

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 648**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/49** (2007.01)

**H02M 7/483** (2007.01)

**H02M 1/12** (2006.01)

**H02M 5/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2015** **E 15165702 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018** **EP 2945274**

54 Título: **Convertidor modular de niveles múltiples**

30 Prioridad:

**13.05.2014 KR 20140057355**

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

**10.10.2018**

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)  
127 LS-ro, Dongan-gu  
Anyang-si, Gyeonggi-do 431-080, KR**

72 Inventor/es:

**KIM, YOUNG WOO y  
SONG, WOONG HYUB**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 685 648 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

Convertidor modular de niveles múltiples

5 **ANTECEDENTES**

[0001] La presente divulgación se refiere a un convertidor modular de múltiples niveles y, más en particular, a un convertidor modular de múltiples niveles capaz de controlar eficazmente una pluralidad de sub-módulos.

10 [0002] La transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) se refiere a un procedimiento de transmisión de energía eléctrica en el que la energía de corriente alterna (CA) generada desde una planta de energía se convierte en corriente continua (CC) y es transmitida por una subestación de transmisión, después de lo cual la energía eléctrica de corriente continua CC se convierte de nuevo en energía de CA en una subestación receptora para suministrar energía.

15 [0003] Los sistemas de HVDC se aplican a la transmisión por cable submarino, a la transmisión de larga distancia de alta capacidad, a las interconexiones entre sistemas de CA y similares. Además, los sistemas de HVDC posibilitan las interconexiones entre diferentes sistemas de frecuencia e interconexiones asincrónicas.

20 [0004] Una subestación de transmisión convierte la alimentación de CA en CC. Es decir, dado que la transmisión de energía de CA utilizando un cable submarino, o similar, presenta una situación muy peligrosa, la subestación de transmisión convierte la energía de CA en la energía de CC para transmitir a la subestación receptora.

25 [0005] Mientras tanto, hay varios tipos de convertidores de tipo de tensión usados en los sistemas de HVDC, y los convertidores modulares de tipo de tensión de múltiples niveles han atraído recientemente el mayor interés.

[0006] Un convertidor modular en múltiples niveles (MMC) es un aparato que convierte la alimentación de CC en alimentación de CA mediante el uso de una pluralidad de sub-módulos y funciona de manera que cada uno de los sub-módulos se controla para que esté en estados de carga, descarga o desvío.

30 [0007] Por consiguiente, en un MMC, es sumamente importante controlar la pluralidad de sub-módulos en la operación de conversión de potencia, y la operación de control de la pluralidad de sub-módulos determina la forma y la calidad de la potencia de CA de salida.

35 [0008] Por lo tanto, se requiere un MMC capaz de controlar eficientemente la pluralidad de sub-módulos del MMC.

[0009] El documento US 2013/223115 A1 (TSUCHIYA MITSUY-OSHI [JP] ET AL) del 29 de agosto de 2013 (2013-08-29) describe un dispositivo de conversión de potencia que comprende una pluralidad de convertidores de potencia monofásicos de tipo cascada y una primera unidad de control que controla la pluralidad de convertidores de potencia monofásicos, cada uno de los cuales tiene una segunda unidad de control.

40 [0010] El documento EP 2 458 726 A1 (HITACHI LTD [JP]) del 30 de mayo de 2012 (30/05/2012) divulga un dispositivo de conversión de potencia, en el que, entre los cables de fibra óptica utilizados en control / comunicación, al menos la mayoría de los cables de fibra óptica de alta tensión con una resistencia dieléctrica contra las tensiones de salida de una pluralidad de células se pueden eliminar y, por lo tanto, se puede usar un cable de fibra óptica de baja tensión con una resistencia dieléctrica contra la tensión de salida de una célula.

45 [0011] El artículo de MCGRATH BRENDAN P ET AL: "A Decentralized Controller Architecture for a Cascaded H-Bridge Multilevel Converter" ["Una arquitectura de controlador descentralizada para un convertidor en múltiples niveles de Puente-H en cascada"], TRANSACCIONES DEL IEEE SOBRE ELECTRONICA INDUSTRIAL, CENTRO DE SERVICIOS DEL IEEE, PISCATAWAY, NJ, EE. UU., Vol. 61, n° 3, 1 de marzo de 2014 (2014-03-01), páginas 1169 A 1178, XP011524907, ISSN: 0278-0046, DOI: 10.1109 / TIE.2013.2261032 [obtenido el 2013-08-23] divulga una arquitectura de controlador descentralizada para un convertidor de múltiples niveles de puente-H en cascada, donde cada controlador de módulo determina sus propias acciones de conmutación basándose en sensores locales.

50 [0012] El documento US 2002/110155 A1 (PEARCE ROBERT [GB] ET AL) del 15 de agosto de 2002 (2002-08-15) describe un sistema de control de movimiento que incluye un controlador central, nodos primero y segundo en comunicación con el controlador central, un mecanismo de temporización y una red de datos.

60 **RESUMEN**

[0013] Las formas de realización proporcionan un convertidor modular de múltiples niveles (MMC) capaz de controlar eficazmente una pluralidad de sub-módulos incluidos en el MMC.

65 [0014] Las realizaciones también proporcionan un MMC capaz de determinar eficazmente la secuencia de conmutación de la pluralidad de sub-módulos incluidos en el MMC.

**[0015]** Las realizaciones también proporcionan un MMC capaz de controlar las operaciones de conmutación de la pluralidad de sub-módulos incluidos en el MMC utilizando información de estado sobre la pluralidad de sub-módulos incluidos en el MMC.

5 **[0016]** Los objetos de las realizaciones no están limitados a lo mencionado anteriormente, sino que otros objetos no descritos en este documento serán claramente entendidos por los expertos en la técnica a partir de las descripciones siguientes.

10 **[0017]** En una realización, un convertidor modular en múltiples niveles (MMC) incluye: una pluralidad de sub-módulos que incluyen elementos de conmutación; una pluralidad de unidades de sub-control que controlan respectivamente la pluralidad de elementos de conmutación incluidos en la pluralidad de sub-módulos; y una unidad de control central que determina condiciones de operación de conmutación de la pluralidad de sub-módulos, y transmite señales de control, correspondientes a las condiciones de operación de conmutación determinadas, a la pluralidad de unidades de sub-control, en donde cada una entre la pluralidad de unidades de sub-control adquiere información de estado sobre el sub-módulo controlado de ese modo y transmite la información de estado adquirida a la unidad de control central.

15 **[0018]** La información de identificación, de acuerdo a diferentes direcciones, se puede asignar a cada una entre la pluralidad de unidades de sub-control a fin de distinguir de los otros el sub-módulo controlado por una de las unidades de sub-control.

20 **[0019]** La unidad de control central puede determinar un destino de la señal de control generada para cada uno entre la pluralidad de sub-módulos sobre la base de la información de identificación asignada a cada una de las unidades de sub-control.

25 **[0020]** Cada una entre la pluralidad de unidades de sub-control puede transmitir, a la unidad de control central, información de dirección que incluye la información de identificación de acuerdo a una solicitud de confirmación de la dirección transmitida desde la unidad de control central.

30 **[0021]** Cada una entre la pluralidad de unidades de sub-control puede adquirir periódicamente información de estado del sub-módulo controlado de ese modo e insertar la información de estado adquirida en la información de dirección.

35 **[0022]** La información de estado del sub-módulo, insertada en la información de dirección, puede incluir información sobre un historial de conmutación del sub-módulo, y la unidad de control central puede determinar las condiciones de operación de conmutación de la pluralidad de sub-módulos utilizando la información del historial de conmutación de los sub-módulos.

40 **[0023]** La información de estado del sub-módulo, insertada en la información de dirección, puede incluir información sobre una tensión cargada en el sub-módulo, y la unidad de control central puede determinar una cantidad de sub-módulos que funcionan en una condición de descarga utilizando la información sobre la tensión cargada en los sub-módulos.

45 **[0024]** Los detalles de uno o más modos de realización se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción siguiente. Otras características resultarán evidentes a partir de la descripción y de los dibujos y a partir de las reivindicaciones.

50 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

**[0025]**

55 La figura 1 es una vista que ilustra la configuración de un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) de acuerdo a una realización.

La figura 2 es una vista que ilustra la configuración de un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) de tipo monopolar de acuerdo a una realización.

60 La figura 3 es una vista que ilustra la configuración de un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) de tipo bipolar de acuerdo a una realización.

La figura 4 es una vista que ilustra un cableado de un transformador y un puente de válvula trifásico de acuerdo a una realización.

65 La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un convertidor modular en múltiples niveles de acuerdo a una realización.

La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un convertidor modular en múltiples niveles de acuerdo a otra realización.

5 La figura 7 ilustra conexiones de una pluralidad de sub-módulos de acuerdo a una realización.

La figura 8 es una vista ejemplar que ilustra una configuración de un sub-módulo de acuerdo a una realización.

10 La figura 9 ilustra un modelo equivalente de un sub-módulo de acuerdo a una realización.

Las figuras 10 a 13 ilustran una operación de un sub-módulo de acuerdo a una realización.

15 La figura 14 es una vista que ilustra una estructura de datos de información de dirección en un convertidor modular de niveles múltiples de acuerdo a una realización.

La figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento de operación de un convertidor modular de niveles múltiples de acuerdo a una realización.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES**

20 **[0026]** Las ventajas y características de la presente invención, y sus procedimientos de implementación, se aclararán mediante las siguientes realizaciones descritas con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente invención puede realizarse de formas diferentes y no debería considerarse como limitada a los modos de realización dados a conocer en el presente documento. En cambio, estos modos de realización se proporcionan para  
25 que esta divulgación sea minuciosa y completa, transmitiendo completamente el alcance de la presente invención a los expertos en la técnica. Además, la presente invención solo está definida por alcances de reivindicaciones. Los mismos números de referencia se refieren a los mismos elementos en todos los dibujos.

