

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 921**

51 Int. Cl.:

H02M 7/797 (2006.01)

H02M 5/45 (2006.01)

H02M 7/12 (2006.01)

H02M 7/48 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.01.2013 PCT/JP2013/051434**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13128991**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2013 E 13755571 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2822172**

54 Título: **Dispositivo de conversión de potencia**

30 Prioridad:

02.03.2012 JP 2012046188

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

09.02.2018

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Building 4-12, Nakazaki-Nishi 2-
chome**

Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP

72 Inventor/es:

**ISHIZEKI SHINICHI;
ISHII HIDEHIRO y
KOYAMA TAKUJI**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 653 921 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de conversión de potencia

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de conversión de potencia.

10 Antecedentes de la técnica

10 En un convertidor matricial indirecto, por ejemplo, un convertidor de fuente de corriente que tiene bloqueo inverso, y un inversor de fuente de tensión están conectados entre sí a través de un enlace de CC. En un convertidor matricial indirecto de este tipo, se proporciona un circuito de bloqueo en el enlace de CC con el fin de permitir que fluya una corriente regenerativa desde el inversor. Por ejemplo, el circuito de bloqueo tiene un condensador y un diodo conectados en serie entre sí, y tiene la misma configuración que un amortiguador de CC.

15 Como tecnología relacionada con la presente invención, se divulga el documento de patente 1. Además, el documento EP 2 262 090 A1 divulga un dispositivo de conversión de potencia en el que un convertidor y un inversor se conectan por medio de un circuito de bloqueo. El convertidor realiza la conmutación según cualquiera entre una primera modalidad de conmutación en la que ondas trapezoidales se comparan con una portadora y una modalidad de conducción de 120 grados. Un diodo del circuito de bloqueo se cortocircuita mediante un conmutador de cortocircuito. El conmutador de cortocircuito se vuelve conductor cuando se reduce un factor de potencia o se reduce una tensión de fuente de alimentación, y los condensadores del circuito de bloqueo están conectados en serie entre líneas de fuente de alimentación de CC. El convertidor realiza la conmutación según la modalidad de conducción de 120 grados, no según la primera modalidad de conmutación, mientras que el conmutador de cortocircuito es conductor.

20 Documento de la técnica anterior

30 Documento de patente

Documento de patente 1: solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público nº 2011-15604

35 Sumario de la invención

Problemas a resolver por la invención

40 Sin embargo, cuando fluye una corriente regenerativa, se carga el condensador del circuito de bloqueo y aumenta una tensión a través del condensador. La tensión a través del condensador aumenta, de manera que puede aplicarse una sobretensión al inversor y al convertidor.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de conversión de potencia que sea capaz de suprimir el aumento en una tensión de CC debido a una corriente regenerativa.

45 Medios para resolver los problemas

Un dispositivo de conversión de potencia según la presente invención se define mediante la combinación de características de la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas.

50 Un primer aspecto de un dispositivo de conversión de potencia según la presente invención incluye: un inversor (3) que convierte una tensión de CC aplicada entre una primera línea (LH) de potencia en un lado de electrodo positivo y una segunda línea (LL) de potencia en un lado de electrodo negativo en una tensión de CA, y aplicar la tensión de CA a una carga inductiva (6); un condensador (C1) proporcionado entre las líneas de potencia primera y segunda; un diodo (D1) conectado en serie con el condensador entre las líneas de potencia primera y segunda, y que tiene un ánodo en un lado cercano a la primera línea de potencia en una trayectoria en serie con el condensador; un elemento conmutador (S1) conectado en paralelo con el diodo; una unidad de detección de corriente (4) que detecta una corriente regenerativa que fluye desde la primera línea de potencia hasta la segunda línea de potencia y el inversor (3) por medio del condensador; y un controlador de conmutación (51) que tiene una función de controlar el inversor y el elemento conmutador, y que hace que el elemento conmutador (S1) sea conductor al darse el hecho de que la corriente regenerativa sea mayor que un valor (I_{ref1}) predeterminado como, desencadenante, en un estado en el que el inversor aplica la tensión de CA a la carga inductiva.

65 Un segundo aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención es el dispositivo de conversión de potencia según el primer aspecto, en el que la unidad de detección de corriente (4) detecta una corriente que fluye a través de la línea de potencia primera o segunda (LH, LL) al tiempo que define un sentido en el que fluye la corriente regenerativa como sentido negativo, y añade una magnitud (ΔI) de compensación predeterminada que tiene un valor positivo a la corriente detectada, para emitir la corriente añadida al controlador de

conmutación, y el controlador de conmutación (51) hace que el elemento conmutador sea conductor al darse el hecho de que la corriente desde la unidad de detección de corriente sea menor que un segundo valor (I_{ref11}) predeterminado, que es una diferencia entre la magnitud de compensación predeterminada y el valor (I_{ref1}) predeterminado, como desencadenante.

5 Un tercer aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención es el dispositivo de conversión de potencia según el segundo aspecto, en el que el controlador de conmutación (51) detiene el inversor al darse el hecho de que la corriente desde la unidad de detección de corriente sea mayor que un tercer valor (I_{ref21}) predeterminado mayor que la magnitud (ΔI) de compensación predeterminada, como desencadenante.

10 Un cuarto aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención es el dispositivo de conversión de potencia según el primer aspecto, en el que la unidad de detección de corriente (4) detecta una corriente que fluye a través de la línea de potencia primera o segunda (LH, LL) al tiempo que define un sentido en el que fluye la corriente regenerativa como sentido positivo, y añade una magnitud (ΔI) de compensación predeterminada que tiene un valor positivo a la corriente detectada, para emitir la corriente añadida al controlador de conmutación, y el controlador de conmutación (51) hace que el elemento conmutador sea conductor al darse el hecho de que la corriente desde la unidad de detección de corriente sea mayor que un segundo valor (I_{ref11}) predeterminado que es una suma de la magnitud de compensación predeterminada y el valor (I_{ref1}), predeterminado, como un desencadenante.

20 Un quinto aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención es el dispositivo de conversión de potencia según el cuarto aspecto, en el que el controlador de conmutación (51) detiene el inversor al darse el hecho de que la corriente desde la unidad de detección de corriente sea menor que un tercer valor (I_{ref21}) predeterminado menor que la magnitud (ΔI) de compensación predeterminada, como desencadenante.

25 Un sexto aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención es el dispositivo de conversión de potencia según uno cualquiera de los aspectos segundo a quinto, en el que la unidad de detección de corriente (4) tiene un resistor de derivación (41) proporcionado en la primera o segunda línea de potencia (LH, LL), y detecta un potencial de otro extremo con respecto a un potencial de un extremo del resistor de derivación como una corriente que fluye a través de la primera o la segunda línea de potencia, y añade la magnitud de compensación predeterminada a la corriente detectando el potencial del otro extremo con respecto a un potencial menor que el potencial de un extremo del resistor de derivación.

30 Un séptimo aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención es el dispositivo de conversión de potencia según uno cualquiera de los aspectos primero a sexto, e incluye además: un segundo condensador (C2) conectado en serie con el condensador y el diodo en la trayectoria en serie; un segundo diodo (D2) proporcionado entre un punto entre el condensador y el diodo, y la segunda línea de potencia, y que tiene un ánodo en un lado cercano a la segunda línea de potencia; y un tercer diodo (D3) proporcionado entre un punto entre el segundo condensador y el diodo, y la primera línea de potencia, y que tiene un cátodo en un lado cercano a la primera línea de potencia, en el que el controlador de conmutación (51) hace que el elemento conmutador sea no conductor, cuando un valor máximo de la corriente regenerativa, en un periodo igual o más largo que un periodo obtenido dividiendo un ciclo de la tensión de CA entre un producto del número de fases de salida del inversor y 2, es menor que un cuarto valor predeterminado que es igual o menor que el valor predeterminado.

45 **Efectos de la invención**

Según el primer aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención, cuando se reduce un factor de potencia de carga de la carga inductiva, aumenta la corriente regenerativa. El elemento conmutador se hace conductor al darse el hecho de que la corriente regenerativa sea mayor que el valor predeterminado, como desencadenante, de manera que puedan descargarse cargas del condensador en el que aumenta una tensión a través del condensador debido a la corriente regenerativa, cuando una corriente de recorrido de potencia (corriente que fluye desde la primera línea de potencia (LH) hasta la segunda línea de potencia (LL) por medio del inversor) fluye tras la misma. Por consiguiente, es posible suprimir el aumento de la tensión a través del condensador cuando el factor de potencia de carga es bajo.

55 Según el segundo aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención, la magnitud de compensación se añade a la corriente, y por tanto una corriente regenerativa, cuya magnitud es menor que la magnitud de compensación, puede detectarse como un valor positivo. Por consiguiente, es posible emplear un controlador de conmutación que gestiona una corriente en una zona positiva.

60 Según el tercer aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención, el inversor puede detenerse al darse el hecho de que una corriente de recorrido de potencia sea grande, como desencadenante, al tiempo que se detectan tanto la corriente regenerativa como la corriente de recorrido de potencia. Es decir, el inversor puede protegerse de una sobrecorriente estableciendo de manera adecuada el tercer valor predeterminado.

65 Según el cuarto aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención, la magnitud de

compensación se añade a la corriente y, por tanto, puede detectarse una corriente de recorrido de potencia cuya magnitud es menor que la magnitud de compensación como un valor positivo. Por consiguiente, es posible emplear un controlador de conmutación que gestiona una corriente en una zona positiva.

5 Según el quinto aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención, el inversor puede detenerse al darse el hecho de que una corriente de recorrido de potencia sea grande, como desencadenante, al tiempo que se detectan tanto la corriente regenerativa como la corriente de recorrido de potencia. Es decir, el inversor puede protegerse de una sobrecorriente estableciendo de manera adecuada el tercer valor predeterminado.

10 Según el sexto aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención, en una tensión del resistor de derivación generada por una corriente de recorrido de potencia y una corriente regenerativa, un extremo del resistor de derivación que tiene un alto potencial es diferente, según la corriente de recorrido de potencia y la corriente regenerativa. Dicho de otro modo, mientras que el positivo y el negativo del potencial del otro extremo con respecto al potencial de referencia del extremo del resistor de derivación sean diferentes, se compensa el potencial de referencia, y por tanto el controlador de conmutación puede gestionar potenciales que tienen valores positivos como potenciales mediante la corriente regenerativa y la corriente de recorrido de potencia.

