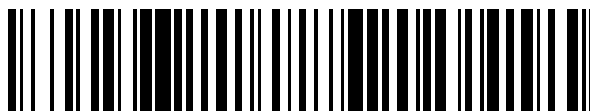


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 908 102**

51 Int. Cl.:

H02M 7/487 (2007.01)

H02M 7/49 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2014** **E 14174661 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.01.2022** **EP 2822164**

54 Título: **Inversor de media tensión multinivel**

30 Prioridad:

02.07.2013 KR 20130076943

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.04.2022

73 Titular/es:

LSIS CO., LTD. (100.0%)
127 LS-ro, Dongan-gu
Anyang-si, Gyeonggi-do 431-848, KR

72 Inventor/es:

YOO, ANNO

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 908 102 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

Inversor de media tensión multinivel

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente descripción se refiere a un inversor de media tensión multinivel.

2. Antecedentes de la invención

10 Un inversor de media tensión multinivel es un inversor en el que un valor eficaz de una tensión de línea a línea de entrada tiene una potencia de entrada de 600 V o más, y una tensión de fase de salida del mismo tiene múltiples etapas (o múltiples niveles). Un inversor de media tensión se usa generalmente para accionar un motor que tiene una gran capacidad que oscila desde cientos de kW hasta decenas de MW, y se usa principalmente en campos tales como ventiladores, bombas, compresores, tracción, elevadores, transportadores y similares.

15 Un inversor de media tensión de tipo de tensión general usa un inversor de puente en H en cascada o un inversor de punto neutro fijado (NPC) en cascada como inversor modificado del inversor de puente en H en cascada. Los inversores de NPC en cascada han surgido con su pequeño volumen, con relación a los inversores de puente en H en cascada existentes.

Los inversores de media tensión multinivel aplicados a diversos campos se requieren para incluir elementos más pequeños y tener una eficiencia más alta.

Un inversor de media tensión multinivel de la técnica anterior se describe en el documento EP 2 575 249.

Compendio de la invención

20 La invención está definida por la reivindicación independiente. Las realizaciones ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes. Otras realizaciones y/o ejemplos que no caen bajo las reivindicaciones y que no comprenden las características de las reivindicaciones no son parte de la invención reivindicada, pero son útiles para la comprensión.

25 Un aspecto de la descripción detallada es proporcionar un inversor de media tensión multinivel en el que una celda de potencia unidad está configurada como un inversor de punto neutro fijado (NPC) de tipo T para reducir la pérdida de conducción, de modo que se diseñe ventajosamente para la disipación de calor, se requiere un menor número de elementos semiconductores de potencia.

30 Para lograr estas y otras ventajas y de acuerdo con el propósito de esta especificación, que se incorpora y se describe ampliamente en la presente memoria, un inversor de media tensión multinivel que recibe potencia trifásica y emite una tensión trifásica a un motor trifásico, puede incluir: una pluralidad de celdas de potencia unidad conectadas en serie para emitir a una tensión monofásica, celdas de potencia unidad individuales, cada una que tiene una tensión de fase que forma un único nivel para configurar múltiples niveles; y un transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo configurado para convertir la potencia trifásica y aplicar la potencia convertida a tres celdas de potencia unidad que constituyen un nivel, en donde el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo incluye una pluralidad de módulos.

35 El número de módulos del transformador de desplazamiento de fase puede corresponder con el número de múltiples niveles.

40 En el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo, se puede determinar un ángulo de desplazamiento de fase de un devanado primario usando el número de transformadores de desplazamiento de fase de tipo módulo, el número de salidas de un lado secundario del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo, y el número de pulsos de una unidad de rectificación de la celda de potencia unidad.

45 La celda de potencia unidad puede incluir la unidad de rectificación configurada para recibir una salida del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo y rectificar la misma; una unidad de alisado configurada para alisar una tensión de DC rectificada por la unidad de rectificación; y una unidad inversora en la que una pluralidad de unidades conmutadoras que incluyen un diodo y un semiconductor de potencia conectados en paralelo están configurados de una manera de punto neutro fijado (NPC) de tipo T.

50 Para lograr estas y otras ventajas y de acuerdo con el propósito de esta especificación, que se incorpora y describe ampliamente en la presente memoria, un inversor de media tensión que recibe potencia trifásica y emite una tensión trifásica a un motor trifásico, puede incluir: celdas de potencia unidad trifásicas configuradas para emitir una tensión monofásica; y un transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo configurado para convertir la potencia trifásica y aplicar la misma una de las celdas de potencia unidad trifásicas, en donde el transformador de

desplazamiento de fase de tipo módulo está configurado para corresponder con el número de celdas de potencia unidad.

5 En el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo, un ángulo de desplazamiento de fase de un devanado primario se puede determinar usando el número de transformadores de desplazamiento de fase de tipo módulo, el número de salidas de un lado secundario del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo y el número de pulsos de una unidad de rectificación de la celda de potencia unidad.

10 La celda de potencia unidad puede incluir la unidad de rectificación configurada para recibir una salida del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo y rectificar la misma; una unidad de alisado configurada para alisar una tensión de DC rectificada por la unidad de rectificación; y una unidad inversora en la que una pluralidad de unidades conmutadoras que incluyen un diodo y un semiconductor de potencia conectados en paralelo están configuradas de una manera de punto neutro fijado (NPC) de tipo T en cascada.

15 Según la realización ejemplar de la presente descripción, la estructura del transformador de desplazamiento de fase usado en el terminal de entrada del inversor de media tensión multinivel es modular para aumentar un grado de libertad en el diseño de un sistema, reduciendo por ello el volumen y el peso del sistema global y, por consiguiente, se puede aumentar la redundancia del sistema global.

También, según la realización ejemplar de la presente descripción, dado que la unidad inversora está configurada para tener la estructura de NPC de tipo T en cascada para reducir el número de semiconductores de potencia conducidos en media, se puede reducir la pérdida de conducción, facilitando un diseño de disipación de calor y, de este modo, se puede reducir el volumen y los costes del sistema global.

20 Un alcance de aplicabilidad adicional de la presente solicitud llegará a ser más evidente a partir de la descripción detallada dada en lo sucesivo. No obstante, se debería entender que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indican realizaciones preferidas de la invención, se dan solamente a modo de ilustración, dado que diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de la invención llegarán a ser evidentes para los expertos en la técnica a partir de la descripción detallada.

25 **Breve descripción de los dibujos**

Los dibujos que se acompañan, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan y constituyen una parte de esta especificación, ilustran realizaciones ejemplares y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la invención.

En los dibujos:

30 La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel de la técnica relacionada.

La FIG. 2 es una vista que ilustra una configuración de cada celda de potencia unidad de la FIG. 1.

Las FIGS. 3A hasta 3F son vistas que ilustran ejemplos de operaciones de una unidad inversora de la FIG. 2.

35 La FIG. 4 es una vista que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel según una primera realización ejemplar de la presente descripción.

La FIG. 5 es una vista que ilustra una configuración detallada de una celda de potencia unidad de la FIG. 4.

La FIG. 6 es una vista que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel según una segunda realización ejemplar de la presente descripción.

La FIG. 7 es una vista que ilustra una configuración detallada de una celda de potencia unidad de la FIG. 6.

40 La FIG. 8 es una vista que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel según una tercera realización ejemplar de la presente descripción.

La FIG. 9 es una vista que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel según una cuarta realización ejemplar de la presente descripción.

45 Las FIGS. 10A hasta 10F son vistas que ilustran la conducción de semiconductores de potencia según las direcciones de las corrientes cuando las tensiones de los polos de salida se determinan como E, 0 y -E.

Descripción detallada de la invención

Ahora se dará una descripción en detalle de las realizaciones ejemplares, con referencia a los dibujos que se acompañan. En aras de una breve descripción con referencia a los dibujos, los mismos componentes o equivalentes se dotarán con los mismos números de referencia, y la descripción de los mismos no se repetirá.

Se describirá el inversor de media tensión multinivel de la técnica relacionada y las realizaciones ejemplares de la presente descripción se describirán en detalle con referencia a los dibujos que se acompañan.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel relacionado y la FIG. 2 es una vista que ilustra una configuración de cada celda de potencia unidad de la FIG. 1.

- 5 Como se ilustra en las FIGS. 1 y 2, el inversor de media tensión de la técnica relacionada incluye una fuente de alimentación trifásica de entrada 102, un motor trifásico 103, un transformador de desplazamiento de fase 104 y celdas de potencia unidad 105a a 105f.