30 **[0027]** En la siguiente descripción de las realizaciones, no se proporcionará una descripción detallada de las funciones o configuraciones conocidas incorporadas en la presente memoria cuando se determine que la descripción detallada de la misma puede oscurecer innecesariamente el asunto objeto del concepto de la invención. Los términos que se describirán a continuación son términos definidos en consideración de las funciones en la presente divulgación, y pueden ser diferentes según los usuarios, las intenciones de los usuarios o las costumbres. Por lo tanto, las definiciones de los términos se deberían determinar basándose en los contenidos a lo largo de la especificación.  
35

**[0028]** Ha de entenderse que cada bloque de las ilustraciones de diagramas de flujo y/o diagramas de bloques, y las combinaciones de bloques en las ilustraciones de diagramas de flujo y/o diagramas de bloques, pueden implementarse mediante instrucciones de programa informático. Estas instrucciones de programa informático se pueden proporcionar a un procesador de ordenador de propósito general, ordenador de propósito especial u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina, de tal manera que las instrucciones, que se ejecutan mediante el procesador del ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable, creen medios para implementar las funciones/actos especificados en el bloque o bloques del diagrama de flujo y/o del diagrama de bloques. Estas instrucciones del programa de ordenador también pueden almacenarse en una memoria legible por ordenador que puede dirigir un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para funcionar de una manera particular, de modo que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por ordenador produzcan un artículo de fabricación que incluya instrucción medios que implementan la función / acto especificada en el diagrama de flujo y/o bloque de bloques o bloques de diagrama. Las instrucciones del programa informático también pueden cargarse en un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para provocar que se realicen una serie de etapas operativas en el ordenador u otros aparatos programables, para producir un proceso implementado por ordenador de modo que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador u otro aparato programable proporcionen etapas para implementar las funciones / actos especificados en el diagrama de flujo y/o el bloque o los bloques del diagrama de bloques.  
40  
45  
50

55 **[0029]** Además, los respectivos diagramas de bloques pueden ilustrar partes de módulos, segmentos o códigos que incluyen al menos una o más instrucciones ejecutables para realizar una o más funciones lógicas específicas. Además, debería tenerse en cuenta que las funciones de los bloques pueden realizarse en diferente orden en varias modificaciones. Por ejemplo, dos bloques sucesivos pueden realizarse esencialmente al mismo tiempo, o pueden realizarse en orden inverso, según sus funciones.  
60

**[0030]** La figura 1 ilustra un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) de acuerdo a una realización.

65 **[0031]** Como se ilustra en la figura 1, un sistema de HVDC 100 según una realización incluye una parte de generación de energía 101, una parte de corriente alterna del lado de transmisión 110, una parte de transformación de potencia del lado de transmisión 103, una parte de transmisión de potencia con corriente continua (CC) 140, una

- parte de transformación de potencia del lado del cliente 105, una parte de CA del lado del cliente 170, una parte de cliente 180 y una unidad de control 190. La parte de transformación de la energía del lado de la transmisión 103 incluye una parte de transformador del lado de la transmisión 120 y una parte de convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130. La parte de transformación de energía del lado del cliente 105 incluye una parte de convertidor de CC-CA del lado del cliente 150 y una parte de transformador del lado del cliente 160.
- 5
- [0032]** La parte de generación de energía 101 genera energía de CA trifásica. La parte de generación de energía 101 puede incluir una pluralidad de centrales eléctricas.
- 10
- [0033]** La parte de CA del lado de la transmisión 110 transmite la energía de CA trifásica generada por la parte de generación de energía 101 a una subestación de transformación de la energía de CC que incluye la parte de transformador del lado de la transmisión 120 y la parte de convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130.
- 15
- [0034]** La parte de transformador del lado del cliente 120 aísla la parte de CA del lado del cliente 110 de la parte de convertidor de CC-CA del lado del cliente 130 y de la parte de transmisión de energía de CC 140.
- 20
- [0035]** La parte del convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130 convierte la potencia de CA trifásica correspondiente a la salida de la parte del transformador del lado de la transmisión 120 en energía de CC.
- 25
- [0036]** La parte de transmisión de energía de CC 140 transfiere la energía de CC del lado de la transmisión al lado del cliente.
- [0037]** La parte de convertidor de CC-CA del lado del cliente 150 convierte la energía de CC transferida por la parte de transmisión de energía de CC 140 en energía de CA.
- 30
- [0038]** La parte de transformador del lado del cliente 160 aísla la parte de CA del lado del cliente 170 de la parte de convertidor de CC-CA del lado del cliente 150 y de la parte de transmisión de energía de CC 140.
- 35
- [0039]** La parte de CA del lado del cliente 170 proporciona energía de CA trifásica correspondiente a la salida de la parte de transformador del lado del cliente 160 a la parte de cliente 180.
- 40
- [0040]** La unidad de control 190 controla al menos una entre la parte de generación de energía 101, la parte de CA del lado de transmisión 110, la parte de transformación de potencia del lado de transmisión 103, la parte de transmisión de potencia de CC 140, la parte de transformación de potencia del lado del cliente 105, la parte de CA del lado del cliente 170, la parte del cliente 180, la unidad de control 190, la parte de convertidor de CA-CC del lado de transmisión 130 y la parte de convertidor de CC-CA del lado del cliente 150. En particular, la unidad de control 190 puede controlar las temporizaciones de encendido y apagado de una pluralidad de válvulas en la parte del convertidor de CA-CC del lado de la transmisión 130 y la parte del convertidor de CC-CA del lado del cliente 150. Aquí, las válvulas pueden corresponder a un tiristor o un transistor bipolar de compuerta aislada (IGBT).
- 45
- [0041]** La figura 2 ilustra un sistema de transmisión de corriente continua de alta tensión (HVDC) de tipo monopolar.
- [0042]** En particular, la figura 2 ilustra un sistema que transmite la energía de CC con un polo. En lo sucesivo, el polo único se describe bajo el supuesto de que es un polo positivo, pero no está necesariamente limitado a ello.
- 50
- [0043]** La parte de CA del lado de la transmisión 110 incluye una línea de transmisión de CA 111 y un filtro de CA 113.
- 55
- [0044]** La línea de transmisión de energía de CA 111 transfiere la energía de CA trifásica generada por la parte de generación 101 a la parte de transformación de energía del lado de la transmisión 103.
- [0045]** El filtro de CA 113 elimina componentes de frecuencia restantes, distintos al componente de frecuencia utilizado por la parte de transformación de energía 103, de la energía de CA trifásica transferida.
- 60
- [0046]** La parte de transformador del lado de la transmisión 120 incluye uno o más transformadores 121 para el polo positivo. Para el polo positivo, la parte de convertidor de CA-CC del lado de transmisión 130 incluye un convertidor de CA - CC de polo positivo 131 que genera energía de CC de polo positivo y el convertidor de CA - CC de polo positivo 131 incluye uno o más puentes de válvulas trifásicas 131a correspondientes a los uno o más transformadores 121, respectivamente.
- 65
- [0047]** Cuando se usa un puente de válvula trifásico 131a para el polo positivo, el convertidor de CA - CC de polo positivo 131 puede generar energía de CC de polo positivo que tenga seis impulsos usando la energía de CA. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los transformadores 121 pueden tener una conexión Y-Y o una conexión Y-delta ( $\Delta$ ).

- 5 [0048] Cuando se usan dos puentes de válvula trifásicos 131a, el convertidor de CA - CC de polo positivo 131 puede generar energía de CC de polo positivo que tenga 12 impulsos usando la energía de CA. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los dos transformadores 121 pueden tener una conexión Y-Y, y una bobina primaria y una bobina secundaria del otro de los dos transformadores 121 pueden tener una conexión Y- $\Delta$ .
- 10 [0049] Cuando se usan dos puentes de válvula 131a, el convertidor de CA - CC de polo positivo 131 puede generar energía de CC de polo positivo que tiene 18 pulsos usando la potencia de CA. Cuanto mayor se vuelve el número de pulsos de la energía de CC de polo negativo, más bajo se vuelve el precio del filtro.
- 15 [0050] La parte de transmisión de energía de CC 140 incluye un filtro de CC de polo positivo del lado de transmisión 141, una línea de transmisión de energía de CC de polo positivo 143 y un filtro de CC de polo positivo de lado del cliente 145.
- 20 [0051] El filtro de CC de polo positivo del lado de la transmisión 141 incluye un inductor L1 y un condensador C1 y realiza el filtrado de CC en la salida de energía de CC de polo positivo emitida por el convertidor de CA - CC de polo positivo 131.
- [0052] La línea de transmisión de energía de CC de polo negativo 143 tiene una línea de CC para la transmisión de la energía de CC de polo negativo, y la toma de tierra puede usarse como una trayectoria de realimentación de corriente. Uno o más conmutadores pueden estar dispuestos en la línea de CC.
- 25 [0053] El filtro de CC de polo negativo del lado del cliente 145 incluye un inductor L2 y un condensador C2 y realiza el filtrado de CC de la energía de CC de polo negativo, transferida a través de la línea de transmisión de energía de CC de polo negativo 143.
- [0054] La parte del convertidor de CC-CA del lado del cliente 150 incluye un convertidor CC de polo positivo - CA 151 y uno o más puentes de válvula trifásica 151a.
- 30 [0055] La parte de transformador del lado del cliente 160 incluye, para el polo positivo, uno o más transformadores 161 correspondientes respectivamente a uno o más puentes de válvula trifásicos 151a.
- 35 [0056] Cuando se usa un puente de válvula trifásico 151a, el convertidor de CC de polo positivo - CA 151 puede generar energía de CA que tenga seis pulsos usando la energía de CC de polo positivo. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los transformadores 161 pueden tener una conexión Y-Y o una conexión Y-delta ( $\Delta$ ).
- 40 [0057] Cuando se usan dos puentes de válvula trifásicos 151a, el convertidor de CC de polo positivo - CA 151 puede generar energía de CA que tenga 12 pulsos usando la energía de CC de polo positivo. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los dos transformadores 161 pueden tener una conexión Y-Y, y una bobina primaria y una bobina secundaria del otro de los dos transformadores 161 pueden tener una conexión Y- $\Delta$ .
- 45 [0058] Cuando se usen tres puentes de válvula trifásicos 151a, el convertidor de CC de polo positivo - CA 151 puede generar energía de CA que tenga 18 impulsos usando la energía de CC de polo positivo. Cuanto mayor se vuelve el número de los pulsos de la energía de CA, más bajo se vuelve el precio del filtro.
- 50 [0059] La parte de CA del lado del cliente 170 incluye un filtro de CA 171 y una línea de transmisión de energía de CA 173.
- [0060] El filtro de CA 171 elimina componentes de frecuencia restantes, distintos al componente de frecuencia (por ejemplo, 60 Hz) usado por la parte de cliente 180 a partir de la potencia de CA generada por la parte de transformación de potencia del lado del cliente 105.
- 55 [0061] La línea de transmisión de energía de CA 173 transfiere la energía de CA filtrada a la parte del cliente 180.
- [0062] La Figura 3 ilustra un sistema de transmisión de HVDC de tipo bipolar de acuerdo a un modo de realización.
- 60 [0063] En particular, la Figura 3 ilustra un sistema que transmite la energía de CC con dos polos. En la siguiente descripción, se describen dos polos suponiendo un polo positivo y un polo negativo, pero no están necesariamente limitados a los mismos.
- [0064] La parte de CA del lado de la transmisión 110 incluye una línea de transmisión de CA 111 y un filtro de CA 113.
- 65 [0065] La línea de transmisión de energía de CA 111 transfiere la energía de CA trifásica generada por la parte de

generación 101 a la parte de transformación de energía del lado de la transmisión 103.