15 Según el séptimo aspecto del dispositivo de conversión de potencia según la presente invención, puede hacerse que funcione el condensador como un condensador de bloqueo, cuando la corriente regenerativa es pequeña.

20 Estos y otros objetos, características, aspectos y ventajas de la presente invención se tornarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la presente invención al tomarla conjuntamente con los dibujos adjuntos.

25 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama que muestra un ejemplo de una configuración conceptual de un dispositivo de conversión de potencia;

30 la figura 2 es un diagrama que muestra un ejemplo de una tensión de fase y corrientes de línea;

la figura 3 es un diagrama que muestra una corriente detectada y una corriente tras la compensación;

35 la figura 4 es un diagrama que muestra una corriente detectada y una corriente tras la compensación;

la figura 5 es un diagrama que muestra un ejemplo de una configuración conceptual del controlador;

la figura 6 es un diagrama que muestra una corriente detectada y una corriente tras la compensación;

40 la figura 7 es un diagrama que muestra un ejemplo conceptual de un circuito de bloqueo; y

la figura 8 es un diagrama que muestra un ejemplo conceptual de un circuito de bloqueo.

45 **Descripción de la realización**

Tal como se muestra en la figura 1, este dispositivo de conversión de potencia incluye un circuito de bloqueo 2 y un inversor 3. El inversor 3 está conectado a las líneas LH y LL de potencia en el lado de entrada del mismo. Entre las líneas LH y LL de potencia, se aplica una tensión de CC. En el presente documento, un potencial aplicado a la línea LH de potencia es mayor que un potencial aplicado a la línea LL de potencia. El inversor 3 convierte esta tensión de CC en una tensión de CA, y aplica la tensión de CA a las líneas Pu, Pv y Pw de CA.

50 En un ejemplo de la figura 1, el inversor 3 es, por ejemplo, un inversor trifásico. Sin embargo, el inversor 3 no se limita a esto, y puede ser un inversor monofásico, o un inversor de tres o más fases. La siguiente descripción abarca un caso en el que el inversor 3 es un inversor trifásico. El inversor 3 incluye, por ejemplo, elementos Su1, Sv1, Sw1, Su2, Sv2 y Sw2 de conmutación, y diodos Du1, Dv1, Dw1, Du2, Dv2 y Dw2. Los elementos Sy1 y Sy2 de conmutación (y representa u, v y w) son, por ejemplo, un transistor bipolar de compuerta aislada, etc. Los elementos Sy1 y Sy2 de conmutación están conectados en serie entre sí entre las líneas LH y LL de potencia. La línea Py de CA se traza desde un punto entre los elementos Sy1 y Sy2 de conmutación. Los diodos Dy1 y Dy2 están conectados en paralelo con los elementos Sy1 y Sy2 de conmutación, respectivamente, y los ánodos de los diodos Dy1 y Dy2 se proporcionan hacia la línea LL de potencia.

60 Estos elementos Sy1 y Sy2 de conmutación son controlados de manera adecuada por un controlador 5 descrito más adelante. Mediante este control, el inversor 3 puede convertir la tensión de CC entre las líneas LH y LL de potencia en la tensión de CA, y aplicar esta tensión de CA a las líneas Pu, Pv y Pw de CA. Si bien tal control es una tecnología bien conocida, y, por tanto, se omitirá la descripción detallada del mismo, un ejemplo del mismo se describirá brevemente.

Se hace que los elementos Sy1 y Sy2 de conmutación sean conductores exclusivamente entre sí. Esto evita el cortocircuito de las líneas LH y LL de potencia debido a la conducción simultánea de ambos elementos Sy1 y Sy2 de conmutación. Como patrón de conmutación de los elementos Sy1 y Sy2 de conmutación, por ejemplo, se emplean los siguientes 8 tipos de patrones de conmutación. En el presente documento, "1" indica hacer que el elemento Sy1 de conmutación sea conductor, y "0" indica hacer que el elemento Sy2 de conmutación sea conductor. Cuando se representa el patrón de conmutación disponiendo las figuras para las fases respectivas, los patrones de conmutación son 8 tipos de patrones de conmutación, concretamente (000), (001), (010), (011), (100), (101), (110) y (111). Por ejemplo, el patrón de conmutación de hacer que los elementos Su1, Sv2 y Sw2 de conmutación sean conductores es (100). Adicionalmente, un vector de una tensión (a continuación en el presente documento, denominado vector de tensión) aplicada a cada una de las líneas Pu, Pv y Pw de CA cuando se emplea cada patrón de conmutación se expresa como vectores de tensión V0 a V7, entendiendo las cifras anteriores como dígitos binarios y convirtiendo esto en dígitos decimales. Por ejemplo, cuando se emplea el patrón de conmutación (100), el vector de tensión es el vector V4 de tensión.

Los 8 tipos de patrones de conmutación se conmutan adecuadamente, de manera que el inversor 3 pueda emitir tensiones de CA a las líneas Pu, Pv y Pw de CA. Por ejemplo, con referencia a la figura 2, por ejemplo, en una sección de 60 grados entre una fase de tensión de 30 grados y una fase de tensión de 90 grados, los vectores V5 y V4 de tensión, y el vector V0 de tensión (o V7, o V0 y V7; se aplica lo mismo en adelante en el presente documento) se conmutan y emplean repetidamente. Adicionalmente, por ejemplo, en una sección de 60 grados entre una fase de tensión de 90 grados y una fase de tensión de 150 grados, los vectores V4 y V6 de tensión, y el vector V0 de tensión se conmutan y emplean repetidamente.

En el ejemplo de la figura 2, se añade un carácter de referencia del vector de tensión a cada frontera de la sección de 60 grados, que indica que estos vectores de tensión se emplean en las secciones de 60 grados intercaladas entre las fronteras. Por ejemplo, en una sección de 60 grados entre una fase de tensión de 210 grados y una fase de tensión de 270 grados, se emplean los vectores V2 y V3 de tensión. Obsérvese que el vector V0 de tensión puede emplearse en todas las secciones de 60 grados, y por tanto no se muestra en la figura 2.

El ciclo de trabajo del vector de tensión empleado en cada zona (grado de cada vector de tensión en un tiempo predeterminado (por ejemplo, un ciclo de portadora)) se ajusta adecuadamente, de manera que el inversor 3 pueda emitir adecuadamente una tensión de CA que se aproxima a una onda sinusoidal. En el ejemplo de la figura 2, un valor aproximado de una tensión Vu de fase, aplicado a la línea Pu de CA, se muestra mediante la onda sinusoidal como ejemplo.

El control anterior es un ejemplo, y puede emplearse otro control. Por ejemplo, en una sección entre una fase de tensión de 0 grados y una fase de tensión de 60 grados, sólo puede emplearse el vector V5 de tensión, y los vectores V4, V6, V2, V3 y V1 de tensión pueden emplearse en este orden en cada sección de 60 grados posterior. Este control se realiza en un caso en el que se emplea, como la tensión Vu de fase, una onda rectangular en la que se toma un alto potencial en una sección entre una fase de tensión de 0 grados y una fase de tensión de 180 grados, y se toma un bajo potencial en una sección desde 180 grados hasta 360 grados.

Haciendo referencia a la figura 1 de nuevo, las líneas Pu, Pv y Pw de CA se conectan a una carga inductiva 6. La carga inductiva 6 es, por ejemplo, un motor, y rota según las tensiones de CA aplicadas a las líneas Pu, Pv y Pw de CA.

El circuito de bloqueo 2 incluye un diodo D1, un condensador C1 y un elemento S1 conmutador. El condensador C1 se proporciona entre las líneas LH y LL de potencia. El diodo D1 está conectado en serie con el condensador C1 entre las líneas LH y LL de potencia. El diodo D1 tiene un ánodo dispuesto hacia la línea LH de potencia en una trayectoria en serie con el condensador C1. El elemento S1 conmutador es, por ejemplo, un transistor bipolar de compuerta aislada, etc., y está conectado en paralelo con el diodo D1. El elemento S1 conmutador está controlado también por el controlador 5 descrito más adelante.

Cuando se hace que el elemento S1 conmutador sea no conductor, funciona el diodo D1 conectado en paralelo con el elemento S1 conmutador. El diodo D1 evita que el condensador C1 se descargue a la línea LH de potencia, y por tanto una tensión a través del condensador C1 se mantiene en un valor máximo de la tensión de CC entre las líneas LH y LL de potencia. Es decir, el condensador C1 funciona como un denominado condensador de bloqueo. En este momento, el circuito de bloqueo 2 también puede funcionar como un denominado amortiguador de CC.

Por otra parte, cuando se hace que el elemento S1 conmutador sea conductor, el condensador C1 puede descargarse a la línea LH de potencia a través del elemento S1 conmutador. Es decir, el condensador C1 puede funcionar como un denominado condensador de allanamiento.

En el ejemplo de la figura 1, un convertidor 1 se muestra como una configuración de aplicación de una tensión de CC entre las líneas LH y LL de potencia. El convertidor 1 convierte la tensión de CA de una fuente de alimentación de CA en una tensión de CC, y aplica esta tensión de CC a las líneas LH y LL de potencia. En el ejemplo de la figura

1, el convertidor 1 es, por ejemplo, un convertidor de fuente de corriente, y tiene, por ejemplo, diodos Dr1, Dr2, Ds1, Ds2, Dt1 y Dt2, y elementos Sr1, Sr2, Ss1, Ss2, St1 y St2 de conmutación.

Los elementos Sx1 y Sx2 de conmutación (a continuación en el presente documento, x representa r, s y t) son, por ejemplo, un transistor bipolar de compuerta aislada. El diodo Dx1 y el elemento Sx1 de conmutación están conectados en serie entre sí entre la línea Px de CA y la línea LH de potencia. El diodo Dx1 tiene un cátodo dispuesto hacia la línea LH de potencia. Es decir, los diodos Dr1, Ds1 y Dt1 evitan que una corriente fluya desde la línea LH de potencia a las líneas Pr, Ps y Pt de CA a través de los elementos Sr1, Ss1 y St1 de conmutación, respectivamente.

