conmutación de la Fig. 13, cuando el interruptor 74a de conmutación se pone en on y el interruptor 74b de conmutación se pone en off, el condensador 76a descarga electricidad de manera que fluye corriente de excitación a través del devanado primario del transformador 71. En este caso, en los devanados secundarios del transformador 71, fluye corriente eléctrica a través del devanado situado en el lado del elemento rectificador 72a de conmutación y que tiene la misma polaridad, y el elemento rectificador 72a de conmutación comienza una operación de conmutación. Por otro lado, cuando el interruptor 74a de conmutación se pone en off y el interruptor 74b de conmutación se pone en on, el condensador 76b descarga electricidad de manera que fluye corriente de excitación a través del devanado primario del transformador 71 en una dirección opuesta a la correspondiente cuando el interruptor 74a de conmutación se pone en on y el interruptor 74b de conmutación se pone en off. En este caso, en los devanados secundarios del transformador 71, fluye corriente eléctrica a través del devanado situado en el lado del elemento rectificador 72b de conmutación y que tiene la polaridad opuesta, y el elemento rectificador 72b de conmutación comienza una operación de conmutación. Aunque el circuito 73 de accionamiento de transformador se ha descrito anteriormente en referencia a un ejemplo en el que los interruptores 74a y 74b de conmutación constituyen una configuración de medio puente, puede realizarse una operación similar y puede lograrse un efecto similar, por ejemplo, con una configuración de puente completo incrementando el número de interruptores.

De acuerdo con la Realización 2, incluso en el caso en el que los medios 7 de conmutación se instalen para cada uno de los elementos preventivos 5a y 5b de retorno que requieren operaciones de conmutación en temporizaciones diferentes, el circuito 73 de accionamiento de transformador formado en el lado del devanado primario del transformador 71 puede ser compartido por los elementos. Por lo tanto, puede reducirse el número de componentes en el circuito mientras que se logran una reducción del ruido y una reducción de las pérdidas debido a la reducción de la corriente eléctrica de recuperación, como en la Realización 1, reduciéndose así el área del circuito y suprimiendo el aumento de los costes. Como alternativa a la variación de las temporizaciones, por ejemplo, puede ajustarse el tiempo en el que se lleva a cabo una operación de conmutación.

La siguiente descripción se refiere a un modo de fallo de los medios 7 de conmutación que llevan a cabo la operación antes descrita y a la protección de los mismos durante ese modo. Puesto que los fallos que se producen en el devanado primario del transformador 71, en los devanados secundarios del mismo, en los elementos rectificadores 72a y 72b de conmutación, y en los interruptores 74a y 74b de conmutación son similares a los correspondientes de la Realización 1, puede llevarse a cabo una protección que es similar a la descrita en referencia a las Figs. 8 a 10 de la Realización 1.

Si se produce un fallo de cortocircuito en el condensador 76a, puesto que no fluye la corriente de excitación hacia el devanado primario del transformador 71 cuando el interruptor 74a de conmutación está en on, no puede realizarse una operación de conmutación en el lado del elemento rectificador 72a de conmutación. Por otro lado, el condensador 76b se carga con voltaje, el cual es dos veces el correspondiente del modo normal, directamente desde el suministro 75 de alimentación de conmutación. Por lo tanto, cuando el interruptor 74b de conmutación se sitúa en on, fluye corriente de excitación a través del devanado primario del transformador 71, de manera que puede llevarse a cabo una operación de conmutación en el lado del elemento rectificador 72b de conmutación. No obstante, el voltaje aplicado al transformador 71 en este caso es dos veces el correspondiente del modo normal, según se ha mencionado anteriormente. Por tanto, retardando la temporización para situar en on el interruptor 74b de conmutación o llevando a cabo un ajuste para reducir la anchura de impulso de la señal de accionamiento, la corriente eléctrica que fluye a través del devanado primario del transformador 71 puede suprimirse al mismo nivel que el correspondiente en el modo normal, suprimiéndose así el estrés aplicado al transformador 71.

Si se produce un fallo de cortocircuito en el condensador 76b, se produce un fenómeno que es similar al correspondiente cuando aparece un fallo de cortocircuito en el condensador 76a. En este caso, puesto que no fluye corriente de excitación hacia el devanado primario del transformador 71 cuando el interruptor 74b de conmutación se sitúa en on, no puede llevarse a cabo una operación de conmutación en el lado del elemento rectificador 72b de

conmutación. Por otro lado, el condensador 76a se carga con voltaje, el cual es dos veces el correspondiente del modo normal, directamente desde el suministro 75 de alimentación de conmutación. Por lo tanto, cuando el interruptor 74a de conmutación se sitúa en on, fluye corriente de excitación a través del devanado primario del transformador 71, de manera que puede llevarse a cabo una operación de conmutación en el lado del elemento rectificador 72b de conmutación. No obstante, el voltaje aplicado al transformador 71 es, en este caso, dos veces el correspondiente del modo normal, según se ha mencionado anteriormente. Así, retardando la temporización para situar en on el interruptor 74a de conmutación o llevando a cabo un ajuste para reducir la anchura de impulso de la señal de accionamiento, la corriente eléctrica que fluye a través del devanado primario del transformador 71 puede suprimirse al mismo nivel que el correspondiente del modo normal, suprimiéndose, de este modo, el esfuerzo aplicado al transformador 71.

Si se produce un fallo de circuito abierto en el condensador 76a, el condensador 76b se carga mientras el interruptor 74a de conmutación está en on. Hasta que el condensador 76b se cargue suficientemente, no fluye de manera suficiente corriente de excitación hacia el devanado primario del transformador 71 ni siquiera si el interruptor 74b de conmutación se sitúa en on. Por lo tanto, no puede realizarse una operación de conmutación en el lado del elemento rectificador 72b de conmutación. En tal caso, por ejemplo, los medios 107 de notificación pueden notificar a un usuario o similar de que se ha producido un funcionamiento defectuoso e invitar al usuario o similar a que detenga o repare el dispositivo convertidor de potencia. Durante ese tiempo, puede llevarse a cabo un control para hacer que el dispositivo continúe con su funcionamiento. La notificación proporcionada, por ejemplo, por los medios de notificación no se limita al caso antes descrito. Por ejemplo, los medios de notificación pueden proporcionar una notificación cuando se produce un fallo en, por ejemplo, los medios 7 de conmutación debido a, por ejemplo, otros motivos.

Si se produce un fallo de circuito abierto en el condensador 76b, ocurre un fenómeno que es similar al correspondiente cuando aparece un fallo de circuito abierto en el condensador 76a. En este caso, el condensador 76a se carga mientras el interruptor 74b de conmutación está en on. Hasta que el condensador 76a se cargue suficientemente, no fluye de manera suficiente corriente de excitación hacia el devanado primario del transformador 71 ni siquiera si el interruptor 74a de conmutación se sitúa en on. Por lo tanto, no puede llevarse a cabo una operación de conmutación en el lado del elemento rectificador 72a de conmutación. En tal caso, por ejemplo, los medios de notificación (no mostrados), por ejemplo, proporcionan una notificación. Durante ese tiempo, se puede llevar a cabo un control para hacer que el dispositivo continúe con su funcionamiento.

La Fig. 14 ilustra otro ejemplo de configuración del dispositivo convertidor de potencia según la Realización 2. Por ejemplo, la siguiente descripción se refiere a un caso en el que los medios 7 de conmutación en el lado del elemento preventivo 5a de retorno o el lado del elemento preventivo 5b de retorno son inoperativos debido a un fallo de un componente. La determinación de si los medios 7 de conmutación en cada sistema son operativos o inoperativos se puede realizar sobre la base de, por ejemplo, un proceso similar al correspondiente del diagrama de flujo mostrado en la Fig. 10 usando los valores de pico de corriente eléctrica o las velocidades de cambio de corriente eléctrica que fluye a través de los medios 4a y 4b de cortocircuito y los elementos preventivos 5a y 5b de retorno o usando una combinación de múltiples puntos seleccionados de entre los anteriores. Sobre la base del resultado de la determinación, puede detenerse el funcionamiento de los medios 4a y 4b de cortocircuito. En este caso, tal como se muestra en la Fig. 14, en el lado trasero de los elementos preventivos 5a y 5b de retorno (es decir, en trayectos entre los elementos preventivos 5a y 5b de retorno y los medios 8 de suavización) pueden proporcionarse interruptores 106a y 106b de corte, tales como unidades de relé, de tal manera que pueden interrumpirse los trayectos.

La Fig. 15 ilustra la relación entre la operatividad de los medios 7 de conmutación y la carga. Por ejemplo, tal como se muestra en la Fig. 15, puede determinarse si los medios 4a y 4b de cortocircuito deben accionarse o detenerse de acuerdo con una combinación de la operatividad de los medios 7 de conmutación y la carga. En este caso, se supone que se acciona un motor en un circuito inversor que actúa como carga. Además, los elementos preventivos 5a y 5b de retorno están conectados individualmente a múltiples medios 7 de conmutación independientes.

Por ejemplo, si la carga es pequeña, puesto que no es necesario elevar el voltaje de bus, los medios 4a y 4b de cortocircuito se detienen cuando la carga es pequeña. En este caso, puesto que no se acciona el circuito troceador 6, el dispositivo se comporta de una manera similar a la de un convertidor de tipo entrada de condensador. Puesto que la carga es pequeña, la corriente eléctrica no supera la capacidad de transporte de corriente de cada elemento ni siquiera cuando uno de los interruptores 106a y 106b de corte se interrumpe. Por lo tanto, no hay riesgo de ruptura. Adicionalmente, puede reducirse el número de elementos a través de los cuales pasa la corriente eléctrica durante la conversión de potencia, permitiendo así una reducción de pérdidas.

Por otro lado, cuando la carga es grande, para mejorar la eficiencia elevando el voltaje de bus con el fin de expandir la región de funcionamiento del motor o incrementando el número de espiras en el motor, es preferible que los medios 4a y 4b de cortocircuito se accionen tanto como sea posible. En este caso, si los medios 7a de conmutación y los medios 7b de conmutación están inoperativos, se detiene el funcionamiento de los medios 4 de cortocircuito en el lado inoperativo de los medios 7 de conmutación, y los trayectos se interrumpen usando los interruptores 106a y 106b de corte. En este caso, de manera similar a lo anterior, puede reducirse el número de elementos a través de los cuales pasa la corriente eléctrica durante la conversión de potencia, permitiéndose así una reducción de las

pérdidas. No obstante, puesto que la corriente eléctrica que se distribuye normalmente llega a concentrarse en cada elemento en el lado no interrumpido, si la corriente eléctrica supera la capacidad de transporte de corriente, es deseable que se haga que el dispositivo funcione como un convertidor de tipo entrada de condensador deteniendo el funcionamiento de los medios 4 de cortocircuito.

5 Por consiguiente, con el dispositivo convertidor de potencia según la Realización 2, por ejemplo, incluso en el caso en el que las operaciones de conmutación se vayan a realizar con temporizaciones diferentes para los elementos preventivos 5a y 5b de retorno, los devanados secundarios del transformador 71 y los elementos rectificadores 72a y 72b de conmutación están conectados, respectivamente, en paralelo con los elementos preventivos 5a y 5b de retorno, tal como en la Realización 1, y pueden compartir el circuito accionador 73 de transformador que controle el suministro de alimentación al devanado primario del transformador 71, de manera que puede reducirse el número de componentes del circuito al mismo tiempo que se logran una reducción del ruido y una reducción de las pérdidas debido a la reducción de la corriente eléctrica de recuperación, como en la Realización 1, disminuyéndose así el área del circuito y suprimiéndose un incremento de los costes.

15 Además, por ejemplo, cuando se produce un fallo de cortocircuito en uno de los condensadores 76, la corriente eléctrica que fluye a través del devanado primario del transformador 71 puede suprimirse al mismo nivel que el correspondiente en el modo normal retardando la temporización para situar en on el interruptor 74 de conmutación correspondiente o llevando a cabo un ajuste para reducir la anchura de impulso (es decir, el tiempo de estado on, el tiempo de servicio) de la señal de accionamiento, suprimiéndose así el estrés aplicado al transformador 71.

### Realización 3

20 Las Figs. 16 a 30 ilustran ejemplos de configuración de un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3 de la presente invención. A los medios, elementos, y similares que realizan operaciones similares a las correspondientes en los dibujos descritos, por ejemplo, en la Realización 1, se les asignan los mismos numerales de referencia. El dispositivo convertidor de potencia descrito en cada una de la Realización 1 y la Realización 2 antes descritas está conectado a un suministro de alimentación monofásico de corriente alterna y está provisto de medios de cortocircuito en el lado trasero de donde se rectifica la alimentación eléctrica suministrada. Alternativamente, un dispositivo convertidor de potencia correspondiente a un suministro de alimentación de corriente alterna monofásica, según se muestra en, por ejemplo, las Figs. 16 a 30, puede estar provisto de los medios 7 de conmutación y llevar a cabo un control de conmutación de manera que se logre un efecto similar al anterior. De este modo, incluso cuando se produce un fallo en estos medios 7 de conmutación, el dispositivo se puede proteger, con lo cual puede lograrse, ventajosamente, una mejora de la fiabilidad. En este caso, los medios 7 de conmutación pueden estar provistos del elemento rectificador 2a ó similar, como elemento preventivo de retorno, tal como se muestra, por ejemplo, en la Fig. 16.