**[0066]** El filtro de CA 113 elimina componentes de frecuencia restantes, distintos al componente de frecuencia utilizado por la parte de transformación de energía 103, de la energía de CA trifásica transferida.

**[0067]** La parte de transformador del lado de transmisión 120 incluye uno o más transformadores 121 para el polo positivo y uno o más transformadores 122 para el polo negativo. La parte de convertidor de CA - CC del lado de transmisión 130 incluye un convertidor de CA - CC de polo positivo 131, que genera energía de CC de polo positivo, y un convertidor de CA - CC de polo negativo 132, que genera energía de CC de polo negativo. El convertidor de CA - CC de polo positivo 131 incluye uno o más puentes de válvula trifásicos 131a correspondientes, respectivamente, a uno o más transformadores 121 para el polo positivo. El convertidor de CA - CC de polo negativo 132 incluye uno o más puentes de válvula trifásicos 132a correspondientes, respectivamente, a uno o más transformadores 122 para el polo negativo.

**[0068]** Cuando se usa un puente de válvulas trifásico 131a, el convertidor de CA - CC de polo positivo 131 puede generar energía de CC de polo positivo que tenga seis pulsos usando la energía de CC. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los transformadores 121 pueden tener una conexión Y-Y o una conexión Y-delta ( $\Delta$ ).

**[0069]** Cuando se usan dos puentes de válvula trifásicos 131a para el polo positivo, el convertidor de CA - CC de polo positivo 131 puede generar energía de CC de polo positivo que tenga 12 pulsos usando la energía de CA. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los dos transformadores 121 pueden tener una conexión Y-Y, y una bobina primaria y una bobina secundaria del otro de los dos transformadores 121 también pueden tener una conexión Y- $\Delta$ .

**[0070]** Cuando se usan tres puentes de válvula trifásicos 131a para el polo positivo, el convertidor de CA - CC de polo positivo 131 puede generar energía de CC de polo positivo que tenga 18 pulsos usando la energía de CA. Cuanto mayor se vuelve el número de pulsos de la energía de CC de polo negativo, más bajo se vuelve el precio del filtro.

**[0071]** Cuando se usa un puente de válvula trifásico 132a para el polo negativo, el convertidor de CA - CC de polo negativo 132 puede generar energía de CC de polo negativo que tenga seis pulsos. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los transformadores 122 pueden tener una conexión Y-Y o una conexión Y-delta ( $\Delta$ ).

**[0072]** Cuando se usan dos puentes de válvula trifásicos 132a para el polo negativo, el convertidor de CA - CC de polo negativo 132 puede generar energía de CC de polo negativo que tenga 12 pulsos. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los dos transformadores 122 pueden tener una conexión Y-Y, y una bobina primaria y una bobina secundaria del otro de los dos transformadores 122 también pueden tener una conexión Y- $\Delta$ .

**[0073]** Cuando se usan tres puentes de válvula trifásicos 132a para el polo negativo, el convertidor de CA - CC de polo negativo 132 puede generar energía de CC de polo negativo que tenga 18 pulsos. Cuanto mayor se vuelve el número de pulsos de la energía de CC de polo negativo, más bajo se vuelve el precio del filtro.

**[0074]** La parte de transmisión de energía de CC 140 incluye un filtro de CC de polo positivo del lado de transmisión 141, un filtro de CC de polo negativo del lado de transmisión 142, una línea de transmisión de energía de CC de polo positivo 143, una línea de transmisión de energía de CC de polo negativo 144, un filtro de CC de polo positivo del lado del cliente 145 y un filtro de CC de polo negativo del lado del cliente 146.

**[0075]** El filtro de CC de polo positivo del lado de la transmisión 141 incluye un inductor L1 y un condensador C1 y realiza el filtrado de CC en la salida de energía de CC de polo positivo emitida por el convertidor de CA - CC de polo positivo 131.

**[0076]** El filtro de CC de polo positivo del lado de la transmisión 142 incluye un inductor L3 y un condensador C3 y realiza el filtrado de CC en la salida de energía de CC de polo positivo emitida por el convertidor de CA - CC de polo positivo 132.

**[0077]** La línea de transmisión de energía de CC de polo negativo 143 tiene una línea de CC para la transmisión de la energía de CC de polo negativo, y la toma de tierra puede usarse como una trayectoria de realimentación de corriente. Uno o más conmutadores pueden estar dispuestos en la línea de CC.

**[0078]** La línea de transmisión de energía de CC de polo negativo 144 tiene una línea de CC para la transmisión de la energía de CC de polo negativo, y la toma de tierra puede usarse como una vía de realimentación de corriente. Uno o más conmutadores pueden estar dispuestos en la línea de CC.

- [0079] El filtro de CC de polo positivo del lado del cliente 145 incluye un inductor L2 y un condensador C2 y realiza el filtrado de la energía de CC de polo positivo transferida a través de la línea de transmisión de energía de CC de polo positivo 143.
- 5 [0080] El filtro de CC de polo negativo del lado del cliente 146 incluye un inductor L4 y un condensador C4 y realiza el filtrado de CC de la energía de CC de polo negativo transferida a través de la línea de transmisión de energía de CC de polo negativo 144.
- 10 [0081] La parte de convertidor de CC-CA del lado del cliente 150 incluye un convertidor de CC de polo positivo - CA 151 y un convertidor CC de polo negativo - CA 152. El convertidor de CC de polo positivo - CA 151 incluye uno o más puentes de válvula trifásicos 151a, y el convertidor CC de polo negativo - CA 152 incluye uno o más puentes de válvula trifásicos 152a.
- 15 [0082] La parte de transformador del lado del cliente 160 incluye, para el polo positivo, uno o más transformadores 161 correspondiente, respectivamente, a uno o más puentes de válvula trifásicos 151a y, para el polo negativo, uno o más transformadores 162 correspondientes, respectivamente, a uno o más puentes de válvula trifásicos 152a.
- 20 [0083] Cuando se usa un puente de válvula trifásico 151a para el polo positivo, el convertidor de CC de polo positivo - CA 151 puede generar energía de CA que tenga seis pulsos usando la energía de CC de polo positivo. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los transformadores 161 pueden tener una conexión Y-Y o una conexión Y-delta ( $\Delta$ ).
- 25 [0084] Cuando se usan dos puentes de válvula trifásicos 151a para el polo positivo, el convertidor CC de polo positivo - CA 151 puede generar energía de CA que tenga 12 pulsos usando la energía de CC de polo positivo. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los dos transformadores 161 pueden tener una conexión Y-Y, y una bobina primaria y una bobina secundaria del otro de los dos transformadores 161 pueden tener una conexión Y- $\Delta$ .
- 30 [0085] Cuando se usan tres puentes de válvula trifásicos 151a para el polo positivo, el convertidor de CC de polo positivo - CA 151 puede generar energía de CA que tenga 18 pulsos usando la energía de CC de polo positivo. Cuanto mayor se vuelve el número de los pulsos de la energía de CA, más bajo se vuelve el precio del filtro.
- 35 [0086] Cuando se usa un puente de válvula trifásico 152a para el polo negativo, el convertidor de CC de polo negativo - CA 152 puede generar energía de CA que tenga seis pulsos usando la energía de CC de polo negativo. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los transformadores 162 pueden tener una conexión Y-Y o una conexión Y-delta ( $\Delta$ ).
- 40 [0087] Cuando se usan dos puentes de válvula trifásicos 152a para el polo negativo, el convertidor de CC de polo negativo - CA 152 puede generar energía de CA que tenga 12 pulsos usando la energía de CC de polo negativo. En este caso, una bobina primaria y una bobina secundaria de uno de los dos transformadores 162 pueden tener una conexión Y-Y, y una bobina primaria y una bobina secundaria del otro de los dos transformadores 162 también pueden tener una conexión Y- $\Delta$ .
- 45 [0088] Cuando se usan tres puentes de válvula trifásicos 152a para el polo negativo, el convertidor de CC de polo negativo - CA 152 puede generar energía de CA que tenga 18 pulsos usando la energía de CC de polo negativo. Cuanto mayor se vuelve el número de los pulsos de la energía de CA, más bajo se vuelve el precio del filtro.
- 50 [0089] La parte de CA del lado del cliente 170 incluye un filtro de CA 171 y una línea de transmisión de energía de CA 173.
- 55 [0090] El filtro de CA 171 elimina componentes de frecuencia restantes, distintos al componente de frecuencia (por ejemplo, 60 Hz) usado por la parte de cliente 180 a partir de la potencia de CA generada por la parte de transformación de potencia del lado del cliente 105.
- [0091] La línea de transmisión de energía de CA 173 transfiere la energía de CA filtrada a la parte del cliente 180.
- [0092] La figura 4 ilustra una conexión entre un transformador y un puente de válvula trifásico de acuerdo a un modo de realización.
- 60 [0093] En particular, la figura 4 muestra la conexión entre los dos transformadores 121 para el polo positivo y los dos puentes de válvula trifásicos 131a para el polo positivo. Puesto que la conexión entre los dos transformadores 122 para el polo negativo y los dos puentes de válvula trifásicos 132a para el polo negativo, la conexión entre los dos transformadores 161 para el polo positivo y los dos puentes de válvula trifásicos 151a para el polo positivo, la conexión entre los dos transformadores 162 para el polo negativo y los dos puentes de válvula trifásicos 152a para el polo negativo, la conexión entre un transformador 121 para el polo positivo y un puente de válvula trifásico 131a para el polo positivo, la conexión entre un transformador 161 para el polo positivo y un puente de válvula trifásico 151a

## ES 2 685 648 T3

para el polo positivo, etc., podrían obtenerse fácilmente a partir de la realización de la figura 4, los dibujos y las descripciones de los mismos no se proporcionarán en el presente documento.

5 [0094] En la figura 4, el transformador 121 que tiene la conexión Y-Y se denomina transformador superior, el transformador 121 que tiene la conexión Y- $\Delta$  se denomina transformador inferior, el puente de válvula trifásico 131a conectado al transformador superior se denomina puente de válvula trifásico superior y el puente de válvula trifásico 131a conectado al transformador inferior se denomina puente de válvula trifásico inferior.

