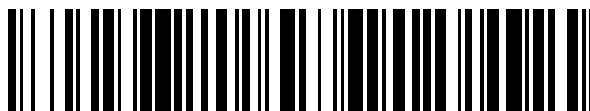


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 411**

51 Int. Cl.:

H02M 7/12 (2006.01)

H02M 7/48 (2007.01)

H02M 7/219 (2006.01)

H02M 5/458 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2011** **PCT/JP2011/056377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2011** **WO11125448**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2011** **E 11765350 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016** **EP 2557677**

54 Título: **Dispositivo convertidor de CA/CC**

30 Prioridad:

07.04.2010 JP 2010088855

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.12.2016

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:

FUJITA TAKAYUKI

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 593 411 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 convertidor de CA/CC

5 Campo de la técnica

La presente invención se refiere a un dispositivo convertidor de CA/CC que convierte la corriente alterna polifásica en corriente continua. El dispositivo convertidor de CA/CC constituye un dispositivo convertidor de potencia continua que no tiene medios de almacenamiento de energía en una parte de enlace de CC, en combinación con un
10 dispositivo convertidor de CC/CA, por ejemplo.

Técnica anterior

Es conocida una estructura formada mediante la combinación de un convertidor de fuente de corriente y un
15 convertidor de tensión, tal como un dispositivo convertidor de potencia continua. Aquí, como el convertidor de fuente de corriente, por ejemplo, se emplea, no un convertidor cuya conmutación depende solamente de una tensión de entrada, tal como un simple puente de diodos, sino un convertidor activo cuyo estado de conducción / no conducción es controlado por un control externo. Tal configuración, descrita anteriormente, se describe en los Documentos de Patente 1 a 4. Se hace notar que el Documento No de Patente 1 describe una técnica para controlar la razón de
20 conducción de una corriente de línea en una onda trapezoidal.

Documentos de la técnica anterior**Documentos de Patente**

25 Documento de Patente 1: Patente Japonesa Nº 4135026
Documento de Patente 2: Patente Japonesa Nº 4135027
Documento de Patente 3: Patente Japonesa Nº 4270316
Documento de Patente 4: Patente Japonesa Nº 4301336

Documentos No de Patente:

Documento no de patente 1: Lixiang Wei, Thomas. A Lipo, "A Novel Matrix Converter Topology With Simple
35 Commutation" ["Una novedosa topología de convertidor matricial con conmutación sencilla"], IEEE IAS 2001, vol. 3, págs. 1749 a 1754. 2001

En el documento EP 2 053 731 A1 se describe un dispositivo convertidor de potencia y un procedimiento de control para el dispositivo convertidor de potencia. Una sección convertidora convierte una tensión de entrada de CA trifásica en tensión de CC, y una sección inversora convierte la tensión CC convertida por la sección convertidora en
40 una tensión de salida de CA trifásica prescrita. La sección convertidora convierte la tensión de entrada de CA trifásica en tensión de CC en base a una señal de instrucción de tensión de onda trapezoidal desde una parte de generación de señales de instrucción de tensión de onda trapezoidal y una señal portadora desde una parte de generación de señales portadoras. La sección inversora convierte la tensión de CC, convertida por la sección convertidora, en una tensión de salida de CA trifásica prescrita, en base a una señal de instrucción de la sección
45 inversora, corregida por una parte de corrección de señales de instrucción. La parte de generación de señales de instrucción de la tensión de onda trapezoidal genera regiones inclinadas de las señales de instrucción de tensión de onda trapezoidal, mediante el uso de una tabla prescrita.

En el documento US-A-5.250.890 se describe un aparato de control de inversor. El aparato de control de inversor incluye un inversor de modulación del ancho de pulso, alimentado desde una fuente de potencia de CC para generar una salida de CA, una unidad de control de frecuencia que controla la frecuencia de salida del inversor y una unidad de control de tensión que controla la tensión de salida del inversor. Se proporciona una unidad de ajuste de frecuencia para ajustar la frecuencia operativa del inversor, de manera que el producto de la tensión y del tiempo en cada medio ciclo positivo de la tensión de salida del inversor sea igual al del siguiente medio ciclo negativo
50 adyacente de la tensión de salida del inversor.

Sumario de la invención**Problemas a resolver por la invención**

60 En el Documento de Patente 1, cuando se controla un convertidor de fuente de corriente trifásica, se generan temporalmente tres señales de comando de tensión que tienen ondas de tipo trapezoidal. Un resultado obtenido por la comparación de estas señales de comando de tensión con una portadora para la modulación de un ancho de pulso se convierte de manera lógica para el control del convertidor de fuente de corriente. De acuerdo a ello, para el
65 control del convertidor de fuente de corriente, se necesita la comparación de las tres fases y los seis tipos de

conversiones lógicas en total, para el control de tres fases, y un control de conmutación para los brazos superior e inferior del convertidor.

5 En el Documento de Patente 2, cuando se controla un convertidor de fuente de corriente trifásica, se generan doce señales de comando de tensión que tienen ondas de tipo trapezoidal. Estas señales, y dos tipos de portadoras, se comparan, y se obtienen seis tipos de operaciones OR lógicas, obteniéndose de esta manera seis señales para el control de la conmutación.

10 Como se ha descrito anteriormente, en la técnica convencional se ejecutan muchas comparaciones entre el valor de comando y la portadora. En vista de esto, la presente invención proporciona una técnica de control de un convertidor de fuente de corriente mediante la reducción de la comparación entre un valor de comando y una portadora.

Medios para resolver los problemas

15 Un dispositivo convertidor de CA/CC de acuerdo a la presente invención incluye terminales primero a tercero (Pr, Ps, Pt) de entrada, líneas primera y segunda (LH, LL) de fuente de potencia CC, un convertidor activo de fuente de corriente que tiene elementos primero a sexto (Srp, Ssp, Stp, Srn, Ssn, Stn) de conmutación y un circuito de control (3).

20 Las tensiones (Vr, Vs, Vt) de fases primera a tercera para la formación de una tensión trifásica son introducidas respectivamente a los terminales (Pr, Ps, Pt) de entrada primero a tercero.

25 El convertidor activo emite una tensión (Vcc) rectificadora, que tiene un potencial más alto en la primera línea de fuente de potencia de CC que en la segunda línea de fuente de potencia de CC, entre las líneas primera y segunda de fuente de potencia de CC.

Los elementos (Srp, Ssp, Stp) de conmutación, primero a tercero están conectados entre cada uno de los terminales de entrada primero a tercero y la primera línea de la fuente de potencia de CC.

30 Los elementos (Sm, Ssn, Stn) de conmutación, cuarto a sexto, están conectados entre cada uno de los terminales de entrada primero a tercero y la segunda línea de la fuente de potencia de CC.

35 El circuito de control (3) genera las señales (Srp*, Ssp*, Stp*, Srn*, Ssn*, Stn*) de control primera a sexta, que controlan el estado de conducción / no conducción de los elementos de conmutación primero a sexto.

Los conmutadores primero a tercero aplican corriente solo en la dirección hacia la primera línea de fuente de potencia de CC, desde los mismos. Los conmutadores cuarto a sexto aplican corriente solo en una dirección desde la segunda línea de fuente de potencia de CC hacia los mismos.

40 Según un primer aspecto del dispositivo convertidor de CC/CA según la presente invención, el circuito de control incluye una parte de generación de señales de comando (11), una parte de comparación (12) y una parte de asignación de señales de resultados de comparación (14; 13, 16, 17).

45 La parte de generación de señales de comando (11) genera un valor (I*) de comando de corriente con una onda de tipo triangular que tiene un ciclo que es 1/3 del ciclo de tensión trifásica a partir de una señal (Vp) de sincronización sincronizada con la tensión trifásica.

50 La parte de comparación (12) emite un resultado, que se obtiene mediante la comparación de una portadora (C1) con una onda de tipo triangular, que tiene un ciclo más corto que el ciclo del valor de comando de corriente, y que el valor de comando de corriente, como señales (Ka, Kb) complementarias primera y segunda, resultantes de la comparación.

55 La parte de asignación de señales de resultados de comparación (14) introduce las señales primera y segunda de resultados de comparación a fin de generar las señales de control primera a sexta.

60 La parte de asignación de señales de resultados de comparación emite, como la primera señal (Srp*) de control, la segunda señal (Kbrp) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase de la tensión trifásica avanza 30 grados desde el punto donde la primera tensión (Vr) de fase toma el valor máximo como un punto de partida, y la primera señal (Karp) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde el punto en que la primera tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida.

65 La parte de asignación de señales de resultados de comparación también emite, como la cuarta señal (Srn*) de control, la primera señal (Karn) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto donde la primera tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida, y la segunda señal (Kbrn) de resultados de comparación en una región

correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde el punto donde la primera tensión de fase toma el valor máximo como punto de partida.

Además, la parte de asignación de señales de resultados de comparación emite, como la segunda señal (Ssp*) de control, la segunda señal (Kbsp) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto en que la segunda tensión (Vs) de fase toma el valor máximo como un punto de partida, y la primera señal (Kasp) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde punto en el que la segunda tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida.

La parte de asignación de señales de resultados de comparación también emite, como la quinta señal (Ssn*) de control, la primera señal (Kasn) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto en el que la segunda tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida, y la segunda señal (Kbsn) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde el punto en el que la segunda tensión de fase toma el valor máximo como punto de partida.

Además, la parte de asignación de señales de resultados de comparación también emite, como la tercera señal (Stp*) de control, la segunda señal (Kbtp) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto donde la tercera tensión (Vt) de fase toma el valor máximo como un punto de partida, y la primera señal (Katp) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde el punto en el que la tercera tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida.

La parte de asignación de señales de resultados de comparación también emite, como la sexta señal (Stn*) de control, la primera señal (Katn) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto donde la tercera tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida, y la segunda señal (Kbtn) de resultados de comparación en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde el punto en el que la tercera tensión de fase toma el valor máximo como punto de partida.

Según un segundo aspecto del dispositivo convertidor de CA/CC de acuerdo a la presente invención, en el primer aspecto, las partes de asignación de señales de resultados de comparación (14; 13, 16, 17) incluyen una parte de generación de señales de subida / bajada (17), una parte de generación de señales de rango máximo (16) y una parte de operaciones de suma lógica / producto lógico (13).

La parte de generación de señales de subida / bajada (17) genera, a partir de la señal (Vp) de sincronización, las señales primera a tercera (Cra, Csa, Cta) de subida, que se activan durante un período en el que las tensiones de fase, primera a tercera, se elevan respectivamente, y las señales primera a tercera (Crb, Csb, Ctb) de bajada, que se activan durante un período en el que las tensiones de fase, primera a tercera, bajan respectivamente.

La parte de generación de señales de rango máximo (16) genera las señales de rango máximo, primera a sexta, a partir de la señal de sincronización.

La parte de operaciones de suma lógica / producto lógico (13) realiza la operación de producto lógico y la operación de suma lógica, mediante el uso de las señales de rango máximo, primera a sexta, las señales de subida, primera a tercera, las señales de bajada, primera a tercera, y las señales (Ka, Kb) de resultados de comparación, primera y segunda, a fin de generar las señales de control, primera a sexta (Srp*, Ssp*, Stp*, Srn*, Ssn*, Stn*).