35 La Fig. 17 ilustra un ejemplo de configuración de los medios 4 de cortocircuito. Por ejemplo, en la Fig. 17(a), un circuito rectificador 41 de cortocircuito que tiene elementos rectificadores 41a a 41d conectados en puente y un conmutador 42 de cortocircuito constituyen los medios 4 de cortocircuito. La Fig. 17(a) muestra una configuración general en la cual, como conmutador 42 de cortocircuito, se usa un único elemento que no permite que fluya corriente eléctrica bidireccionalmente a través del mismo, tal como un IGBT. Alternativamente, tal como se muestra en la Fig. 17(b), los medios 4 de cortocircuito pueden estar constituidos, por ejemplo, por un conmutador bidireccional formado mediante el uso de una pluralidad de IGBTs (transistores bipolares de puerta aislada), MOS-FETs (transistores de efecto de campo), etcétera. En ese caso, puede lograrse un efecto similar.

### Realización 4

45 Las Figs. 31 a 40 ilustran ejemplos de configuración de un dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la Realización 3 de la presente invención. A los medios, elementos, y similares que llevan a cabo operaciones similares a las correspondientes en los dibujos descritos en, por ejemplo, la Realización 1, se le asignan los mismos numerales de referencia. El dispositivo convertidor de potencia descrito en cada una de la Realización 1 a la Realización 3 antes descrita se corresponde con un suministro de alimentación de corriente alterna monofásica. Alternativamente, un dispositivo convertidor de potencia de un tipo similar que se corresponda con un suministro de alimentación de corriente alterna trifásica, según se muestra en, por ejemplo, las Figs. 31 a 40, puede estar provisto de los medios 7 de conmutación y llevar a cabo un control de conmutación de modo que se logre un efecto similar a lo anterior. De este modo, incluso cuando se produzca un fallo en estos medios 7 de conmutación, el dispositivo se puede proteger, con lo cual puede lograrse ventajosamente una mejora de la fiabilidad.

### Realización 5

55 La Fig. 41 ilustra un ejemplo de configuración de un dispositivo accionador de motores de acuerdo con la Realización 5 de la presente invención. En la realización 5, un circuito inversor 90 y un motor 91, tal como se muestra en la Fig. 41, están conectados de manera que actúan como carga a la que se le suministra la alimentación eléctrica por medio del dispositivo convertidor de potencia antes mencionado. Además, se proporcionan medios 92 de control de inversor que controlan el funcionamiento del circuito inversor 90. Utilizando el dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con la presente invención, se logran una alta eficiencia y una alta fiabilidad, y, además, incluso

cuando se produce un fallo en los medios 7 de conmutación, el dispositivo puede protegerse, con lo cual puede lograrse, ventajosamente, una mejora de la fiabilidad. En el dispositivo accionador de motores según la Realización 5, si se detecta un funcionamiento defectuoso de los medios 7 de conmutación en el dispositivo convertidor de potencia en la etapa frontal, los medios 92 de control de inversor pueden controlar el funcionamiento del circuito inversor 90 para reducir la carga sobre el motor 91.

### Realización 6

La Fig. 42 ilustra un ejemplo de configuración de un aparato de refrigeración y aire acondicionado de acuerdo con la realización 6 de la presente invención. La realización 6 se corresponde con un caso en el que el dispositivo accionador de motores según la Realización 5 antes descrita se aplica a uno o ambos de un compresor y un dispositivo emisor de aire de un aparato de aire acondicionado.

El aparato de refrigeración y aire acondicionado de la Fig. 42 incluye una unidad de lado fuente de calor (es decir, una unidad exterior) 300 y una unidad de lado carga (es decir, una unidad interior) 400 que están conectadas por tuberías de refrigerante de manera que se forma un circuito de refrigerante principal (al que se hace referencia, en la presente, en lo sucesivo, como "circuito de refrigerante principal") a través del cual circula un refrigerante. Las tuberías de refrigerante incluyen una tubería 500 de gas a través de la cual fluye un refrigerante en un estado gaseoso (es decir, un refrigerante gaseoso), y una tubería 600 de líquido a través de la cual fluye un refrigerante en un estado líquido (es decir, un refrigerante líquido, o, en ocasiones, un refrigerante bifásico gas-líquido).

En la Realización 6, la unidad 300 de lado fuente de calor está constituida por dispositivos (es decir, medios) que incluyen un compresor 301, un separador 302 de aceite, una válvula 303 de cuatro vías, un intercambiador 304 de calor de lado fuente de calor, un ventilador 305 de lado fuente de calor, un acumulador 306, un dispositivo de expansión de lado fuente de calor (es decir, una válvula de expansión) 307, un intercambiador 308 de calor refrigerante-refrigerante, un dispositivo 309 de expansión de derivación, y un dispositivo 310 de control de lado fuente de calor.

El compresor 301 succiona un refrigerante, comprime el refrigerante, y descarga el refrigerante. El compresión 301 es de un tipo cuya frecuencia de funcionamiento es variable de manera arbitraria de tal manera que la capacidad (es decir, la cantidad de refrigerante alimentado por unidad de tiempo) del compresor 301 se puede ajustar de forma precisa. El dispositivo convertidor de potencia según una cualquiera de la Realización 1 a la Realización 4 antes descritas se incorpora entre, por ejemplo, el suministro 1 de alimentación de corriente alterna, el cual suministra alimentación eléctrica para accionar el compresor 301 (es decir, un motor), y el compresor 301 que actúa como carga 9.

El separador 302 de aceite está configurado para separar un lubricante, el cual está mezclado en el refrigerante y se descarga desde el compresor 301, del refrigerante. El lubricante separado se devuelve a compresor 301. La válvula 303 de cuatro vías cambia el flujo del refrigerante entre un modo de funcionamiento de frío y un modo de funcionamiento de calefacción sobre la base de una orden proveniente del dispositivo 310 de control de lado fuente de calor. El intercambiador 304 de calor del lado fuente de calor intercambia calor entre el refrigerante y aire (es decir, aire exterior). Por ejemplo, durante el funcionamiento de calefacción, el intercambiador 304 de calor del lado fuente de calor funciona como un evaporador e intercambia calor entre el aire y un refrigerante de baja presión que fluye hacia el mismo por medio del dispositivo 307 de expansión del lado fuente de calor para evaporar y gasificar el refrigerante. Durante el funcionamiento de frío, el intercambiador 304 de calor del lado fuente de calor funciona como un condensador e intercambia calor entre el aire y un refrigerante que fluye hacia el mismo desde el lado de la válvula 303 de cuatro vías y es comprimido por el compresor 301 para condensar y licuar el refrigerante. Con el fin de intercambiar eficientemente calor entre el refrigerante y el aire, el intercambiador 304 de calor del lado fuente de calor está provisto del ventilador 305 del lado fuente de calor. Con respecto a ventilador 305 del lado fuente de calor, la velocidad o rotación del ventilador se puede ajustar de manera precisa suministrando alimentación eléctrica al mismo por medio del dispositivo convertidor de potencia según una cualquiera de la Realización 1 a la Realización 4 antes descritas y, por ejemplo, cambiando arbitrariamente la frecuencia de funcionamiento de un motor de ventilador en un inversor que actúa como carga 9.

El intercambiador 308 de calor refrigerante-refrigerante intercambia calor entre un refrigerante que fluye a través de un trayecto de flujo principal del circuito de refrigerante y un refrigerante que se ha desviado desde el trayecto de flujo antes mencionado y cuyo caudal ha sido ajustado por el dispositivo 309 de expansión de derivación (es decir, una válvula de expansión). En particular, cuando es necesario sobreenfriar el refrigerante durante un funcionamiento de frío, el intercambiador 308 de calor refrigerante-refrigerante sobreenfría el refrigerante y suministra el mismo a la unidad 400 del lado carga. El líquido que fluye por medio del dispositivo 309 de expansión de derivación es devuelto al acumulador 306 a través de una tubería de derivación. El acumulador 306 es, por ejemplo, unos medios para almacenar refrigerante líquido en exceso. El dispositivo 310 de control del lado fuente de calor está formado, por ejemplo, por un microordenador. El dispositivo 310 de control del lado fuente de calor tiene la capacidad de comunicarse con un dispositivo 404 de control del lado carga de una manera por cable o inalámbrica. Por ejemplo, sobre la base de datos relacionados con una detección por parte de varios tipos de medios de detección (es decir, sensores) dentro del aparato de refrigeración y aire acondicionado, el dispositivo 310 de control del lado fuente de calor controla el funcionamiento global del aparato de refrigeración y aire acondicionado controlando cada uno de los

medios relacionados con el aparato de refrigeración y aire acondicionado, tal como controlando la frecuencia de funcionamiento del compresor 301 mediante el control de un circuito inversor. Además, el procesado que llevan a cabo, por ejemplo, los medios 103 de control de interrupción conmutada descritos en cada una de las Realizaciones anteriores puede ser realizado por el dispositivo 310 de control del lado fuente de calor.

- 5 La unidad 400 del lado carga incluye un intercambiador 401 de calor del lado carga, un dispositivo de expansión del lado carga (es decir, una válvula de expansión) 402, un ventilador 403 del lado carga, y el dispositivo 404 de control del lado carga. El intercambiador 401 de calor del lado carga intercambia el calor entre un refrigerante y aire. Por ejemplo, durante el funcionamiento de calefacción, el intercambiador 401 de calor del lado carga funciona como un condensador e intercambia calor entre el aire y un refrigerante que fluye hacia el mismo desde la tubería 500 de gas, para condensar y licuar el refrigerante (o para transformar el refrigerante a un estado bifásico gas-líquido), y descarga el refrigerante hacia la tubería 600 de líquido. Durante el funcionamiento de frío, el intercambiador 401 de calor del lado carga funciona como un evaporador e intercambia calor entre el aire y un refrigerante que se ha cambiado a un estado de baja presión por parte del dispositivo 402 de expansión del lado carga con el fin de evaporar y gasificar el refrigerante haciendo que el mismo reciba calor del aire, y descarga el refrigerante hacia la tubería 500 de gas. Además, la unidad 400 del lado carga está provista del ventilador 403 del lado carga para ajustar el flujo de aire que va a intercambiar calor con el refrigerante. La velocidad de funcionamiento del ventilador 403 del lado carga es fijada, por ejemplo, por un usuario. El dispositivo 402 de expansión del lado carga está previsto para ajustar la presión del refrigerante dentro del intercambiador 401 de calor del lado carga cambiando el grado de abertura del dispositivo 402 de expansión del lado carga.
- 10
- 15
- 20 El dispositivo 404 de control del lado carga está formado, también, por ejemplo, por un microordenador y tiene la capacidad de comunicarse con, por ejemplo, el dispositivo 310 de control del lado fuente de calor de una manera por cable o inalámbrica. Sobre la base de una orden proveniente del dispositivo 310 de control del lado fuente de calor o una orden proveniente de, por ejemplo, un residente, cada dispositivo (es decir, medios) de la unidad 400 del lado carga es controlado de tal manera que, por ejemplo, la temperatura interior se fija a una temperatura predeterminada. Además, se transmite una señal que contiene datos relacionados con una detección por parte de medios de detección proporcionados en la unidad 400 del lado carga.
- 25

Por consiguiente, en el aparato de refrigeración y aire acondicionado según la Realización 6, se suministra la alimentación eléctrica, por ejemplo, al compresor 301 y al ventilador 305 del lado fuente de calor usando el dispositivo convertidor de potencia de acuerdo con una cualquiera de la Realización 1 a la Realización 4 antes descritas, con lo cual puede obtenerse un sistema de refrigeración y aire acondicionado altamente eficiente y altamente fiable. Además, incluso cuando se produce un problema debido a, por ejemplo, un fallo en los medios 7 de conmutación del dispositivo convertidor de potencia, el dispositivo y el sistema pueden protegerse, con lo cual puede lograrse, ventajosamente, una mejora de la fiabilidad.

### 35 Aplicabilidad industrial

- Aunque la Realización 6 antes descrita va dirigida a un caso en el que el dispositivo convertidor de potencia según la presente invención se aplica al aparato de refrigeración y aire acondicionado, la presente invención no se limita a lo anterior. El dispositivo convertidor de potencia según la presente invención también se puede aplicar a, por ejemplo, un aparato de bomba de calor, un aparato que utilice un ciclo de refrigeración (es decir, un ciclo de bomba de calor), tal como una nevera, un aparato de transporte, tal como un ascensor, o un (sistema) iluminador. En tal caso, pueden lograrse ventajas similares.
- 40

### Lista de símbolos de referencia

- 1 suministro de alimentación de corriente alterna 2 rectificador 2a a 2f elemento rectificador 3, 3a a 3c inductor 4, 4a, 4b medios de cortocircuito 5, 5a, 5b elemento preventivo de retorno 6 circuito troceador 7, 7a a 7d medios de conmutación 8, 8a a 8d medios de suavización 9 carga 21 unidad de cálculo de valores de órdenes de corriente de bus efectiva 22 unidad generadora de ondas sinusoidales 23 unidad de cálculo de servicio 24 unidad de procesado de funcionamiento defectuoso 41 rectificador 41a a 41d elemento rectificador 42 conmutador de cortocircuito 42a, 42b conmutador de cortocircuito 71 transformador 72, 72a, 72b elemento rectificador 73 circuito accionador de transformador 74, 74a, 74b interruptor de conmutación 75 suministro de alimentación de conmutación 76, 76a, 76b condensador 80, 80a, 80b medios de protección 90 circuito inversor 91 motor 92 medios de control de inversor 100 unidad de detección de cruces por cero del voltaje de entrada 101 medios de detección de voltaje de bus 102 medios de detección de corriente de bus 103 medios de control de interrupción conmutada 104 unidad generadora de señales de accionamiento 105 medios de detección de funcionamiento defectuoso 106 interruptor de corte 107 medios de notificación 300 unidad del lado fuente de calor 301 compresor 302 separador de aceite 303 válvula de cuatro vías 304 intercambiador de calor del lado fuente de calor 305 ventilador del lado fuente de calor 306 acumulador 307 dispositivo de expansión del lado fuente de calor 308 intercambiador de calor refrigerante-refrigerante 309 dispositivo de expansión de derivación 310 dispositivo de control del lado fuente de calor 400 unidad del lado carga 401 intercambiador de calor del lado carga 402 dispositivo de expansión del lado carga 403 ventilador del lado carga 404 dispositivo de control del lado carga 500 tubería de gas 600 tubería de líquido
- 45
- 50
- 55