El diodo Dx2 y el elemento Sx2 de conmutación están conectados en serie entre sí entre la línea Px de CA y la línea LL de potencia. El diodo Dx2 tiene un ánodo dispuesto hacia la línea LL de potencia. Es decir, los diodos Dr2, Ds2 y Dt2 evitan que una corriente fluya desde las líneas Pr, Ps y Pt de CA hasta la línea LL de potencia a través de los elementos de conmutación Sr2, Ss2 y St2, respectivamente.

Estos elementos Sx1 y Sx2 de conmutación son controlados de manera adecuada por el controlador 5. Más específicamente, por ejemplo, los elementos Sx1 y Sx2 de conmutación se controlan basándose en una tensión de CA aplicada a la línea Px de CA. Por consiguiente, el convertidor 1 puede convertir las tensiones de CA aplicadas a las líneas Pr, Ps y Pt de CA en tensión de CC, y aplicar la tensión de CC entre las líneas LH y LL de potencia.

En el ejemplo de la figura 1, se proporcionan los elementos Sx1 y Sx2 de conmutación y los diodos Dx1 y Dx2. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto. Por ejemplo, en lugar de un conjunto del diodo Dx1 y el elemento Sx2 de conmutación y/o un conjunto del diodo Dx2 y el elemento Sx2 de conmutación, puede emplearse un elemento de conmutación de bloqueo inverso, excelente en cuanto a resistencia a una tensión inversa (tal como un RB-IGBT (transistor bipolar de compuerta aislada de bloqueo inverso)).

El dispositivo de conversión de potencia se proporciona con una unidad de detección de corriente 4. La unidad de detección de corriente 4 detecta una corriente que fluye desde el inversor 3 hasta la línea LL de potencia por medio de la línea LH de potencia, el diodo D1 (o el elemento S1 conmutador) y el condensador C1, concretamente, una corriente regenerativa desde el inversor 3.

En el ejemplo de la figura 1, la unidad de detección de corriente 4 detecta una corriente que fluye a través de la línea LL de potencia entre el circuito de bloqueo 2 y el inversor 3. La unidad de detección de corriente 4 puede detectar una corriente que fluye a través de la línea LH de potencia entre el circuito de bloqueo 2 y el inversor 3. La unidad de detección de corriente 4 detecta la corriente regenerativa distinguiéndola de una corriente que fluye desde la línea LH de potencia hasta la línea LL de potencia por medio del inversor 3 (a continuación en el presente documento, también denominada corriente de recorrido de potencia). Un ejemplo de una configuración específica de la unidad de detección de corriente 4 se describirá en detalle más adelante.

El controlador 5 incluye un controlador de conmutación 51. El controlador de conmutación 51 tiene una función de controlar el inversor 3. Es decir, el controlador de conmutación 51 emite una señal Sy de conmutación a los elementos Sy1 y Sy2 de conmutación con el fin de controlar el inversor 3 tal como se ha descrito anteriormente, por ejemplo.

Adicionalmente, el controlador de conmutación 51 tiene una función de controlar el elemento S1 conmutador. Es decir, el controlador de conmutación 51 emite una señal Sz de conmutación al elemento S1 conmutador.

En el presente documento, el controlador 5 incluye un microordenador y un dispositivo de almacenamiento. El microordenador realiza cada una de las etapas de procesamiento (es decir, procesos) descritas en un programa. El dispositivo de almacenamiento anterior puede estar configurado por uno o una pluralidad de diversos dispositivos de almacenamiento, tales como una ROM (memoria de solo lectura), una RAM (memoria de acceso aleatorio), una memoria no volátil reescribible (EEPROM (ROM programable eléctricamente borrable) o similares) y una unidad de disco duro. El dispositivo de almacenamiento almacena diversa información, datos y similares, almacena programas ejecutados por el microordenador, y proporciona una zona de trabajo para ejecutar los programas. El microordenador también puede abarcar funciones como diversos medios que corresponden a las etapas de procesamiento respectivas descritas en los programas, o también puede abarcar la implementación de diversas funciones que corresponden a las etapas de procesamiento respectivas. El controlador 5 no se limita a esto, y una parte de, o todos, los diversos procedimientos ejecutados por el controlador 5, o una parte de, o todos, los diversos medios o las diversas funciones implementadas por el controlador 5 pueden implementarse por hardware.

En un estado en el que el controlador de conmutación 51 emite la señal Sy de conmutación para provocar que el inversor 3 emita una tensión de CA, el controlador de conmutación 51 hace que el elemento S1 conmutador sea conductor al darse el hecho de que una corriente regenerativa detectada por la unidad de detección de corriente 4 sea mayor que un valor Iref1 predeterminado, como desencadenante.

Antes de que se describa un efecto por tal control del elemento S1 conmutador, una relación entre corrientes que

fluyen a través de las líneas LH y LL de potencia, y un factor de potencia en el lado de carga inductiva 6 (a continuación en el presente documento, denominado factor de potencia de carga) se describe en primer lugar. Con el fin de describir esta relación, también se describe una relación entre corrientes i_u , i_v e i_w de línea que fluyen a través de las líneas Pu, Pv y Pw de CA, y corrientes que fluyen a través de las líneas LH y LL de potencia. A continuación en el presente documento, un sentido de cada corriente de línea que fluye desde el inversor 3 hasta la carga inductiva 6 se define como sentido positivo.

Tal como se muestra en un gráfico del centro de la figura 2, un caso en el que las fases de la tensión V_u de fase y la corriente i_u de línea son iguales entre sí, concretamente, se considerará que el factor de potencia de carga es 1. Tal como se entiende a partir de la figura 2, el vector V_4 de tensión se emplea adecuadamente en una sección H1 de 120 grados entre una fase de tensión de 30 grados y una fase de tensión de 150 grados. Cuando se emplea el vector V_4 de tensión, se hace que el elemento Su1 de conmutación sea conductor. Por otra parte, las fases de la tensión V_u de fase y la corriente i_u de línea son iguales entre sí, y por tanto la corriente i_u de línea es positiva en esta sección H1 de 120 grados. Por consiguiente, cuando se emplea el vector V_4 de tensión en esta sección H1 de 120 grados, la corriente i_u de línea fluye a través de la línea Pu de CA desde la línea LH de potencia por medio del elemento Su1 de conmutación en el sentido positivo (véase también la figura 1). Es decir, la corriente i_u de línea fluye como una corriente de recorrido de potencia.

Tal como se muestra en un gráfico en el lado inferior de la figura 2, se considerará un caso en el que una diferencia de fase entre la tensión V_u de fase y la corriente i_u de línea supera los 30 grados, concretamente, el factor de potencia de carga está por debajo de $\frac{\sqrt{3}}{2}$. En este momento, en una sección Hu1 inicial de la sección H1 de 120 grados, la corriente i_u de línea es negativa. Por otra parte, cuando se emplea el vector V_4 de tensión, el elemento Su2 de conmutación es no conductor. Por consiguiente, cuando se emplea el vector V_4 de tensión en esta sección Hu1, la corriente i_u de línea fluye desde la línea Pu de CA hasta la línea LH de potencia por medio del diodo Du1 (véase también la figura 1). Cuando se emplea el vector V_4 de tensión, los elementos Sv1 y Sw1 de conmutación son no conductores, y, por tanto, la corriente que atraviesa el diodo Du1 no fluye hacia la carga inductiva 6, sino que fluye hacia el circuito de bloqueo 2. Es decir, fluye una corriente regenerativa.

En una sección Hw1 inicial de una sección de 120 grados entre una fase de tensión de 90 grados y una fase de tensión de 210 grados, en la que se emplea adecuadamente el vector V_6 de tensión, la corriente i_w de línea es positiva. Cuando se emplea el vector V_6 de tensión, el elemento Sw1 de conmutación es no conductor. Por tanto, cuando se emplea el vector V_6 de tensión en la sección Hw1, la corriente i_w de línea fluye en la línea Pw de CA desde la línea LL de potencia a través del diodo Dw2 en el sentido positivo (véase también la figura 1). Cuando se emplea el vector V_6 de tensión, los elementos Su2 y Sv2 de conmutación son no conductores. Por tanto, las corrientes que fluyen a través de estos elementos no fluyen hacia el interior del diodo Dw2 a través de la línea LL de potencia, una corriente que atraviesa el circuito de bloqueo 2 fluye a través del diodo Dw2 por medio de la línea LL de potencia. Es decir, fluye una corriente regenerativa.

Cuando vectores de tensión predeterminados se emplean de manera similar en otras secciones Hu2, Hy1, Hy2 y Hw2, fluye una corriente regenerativa.

Cada vez que fluye una corriente regenerativa de este tipo, la corriente regenerativa fluye a través del condensador C1 y se carga el condensador C1. Por consiguiente, la tensión a través del condensador C1 aumenta. Sin embargo, en la presente realización, el controlador de conmutación 51 hace que el elemento S1 conmutador sea conductor al darse el hecho de que la corriente regenerativa detectada por la unidad de detección de corriente 4 sea mayor que el valor I_{ref1} predeterminado, como desencadenante. Por consiguiente, incluso cuando se carga el condensador C1 debido al flujo de la corriente regenerativa, puede hacerse que el condensador C1 se descargue durante un periodo posterior cuando fluye una corriente de recorrido de potencia. Por tanto, es posible suprimir un aumento en la tensión a través del condensador C1 que resulta de la reducción en el factor de potencia de carga.

Mientras que la corriente regenerativa que resulta de la reducción en el factor de potencia de carga se describe en el ejemplo anterior, no se toma en consideración un factor que provoque que fluya una corriente regenerativa. Esto es debido a que, incluso cuando cualquier factor provoca que fluya una corriente regenerativa, es posible suprimir un aumento en una tensión de CC debido a la corriente regenerativa en la presente realización.

