

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 720**

51 Int. Cl.:

H02M 7/483 (2007.01)

H02M 7/49 (2007.01)

H02J 3/18 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2014 E 14192231 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2871764**

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

30 Prioridad:

07.11.2013 JP 2013231284

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

24.07.2018

73 Titular/es:

**HITACHI LTD. (100.0%)
6-6 Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8280, JP**

72 Inventor/es:

**YOSHIHARA, TOHRU;
KATOH, SHUJI;
INOUE, SHIGENORI;
EGUCHI, YOSHIO y
ICHINOSE, MASAYA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 676 720 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 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un dispositivo de conversión de potencia que incluye una pluralidad de grupos, en cada uno de los cuales una o más celdas unitarias están conectadas en serie. Un dispositivo de conversión de potencia tal como se describe en la parte de preámbulo de la reivindicación de patente 1 es conocido a partir del documento WO 2011/134521 A1.

10 Un convertidor multinivel modular (Modular Multilevel Converter, MMC) es un convertidor de potencia que usa dispositivos de conmutación de activación/desactivación ("ON/OFF") controlables, tales como un transistor bipolar de puerta aislada (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT) para producir una tensión, igual o mayor que la tensión soportada de estos dispositivos de conmutación, en el lado de salida

15 El párrafo 0002 de la memoria descriptiva JP-A-2011-176955 A describe que "El convertidor multinivel en cascada, conectado en triángulo, (en adelante, denominado CMC) emplea un procedimiento de circuito que usa los dispositivos de conmutación de activación/desactivación, controlables, tales como los transistores bipolares de puerta aislada (IGBT), para generar una tensión igual o mayor que la tensión soportada de los dispositivos de conmutación. Según
20 "Classification and Comparison of modular multilevel converters (MMC)" de Makoto Hagiwara y Hirofumi Akagi, páginas 1-45, 2008 IEE-Japan Industry Application Society Conference, el CMC conectado en triángulo es configurado conectando en triángulo tres miembros conectados en serie, cada uno de los cuales está compuesto por un grupo (un miembro conectado en serie de una pluralidad de celdas unitarias) y un reactor monofásico".

25 El párrafo 0003 de la memoria descriptiva JP-A-2011-176955 A describe que "Cada celda unitaria, un circuito de puente completo monofásico, incluye dispositivos de conmutación y un condensador de CC. La celda unitaria controla la activación/desactivación de los dispositivos de conmutación para emitir la tensión del condensador de CC, la tensión de polaridad invertida del condensador de CC o la tensión cero".

30 El párrafo 0004 de la memoria descriptiva JP-A-2011-176955 A describe que "Debido a que cada grupo es un miembro conectado en serie de una o más celdas unitarias, la tensión de salida de cada grupo (en adelante, denominada tensión de grupo) es la suma de las tensiones de salida de una o más celdas unitarias incluidas en el grupo. Cuando cada grupo incluye una pluralidad de celdas unitarias, la tensión del grupo puede ser una forma de onda multinivel cambiando apropiadamente los tiempos de conmutación de las celdas unitarias incluidas en el grupo. Por lo tanto,
35 aumentando el número de celdas unitarias incluidas en cada grupo, pueden reducirse los componentes armónicos más altos de la tensión del grupo".

El párrafo 0005 de la memoria descriptiva JP-A-2011-176955 A describe que "El CMC conectado en triángulo conectado al sistema de potencia eléctrica puede hacerse funcionar, por ejemplo, como un compensador síncrono estático auto-excitado (STATCOM)".
40

El MMC conectado en triángulo se considera como una fuente de tensión trifásica en la que cada uno de los tres grupos aplica la suma de las tensiones de salida de las celdas unitarias. Cuando el MMC conectado en triángulo está conectado al sistema de potencia eléctrica, la tensión diferencial entre la tensión del sistema eléctrico y la tensión de salida del MMC conectado en triángulo es aplicada a la impedancia entre el sistema de potencia eléctrica y el MMC conectado en triángulo y, como resultado, fluye la corriente eléctrica. Esto permite que la potencia activa y la potencia reactiva sean transferidas entre el sistema de potencia eléctrica y el MMC conectado en triángulo.
45

SUMARIO DE LA INVENCION

50 La forma de onda de cada tensión de grupo del MMC conectado en triángulo no es una onda sinusoidal ideal, sino que es una forma de onda multinivel generada por la conmutación de las celdas unitarias incluidas en cada grupo.

Tal como se muestra en la Figura 4 en la memoria descriptiva JP-A-2011-176955 A o en la Figura 3 de la presente invención, la forma de onda multinivel generada por la conmutación de las células unitarias incluye componentes que previenen que la suma de las tres tensiones de grupo se anule. En la descripción siguiente, la suma de las tres tensiones de grupo se denomina tensión de fase cero.
55

En el dispositivo de conversión de potencia descrito en el documento JP-A-2011-176955 A, hay un circuito de circulación compuesto por los grupos y un reactor monofásico tal como se muestra en la Figura 1. Si el reactor monofásico no está conectado en este dispositivo de conversión de potencia, la corriente que circula a través de los tres grupos (en adelante, denominada corriente de fase cero) se vuelve excesiva debido a la tensión de fase cero, resultando a veces en una posibilidad de que los IGBTs de las celdas unitarias de un grupo sean destruidos. Para
60

evitar esta situación, el dispositivo de conversión de potencia descrito en el documento JP-A-2011-176955 A debe tener un reactor monofásico para limitar la corriente de fase cero.

5 El documento WO 2011/134521 A1 describe un dispositivo de conversión de potencia que comprende un grupo en el que una o más celdas unitarias, cada una de las cuales comprende medios de almacenamiento de potencia y medios de conmutación para emitir la potencia de los medios de almacenamiento de potencia, están conectadas en serie; y un transformador trifásico que tiene al mes tres ramas en cada una de las cuales están enrollados un devanado primario y un devanado secundario para su acoplamiento magnético en el que ambos extremos del devanado secundario están conectados respectivamente a ambos extremos del grupo, en el que un unidad de control activa o desactiva los medios de conmutación incluidos en la celda unitaria para controlar las tensiones de los grupos, de manera que cada tensión de grupo se convierta en un valor de tensión deseado en base a las tensiones línea-a-línea.

Dicho dispositivo de conversión de potencia se conoce a partir del documento EP 2 416 486 A1.

15 Ambos dispositivos de conversión de potencia tienen en común que no tienen ningún sensor de tensión al nivel de las celdas unitarias de los devanados primarios de un transformador, que suministran sus señales de salida a un controlador que, a su vez, limita la corriente de fase cero que circula a través de los grupos.

20 Lo mismo se aplica para el documento EP 1 701 436 A1, que no describe un transformador que tiene al menos tres ramas.

En vista de lo anterior, un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de conversión de potencia que pueda limitar la corriente de fase cero sin usar un reactor.

25 Este objeto se consigue con un dispositivo de conversión de potencia con las características de la reivindicación 1.

Las reivindicaciones dependientes se refieren a características de las realizaciones preferidas de la invención.

30 Se describirán otros medios en la descripción detallada de las realizaciones ejemplares.

Según la presente invención, se proporciona un dispositivo de conversión de potencia que limita la corriente de fase cero sin usar un reactor.

35 Otros objetos, características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción siguiente de las realizaciones de la invención, consideradas conjuntamente con los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La Figura 1 es un diagrama de configuración general que muestra un dispositivo de conversión de potencia en una primera realización.

La Figura 2 es un diagrama que muestra una configuración y un funcionamiento de una celda unitaria en la primera realización.

La Figura 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de las formas de onda de las tensiones de grupo en la primera realización.

La Figura 4 es un diagrama que muestra una trayectoria de la corriente de fase cero en la primera realización.

45 La Figura 5 es un diagrama de configuración general que muestra un dispositivo de conversión de potencia en una segunda realización.

La Figura 6 es un diagrama que muestra una configuración y un funcionamiento de una celda unitaria en la segunda realización.

50 La Figura 7 es un diagrama de configuración general que muestra un dispositivo de conversión de potencia en una tercera realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

Las realizaciones de la presente invención se describen en detalle a continuación con referencia a los dibujos.

55 (Primera realización)

Un dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización elimina la necesidad de un reactor monofásico, que se requiere en la invención descrita en el documento JP-A-2011-176955, y reduce el número de partes del dispositivo 1 de conversión de potencia.

60 La Figura 1 es un diagrama de configuración general que muestra el dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización.

ES 2 676 720 T3

El dispositivo 1 de conversión de potencia, conectado a un sistema 2 de potencia eléctrica, está conectado a este sistema 2 de potencia eléctrica.

5 El dispositivo 1 de conversión de potencia incluye un transformador 11, un grupo 12uv de fase uv, un grupo 12vw de fase vw, un grupo 12wu de fase wu, una unidad 13 de control y voltímetros 14uv, 14vw y 14wu. El dispositivo 1 de conversión de potencia es un MMC trifásico.

10 A continuación, en la descripción siguiente, se describen los lados de conexión del transformador 11. El lado en el que se conecta el sistema 2 de potencia eléctrica se denomina "lado primario", y el lado en el que se conectan los grupos 12uv, 12vw y 12wu se denomina "lado secundario".

15 El transformador 11, un transformador trifásico, tiene un núcleo de tres ramas. El transformador 11 incluye las ramas 113uv, 113vw y 113wu. En la rama 113uv, se enrollan un devanado 111uv primario de fase uv y un devanado 112uv secundario de fase uv para su acoplamiento magnético. En la rama 113vw, se enrollan un devanado 111vw primario de fase vw y un devanado 112vw secundario de fase vw para su acoplamiento magnético. En la rama 113wu, se enrollan un devanado 111wu primario de fase wu y un devanado 112wu secundario de fase wu para su acoplamiento magnético.