10 La fuente de alimentación trifásica de entrada 102 suministra una raíz cuadrática media de tensión de línea a línea igual o mayor que 600 V. El motor trifásico 103 es una carga del sistema inversor. Un devanado primario del transformador de desplazamiento de fase 104 tiene una forma de conexión en Y trifásica, y un total de doce devanados secundarios que incluyen tres devanados que tienen una diferencia de fase de -15 grados, tres devanados que tienen una diferencia de fase de 0 grados, tres devanados que tienen una diferencia de fase de 15 grados y tres devanados que tienen una diferencia de fase de 30 grados con respecto al devanado primario. La estructura de los devanados secundarios se puede determinar según el número de celdas de potencia unidad 105a a 105f.

15 Una magnitud de una tensión de salida de cada una de las celdas de potencia unidad 105a a 105f tiene cinco niveles. Se proporcionan dos celdas de potencia unidad por fase del motor 103 operado como una carga, y el número de celdas de potencia unidad se puede aumentar según sea necesario. Las celdas de potencia unidad 105a y 105b están conectadas en serie para emitir una tensión de fase a al motor trifásico como una carga, las celdas de potencia unidad 105c y 105d emiten una tensión de fase b, y las celdas de potencia unidad 105e y 105f emiten una tensión de fase c. Las celdas de potencia unidad 105a, 105c y 105e reciben salidas que tienen fases de -15 grados y 0 grados entre las salidas del transformador de desplazamiento de fase 104, y las celdas de potencia unidad 105b, 105d y 105f reciben salidas que tienen fases de 15 grados y 30 grados entre las salidas del transformador de desplazamiento de fase 104.

20 Haciendo referencia a la FIG. 2, una celda de potencia unidad incluye una unidad de rectificación de diodos 201, una unidad de alisado 202 y una unidad inversora 203 que sintetiza las tensiones de salida. La unidad de rectificación de diodos 201 recibe dos potencias trifásicas, y las potencias de entrada se emiten desde el transformador de desplazamiento de fase 104 ilustrado en la FIG. 1. Una salida de la unidad de rectificación de diodos 201 se entrega a dos condensadores de enlace de DC conectados en serie, y los dos condensadores de enlace de DC tienen la misma capacitancia. La unidad inversora 203 sirve para sintetizar una salida de la unidad de rectificación de diodos 201, y una tensión de línea a línea de salida tiene 5 niveles.

Cuatro unidades conmutadoras 203a, 203b, 203c y 204d están conectadas en serie a una pata de la unidad inversora 203, y se define una tensión de salida según las operaciones de las unidades conmutadoras.

25 Las operaciones de las unidades conmutadoras 203a y 203c son complementarias y las operaciones de conmutación de las unidades conmutadoras 203b y 203d también son complementarias. De este modo, en un caso en el que una tensión de condensador de la unidad de alisado 202 conectada en serie se define como E (voltios), respectivamente, cuando las unidades conmutadoras 203a y 203b están encendidas, las unidades conmutadoras 203c y 204d están apagadas, en este momento se emite una tensión del polo E.

30 También, cuando las unidades conmutadoras 203a y 203c están encendidas, las unidades conmutadoras 203b y 203d están apagadas y, en este momento, la tensión del polo de salida es 0. De manera similar, en un estado en el que las unidades conmutadoras 203a y 203b están apagadas, las unidades conmutadoras 203c y 203d están encendidas y, en este caso, se emite una tensión del polo -E.

35 Usando las tensiones de los polos de salida definidas de esta manera, una tensión de línea a línea de salida puede tener cinco etapas (o niveles) de 2E, E, 0, -E y -2E. Dado que una tensión de línea a línea de salida de cada celda se define como que tiene 5 niveles, una tensión que se puede sintetizar por las celdas de potencia unidad 105a y 105b de la FIG. 1 puede tener nueve niveles de 4E, 3E, 2E, E, 0, -E, -2E, -3E y -4E, y una tensión de línea a línea emitida al motor de carga 103 puede tener 17 niveles de 8E, 7E, 6E, 5E, 4E, 3E, 2E, E, 0, -E, -2E, -3E, -4E, -5E, -6E, -7E y -8E.

40 Las FIGS. 3A hasta 3F son vistas que ilustran ejemplos de operaciones de una unidad inversora de la FIG. 2, en la que se ilustra la conducción de un semiconductor de potencia según las direcciones de las corrientes cuando las tensiones de los polos de salida se determinan como E, 0, -E.

45 En la FIG. 3A, se conducen un diodo y una unidad conmutadora 203b, una corriente de salida fluye en dirección positiva y se emite una tensión del polo 0. Aquí, se conducen un diodo y una unidad conmutadora. En la FIG. 3B, se conducen las unidades conmutadoras 203a y 203b, una corriente de salida fluye en una dirección positiva y se emite una tensión del polo E. Aquí, se conducen dos unidades conmutadoras. En la FIG. 3C, se conducen dos diodos, una corriente de salida fluye en una dirección positiva y se emite una tensión del polo -E. Aquí, se conducen dos diodos.

En la FIG. 3D, se conducen un diodo y una unidad conmutadora 203c, una corriente de salida fluye en una dirección negativa y se emite una tensión del polo 0. En la FIG. 3E, se conducen dos diodos, una corriente de salida fluye en dirección negativa y se emite una tensión del polo E. En la FIG. 3F, se conducen dos unidades conmutadoras 203c y 203d, una corriente de salida fluye en una dirección negativa y se emite una tensión del polo -E

- 5 Se describirá una operación del transformador de desplazamiento de fase 104 de la FIG. 1.

El transformador de desplazamiento de fase 104 aplica potencia trifásica que tiene aislamiento eléctrico a cada celda de potencia unidad desde la fuente de alimentación trifásica 102. En este caso, un devanado primario del transformador de desplazamiento de fase 104 es una conexión en Y o una conexión en delta, y el devanado secundario emite una potencia desplazada en fase con respecto al devanado primario. En este caso, el devanado secundario emite una magnitud apropiada de tensión que cumple la demanda de cada celda de potencia unidad.

- 10 Las salidas del lado secundario del transformador de desplazamiento de fase 104 son iguales al número de unidades de rectificación de diodos 201 de cada celda de potencia unidad, y tienen la siguiente relación.

Las salidas del lado secundario del transformador de desplazamiento de fase 104 son iguales al número de unidades de rectificación de diodos 201 de cada celda de potencia unidad, y tienen la siguiente relación.

Ecuación 1

$$N_{sec} = 3N_{unidad}N_{diodo}$$

- 15 Aquí, Nsec es el número de salidas del lado secundario del transformador de desplazamiento de fase 104, Nunidad es el número de celdas de potencia unidad conectadas a cada fase del motor de carga 103, y Ndiodo es el número de unidades de rectificación de diodos 201 instaladas en un única celda de potencia unidad.

Por ejemplo, en la estructura de la FIG. 1, Nunidad es 2 y Ndiodo y, de este modo, Nsec es 12.

- 20 Un ángulo de desplazamiento de fase de los devanados secundarios del transformador de desplazamiento de fase 104 se puede obtener a partir de la siguiente relación.

Ecuación 2

$$\alpha_{sec} = \frac{360}{2N_{sec}} [\text{grados}]$$

- 25 Aquí, α_{sec} es un ángulo de desplazamiento de fase entre los devanados secundarios. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 1, cuando Nsec es 12, el ángulo de desplazamiento de fase entre los devanados secundarios es de 15 grados. En base al ángulo de desplazamiento de fase determinado entre los devanados secundarios, una fase de una tensión de salida de cada devanado secundario se cambia por el ángulo de desplazamiento de fase con respecto a una tensión de fuente de entrada del lado primario.

- 30 El transformador de desplazamiento de fase del terminal de entrada del inversor de media tensión multinivel de la técnica relacionada está configurado como una única unidad que tiene una estructura en la que el devanado primario incluye solamente una única fuente de alimentación trifásica y los devanados secundarios conectados a las celdas de potencia unidad se emiten desde un transformador.

- 35 En el transformador de desplazamiento de fase que tiene una estructura de unidad única, dado que una salida solicitada se debería satisfacer en un único transformador, el volumen y el peso del transformador en sí mismo se aumentan y no hay ningún grado de libertad en el diseño y, de este modo, se aumenta el volumen del sistema global. Además, cuando surge un problema en el devanado primario o secundario del transformador, no se puede operar el sistema global.

También, en la celda de potencia unidad de la técnica relacionada, la unidad inversora incluye cuatro diodos y ocho conmutadores activos, y dado que cuando se sintetiza una tensión, dos semiconductores de potencia se conducen constantemente, creando una pérdida relativamente grande de la unidad inversora.

- 40 En la presente realización ejemplar, la estructura del transformador de desplazamiento de fase del inversor de media tensión multinivel configurado como una única unidad es modular para proporcionar un grado de libertad de diseño y reducir el volumen y peso del sistema global. También, dado que se usa el transformador de desplazamiento de fase modular, aunque un módulo de transformador tenga un error, el motor de carga se puede operar continuamente en un estado en el que se reduce la salida.