10 [0095] Los puentes de válvula trifásicos superiores y los puentes de válvula trifásicos inferiores tienen dos terminales de salida que emiten energía de CC, es decir, un primer terminal de salida OUT1 y un segundo terminal de salida OUT2.

15 [0096] El puente de válvula trifásico superior incluye seis válvulas D1 a D6 y el puente de válvula trifásico inferior incluye seis válvulas D7 a D12.

[0097] La válvula D3 tiene un cátodo conectado al primer terminal de salida OUT1 y un ánodo conectado a un segundo terminal de la bobina secundaria del transformador superior.

20 [0098] La válvula D2 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D5 y un ánodo conectado al ánodo de la válvula D6.

[0099] La válvula D3 tiene un cátodo conectado al primer terminal de salida OUT1 y un ánodo conectado a un segundo terminal de la bobina secundaria del transformador superior.

25 [0100] La válvula D2 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D5 y un ánodo conectado al ánodo de la válvula D6.

[0101] La válvula D5 tiene un cátodo conectado al primer terminal de salida OUT1 y un ánodo conectado a un tercer terminal de la bobina secundaria del transformador superior.

30 [0102] La válvula D6 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D3.

[0103] La válvula D7 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D6 y un ánodo conectado a un segundo terminal de la bobina secundaria del transformador inferior.

35 [0104] La válvula D8 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D11 y un ánodo conectado al segundo terminal de salida OUT2.

40 [0105] La válvula D9 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D6 y un ánodo conectado a un segundo terminal de la bobina secundaria del transformador inferior.

[0106] La válvula D10 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D7 y un ánodo conectado al segundo terminal de salida OUT2.

45 [0107] La válvula D11 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D6 y un ánodo conectado al tercer terminal de la bobina secundaria del transformador inferior.

[0108] La válvula D12 tiene un cátodo conectado al ánodo de la válvula D9 y un ánodo conectado al segundo terminal de salida OUT2.

50 [0109] Mientras tanto, la parte 105 del convertidor de CC-CA del lado del cliente puede configurarse como un convertidor modular de múltiples niveles 200.

55 [0110] El convertidor modular de múltiples niveles 200 puede convertir la energía de CC en energía de CA utilizando una pluralidad de sub-módulos 210.

[0111] Con referencia a las figuras 5 y 6, se describirá la configuración del convertidor modular en múltiples niveles 200.

60 [0112] Las figuras 5 y 6 son diagramas de bloques que ilustran un convertidor modular en múltiples niveles 200.

[0113] El convertidor modular en múltiples niveles 200 incluye una unidad de control central 250, una pluralidad de unidades de sub-control 230 y una pluralidad de sub-módulos 210.

65 [0114] La unidad de control central 250 controla la pluralidad de unidades de sub-control 230, y cada una de las unidades de sub-control 230 puede controlar respectivamente los sub-módulos 210 conectados a la misma.

**[0115]** En este caso, como se ilustra en la figura 5, una unidad de sub-control 230 está conectada a un sub-módulo 210 y, por consiguiente, puede controlar la operación de conmutación del sub-módulo 210 conectado a la misma basándose en una señal de control transferida a través de la unidad de control central 250.

**[0116]** Además, alternativamente, como se muestra en la figura 6, una unidad de sub-control 230 está conectada a una pluralidad de sub-módulos 210 y, en consecuencia, puede confirmar cada una de las señales de control para la pluralidad de sub-módulos 210 conectados a la misma en función de una pluralidad de señales de control transferidas a través de la unidad de control central 250; cada uno entre la pluralidad de sub-módulos 210 puede controlarse basándose en la señal de control confirmada.

**[0117]** La unidad de control central 250 determina la condición de funcionamiento de la pluralidad de sub-módulos 210, y genera una señal de control para controlar el funcionamiento de la pluralidad de sub-módulos 210 de acuerdo a la condición de funcionamiento determinada.

**[0118]** Además, la unidad de control central 250 transmite la señal de control generada a la unidad de sub-control 230 cuando se genera la señal de control.

**[0119]** Aquí, las direcciones se asignan a la pluralidad de unidades de sub-control 230 y, en consecuencia, la unidad de control central 250 genera una señal de control para cada uno de los sub-módulos 210, y transmite la señal de control generada a la unidad de sub-control 230 en función de las direcciones asignadas

**[0120]** Por ejemplo, un primer sub-módulo 210 y una primera unidad de sub-control 230 están conectados entre sí, de modo que se realiza un control de conmutación del primer sub-módulo 210 a través de la primera unidad de sub-control 230. Cuando la información de dirección asignada al primer sub-módulo 210 es '1', la unidad de control central 250 transmite una señal de control, correspondiente al primer sub-módulo 210, al primer sub-módulo 210 asignado con la dirección de '1'.

**[0121]** Además, el primer sub-módulo 210 recibe la señal de control transmitida a través de la unidad de control central 250, y controla el sub-módulo conectado a la misma de acuerdo a la señal de control recibida.

**[0122]** Aquí, la información de identificación, que indica a qué sub-módulo 210 se aplica la información de condición de conmutación, así como la información de condición de conmutación del sub-módulo 210, se incluye en la señal de control transmitida desde la unidad de control central 250 a la unidad de sub-control 230.

**[0123]** Por consiguiente, la unidad de sub-control 230 puede confirmar si la señal de control transmitida desde la unidad de control central 250 es una señal de control correspondiente al sub-módulo conectado a la misma, utilizando la información de identificación incluida en la señal de control y, en consecuencia, puede controlar la condición de conmutación del sub-módulo.

**[0124]** Aquí, cuando la información de identificación incluida en la señal de control recibida no corresponde al sub-módulo 210 conectado a sí mismo, la unidad de sub-control 230 no aplica la condición de operación de conmutación, de acuerdo a la señal de control recibida, al sub-módulo 210.

**[0125]** Además, la unidad de sub-control 230 transfiere la señal de control recibida a otra unidad de sub-control que controla el sub-módulo correspondiente a la información de identificación incluida en la señal de control.

**[0126]** En lo sucesivo, el sub-módulo 210, la unidad de sub-control 230 y la unidad de control central 250 se describirán con más detalle.

**[0127]** El sub-módulo 210 puede realizar una cualquiera entre la operación de descarga, la operación de carga y la operación de desvío, después de recibir energía de CC.

**[0128]** El sub-módulo 210 incluye un elemento de conmutación que tiene un diodo y, por consiguiente, puede realizar una cualquiera entre la operación de descarga, la operación de carga y la operación de desvío del sub-módulo 210, mediante una operación de conmutación y la operación de rectificación del diodo.

**[0129]** Cada una de las unidades de sub-control 230 adquiere información sobre los sub-módulos 210 e inserta la información adquirida en la información de la dirección. Asimismo, cada una de las unidades de sub-control 230 transmite la información de dirección, en la que se inserta la información adquirida, a la unidad de control central 250.

**[0130]** Para esto, cada una de las unidades de control secundario 230 puede tener al menos un sensor. El sensor incluido en la unidad de sub-control 230 puede medir una o más entre la corriente y la tensión del sub-módulo 210.

**[0131]** Además, la unidad de sub-control 230 puede insertar al menos un elemento de información de la corriente y

tensión medidas del sub-módulo 210 en la información de dirección. Aquí, la información medida puede ser información sobre la tensión cargada en el sub-módulo 210.

5 **[0132]** Además, la unidad de sub-control 230 puede insertar información de referencia transmitida desde la unidad de control central 250. La información de referencia puede incluir una tensión de CC de referencia y una señal portadora de conmutación.

10 **[0133]** Además, la unidad de sub-control 230 puede insertar información de historial de conmutación en el sub-módulo 210. La información de historial de conmutación significa información de historial sobre una operación de carga, una operación de descarga y una operación de desvío, que son llevadas a cabo por el sub-módulo 210.

15 **[0134]** Es decir, la unidad de sub-control 230 confirma la información de conmutación actual en el sub-módulo 210 y la información sobre la conmutación realizada en un momento anterior, e inserta la información de conmutación confirmada en la información de dirección.

**[0135]** Además, se asigna una dirección a cada una de las unidades de sub-control 230 y, por consiguiente, la información de dirección puede incluir información de identificación correspondiente a la dirección asignada.

20 **[0136]** Además, cuando se recibe una señal de solicitud que solicita confirmación de la dirección de la unidad de sub-control 230 desde la unidad de control central 250, la unidad de sub-control 230 transmite la información de dirección a la unidad de control central 250 de acuerdo a la señal de solicitud recibida.

25 **[0137]** Aquí, varios elementos de información relacionados con el sub-módulo 210, así como la información de identificación, como se ha descrito anteriormente, se incluyen en la información de dirección transmitida.

**[0138]** Una estructura de datos de la información de dirección transmitida es como se ilustra en la figura 14.

30 **[0139]** Por consiguiente, la unidad de control central 250 puede confirmar hasta la información de estado en el sub-módulo 210 controlado por la unidad de sub-control 230, solo confirmando la dirección.

**[0140]** Además, la unidad de control central 250 puede controlar estados de conmutación de la pluralidad de sub-módulos 210 basándose en la información de estado confirmada.

35 **[0141]** Por ejemplo, el sub-módulo 210 se proporciona en pluralidad y, por consiguiente, un sub-módulo específico puede realizar solo una operación de carga continua, y otro sub-módulo puede realizar solo una operación de descarga o una operación de desvío. Por consiguiente, la unidad de control central 250, al usar la información de historial de conmutación incluida en la información de dirección confirmada, determina un sub-módulo que realiza una operación de descarga en el momento actual, un sub-módulo que realiza una operación de carga y un sub-módulo que realiza una operación de desvío, respectivamente.

40 **[0142]** Además, la unidad de control central 250, al usar la información de la tensión cargada incluida en la información de dirección, puede determinar un número de sub-módulos que realizan operaciones de descarga de acuerdo a la potencia requerida en el momento actual.

45 **[0143]** Es decir, la unidad de control central 250 puede controlar las operaciones globales del convertidor modular de múltiples niveles 200.

50 **[0144]** La unidad de control central 250 puede medir la corriente y la tensión de las partes de CA 110 y 170 y la parte de transmisión de potencia de CC 140, que están interconectadas a la misma.

**[0145]** Además, la unidad de control central 250 puede calcular un valor de control global.

55 **[0146]** Aquí, el valor de control global puede ser un valor de destino para la tensión, la corriente, la frecuencia de la potencia de CA de salida del convertidor modular de múltiples niveles 200.

**[0147]** La unidad de control central 250 puede calcular un valor de control global basado en una o más entre la corriente y la tensión de las partes de CA 110 y 170 que están interconectadas con el convertidor modular de niveles múltiples 200, y la corriente y la tensión de la parte de transmisión de potencia de CC 140.