20 En cada uno de entre el grupo 12uv de fase uv, el grupo 12vw de fase vw y el grupo 12wu de fase wu, seis celdas 121 unitarias están conectadas en serie. En la Figura 1, las dos celdas 121 unitarias representan las seis celdas unitarias. Cabe señalar que el número de celdas unitarias no está limitado a seis. En cada uno de los grupos 12uv, 12vw y 12wu, pueden conectarse una o cualquier cantidad de celdas 121 unitarias.

25 Los dos extremos del devanado 112uv secundario de fase uv del transformador 11 están conectados a los dos extremos del grupo 12uv de fase uv. Los dos extremos del devanado 112vw secundario de fase vw del transformador 11 están conectados a ambos extremos del grupo 12vw de fase vw. Los dos extremos del devanado 112wu secundario de fase wu del transformador 11 están conectados a los dos extremos del grupo 12wu de fase wu.

30 El devanado 111uv primario de fase uv del transformador 11 está conectado entre la fase u y la fase v del sistema 2 de potencia eléctrica. El devanado 111vw primario de fase vw del transformador 11 está conectado entre la fase v y la fase w del sistema 2 de potencia eléctrica. El devanado 111wu primario de fase wu del transformador 11 está conectado entre la fase w y la fase u del sistema 2 de potencia eléctrica. Es decir, los devanados 111uv, 111vw y 111wu primarios del transformador 11 están conectados en triángulo para la conexión al sistema 2 de potencia eléctrica.

35 El voltímetro 14uv está conectado entre la fase u y la fase v del sistema 2 de potencia eléctrica para medir la tensión V_{suv} línea-a-línea. El voltímetro 14vw está conectado entre la fase v y la fase w del sistema 2 de potencia eléctrica para medir la tensión V_{svw} línea-a-línea. El voltímetro 14wu está conectado entre la fase w y la fase u del sistema 2 de potencia eléctrica para medir la tensión V_{swu} línea-a-línea. Además, los voltímetros 14uv, 14vw y 14wu están conectados a la unidad 13 de control a través de una fibra óptica (no mostrada) para enviar la información de tensión medida.

40 La unidad 13 de control está conectada a los voltímetros 14uv, 14vw y 14wu y a las celdas 121 unitarias, que constituyen los grupos 12uv, 12vw y 12wu, a través de una fibra óptica (no mostrada). La unidad 13 de control controla las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo en base a las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} línea-a-línea medidas por los voltímetros 14uv, 14vw y 14wu.

La tensión y la corriente se definen como se indica a continuación.

50 La tensión entre los dos extremos del grupo 12uv de fase uv es la tensión V_{uv} de grupo. La tensión entre los dos extremos del grupo 12vw de fase vw es la tensión V_{vw} de grupo. La tensión entre los dos extremos del grupo 12wu de fase wu es la tensión V_{wu} de grupo.

55 La corriente I_{uv2} del lado secundario fluye entre el grupo 12uv de fase uv y el devanado 112uv secundario de fase uv del transformador 11. La corriente I_{vw2} del lado secundario fluye entre el grupo 12vw de fase vw y el devanado 112vw secundario de fase vw del transformador 11. La corriente I_{wu2} del lado secundario fluye entre el grupo 12wu de fase wu y el devanado 112wu secundario de fase wu del transformador 11.

60 La tensión V_{uv2} del lado secundario es aplicada a ambos extremos del devanado 112uv secundario de fase uv del transformador 11. La tensión V_{uv2} del lado secundario y la tensión V_{uv} de grupo son la misma.

La tensión V_{vw2} del lado secundario es aplicada a los dos extremos del devanado 112vw secundario de fase vw del transformador 11. La tensión V_{vw2} del lado secundario y la tensión V_{vw} de grupo son la misma.

ES 2 676 720 T3

La tensión V_{wu2} del lado secundario es aplicada a ambos extremos del devanado 112wu secundario de fase wu del transformador 11. La tensión V_{wu2} del lado secundario y la tensión V_{wu} de grupo son la misma.

5 La tensión a través de los dos extremos del devanado 111uv primario de fase uv del transformador 11 es la tensión V_{uv1} del lado primario. La tensión a través de los dos extremos del devanado 111vw primario de fase vw del transformador 11 es la tensión V_{vw1} del lado primario. La tensión a través de los dos extremos del devanado 111wu primario de fase wu del transformador 11 es la tensión V_{wu1} del lado primario.

10 La corriente I_{uv1} del lado primario fluye a través del devanado 111uv primario de fase uv del transformador 11. La dirección en la que fluye la corriente I_{uv1} del lado primario es la misma que la dirección positiva de la tensión V_{uv1} del lado primario.

15 La corriente I_{vw1} del lado primario fluye a través del devanado 111vw primario de la fase vw del transformador 11. La dirección en la que fluye la corriente I_{vw1} del lado primario es la misma que la dirección positiva de la tensión V_{vw1} del lado primario.

20 La corriente I_{wu1} del lado primario fluye a través del devanado 111wu primario de fase wu del transformador 11. La dirección en la que fluye la corriente I_{wu1} del lado primario es la misma que la dirección positiva de la tensión V_{wu1} del lado primario.

25 En la fase u del sistema 2 de potencia eléctrica, la corriente I_{su} del sistema fluye en la dirección desde el dispositivo 1 de conversión de potencia al sistema 2 de potencia eléctrica. En la fase v del sistema 2 de potencia eléctrica, la corriente I_{sv} del sistema fluye en la dirección desde el dispositivo 1 de conversión de potencia al sistema 2 de potencia eléctrica. En la fase w del sistema 2 de potencia eléctrica, la corriente I_{sw} del sistema fluye en la dirección desde el dispositivo 1 de conversión de potencia al sistema 2 de potencia eléctrica.

30 La tensión entre la fase u y la fase v del sistema 2 de potencia eléctrica es la tensión V_{suv} línea-a-línea. La tensión V_{suv} de línea es medida con el voltímetro 14uv.

La tensión entre la fase v y la fase w del sistema 2 de potencia eléctrica es la tensión V_{svw} línea-a-línea. La tensión V_{svw} línea-a-línea es medida con el voltímetro 14vw.

35 La tensión entre la fase w y la fase u del sistema 2 de potencia eléctrica es la tensión V_{swu} línea-a-línea. La tensión V_{swu} línea-a-línea es medida con el voltímetro 14wu.

La Figura 2 (a) a (d) son diagramas que muestran la configuración y el funcionamiento de las celdas 121 unitarias en la primera realización.

40 La Figura 2 (a) es un diagrama de configuración general que muestra la celda 121 unitaria en la primera realización.

45 Las celdas 121 unitarias incluyen un dispositivo 1211 de conmutación de lado alto ("high side"), de fase x, un dispositivo 1212 de conmutación de lado bajo ("low side"), de fase x, un dispositivo 1213 de lado alto, de fase y, un dispositivo 1214 de conmutación de lado bajo, de fase y, un condensador 1215, un voltímetro 1216 y un controlador 1217 de compuerta. Los dispositivos 1211-1214 de conmutación son dispositivos de activación/desactivación, controlables, tales como un IGBT o un GTO (Gate Turn-Off thyristor, tiristor de desactivación de puerta) y, en cada uno de los dispositivos, un diodo está conectado en la dirección inversa.

50 La fase x está conectada al terminal 1218 del lado positivo de esta celda 121 unitaria y al emisor del dispositivo 1211 de conmutación y al colector del dispositivo 1212 de conmutación.

La fase y está conectada al terminal 1219 del lado negativo de esta celda 121 unitaria y al emisor del dispositivo 1213 de conmutación y al colector del dispositivo 1214 de conmutación.

55 El colector del dispositivo 1211 de conmutación y el colector del dispositivo 1213 de conmutación están conectados a un extremo del condensador 1215 de CC. El emisor del dispositivo 1212 de conmutación y el emisor del dispositivo 1214 de conmutación están conectados al otro extremo del condensador 1215 de CC que funciona como medio de aplicación de tensión.

60 Es decir, los dispositivos 1211 - 1214 de conmutación forman un circuito de puente completo. En el lado de CC de este circuito de puente completo, está conectado el condensador 1215 de CC que funciona como medio de aplicación de tensión. El condensador 1215 de CC es un medio de aplicación de tensión que aplica la tensión v_{ckj} a ambos

extremos. Cabe señalar que k indica una de entre la fase uv, la fase vw y la fase wu y que j indica el número de la celda 121 unitaria.

5 El lado de CA de este circuito de puente completo es la fase x y la fase y. La fase x está conectada al terminal 1218 del lado positivo. La fase y está conectada al terminal 1219 del lado negativo. La tensión entre el terminal 1218 del lado positivo y el terminal 1219 del lado negativo es la tensión v_{kj} de la celda unitaria.

10 La puerta de cada uno de los dispositivos 1211-1214 de conmutación está conectada al controlador 1217 de puerta. El controlador 1217 de puerta está conectado a la unidad 13 de control a través de una fibra óptica (no mostrada) (véase la Figura 1). La unidad 13 de control envía la señal de control al controlador 1217 de puerta a través de una fibra óptica (no mostrada) para controlar la activación/desactivación de los dispositivos 1211 - 1214 de conmutación.

15 El voltímetro 1216, conectado a ambos extremos del condensador 1215 de CC, mide la tensión v_{kj} y envía la información acerca de la tensión v_{kj} medida a la unidad 13 de control a través de una fibra óptica (no mostrada).

La Figura 2 (b) es un diagrama que muestra un procedimiento para aplicar la tensión positiva a la celda 121 unitaria.