- 45 También, la presente realización ejemplar propone un inversor de NPC de tipo T en cascada capaz de reducir la pérdida de conducción, en comparación con la celda de potencia unidad de la técnica relacionada.

La FIG. 4 es una vista que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel según una primera realización ejemplar de la presente descripción, en la que se recibe una tensión de línea a línea que tiene una raíz

cuadrática media de 600 V o más alta de una fuente de alimentación trifásica 42 y se emite una tensión trifásica a un motor trifásico 43.

5 Como se ilustra, un inversor de media tensión multinivel 41 según la presente realización ejemplar incluye una pluralidad de celdas de potencia unidad 45 y un transformador de desplazamiento de fase 44. En la presente realización ejemplar, se describirá un ejemplo en el que están dispuestas por fase celdas de potencia unidad de 2 niveles, pero el número de celdas de potencia unidad no está limitado al mismo.

En la presente realización ejemplar, el transformador de desplazamiento de fase 44 incluye dos módulos 44a y 44b. No obstante, dado que la celda de potencia unidad tiene 2 niveles, el transformador de desplazamiento de fase 44 incluye dos módulos, y el número de módulos se determina por el nivel de la celda de potencia unidad.

10 En el primer módulo 44a, un devanado primario incluye una conexión en Y trifásica y los devanados secundarios incluyen una conexión en Y y una conexión en delta (Δ), por lo que las fases se desplazan 0 y 30 grados. En el segundo módulo 44b, un devanado primario incluye una conexión en Z desplazada en fase y los devanados secundarios tienen la misma estructura que la del primer módulo 44a. En el transformador de desplazamiento de fase 44, las fases del devanado primario y los devanados secundarios se pueden cambiar según el número de devanados secundarios.

Las tensiones de salida de la celda de potencia unidad 45 pueden tener 5 niveles. En una primera realización ejemplar de la presente descripción, dos celdas de potencia unidad se configuran por fase del motor de carga 43 y, si es necesario, el número de celdas de potencia unidad se pueden aumentar como se ha descrito anteriormente.

20 Las salidas de la primera y segunda celdas de potencia unidad 45a y 45b están conectadas en serie para emitir una tensión de fase a del motor trifásico de carga 43. La tercera y cuarta celdas de potencia unidad 45c y 45d pueden emitir una tensión de fase b, y la quinta y sexta celdas de potencia unidad 45e y 45f pueden emitir una tensión de fase c.

25 La primera, tercera y quinta celdas de potencia unidad 45a, 45c y 45e se pueden conectar a una salida del primer módulo 44a, y la segunda, cuarta y sexta celdas de potencia unidad 45b, 45d y 45f se pueden conectar a una salida del segundo módulo 44b.

La FIG. 5 es una vista que ilustra una configuración detallada de la celda de potencia unidad de la FIG. 4, y dado que la primera a sexta celdas de potencia unidad tienen la misma configuración, en lo sucesivo se usará de manera general "celda de potencia unidad 45".

30 Como se ilustra, la celda de potencia unidad 45 de la presente descripción incluye una unidad de rectificación 51, una unidad de alisado 52 y una unidad inversora 53.

La unidad de rectificación 51 incluye dos rectificadores de diodos trifásicos y recibe una tensión trifásica del devanado secundario del primer módulo 44a del transformador de desplazamiento de fase 44.

La unidad de alisado 52 incluye dos condensadores C1 y C2 que se pueden conectar a los dos rectificadores de diodos trifásicos de una manera serie/paralelo.

35 La unidad inversora 53 puede ser un inversor de NPC de tipo T en cascada. La unidad inversora 53 puede incluir la primera a octava unidades conmutadoras 53a a 53h, y cada una de las unidades conmutadoras puede incluir un diodo y un semiconductor de potencia conectados en paralelo.

40 La primera a cuarta unidades conmutadoras 53a a 53d pueden configurar una pata, y la quinta a octava unidades conmutadoras 53e a 53h pueden configurar otra pata, y una tensión de salida se puede sintetizar mediante una diferencia de potencial entre las dos patas.

La FIG. 6 es una vista que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel según una segunda realización ejemplar de la presente descripción.

Como se ilustra en la FIG. 6, un inversor de media tensión multinivel 61 según la segunda realización ejemplar de la presente descripción incluye un transformador de desplazamiento de fase 64 y una celda de potencia unidad 65.

45 En la segunda realización ejemplar de la presente descripción, el transformador de desplazamiento de fase 64 incluye tres módulos 64a a 64c. Un devanado primario de un primer módulo 64a incluye una conexión en Z que tiene una fase de -5 grados, y los devanados secundarios del mismo están configurados como devanados que tienen fases de -15, 0, 15 y 30 grados.

50 Un devanado primario de un segundo módulo 64b incluye una conexión en Y que tiene una fase de 0 grados, y los devanados secundarios del mismo están configurados para ser los mismos que los del primer módulo 64a. También, un devanado primario de un tercer módulo 64c incluye una conexión en Z que tiene una fase de 5 grados, y los devanados secundarios del mismo están configurados para ser los mismos que los del primer módulo 64a.

Cada celda de potencia unidad 65 puede sintetizar una tensión de salida de 5 niveles. La FIG. 7 es una vista que ilustra una configuración detallada de una celda de potencia unidad de la FIG. 6. La configuración de una celda de potencia unidad 73 de la FIG. 7 es meramente diferente en el número de componentes de una unidad de rectificación 71 y una unidad de alisado 73 de la configuración de la celda de potencia unidad 45 de la FIG. 5, por lo que se omitirá una descripción detallada de la misma.

La FIG. 8 es una vista que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel según una tercera realización ejemplar de la presente descripción. La FIG. 9 es una vista que ilustra una configuración de un inversor de media tensión multinivel según una cuarta realización ejemplar de la presente descripción. La FIG. 8 ilustra un ejemplo en el que se incluyen tres celdas de potencia unidad por fase de salida, y la FIG. 9 ilustra un ejemplo en el que se incluyen cinco celdas de potencia unidad por fase de salida.

En la FIG. 8, un transformador de desplazamiento de fase 84 incluye el primer a tercer módulos 84a a 84c, y un devanado primario del primer módulo 84a incluye una conexión en Z trifásica que tiene una fase de -3,3 grados, y los devanados secundarios del mismo incluyen devanados que tienen diferencias de fase de 0 y 30 grados.

Un devanado primario del segundo módulo 84b incluye una conexión en Y trifásica que tiene una fase de 0 grados, y los devanados secundarios del mismo están configurados para ser los mismos que los del primer módulo 84a. También, un devanado primario del tercer módulo 84c incluye una conexión en Z trifásica que tiene una fase de -3,3 grados, y los devanados secundarios del mismo están configurados para ser los mismos que los del primer módulo 84a.

La celda de potencia unidad 84 de la tercera realización ejemplar de la FIG. 8 se puede configurar para ser igual que el de la FIG. 6, por lo que se omitirá una descripción detallada de la misma.

Mientras tanto, haciendo referencia a la FIG. 9, en un inversor de media tensión de la cuarta realización ejemplar de la presente descripción, un transformador de desplazamiento de fase 94 incluye cinco módulos.

Un devanado primario de un primer módulo 94a incluye una conexión en Z trifásica que tienen una fase de -4 grados, y los devanados secundarios del mismo incluyen conexiones en Y y en Δ que tienen diferencias de fase de 0 y 30 grados. Los devanados secundarios del segundo a cuarto módulos 94b a 94e son los mismos que los del primer módulo 94a.

Un devanado primario de un segundo módulo 94b puede incluir una conexión en Z que tiene una fase de -2 grados. Un devanado primario de un tercer módulo 94c se puede configurar como una conexión en Y que tiene una fase de 0 grados. Un devanado primario de un cuarto módulo 94d puede incluir una conexión en Z que tiene una fase de -2 grados. Un devanado primario de un quinto módulo 94e puede incluir una conexión en Z que tiene una fase de -4 grados.

La celda de potencia unidad 95 de la cuarta realización ejemplar de la FIG. 9 se puede configurar de la misma manera que la de la FIG. 5, por lo que se omitirá una descripción detallada de la misma.

De esta manera, la presente descripción modulariza el transformador de desplazamiento de fase de una única unidad de la técnica relacionada. El único transformador de desplazamiento de fase modular puede proporcionar una tensión trifásica a una celda de potencia unidad (esto es, tres celdas de potencia unidad) (las realizaciones ejemplares de las FIGS. 4, 8 y 9), o proporcionar una tensión trifásica a una única celda de potencia unidad (la realización ejemplar de la FIG. 6).

Un ángulo de desplazamiento de fase del devanado secundario del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo según la presente realización ejemplar se determina por la Ecuación 1 y la Ecuación 2 anteriores. También, un ángulo de desplazamiento de fase del devanado primario del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo según la presente realización ejemplar se determina de la siguiente manera.