60 **[0148]** Mientras tanto, la unidad de control central 250 también puede controlar el funcionamiento del convertidor modular de múltiples niveles 200, basándose en una o más entre la potencia activa de referencia, la potencia reactiva de referencia, la corriente de referencia, la tensión de referencia recibida desde una unidad de control de capa superior (no mostrada) a través de un aparato de comunicaciones (no mostrado).

65 **[0149]** La unidad de control central 250 puede transmitir y recibir a / desde la unidad de sub-control 230 y, en consecuencia, puede recibir la información de dirección como se ha descrito anteriormente.

- 5 **[0150]** Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo a una realización, insertando, en la información de dirección, la información de estado del sub-módulo 210, controlado cada uno de ellos por la unidad de sub-control 230, así como la información de identificación asignada, cada una, a la unidad de sub-control 230, el tiempo requerido para determinar la condición de la operación de conmutación de la pluralidad de sub-módulos 210 puede reducirse y, en consecuencia, la operación de transformación de potencia puede realizarse de manera más eficaz.
- 10 **[0151]** Con referencia a la figura 7, se dará una descripción de las conexiones de la pluralidad de sub-módulos 210 incluidos en el convertidor modular de múltiples niveles 200.
- [0152]** La figura 7 ilustra las conexiones de la pluralidad de sub-módulos 210 incluidos en el convertidor modular de múltiples niveles 200.
- 15 **[0153]** Con referencia a la figura 7, la pluralidad de sub-módulos 210 pueden estar conectados en serie, y la pluralidad de sub-módulos 210 conectados a un polo positivo o un polo negativo de una fase puede constituir un brazo.
- [0154]** El convertidor modular trifásico en múltiples niveles 200 puede incluir normalmente seis brazos e incluir un polo positivo y un polo negativo para cada una de las tres fases A, B y C, para formar los seis brazos.
- 20 **[0155]** Por consiguiente, el convertidor modular trifásico en múltiples niveles 200 puede incluir: un primer brazo 221 que incluya una pluralidad de sub-módulos 210 para un polo positivo de la fase A; un segundo brazo 222 que incluya una pluralidad de sub-módulos para un polo negativo de la fase A; un tercer brazo 223 que incluya una pluralidad de sub-módulos para un polo positivo de la fase B; un cuarto brazo 224 que incluya una pluralidad de sub-módulos para un polo negativo de la fase B; un quinto brazo 225 que incluya una pluralidad de sub-módulos para un polo positivo de la fase C; y un sexto brazo 226 que incluya una pluralidad de sub-módulos para un polo negativo de la fase C.
- 25 **[0156]** Además, la pluralidad de sub-módulos 210 para una fase puede constituir un tramo.
- 30 **[0157]** Por consiguiente, el convertidor modular trifásico en múltiples niveles 200 puede incluir: un tramo de fase A 227 que incluya una pluralidad de sub-módulos 210 para la fase A; un tramo de fase B 228 que incluya una pluralidad de sub-módulos 210 para la fase B; y un tramo de fase C 229 que incluya una pluralidad de sub-módulos 210 para la fase C.
- 35 **[0158]** Por lo tanto, los brazos primero a sexto 221 a 226 están incluidos respectivamente en el tramo de la fase A 227, el tramo de la fase B 228 y el tramo de la fase C 229.
- 40 **[0159]** Específicamente, en el tramo de fase A 227, se incluyen el primer brazo 221, que es el brazo de polo positivo de la fase A, y el segundo brazo 222, que es el brazo de polo negativo de la fase A; y, en el tramo de fase B 228, se incluyen el tercer brazo 223, que es el brazo de polo positivo de la fase B, y el cuarto brazo 224, que es el brazo de polo negativo de la fase B. Además, en el tramo de fase C 229, se incluyen el quinto brazo 225, que es el brazo de polo positivo de la fase C, y el sexto brazo 226, que es el brazo de polo negativo de la fase C.
- 45 **[0160]** Además, la pluralidad de sub-módulos 210 puede constituir un brazo de polo positivo 227 y un brazo de polo negativo 228, de acuerdo a la polaridad.
- [0161]** Específicamente, con referencia a la figura 7, la pluralidad de sub-módulos 210 incluidos en el convertidor modular en múltiples niveles 200 puede clasificarse, con respecto a una línea neutral n, en una pluralidad de sub-módulos 210 correspondiente al polo positivo y en una pluralidad de sub-módulos 210 correspondiente al polo negativo.
- 50 **[0162]** Por tanto, el convertidor modular en múltiples niveles 200 puede incluir un brazo positivo 227 que incluya la pluralidad de sub-módulos 210 correspondiente al polo positivo y un brazo negativo 228 que incluya la pluralidad de sub-módulos 210 correspondiente al polo negativo.
- 55 **[0163]** Por consiguiente, el brazo de polo positivo 227 puede incluir el primer brazo 221, el tercer brazo 223 y el quinto brazo 225; y el brazo de polo negativo 228 puede incluir el segundo brazo 222, el cuarto brazo 224 y el sexto brazo 226.
- 60 **[0164]** A continuación, con referencia a la figura 8, se describe la configuración del sub-módulo 210.
- [0165]** La figura 8 es una vista ejemplar que ilustra una configuración del sub-módulo 210.
- 65 **[0166]** Con referencia a la figura 8, el sub-módulo 210 incluye dos conmutadores, dos diodos y un condensador. Dicha forma del sub-módulo 210 también se denomina forma de medio puente o inversor de medio puente.

- [0167] Además, el interruptor incluido en una parte de conmutación 217 puede incluir un semiconductor de energía.
- 5 [0168] En este caso, el semiconductor de energía se refiere a un elemento semiconductor para un aparato de energía y puede optimizarse para la conversión o el control de la energía eléctrica. Además, el semiconductor de energía se denomina unidad de válvula.
- 10 [0169] Por consiguiente, el interruptor incluido en la parte de conmutación 217 puede incluir un semiconductor de energía, por ejemplo, puede incluir un transistor bipolar de compuerta aislada (IGBT), un tiristor de desconexión de compuerta, un tiristor de compuerta conmutado integrado, etc.
- 15 [0170] La parte de almacenamiento 219 incluye el condensador y, por lo tanto, puede cargar o descargar energía. El sub-módulo 210 puede representarse como un modelo equivalente basado en la configuración y el funcionamiento del sub-módulo 210.
- [0171] La figura 9 ilustra un modelo equivalente del sub-módulo 210 y, con referencia a la figura 9, el sub-módulo 210 se puede ilustrar como una unidad de carga y descarga de energía que incluye un conmutador y un condensador.
- 20 [0172] En consecuencia, puede resultar que el sub-módulo 210 sea lo mismo que una unidad de carga y descarga de energía que tenga un tensión de salida de  $V_{sm}$ .
- [0173] Luego, refiriéndose a las figuras 10 a 13, se describirá el funcionamiento del sub-módulo 210.
- 25 [0174] La parte de conmutación 217 del sub-módulo 210 de las figuras 10 a 13 incluye una pluralidad de conmutadores T1 y T2, y cada uno de los conmutadores está conectado a cada uno de los diodos D1 y D2. Además, la parte de almacenamiento 219 del sub-módulo 210 incluye un condensador.
- 30 [0175] Con referencia a las figuras 10 y 11, se describirán las operaciones de carga y descarga del sub-módulo 210.
- [0176] Las figuras 10 y 11 ilustran la formación de la tensión del condensador  $V_{sm}$  del sub-módulo 210.
- 35 [0177] Las figuras 10 y 11 ilustran un estado en el que el conmutador T1 de la parte de conmutación 217 está encendido, y el conmutador T2 está apagado. En consecuencia, el sub-módulo 210 puede formar la tensión del condensador de acuerdo a cada una de las operaciones de conmutación.
- [0178] Específicamente, con referencia a la figura 10, la corriente introducida en el sub-módulo 210 se transfiere al condensador a través del diodo D1 y forma así la tensión del condensador. Entonces, la tensión de condensador formada puede cargar energía en el condensador.
- 40 [0179] Además, el sub-módulo 210 puede realizar una operación de descarga descargando la energía cargada.
- [0180] Específicamente, con referencia a la figura 11, la energía almacenada del condensador, que es energía cargada en el sub-módulo 210, se descarga a través del interruptor T1. Por consiguiente, el sub-módulo 210 puede descargar la energía almacenada.
- 45 [0181] Con referencia a las figuras 12 y 13, se describirá la operación de desvío del sub-módulo 210.
- 50 [0182] Las figuras 12 y 13 ilustran la formación de una tensión cero del sub-módulo 210.
- [0183] Las figuras 12 y 13 ilustran un estado en el que el conmutador T1 de la parte de conmutación 217 está en un estado encendido, y el conmutador T2 está apagado. En consecuencia, la corriente no fluye al condensador del sub-módulo 210, y el sub-módulo 210 puede formar una tensión cero.
- 55 [0184] Además, con referencia a la figura 12, la corriente introducida en el sub-módulo 210 se emite a través del diodo D2 y el sub-módulo puede formar una tensión cero.
- [0185] Específicamente, con referencia a la figura 13, la corriente introducida en el sub-módulo 210 se emite a través del diodo D2 y el sub-módulo 210 puede formar una tensión cero.
- 60 [0186] De este modo, dado que el sub-módulo 210 puede formar la tensión cero, la operación de desvío se puede realizar de manera que la corriente no fluya hacia el sub-módulo 210, sino que omita el sub-módulo.
- 65 [0187] La figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento de operación de un convertidor modular de niveles múltiples de acuerdo a una realización.