20 En el caso mostrado en la Figura 2 (b), el dispositivo 1211 de conmutación en el lado alto de la fase x está activado, el dispositivo 1212 de conmutación en el lado bajo de la fase x está desactivado, el dispositivo 1213 de conmutación en el lado alto de la fase y está desactivado, y el dispositivo 1214 de conmutación en el lado bajo de la fase y está activado. En este caso, la tensión v_{kj} de la celda unitaria es aproximadamente igual a la tensión v_{kj} , aplicada por el condensador 1215 de CC, independientemente de la corriente eléctrica que fluye en esta celda 121 unitaria. En la presente memoria descriptiva, la tensión v_{kj} aplicada por el condensador 1215 de CC se denomina tensión positiva.

25 La Figura 2 (c) es un diagrama que muestra un procedimiento para aplicar la tensión cero a la celda 121 unitaria.

30 En el caso mostrado en la Figura 2 (c), el dispositivo 1211 de conmutación en el lado alto de la fase x está activado, el dispositivo 1212 de conmutación en el lado bajo de la fase x está desactivado, el dispositivo 1213 de conmutación en el lado alto de la fase y está activado, y el dispositivo 1214 de conmutación en el lado bajo de la fase y está desactivado. En este caso, la tensión v_{kj} de celda unitaria es aproximadamente igual a 0[V] independientemente de la corriente eléctrica que fluye en esta celda 121 unitaria.

35 De manera similar, cuando el dispositivo 1211 de conmutación en el lado alto de la fase x está desactivado, el dispositivo 1212 de conmutación en el lado bajo de la fase x está activado, el dispositivo 1213 de conmutación en el lado alto de la fase y está desactivado, y el dispositivo 1214 de conmutación en el lado bajo de fase y está activado, la tensión v_{kj} de la celda unitaria es aproximadamente igual a 0[V] independientemente de la corriente eléctrica que fluye en cada celda 121 unitaria.

40 La Figura 2(d) es un diagrama que muestra un procedimiento para aplicar la tensión negativa a la celda 121 unitaria.

45 En el caso mostrado en la Figura 2(d), el dispositivo 1211 de conmutación en el lado alto de la fase x está desactivado, el dispositivo 1212 de conmutación en el lado bajo de la fase x está activado, el dispositivo 1213 de conmutación en el lado alto de la fase y está activado, y el dispositivo 1214 de conmutación en el lado bajo de la fase y está desactivado. En este caso, la tensión v_{kj} de celda unitaria es aproximadamente igual a la tensión $(-v_{kj})$ negativa, que es la inversa de la tensión aplicada por el condensador 1215 de CC, independientemente de la corriente eléctrica que fluye en esta celda 121 unitaria.

50 Por lo tanto, las celdas 121 unitarias pueden considerarse como la fuente de tensión que aplica la tensión v_{kj} positiva, la tensión cero (0) o la tensión $(-v_{kj})$ negativa independientemente de la corriente eléctrica que fluye en esta celda 121 unitaria.

A continuación, se describen las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo.

55 La unidad 13 de control del dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización utiliza PWM (Pulse-Width Modulation, modulación de ancho de impulso) con desplazamiento de fase de portadora para controlar la activación/desactivación del dispositivo 1211 - 1214 de conmutación incluido en cada celda 121 unitaria.

60 En el dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización, cada uno de los grupos 12uv, 12vw y 12wu incluye seis celdas 121 unitarias, y la frecuencia de la señal portadora de onda triangular de cada celda 121 unitaria es nueve veces más alta que la frecuencia de onda básica. Cabe señalar que el número de celdas 121 unitarias y la frecuencia de la señal portadora no están limitados a esos valores, sino que pueden usarse también otros valores para los mismos.

ES 2 676 720 T3

La Figura 3(a) a (d) son diagramas que muestran un ejemplo de la forma de onda de cada tensión de grupo en la primera realización.

5 La Figura 3(a) muestra la forma de onda de la tensión V_{uv} de grupo. El eje vertical en la figura indica la tensión V_{uv} de grupo en unidades arbitrarias [u. a.] (Unidad Arbitraria).

La Figura 3(b) muestra la forma de onda de la tensión V_{vw} de grupo. El eje vertical en la figura indica la tensión V_{vw} de grupo en unidades arbitrarias [u. a.].

10 La Figura 3(c) muestra la forma de onda de la tensión V_{wu} de grupo. El eje vertical en la figura indica la tensión V_{wu} de grupo en unidades arbitrarias [u. a.].

15 La Figura 3(d) muestra la forma de onda de la tensión de suma $V_{uv} + V_{vw} + V_{wu}$. El eje vertical en la figura indica la tensión de suma $V_{uv} + V_{vw} + V_{wu}$ en unidades arbitrarias [u. a.].

El eje horizontal en cada una de entre la Figura 3(a) - 3(d) indica el ángulo de fase en radianes [rad] usando π como unidad.

20 El dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización establece una amplitud igual para la amplitud de la componente de onda fundamental de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo, con la fase de la componente de onda fundamental desplazada ($2\pi/3$) [rad] unas con respecto a las otras.

25 Tal como se muestra en la Figura 3(a) a 3(c), cada una de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo tiene 13 niveles de forma de onda (niveles positivos y negativos ($2 \times$ número de celdas 121 unitarias ($6 + 1$ (nivel de tensión cero))).

30 Aquí, cada uno de los grupos 12 uv , 12 vw y 12 wu , en los que una o más celdas 121 unitarias están conectadas en serie, puede considerarse como una fuente de tensión, que aplica la suma de las tensiones de salida de una o más celdas 121 unitarias, independientemente de las corrientes I_{uv2} , I_{vw2} e I_{wu2} del lado secundario que fluyen en cada uno de los grupos.

Cada una de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo incluye la componente de onda fundamental y la componente armónica.

35 La tensión de suma $V_{uv} + V_{vw} + V_{wu}$ de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo, mostradas en la Figura 3 (d), no incluye la componente de onda fundamental. Sin embargo, la tensión de suma $V_{uv} + V_{vw} + V_{wu}$ no se convierte en 0, sino que incluye la componente de fase cero. La corriente proporcional a la integración en el tiempo de la componente de fase cero es la corriente I_0 de fase cero. Cabe señalar que las formas de onda en la Figura 3(a) a 3(d) son solo ejemplares. Las formas de onda pueden ser controladas de manera que las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo incluyan la componente de onda fundamental de fase cero o una componente armónica superior con un orden igual o inferior al de la frecuencia de conmutación.

40 La Figura 4 es un diagrama que muestra la trayectoria de la tensión V_0 de fase cero y la corriente I_0 de fase cero en la primera realización. Se proporciona el mismo valor de referencia al mismo miembro que el de la Figura 1.

45 La tensión V_0 de fase cero del grupo 12 uv de fase uv es aplicada al devanado 112 uv secundario del transformador 11 y, en proporción a la integración en el tiempo de este componente de fase cero, fluye la corriente I_0 de fase cero. La corriente I_0 de fase cero de la fase uv , que fluye en el circuito cerrado formado por el grupo 12 uv y el devanado 112 uv secundario del transformador 11, está limitada por la inductancia del devanado 112 uv secundario.

50 De manera similar, la tensión V_0 de fase cero del grupo 12 vw de fase vw es aplicada al devanado 112 vw secundario del transformador 11 y, en proporción a la integración en el tiempo de esta componente de fase cero, fluye la corriente I_0 de fase cero. La corriente I_0 de fase cero de la fase vw , que fluye en el circuito cerrado formado por el grupo 12 vw y el devanado 112 vw secundario del transformador 11, está limitada por la inductancia del devanado 112 vw secundario.

55 De manera similar, la tensión V_0 de fase cero del grupo 12 wu de fase wu es aplicada al devanado 112 wu secundario del transformador 11 y, en proporción a la integración en el tiempo de esta componente de fase cero, fluye la corriente I_0 de fase cero. La corriente I_0 de fase cero de la fase wu , que fluye en el circuito cerrado formado por el grupo 12 wu y el devanado 112 wu secundario del transformador 11, está limitada por la inductancia del devanado 112 wu secundario.

60 De esta manera, el dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización puede limitar la corriente I_0 de fase cero con el uso de la inductancia de los devanados 112 uv , 112 vw y 112 wu secundarios del transformador 11. Por

lo tanto, esta configuración permite que el dispositivo 1 de conversión de potencia elimine la necesidad de un reactor monofásico, consiguiendo de esta manera un tamaño compacto y un bajo coste del dispositivo.

5 El procedimiento para controlar las corrientes I_{uv} , I_{vw} e I_{wu} del dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización se describe a continuación con referencia según sea necesario a la Figura 1 y Figura 2.

10 La unidad 13 de control del dispositivo 1 de conversión de potencia determina las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo mediante el control de la tensión del condensador 1215 de CC de cada celda 121 unitaria de los grupos 12uv, 12vw y 12wu y mediante el control de la activación/desactivación de los dispositivos 1211 - 1214 de conmutación incluidos en la celda 121 unitaria. Es decir, la unidad 13 de control detecta la tensión del condensador 1215 de CC de cada celda 121 unitaria, incluida en los grupos 12uv, 12vw y 12wu, y activa o desactiva los dispositivos 1211 a 1214 de conmutación, incluidos en la celda 121 unitaria, para controlar las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo, de manera que cada tensión de grupo se convierta en un valor de tensión deseado.

15 En primer lugar, a continuación, se describe un caso en el que el dispositivo 1 de conversión de potencia suministra potencia reactiva capacitiva al sistema 2 de potencia eléctrica como un compensador síncrono estático.

20 La unidad 13 de control del dispositivo 1 de conversión de potencia detecta las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea, hace coincidir la frecuencia y la fase de la componente de onda fundamental de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo con la frecuencia y la fase de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} línea-a-línea, y realiza el control de manera que la amplitud de la componente de onda fundamental de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo sea más pequeña que la amplitud de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} línea-a-línea.