Ecuación 3

$$\alpha_{prim} = \frac{360}{N_{m_T}} \frac{1}{N_{sec_salida}} \frac{1}{N_{diodo_pulso}}$$

Aquí, N_{m_T} es el número de módulos del transformador de desplazamiento de fase, N_{sec_salida} es el número de salidas del lado secundario del módulo del transformador de desplazamiento de fase único y N_{diodo_pulso} es el número de pulsos de una unidad de rectificación. Por ejemplo, en la primera realización ejemplar de la FIG. 4, N_{m_T} es 2, N_{sec_salida} es 6, y N_{diodo_pulso} es 6 y, de este modo, α_{prim} es 5 grados. El devanado primario del transformador de desplazamiento de fase se puede configurar desplazando una fase de una manera en múltiplos de $\pm\alpha_{prim}$ en base a 0 grados.

La capacidad del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo tiene la siguiente relación con la capacidad del transformador de desplazamiento de fase de tipo unidad único de la técnica relacionada.

Ecuación 4

$$S_{m_T} = \frac{S_{conv}}{N_{m_T}}$$

Aquí, S_{m_T} es una potencia aparente por módulo del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo según la presente realización ejemplar, y S_{conv} es la potencia aparente del transformador de desplazamiento de fase de tipo de unidad único.

Dado que el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo tiene una capacidad pequeña, con relación al transformador de desplazamiento de fase de tipo de unidad único existente, se reduce el área ocupada por los devanados del transformador (ventana de devanado), reduciendo el volumen y el peso total, y dado que el volumen y el peso de un transformador de desplazamiento de fase son reducidos, se puede reducir el tamaño y el volumen del sistema global.

También, el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo según la presente realización ejemplar tiene el módulo de transformador por N_{m_T} , que de manera resultante proporciona un grado de libertad de diseño del sistema global, proporcionando flexibilidad de diseño.

También, en el transformador de desplazamiento de fase de tipo de unidad único existente, cuando el devanado primario tiene un error, no se puede operar el sistema global. Por el contrario, en el caso de usar el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo según la presente realización ejemplar, cuando un devanado primario de un módulo tiene un error, un circuito de conversión de potencia conectado a un módulo erróneo se puede evitar y se puede reducir una salida, y en este estado, se puede realizar una operación continua. Debido a estas características estructurales, en el caso de usar el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo según la presente realización ejemplar, se puede aumentar la redundancia del sistema global. Puede ocurrir una distorsión de corriente en un terminal de entrada.

En lo sucesivo, se describirá una unidad inversora de una celda de potencia unidad según la presente realización ejemplar.

Como se ilustra en las FIGS. 5 y 7, una celda de potencia unidad según la presente realización ejemplar incluye una unidad inversora de NPC de tipo T en cascada. Una operación de la unidad inversora según la presente realización ejemplar se describirá con referencia a la FIG. 5.

Una pata de una unidad inversora 53 incluye cuatro unidades conmutadoras y una tensión del polo de salida se define según las operaciones de la primera a cuarta unidades conmutadoras 53a a 53d.

La primera y tercera unidades conmutadoras 53a y 53c no pueden estar encendidas simultáneamente, y la segunda y cuarta unidades conmutadoras 53b y 53d tampoco pueden estar encendidas simultáneamente. También, en cuanto a las operaciones de la primera y segunda unidades conmutadoras 53a y 53b, en un caso en el que la tensión del polo de salida, que se solicita de manera independiente, es positiva, se operan la primera y tercera unidades conmutadoras 53a y 53c, y en un caso en el que la referencia de tensión del polo de salida es negativa, se operan la segunda y cuarta unidades conmutadoras 53b y 53d.

En un caso en el que las tensiones de los condensadores de enlace de DC C1 y C2 conectados en serie se definan como E, respectivamente, si una referencia de tensión del polo de salida es positiva, cuando la primera unidad conmutadora 53a está encendida y la tercera unidad conmutadora 53c está apagada, la tensión del polo de salida es 0.

Cuando se usa la tensión del polo de salida definida de esta manera, la tensión de línea a línea de salida de cada celda de potencia unidad tiene cinco niveles de 2E, E, 0, -E, -2E.

Las FIGS. 10A hasta 10F son vistas que ilustran la conducción de semiconductores de potencia según las direcciones de las corrientes cuando las tensiones de los polos de salida se determinan como E, 0 y -E.

La FIG. 10A ilustra una unidad conmutadora conducida cuando la tensión del polo de salida es 0 y la corriente de salida es positiva. La FIG. 10B ilustra una unidad conmutadora conducida cuando la tensión del polo de salida es E y la corriente de salida es positiva. La FIG. 10C ilustra una unidad conmutadora conducida cuando la tensión del polo de salida es -E y la corriente de salida es positiva.

En la FIG. 10A, se conducen un diodo de la tercera unidad conmutadora 53c y un semiconductor de potencia de la cuarta unidad conmutadora 53d. En la FIG. 10B, se conduce un semiconductor de potencia de la primera unidad conmutadora 53a. También, en la FIG. 10C, se conduce un diodo de la segunda unidad conmutadora 53b.

La FIG. 10D ilustra una unidad conmutadora conducida cuando una tensión del polo de salida es 0 y una corriente de salida es negativa. La FIG. 10E ilustra una unidad conmutadora conducida cuando la tensión del polo de salida

es E y la corriente de salida es negativa. La FIG. 10F ilustra una unidad conmutadora conducida cuando la tensión del polo de salida es -E y la corriente de salida es negativa.

En la FIG. 10D, se conducen un semiconductor de potencia de la tercera unidad conmutadora 53c y un diodo de la cuarta unidad conmutadora 53d. En la FIG. 10E, se conduce un diodo de la primera unidad conmutadora 53a. En la FIG. 10F, se conduce un semiconductor de potencia de la segunda unidad conmutadora 53b.

Esto es, según la realización ejemplar de la presente descripción, en el caso de las FIGS. 10A y 10D, se conducen el conmutador y el diodo, pero en otros casos, solamente se conduce un elemento. De este modo, cuando se compara con la técnica relacionada de las FIGS. 3A hasta 3F, se puede ver que se reduce el número de elementos semiconductores de potencia conducidos.

De este modo, según la realización ejemplar de la presente descripción, dado que la pérdida (calor) generada en el semiconductor de potencia se reduce para aumentar la eficiencia del sistema global y, por consiguiente, dado que se reduce el tamaño del disipador de calor, se puede reducir el tamaño del sistema.

Según la realización ejemplar de la presente descripción, la estructura del transformador de desplazamiento de fase usado en el terminal de entrada del inversor de media tensión multinivel es modular para aumentar el grado de libertad en el diseño de un sistema, reduciendo por ello el volumen y el peso del sistema global y, por consiguiente, se puede aumentar la redundancia del sistema global.

También, según la realización ejemplar de la presente descripción, dado que la unidad inversora está configurada para tener la estructura de NPC de tipo T en cascada para reducir el número de semiconductores de potencia conducidos en media, se pueden reducir la pérdida de conducción, facilitando un diseño de disipación de calor y, de este modo, se pueden reducir el volumen y los costes del sistema global.

Las realizaciones y ventajas anteriores son meramente ejemplares y no se han de considerar como limitantes de la presente descripción. Las presentes enseñanzas se pueden aplicar fácilmente a otros tipos de aparatos. Esta descripción se pretende que sea ilustrativa, y que no limite el alcance de las reivindicaciones. Muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Los rasgos, estructuras, métodos y otras características de las realizaciones ejemplares descritas en la presente memoria se pueden combinar de diversas formas para obtener realizaciones ejemplares adicionales y/o alternativas.