En particular, la primera señal (rp) de rango máximo se activa sólo en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la primera tensión (Vr) de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región que corresponde a la fase de 180 grados que tiene el punto donde la primera tensión de fase toma el valor mínimo como un centro.

Además, la segunda señal (rn) de rango máximo se activa sólo en una región correspondiente a la fase de 180 grados que tiene el punto donde la primera tensión de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la primera tensión de fase toma el valor mínimo como un centro.

Además, la tercera señal (sp) de rango máximo se activa sólo en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la segunda tensión (Vs) de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región que corresponde a la fase de 180 grados que tiene el punto donde la segunda tensión de fase toma el valor mínimo como un centro.

Además, la cuarta señal (sn) de rango máximo se activa sólo en una región correspondiente a la fase de 180 grados que tiene el punto donde la segunda tensión de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región

correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la segunda tensión de fase toma el valor mínimo como un centro.

Además, la quinta señal (t_p) de rango máximo se activa sólo en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la tercera tensión (V_t) de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región que corresponde a la fase de 180 grados que tiene el punto donde la tercera tensión de fase toma el valor mínimo como un centro.

Además, la sexta señal (t_n) de rango máximo se activa sólo en una región correspondiente a la fase de 180 grados que tiene el punto donde la tercera tensión de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la tercera tensión de fase toma el valor mínimo como un centro.

Según el tercer aspecto del dispositivo convertidor de CA/CC según la presente invención, en cualquiera de los aspectos primero y segundo, el valor de comando de corriente toma repetidamente una onda de subida que sube en la región correspondiente a la fase de 60 grados, y una onda de bajada que baja en la región correspondiente a la fase de 60 grados. Cuando se supone que el valor mínimo y el valor máximo de la portadora son m y M , respectivamente, la onda de subida toma un valor $((m + M) + \sqrt{3} \cdot (M - m) \cdot \tan(\Phi - \pi/6)) / 2$ con respecto a un ángulo Φ de fase que tiene un punto, donde la onda de subida comienza a ascender, como punto de partida. La onda de bajada toma un valor $((m + M) - \sqrt{3} \cdot (M - m) \cdot \tan(\Phi - \pi/6)) / 2$ con respecto a un ángulo Φ de fase que tiene un punto, en el que la onda de bajada comienza a bajar, como punto de partida.

Efecto de la invención

Según el primer aspecto del dispositivo convertidor de CA/CC según la presente invención, el número de valores de comando, que debería ser comparado con una portadora, puede reducirse, en comparación con un dispositivo convertidor de CA/CC convencional que tiene un convertidor activo de fuente de corriente.

De acuerdo al segundo aspecto del dispositivo convertidor de CA/CC según la presente invención, la parte de asignación de señales de resultados de comparación se puede configurar de manera sencilla.

De acuerdo al tercer aspecto del dispositivo convertidor de CA/CC según la presente invención, una corriente de entrada puede ser conformada como una onda sinusoidal, de modo que se pueda suprimir la generación de armónicos.

Estos y otros objetos, características, aspectos y ventajas de la presente invención devendrán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la presente invención, cuando se considere conjuntamente con los dibujos adjuntos.

Breve Descripción de los Dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de un circuito de control que controla un dispositivo convertidor de CA/CC de acuerdo a una realización de la presente invención;

la Fig. 2 es un diagrama de circuitos de un dispositivo convertidor de CA/CA, utilizando el dispositivo convertidor de CA/CC de acuerdo a la realización de la presente invención;

la Fig. 3 es un diagrama de circuitos que ilustra una configuración de un elemento de conmutación empleado en el dispositivo convertidor de CA/CC;

la Fig. 4 es un diagrama de circuitos que ilustra una configuración de un elemento de conmutación empleado en un dispositivo convertidor de CC/CA;

la Fig. 5 es un gráfico que ilustra un comportamiento de una especificación en el dispositivo convertidor de CA/CC;

la Fig. 6 es un gráfico que ilustra un proceso por el cual una señal de compuerta es adquirida a partir de una comparación entre una portadora y un valor de comando;

la Fig. 7 es un gráfico que ilustra un proceso por el cual la señal de compuerta es adquirida a partir de la comparación entre la portadora y el valor de comando;

la Fig. 8 es un gráfico que ilustra un proceso por el cual la señal de compuerta es adquirida a partir de la comparación entre la portadora y el valor de comando;

la Fig. 9 es un gráfico que ilustra la comparación entre la portadora y el valor de comando; y

la Fig. 10 es un gráfico que ilustra un tren de pulsos adquirido a partir de la comparación entre una onda de señal y la portadora.

Realización para llevar a cabo la invención

5 La Fig. 2 es un diagrama de circuitos de un dispositivo convertidor de CA/CA, utilizando un dispositivo convertidor de CA/CC 1 de acuerdo a una realización de la presente invención. El dispositivo convertidor de CA/CC 1 constituye un dispositivo convertidor de potencia continua junto con un dispositivo convertidor de CC/CA 2.

10 El dispositivo convertidor de CA/CC 1 y el dispositivo convertidor de CC/CA 2 están conectados entre sí con un par de líneas LH y LL de fuente de potencia de CC. Los terminales de entrada Pr, Ps y Pt del dispositivo convertidor de CA/CC 1 están conectados a la línea LH de fuente de potencia de CC a través de elementos de conmutación Srp, Ssp, y Stp, respectivamente, en un brazo superior. Además, los terminales de entrada Pr, Ps y Pt también están
15 conectados a la línea LL de fuente de potencia de CC a través de los elementos Sm, Ssn y Stn de conmutación, respectivamente, en un brazo inferior. Las tensiones Vr, Vs y Vt alternas trifásicas se aplican a los terminales Pr, Ps y Pt de entrada del dispositivo convertidor de CA/CC 1, desde una fuente de energía que no se ilustra. El dispositivo convertidor de CA/CC 1 rectifica las tensiones Vr, Vs y Vt de fase, que son tensiones alternas, de manera que se emita una tensión Vcc rectificada que tiene un potencial más alto, en la línea LH de fuente de potencia de CC, que en la línea LL de fuente de potencia de CC, entre las líneas LL y LH de fuente de potencia de CC.

20 Los terminales Pu, Pv y Pw de salida del dispositivo convertidor de CC/CA 2 están conectados a la línea LH de fuente de potencia de CC a través de los elementos Sup, Svp y Swp de conmutación, respectivamente, en el brazo superior. Los terminales Pu, Pv y Pw de salida también están conectados a la línea LL de fuente de potencia de CC a través de los elementos Sun, Svn y Swn de conmutación, respectivamente, en un brazo inferior. Los terminales Pu,
25 Pv y Pw de salida del dispositivo convertidor de CC/CA 2 emiten la tensión alterna trifásica.

El dispositivo convertidor de CA/CC 1 es un convertidor activo de fuente de corriente, en el que los elementos Srp, Ssp y Stp de conmutación aplican corriente sólo hacia la línea LH de fuente de alimentación de CC desde los mismos, y los elementos Sm, Ssn y Stn de conmutación hacen fluir corriente sólo desde la línea LL de fuente de
30 alimentación de CC hacia los mismos.

La Fig. 3 es un diagrama de circuitos que ilustra la configuración del elemento de conmutación empleado en el dispositivo convertidor de CA/CC 1. Como se ilustra en la Fig. 3(a), el elemento de conmutación empleado en el dispositivo convertidor de CA/CC 1 puede ser configurado para incluir un diodo de alta velocidad y un IGBT,
35 conectados entre sí en serie. Como alternativa, puede emplearse un IGBT de bloqueo inverso, como se ilustra en la Fig. 3(b). Aquí, un carácter x representa los caracteres r, s y t.

El dispositivo convertidor de CC/CA 2 es un inversor de fuente de tensión, y la configuración del elemento de conmutación empleado en este inversor se ilustra en la Fig. 4. El elemento de conmutación empleado para el
40 dispositivo convertidor de CC/CA 2 puede utilizar un IGBT con un diodo no regulado, por ejemplo. Un carácter y representa los caracteres u, v y w. Con el fin de impedir un cortocircuito entre los terminales Pu, Pv y Pw de salida, los elementos Sup, Svp y Swp de conmutación, en el brazo superior del dispositivo convertidor de CC/CA 2, y los elementos Sun, Svn y Swn de conmutación, en el brazo inferior del dispositivo convertidor de CC/CA 2, conducen de manera selectiva, respectivamente. Además, con el fin de impedir un cortocircuito entre las líneas LH y LL de la
45 fuente de potencia de CC, los elementos de conmutación en el brazo superior y los elementos de conmutación en el brazo inferior, que corresponden a la misma fase, en el dispositivo convertidor de CC/CA 2 también conducen de manera selectiva.

Se supone que la corriente (corriente de línea) introducida en los terminales Pr, Ps y Pt de entrada se fija como las corrientes Ir, Is e It de línea, respectivamente. En este caso, es deseable que las corrientes Ir, Is e It de línea tengan una onda sinusoidal, con el fin de suprimir la generación de armónicos de la fuente de potencia. En vista de esto, se describirá brevemente un valor de comando de corriente para la conformación de las corrientes Ir, Is e It de línea en una onda sinusoidal, con referencia a los Documentos de Patente 1 a 4.

55 La Fig. 5 es un gráfico que ilustra las tensiones Vr, Vs y Vt de fase introducidas, respectivamente, a los terminales de entrada Pr, Ps y Pt del dispositivo convertidor de CA/CC 1, la razón de conducción (función) de cada fase, la tensión entre las líneas LH y LL de fuente de potencia de CC y las corrientes Ir, Is e It de entrada. Cada una de las tensiones Vr, Vs y Vt de fase se clasifica en una entre una región 1, en la que dos tensiones de fase son positivas y la restante es negativa, y una región 2, en la que dos tensiones de fase son negativas, y la restante es positiva. Estas regiones
60 1 y 2 aparecen repetida y alternativamente cada 60 grados del ángulo de fase. En concreto, las tensiones Vr, Vs y Vt de fase se basan en ecuaciones que se describen a continuación.

$$\begin{aligned} V_r &= V_m \cdot \cos(\theta), \\ V_s &= V_m \cdot \cos(\theta - 2\pi/3), \\ V_t &= V_m \cdot \cos(\theta + 2\pi/3), \\ V_m &= 1/\sqrt{3} \end{aligned}$$

...(1)

En cada una de las regiones 1 y 2, el elemento de conmutación siempre conduce durante la fase (fase máxima o fase mínima) que tiene el valor absoluto máximo de la tensión de fase, y el elemento de conmutación conduce con una razón de conducción predeterminada para las otras dos fases (estas tienen una polaridad inversa a la de la fase máxima o a la de la fase mínima).

La razón de conducción positiva representa la función de los elementos Srp, Ssp y Stp de conmutación, mientras que la razón de conducción negativa representa la función de los elementos Srn, Ssn y Stn de conmutación. El elemento de conmutación conectado a la línea LL de fuente de potencia de CC siempre conduce para la fase correspondiente a la fase mínima, de modo que la razón de conducción sea -1, mientras que el elemento de conmutación conectado a la línea LH de fuente de potencia de CC siempre conduce para la fase correspondiente a la fase máxima, de modo que la razón de conducción es 1.