25 En este caso, las corrientes I_{uv1} , I_{vw1} e I_{wu1} del lado primario están retrasadas con respecto a las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} línea-a-línea un ángulo de fase de 90° . Por lo tanto, el dispositivo 1 de conversión de potencia puede suministrar potencia reactiva capacitiva al sistema 2 de potencia eléctrica.

30 A continuación, se describe un caso en el que el dispositivo 1 de conversión de potencia suministra potencia reactiva inductiva al sistema 2 de potencia eléctrica como un compensador síncrono estático.

35 La unidad 13 de control del dispositivo 1 de conversión de potencia detecta las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea, hace coincidir la frecuencia y la fase de la componente de onda fundamental de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo con la frecuencia y la fase de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea, y realiza el control de manera que la amplitud de la componente de onda fundamental de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo sea mayor que la amplitud de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea.

En este caso, las corrientes I_{uv1} , I_{vw1} e I_{wu1} del lado primario están adelantadas con respecto a las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea un ángulo de fase de 90° .

40 Por lo tanto, el dispositivo 1 de conversión de potencia puede suministrar potencia reactiva inductiva al sistema 2 de potencia eléctrica.

45 Se ha descrito el procedimiento de control para su uso cuando el dispositivo 1 de conversión de potencia suministra potencia reactiva capacitiva o inductiva al sistema 2 de potencia eléctrica, como un compensador síncrono estático.

Como otro procedimiento de control, el dispositivo 1 de conversión de potencia puede detectar la tensión, aplicada a la inductancia de fase positiva del transformador 11, y controla las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo para controlar las corrientes I_{uv1} , I_{vw1} y I_{wu1} del lado primario.

50 Como todavía otro procedimiento de control, el dispositivo 1 de conversión de potencia puede detectar directamente las corrientes I_{uv1} , I_{vw1} e I_{wu1} del lado primario usando los amperímetros y puede realizar el control de realimentación de manera que los valores de corriente sean los valores de corriente deseados.

55 Como todavía otro procedimiento de control, el dispositivo 1 de conversión de potencia puede detectar directamente las corrientes I_{uv2} , I_{vw2} e I_{wu2} del lado secundario usando los amperímetros y puede realizar un control de retroalimentación de manera que los valores de corriente sean los valores de corriente deseados. Las corrientes I_{uv1} , I_{vw1} e I_{wu1} del lado primario y las corrientes I_{uv2} , I_{vw2} e I_{wu2} del lado secundario vienen determinadas por la relación de vueltas del transformador 11. Por lo tanto, las corrientes I_{uv1} , I_{vw1} e I_{wu1} del lado primario pueden ser controladas controlando las corrientes I_{uv2} , I_{vw2} e I_{wu2} del lado secundario.

60 En lugar de la corriente de onda fundamental de las corrientes I_{uv1} , I_{vw1} e I_{wu1} del lado primario, el dispositivo 1 de conversión de potencia puede controlar la corriente de fase negativa o la corriente armónica.

El dispositivo 1 de conversión de potencia puede realizar un control de manera que las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo incluyan la tensión V_0 de fase cero. La corriente I_0 de fase cero, que fluye en los grupos 12uv, 12vw y 12wu, es proporcional a la integración en el tiempo de la tensión de suma $V_{uv} + V_{vw} + V_{wu}$. Por lo tanto, el dispositivo 1 de conversión de potencia puede controlar la corriente I_0 de fase cero controlando las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo. El dispositivo 1 de conversión de potencia puede controlar las corrientes I_{uv2} , I_{vw2} e I_{wu2} del lado secundario que fluyen en los grupos 12uv, 12vw y 12wu.

(Efectos de la primera realización)

La primera realización descrita anteriormente proporciona los siguientes efectos (A) a (D).

(A) El dispositivo 1 de conversión de potencia limita la corriente I_0 de fase cero mediante la inductancia de los devanados 112uv, 112vw y 112wu secundarios del transformador 11. Por lo tanto, esta configuración permite que el dispositivo 1 de conversión de potencia elimine la necesidad de un reactor monofásico, limitador de corriente, consiguiendo de esta manera un tamaño compacto y un bajo coste del dispositivo.

(B) Cada celda 121 unitaria incluye los dispositivos 1211 - 1214 de conmutación configurados en un puente completo y, en el lado de CC del circuito de puente completo, incluye el condensador 1215 de CC. En cada celda 121 unitaria, una de entre la tensión positiva que es la tensión a través de ambos extremos del condensador 1215 de CC, la tensión negativa que es la inversa de la tensión a través de ambos extremos del condensador 1215 de CC y la tensión cero puede ser aplicada al terminal 1218 del lado positivo y al terminal 1219 del lado negativo. Esto permite que los grupos 12uv, 12vw y 12wu, cada uno de los cuales incluye M celdas 121 unitarias conectadas en serie, apliquen la tensión al nivel de $(1 + 2 \times M)$.

(C) El transformador 11 es un transformador trifásico con las ramas 113uv, 113vw y 113wu. Esta configuración permite que el dispositivo 1 de conversión de potencia se conecte al sistema 2 de potencia eléctrica de CA trifásico.

(D) El dispositivo 1 de conversión de potencia, conectado al sistema 2 de potencia eléctrica, puede suministrar potencia reactiva capacitiva y potencia reactiva inductiva al sistema 2 de potencia eléctrica. Esta configuración permite que el dispositivo 1 de conversión de potencia funcione como un compensador síncrono estático.

(Segunda realización)

La Figura 5 es un diagrama de configuración general que muestra un dispositivo 1A de conversión de potencia en una segunda realización. Se proporciona el mismo valor de referencia al mismo miembro que el del dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización mostrada en la Figura 1.

A diferencia del dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización mostrada en la Figura 1, el dispositivo 1A de conversión de potencia en la segunda realización tiene una configuración en la que las seis celdas 121 unitarias, incluidas en cada uno de los grupos 12uv, 12vw y 12wu, son reemplazadas por celdas 121A unitarias. El dispositivo 1A de conversión de potencia en la segunda realización puede enviar y recibir continuamente potencia activa a y desde el sistema 2 de potencia eléctrica.

La Figura 6(a) a 6(d) son diagramas que muestran la configuración y el funcionamiento de las celdas 121A unitarias en la segunda realización. Se proporciona el mismo valor de referencia al mismo miembro que el de la celda 121 unitaria en la primera realización mostrada en la Figura 2.

La Figura 6(a) es un diagrama que muestra la configuración de la celda 121A unitaria en la segunda realización.

A diferencia de la celda 121 unitaria en la primera realización (véase la Figura 2), la celda 121A unitaria en la segunda realización incluye una batería 1215A secundaria en lugar del condensador 1215 de CC (véase la Figura 2). La batería 1215A secundaria es un medio de aplicación de tensión para aplicar la tensión v_{kj} a través de ambos extremos y, al mismo tiempo, un medio de suministro de potencia activo para suministrar potencia activa. Cabe señalar que k indica una de entre la fase uv, la fase vw y la fase wu y que j indica el número de la celda 121A unitaria.

La Figura 6 (b) es un diagrama que muestra un procedimiento para aplicar la tensión positiva a la celda 121A unitaria.

De manera similar a la mostrada en la Figura 2(b), la celda 121A unitaria controla la activación/desactivación de los dispositivos 1211 a 1214 de conmutación. En este caso, la tensión v_{kj} de celda unitaria es aproximadamente igual a la tensión v_{ckj} , aplicada por la batería 1215A secundaria, independientemente de la corriente eléctrica que fluye en esta celda 121A unitaria.

La Figura 6(c) es un diagrama que muestra un procedimiento para aplicar la tensión cero a la celda 121A unitaria.

De manera similar a la mostrada en la Figura 2(c), la celda 121A unitaria controla la activación/desactivación de los dispositivos 1211 a 1214 de conmutación. En este caso, la tensión v_{kj} de celda unitaria es aproximadamente igual a 0[V] independientemente de la corriente eléctrica que fluye en esta celda 121A unitaria.

5 La Figura 6(d) es un diagrama que muestra un procedimiento para aplicar la tensión negativa a la celda 121A unitaria.

De manera similar a la mostrada en la Figura 2(d), la celda 121A unitaria controla la activación/desactivación de los dispositivos 1211 a 1214 de conmutación. En este caso, la tensión v_{kj} de celda unitaria es aproximadamente igual a la tensión ($-v_{kj}$) negativa, que es la inversa de la tensión aplicada por la batería 1215A secundaria, independientemente de la corriente eléctrica que fluye en esta celda 121A unitaria.

Por lo tanto, las celdas 121 unitarias pueden considerarse como la fuente de tensión que aplica la tensión v_{kj} positiva, la tensión cero (0) o la tensión ($-v_{kj}$) negativa independientemente de la corriente eléctrica que fluye en esta celda 121A unitaria.

Al igual que con el dispositivo 1 de conversión de potencia en la primera realización, el dispositivo 1A de conversión de potencia en la segunda realización detecta la tensión de la batería 1215A secundaria de cada celda 121A unitaria incluida en cada uno de los grupos 12uv, 12vw y 12wu y controla la activación/desactivación de los dispositivos 1211 a 1214 de conmutación incluidos en la celda 121A unitaria. Esta configuración permite que el dispositivo 1A de conversión de potencia controle las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo de manera que las tensiones sean los valores de tensión deseados.

El procedimiento de control usado por el dispositivo 1A de conversión de potencia para recibir potencia activa desde el sistema 2 de potencia eléctrica se describe a continuación con referencia, según sea necesario, a la Figura 5.