**REIVINDICACIONES**

1. Convertidor elevador que comprende:
  - un circuito rectificador (2) que rectifica voltaje de un suministro (1) de alimentación;
  - un inductor (3) que está conectado a un lado de salida del circuito rectificador (2);
  - 5 medios (4) de cortocircuito que están constituidos por un elemento de interrupción conmutada conectado a un lado de salida del inductor (3) y controlan por lo menos uno de la corriente eléctrica y el voltaje conmutando el elemento de interrupción conmutada;
  - uno o más elementos preventivos (5) de retorno uno de cuyos extremos está conectado al lado de salida del inductor (3) y que evitan que corriente eléctrica generada por la conmutación de los medios (4) de cortocircuito fluya hacia atrás desde un lado de la carga (9) hacia el lado del suministro (1) de alimentación; y
  - 10 medios (7) de conmutación adaptados para realizar una recuperación inversa aplicando un voltaje bajo de polarización inversa al elemento o elementos preventivos (5) de retorno,
  - estando adaptados los medios (7) de conmutación para llevar a cabo una operación de conmutación con el fin de provocar que corriente eléctrica fluya hacia un trayecto de corriente eléctrica diferente que está conectado en paralelo con un trayecto de corriente eléctrica que incluye el elemento o elementos preventivos (5) de retorno;
  - 15 medios de control adaptados para controlar los medios de conmutación con el fin de realizar una operación de conmutación inmediatamente antes de activar los medios de cortocircuito; estando caracterizado el convertidor elevador por:
    - medios (105) de detección de funcionamiento defectuoso que están instalados en un trayecto de una corriente que fluye a través de los medios (4) de cortocircuito o los elementos preventivos (5) de retorno y detectan una corriente eléctrica que fluye a través de los medios (4) de cortocircuito o los elementos preventivos (5) de retorno para detectar un funcionamiento defectuoso de los medios (7) de conmutación; y
    - 20 los medios (103) de control están adaptados, además, para llevar a cabo un control de funcionamiento en relación con la protección de los medios (7) de conmutación sobre la base de la detección realizada por los medios (105) de detección de funcionamiento defectuoso,
    - 25 en donde los medios (7) de conmutación incluyen:
      - un transformador (71) que tiene un devanado primario y un devanado secundario proporcionado en el trayecto de corriente eléctrica diferente, el transformador (71) lleva a cabo la operación de conmutación aplicando un voltaje basado en un voltaje relacionado con el devanado primario, en el devanado secundario en el trayecto de corriente eléctrica diferente,
      - 30 un elemento rectificador (72) de conmutación que rectifica la corriente eléctrica que fluye a través del trayecto diferente de corriente eléctrica,
      - una unidad accionadora (73) de transformador que controla la corriente de excitación provocada por la aplicación de voltaje en el devanado primario del transformador (71), comprendiendo, además, la unidad accionadora (73) de transformador:
      - 35 un suministro (75) de alimentación de conmutación conectado al devanado primario del transformador (71), y
      - un interruptor (74) de conmutación que se abre y cierra para controlar la corriente de excitación que fluye desde el suministro (75) de alimentación de conmutación hacia el devanado primario del transformador (71) sobre la base de una señal proveniente de los medios (103) de control.
- 40 2. Convertidor elevador de la reivindicación 1,
  - en el que por lo menos un elemento rectificador (2a a 2f) que constituye el circuito rectificador (2) que rectifica voltaje del suministro de alimentación actúa como elemento o elementos preventivos (5) de retorno.
3. Convertidor elevador de la reivindicación 1,
  - 45 en el que una pluralidad de los elementos preventivos (5) de retorno está conectada, cada uno de ellos, en paralelo con el elemento rectificador (72) de conmutación y el devanado secundario de transformador (71), y comparten el devanado primario del transformador (71).
4. Convertidor elevador de la reivindicación 3,
  - en el que los devanados secundarios están enrollados a la inversa de manera que las operaciones de

conmutación correspondientes a los elementos preventivos (5) de retorno se realizan con temporizaciones diferentes.

5. Convertidor elevador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,  
en el que los medios (7) de conmutación incluyen un interruptor (106) de corte para interrumpir un trayecto de corriente eléctrica que incluye por lo menos uno del devanado primario y el devanado secundario del transformador (71),  
en el que los medios (103) de control hacen que el interruptor (106) de corte interrumpa el trayecto de corriente eléctrica en función de una salida proveniente de los medios (105) de detección de funcionamiento defectuoso.
6. Convertidor elevador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,  
en el que los medios (103) de control ajustan una temporización con la cual los medios (7) de conmutación realizan la operación de conmutación en función de una salida proveniente de los medios (105) de detección de funcionamiento defectuoso.
7. Convertidor elevador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,  
en el que los medios (103) de control ajustan un periodo de tiempo durante el cual los medios (7) de conmutación realizan la operación de conmutación en función de una salida proveniente de los medios (105) de detección de funcionamiento defectuoso.
8. Convertidor elevador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,  
en el que los medios (103) de control detienen una operación de los medios (4) de cortocircuito en función de una salida proveniente de los medios (105) de detección de funcionamiento defectuoso.
9. Convertidor elevador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende, además:  
medios (107) de notificación para realizar una notificación,  
en donde los medios (103) de control hacen que los medios (107) de notificación realicen la notificación de un funcionamiento defectuoso en función de una salida proveniente de los medios (105) de detección de funcionamiento defectuoso.
10. Convertidor elevador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9,  
en el que los medios (7) de conmutación incluyen un elemento supresor de corriente eléctrica o un elemento de interrupción de corriente eléctrica en un trayecto de corriente eléctrica que incluye por lo menos uno del devanado primario y el devanado secundario del transformador (71).
11. Convertidor elevador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10,  
en el que, como elemento rectificador (72) de conmutación, se usa un semiconductor de banda prohibida ancha.
12. Convertidor elevador de la reivindicación 11,  
en el que el semiconductor de banda prohibida ancha está compuesto por carburo de silicio, nitruro de galio o diamante.
13. Convertidor elevador de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende, además:  
medios (8) de suavización que suavizan voltaje de salida del circuito rectificador (2).
14. Dispositivo accionador de motores que comprende:  
el convertidor elevador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13;  
una unidad (90) de inversor que convierte una salida del convertidor elevador en alimentación de corriente alterna;  
medios (92) de control de inversor que controlan la unidad (90) de inversor; y  
un motor (91) que es accionado por la alimentación de corriente alterna convertida por la unidad (90) de inversor.
15. Dispositivo accionador de motores de la reivindicación 14, en el que, cuando los medios (105) de detección de

funcionamiento defectuoso del convertidor elevador detectan un funcionamiento defectuoso, los medios (92) de control del inversor limitan el accionamiento del motor (91).

16. Aparato de refrigeración y aire acondicionado que comprende el dispositivo accionador de motores de la reivindicación 14 ó 15 para accionar por lo menos uno de un compresor (301) y un dispositivo emisor (305, 403) de aire.