Dado que el elemento de conmutación correspondiente a la fase máxima o a la fase mínima siempre conduce, dos potenciales, que son una tensión de línea Emax entre la fase máxima y la fase mínima, y una tensión de línea Emid entre la fase mínima y una fase intermedia (en la región 1) o entre la fase máxima y la fase intermedia (en la región 2) se adquieren en la tensión Vcc rectificada. Además, una Vcc^ promedio de la tensión Vcc rectificada se adquiere multiplicando las razones de conducción respectivas, y se expresa como se describe a continuación, donde la Vcc^ promedio tiene una onda de tensión pulsante a través de la conmutación, con la razón de conducción mencionada anteriormente.

$$V_{cc}^{\wedge} = 3V_m / (2 \cos \theta_{in}),$$

$$\cos \theta_{in} = \max (|\cos \theta_r|, |\cos \theta_s|, |\cos \theta_t|) \quad \dots(2)$$

Una corriente idc_avg que fluye a través de las líneas LH y LL de fuente de potencia de CC se representa como $k \cdot I_0 \cdot \cos \psi \cdot \cos \theta_{in}$, donde la amplitud de la corriente de salida del inversor se establece como I_0 . Es de señalar que k es una relación de modulación, que satisface $0 < k < \sqrt{3}/2$, y ψ es una diferencia de fase entre la tensión de salida y la corriente de salida.

En el dispositivo convertidor de CA/CC 1, una fase es conductora, mientras que dos fases conmutan según las respectivos razones de conducción, de modo que las corrientes Ir, Is e It de línea de las fases respectivas se expresan como se describe a continuación, en una región que tiene un ángulo de fase entre 30 grados y 90 grados, por ejemplo.

$$\begin{aligned} I_r &= d_{rt} \cdot idc_avg = k \cdot I_0 \cdot \cos \psi \cdot \cos \theta_r \\ I_s &= d_{st} \cdot idc_avg = k \cdot I_0 \cdot \cos \psi \cdot \cos \theta_s \\ I_t &= -idc_avg = k \cdot I_0 \cdot \cos \psi \cdot \cos \theta_t \end{aligned} \quad \dots(3)$$

El mismo resultado se puede obtener para los demás ángulos de fase, y por lo tanto, las corrientes Ir, Is e It de línea pueden conformarse como una onda sinusoidal.

En la razón de conducción, un valor absoluto de una onda en una región (denominada en lo sucesivo tentativamente como una "región de inclinación") donde las inclinaciones de la razón de conducción pueden ser expresadas comúnmente con respecto a las regiones de inclinación de las respectivas fases, debido a la simetría de las tensiones Vr, Vs y Vt de fase, si un ángulo Φ de fase ($0 \leq \Phi \leq \pi/3$) se introduce de forma individual para cada una de las regiones 1 y 2. La razón de conducción se expresará como se describe a continuación en una región donde la razón de conducción aumenta con el aumento en el ángulo Φ de fase.

$$\begin{aligned} &\sin \Phi / \sin(\Phi + \pi/3) \\ &= (\sqrt{3} \cdot \sin(\Phi - \pi/6) / \sin(\Phi + \pi/3) + 1) / 2 \\ &= (1 + \sqrt{3} \tan(\Phi - \pi/6) / 2 \end{aligned} \quad \dots(4)$$

De manera similar, la razón de conducción se expresa como $(1 + \sqrt{3} \tan(\Phi - \pi/6)) / 2$ en una región de inclinación, donde la razón de conducción disminuye con el aumento del ángulo Φ de fase.

Si el elemento de conmutación en el dispositivo convertidor de CA/CC 1 se controla con una señal de pulso adquirida a través de una modulación de anchura de pulso, usando una tal razón de conducción como un valor de comando para una portadora C1, se ejecuta la conmutación de acuerdo a la razón de conducción. Por lo tanto, si la razón de conducción descrita anteriormente se emplea como el valor de comando de corriente, las corrientes Ir, Is e It de línea, introducidas en el dispositivo convertidor de CA/CC 1, pueden conformarse para tener una onda sinusoidal.

Por supuesto, la expresión anteriormente mencionada es diferente, si la amplitud y el valor central de la portadora C1 son diferentes. Por ejemplo, cuando se supone que el valor mínimo y el valor máximo de la portadora C1 son m y M, respectivamente, la amplitud de la misma se convierte en $(M - m) / 2$, y el valor central se convierte en $(M + m) /$

2, de modo que la razón de conducción se expresa como se describe a continuación en una región de inclinación, donde la razón de conducción aumenta con el aumento en el ángulo Φ de fase.

$$((m + M) + \sqrt{3} \cdot (M - m) \cdot \tan(\Phi - \pi / 6)) / 2 \quad \dots(5)$$

Además, la razón de conducción se expresa como se describe a continuación en una región de inclinación donde la razón de conducción disminuye con el aumento del ángulo Φ de fase.

$$((m + M) - \sqrt{3} \cdot (M - m) \cdot \tan(\Phi - \pi / 6)) / 2 \quad \dots(6)$$

Como se ha descrito anteriormente, la razón de conducción positiva en la Fig. 5 representa las funciones de los elementos S_{rp} , S_{sp} y S_{tp} de conmutación, mientras que la razón de conducción negativa en la Fig. 5 representa las funciones de los elementos S_{m} , S_{sn} y S_{tn} de conmutación. Por lo tanto, en el Documento de Patente 2, se separa un valor de comando para la razón de conducción positiva y para la razón de conducción negativa, con el fin de ejecutar individualmente la comparación con la portadora.

La Fig. 9 es un gráfico que ilustra la comparación entre la portadora y el valor de comando empleado en el Documento de Patente 2. La fila superior de la Fig. 9 indica la razón de conducción de la fase R, la fase S y la fase T, mientras que los gráficos por debajo de la fila superior indican la onda en base a la razón de conducción de la fase R.

Una comando drp^* de conducción es una razón de conducción que corresponde a la razón de conducción positiva, mientras que un comando drn^* de conducción es una razón de conducción que corresponde a la razón de conducción negativa. Las señales C_{ra} y C_{rb} de distribución de señales tienen ondas formadas mediante el avance de cada una de las ondas de los comandos drp^* y drn^* de conducción, según un ángulo de 90 grados, y modelando la resultante.

En una fase que es la fase R, se generan cuatro ondas $drpa^*$, $drpb^*$, $drpb^*$, $drna^*$ y $drnb^*$ de señal, y se comparan con dos portadoras A y B. Las portadoras A y B están desplazadas entre sí en un ángulo de 180 grados, en términos de la fase de la portadora, es decir, cada una de las portadoras A y B tiene las ondas en las que los picos y valles son inversos unos a otros.

En concreto, la onda $drpa^*$ de señal es un producto lógico del comando drp^* de conducción y la señal C_{ra} de distribución de señal, la onda $drpb^*$ de señal es un producto lógico del comando drp^* de conducción y la señal C_{rb} de distribución de señal, la onda $drna^*$ de señal es un producto lógico del comando drn^* de conducción y la señal C_{ra} de distribución de señal, y la onda $drnb^*$ de señal es un producto lógico del comando drn^* de conducción y la señal C_{rb} de distribución de señal (una marca x rodeada de un círculo en la Fig. 9 indica el producto lógico).

Las ondas $drpa^*$ y $drna^*$ de señal se comparan con la portadora A, mientras que las ondas $drpb^*$ y $drnb^*$ de señal se comparan con la portadora B.

La Fig. 10 es un gráfico que ilustra un tren de pulsos obtenido por la comparación entre la onda de señal y la portadora, donde las seis filas superiores indican la generación de la señal de compuerta para la fase R. Específicamente, la señal S_{rpa} de pulso es adquirida por la comparación entre la onda $drpa^*$ de señal y la portadora A, la señal S_{rpb} de pulso es adquirida por la comparación entre la onda $drpb^*$ de señal y la portadora B, la señal S_{rna} de pulso es adquirida por la comparación entre la onda $drna^*$ de señal y la portadora A, y la señal S_{rnb} de pulso es adquirida por la comparación entre la onda $drnb^*$ de señal y la portadora B. La señal S_{rp}^* de compuerta se adquiere por la suma lógica de las señales S_{rpa} y S_{rpb} de pulso, y la señal S_{rn}^* de compuerta es adquirida por la suma lógica de las señales S_{rna} y S_{rnb} de pulso. De manera similar, se adquieren las señales S_{sp}^* y S_{sn}^* de compuerta para la fase S y las señales S_{tp}^* y S_{tn}^* de compuerta para la fase T (cuatro filas inferiores en la Fig. 10).

Las ondas $drpa^*$ y $drna^*$ de señal y la portadora A se comparan en una fase de 210 a 330 grados, y cuando los comandos drp^* y drn^* de conducción se sintetizan en esta región, se forma una onda triangular. De manera similar, las ondas $drpb^*$ y $drnb^*$ de señal y la portadora B se comparan en una fase de 30 a 150 grados y, cuando los comandos drp^* y drn^* de conducción se sintetizan en esta región, se forma también una onda triangular.

Desde este punto de vista, la señal de compuerta para controlar la conducción / no conducción del elemento de conmutación se genera fácilmente, como se describe a continuación en la presente realización.

La Fig. 6 es un gráfico que ilustra el proceso por el que las señales S_{rp}^* y S_{rn}^* de compuerta se obtienen a partir de la comparación entre la portadora y los valores de comando. La fila superior en la Fig. 6 indica la razón de conducción de la fase R, la fase S y la fase T. El valor I^* de comando y la portadora C1 utilizada en la presente realización se ilustran inmediatamente debajo de la razón de conducción.

El valor I^* de comando es un valor de comando de corriente con una onda triangular que tiene un ciclo que es 1/3 de los ciclos de las tensiones V_r , V_s y V_t trifásicas. En otras palabras, el ciclo del valor I^* de comando es de 120 grados,

en términos de las fases de las tensiones V_r , V_s y V_t trifásicas, y repetidamente tiene una onda de subida que sube en una región que corresponde a la fase de 60 grados ($= \pi / 6$ radianes) de la tensión trifásica, y una onda de bajada que baja en la región correspondiente a la fase de 60 grados.

- 5 La portadora C1 tiene una onda triangular con un ciclo más corto que el ciclo del valor I^* de comando. Aquí, se ilustra el caso en el que el ciclo de la portadora C1 es $1/12$ del ciclo del valor I^* de comando, para simplificar el dibujo, pero se puede aplicar un ciclo más corto.

- 10 Se ilustra la portadora C1 que tiene la misma fase que la fase de la portadora A ilustrada en la Fig. 9. El valor I^* de comando tiene una onda correspondiente a la suma lógica de las ondas $drpa^*$ y $drna^*$ de señal, en comparación con la portadora A de la Fig. 9, en la fase de 210 a 330 grados. En consecuencia, la comparación entre la portadora C1 y el valor I^* de comando es equivalente a la comparación entre la portadora A y las ondas $drpa^*$ y $drna^*$ de señal en la fase de 210 a 330 grados.

- 15 El valor I^* de comando tiene una onda en la que la onda correspondiente a la suma lógica de las ondas $drpb^*$ y $drnb^*$ de señal, comparada con la portadora B en la Fig. 9, se gira boca abajo para invertir el pico y el valle, en la fase de 30 a 150 grados. Teniendo en cuenta que la montaña y el valle están invertidos en las ondas de las portadoras A y B, la comparación entre la portadora C1 y el valor I^* de comando es equivalente a la comparación entre la portadora B y las ondas $drpb^*$ y $drnb^*$ de señal en la fase de 30 a 150 grados.