La unidad 13 de control del dispositivo 1A de conversión de potencia detecta las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea, hace coincidir la frecuencia y la amplitud de la componente de onda básica de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo con la frecuencia y la amplitud de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea y, además, retrasa la fase de la componente de onda fundamental de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo con relación a la fase de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea.

En este caso, en las corrientes i_{uv1} , i_{vw1} e i_{wu1} del lado primario, fluye la corriente cuya fase es la fase inversa de la fase de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea. Por lo tanto, el dispositivo 1A de conversión de potencia puede recibir potencia activa desde el sistema 2 de potencia eléctrica.

A continuación, se describe el procedimiento de control usado por el dispositivo 1A de conversión de potencia para enviar (suministrar) potencia activa al sistema 2 de potencia eléctrica, con referencia, según sea necesario, a la Figura 5.

El dispositivo 1A de conversión de potencia detecta las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea, hace coincidir la frecuencia y la amplitud de la componente de onda fundamental de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo con la frecuencia y la amplitud de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea y, además, adelanta la fase de la componente de onda fundamental de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo con relación a la fase de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea.

En este caso, en las corrientes i_{uv1} , i_{vw1} e i_{wu1} del lado primario, fluye la corriente cuya fase está en fase con la fase de las tensiones V_{suv} , V_{svw} y V_{swu} de línea. Por lo tanto, el dispositivo 1A de conversión de potencia puede enviar (suministrar) potencia activa al sistema 2 de potencia eléctrica.

Tal como se ha descrito anteriormente, el dispositivo 1A de conversión de potencia puede enviar y recibir potencia activa continuamente a y desde el sistema 2 de potencia eléctrica con el uso de la celda 121A unitaria a la que está conectada la batería 1215A secundaria. Por lo tanto, el dispositivo 1A de conversión de potencia puede ser usado como un sistema de almacenamiento de potencia que está conectado al sistema 2 de potencia eléctrica.

(Efectos de la segunda realización)

La segunda realización descrita anteriormente proporciona los efectos (E) y (F) siguientes.

(E) La celda 121A unitaria del dispositivo 1A de conversión de potencia tiene la batería 1215A secundaria. Esta configuración permite que el dispositivo 1A de conversión de potencia envíe y reciba continuamente potencia activa a y desde el sistema 2 de potencia eléctrica.

(F) El dispositivo 1A de conversión de potencia puede almacenar la potencia activa del sistema 2 de potencia eléctrica en la batería 1215A secundaria y suministrar potencia activa, almacenada en la batería 1215A secundaria, al sistema 2 de potencia eléctrica. Por lo tanto, el dispositivo 1A de conversión de potencia puede funcionar como un sistema de almacenamiento de potencia.

5 (Tercera realización)
Un dispositivo 1B de conversión de potencia en una tercera realización usa las celdas 121A unitarias a cada una de las cuales está conectada la batería 1215A secundaria que funciona como un medio de suministro de potencia activo, tal como el mostrado en la Figura 5. El dispositivo 1B de conversión de potencia suministra potencia a un motor 3 eléctrico y a otras cargas de CA. Esta configuración permite que el dispositivo 1B de conversión de potencia en la tercera realización aplique tensión de CA de cualquier amplitud y cualquier frecuencia al motor 3 eléctrico y a otras cargas de CA.

10 La Figura 7 es un diagrama de configuración general que muestra el dispositivo 1B de conversión de potencia en la tercera realización. Se proporciona el mismo valor de referencia al mismo miembro que el del dispositivo 1A de conversión de potencia en la segunda realización mostrada en la Figura 5.

15 Tal como se muestra en la Figura 7, a diferencia del dispositivo 1A de conversión de potencia en la segunda realización, el dispositivo 1B de conversión de potencia en la tercera realización está conectado al motor 3 eléctrico. La otra configuración es similar a la del dispositivo 1A de conversión de potencia en la segunda realización.

20 El dispositivo 1B de conversión de potencia en la tercera realización está conectado directamente al motor 3 eléctrico. Cabe señalar que no es necesario que el dispositivo 1B de conversión de potencia esté siempre conectado directamente al motor 3 eléctrico, sino que puede estar conectado al motor 3 eléctrico a través de otro transformador, un reactor o un filtro.

25 A continuación, se describe el procedimiento para controlar el dispositivo 1B de conversión de potencia, con referencia según sea necesario a la Figura 7.

30 Tal como se ha descrito en la primera realización, las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo a través de ambos extremos de los grupos 12uv, 12vw y 12wu pueden ser controladas controlando la activación/desactivación de los dispositivos 1211-1214 de conmutación de la celda 121A unitaria incluida en cada uno de los grupos 12uv, 12vw y 12wu.

35 La amplitud de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo puede ser controlada a cualquier valor en el intervalo desde $(-v_{ckj} \times M)$ [V] a $(v_{ckj} \times M)$ [V] en incrementos de v_{ckj} [V], incluyendo 0 [V], donde el número de celdas 121A unitarias incluidas en cada uno de los grupos 12uv, 12vw y 12wu es M y la tensión aplicada por la batería 1215A secundaria de cada celda 121A unitaria es la tensión v_{ckj} .

40 Además, la frecuencia de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo puede ser controlada a cualquier valor en el intervalo por debajo de la frecuencia de conmutación. Mediante control con retroalimentación, pueden controlarse las corrientes I_u , I_v e I_w , que fluyen al motor 3 eléctrico a través de las tensiones V_{uv} , V_{vw} y V_{wu} de grupo, bien directamente o bien a través de la señal de corriente generada por la conversión de coordenadas, el par, la velocidad de rotación y la posición de rotación del motor 3 eléctrico.

45 Tal como se ha descrito anteriormente, el dispositivo 1B de conversión de potencia en la tercera realización, que funciona como un dispositivo para aplicar una tensión CA de cualquier amplitud y cualquier frecuencia, puede controlar el par, la velocidad de rotación y la posición de rotación del motor 3 eléctrico.

50 (Efectos de la tercera realización)
La tercera realización descrita anteriormente proporciona los efectos (G) y (H) siguientes.

(G) El dispositivo 1B de conversión de potencia, conectado al motor 3 eléctrico, puede aplicar una tensión de CA de cualquier amplitud y cualquier frecuencia al motor 3 eléctrico. Por lo tanto, esta configuración permite que el dispositivo 1B de conversión de potencia controle el par, la velocidad de rotación y la posición de rotación del motor 3 eléctrico.

55 (H) La unidad 13 de control del dispositivo 1B de conversión de potencia puede controlar la tensión V_0 de fase cero de los grupos 12uv, 12vw y 12wu y la corriente I_0 de fase cero que fluye en esos grupos. Por lo tanto, esta configuración permite controlar las fases del motor 3 eléctrico o una carga de CA incluso cuando están desbalanceadas.

60 (Modificaciones)
Se entenderá que la presente invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente, sino que incluye diversas modificaciones. Por ejemplo, las realizaciones anteriores se han descrito en detalle para facilitar la

comprensión de la presente invención, pero las realizaciones no deberían limitarse a aquellas que tienen todas las configuraciones descritas. Es posible reemplazar una parte de la configuración de una realización con la configuración de otra o añadir una parte de la configuración de una realización a la configuración de otra. También es posible añadir otra configuración a, o eliminar o reemplazar, una parte de la configuración de cada realización.

5 Las configuraciones, las funciones, las unidades de procesamiento y los medios de procesamiento descritos anteriormente pueden implementarse, en parte o en su totalidad, mediante hardware, tal como un circuito integrado. Las configuraciones y las funciones descritas anteriormente pueden ser implementadas también en software por el procesador que interpreta y ejecuta el programa creado para implementar la función. La información acerca de los programas, las tablas y los archivos para implementar las funciones puede ser almacenada en un dispositivo de grabación, tal como una memoria, un disco duro o una SSD (Solid State Drive, unidad de estado sólido) o en un medio de grabación, tal como una tarjeta de memoria flash o un DVD (Digital Versatile Disk, disco versátil digital).

10 En la descripción de cada realización, cabe señalar que solo se muestran las líneas de control y las líneas de información necesarias para la descripción y que no se muestran todas las líneas de control o las líneas de información necesarias para el producto. En la práctica, casi todas las configuraciones se consideran interconectadas entre sí.

Los ejemplos de las modificaciones de la presente invención son (a) a (e), a continuación.

20 (a) En las realizaciones primera a tercera, los devanados 111uv, 111vw y 111wu primarios del transformador 11 están conectados en triángulo. Sin embargo, los devanados 111uv, 111vw y 111wu primarios pueden estar conectados no solo en la conexión en triángulo, sino también en otro procedimiento de conexión de líneas, tal como la conexión en estrella o la conexión en zigzag.

25 (b) En las realizaciones primera a tercera, el transformador 11 usa un núcleo de tres ramas. Sin embargo, el núcleo no está limitado a un núcleo de tres ramas. El transformador 11 puede usar un núcleo de cuatro ramas en lugar de un núcleo de tres ramas. Además, el transformador puede usar un núcleo de múltiples ramas que tenga cuatro o más ramas.

30 (c) El dispositivo de conversión de potencia en las realizaciones primera a tercera es un MMC trifásico. Sin embargo, el dispositivo de conversión de potencia no está limitado a un MMC trifásico, sino que puede usarse un MMC polifásico que tiene cuatro o más fases.

35 (d) En lugar de la batería 1215A secundaria, la celda 121A unitaria en la segunda realización puede incluir otro dispositivo de suministro de potencia que suministra potencia activa, tal como una celda solar o una celda de combustible. Esto permite que el dispositivo 1A de conversión de potencia suministre potencia activa continuamente al sistema 2 de potencia eléctrica.