En la medida que los presentes rasgos se pueden incorporar de varias formas sin apartarse de las características de los mismos, también se debería entender que las realizaciones descritas anteriormente no están limitadas por ninguno de los detalles de la descripción anterior, a menos que se especifique de otro modo, sino más bien se deberían considerar ampliamente dentro de su alcance como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un inversor de media tensión multinivel (41, 61, 81, 91) que recibe potencia trifásica (42, 62, 82, 92) y emite una tensión trifásica a un motor trifásico (43, 63, 83, 93), el inversor de media tensión multinivel que comprende:
 - 5 una pluralidad de celdas de potencia unidad (45a-f, 65a-c, 85a-i, 95a-o) conectadas en serie para emitir una tensión monofásica, en donde cada una de la pluralidad de celdas de potencia unidad (45a-f, 65a-f, 85a-i, 96a-o) está dispuesta para emitir salidas de tensión multinivel que forman la tensión monofásica; y
 - un transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo (44, 64, 84, 94) configurado para convertir la potencia trifásica (42, 62, 82, 92) para aplicar la potencia convertida a cada una de la pluralidad de celdas de potencia unidad (45a-f, 54a-c, 85a-i, 95a-o),
 - 10 en donde el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo (44, 64, 84, 94) incluye una pluralidad de módulos,
 - en donde cada una de la pluralidad de celdas de potencia unidad (45a-f, 54a-c, 85a-i, 95a-o) comprende además:
 - una unidad de rectificación (51, 71) configurada para rectificar una salida recibida del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo,
 - 15 una unidad de alisado (52, 72) configurada para alisar la salida rectificada de la unidad de rectificación, y
 - una unidad inversora (53, 73),
 - en donde la unidad inversora (53, 73), configurada para tener una estructura en cascada de Punto Neutro Fijado (NPC) de tipo T, incluye una pluralidad de unidades conmutadoras (53a-f, 73a-f),
 - 20 en donde cada unidad conmutadora (53a-f, 73a-f) incluye un diodo y un semiconductor de potencia conectados en paralelo,
 - en donde los pares de unidades conmutadoras (53c-d, 53g-h o 73c-d, 73g-h) están conectados en serie unos con otros y cada par de unidades conmutadoras (53c-d, 53g-h o 73c-d, 73g-h) está conectado a los puertos de salida asociados, respectivamente,
 - 25 en donde el diodo de una unidad conmutadora (53c, 53g o 73c, 73d) se conduce al semiconductor de potencia de otra unidad conmutadora (53d, 53h o 73d, 73h), cuando una tensión del polo de salida es cero y la corriente de salida es positiva, o
 - el semiconductor de potencia de una unidad conmutadora (53c, 53g o 73c, 73d) se conduce al diodo de otra unidad conmutadora (53d, 53h o 73d, 73h), cuando la tensión del polo de salida es cero y la corriente de salida es negativa.
 - 30 2. El inversor de media tensión multinivel de la reivindicación 1, en donde un número de módulos del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo (44, 64, 84, 94) corresponde a un número de los múltiples niveles o un número de la pluralidad de celdas de potencia unidad (45a-f, 65a-c, 85a-i, 95a-o).
 - 35 3. El inversor de media tensión multinivel de la reivindicación 1 o 2, en donde, en el transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo (44, 64, 84, 94), se determina un ángulo de desplazamiento de fase de un devanado primario usando el número de los transformadores de desplazamiento de fase de tipo módulo (44, 64, 84, 94), el número de salidas de un lado secundario del transformador de desplazamiento de fase de tipo módulo (44, 64, 84, 94), y el número de pulsos de la unidad de rectificación (51, 71) de la pluralidad de celdas de potencia unidad (45a-f, 65a-c, 85a-i, 95a-o).