- 20 De lo anterior, se entiende que la onda de pulso deseable es adquirida por la comparación entre la portadora C1 y el comando I^* en la región de la fase donde se ejecuta la modulación de ancho de pulso.

- 25 Más específicamente, una señal Ka de resultados de comparación, ilustrada en la Fig. 6, es una señal de pulso que indica el resultado de la comparación entre la portadora C1 y el valor I^* de comando, donde la señal Ka se activa cuando la portadora C1 no es más que el valor I^* de comando, y se desactiva cuando la portadora C1 supera el valor I^* de comando (o la señal Ka se activa cuando la portadora C1 es menor que el valor I^* de comando, y la señal Ka se desactiva cuando la portadora C1 no es menor que el valor I^* de comando). Una señal Kb de resultados de comparación es una señal de pulso complementaria de la señal Ka de resultados de comparación.

- 30 En una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto en que la fase avanza 30 grados desde el punto donde la tensión V_r de fase toma el valor máximo en la fase de 0 grados (véase la Fig. 5) como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 30 grados a 90 grados, una parte Kbrp de la señal Kb de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Srp^* de compuerta. En una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto en la fase de 270 grados donde la fase avanza 90 grados desde el punto donde la tensión V_r de fase toma el valor mínimo en la fase de 180 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 270 grados a 330 grados, una parte Karp de la señal Ka de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Srp^* de compuerta.

- 40 De manera similar, en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto donde la tensión V_r de fase toma el valor mínimo en la fase de 180 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 210 grados a 270 grados, una parte Karn de la señal Ka de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Srn^* de compuerta. Además, en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde el punto donde la tensión V_r de fase toma el valor máximo en la fase de 0 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 90 grados a 150 grados, una parte Kbrn de la señal Kb de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Srn^* de compuerta.

- 50 De esta manera, se obtiene la onda de pulso deseable en la región de la fase en la que se ejecuta la modulación de ancho de pulso.

- Con referencia a la Fig. 10, la señal Srp^* de compuerta está desactivada (lo que corresponde a un valor lógico bajo, y hace pasar al elemento Srp de conmutación al estado de no-conducción) en la fase de 90 a 270 grados, pero puede activarse efectivamente (lo que corresponde a un valor lógico alto, y hace pasar el elemento Srp de conmutación a un estado de conducción). Esto se debe a que la tensión V_r no tiene la fase máxima en esta región de fase, con referencia a la Fig. 5, e incluso si el elemento Srp de conmutación conduce como se ha descrito anteriormente, la dirección de la corriente que fluye a través del elemento Srp de conmutación se limita a la dirección hacia la línea LH de fuente de potencia de CC desde el terminal Pr de entrada. Específicamente, incluso si el elemento Srp de conmutación conduce en la fase de 90 a 270 grados, no se produce ningún problema en el funcionamiento del dispositivo convertidor de CA/CC 1. Dado que lo mismo se aplica a las otras señales de compuerta, cualquier elemento de conmutación puede conducir en la región distinta a la región de la fase de 60 grados en la que se realiza la operación de acuerdo a la modulación de ancho de pulso.

- 65 Específicamente, la señal Srp^* de compuerta puede ser activada en la fase de 90 a 270 grados, la señal Srn^* de compuerta puede ser activada en la fase de 0 a 90 grados y en la fase de 270 a 360 grados, la señal Ssp^* de compuerta puede ser activada en la fase de 210 a 360 grados y en la fase de 0 a 30 grados, la señal Ssn^* de

compuerta puede ser activada en la fase de 30 a 210 grados, la señal Stp* de compuerta puede ser activada en la fase de 0 a 150 grados y en la fase de 330 a 360 grados, y la señal Stn* de compuerta puede ser activada en la fase de 150 a 330 grados.

- 5 En vista de esto, en la presente realización, se genera una señal de compuerta que se activa en una región distinta a la región de fase en la que se ejecuta la modulación de ancho de pulso.

10 Específicamente, se adquieren con referencia a la Fig. 6, primero, una señal Cra de subida que se activa en un período en que la tensión Vr de fase se eleva, es decir, en la fase de 180 a 360 grados, y una señal Crb de bajada que se activa en un período en que la tensión Vr de fase baja, es decir, en la fase de 0 a 180 grados. Las señales concuerdan con las señales de distribución de señales Cra y Crb en el Documento de Patente 2 mencionado anteriormente, por lo que se utilizan los mismos símbolos.

15 Además, se adquieren las señales rp y rn de rango máximo. La señal rp de rango máximo se activa sólo en una región (fase de 330 a 360 grados, 0 a 30 grados) que corresponde a la fase de 60 grados que tiene el punto (fase de 0 grados) donde la tensión Vr de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región (fase de 90 a 270 grados) que corresponde a la fase de 180 grados que tiene el punto (fase de 180 grados) donde la tensión Vr de fase toma el valor mínimo como un centro. La señal rn de rango máximo se activa sólo en una región (fase de 90 a 270 grados) que corresponde a la fase de 180 grados que tiene el punto (fase de 0 grados) donde la tensión Vr de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región (fase de 150 a 210 grados) correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto (fase de 180 grados) donde la tensión Vr de fase toma el valor mínimo como un centro.

25 Además, la región en la que se activa la señal Cra de subida (en consecuencia, la señal Crb de bajada se desactiva) incluye la región donde la señal Ka de resultados de comparación se emplea como las señales Srp* y Srn* de compuerta. La región en la que se activa la señal Crb de bajada (por consiguiente, la señal Cra de subida se desactiva) incluye la región donde la señal Kb de resultados de comparación se emplea como las señales Srp* y Srn* de compuerta.

30 La región donde la señal rp de rango máximo se desactiva es la región donde la señal Srp* de compuerta muestra el pulso al que se realiza la modulación de ancho de pulso, mientras que la región donde la señal rn de rango máximo se desactiva es la región donde la señal Srn* de compuerta muestra el pulso al que se realiza la modulación de ancho de pulso.

35 En consecuencia, las señales Srp* y Srn* de compuerta se obtienen a partir de la operación descrita a continuación. Es de señalar que un signo x rodeado por un círculo indica producto lógico, un signo + rodeado por un círculo indica suma lógica y una línea superior indica inversión lógica. De manera similar a las cuatro operaciones aritméticas generales, el producto lógico tiene prioridad con relación a la suma lógica.

$$\begin{aligned} \text{Srp} &= \text{rp} \oplus \bar{\text{rp}} \otimes (\text{Ka} \otimes \text{Cra} \oplus \text{Kb} \otimes \text{Crb}) \\ \text{Srn} &= \text{rn} \oplus \bar{\text{rn}} \otimes (\text{Ka} \otimes \text{Cra} \oplus \text{Kb} \otimes \text{Crb}) \end{aligned} \quad \dots (7)$$

45 Es evidente que las señales Srp* y Srn* de compuerta así obtenidas, y las señales Srp* y Srn* de compuerta ilustradas en la Fig. 10 son idénticas en la región en la que las señales de compuerta están sujetas a la modulación de ancho de pulso. Por lo tanto, las señales Srp* y Srn* de compuerta, obtenidas utilizando las señales Ka y Kb de resultados de comparación, las señales rp y rn de rango máximo, las señales Cra de subida y la señal Crb de bajada pueden utilizarse como la señal de compuerta para el dispositivo convertidor de CA/CC 1 que funciona como convertidor activo de corriente.

50 La Fig. 7 es un gráfico que ilustra un proceso por el cual las señales Ssp* y Ssn* de compuerta se obtienen a partir de la comparación entre la portadora y el valor de comando. Como en la Fig. 6, la fila superior ilustra la razón de conducción de la fase R, la fase S y la fase T. Las señales Ka y Kb de resultados de comparación se obtienen como se describe con referencia a la Fig. 6.

55 En una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto donde la tensión Vs de fase toma el valor máximo (véase la Fig. 5) en la fase de 120 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 150 a 210 grados, una parte Kbsp de la señal Kb de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Ssp* de compuerta. Además, en una región que corresponde a la fase de 60 grados que tiene el punto de la fase de 30 grados, donde la fase avanza 90 grados desde el punto donde la tensión Vs de fase toma el valor mínimo en la fase de 300 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 30 a 90 grados, una parte Kasp de la señal Ka de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Ssp* de compuerta.

65 De manera similar, en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto donde la tensión Vs de fase toma el valor mínimo en la fase de 300 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 330 a 360 grados, una parte Kasn de la señal Ka de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Ssn* de compuerta. En una región correspondiente

a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde el punto donde la tensión Vs de fase toma el valor máximo en la fase de 120 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 210 a 270 grados, una parte Kbsn de la señal Kb de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Ssn* de compuerta.

5 Como se ha descrito anteriormente, también se obtiene la onda de pulso deseable para la fase S en la región de fase donde se ejecuta la modulación de ancho de pulso.

10 Se adquieren una señal Csa de subida que se activa en un período en que la tensión Vs de fase se eleva, es decir, en la fase de 300 a 360 grados y en la fase de 0 a 120 grados, y una señal Csb de bajada que se activa en un período en que la tensión Vs de fase baja, es decir, en la fase de 120 a 300 grados.

15 Además, se adquieren las señales sp y sn de rango máximo. La señal sp de rango máximo se activa sólo en una región (fase de 90 a 150 grados) correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto (fase de 120 grados) donde la tensión Vs de fase toma el valor máximo como un centro, y una región (fase de 210 a 360 grados, 0 a 30 grados) que corresponde a la fase de 180 grados que tiene el punto (fase de 300 grados) donde la tensión Vs de fase toma el valor mínimo como un centro. La señal sn de rango máximo se activa sólo en una región (fase de 30 a 210 grados) que corresponde a la fase de 180 grados que tiene el punto (fase de 120 grados) donde la tensión Vs de fase toma el valor máximo como un centro, y una región (fase de 270 a 330 grados) correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto (fase de 300 grados) en la que la tensión Vs de fase toma el valor mínimo como un centro.

25 La región en la que la señal Csa de subida se activa (en consecuencia, la señal Csb de bajada se desactiva) incluye la región donde la señal Ka de resultados de comparación se emplea como las señales Ssp* y Ssn* de compuerta. La región en la que se activa la señal Csb de bajada (en consecuencia, la señal Csa de subida se desactiva) incluye la región donde la señal Kb de resultados de comparación se emplea como las señales Ssp* y Ssn* de compuerta.

30 Además, la región en la que la señal sp de rango máximo se desactiva es la región donde la señal Ssp* de compuerta muestra el pulso al que se realiza la modulación de ancho de pulso, mientras que la región en la que la señal sn de rango máximo se desactiva es el región en la que la señal Ssn* de compuerta muestra el pulso al que se realiza la modulación de ancho de pulso.

Por consiguiente, las señales Ssp* y Ssn* de compuerta se obtienen de la operación descrita a continuación.

$$35 \quad \begin{aligned} Ssp &= sp \oplus \bar{sp} \otimes (Ka \otimes Csa \oplus Kb \otimes Csb), \\ Ssn &= sn \oplus \bar{sn} \otimes (Ka \otimes Csa \oplus Kb \otimes Csb) \end{aligned} \quad \dots(8)$$

40 Es evidente que las señales Ssp* y Ssn* de compuerta así obtenidas y las señales Ssp* y Ssn* de compuerta ilustradas en la Fig. 10 son idénticas en la región en la que las señales de compuerta están sujetas a la modulación de ancho de pulso. Por lo tanto, las señales Ssp* y Ssn* de compuerta, obtenidas utilizando las señales Ka y Kb de resultados de comparación, las señales sp y sn de rango máximo, las señales Csa de subida y la señal Csb de bajada pueden ser empleadas como la señal de compuerta para el dispositivo convertidor de CA/CC 1 que funciona como el convertidor activo de corriente.