5

FIG. 1

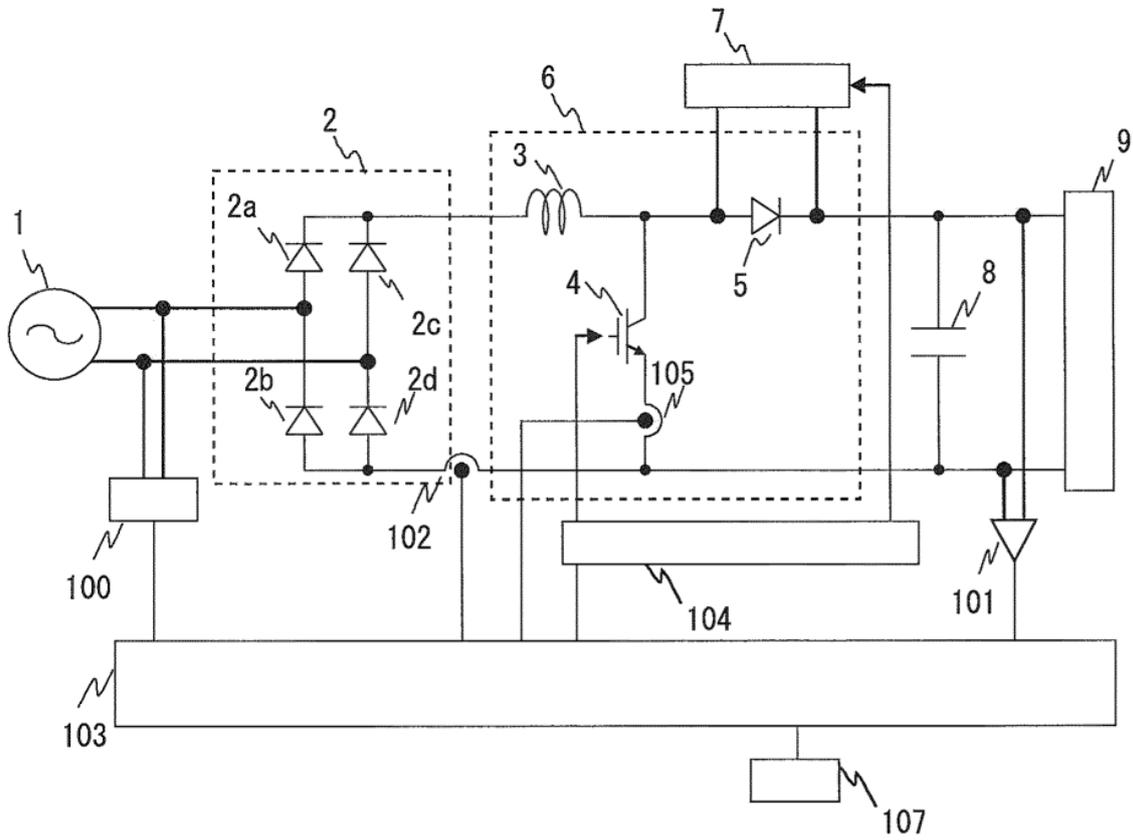


FIG. 2

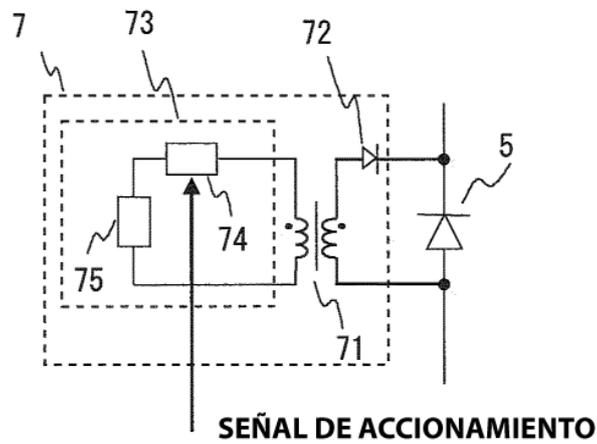


FIG. 3

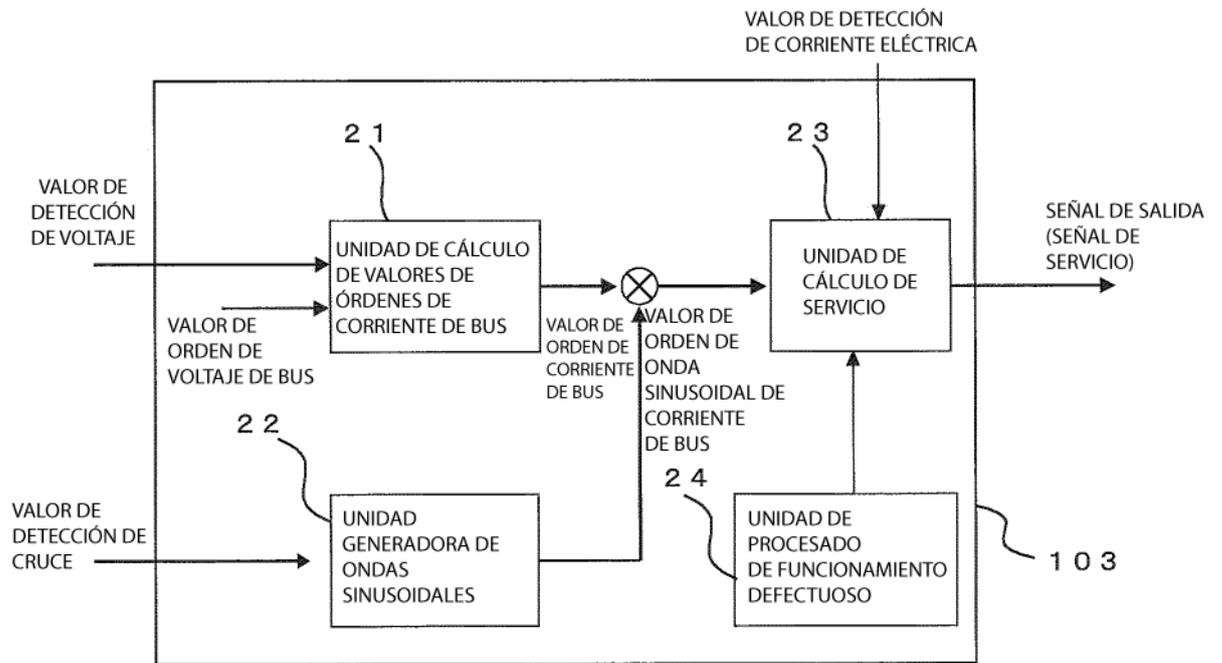


FIG. 4

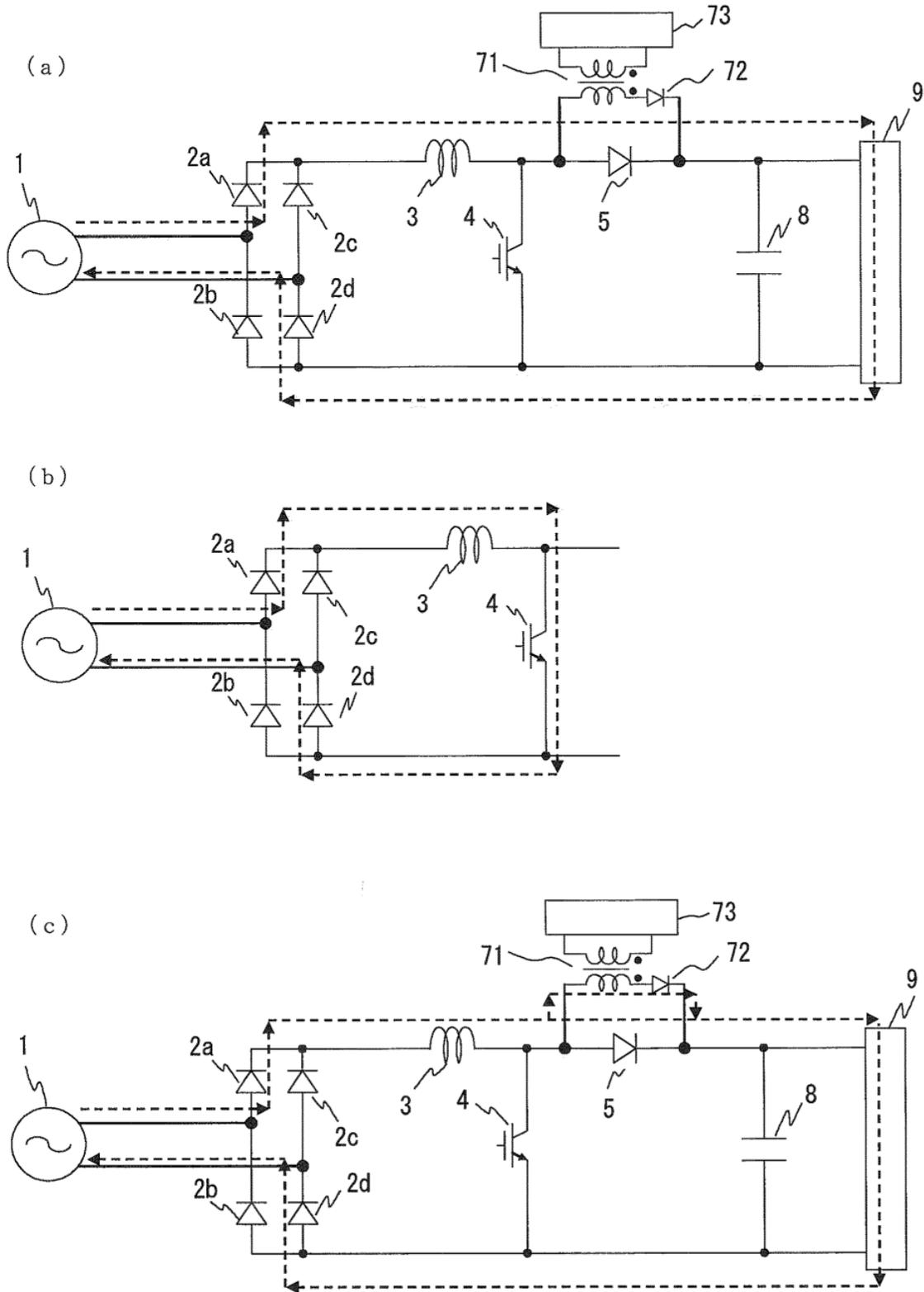


FIG. 5

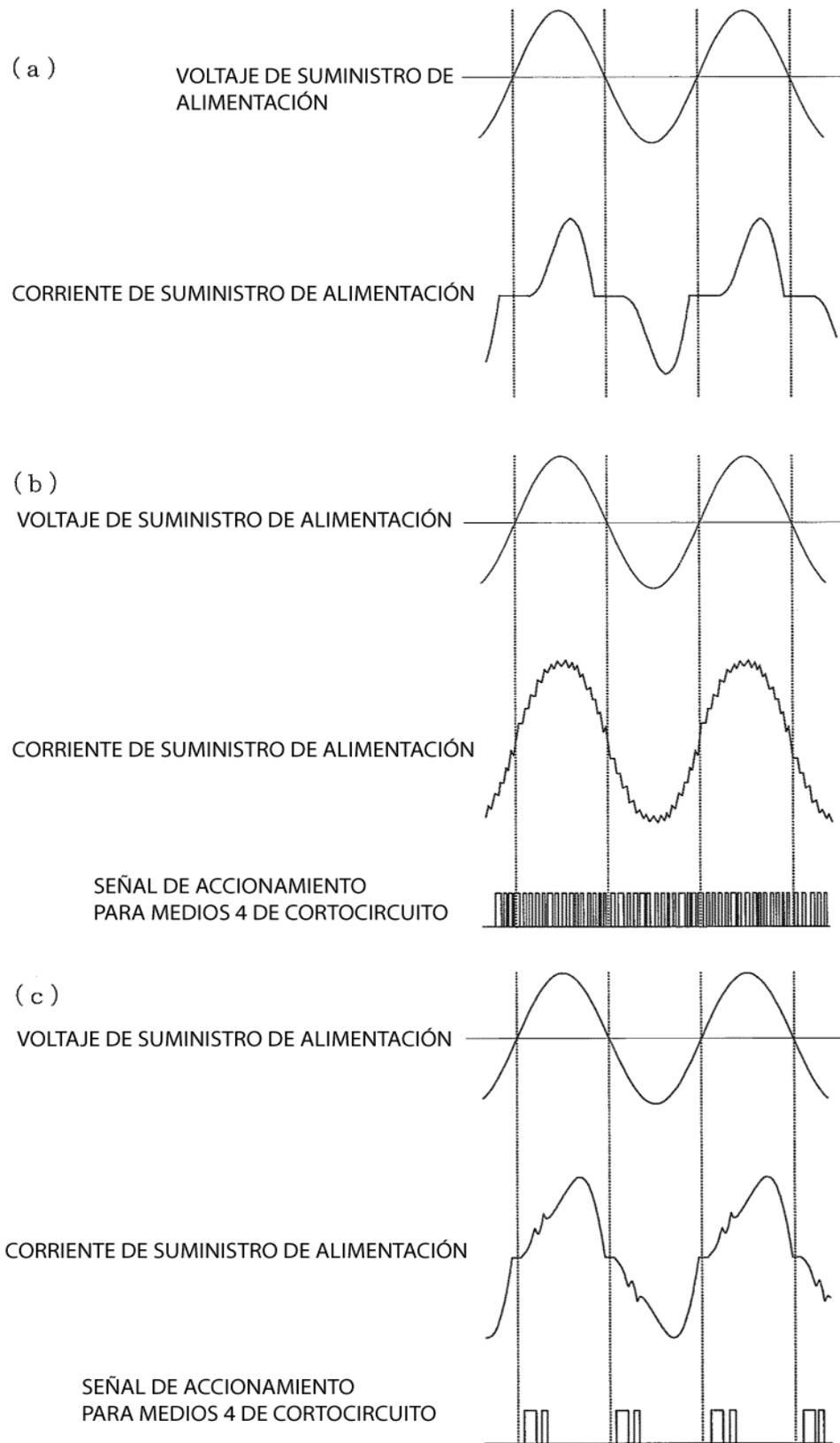


FIG. 6

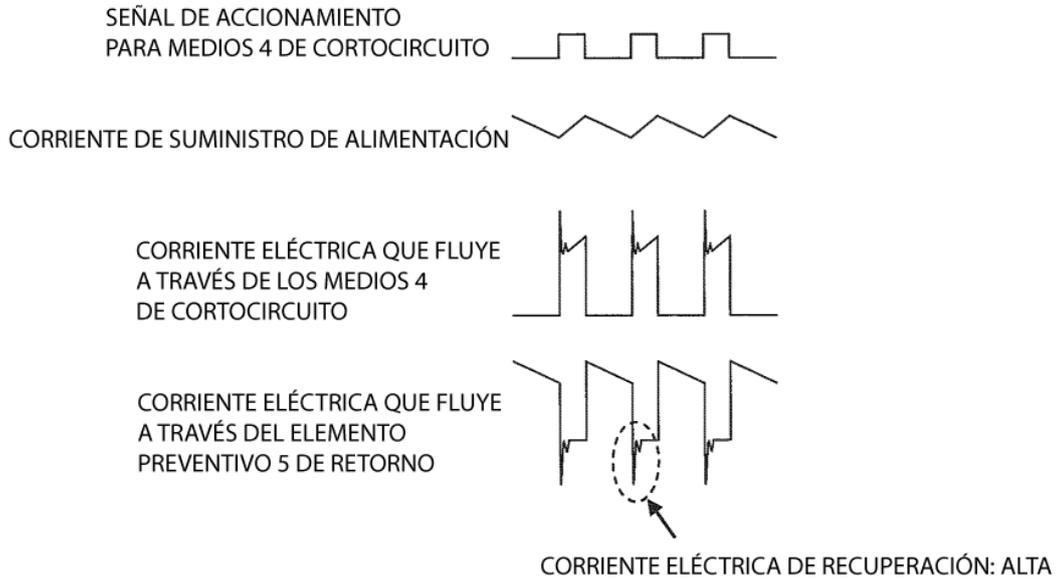


FIG. 7

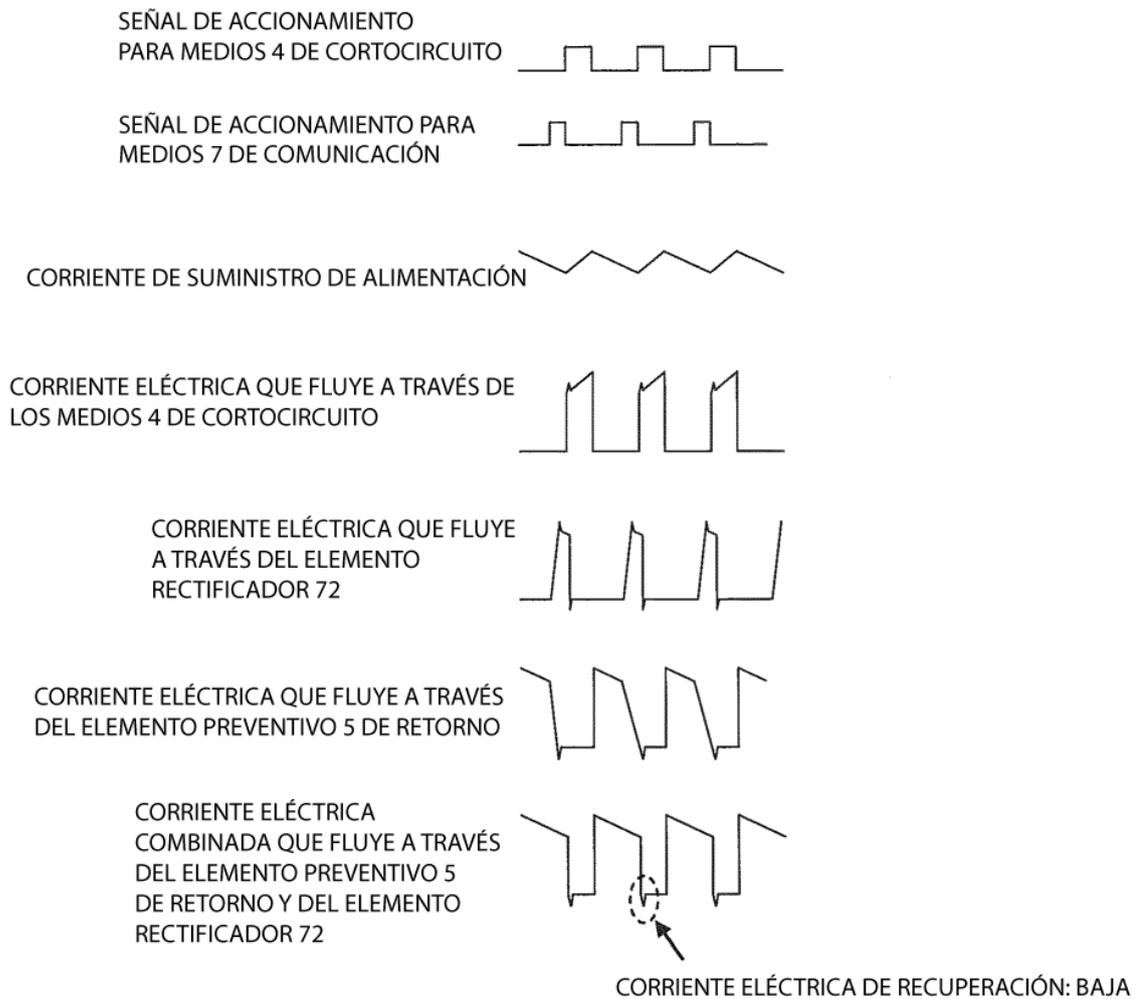
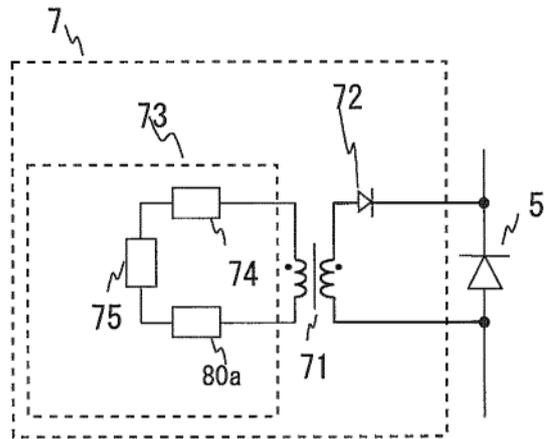