40 (e) El dispositivo 1B de conversión de potencia en la tercera realización está conectado al motor 3 eléctrico en la descripción anterior. No es necesario que el dispositivo 1B de conversión de potencia esté siempre conectado al motor 3 eléctrico, sino que puede estar conectado a un generador de potencia o a cualquier otra carga de CA.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia, que comprende:

5 un grupo (12uv, 12vw, 12wu) en el que una o más celdas (121) unitarias, cada una de las cuales comprende medios (1215) de almacenamiento de potencia y medios (1211-1214) de conmutación para emitir la potencia de los medios (1215) de almacenamiento de potencia, están conectadas en serie; y
 un transformador (11) trifásico que tiene al menos tres ramas (113uv, 113vw, 113wu) en cada una de las
 10 cuales se enrolla un devanado (111uv, 111vw, 111wu) primario y un devanado (112uv, 112vw y 112wu) secundario para su acoplamiento magnético, en el que
 ambos extremos del devanado (112uv, 112vw, 112wu) secundario están conectados respectivamente a
 ambos extremos del grupo (12uv, 12vw, 12wu), en el que
 una unidad (13) de control activa o desactiva los medios (1211-1214) de conmutación incluidos en la celda
 (121) unitaria para controlar las tensiones (Vuv, Vvw, Vwu) de grupo, de manera que cada tensión de grupo
 15 se convierta en un valor de corriente deseado en base a las tensiones (Vsuv, Vsvw y Vswu) línea-a-línea.
caracterizado por que
 cada celda (121) unitaria comprende además un primer voltímetro (1216) que está conectado a ambos
 extremos de los medios (1215) de almacenamiento de potencia para medir una tensión vckj y emite la
 información acerca de la tensión vckj medida a una unidad (13) de control,
 20 dicha unidad (13) de control está conectada además a segundos voltímetros (14uv, 14vw, 14wu) que miden
 cada una de las tensiones (Vsuv, Vsvw, Vswu) línea-a-línea entre las fases respectivas de un sistema (2) de
 potencia eléctrica, conectado al dispositivo (1) de conversión de potencia,
 la unidad (13) de control detecta la tensión de los medios (1215) de almacenamiento de potencia de cada
 25 celda (121) unitaria incluida en los grupos (12uv, 12vw, 12wu) y controla las tensiones (Vuv, Vvw, Vwu) de
 grupo mediante una tensión V_0 de fase cero, que es la suma de las tensiones (Vuv, Vvw, Vwu) de grupo,
 para limitar la corriente I_0 de fase cero, que es la corriente que circula a través de todos los grupos y que
 fluye al interior del transformador (11) trifásico.

2. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 1, en el que los devanados (111uv, 111vw, 111wu) primarios están conectados en triángulo.

3. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 1, en el que los devanados (111uv, 111vw, 111wu) primarios están conectados en estrella o en zigzag.

35 4. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 1, en el que la celda (121) unitaria comprende:

un circuito de puente completo en el que están conectados al menos cuatro dispositivos (1211 a 1214) de
 40 conmutación;
 medios de aplicación de tensión conectados a un lado de CC del circuito de puente completo; y
 un terminal (1218) del lado positivo y un terminal (1219) del lado negativo conectados a un lado de CA del
 circuito de puente completo.

45 5. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 4, en el que los medios de aplicación de tensión son un condensador (1215).

6. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 1, en el que el transformador (11) es un transformador trifásico que tiene las tres ramas (113uv, 113vw, 113wu).

50 7. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 1, en el que los devanados (111uv, 111vw, 111wu) primarios del transformador (11) están conectados a las fases de un sistema (2) de potencia eléctrica para conectarse al sistema (2) de potencia eléctrica.

55 8. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 7, en el que la potencia reactiva capacitiva o la potencia reactiva inductiva es suministrada al sistema (2) de potencia eléctrica.

9. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 4, en el que los medios de aplicación de tensión son medios de suministro de potencia activa para suministrar potencia activa a través del circuito de puente completo.

60 10. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 9, en el que los medios de suministro de potencia activa son una cualquiera de entre una celda secundaria, una celda solar y una celda de combustible.

ES 2 676 720 T3

- 5 11. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 9, en el que los devanados (111uv, 111vw, 111wu) primarios del transformador (11) están conectados a un motor (3) eléctrico y se suministra potencia de cualquier amplitud y de cualquier frecuencia al motor (3) eléctrico para controlar un par, una velocidad de rotación y una posición del motor (3) eléctrico.
12. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 6, en el que un devanado primario enrollado sobre una rama de núcleo respectiva está conectado a un suministro de potencia de CA trifásico.
- 10 13. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que un devanado primario enrollado sobre una rama de núcleo respectiva está conectado a una carga de CA trifásica.
- 15 14. Dispositivo de conversión de potencia según la reivindicación 6, en el que un grupo respectivo controla la corriente de fase cero y la tensión de grupo del grupo respectivo en base a la tensión (V_{suv} , V_{svw} , V_{swu}) línea-a-línea respectiva medida por los segundos voltímetros (14uv, 14wv, 14wu) y a la inductancia de los devanados secundarios del transformador (11) trifásico.
- 20 15. Dispositivo (1, 1A, 1B) de conversión de potencia según la reivindicación 6, en el que la corriente de fase cero que fluye en los devanados secundarios del transformador (11) trifásico está limitada por la inductancia del transformador (11).