- 5 [0188] La unidad de sub-control 230 adquiere información sobre el sub-módulo 210 controlado de ese modo (operación S100). La información puede incluir la información del historial de conmutación del sub-módulo 210, la información de la tensión cargada del sub-módulo 210 e información de referencia.
- [0189] Además, la unidad de sub-control 230 inserta la información adquirida en la información de dirección, incluyendo la información de identificación sobre la dirección asignada a la misma (operación S110).
- 10 [0190] La unidad de sub-control 230 determina si hay una solicitud de información de dirección desde la unidad de control central 250 (operación S120).
- [0191] La solicitud de información de dirección es una solicitud de confirmación de la dirección asignada a la unidad de sub-control 230.
- 15 [0192] Cuando no hay ninguna solicitud de información de dirección, la unidad de sub-control 230 confirma la información sobre el sub-módulo 210 en tiempo real. Como resultado, si hay algún cambio en la información, la información de la dirección se actualiza utilizando la información modificada (operación S130).
- 20 [0193] Cuando hay una solicitud de información de dirección, la información de dirección en la que se inserta la información adquirida se transmite a la unidad de control central 250 (operación S140).
- [0194] A continuación, la unidad de sub-control 230 determina si se recibe una señal de control (una señal para controlar un estado de conmutación del sub-módulo) desde la unidad de control central 250 (operación S150).
- 25 [0195] A continuación, cuando se recibe la señal de control, la unidad de sub-control 230 controla el sub-módulo 210 usando la señal de control de acuerdo a la dirección que se le asigna, de acuerdo a la señal de control recibida (operación S160).
- 30 [0196] De acuerdo a una realización de la presente divulgación, la información de estado del sub-módulo, cada uno controlado por la unidad de sub-control, así como la información de identificación asignada a la unidad de sub-control, se insertan en la información de dirección proporcionada para distinguir la pluralidad de unidades de sub-control, de manera que se pueda reducir el tiempo requerido para determinar la condición de operación de los sub-módulos y, por consiguiente, la operación de transformación de potencia puede realizarse de manera más eficaz.

**REIVINDICACIONES**

1. Un convertidor modular de múltiples niveles, que comprende:

5 una pluralidad de sub-módulos (210) que comprenden elementos de conmutación;  
una pluralidad de unidades de sub-control (230) configuradas respectivamente para controlar la pluralidad de elementos de conmutación incluidos en la pluralidad de sub-módulos (210); y

10 una unidad de control central (250) configurada para determinar las condiciones de operación de conmutación de la pluralidad de sub-módulos (210), y configurada para transmitir señales de control, correspondientes a las condiciones de operación de conmutación determinadas, a la pluralidad de unidades de sub-control (230),

15 en donde cada una entre la pluralidad de unidades de sub-control (230) está configurada para adquirir información de estado sobre el sub-módulo controlado, por lo cual, cuando una solicitud de confirmación de dirección es transmitida desde la unidad de control central (250), está configurada para insertar la información de estado adquirida en la información de dirección, y está configurada para transmitir la información de dirección a la unidad de control central (250),

20 **caracterizado porque:**

la información de estado del sub-módulo insertado en la información de dirección comprende información sobre un historial de conmutación del sub-módulo, y

25 en el que la unidad de control central (250) está configurada para determinar las condiciones de operación de conmutación de la pluralidad de sub-módulos basándose en la información del historial de conmutación de los sub-módulos.

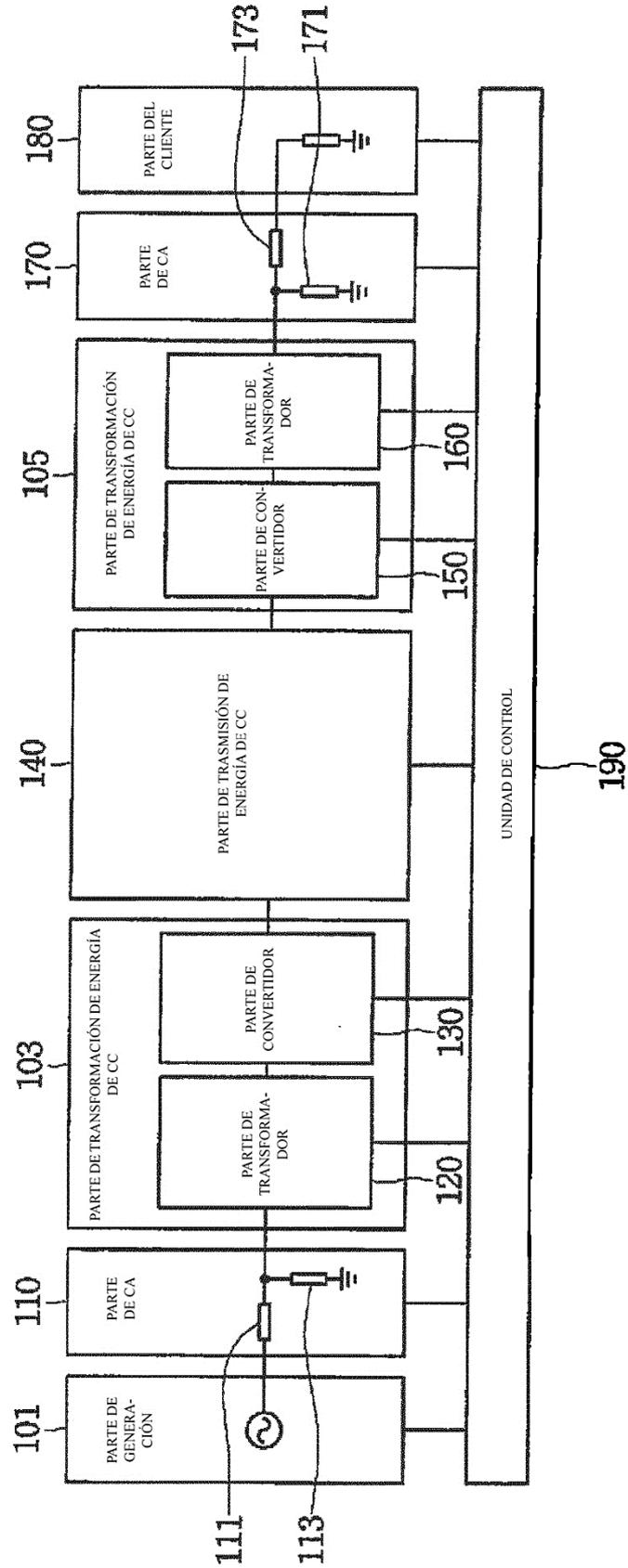
30 2. El convertidor modular de múltiples niveles de acuerdo a la reivindicación 1, en el que la información de identificación, según diferentes direcciones, se asigna a cada una entre la pluralidad de unidades de sub-control (230) para distinguir de los otros el sub-módulo controlado por una de las unidades de sub-control.

35 3. El convertidor modular de múltiples niveles según la reivindicación 2, en el que la unidad de control central (250) está configurada para determinar un destino de la señal de control generada para cada uno entre la pluralidad de sub-módulos, sobre la base de la información de identificación asignada a cada uno de las unidades de sub-control (230).

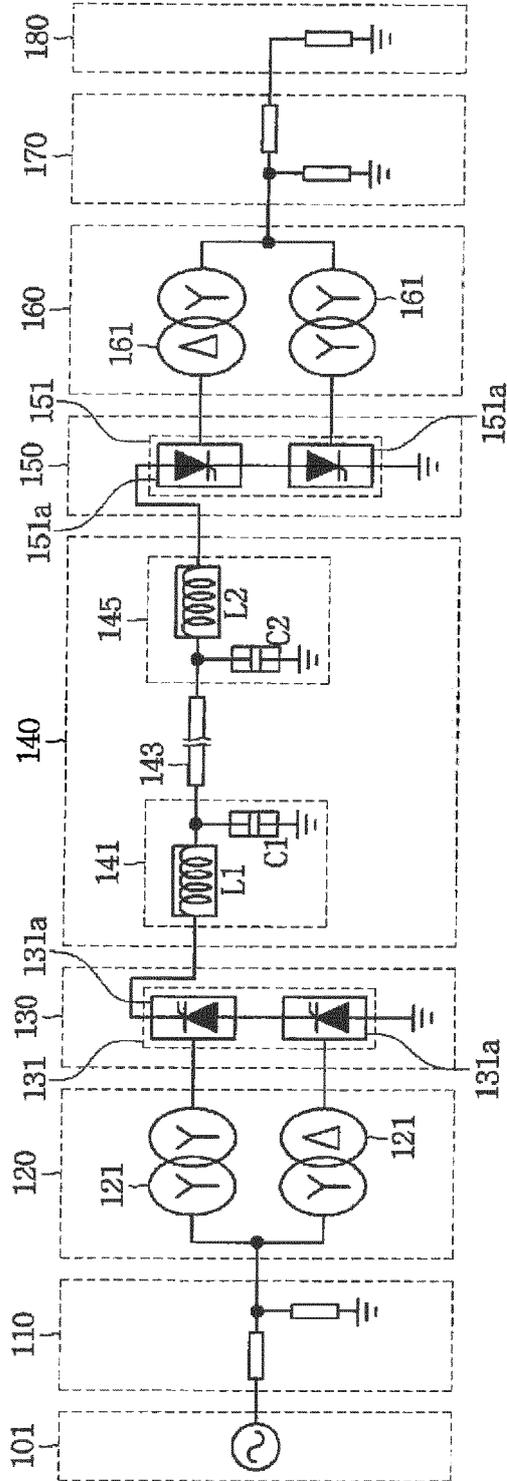
40 4. El convertidor modular de múltiples niveles de acuerdo a la reivindicación 1, en el que la información de estado del sub-módulo insertado en la información de dirección comprende además información sobre una tensión cargada en el sub-módulo, y

45 la unidad de control central (250) está configurada para determinar un número de sub-módulos que funcionan en una condición de descarga sobre la base de la información sobre la tensión cargada en los sub-módulos.