45 La Fig. 8 es un gráfico que ilustra un proceso mediante el cual las señales Stp* y Stn* de compuerta se obtienen a partir de la comparación entre la portadora y el valor de comando. Como en la Fig. 6, la fila superior ilustra la razón de conducción de la fase R, la fase S y la fase T. Las señales Ka y Kb de resultados de comparación se obtienen como se describe con referencia a la Fig. 6.

50 En una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto donde la tensión Vt de fase toma el valor máximo (véase la Fig. 5) en la fase de 240 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 270 a 330 grados, una parte Kbtp de la señal Kb de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Stp* de compuerta. En una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto en la fase de 150 grados donde la fase avanza 90 grados desde el punto donde la tensión Vt de fase toma el valor mínimo en la fase de 60 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 150 a 210 grados, una parte Katp de la señal Ka de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Stp* de compuerta.

60 De manera similar, en una región correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 30 grados desde el punto donde la tensión Vt de fase toma el valor mínimo en la fase de 60 grados como punto de partida, es decir, en una región de la fase de 90 a 150 grados, una parte Katn de la señal Ka de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Stn* de compuerta. Además, en una región que corresponde a la fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase avanza 90 grados desde el punto donde la tensión Vt de fase toma el valor máximo en la fase de 240 grados como punto de partida, es decir, en las regiones de la fase de 330 a 360 grados y la fase de 0 a 30 grados, una parte Kbtn de la señal Kb de resultados de comparación, presente en esta región, se emplea como la señal Stn* de compuerta.

Se adquieren una señal Cta de subida, que se activa en un período en que la tensión Vt de fase se eleva, es decir, en la fase de 60 a 240 grados, y una señal Ctb de bajada, que se activa en un período en que la tensión Vt de fase baja, es decir, en la fase de 240 a 360 grados y en la fase de 0 a 60 grados.

5 Además, se adquieren las señales pt y nt de rango máximo. La señal tp de rango máximo se activa sólo en una región (fase de 210 a 270 grados) correspondiente a la fase de 60 grados que tiene el punto (fase de 240 grados) donde la tensión Vt de fase toma el valor máximo como un centro, y una región (fase de 0 a 150 grados, 330 a 360 grados) correspondiente a la fase de 180 grados que tiene el punto (fase de 60 grados) donde la tensión de fase Vt
10 toma el valor mínimo como un centro. La señal tn de rango máximo se activa sólo en una región (fase de 150 a 330 grados) que corresponde a la fase de 180 grados que tiene el punto (fase de 240 grados) donde la tensión Vt de fase toma el valor máximo como un centro, y una región (fase de 30 a 90 grados) que corresponde a la fase de 60 grados que tiene el punto (fase de 60 grados) donde la tensión Vt de fase toma el valor mínimo como un centro.

15 La región en la que se activa la señal Cta de subida (en consecuencia, la señal Ctb de bajada se desactiva) incluye la región donde la señal Ka de resultados de comparación se emplea como las señales Stp* y Stn* de compuerta. La región en la que se activa la señal Ctb de bajada (por consiguiente, la señal Cta de subida se desactiva) incluye la región donde la señal Kb de resultados de comparación se emplea como las señales Stp* y Stn* de compuerta.

20 La región en la que la señal tp de rango máximo se desactiva es la región donde la señal Stp* de compuerta muestra el pulso al que se realiza la modulación de ancho de pulso, mientras que la región en la que la señal tn de rango máximo se desactiva es la región donde la señal Stn* de compuerta muestra el pulso al que se realiza la modulación de ancho de pulso.

25 En consecuencia, las señales Stp* y Stn* de compuerta se obtienen a partir de la operación descrita a continuación.

$$\begin{aligned} \text{Stp} &= \text{tp} \oplus \bar{\text{tp}} \otimes (\text{Ka} \otimes \text{Cta} \oplus \text{Kb} \otimes \text{Ctb}), \\ \text{Stn} &= \text{tn} \oplus \bar{\text{tn}} \otimes (\text{Ka} \otimes \text{Cta} \oplus \text{Kb} \otimes \text{Ctb}) \end{aligned} \quad \dots(9)$$

30 Es evidente que las señales Stp* y Stn* de compuerta obtenidas de este modo y las señales Stp* y Stn* de compuerta ilustradas en la Fig. 10 son idénticas en la región en la que las señales de compuerta están sujetas a la modulación de ancho de pulso. Por lo tanto, las señales Stp* y Stn* de compuerta obtenidas mediante el uso de las señales Ka y Kb de resultados de comparación, las señales tp y tn de rango máximo, las señales Cta de subida y la señal Ctb de bajada pueden ser empleadas como la señal de compuerta para el dispositivo convertidor de CA/CC 1
35 que funciona como convertidor activo de corriente.

Como se entiende a partir de la descripción anterior, las señales Ka y Kb de resultados de comparación comúnmente pueden ser utilizadas para la generación de la señal de compuerta para una cualquiera entre la fase R, la fase S y la fase T. Por lo tanto, en comparación con la técnica convencional descrita en el Documento de Patente
40 2, el número de los valores de comando que deberían compararse con la portadora puede reducirse, es decir, sólo es necesario un valor I* de comando.

Por ejemplo, cuando se supone que el valor mínimo y el valor máximo de la portadora C1 son m y M, respectivamente, la onda de subida del valor I* de comando toma la ecuación (5) antes mencionada con respecto al
45 ángulo Φ de fase (en radianes) que tiene el punto donde la onda de subida comienza a subir como punto de partida. La onda de bajada del valor I* de comando toma la ecuación (6) mencionada anteriormente con respecto al ángulo Φ de fase que tiene el punto donde la onda de bajada empieza a bajar como punto de partida. El valor I* de comando toma tales ondas, por lo que la corriente de entrada puede conformarse en onda sinusoidal, de modo que se pueda suprimir la generación de armónicos.

50 La Fig. 1 ilustra la configuración del circuito de control 3 ilustrado en la Fig. 2. El circuito de control 3 emite las señales Srp*, Srn*, Ssp*, Ssn*, Stp* y Stn* de compuerta utilizando las señales Ka y Kb de resultados de comparación, y una señal Vp de sincronización de la fuente de potencia, descrita más adelante.

55 Específicamente, el circuito de control 3 incluye una parte de generación de señales de comando 11, una unidad de comparación 12 y una parte de asignación de señales de resultados de comparación 14.

La parte de generación de señales de comando 11 introduce la señal Vp de sincronización de fuente de potencia, sincronizada con la tensión trifásica. Por ejemplo, la señal Vp de sincronización de fuente de potencia puede
60 emplear una onda sinusoidal que tiene la misma fase que la tensión Vr de fase. La parte de generación de señales de comando 11 genera el valor I* de comando que sirve como la señal de comando de corriente, con la onda de tipo triangular a partir de la señal Vp de sincronización de la fuente de alimentación.

La parte de comparación 12 emite el resultado de la comparación entre la portadora C1 y el valor I* de comando, como las señales Ka y Kb de resultados de comparación. La portadora C1 es generada por la parte de generación de portadora 15, descrita más adelante, por ejemplo. Aquí, se ilustra que la parte de comparación 12 incluye un

comparador 121 y un inversor 122. El comparador 121 emite la señal Ka de resultados de comparación que se activa cuando el valor I^* de comando es mayor que la portadora C1 (o cuando el valor I^* de comando no es menor que la portadora C1). El inversor 122 emite la señal Kb de resultados de comparación invirtiendo la activación / no activación de la señal Ka de resultados de comparación.

5 La parte de asignación de señales de resultados de comparación 14 introduce las señales Ka y Kb de resultados de comparación para generar las señales Srp^* , Srn^* , Ssp^* , Ssn^* , Stp^* y $Strn^*$ de compuerta.

10 La parte de asignación de señales de resultados de comparación 14 incluye una parte de generación de señales de subida/bajada 17, una parte de generación de señales de rango máximo 16 y una parte de operaciones de suma lógica / producto lógico 13.

15 La parte de generación de señales de subida/bajada 17 emite las señales Cra, Csa y Cta de subida, y las señales Crb, Csb y Ctb de bajada de la señal Vp de sincronización de la fuente de potencia. La parte de generación de señales de rango máximo 16 genera las señales rp, rn, sp, sn, tp y tn de rango máximo a partir de la señal Vp de sincronización de la fuente de potencia. La generación descrita anteriormente se puede realizar por la técnica conocida, de modo que no se hará una descripción detallada. La parte de generación de señales de subida/bajada 17 y la parte de generación de señales de rango máximo 16 introducen ambas en común la señal Vp de sincronización de fuente de potencia, por lo que no es necesario que se proporcionen por separado.

20 La parte de operaciones de suma lógica / producto lógico 13 lleva a cabo una operación lógica de las ecuaciones (7), (8) y (9) mediante el uso de las señales Ka y Kb de resultados de comparación, las señales rp, rn, sp, sn, tp y tn de rango máximo, las señales Cra, Csa y Cta de subida, y las señales Crb, Csb y Ctb de bajada, emitiendo por tanto las señales Srp^* , Srn^* , Ssp^* , Ssn^* , Stp^* , y $Strn^*$ de compuerta. La operación lógica descrita anteriormente se puede realizar por la técnica conocida usando el proceso del producto lógico y la suma lógica, por lo que no se realizará una descripción detallada.

25 Como se ha descrito anteriormente, la parte de generación de señales de comando 11, la parte de comparación 12, y la parte de asignación de señales de resultados de comparación 14 controlan el funcionamiento del dispositivo convertidor de CA/CC 1, de modo que puedan ser concebidas como la parte de control del convertidor en su conjunto.

30 Por otro lado, la parte 3 de control también tiene una parte de control de inversor que controla el dispositivo convertidor de CC/CA 2. La parte de control de inversor se describe en detalle en los Documentos de Patente 1 a 4, por lo que se describirá brevemente a continuación.

35 La parte de control 3 incluye, como la parte de control de inversor, una parte de generación de señales de comando de tensión de salida 21, una primera parte de corrección 22, una segunda parte de corrección 23, una parte de comparación 24 y una parte de operaciones de suma lógica 25. Téngase en cuenta que la parte de generación de portadora 15 suministra la portadora C1 utilizada en la parte de control de inversor y la portadora C2 utilizada en la parte de control de convertidor, de modo que se considera que la parte de generación de portadora 15 pertenece a una entre la parte de control de inversor y la parte de control de convertidor, o a ambas.

40 La parte de generación de comandos de tensión de salida 21 genera comandos Vu^* , Vv^* y Vw^* de tensión de salida para cada una entre la fase U, la fase V y la fase W. La amplitud de cada uno de los comandos Vu^* , Vv^* y Vw^* de tensión de salida se normaliza en 1, por ejemplo. La primera parte de corrección 22 y la segunda parte de corrección 23 introducen los comandos Vu^* , Vv^* y Vw^* de tensión de salida y el valor I^* de comando, con el fin de corregir los comandos de tensión de salida. En concreto, en el supuesto de que el valor I^* de comando y ambas portadoras C1 y C2 tomaran el valor mínimo 0 y el valor máximo 1, la primera parte de corrección 22 emite una suma de una razón de conducción d y un valor $(1-d) \cdot Vy^*$, y la segunda parte de corrección 23 emite un producto de la razón de conducción d y el valor $(1-Vy^*)$.