Unidad de detección de corriente 4

La unidad de detección de corriente 4 detecta una corriente I_1 que fluye a través de las líneas LH o LL de potencia según el sentido. Más específicamente, tal como se muestra en la figura 3, la unidad de detección de corriente 4 detecta una corriente regenerativa como un valor negativo, y detecta una corriente de recorrido de potencia como valor positivo. Por consiguiente, cuanto mayor sea la corriente regenerativa, más pequeño es un valor empleado como corriente I_1 . Entonces, la unidad de detección de corriente 4 añade una magnitud ΔI de compensación que tiene un valor positivo a la corriente detectada I_1 . La magnitud ΔI de compensación es un valor mayor que el valor I_{ref1} predeterminado. En un ejemplo de la figura 3, un valor obtenido añadiendo la magnitud ΔI de compensación a la corriente I_1 se expresa como una corriente I_2 . Por consiguiente, la corriente regenerativa se detecta como un

valor menor que la magnitud ΔI de compensación en la corriente I2. La unidad de detección de corriente 4 emite la corriente I2 al controlador de conmutación 51.

5 El controlador de conmutación 51 hace que el elemento S1 conmutador sea conductor al darse el hecho de que la corriente I2 desde la unidad de detección de corriente 4 sea menor que un valor Iref11 predeterminado, como desencadenante. Debe observarse que el valor Iref11 predeterminado es una diferencia entre la magnitud ΔI de compensación y el valor Iref1 predeterminado. Por consiguiente, el hecho de que la corriente I2 sea menor que el valor Iref11 predeterminado significa que la corriente regenerativa es mayor que el valor Iref11 predeterminado.

10 Tal como se ha descrito anteriormente, la magnitud ΔI de compensación se añade a la corriente I1, y por tanto una corriente regenerativa, cuya magnitud es menor que la magnitud ΔI de compensación, puede detectarse como un valor positivo. Por consiguiente, como el controlador de conmutación 51, puede emplearse un controlador que gestiona una corriente en una zona positiva. Es decir, el controlador de conmutación 51 puede comparar la corriente regenerativa con el valor Iref1 predeterminado mediante la comparación de la corriente I2 positiva con el valor Iref11 positivo predeterminado. Un ejemplo específico de la unidad de detección de corriente 4 y del controlador de conmutación 51, descritos anteriormente, se describirá en detalle más adelante.

20 El controlador de conmutación 51 puede detener el inversor 3 al darse el hecho de que la corriente I2 sea mayor que un valor Iref21 predeterminado, como desencadenante. El valor Iref21 predeterminado es mayor que la magnitud ΔI de compensación. Por consiguiente, el inversor 3 se detiene al darse el hecho de que la corriente de recorrido de potencia sea mayor que un valor Iref2 predeterminado prefijado (= valor Iref21 predeterminado - magnitud ΔI de compensación), como desencadenante. Por consiguiente, el valor Iref21 predeterminado (valor Iref2 predeterminado) se establece en un valor adecuado, de manera que pueda evitarse que una sobrecorriente fluya a través del inversor 3.

25 Tal como se ha descrito anteriormente, tanto la comparación de la corriente de recorrido de potencia con el valor Iref2 predeterminado para detectar una sobrecorriente del inversor 3, como la comparación de la corriente regenerativa con el valor Iref1 predeterminado para detectar el aumento de una corriente regenerativa pueden implementarse en la zona positiva. Por tanto, como el controlador de conmutación 51, puede emplearse un controlador que gestiona una corriente en la zona positiva.

30 Debe observarse que el controlador de conmutación 51 puede realizar un control arbitrario basándose en la corriente de recorrido de potencia detectada por la unidad de detección de corriente 4, para el convertidor 1 y/o el inversor 3. Por ejemplo, una corriente de línea que fluye a través de la carga inductiva 6 puede detectarse basándose en la corriente de recorrido de potencia, y el convertidor 1 y/o el inversor 3 puede controlarse basándose en la corriente de línea de manera que se maximice la eficacia. Adicionalmente, puede realizarse un control de reducción de una carga de la carga inductiva 6 (control de caída, por ejemplo, control de reducción de una velocidad de rotación) para el convertidor 1 y/o el inversor 3, al darse el hecho de que la corriente de recorrido de potencia supere el valor predeterminado, como desencadenante, o puede detenerse la carga inductiva 6 (control de detención). Tal control es una tecnología bien conocida y, por tanto, se omitirá la descripción detallada del mismo.

35 No siempre es necesario que se detecte la corriente regenerativa como un valor negativo, y puede detectarse como un valor positivo tal como se muestra en la figura 4. En este caso, la unidad de detección de corriente 4 añade una magnitud ΔI de compensación predeterminada ($>$ valor Iref2 predeterminado) a la corriente I1 para calcular la corriente I2, y el controlador de conmutación 51 simplemente hace que el elemento S1 conmutador sea conductor cuando la corriente I2 es mayor que el valor Iref11 predeterminado (= $\Delta I + Iref1$). Adicionalmente, el controlador de conmutación 51 puede detener el inversor 3 cuando la corriente I2 es menor que el valor Iref21 predeterminado (= $\Delta I - Iref2$).

45 Ejemplo específico de la unidad de detección de corriente 4

50 Tal como se muestra en las figuras 1 y 5, la unidad de detección de corriente 4 incluye un resistor de derivación 41 y una unidad de detección de tensión 42. El resistor de derivación 41 se proporciona, por ejemplo, en la línea LL de potencia entre el circuito de bloqueo 2 y el inversor 3. El resistor de derivación 41 puede proporcionarse en la línea LH de potencia entre el circuito de bloqueo 2 y el inversor 3. La siguiente descripción abarca un caso en el que el resistor de derivación 41 se proporciona en la línea LL de potencia. Una tensión a través del resistor de derivación 41 es idealmente proporcional a la corriente I1 que fluye a través del resistor de derivación 41. Por consiguiente, la unidad de detección de tensión 42 detecta una tensión V11 a través del resistor de derivación 41, en lugar de la corriente I1. En el presente documento, como ejemplo, se detecta un potencial de otro extremo con respecto a un potencial de un extremo en un lado cercano al inversor 3 del resistor de derivación 41, como la tensión a través del resistor de derivación 41. Por consiguiente, tal como se muestra en la figura 6, cuando fluye una corriente regenerativa, la tensión V11 a través del resistor de derivación 41 toma un valor positivo, y cuando fluye una corriente de recorrido de potencia, la tensión V11 a través del resistor de derivación 41 toma un valor negativo.

65 La figura 5 muestra un ejemplo de una configuración conceptual de una configuración interna de la unidad de

detección de tensión 42. Debe observarse que un extremo 412 del resistor de derivación 41 es un extremo en un lado cercano al inversor 3, y el otro extremo 411 del resistor de derivación 41 es un extremo en un lado cercano al circuito de bloqueo 2.

5 Un componente armónico de la tensión V11 a través del resistor de derivación 41 se elimina mediante, por ejemplo, un filtro de paso bajo 421 tal como se muestra en la figura 5. En un ejemplo de la figura 5, el filtro de paso bajo 421 incluye resistores R11 a R14 y un condensador C11. Los resistores R11 y R12 están conectados en serie entre sí, y los resistores R13 y R14 están conectados en serie entre sí. El condensador C11 se proporciona entre un punto de conexión entre los resistores R11 y R12, y un punto de conexión entre los resistores R13 y R14. Un extremo en un lado opuesto al resistor R12 del resistor R11 está conectado al otro extremo 411 del resistor de derivación 41, y un extremo en un lado opuesto al resistor R14 del resistor R13 está conectado al extremo 412 del resistor de derivación 41. Una tensión V12 entre un extremo P1 en un lado opuesto al resistor R11 del resistor R12 y un extremo P2 en un lado opuesto al resistor R13 del resistor R14 es una tensión de salida del filtro de paso bajo 421. Debe observarse que el filtro de paso bajo 421 no es un requisito esencial.

15 La tensión V12 desde el filtro de paso bajo 421 se amplifica al tiempo que se compensa mediante el amplificador de compensación 422, y se emite al controlador de conmutación 51 como una tensión V13. Sin embargo, no siempre se necesita que se amplifique la tensión. En resumen, una magnitud ΔV de compensación predeterminada que tiene un valor positivo simplemente se añade a la tensión V12. Por consiguiente, tal como se muestra en la figura 6, incluso cuando la tensión V11 a través del resistor de derivación por la corriente de recorrido de potencia toma un valor negativo, en el caso en el que un valor absoluto de la misma es menor que la magnitud ΔV de compensación, la tensión V13 emitida desde el amplificador de compensación 422 toma un valor positivo. Por consiguiente, incluso cuando fluye la corriente regenerativa, o incluso cuando fluye la corriente de recorrido de potencia, el controlador de conmutación 51 puede gestionar la tensión V13 en la que se refleja un valor de corriente de la misma, en la zona positiva. A continuación en el presente documento, un ejemplo específico del amplificador de compensación 422 se describirá en detalle.

20 En el ejemplo de la figura 5, el amplificador de compensación 422 incluye un amplificador operativo OP1, resistores R21 a R24 y condensadores C21 a C24. El amplificador operativo OP1 recibe la entrada de una fuente de alimentación E22 de CC al hacerse que funcione. Los condensadores C23 y C24 están conectados en paralelo con la fuente de alimentación E22 de CC y, por ejemplo, una tensión de CC de la fuente de alimentación E22 de CC se allana (estabiliza). Los extremos P1 y P2 que sirven como extremos de salida del filtro de paso bajo 421 se conectan a un terminal de entrada de inversión y a un terminal de entrada no de inversión del amplificador operativo OP1, respectivamente. El resistor R23 y el condensador C21 están conectados en paralelo entre sí, y un extremo del cuerpo de conexión paralela está conectado al terminal de entrada no de inversión. Los resistores R21 y R22 están conectados en serie entre sí entre una fuente de alimentación E21 de CC y tierra, y un punto de conexión entre estos está conectado al otro extremo del cuerpo de conexión paralela configurado por el resistor R23 y el condensador C21. Debe observarse que el resistor R22 se dispone en un lado cercano a tierra con respecto al resistor R21. El resistor R24 se proporciona entre un terminal de salida y el terminal de entrada de inversión del amplificador operativo OP1, y el condensador C22 está conectado en paralelo con el resistor R24. El amplificador de compensación 422 emite la tensión V13 entre el terminal de salida del amplificador operativo OP1 y tierra.