FIG. 1

CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO DE CONVERSIÓN DE POTENCIA EN LA PRIMERA REALIZACIÓN

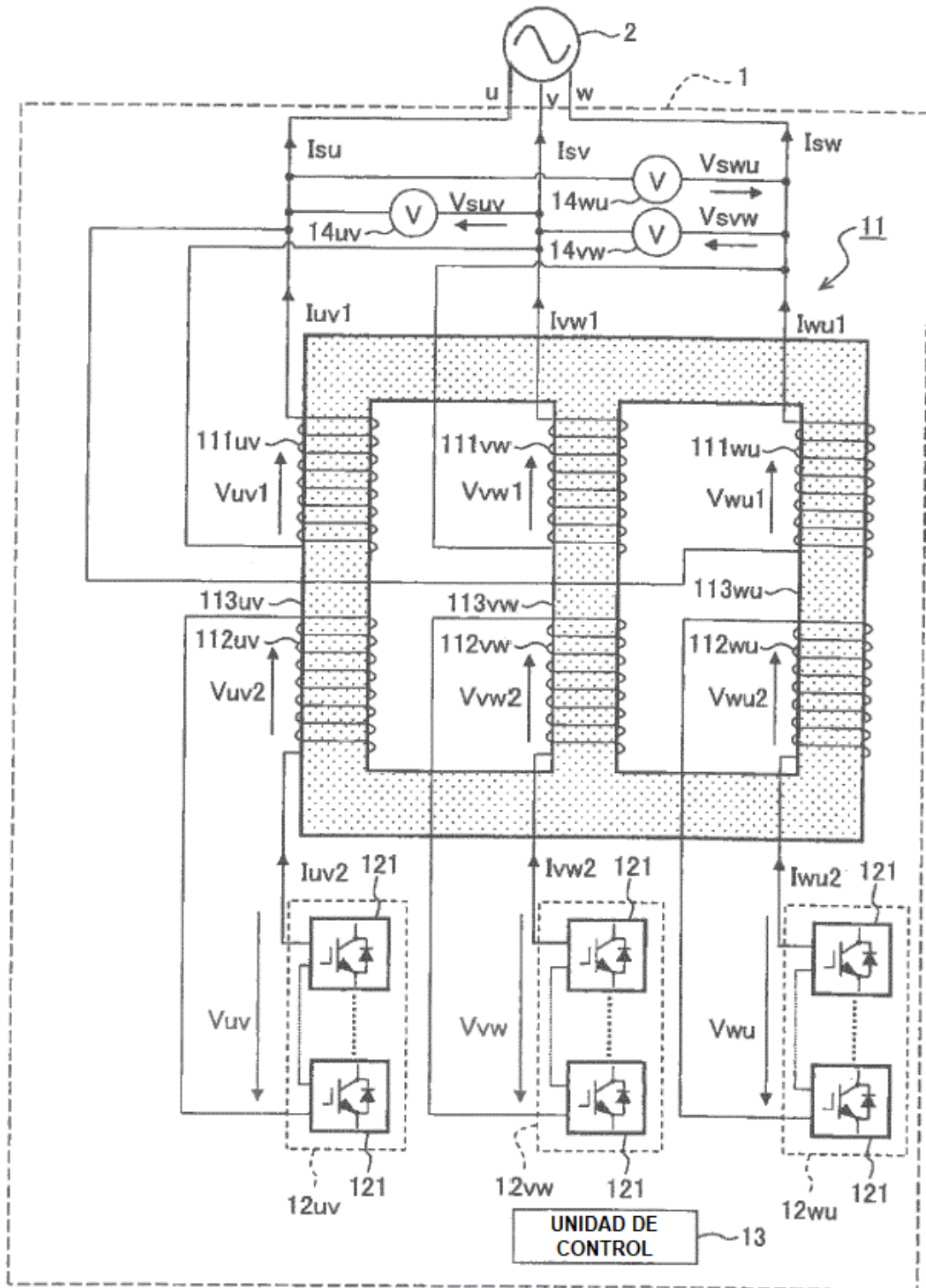


FIG. 2

CONFIGURACIÓN DE LA CELDA UNITARIA EN LA PRIMERA REALIZACIÓN

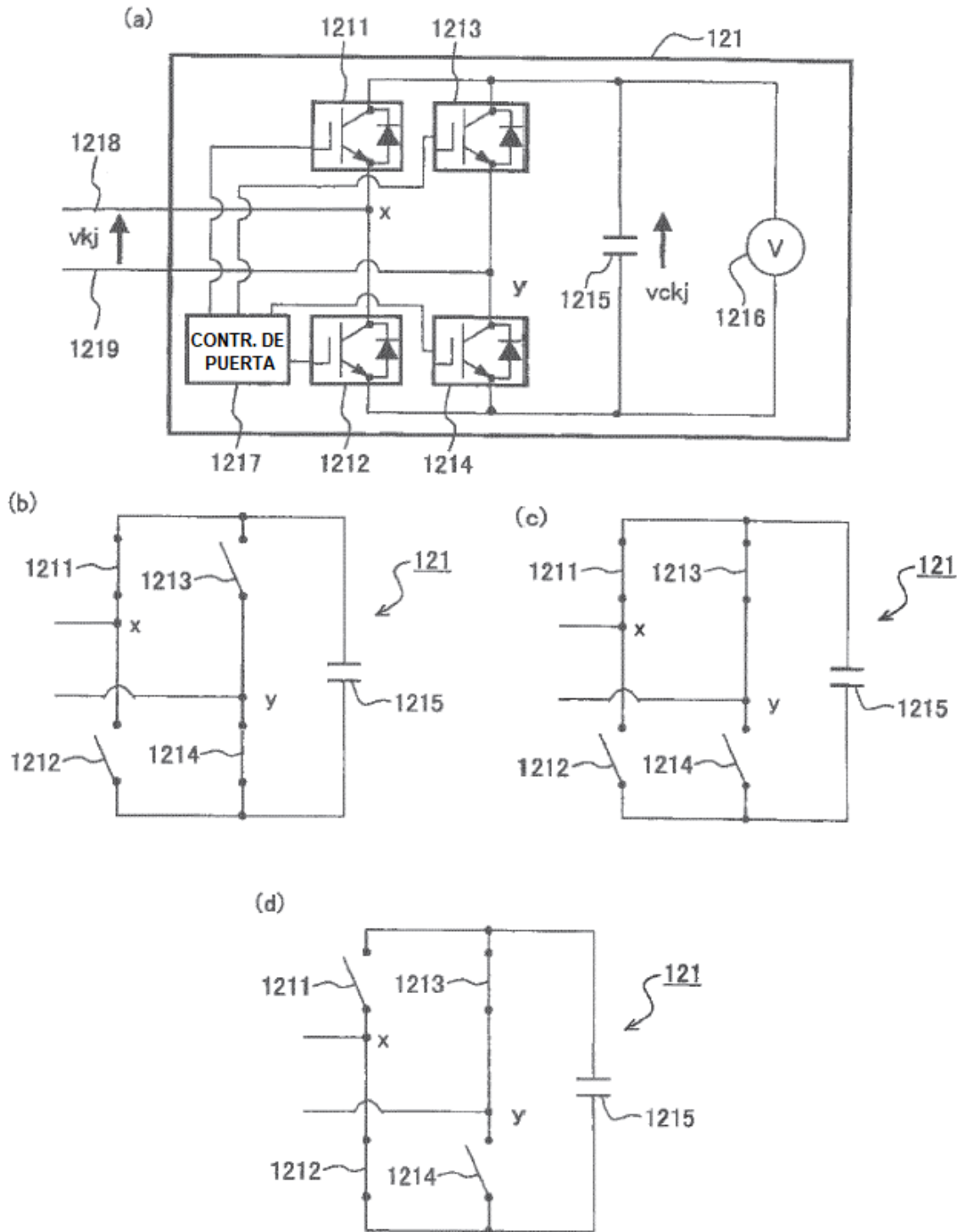


FIG. 3

EJEMPLO DE FORMA DE ONDA DE TENSIÓN DE CONJUNTO EN LA PRIMERA REALIZACIÓN

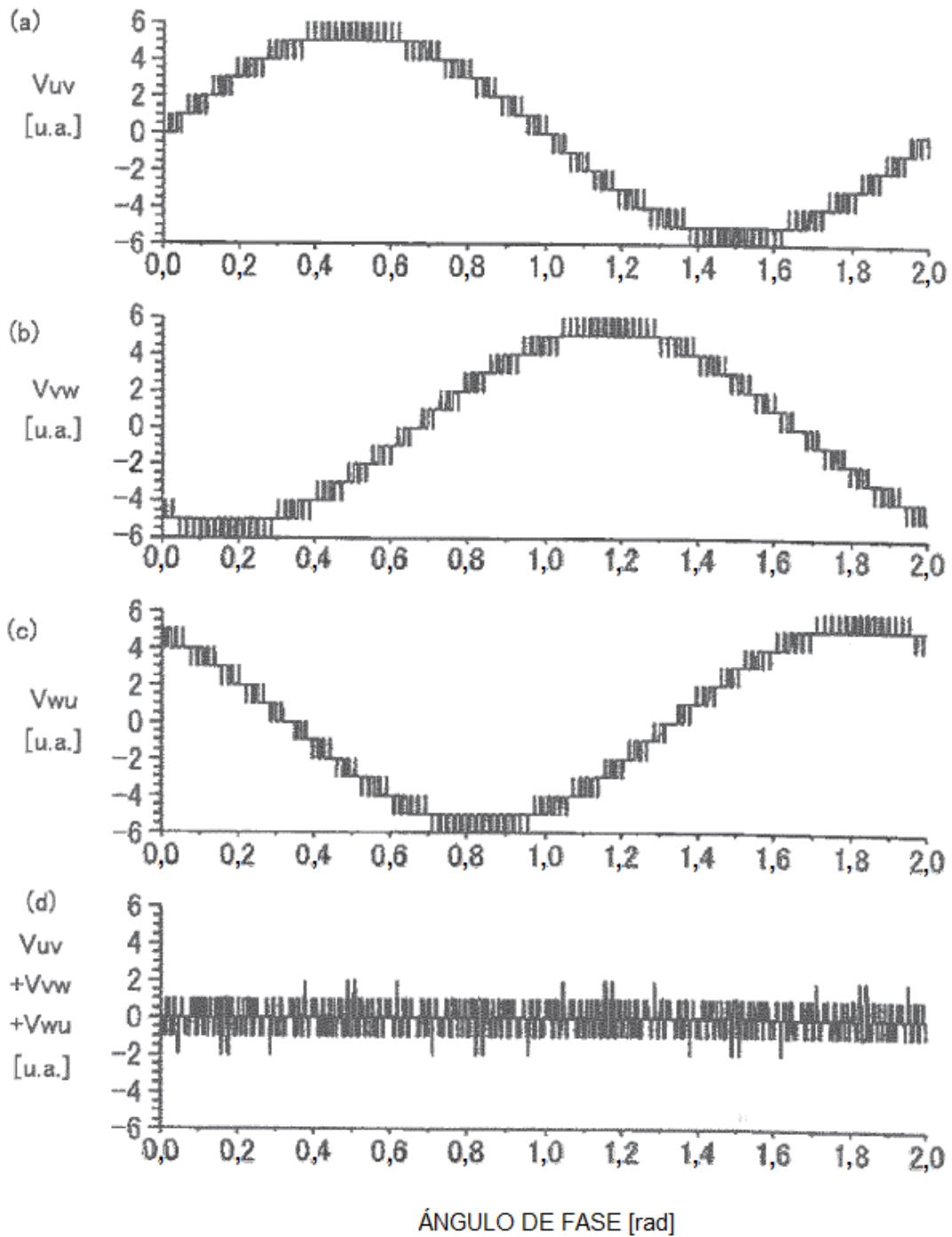


FIG. 4

TRAYECTORIA DE CORRIENTE DE FASE CERO EN LA PRIMERA REALIZACIÓN