45 Por ejemplo, el Documento de Patente 2 describe, como ejemplo, una operación de un convertidor con la condición de que el brazo inferior en la fase T siempre conduzca. Teniendo en cuenta que la suma de las razones drt y dst de conducción es 1, se entiende que la razón de conducción d y el valor $(1-d)$ corresponden, respectivamente, a las razones de conducción drt y dst. Dado que el valor I^* de comando tiene la onda correspondiente a la suma lógica de las ondas $drpa^*$ y $drna^*$ de señal, como se describe anteriormente, tanto la primera parte de corrección 22 como la segunda parte de corrección 23 pueden adquirir fácilmente la razón d de conducción y el valor $(1-d)$ a partir del valor I^* de comando.

50 La parte de comparación 24 compara la portadora C2 con el comando de tensión de salida, corregido por la primera parte de corrección 22, y con el comando de tensión de salida, corregido por la segunda parte de corrección 23. La parte de operaciones de suma lógica 25 toma la suma lógica del resultado de la comparación del comparador 24 para emitir las señales Sup^* , Svp^* , Swp^* , Sun^* , Svn^* y Swn^* de compuerta que controlan los elementos de conmutación Sup, Svp, Swp, Sun, Svn y Swn.

Como era de esperar, se puede utilizar una configuración de la parte de control del inversor que no sea la que se ilustra aquí. Sin embargo, la configuración de la parte de generación de portadora 15 se simplifica mediante el establecimiento de las portadoras C1 y C2 en común. Desde este punto de vista, también, la generación de la señal de compuerta de acuerdo a la presente realización es deseable, ya que la presente realización emplea sólo la portadora C1 para controlar el dispositivo convertidor de CA/CC 1.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito en detalle, la descripción anterior es ilustrativa en todos los aspectos y la presente invención no está restringida a la misma. Por tanto, se entiende que pueden idearse numerosas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de la presente invención.

Descripción de los Números de Referencia

1	Dispositivo convertidor de CA/CC
3	Circuito de control
15 11	Parte de generación de señales de comando
12	Parte de comparación
13	Parte de operaciones de suma lógica / producto lógico
14	Parte de asignación de señales de resultados de comparación
16	Parte de generación de señales de rango máximo
20 17	Parte de generación de señales de subida / bajada
C1	Portadora
I*	Valor de comando
Ka, Kb	Señal de resultados de comparación
LH, LL	Línea de fuente de potencia de CC
25 Cra, Csa, Cta	Señal de subida
Crb, Csb, Ctb	Señal de bajada
Pr, Ps, Pt	Terminal de entrada
rp, rn, sp, sn, tp, tn	Señal de rango máximo
Srp, Ssp, Stp, Srn, Ssn, Stn	Elemento de conmutación
30 Srp*, Ssp*, Stp*, Srn*, Ssn*, Stn*	Señal de compuerta
Vcc	Tensión rectificada
Vp	Señal de sincronización de fuente de potencia
Vr, Vs, Vt	Tensión de Fase

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo convertidor de CA/CC que comprende:

- 5 terminales de entrada primero a tercero (Pr, Ps, Pt) en los que se introducen respectivamente tensiones de fase primera a tercera (Vr, Vs, Vt) que forman la tensión trifásica;

líneas primera y segunda (LH, LL) de fuente de potencia de CC;

- 10 un convertidor activo de fuente de corriente (1) que incluye elementos de conmutación primero a tercero (Srp, Ssp, Stp) conectados entre cada uno de dichos terminales de entrada primero a tercero y dicha primera línea de fuente de potencia de CC, y elementos de conmutación cuarto a sexto (Srn, Ssn, Stn) conectados entre cada uno de dichos terminales de entrada primero a tercero y dicha segunda línea de fuente de potencia de CC; y

- 15 un circuito de control (3) que genera señales de control primera a sexta (Srp*, Ssp*, Stp*, Srn*, Ssn*, Stn*) que controlan el estado de conducción / no-conducción de dichos elementos de conmutación primero a sexto, donde

dicho convertidor activo de fuente de corriente emite una tensión rectificada (Vcc) que tiene un potencial más alto en dicha primera línea de fuente de potencia de CC que en dicha segunda línea de fuente de potencia de CC, entre las
20 líneas primera y segunda de fuente de potencia de CC, dichos conmutadores primero a tercero aplican corriente sólo en una dirección hacia dicha primera línea de fuente de potencia de CC desde los mismos, y

dichos conmutadores cuarto a sexto aplican corriente solo en una dirección desde dicha segunda línea de fuente de potencia de CC hacia los mismos

- 25 **caracterizado porque**

dicho circuito de control incluye:

- 30 una parte de generación de señales de comando 11 que genera un valor (I*) de comando de corriente con una onda de tipo triangular que tiene un ciclo que es 1/3 del ciclo de dicha tensión trifásica desde una señal (Vp) de sincronización sincronizada con dicha tensión trifásica;

- 35 una parte de comparación (12) que emite un resultado de una comparación entre una portadora (C1) con una onda de tipo triangular que tiene un ciclo más corto que el ciclo de dicho valor de comando de corriente, y dicho valor de comando de corriente, como señales complementarias primera y segunda (Ka, Kb) de resultados de comparación; y

una parte de asignación de señales de resultados de comparación (14; 13, 16, 17) que introduce dichas señales primera y segunda de resultados de comparación, donde

- 40 dicha parte de asignación de señales de resultados de comparación

emite, como dicha primera señal (Srp*) de control, dicha segunda señal (Kbrp) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde la fase de dicha tensión trifásica avanza
45 30 grados desde el punto donde dicha primera tensión (Vr) de fase toma el máximo valor como punto de partida, y dicha primera señal (Karp) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 90 grados desde el punto donde dicha primera tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida,

- 50 emite, como dicha cuarta señal (Srn*) de control, dicha primera señal (Kam) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 30 grados desde el punto donde dicha primera tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida, y dicha segunda señal (Kbrn) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 90 grados desde el punto donde dicha primera tensión de fase toma el valor máximo como
55 un punto de partida,

emite, como dicha segunda señal (Ssp*) de control, dicha segunda señal (Kbsp) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 30 grados desde el punto en el que dicha segunda tensión (Vs) de fase toma el valor máximo como punto de partida, y dicha primera
60 señal (Kasp) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 90 grados desde el punto donde dicha segunda tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida,

- 65 emite, como dicha quinta señal (Ssn*) de control, dicha primera señal (Kasn) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 30 grados desde el punto donde dicha segunda tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida, y dicha segunda señal

(Kbsn) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 90 grados desde el punto donde dicha segunda tensión de fase toma el valor máximo como un punto de partida,

emite, como dicha tercera señal (Stp*) de control, dicha segunda señal (Kbtp) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 30 grados desde el punto donde dicha tercera tensión (Vt) de fase toma el valor máximo como punto de partida, y dicha primera señal (Katp) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 90 grados desde el punto donde dicha tercera tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida, y

emite, como dicha sexta señal (Stn*) de control, dicha primera señal (Katn) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 30 grados desde el punto donde dicha tercera tensión de fase toma el valor mínimo como punto de partida, y dicha segunda señal (Kbtp) de resultados de comparación en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene el punto donde dicha fase avanza 90 grados desde el punto donde dicha tercera tensión de fase toma el valor máximo como un punto de partida.

2. El dispositivo convertidor de CA/CC según la reivindicación 1, en el que dicha parte de asignación de señales de resultados de comparación (13, 16, 17) incluye:

una parte de generación de señales de subida / bajada (17) que genera, a partir de dicha señal (Vp) de sincronización, señales de subida primera a tercera (Cra, Csa, Cta), que se activan cuando dichas tensiones de fase primera a tercera suben respectivamente, y señales de bajada primera a tercera (Crb, Csb, Ctb), que se activan cuando dichas tensiones de fase primera a tercera bajan respectivamente;

una parte de generación de señales de rango máximo (16) que genera señales primera a sexta de rango máximo a partir de dicha señal de sincronización, activándose dicha primera señal (rp) de rango máximo sólo en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene un punto donde dicha primera tensión (Vr) de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región correspondiente a dicha fase de 180 grados que tiene un punto donde dicha primera tensión de fase toma el valor mínimo como un centro, activándose dicha segunda señal (rn) de rango máximo sólo en una región correspondiente a dicha fase de 180 grados que tiene un punto donde dicha primera tensión de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene un punto donde dicha primera tensión de fase toma el valor mínimo como un centro, activándose dicha tercera señal (sp) de rango máximo sólo en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene un punto donde dicha segunda tensión (Vs) de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región correspondiente a dicha fase de 180 grados que tiene un punto donde dicha segunda tensión de fase toma el valor mínimo como centro, activándose dicha cuarta señal (sn) de rango máximo sólo en una región correspondiente a dicha fase de 180 grados que tiene un punto donde dicha segunda tensión de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene un punto donde dicha segunda tensión de fase toma el valor mínimo como un centro, activándose dicha quinta señal (tp) de rango máximo sólo en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene un punto donde dicha tercera tensión de fase (Vt) toma el valor máximo como un centro, y en una región correspondiente a dicha fase de 180 grados que tiene un punto donde dicha tercera tensión de fase toma el valor mínimo como un centro, y activándose dicha sexta señal (tn) de rango máximo sólo en una región correspondiente a dicha fase de 180 grados que tiene un punto donde dicha tercera tensión de fase toma el valor máximo como un centro, y en una región correspondiente a dicha fase de 60 grados que tiene un punto donde dicha tercera tensión de fase toma el valor mínimo como un centro; y