25 La tensión V12 introducida en un amplificador de compensación 422 de este tipo se multiplica por una ganancia determinada por un valor de resistencia del resistor R24, un valor de resistencia del resistor R23, y similares, compensada además en una magnitud de una tensión generada en el resistor R22, y emitida como la tensión V13 al controlador de conmutación 51.

30 En resumen, la operación de compensación del amplificador de compensación 422 se implementa simplemente de la siguiente manera. Es decir, el amplificador de compensación 422 simplemente detecta un potencial del otro extremo 411 con respecto a un potencial de referencia (por ejemplo, tierra), que es menor que un potencial de un extremo 412 del resistor de derivación 41, y emite el potencial detectado como la tensión V13. En este momento, una diferencia entre el potencial de referencia y el potencial de un extremo 412 se establece simplemente tal como se describe a continuación, por ejemplo. Es decir, por ejemplo, cuando fluye la corriente de recorrido de potencia en su máxima medida, la tensión V11 (diferencia de potencial del otro extremo 411 con respecto a un extremo 412) tiene un valor negativo, y se vuelve la más pequeña. Por consiguiente, una diferencia entre el potencial de referencia y el potencial de un extremo 412 se fija para que sea mayor que un valor absoluto de la tensión V11 más pequeña. Por consiguiente, es posible emitir un valor positivo como la tensión V13, incluso cuando fluye la corriente de recorrido de potencia en su máxima medida.

35 En el ejemplo de la figura 5, cuando fluye una corriente regenerativa, la tensión V11 a través del resistor de derivación 41 toma un valor positivo, y cuando fluye una corriente de recorrido de potencia, la tensión V11 a través del resistor de derivación 41 toma un valor negativo. Por consiguiente, cuando fluye la corriente de recorrido de potencia en su máxima medida, la tensión V11 tiene un valor negativo, y se vuelve la más pequeña. Por otra parte, la unidad de detección de tensión 42 puede configurarse de manera que cuando fluye la corriente de recorrido de potencia, la tensión V11 a través del resistor de derivación 41 toma un valor positivo, y cuando fluye la corriente regenerativa, la tensión V11 toma un valor negativo. Un extremo 412 del resistor de derivación 41 se conecta

5 simplemente al convertidor 1 de manera inversa a un caso en el que la corriente regenerativa es positiva. En este momento, cuando fluye en su máxima medida la corriente regenerativa, la tensión V11 tiene un valor negativo, y se vuelve la más pequeña. Por tanto, una diferencia entre el potencial de referencia y el potencial de un extremo 412 se establece para que sea mayor que el valor absoluto de la tensión V11 más pequeña. Por consiguiente, es posible emitir un valor positivo como la tensión V13, incluso cuando fluye en su máxima medida la corriente regenerativa.

10 El controlador de conmutación 51 incluye una unidad de comparación 511 y unidades de salida de señal de conmutación 512 y 513. La unidad de comparación 511 recibe la entrada de la tensión V13, y compara la tensión V13 con un valor Vref1 predeterminado ($>$ magnitud ΔV de compensación). Cuando la tensión V13 es mayor que el valor Vref1 predeterminado, la unidad de comparación 511 emite esta información a la unidad de salida de señal de conmutación 512. El hecho de que la tensión V13 sea mayor que el valor Vref1 predeterminado significa que la corriente regenerativa es mayor que el valor Iref1 predeterminado. La unidad de comparación 511 compara la tensión V13 con un valor Vref2 predeterminado ($<$ magnitud ΔV de compensación). Cuando la tensión V13 es menor que el valor Vref2 predeterminado, la unidad de comparación 511 emite esta información a la unidad de salida de señal de conmutación 513. El hecho de que la tensión V13 sea menor que el valor Vref2 predeterminado significa que la corriente de recorrido de potencia es mayor que el valor Iref2 predeterminado.

20 En el ejemplo de la figura 5, la unidad de comparación 511 incluye los comparadores OP2 y OP3, los resistores R31 a R34 y los condensadores C31 a C33. El comparador OP2 recibe la entrada de la tensión V13 y el valor Vref1 predeterminado, y compara estos. El valor Vref1 predeterminado es generado por los resistores R31 y R32, y el condensador C31. Los resistores R31 y R32 están conectados en serie entre sí, entre una fuente de alimentación E31 de CC y tierra. El resistor R32 se dispone en un lado cercano a tierra con respecto al resistor R31. El condensador C31 está conectado en paralelo con el resistor R32. El condensador C31 allana (estabiliza) una tensión generada en el resistor R32. En el comparador OP2 se introduce un punto de conexión entre los resistores R31 y R32, y la tensión generada en el resistor R32 de tensión se introduce como el valor Vref1 predeterminado. Cuando la tensión V13 es mayor que el valor Vref1 predeterminado, el comparador OP2 notifica a la unidad de salida de señal de conmutación 512 esta información.

30 El comparador OP3 recibe la entrada de la tensión V13 y el valor Vref2 predeterminado, y compara estos. El valor Vref2 predeterminado es generado por los resistores R33 y R34, y el condensador C33. Los resistores R33 y R34 están conectados en serie entre sí, entre una fuente de alimentación E33 de CC y tierra. El resistor R34 se dispone en un lado cercano a tierra con respecto al resistor R33. El condensador C33 está conectado en paralelo con el resistor R34. El condensador C33 allana (estabiliza) una tensión generada en el resistor R34. En el comparador OP3 se introduce un punto de conexión entre los resistores R33 y R34, y la tensión generada en el resistor R34 de tensión se introduce como el valor Vref2 predeterminado. Cuando la tensión V13 es menor que el valor Vref2 predeterminado, el comparador OP3 notifica a la unidad de salida de señal de conmutación 513 esta información.

40 En la figura 5, los comparadores OP2 y OP3 se configuran como un circuito integrado único, y una fuente de alimentación E32 de CC está conectada al circuito integrado. El condensador C32 está conectado en paralelo con la fuente de alimentación E32 de CC, y allana (estabiliza) una tensión de CC de la fuente de alimentación E32 de CC, por ejemplo.

45 Al recibir aviso de que la tensión V13 es mayor que el valor Vref1 predeterminado del comparador OP2, la unidad de salida de señal de conmutación 512 emite la señal Sz de conmutación con el fin de hacer que el elemento S1 conmutador sea conductor. Al recibir aviso de que la tensión V13 es menor que el valor Vref2 predeterminado del comparador OP3, la unidad de salida de señal de conmutación 513 detiene la emisión de la señal Sy de conmutación con el fin de detener el inversor 3.

50 Debe observarse que las fuentes de alimentación E21, E22, y E31 a E33 de CC pueden ser una fuente de alimentación común o pueden ser fuentes de alimentación diferentes.

55 En el ejemplo de la figura 5, el potencial del otro extremo 411 con respecto al extremo 412 en el lado cercano al inversor 3 del resistor de derivación 41 se detecta como la tensión V11 a través del resistor de derivación 41. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto, y puede emplearse una configuración inversa. Esto es similar a la descripción con referencia a la figura 4 y, por tanto, se omitirá una descripción redundante.

Circuito de bloqueo

60 Tal como se muestra en la figura 7, en comparación con el circuito de bloqueo 2 de la figura 1, un circuito de bloqueo 2 puede incluir además un condensador C2 y diodos D2 y D3. Un diodo D1 y los condensadores C1 y C2 están conectados en serie entre sí entre las líneas LH y LL de potencia. En esta trayectoria en serie, el diodo D1 tiene un ánodo en un lado cercano a la línea LH de potencia, y se proporciona entre los condensadores C1 y C2. Adicionalmente, en esta trayectoria en serie, el condensador C1 se proporciona en un lado cercano a la línea LH de potencia con respecto al diodo D1. El diodo D2 se proporciona entre un punto de conexión entre el condensador C1 y el diodo D1, y la línea LL de potencia. El diodo D2 tiene un ánodo en un lado cercano a la línea LL de potencia. El diodo D3 se proporciona entre un punto de conexión entre el condensador C2 y el diodo D1, y la línea LH de

potencia. El diodo D3 tiene un cátodo en un lado cercano a la línea LH de potencia.

Según este circuito de bloqueo, cuando se hace que el elemento S1 conmutador sea no conductor, los condensadores C1 y C2 se cargan mientras están conectados en serie entre sí, y se descargan mientras están conectados en paralelo entre sí. Según este circuito de bloqueo 2, por ejemplo, los condensadores C1 y C2 realizan la carga y descarga según el factor de potencia de carga de la carga inductiva 6, tal como se describe en el documento de patente 1. Sin embargo, incluso en el circuito de bloqueo 2 de la figura 7, cuando se reduce el factor de potencia de carga, aumenta la tensión de CC. Por consiguiente, también en el circuito de bloqueo 2 de la figura 7, cuando se hace que el elemento S1 conmutador sea conductor al darse el hecho de que la corriente regenerativa sea mayor que el valor I_{ref1} predeterminado, como desencadenante, los condensadores C1 y C2 pueden descargarse cuando fluye la corriente de recorrido de potencia, y por tanto es posible suprimir un aumento en una tensión de CC.

En un ejemplo de la figura 8, en comparación con el circuito de bloqueo 2 de la figura 7, se proporcionan además un resistor R1 y un elemento S2 conmutador. En una trayectoria en serie con los condensadores C1 y C2 y un diodo D1, el resistor R1 está conectado en serie con el diodo D1 entre los condensadores C1 y C2. Adicionalmente, en una serie el cuerpo del diodo D1 y del resistor R1 se intercala entre los diodos D2 y D3. El elemento S2 conmutador es, por ejemplo, un transistor bipolar de compuerta aislada, y está conectado en paralelo con el resistor R1. El elemento S2 conmutador también está controlado por el controlador de conmutación 51.