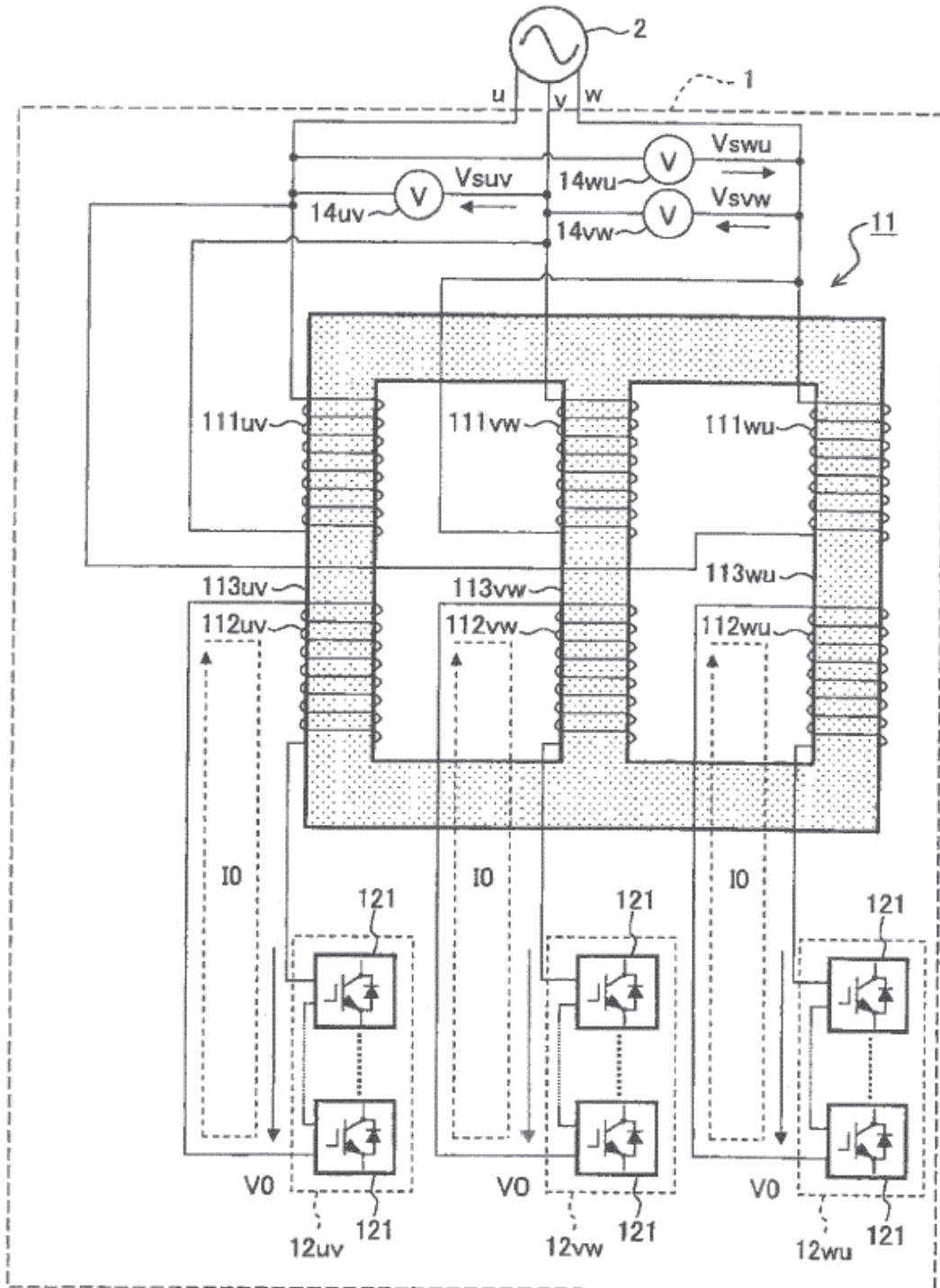


FIG. 5

CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO DE CONVERSIÓN DE POTENCIA EN LA SEGUNDA REALIZACIÓN

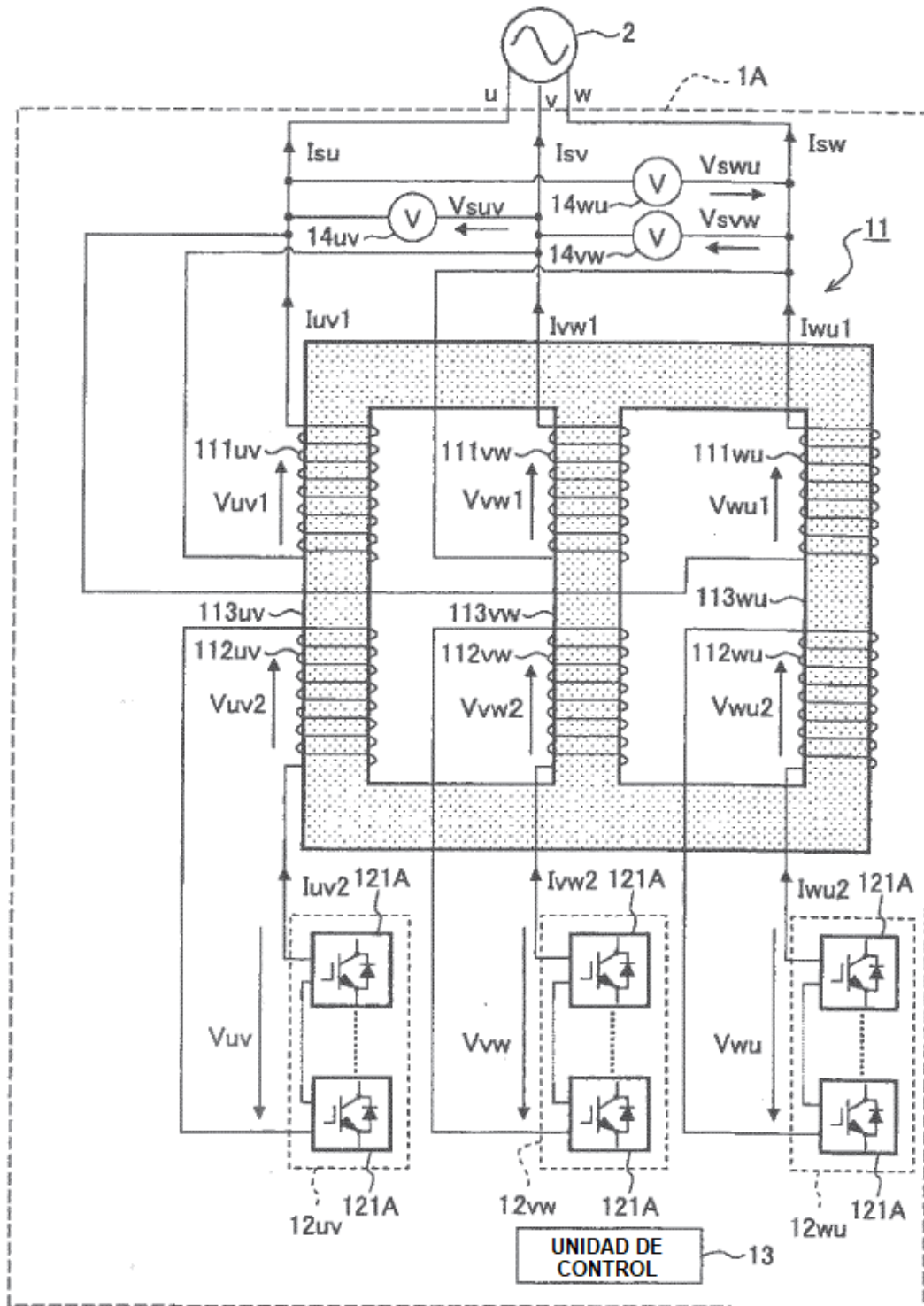


FIG. 6

CONFIGURACIÓN DE LA CELDA UNITARIA EN LA SEGUNDA REALIZACIÓN

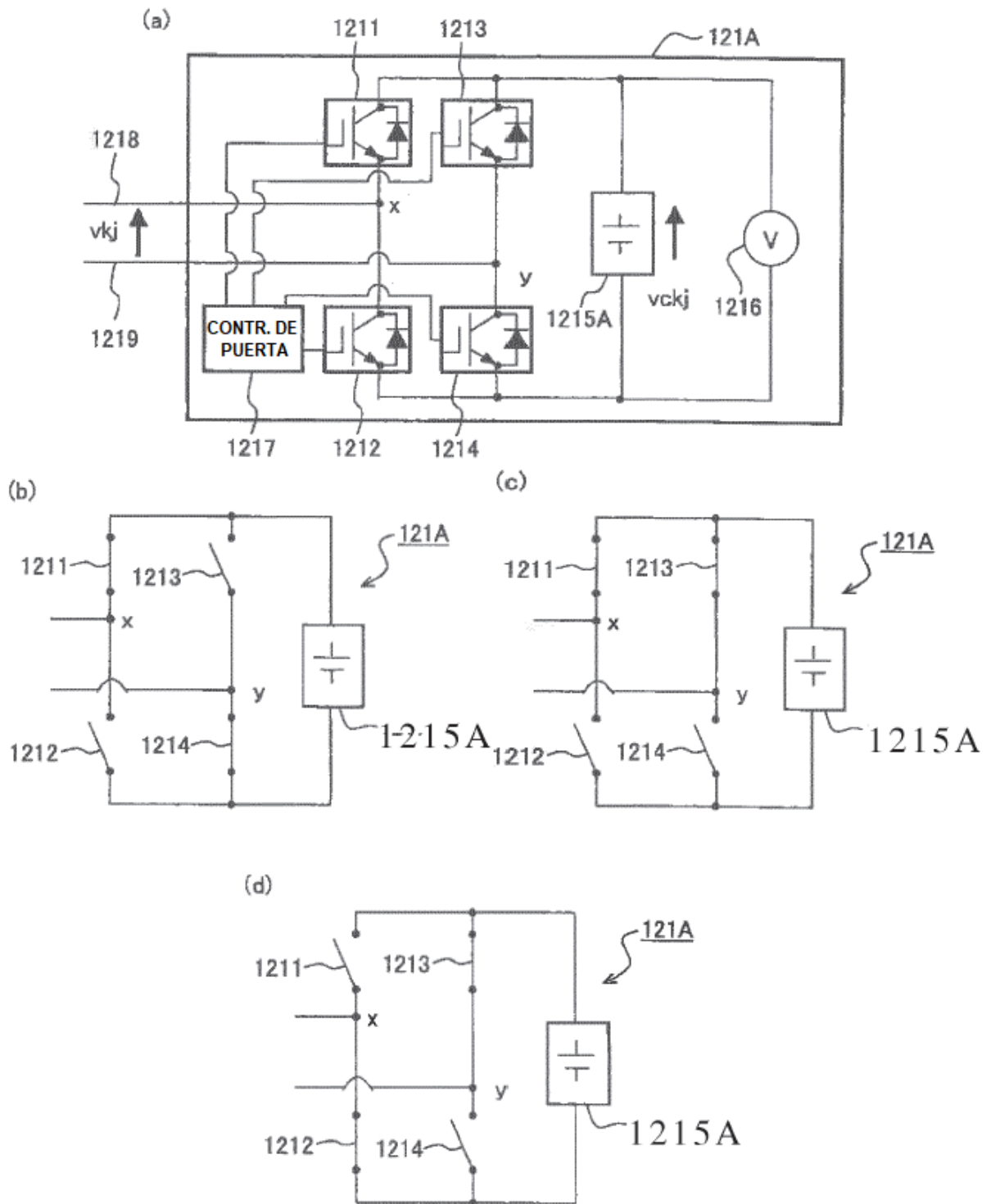


FIG. 7

CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO DE CONVERSIÓN DE POTENCIA EN LA TERCERA REALIZACIÓN