FIG. 8

(a)



(b)

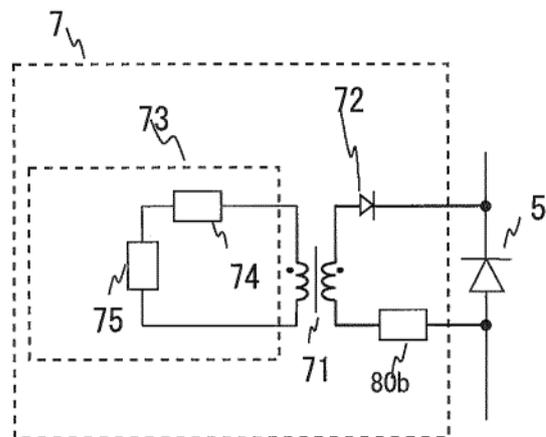


FIG. 9

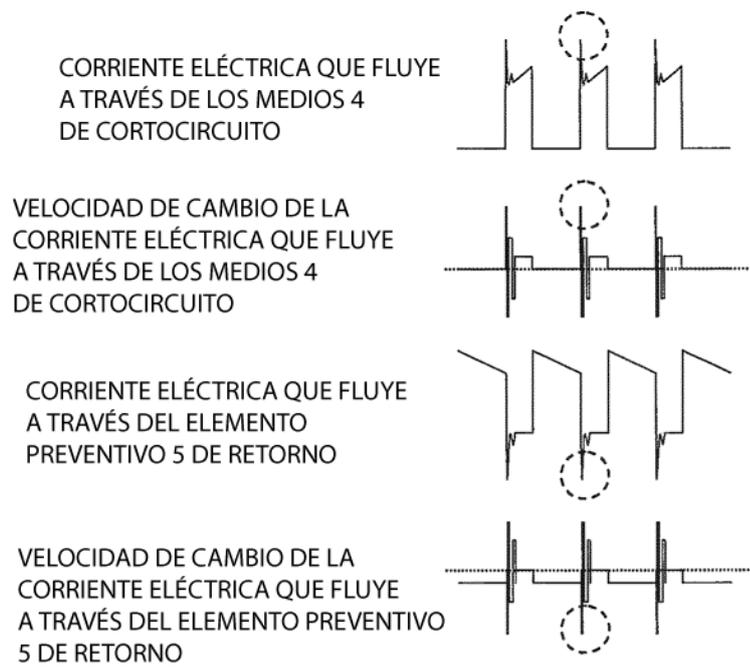


FIG. 10

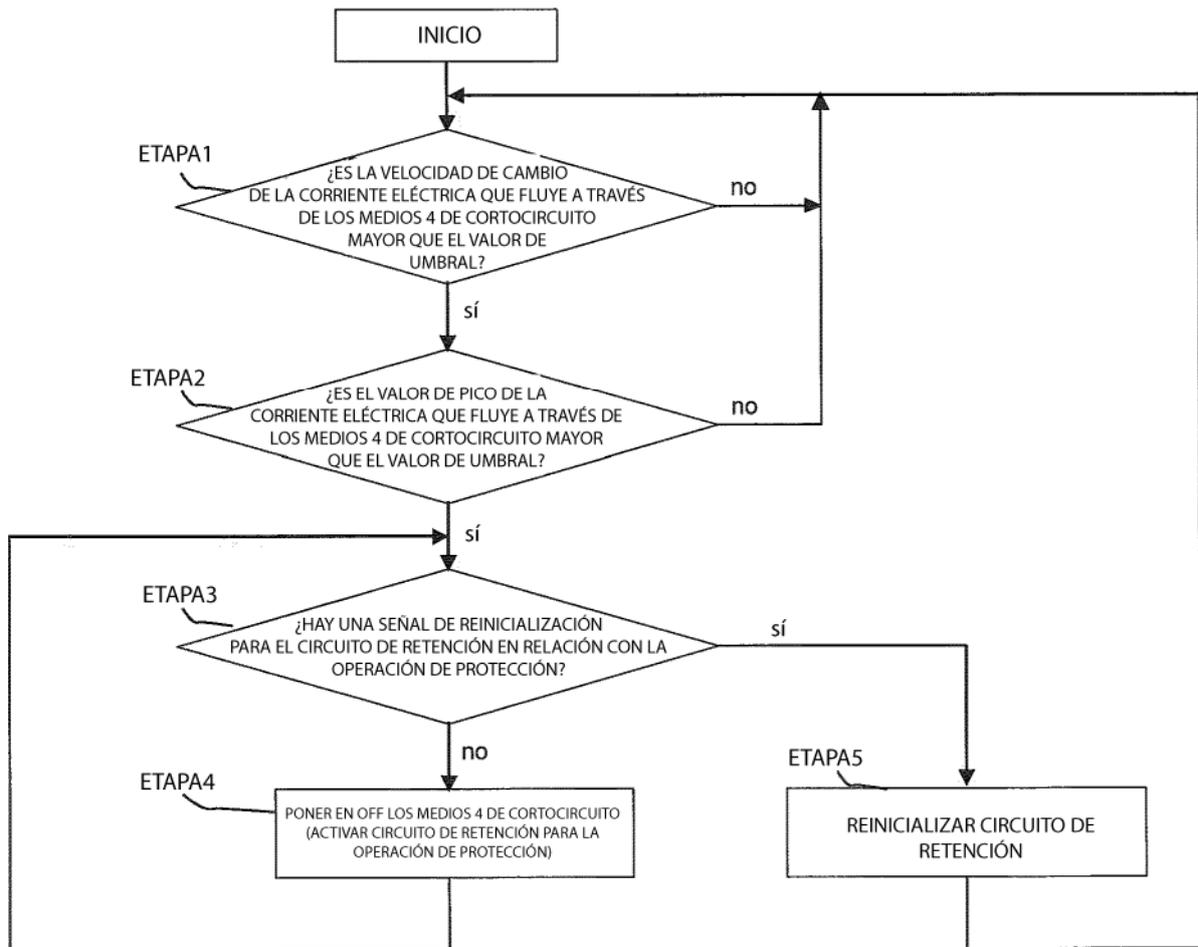


FIG. 11

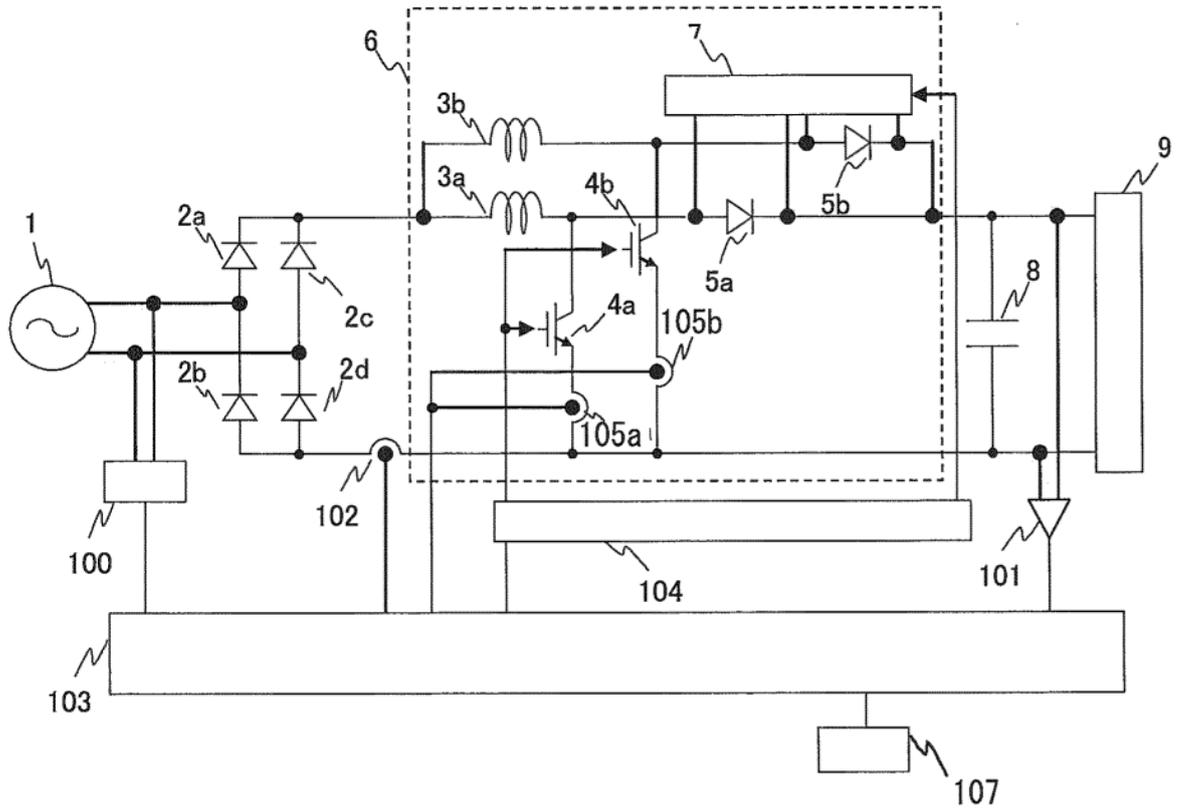


FIG. 12

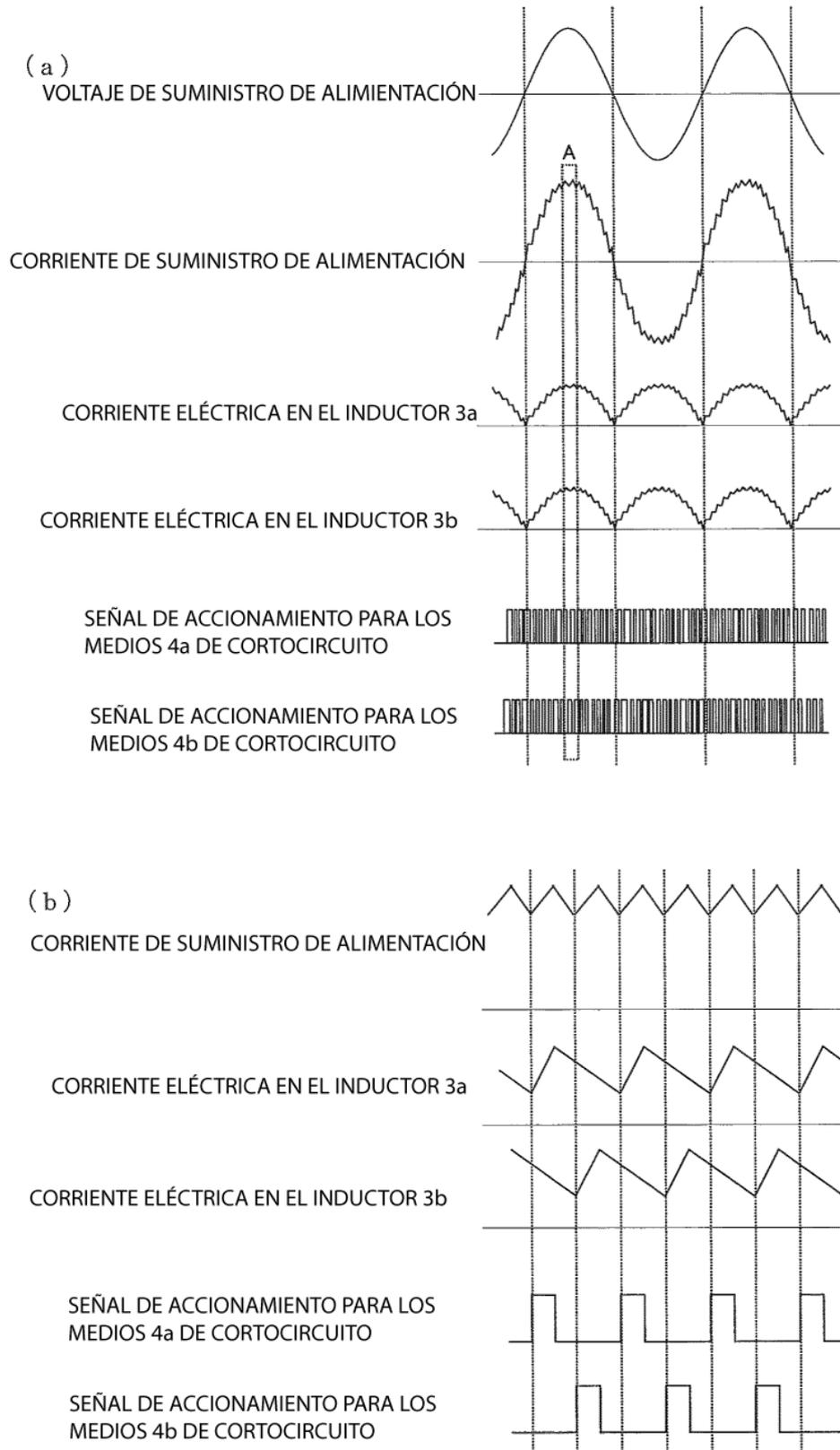


FIG. 13

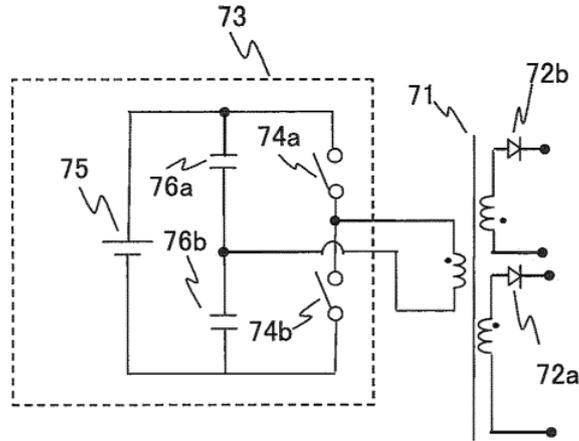


FIG. 14

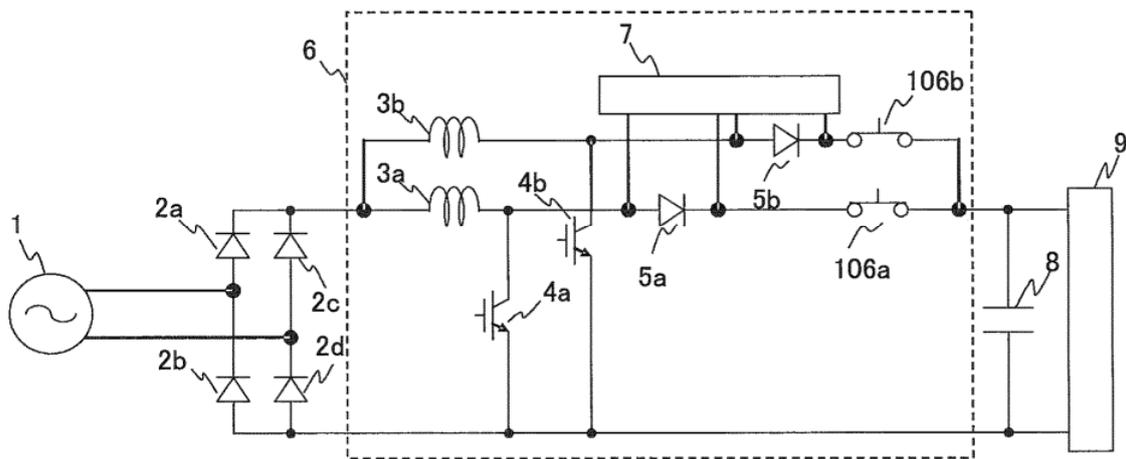


FIG. 15

		CARGA	
		PEQUEÑA	GRANDE
OPERATIVIDAD DE LOS MEDIOS DE CONMUTACIÓN	LADO DEL ELEMENTO PREVENTIVO DE RETORNO 5a: OPERATIVO	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4a: OFF	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4a: ON
	LADO DEL ELEMENTO PREVENTIVO DE RETORNO 5b: OPERATIVO	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4b: OFF	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4b: ON
	LADO DEL ELEMENTO PREVENTIVO DE RETORNO 5a: OPERATIVO	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4a: OFF	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4a: ON
	LADO DEL ELEMENTO PREVENTIVO DE RETORNO 5b: INOPERATIVO	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4b: OFF	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4b: OFF
OPERATIVIDAD DE LOS MEDIOS DE CONMUTACIÓN	LADO DEL ELEMENTO PREVENTIVO DE RETORNO 5a: INOPERATIVO	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4a: OFF	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4a: OFF
	LADO DEL ELEMENTO PREVENTIVO DE RETORNO 5b: OPERATIVO	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4b: OFF	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4b: ON
OPERATIVIDAD DE LOS MEDIOS DE CONMUTACIÓN	LADO DEL ELEMENTO PREVENTIVO DE RETORNO 5a: INOPERATIVO	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4a: OFF	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4a: OFF
	LADO DEL ELEMENTO PREVENTIVO DE RETORNO 5b: INOPERATIVO	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4b: OFF	MEDIOS DE CORTOCIRCUITO 4b: OFF