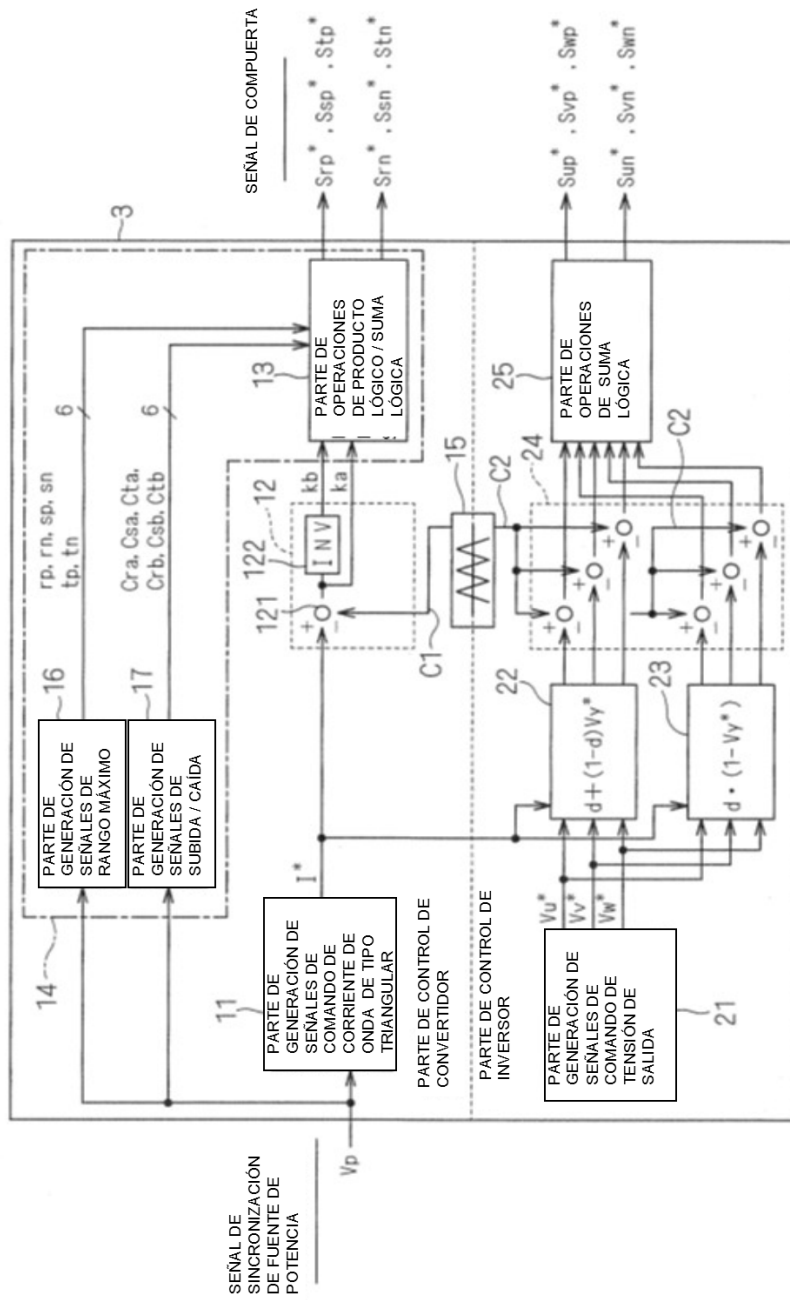
una parte de operaciones de suma lógica / producto lógico (13) que genera dichas señales de control primera a sexta (Srp*, Ssp*, Stp*, Srn*, Ssn*, Stn*) mediante la realización de la operación de producto lógico y la operación de suma lógica, con el uso de dichas señales primera a sexta de rango máximo, dichas señales de subida primera a tercera, dichas señales de bajada primera a tercera y dichas señales primera y segunda (Ka, Kb) de resultados de comparación.

3. El dispositivo convertidor de CA/CC según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que

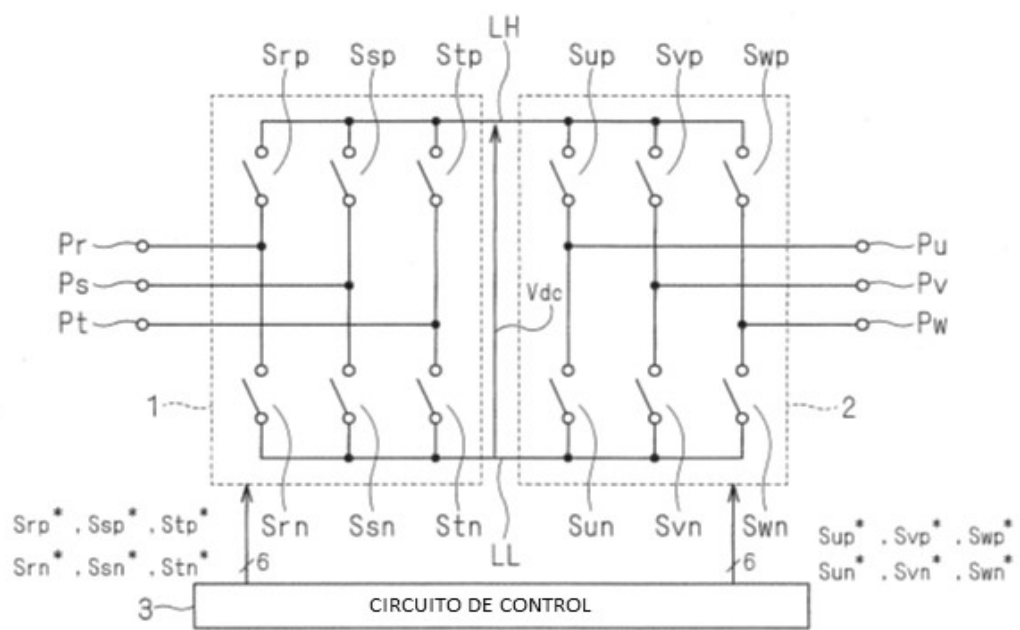
dicho valor de comando de corriente repetidamente toma una onda de subida que sube en la región correspondiente a dicha fase de 60 grados, y una onda de bajada que baja en la región correspondiente a dicha fase de 60 grados, donde, cuando se supone que el valor mínimo y el valor máximo de dicha portadora son m y M, respectivamente, dicha onda de subida toma un valor $((m + M) + \sqrt{3} \cdot (M - m) \cdot \tan(\Phi - \pi/6)) / 2$ con respecto a un ángulo Φ de fase que tiene un punto donde dicha onda de subida comienza a subir como un punto de partida, y

dicha onda de bajada toma un valor $((m + M) - \sqrt{3} \cdot (M - m) \cdot \tan(\Phi - \pi/6)) / 2$ con respecto a un ángulo Φ de fase que tiene un punto donde dicha onda de bajada comienza a bajar como un punto de partida.