FIG. 1
TÉCNICA RELACIONADA

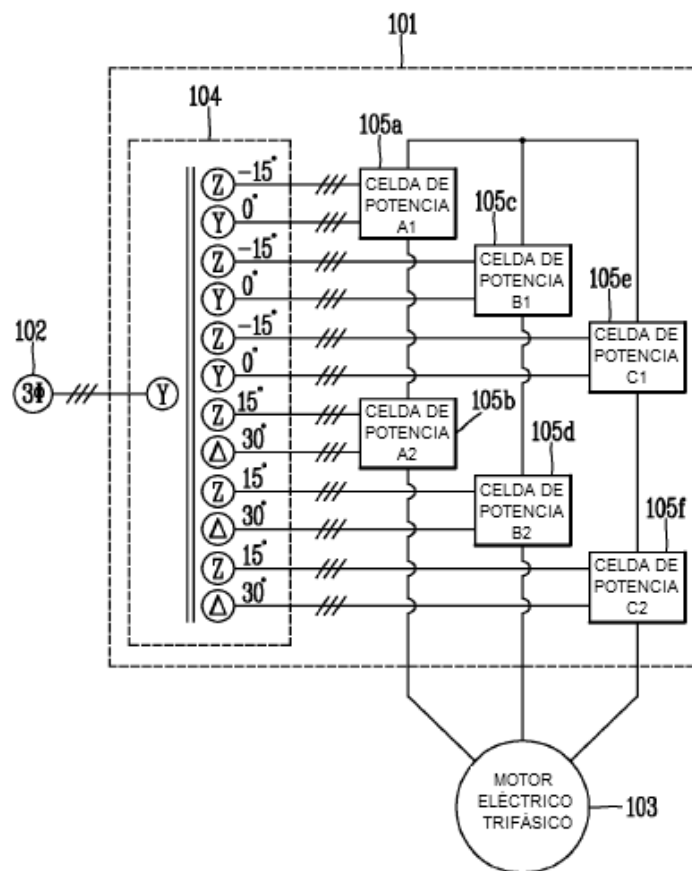


FIG. 2
TÉCNICA RELACIONADA

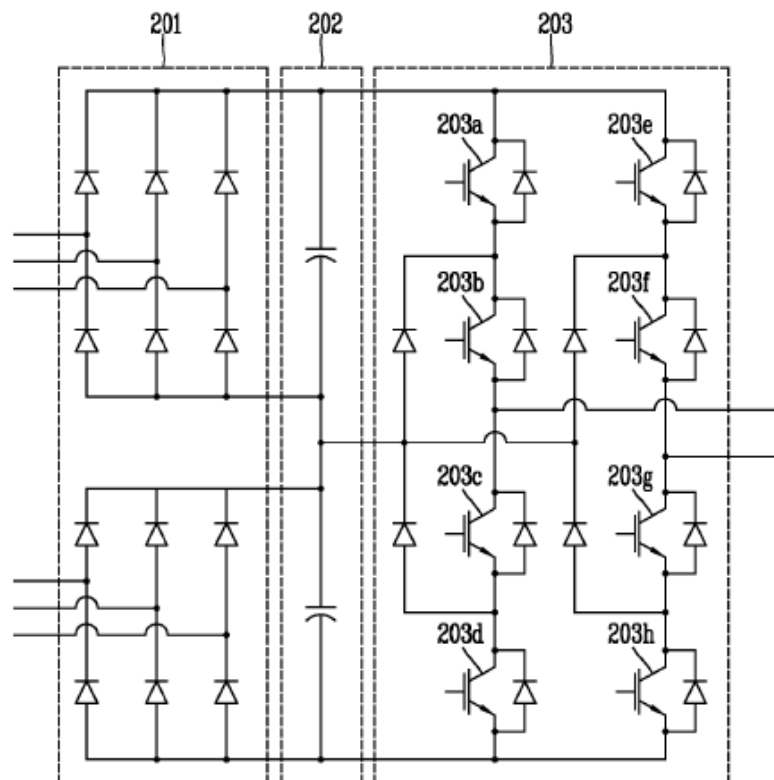


FIG. 3A
TÉCNICA RELACIONADA

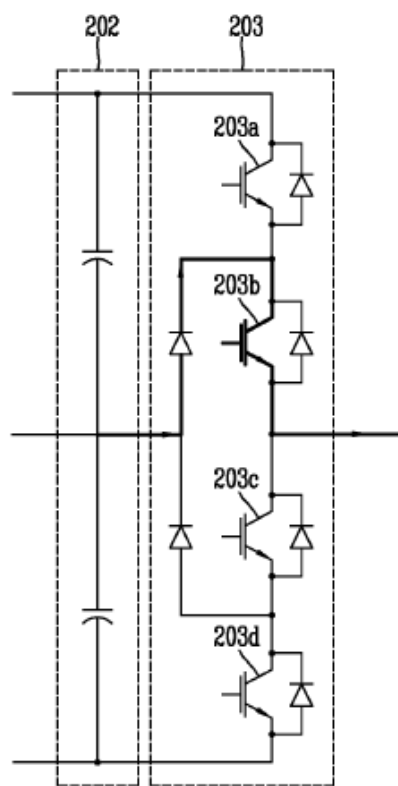


FIG. 3B
TÉCNICA RELACIONADA

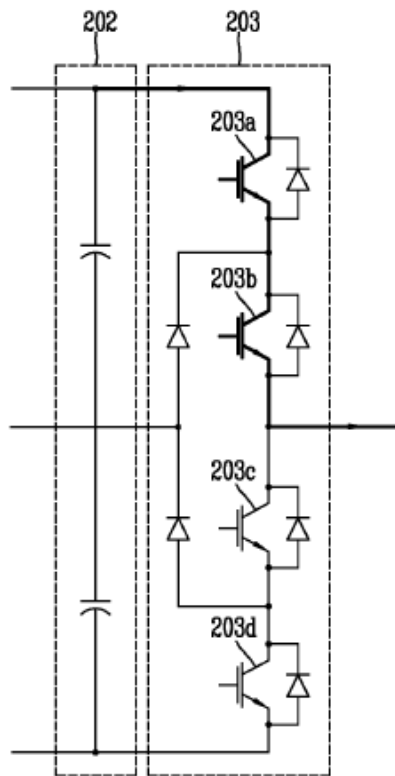


FIG. 3C
TÉCNICA RELACIONADA

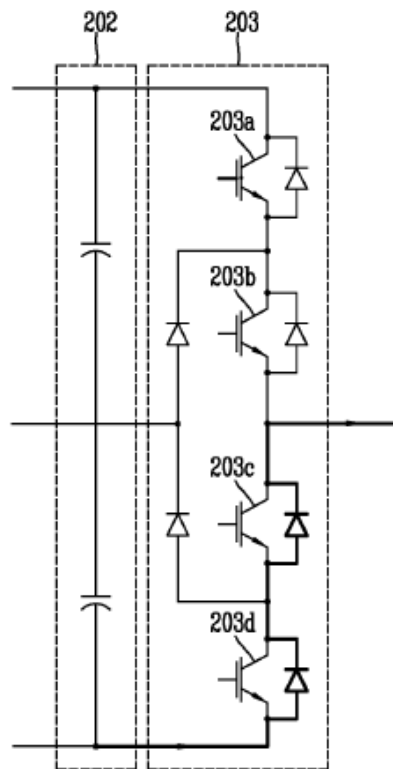


FIG. 3D
TÉCNICA RELACIONADA