FIG. 16

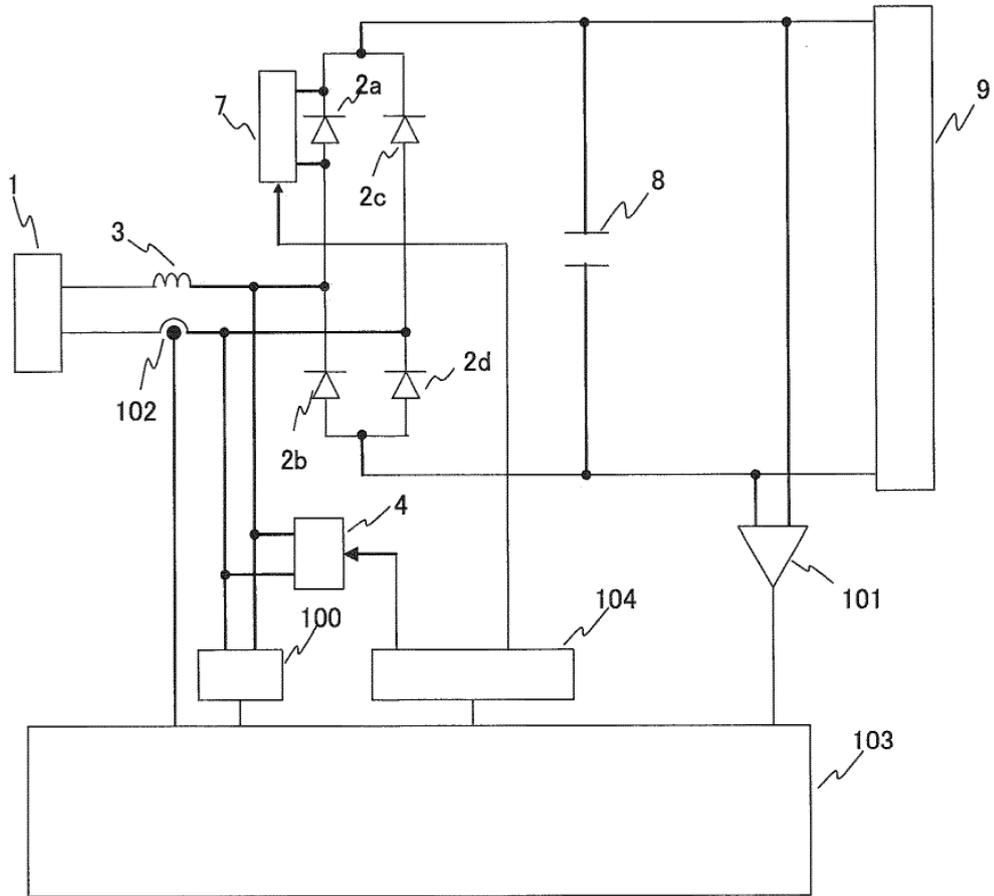


FIG. 17

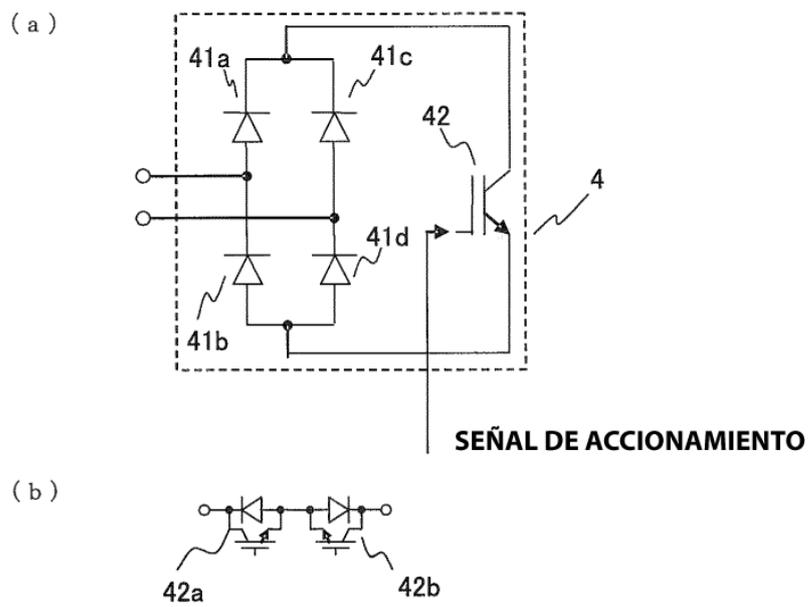


FIG. 18

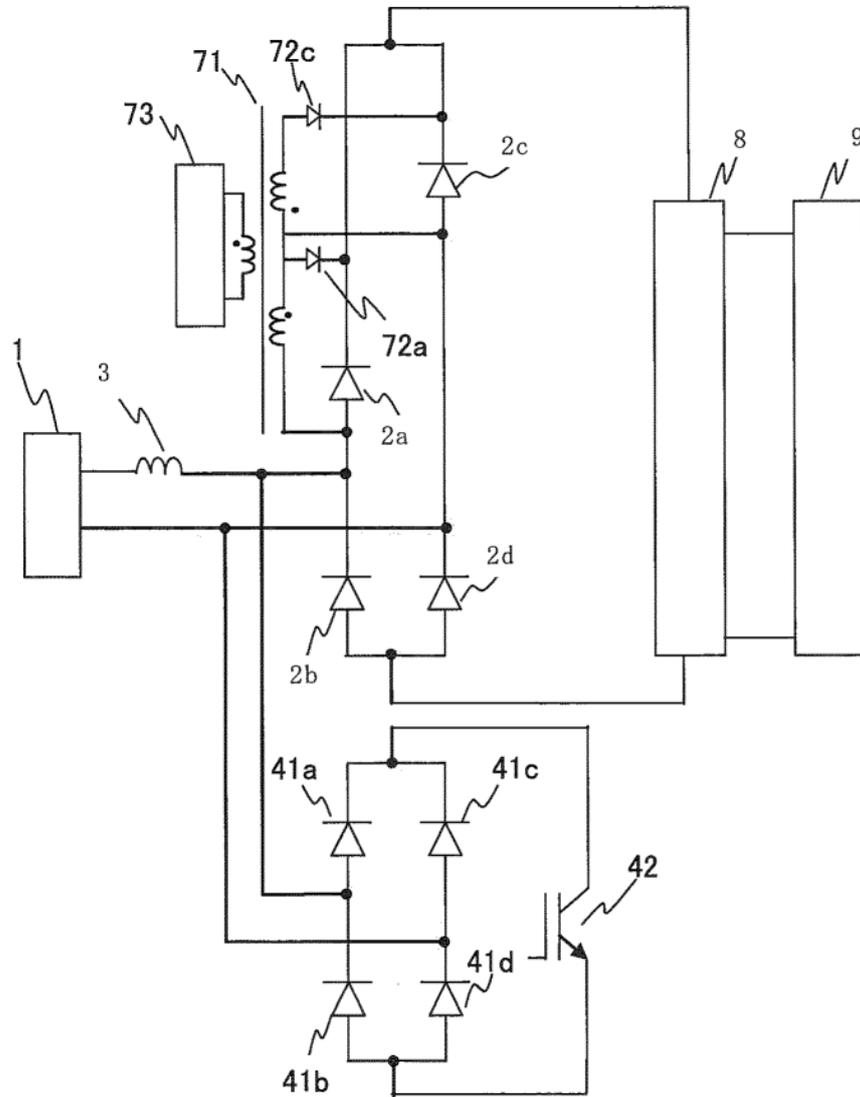


FIG. 19

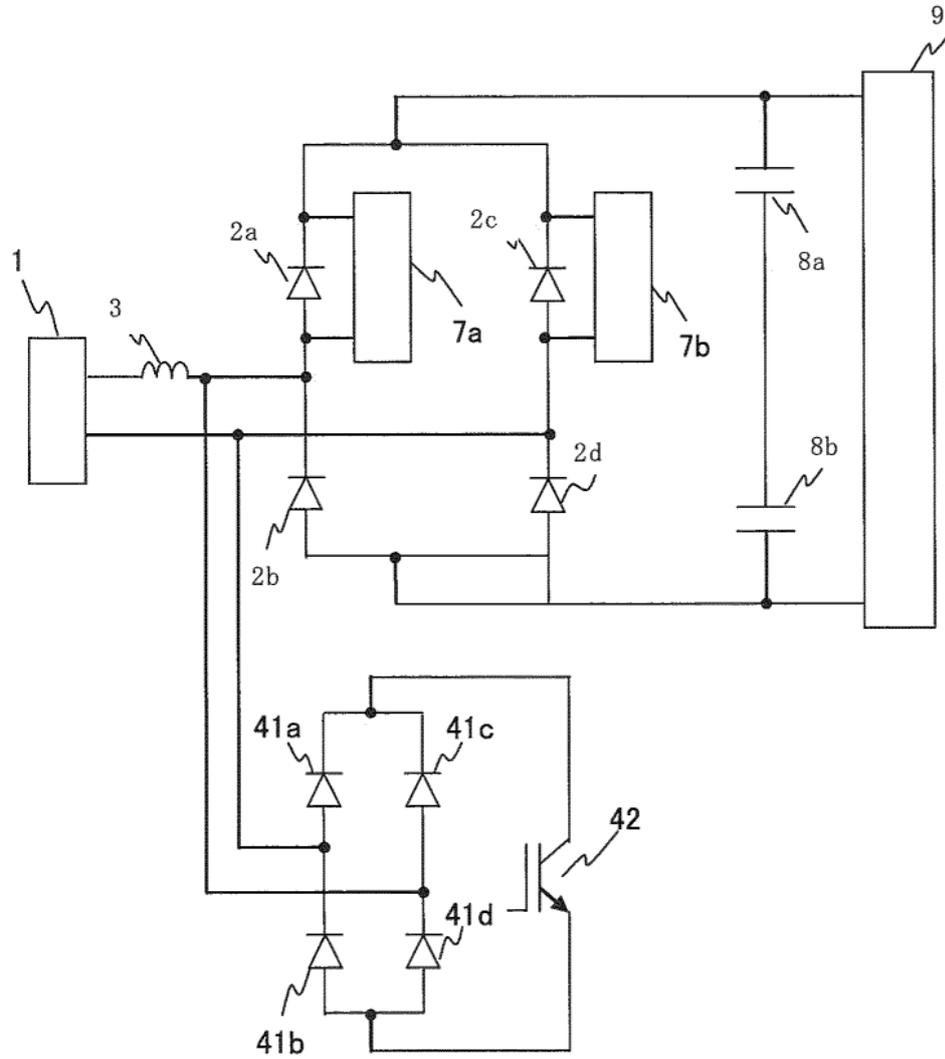


FIG. 20

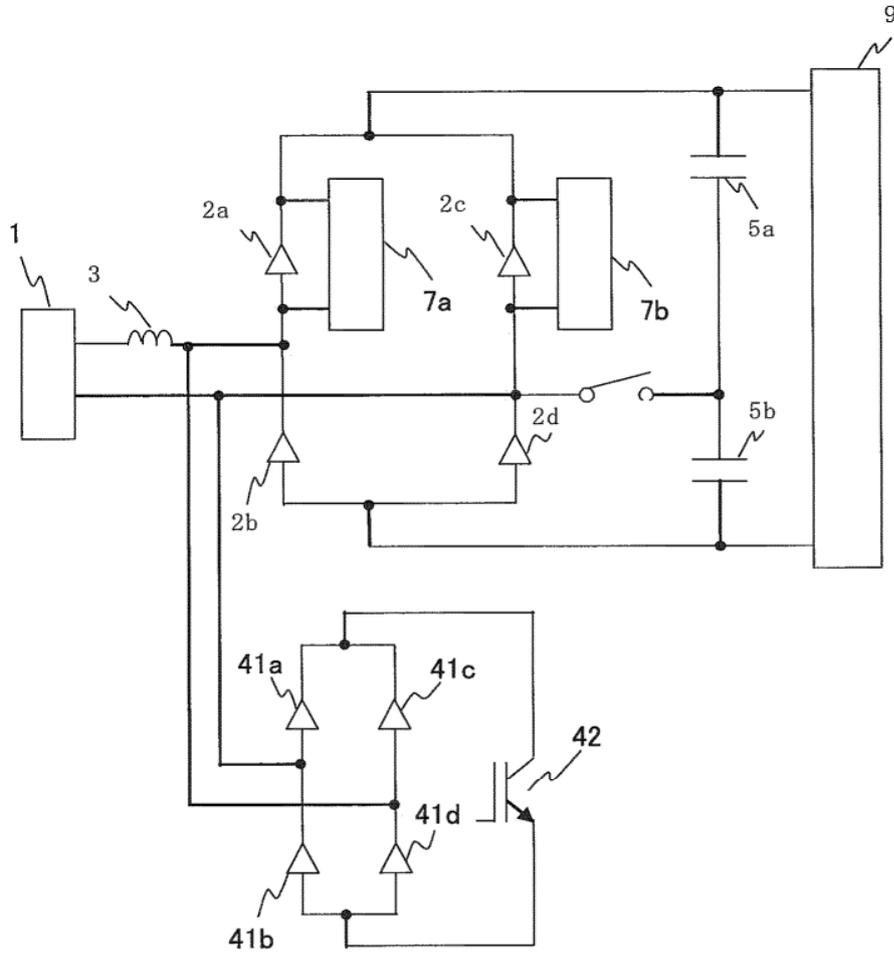


FIG. 21

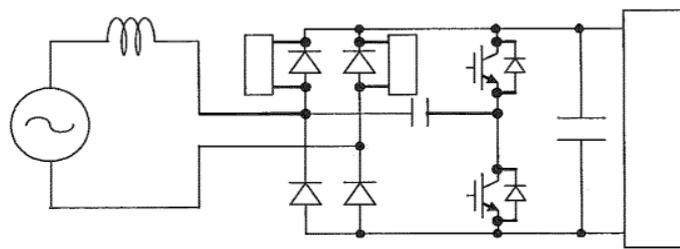


FIG. 22

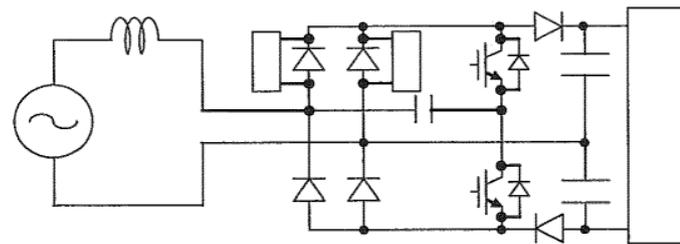


FIG. 23

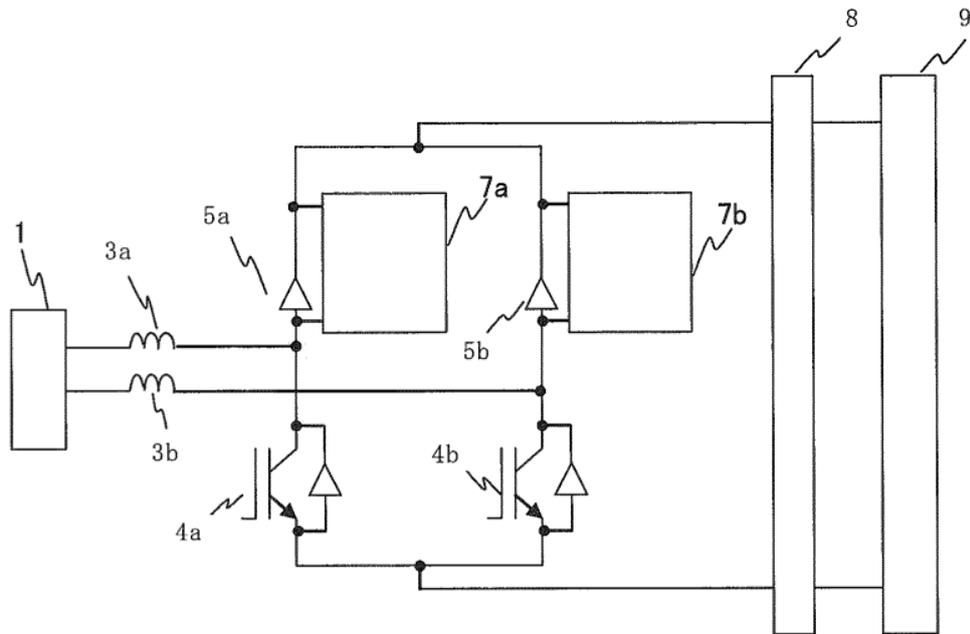


FIG. 24

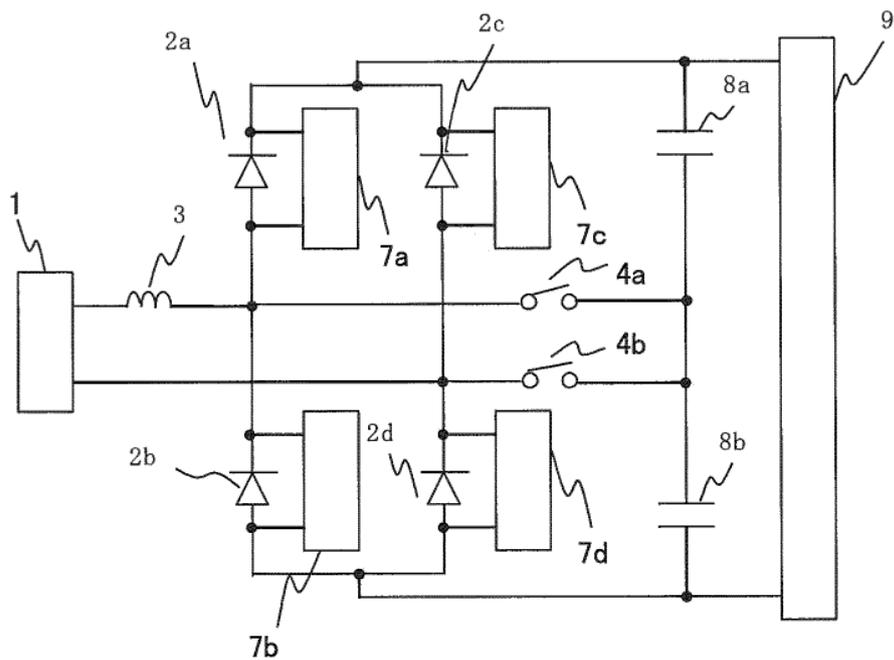