El resistor R1 está presente en una trayectoria de carga de los condensadores C1 y C2, concretamente la trayectoria en serie anterior y, por tanto, es posible reducir una corriente de irrupción que fluye hacia los condensadores C1 y C2 en el momento de la activación, por ejemplo. Por ejemplo, también cuando se reducen instantáneamente tensiones de CA aplicadas a las líneas Pr, Ps y Pt de CA, y se recuperan tras esto, la corriente de irrupción puede fluir a los condensadores C1 y C2. Sin embargo, el resistor R1 puede reducir esta corriente de irrupción. Por otra parte, en el caso en el que fluye una corriente regenerativa a los condensadores C1 y C2, una tensión de CC entre las líneas LH y LL de potencia aumenta en una magnitud de caída de tensión en el resistor R1. Por consiguiente, se puede hacer que el elemento S2 conmutador también sea conductor al darse el hecho de que la corriente regenerativa sea mayor que el I_{ref1} predeterminado, como desencadenante. Por consiguiente, la corriente regenerativa fluye mientras se evita el resistor R1 y, por tanto, es posible evitar un aumento en la tensión de CC debido a la caída de tensión del resistor R1. Por consiguiente, cuando se hace que ambos elementos S1 y S2 conmutadores sean conductores, un aumento en la tensión de CC puede suprimirse en su mayor parte. Adicionalmente, el resistor R1 se cortocircuita, por lo que una corriente no fluye a través del resistor R1. Por tanto, es posible suprimir la generación de calor del resistor R1, y minimizar la capacidad de potencia del resistor R1.

En el ejemplo de la figura 8, el resistor R1 está dotado además de un diodo D11 conectado en paralelo. El diodo D11 tiene un ánodo en un lado cercano a la línea LL de potencia, en la trayectoria de carga de los condensadores C1 y C2. Esto es debido a que se supone un caso en el que el elemento S2 conmutador no permite que una corriente fluya en un sentido directo del diodo D11. Es decir, con el fin de hacer que los condensadores C1 y C2 funcionen como condensadores de allanamiento, es necesario realizar bidireccionalmente la carga y descarga de los condensadores C1 y C2. Sin embargo, en el ejemplo de la figura 8, se hace que el elemento S2 conmutador sea conductor sólo en un sentido y, por tanto, la conducción en un sentido inverso puede ser realizada por el diodo D11. Por consiguiente, por ejemplo, cuando el elemento S2 conmutador es un conmutador bidireccional, el diodo D11 no es necesario.

En el funcionamiento normal de la carga inductiva 6, debe hacerse que el elemento S2 conmutador sea no conductor. Por ejemplo, una tensión de CC relativamente alta es aplicada a veces a las líneas LH y LL de potencia por el convertidor 1, debido a la fluctuación de las tensiones de CA de la línea Pr, Ps y Pt de CA, tal como se describe en el documento de patente 1. Esto es debido, en este caso, a que mientras una corriente grande fluye a través de los condensadores C1 y C2 y existe una posibilidad de detención por sobrecorriente, el resistor R1 puede reducir una corriente de este tipo.

No conducción del elemento S1 conmutador

En el dispositivo de conversión de potencia mostrado en cada una de las figuras 7 y 8, se determinan las tensiones a través de los condensadores C1 y C2 cuando el elemento S1 conmutador es no conductor, basándose, por ejemplo, en un factor de potencia de carga, tal como se muestra en el documento de patente 1. Los condensadores C1 y C2 realizan la carga y descarga según el factor de potencia de carga, de manera que cuanto menor es el factor de potencia de carga, mayores son las tensiones a través de los condensadores C1 y C2.

Por otra parte, cuanto menor es el factor de potencia de carga, mayor es un valor máximo de una corriente regenerativa. Esto puede entenderse a partir de la siguiente descripción con referencia a la figura 2. Es decir, cuanto menor es el factor de potencia de carga, mayor es una diferencia de fase entre una tensión de fase y una corriente de línea. Por consiguiente, cuanto menor es el factor de potencia de carga, más largos son los periodos Hu1, Hu2, Hv1, Hv2, Hw1 y Hw2. Por ejemplo, cuando aumenta el periodo Hu1, aumenta un valor absoluto de la corriente i_u de línea. En el periodo Hu1, la corriente i_u de línea fluye como la corriente regenerativa y, por tanto, el valor absoluto de

la corriente i_u de línea y el valor máximo de la corriente regenerativa son iguales entre sí. Por consiguiente, cuanto menor es el factor de potencia de carga, mayor es el valor máximo de la corriente regenerativa.

5 Tal como se ha descrito anteriormente, según el factor de potencia de carga, se determinan las tensiones a través de los condensadores C1 y C2 y el valor máximo de la corriente regenerativa.

10 Cuando las tensiones a través de los condensadores C1 y C2 no superan un valor de referencia predeterminado, el controlador de conmutación 51 puede hacer que el elemento S1 conmutador sea no conductor. Es decir, cuando el valor máximo de la corriente regenerativa en el periodo predeterminado es menor que un valor I_{ref3} predeterminado (\leq el valor I_{ref1} predeterminado, véanse también las figuras 3 y 4), puede hacerse que el elemento S1 conmutador sea no conductor. Como el periodo predeterminado, por ejemplo, en el caso en el que el inversor 3 emite una tensión de CA trifásica, puede emplearse un periodo igual o más largo que un $1/6$ de ciclo de la tensión de CA trifásica. Tal como se describe con referencia a la figura 2, esto es debido a que en el $1/6$ de ciclo (sección de 60 grados), aparece el periodo cuando fluye la corriente regenerativa (periodo Hu1, o similares), y el valor máximo de la corriente regenerativa se toma en este periodo.

20 Cuando el periodo predeterminado se generaliza adicionalmente, en el caso en el que se emiten n (n es un número entero igual o superior a 2) tensiones de CA de fase, un periodo igual o más largo que un $1/(2n)$ de ciclo se emplea simplemente como el periodo predeterminado. Adicionalmente, un valor máximo de una corriente regenerativa en un medio ciclo de una tensión de CA puede detectarse sin limitar el número de fases. Esto es debido a que en el funcionamiento normal de la carga inductiva 6, el periodo cuando fluye la corriente de recorrido de potencia y el periodo cuando fluye la corriente regenerativa aparecen alternativamente, y el medio ciclo de la tensión de CA incluye el periodo cuando fluye la corriente regenerativa.

25 Tal como se ha descrito anteriormente, cuando el valor máximo de la corriente regenerativa en el periodo predeterminado es menor que el valor I_{ref3} predeterminado (\leq valor I_{ref1} predeterminado), se hace que el elemento S1 conmutador sea no conductor. Por consiguiente, en este momento, puede hacerse que los condensadores C1 y C2 funcionen como un condensador de bloqueo no lineal. Incluso en este momento, puede hacerse que las tensiones a través de los condensadores C1 y C2 sean iguales o menores que el valor de referencia predeterminado. Además, en este momento, puede hacerse que este dispositivo de conversión de potencia (el convertidor 1 y el inversor 3) funcione como un denominado convertidor matricial indirecto. Aunque no se muestra en la figura 1, se proporciona un filtro de LC en el lado de entrada del convertidor 1 en este convertidor matricial indirecto. En este convertidor matricial indirecto, se controlan de manera adecuada el convertidor 1 y el inversor 3, de manera que sea posible reducir un componente armónico de una corriente que se introduce al filtro de LC. En este momento, también es posible evitar la pérdida de conducción del elemento S1 conmutador.

40 Cualquier factor puede provocar que fluya la corriente regenerativa. En resumen, se hace simplemente que el elemento S1 conmutador sea no conductor, cuando un valor máximo de una corriente regenerativa en un periodo igual o más largo que el $1/(2n)$ de ciclo de una tensión de CA es menor que el valor I_{ref3} predeterminado.

45 Puede emplearse un valor menor que el valor I_{ref1} predeterminado como el valor I_{ref3} predeterminado. Por consiguiente, incluso cuando el valor máximo de la corriente regenerativa supera el valor I_{ref3} predeterminado justo después de que el valor máximo esté por debajo de valor I_{ref3} predeterminado, siempre que la corriente regenerativa no supere el valor I_{ref1} predeterminado, no se hace que el elemento S1 conmutador sea conductor. Por tanto, es posible reducir el número de veces de conmutación del elemento S1 conmutador. Por consiguiente, también es posible reducir la pérdida de conmutación del elemento S1 conmutador. Adicionalmente, tras el paso del tiempo predeterminado desde un instante en el tiempo cuando el valor máximo de la corriente regenerativa está por debajo del valor I_{ref3} predeterminado, puede hacerse que el elemento S1 conmutador sea no conductor. Esto también es un control en consideración de un caso en el que se hace que el elemento S1 conmutador sea conductor de nuevo debido a que el valor máximo de la corriente regenerativa supera el valor I_{ref3} predeterminado justo después de que la corriente regenerativa esté por debajo del valor I_{ref3} predeterminado. Es decir, se reduce el número de momentos del elemento S1 conmutador, y se evita el control innecesario.

55 Si bien la invención se ha mostrado y descrito en detalle, la descripción anterior es, en todos los aspectos, ilustrativa y no restrictiva. Por tanto, se entiende que pueden concebirse numerosas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de la invención.