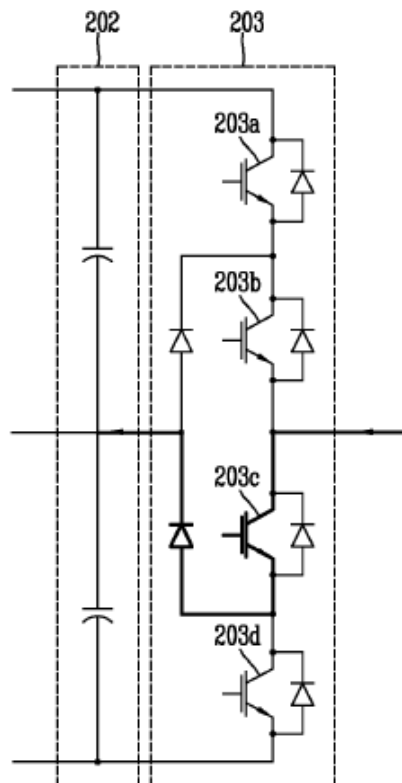


FIG. 3E
TÉCNICA RELACIONADA

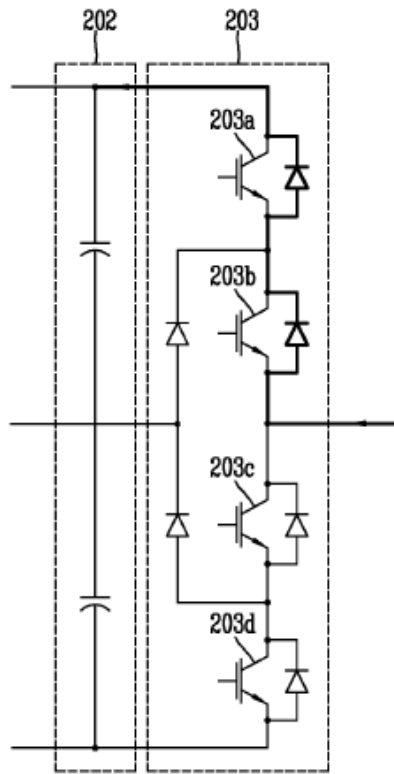


FIG. 3F
TÉCNICA RELACIONADA

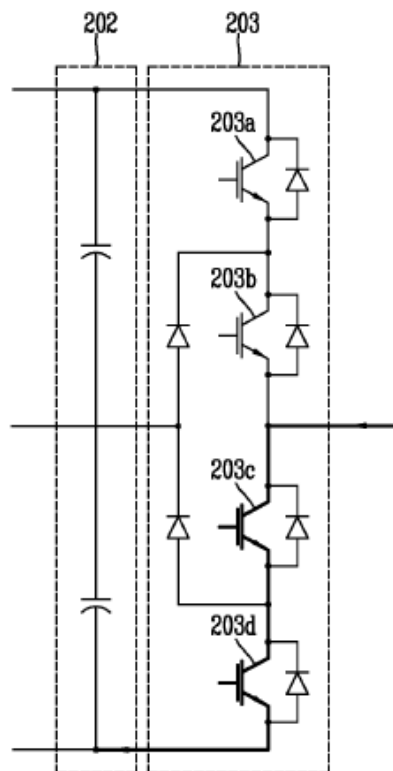


FIG. 4

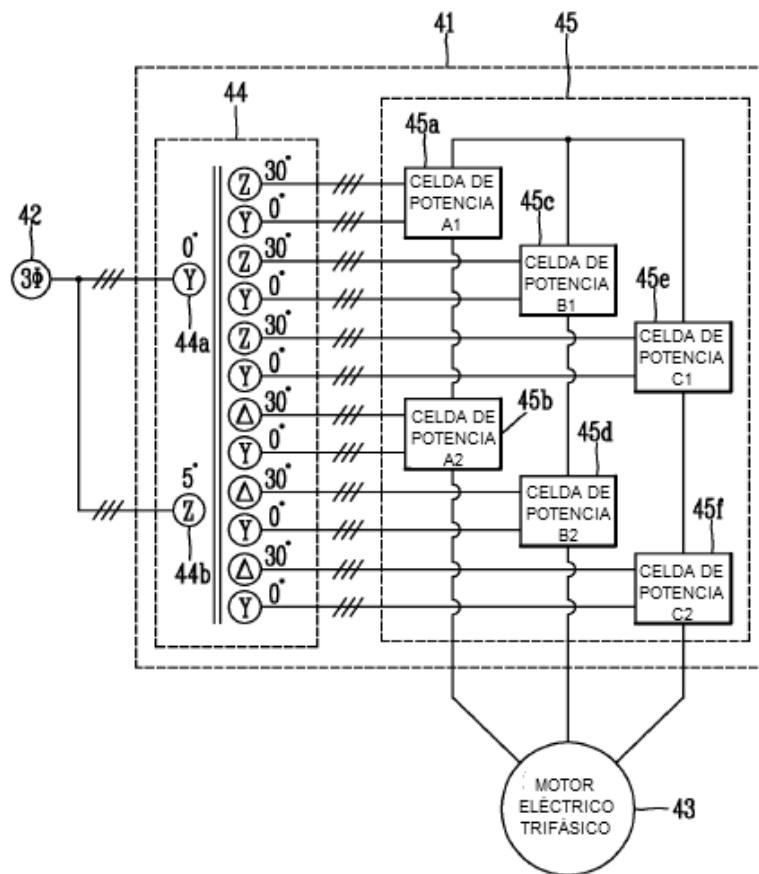


FIG. 5

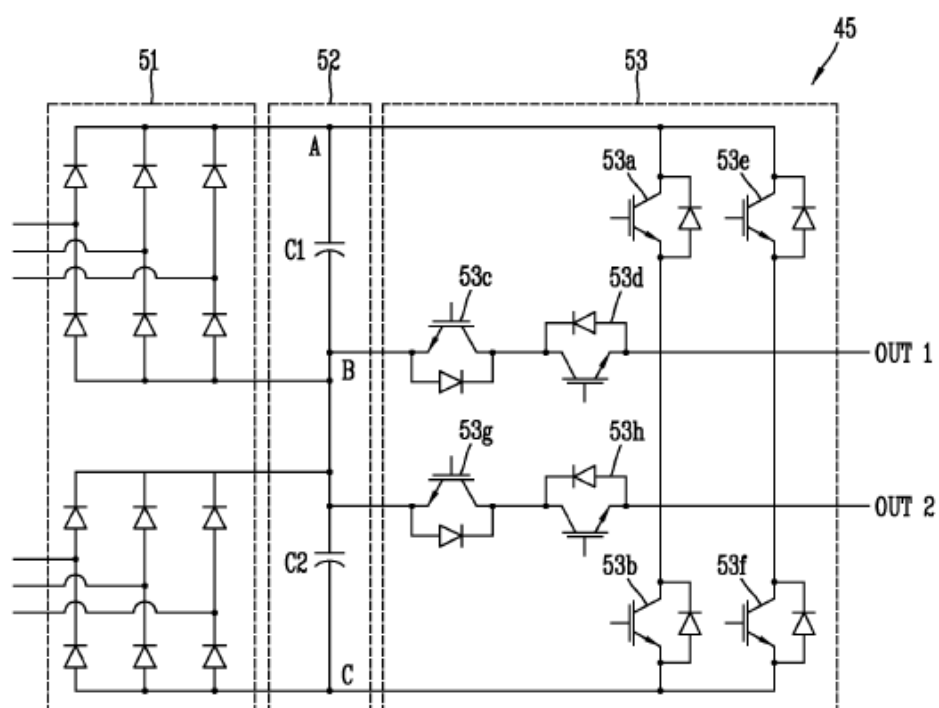


FIG. 6

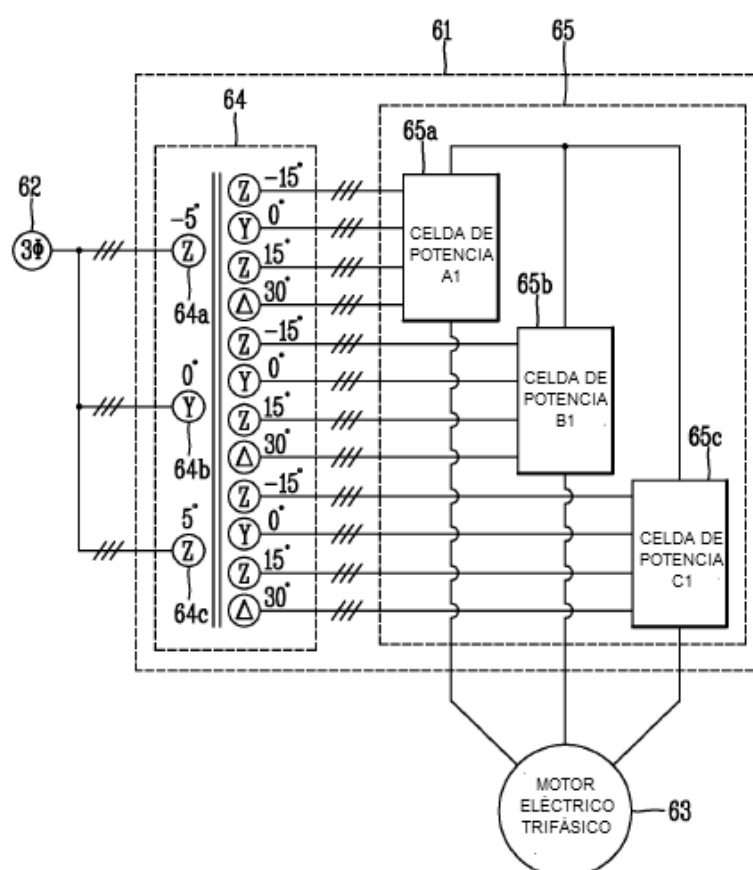


FIG. 7

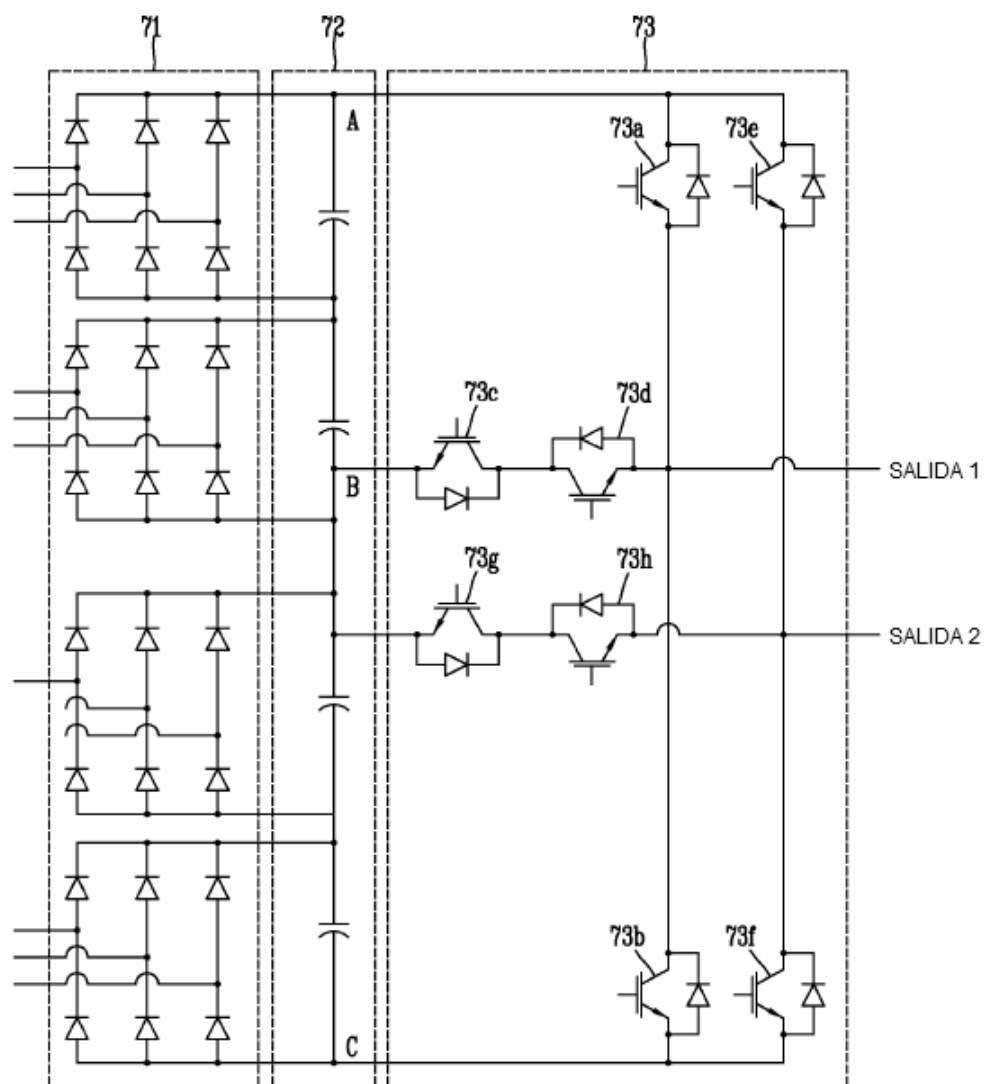