FIG. 25

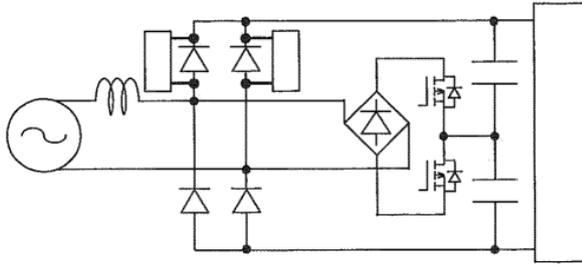


FIG. 26

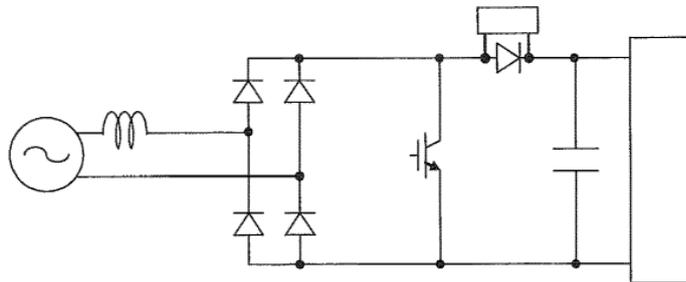


FIG. 27

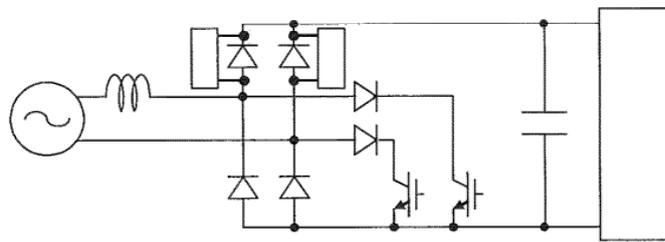


FIG. 28

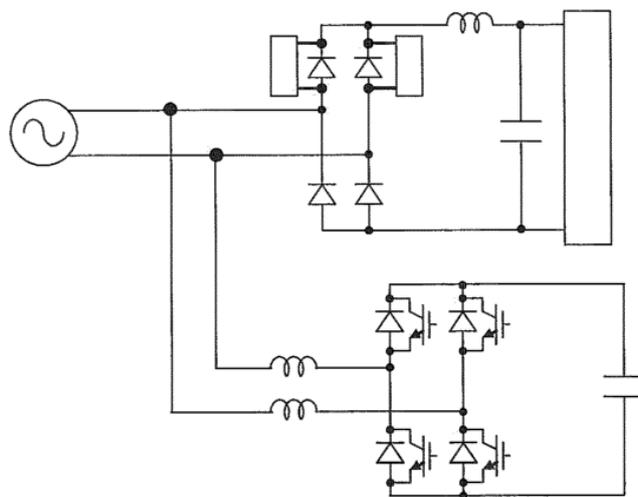


FIG. 29

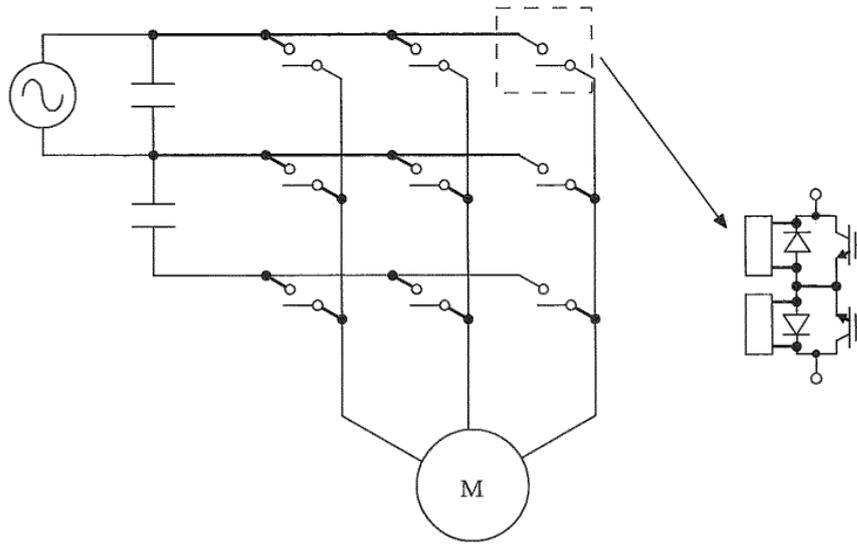


FIG. 30

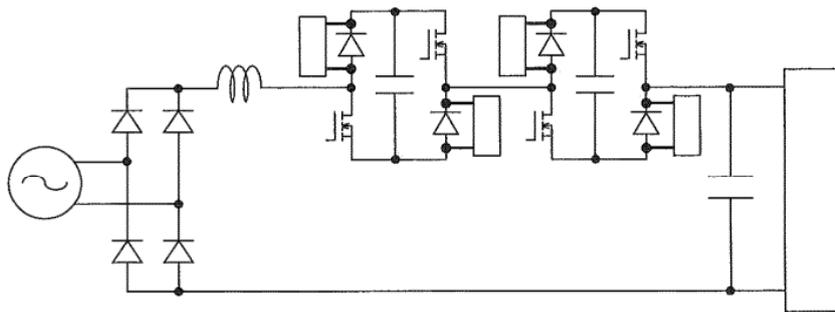


FIG. 31

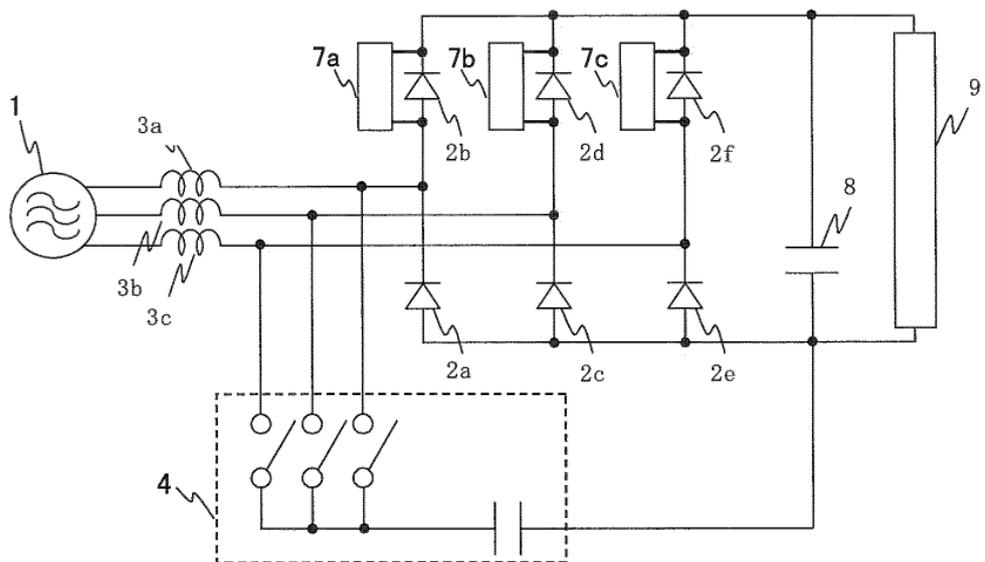


FIG. 32

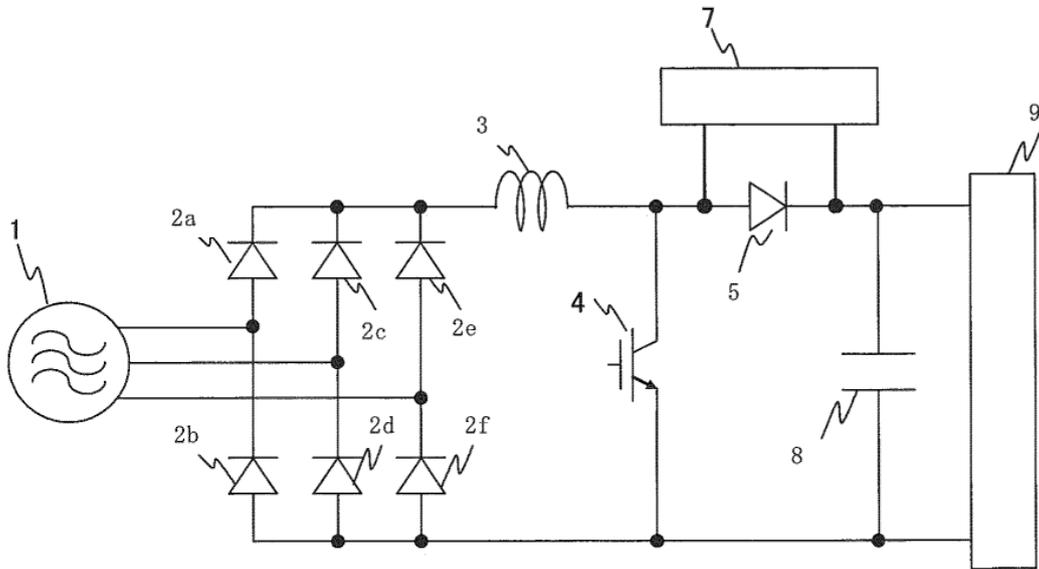


FIG. 33