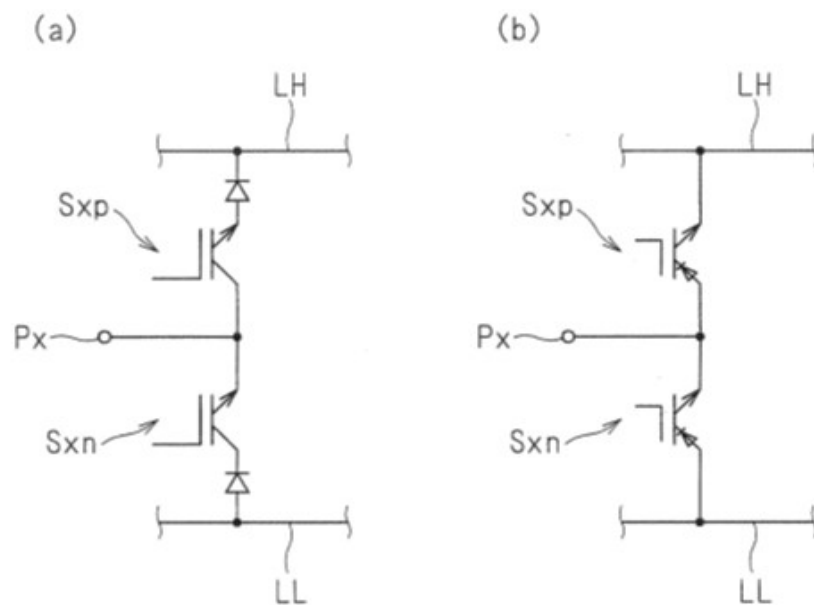
FIG. 1



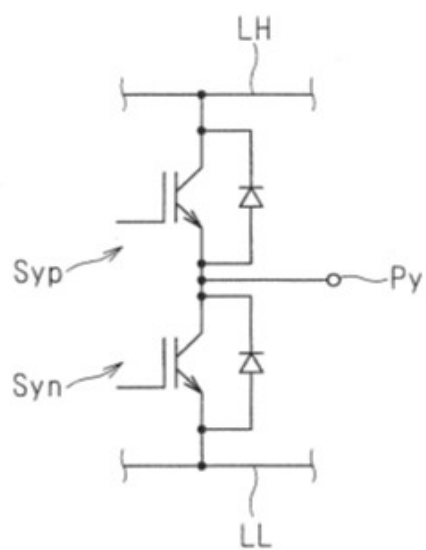
F I G . 2



F I G . 3



F I G . 4



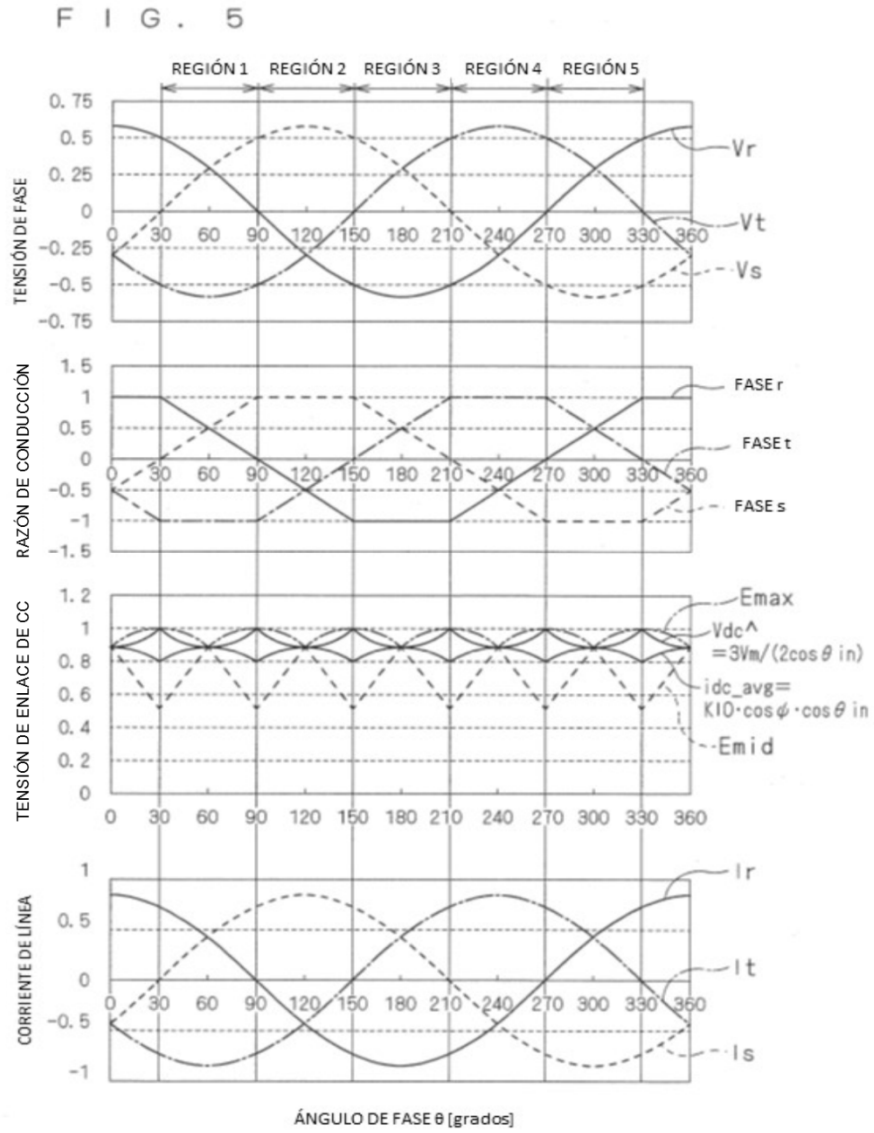
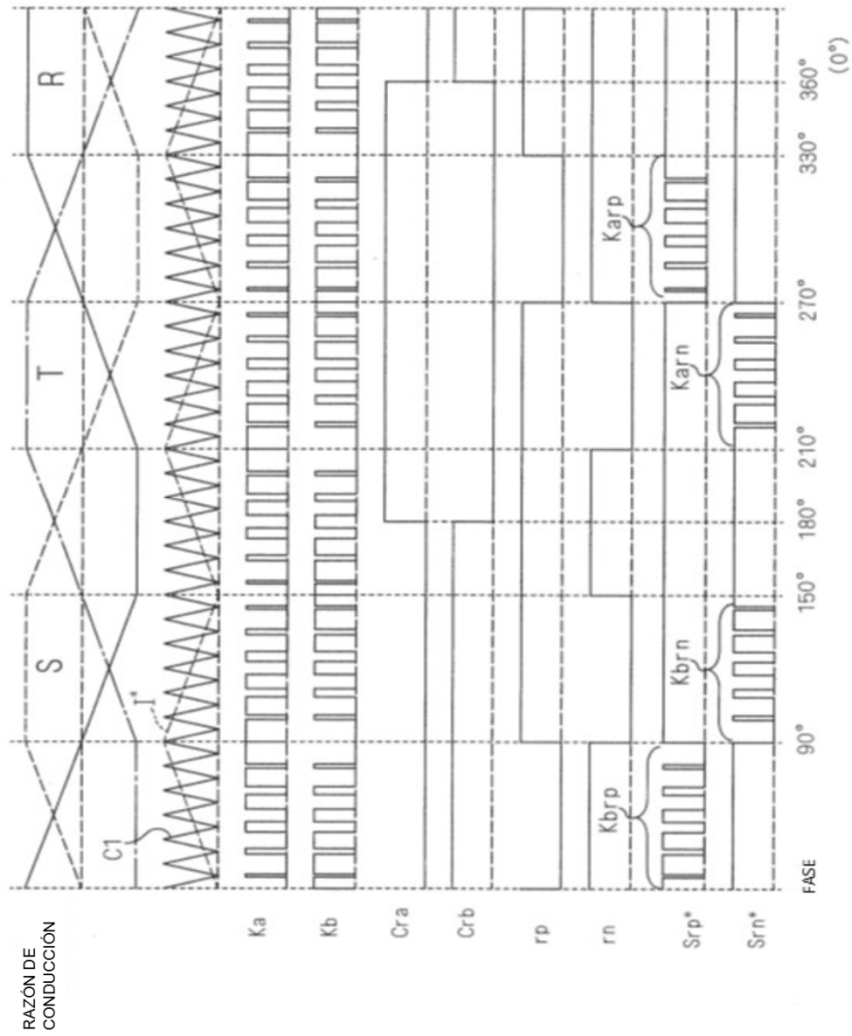
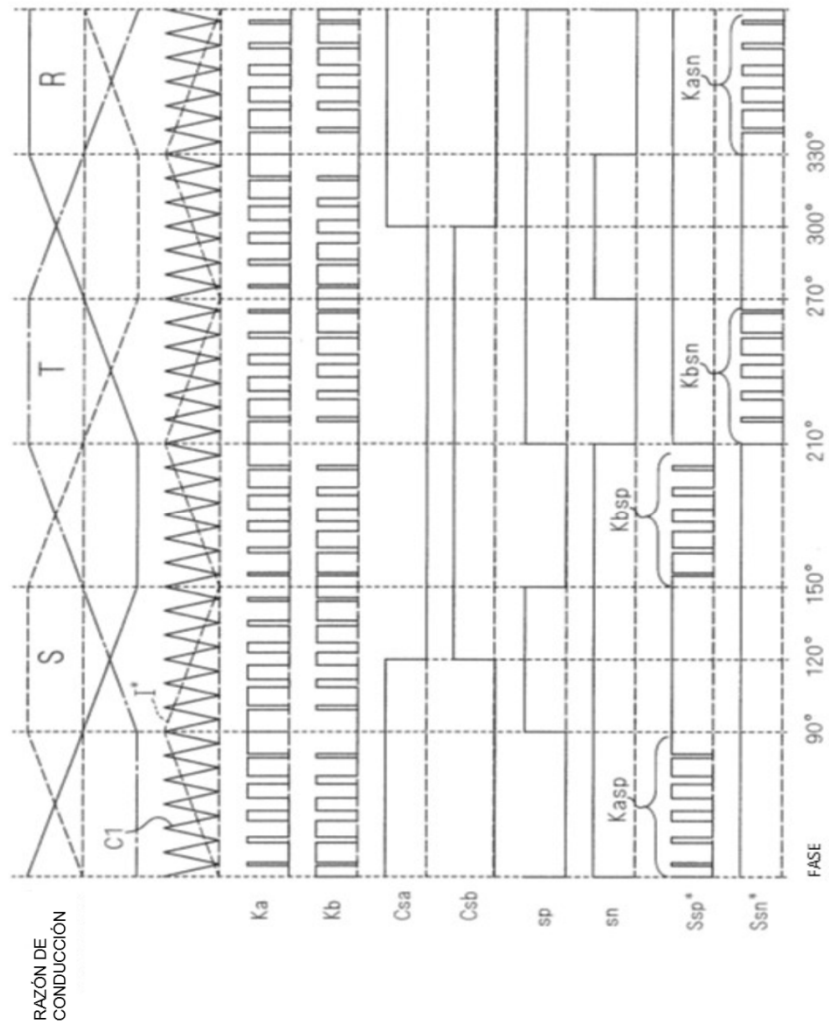


FIG. 6



F I G . 7



F I G . 8

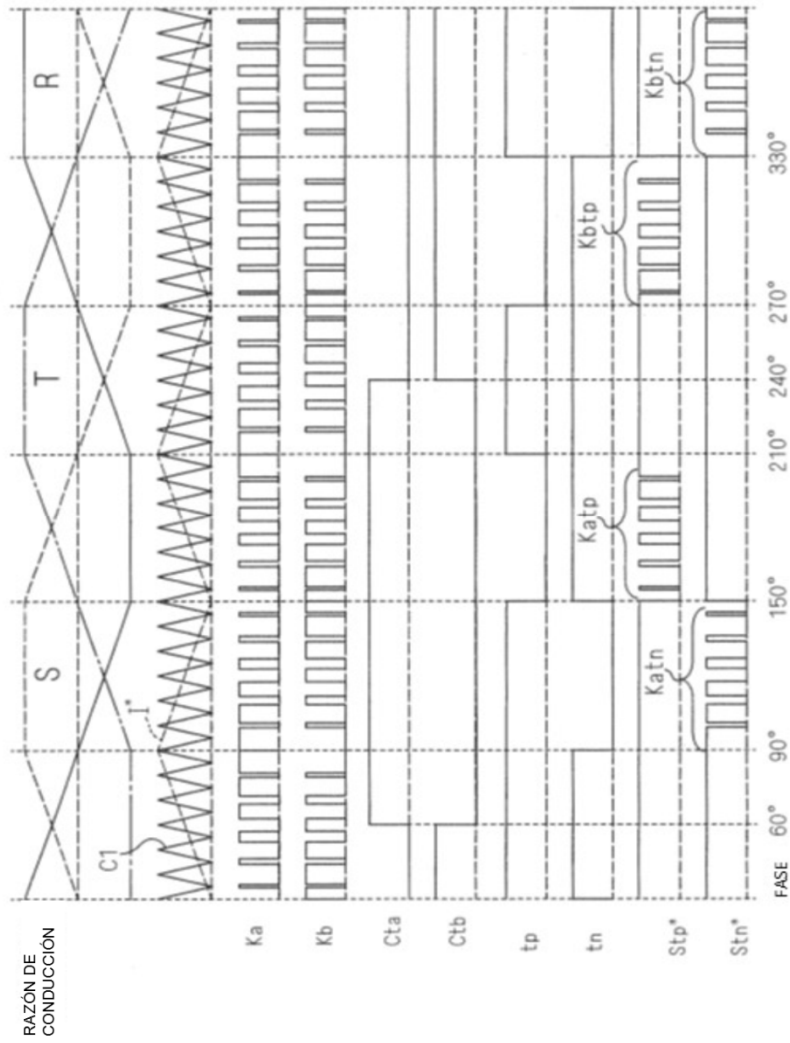


FIG. 9

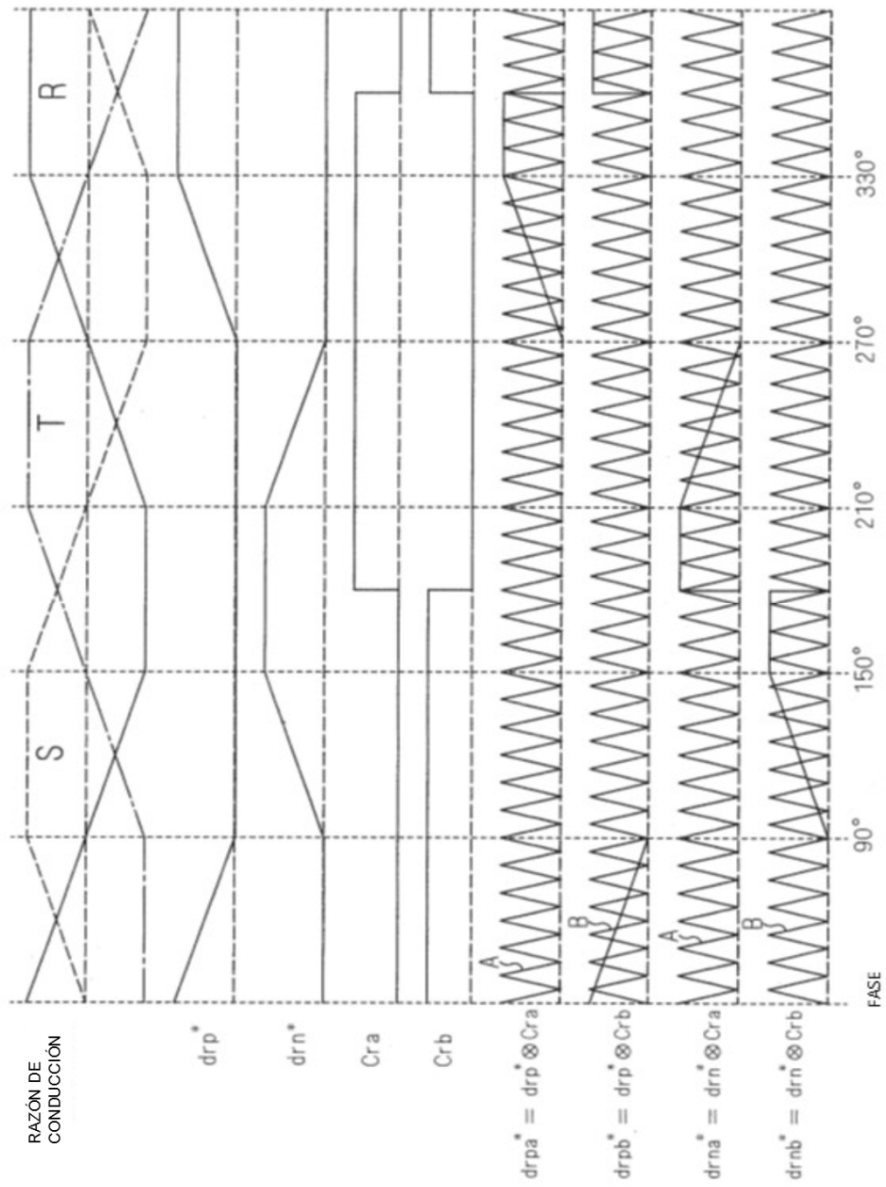


FIG. 10