Descripción de signos de referencia

60 3 Inversor

4 Unidad de detección de corriente

65 41 Resistor de derivación

51 Controlador de conmutación

C1 Condensador

D1 Diodo

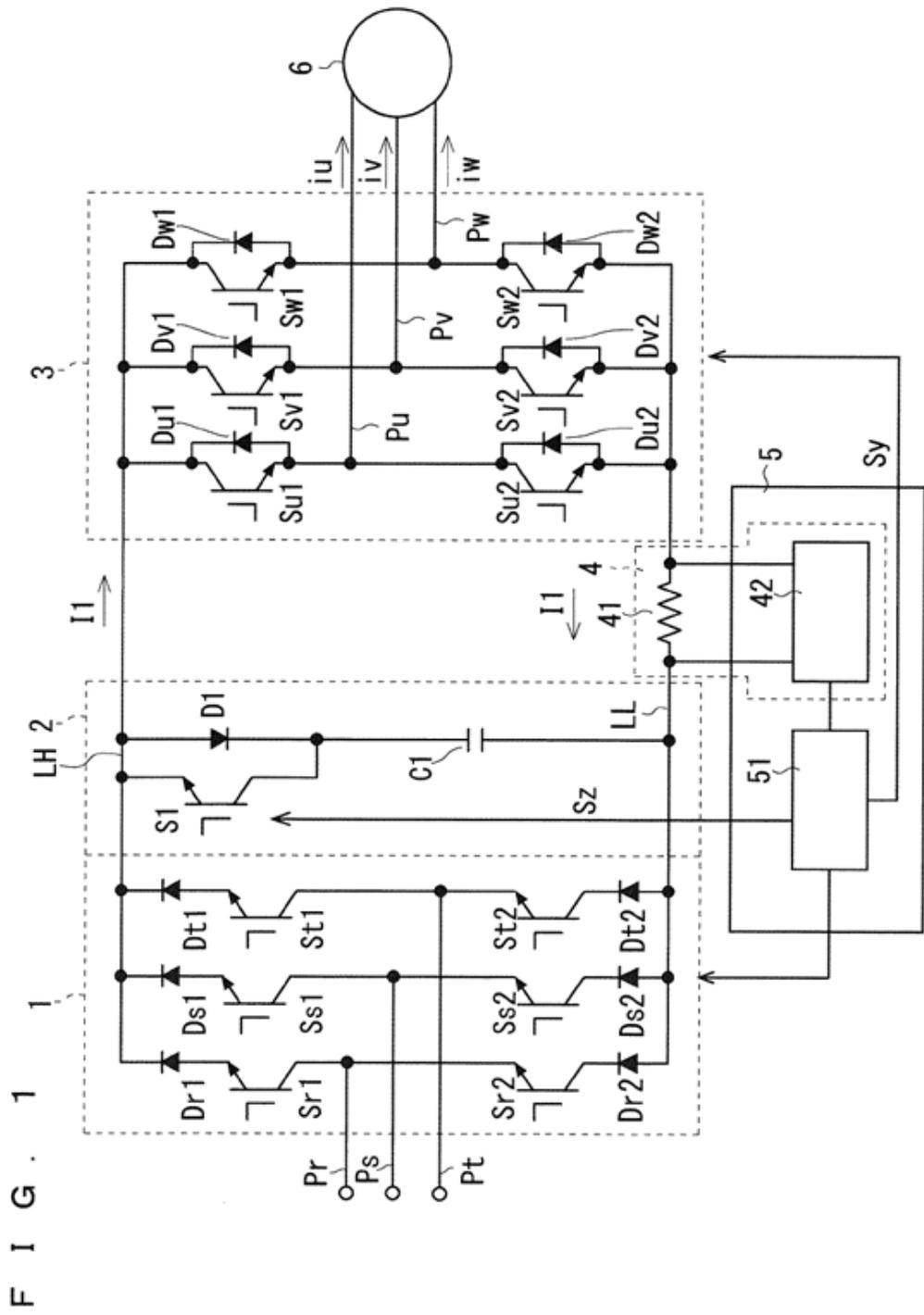
5

S1 elemento conmutador

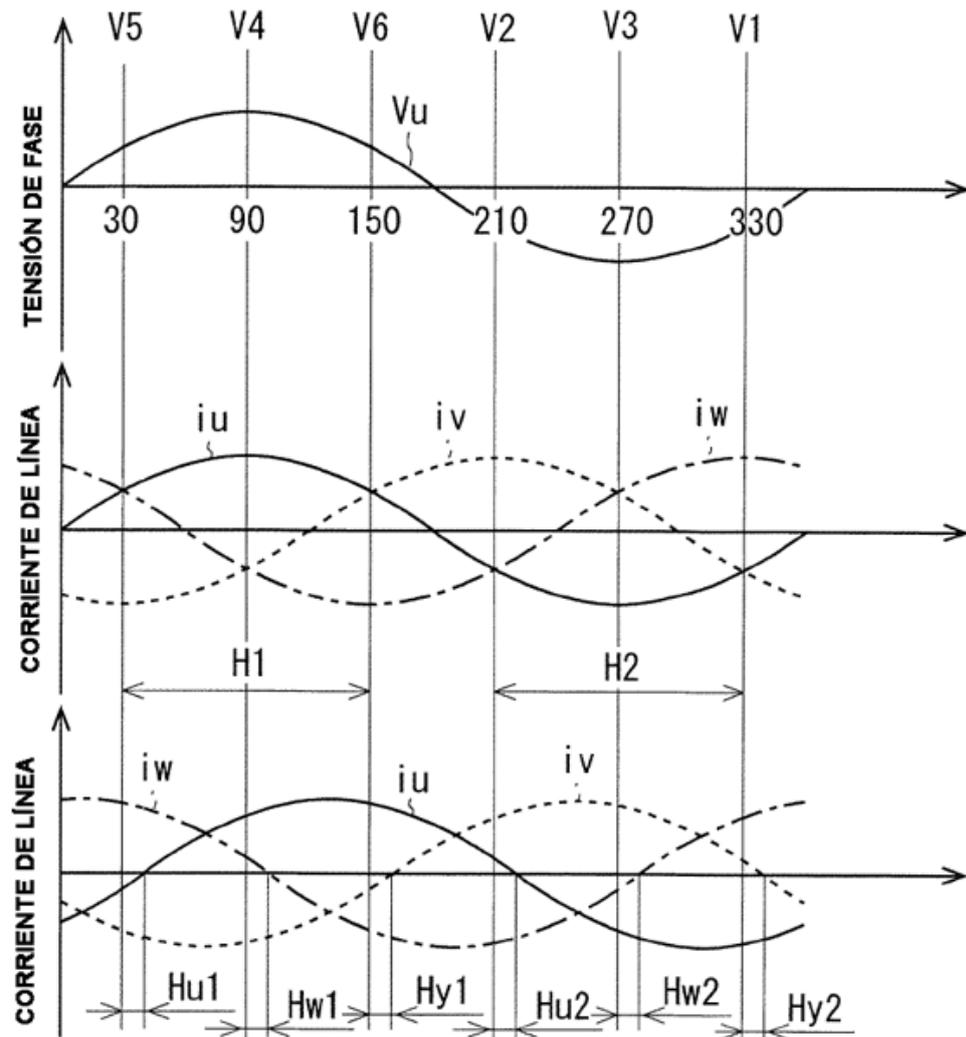
REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de conversión de potencia que comprende:
 - 5 un inversor (3) que convierte una tensión de CC aplicada entre una primera línea (LH) de potencia en un lado de electrodo positivo y una segunda línea (LL) de potencia en un lado de electrodo negativo en una tensión de CA, y aplica dicha tensión de CA a una carga inductiva (6);
 - 10 un condensador (C1) proporcionado entre dichas líneas de potencia primera y segunda;
 - un diodo (D1) conectado en serie con dicho condensador entre dichas líneas de potencia primera y segunda, y que tiene un ánodo en un lado cercano a dicha primera línea de potencia en una trayectoria en serie con dicho condensador;
 - 15 un elemento conmutador (S1) conectado en paralelo con dicho diodo;
 - una unidad de detección de corriente (4) que detecta una corriente regenerativa que fluye desde dicha primera línea de potencia hasta dicha segunda línea de potencia por medio de dicho condensador; y
 - 20 un controlador de conmutación (51) que tiene una función de controlar dicho inversor y dicho elemento conmutador,
 - caracterizado porque:
 - 25 el controlador de conmutación (51) tiene además una función de hacer que dicho elemento conmutador sea conductor cuando dicha corriente regenerativa es mayor que un valor (I_{ref1}) predeterminado, como desencadenante, en un estado en el que dicho inversor aplica dicha tensión de CA a dicha carga inductiva.
2. El dispositivo de conversión de potencia según la reivindicación 1, en el que
 - 30 dicha unidad de detección de corriente (4) está configurada para detectar una corriente que fluye a través de dicha primera o dicha segunda línea (LH, LL) de potencia mientras define un sentido en el que fluye dicha corriente regenerativa como sentido negativo, y añadir una magnitud (ΔI) de compensación predeterminada que tiene un valor positivo para detectar dicha corriente, para emitir dicha corriente añadida a dicho controlador de conmutación, y
 - 35 dicho controlador de conmutación (51) está configurado para hacer que dicho elemento conmutador sea conductor cuando dicha corriente de dicha unidad de detección de corriente es menor que un segundo valor (I_{ref11}) predeterminado que es una diferencia entre dicha magnitud de compensación predeterminada y dicho valor (I_{ref1}) predeterminado, como desencadenante.
3. El dispositivo de conversión de potencia según la reivindicación 2, en el que
 - 45 dicho controlador de conmutación (51) está configurado para detener dicho inversor cuando dicha corriente de dicha unidad de detección de corriente es mayor que un tercer valor (I_{ref21}) predeterminado mayor que dicha magnitud (ΔI) de compensación predeterminada, como desencadenante.
4. Dispositivo de conversión de potencia según la reivindicación 1, en el que
 - 50 dicha unidad de detección de corriente (4) está configurada para detectar una corriente que fluye a través de dicha primera o dicha segunda línea (LH, LL) de potencia mientras define un sentido en el que fluye dicha corriente regenerativa como sentido positivo, y añade una magnitud (ΔI) de compensación predeterminada que tiene un valor positivo a dicha corriente detectada, para emitir dicha corriente añadida a dicho controlador de conmutación, y
 - 55 dicho controlador de conmutación (51) está configurado para hacer que dicho elemento conmutador sea conductor cuando dicha corriente de dicha unidad de detección de corriente es mayor que un segundo valor (I_{ref11}) predeterminado, que es una suma de dicha magnitud de compensación predeterminada y dicho valor (I_{ref1}) predeterminado, como desencadenante.
 - 60
5. El dispositivo de conversión de potencia según la reivindicación 4, en el que
 - 65 dicho controlador de conmutación (51) está configurado para detener dicho inversor cuando dicha corriente de dicha unidad de detección de corriente es menor que un tercer valor (I_{ref21}) predeterminado, menor que dicha magnitud (ΔI) de compensación predeterminada, como desencadenante.