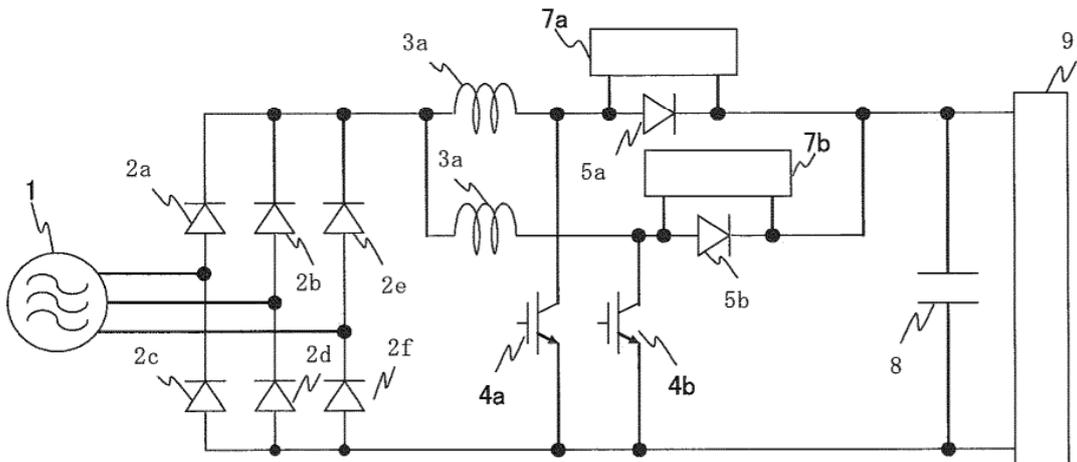


FIG. 34

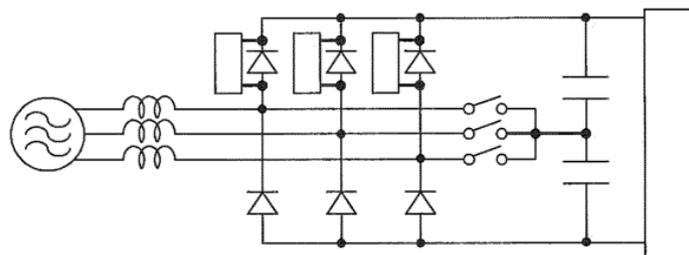


FIG. 35

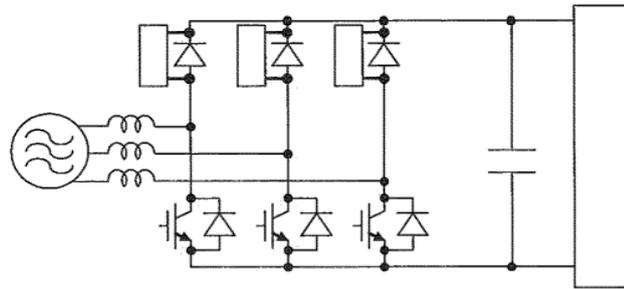


FIG. 36

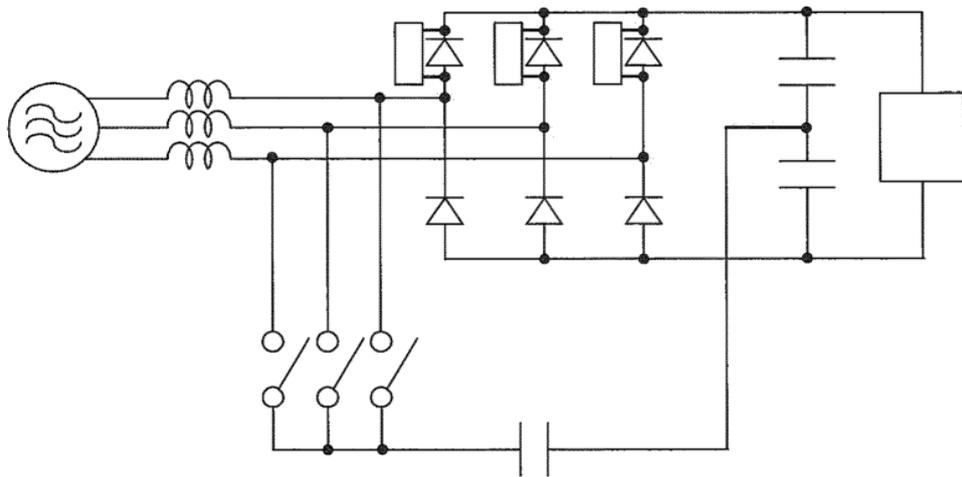


FIG. 37

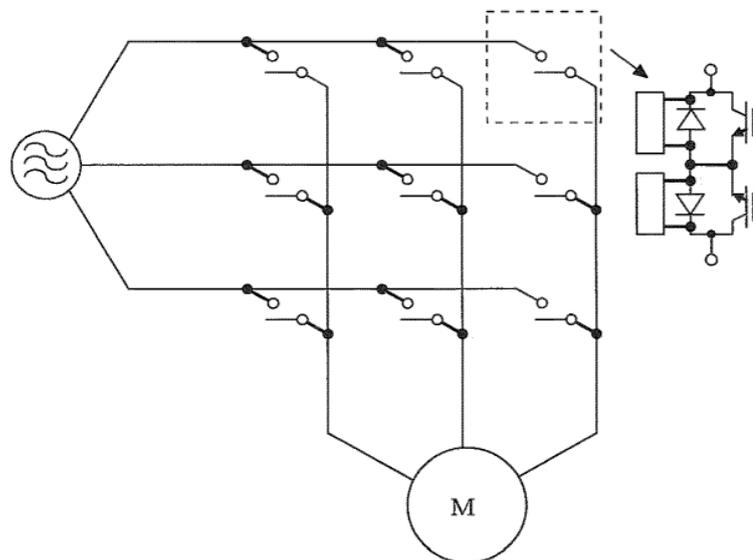


FIG. 38

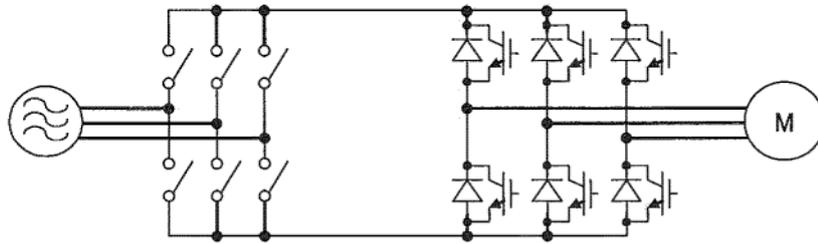


FIG. 39

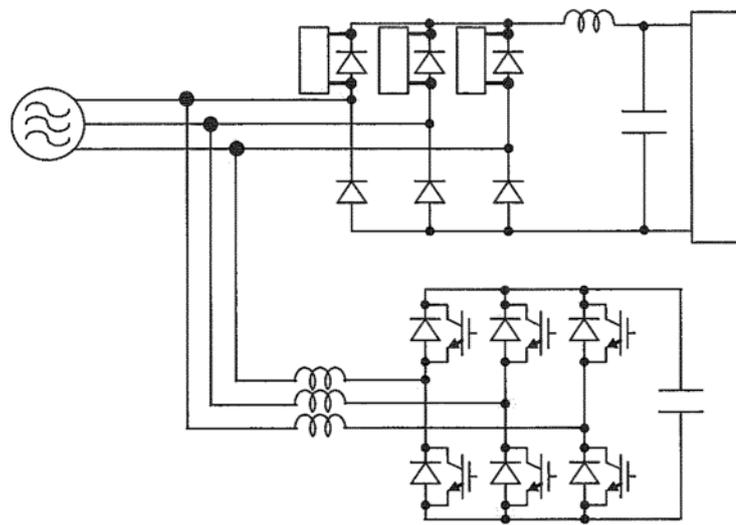


FIG. 40

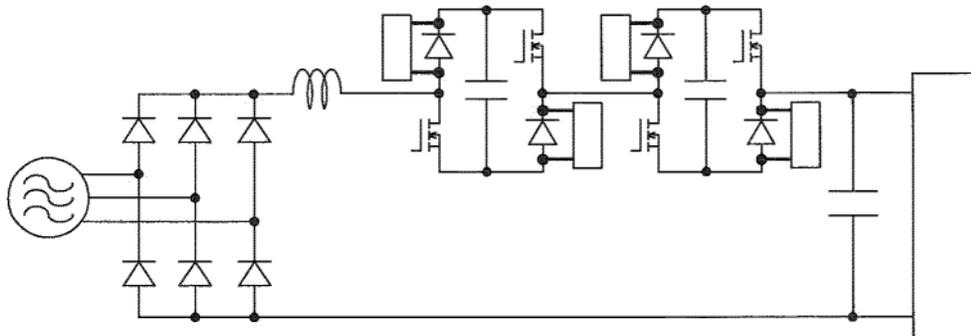


FIG. 41

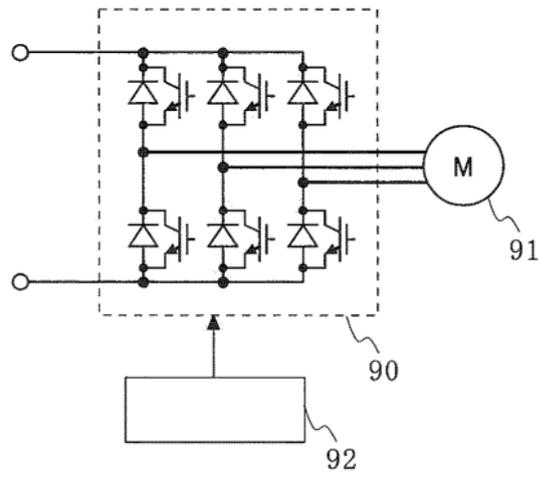


FIG. 42