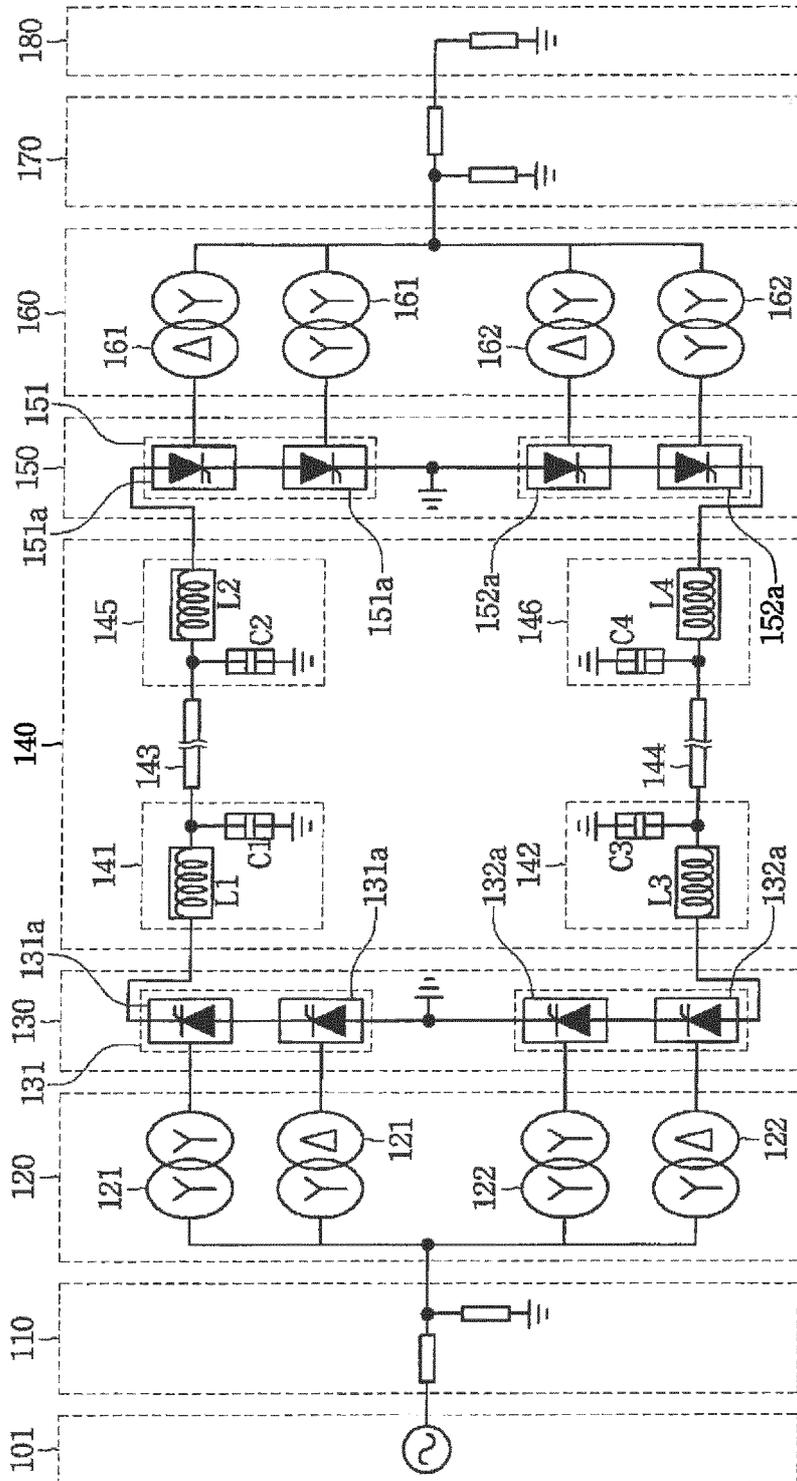
【Fig. 1】



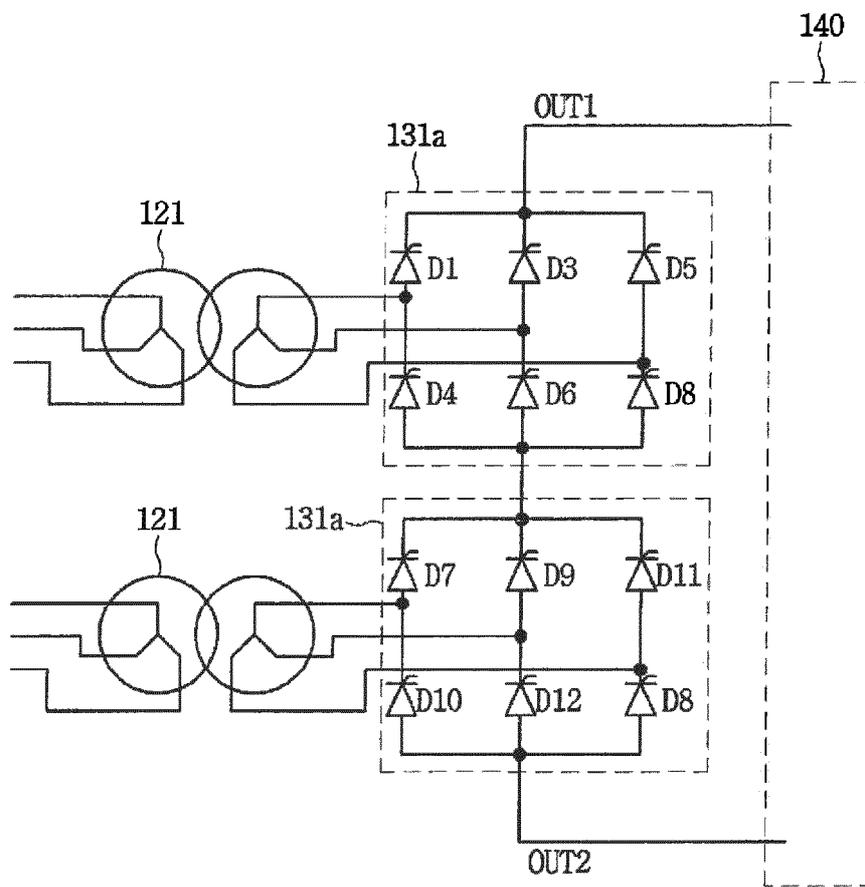
[Fig. 2]