FIG. 8

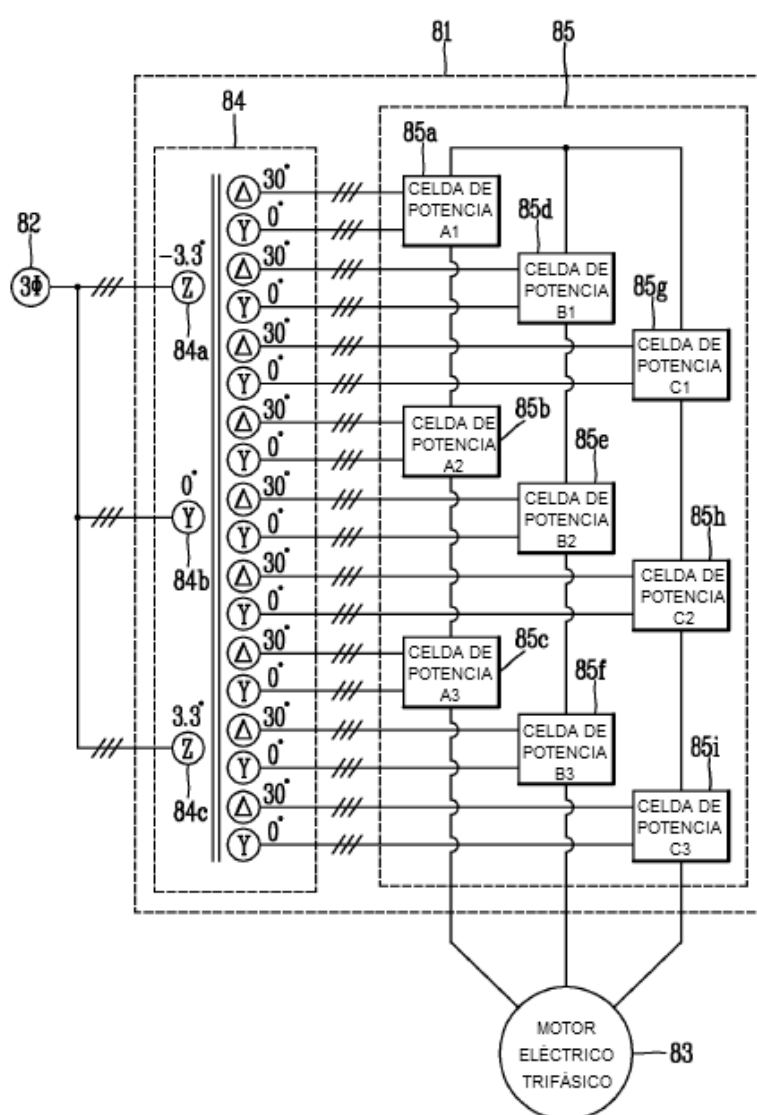


FIG. 9

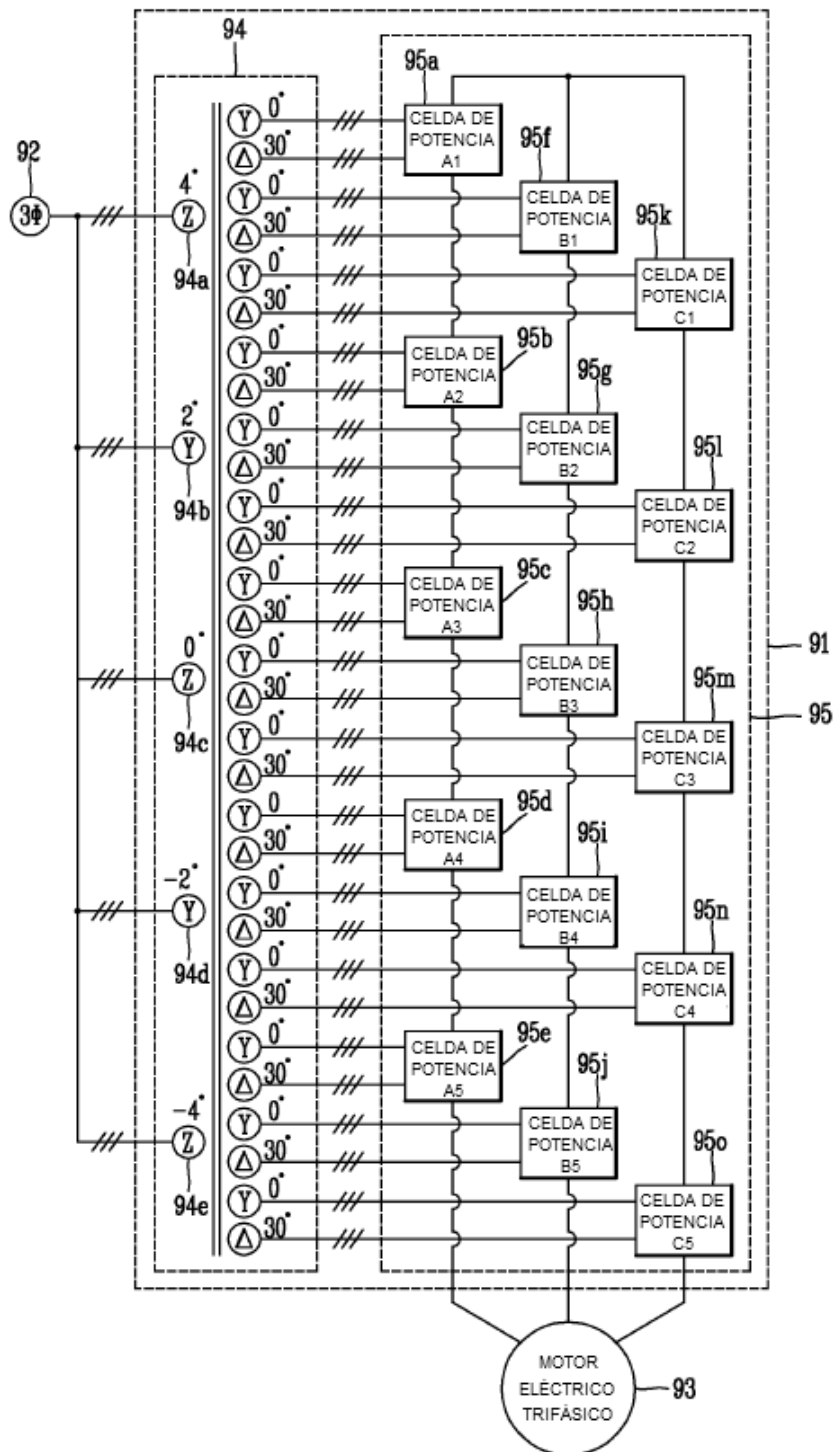


FIG. 10A

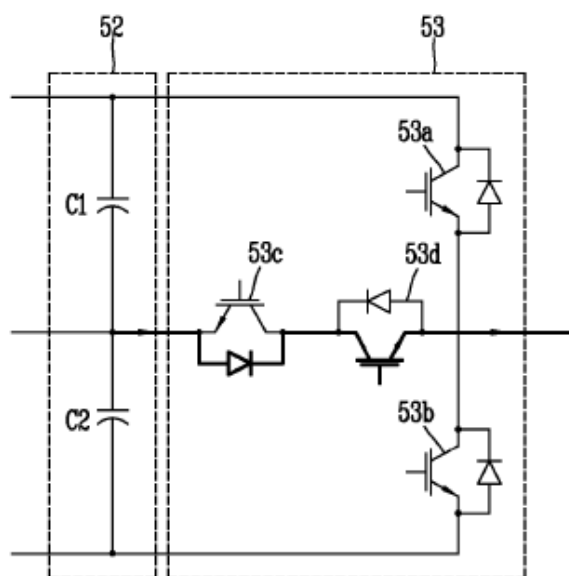


FIG. 10B

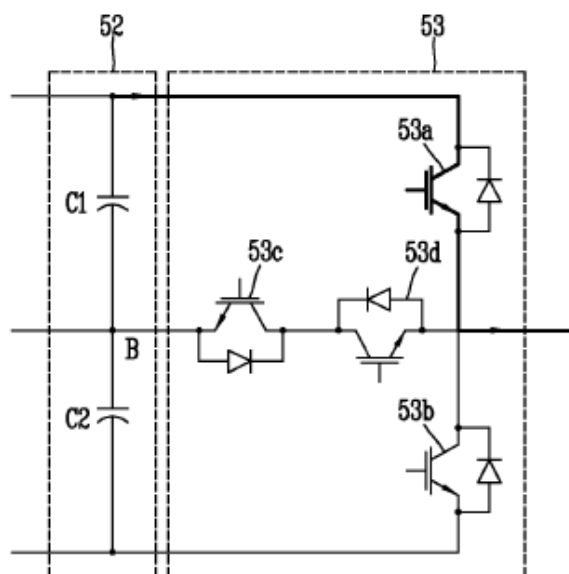


FIG. 10C

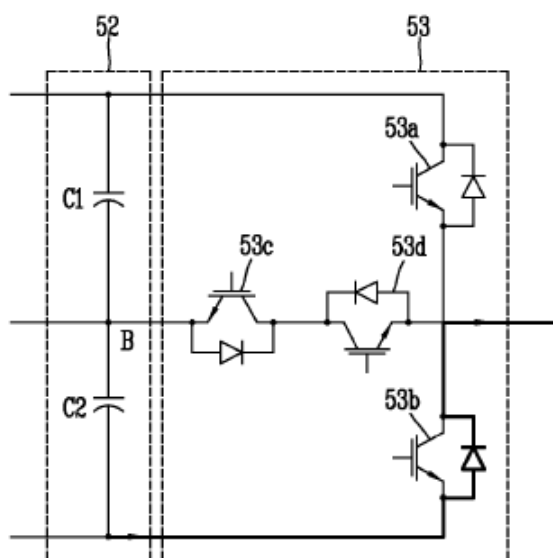


FIG. 10D

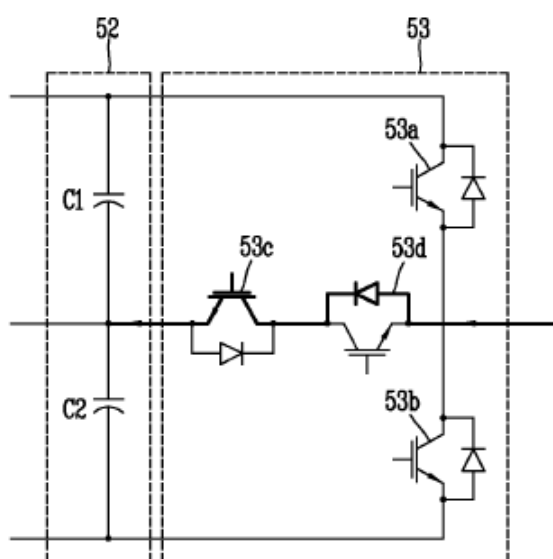


FIG. 10E

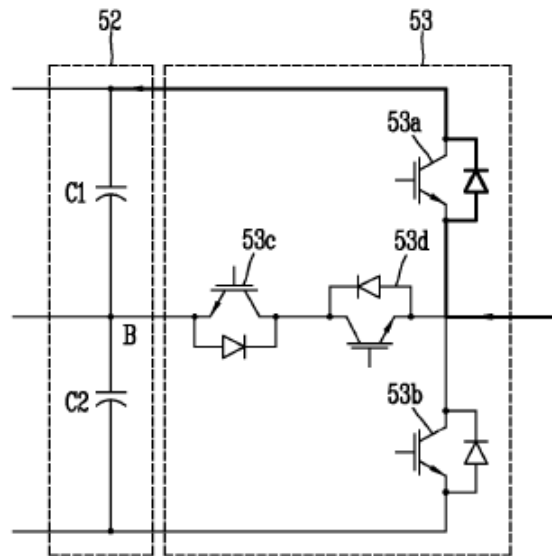


FIG. 10F