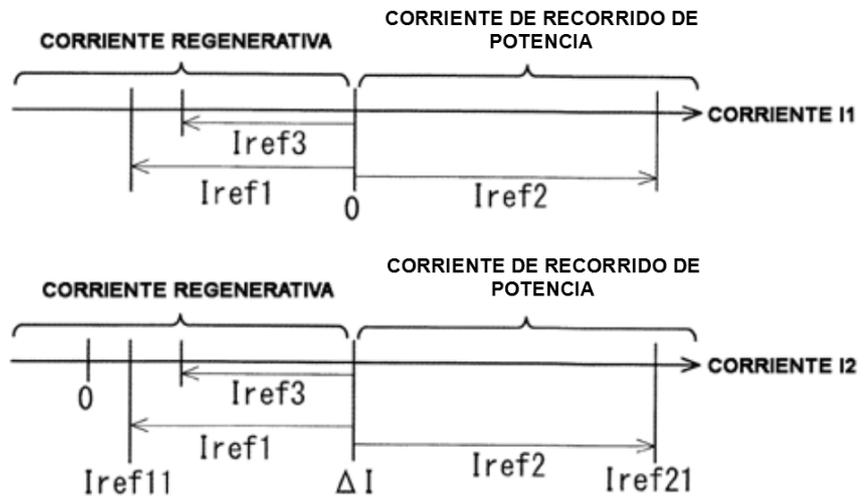
6. El dispositivo de conversión de potencia según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que
- 5 dicha unidad de detección de corriente (4) tiene un resistor de derivación (41) proporcionado en dicha primera o segunda línea (LH, LL) de potencia, y está configurada para detectar un potencial de otro extremo con respecto a un potencial de un extremo de dicho resistor de derivación, como una corriente que fluye a través de dicha primera o dicha segunda línea de potencia, y añadir dicha magnitud de compensación predeterminada a dicha corriente detectando dicho potencial de dicho otro extremo con respecto a un potencial menor que dicho potencial de dicho extremo de dicho resistor de derivación.
- 10 7. El dispositivo de conversión de potencia según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además:
- 15 un segundo condensador (C2) conectado en serie con dicho condensador y dicho diodo en dicha trayectoria en serie;
- un segundo diodo (D2) proporcionado entre un punto entre dicho condensador y dicho diodo, y dicha segunda línea de potencia, y que tiene un ánodo en un lado cercano a dicha segunda línea de potencia; y
- 20 un tercer diodo (D3) proporcionado entre un punto entre dicho segundo condensador y dicho diodo, y dicha primera línea de potencia, y que tiene un cátodo en un lado cercano a dicha primera línea de potencia, en el que
- 25 dicho controlador de conmutación (51) está configurado para hacer que dicho elemento conmutador sea no conductor, cuando un valor máximo de dicha corriente regenerativa, en un periodo igual o más largo que un periodo obtenido dividiendo un ciclo de dicha tensión de CA entre un producto del número de fases de salida de dicho inversor y 2, es menor que un cuarto valor predeterminado que es igual o menor que dicho valor predeterminado.



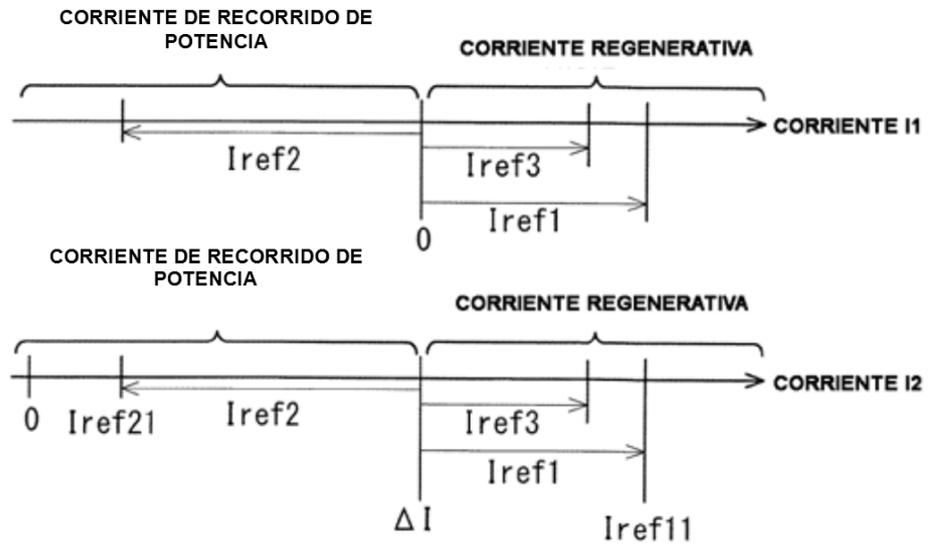
F I G . 2

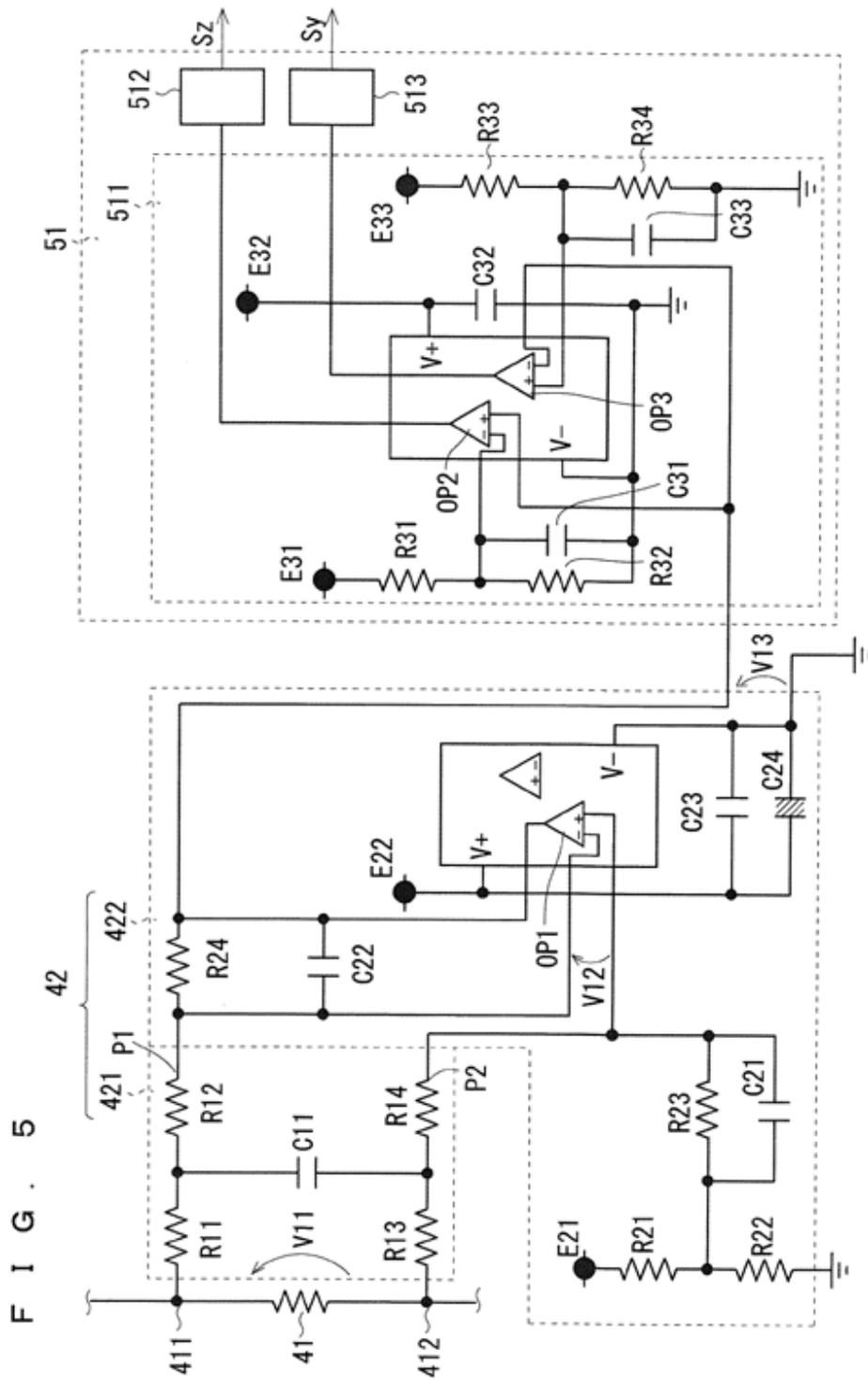


F I G . 3

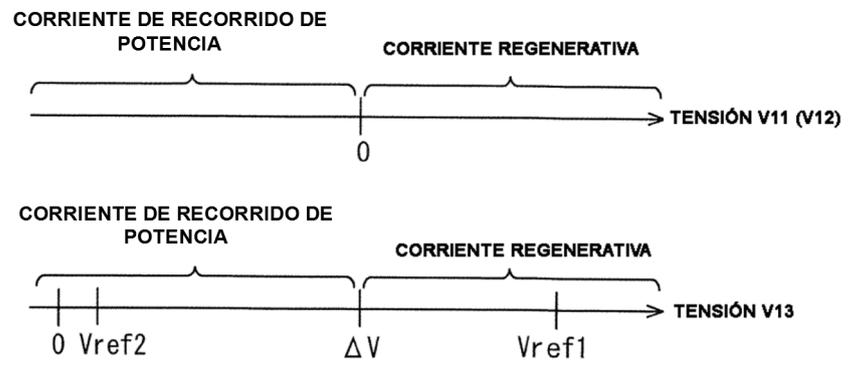


F I G . 4

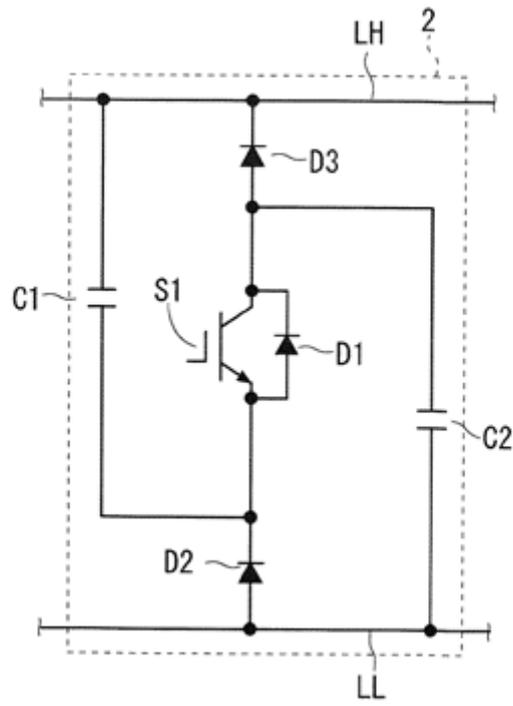




F I G . 6



F I G . 7



F I G . 8