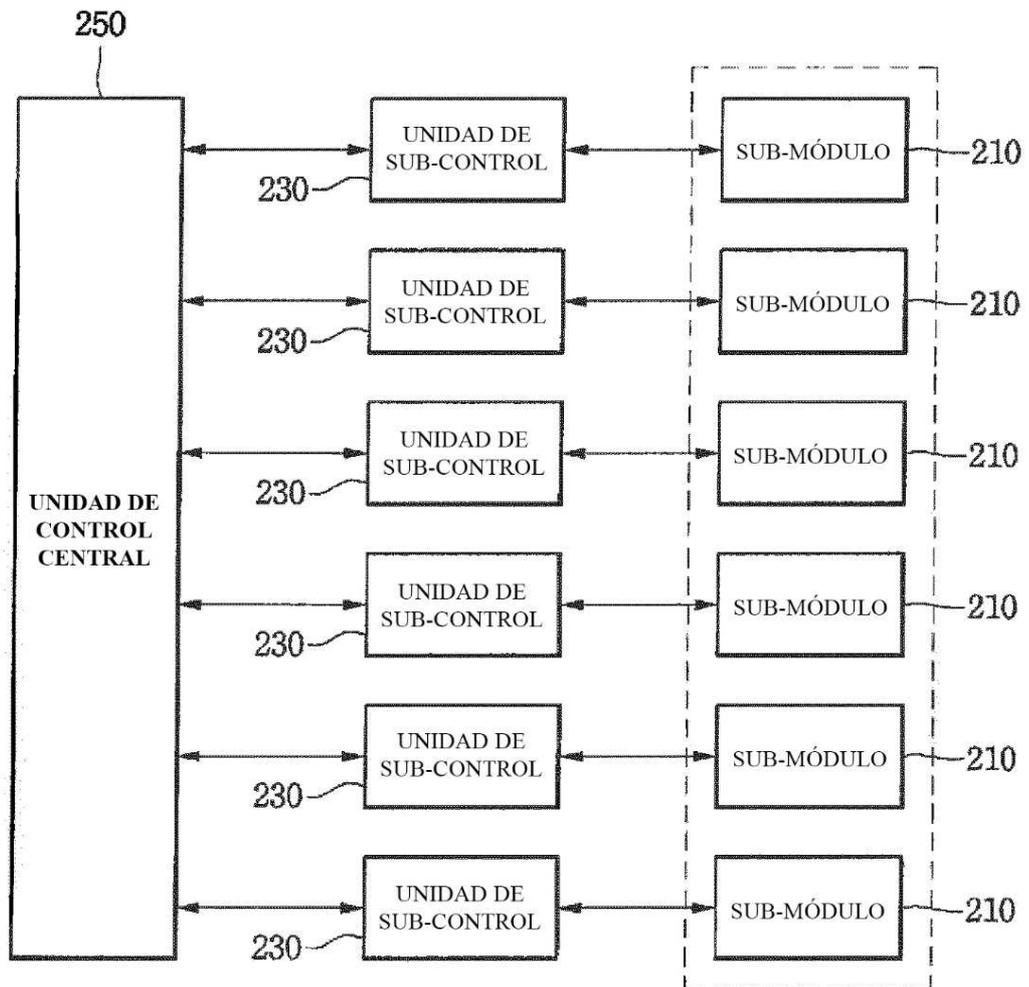
【Fig. 3】



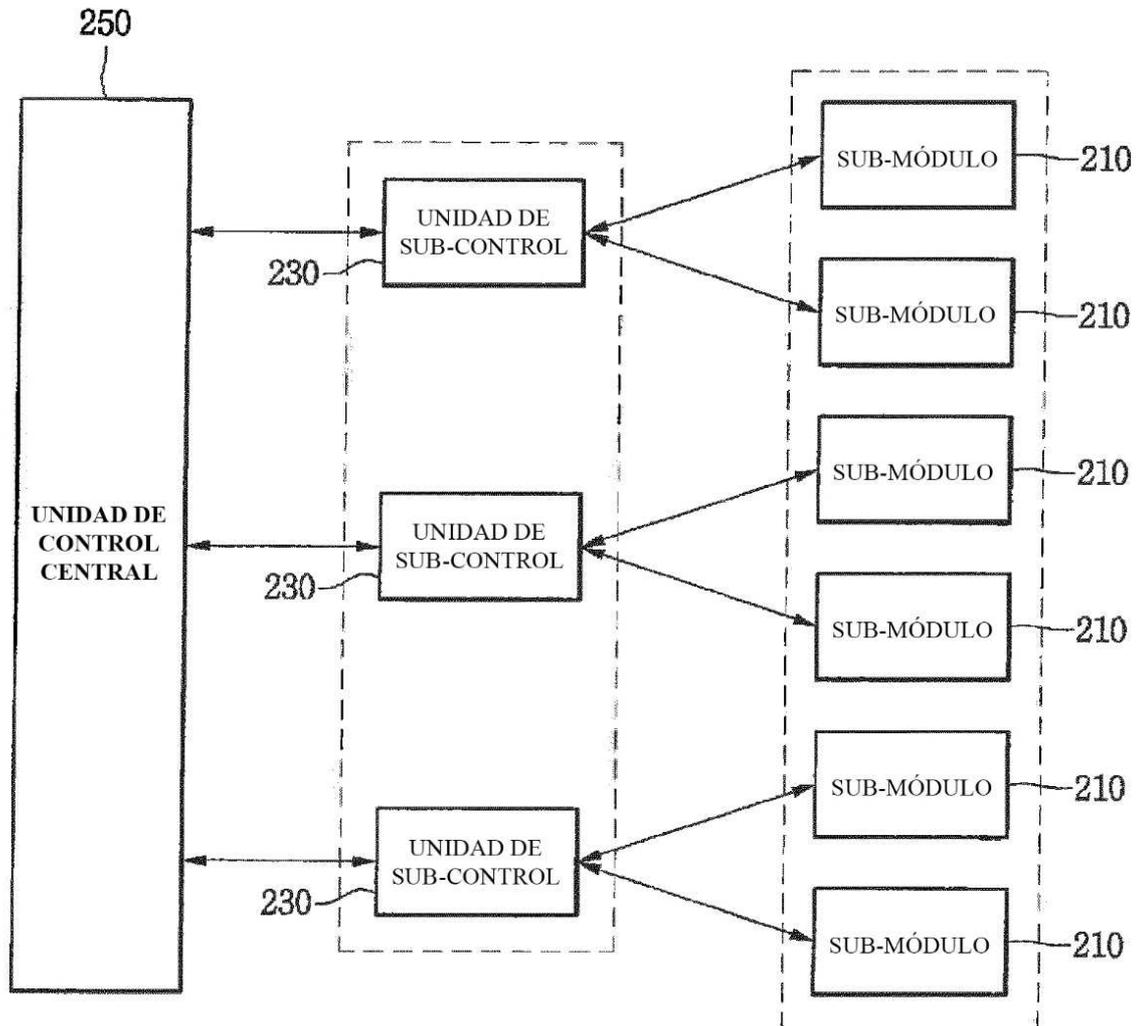
【Fig. 4】



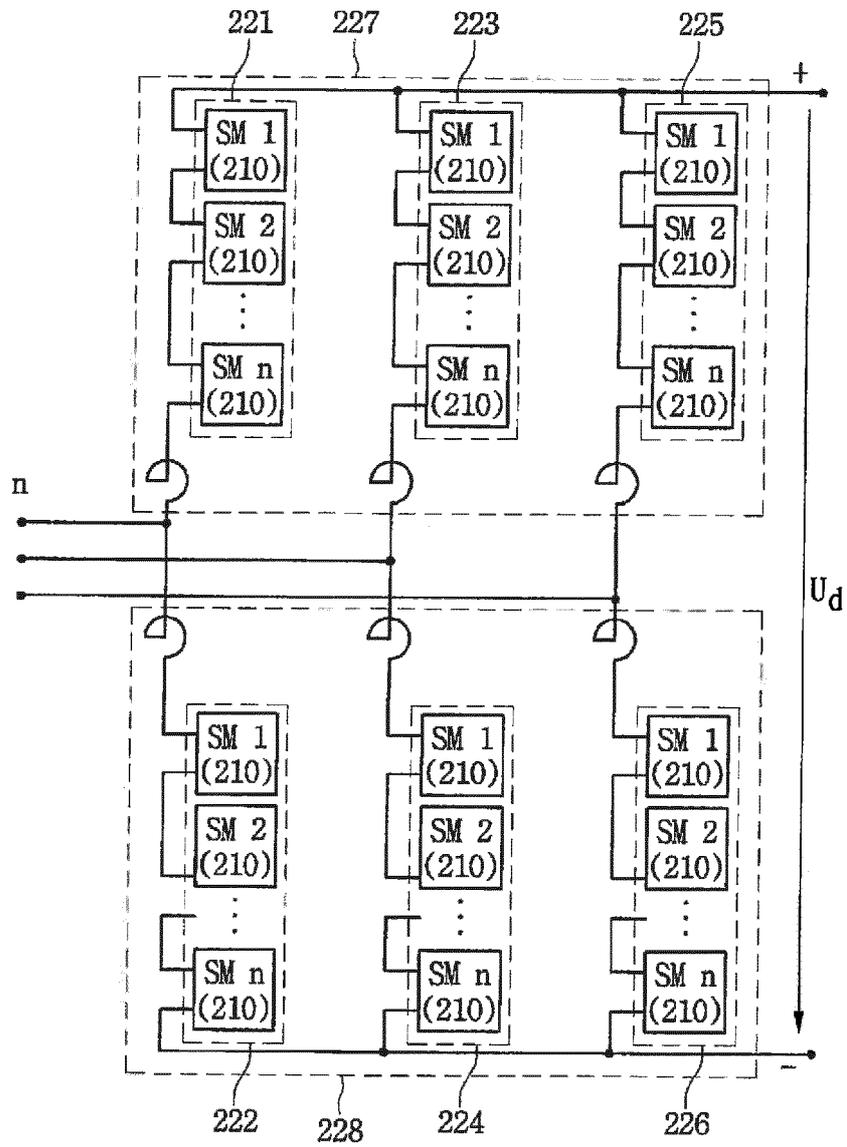
【Fig. 5】



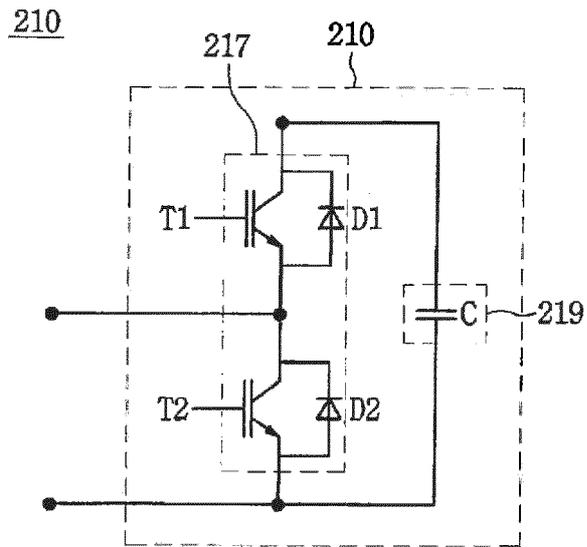
【Fig. 6】



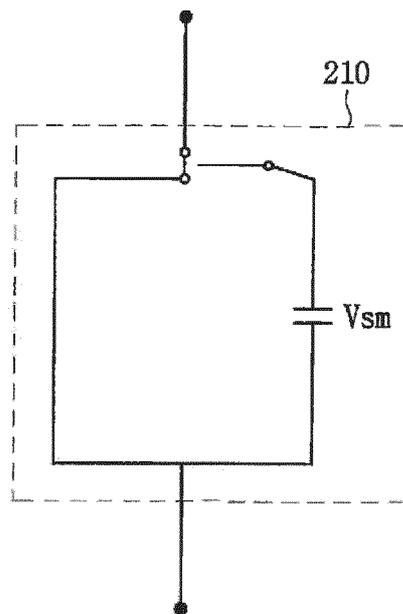
【Fig. 7】  
200



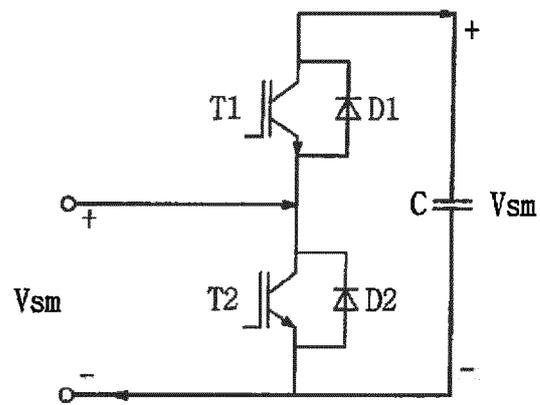
【Fig. 8】



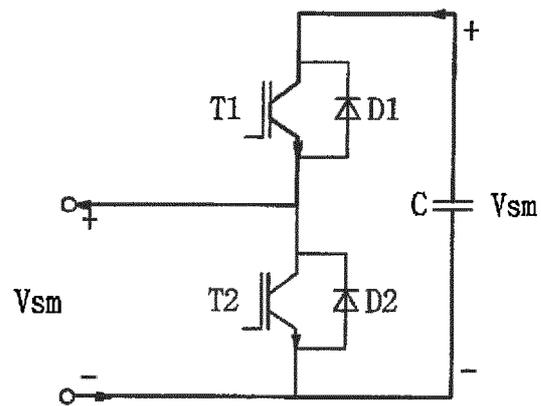
【Fig. 9】



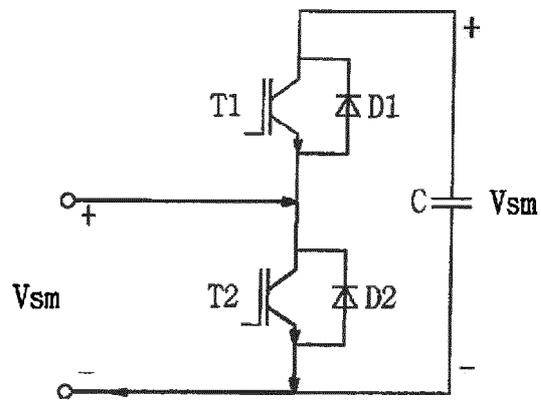
【Fig. 10】



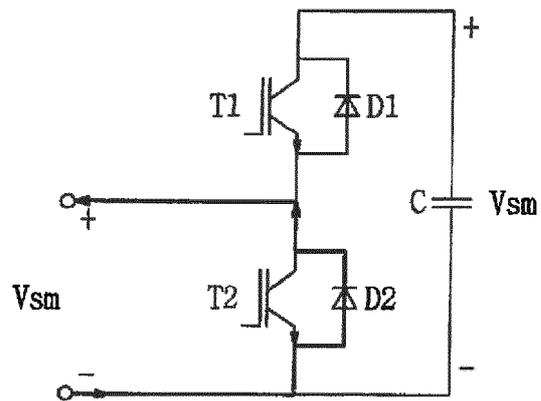
【Fig. 11】



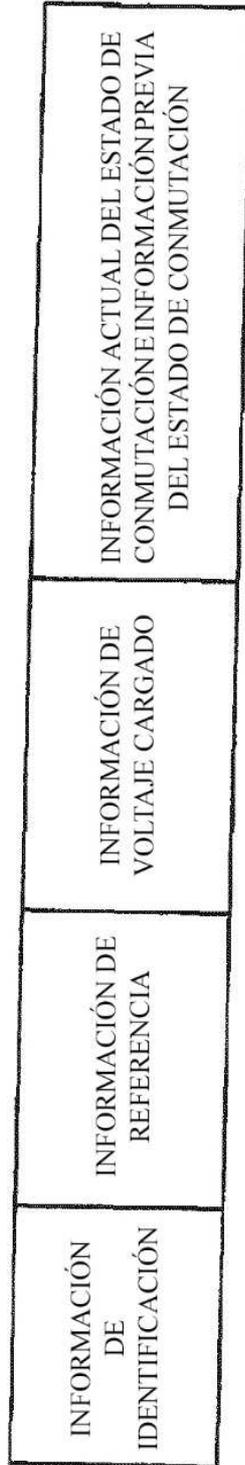
【Fig. 12】



【Fig. 13】



**【Fig. 14】**



【Fig. 15】

