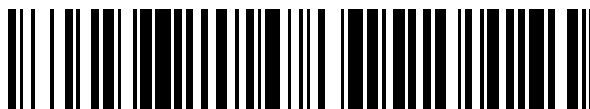


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 630**

51 Int. Cl.:

H02M 7/48 (2007.01)
H02P 27/06 (2006.01)
H02M 7/5387 (2007.01)
H03K 17/687 (2006.01)
H03K 17/10 (2006.01)
H03K 17/0814 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2009** **PCT/JP2009/057589**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.10.2010** **WO10119526**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2009** **E 09843307 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018** **EP 2421140**

54 Título: **Dispositivo inversor, dispositivo de accionamiento de motor eléctrico, dispositivo de refrigeración/acondicionador de aire y sistema de generación de potencia eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.09.2018

73 Titular/es:
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310, JP

72 Inventor/es:
ARISAWA, KOICHI;
NAKABAYASHI, HIROKAZU;
SHIMOMUGI, TAKUYA;
SHINOMOTO, YOSUKE;
TABATA, MITSU HARU y
SAKANOBÉ, KAZUNORI

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 683 630 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo inversor, dispositivo de accionamiento de motor eléctrico, dispositivo de refrigeración/acondicionador de aire y sistema de generación de potencia eléctrica

Campo de la técnica

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo inversor, un dispositivo de accionamiento de motor, un acondicionador de aire de refrigeración, y un sistema de generación de potencia.

Antecedentes

- Los inversores de frecuencia variable / tensión variable se han utilizado en la práctica y posteriormente se han desarrollado las áreas de aplicación para diferentes tipos de convertidores de potencia. Por ejemplo, se utiliza un inversor de tensión trifásico como circuito de accionamiento en un dispositivo de accionamiento de motor o similar. El inversor de tensión trifásico incluye un circuito puente trifásico o similar con un dispositivo de conmutación de potencia de semiconductor tal como un tiristor, un transistor, un IGBT o un MOSFET. En este circuito, se puede obtener un elemento de conmutación para cada fase mediante la conexión directa de sus terminales positivo y negativo a unos terminales positivo y negativo de una fuente de alimentación de tensión de corriente directa (DC), respectivamente.
- 15 En los últimos años, debido al incremento en la eficiencia del dispositivo, se ha realizado una mejora en dicho circuito estándar para hacerlo más eficiente.

- En la tecnología convencional, por ejemplo, se propone “un convertidor de potencia que incluye: un par de elementos de conmutación de circuito principal que se conecta en serie con una fuente de tensión DC para suministrar potencia a una carga; unos diodos de corriente inversa conectados de manera inversa en paralelo con los elementos de conmutación de circuito principal respectivos; y un circuito de aplicación de tensión inversa que aplica una tensión inversa más pequeña que la fuente de tensión DC a los respectivos diodos de corriente inversa cuando cada uno de tales diodos está bloqueado (ver, por ejemplo, el Documento de Patente 1).
- 20

Documento de la técnica anterior

Documento de patente

- 25 Documento de Patente 1: Solicitud de patente japonesa no examinada N° 10-327585.

(Reivindicación 1)

- El documento EP 2110934 A describe que un conmutador de semiconductor está dotado de un elemento principal que tiene conductividad inversa y que sirve como un elemento de conmutación accionado por tensión que tiene una alta tensión soportada, un elemento auxiliar que sirve como un elemento de conmutación accionado por tensión que tiene una tensión soportada menor que la del elemento principal, y un diodo antiparalelo de alta velocidad que tiene una tensión soportada igual que la del elemento principal.
- 30

Descripción de la invención

Problemas que resuelve la invención

- El dispositivo convencional descrito anteriormente presenta el problema de que el dispositivo requiere una cara y altamente funcional unidad de control para controlar la temporización de la aplicación de tensión inversa para gestionar la variación en dv/dt de un elemento de conmutación, o similar. Además, como dicha aplicación de tensión inversa se lleva a cabo usando un circuito adicional, existe el problema de que se produce una importante disminución de la eficiencia del inversor bajo condiciones de falta del circuito adicional.
- 35

- Además, el dispositivo inversor convencional tiene el problema de que un elemento de conmutación que tiene un diodo parásito provoca pérdidas de recuperación durante la conmutación.
- 40

La presente invención está definida por las actuales reivindicaciones independientes y se ha realizado para resolver los problemas anteriores. Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo inversor, un dispositivo de accionamiento de motor, un acondicionador de aire de refrigeración, y un sistema de generación de potencia, que pueda reducir la pérdida de recuperación.

- Además, otro objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo inversor, un dispositivo de accionamiento de motor, un acondicionador de aire de refrigeración, y un sistema de generación de potencia, que puedan mejorar su eficiencia energética mediante estructuras comparativamente simples.
- 45

Medios para resolver los problemas

- El dispositivo inversor de la presente invención incluye una pluralidad de brazos que pueden conducir y bloquear la corriente. Al menos uno de dicha pluralidad de brazos incluye: una pluralidad de elementos de conmutación, cada uno
- 50

de los cuales tiene un diodo parásito, y que están conectados en serie uno a otro; y un diodo de corriente inversa conectado en paralelo a dicha pluralidad de elementos de conmutación.

El dispositivo de accionamiento de motor de la presente invención se proporciona para accionar un motor e incluye el dispositivo inversor anterior y medios de control para controlar dicho dispositivo inversor.

- 5 El acondicionador de aire de refrigeración de la presente invención incluye el dispositivo de accionamiento de motor anterior y un motor para ser accionado por dicho dispositivo de accionamiento de motor.

El sistema de generación de potencia de la presente invención incluye un generador de potencia para generar potencia DC y el dispositivo inversor anterior. Aquí, dicho dispositivo inversor está dispuesto para convertir la potencia de corriente directa (DC) generada por dicho generador de potencia en potencia de corriente alterna (AC).

10 **Ventajas**

De acuerdo con la presente invención, como se proporciona un brazo que incluye una pluralidad de elementos de conmutación con diodos parásitos conectados en serie entre sí, puede reducirse la pérdida de recuperación del brazo durante la conmutación. Además, la eficiencia energética del mismo puede mejorarse mediante una estructura comparativamente simple.

15 **Breve descripción de los dibujos.**

[Fig. 1] La Fig. 1 es un diagrama que ilustra la configuración del brazo de un inversor de acuerdo con la Realización 1.

[Fig. 2] La Fig. 2 es un diagrama que ilustra la configuración de un circuito inversor de acuerdo con la Realización 1.

- 20 [Fig. 3] La Fig. 3 es un diagrama esquemático que ilustra la configuración de un MOSFET con una estructura SJ de acuerdo con la Realización 1.

[Fig. 4] La Fig. 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de la relación entre tensión de fuente de drenaje y resistencia en conducción con relación a un MOSFET con una estructura SJ.

[Fig. 5] La Fig. 5 es un diagrama que ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 2.

- 25 [Fig. 6] La Fig. 6 es un diagrama de flujo que representa una secuencia de creación PWM de acuerdo con la realización 2.

[Fig. 7] La Fig. 7 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un patrón de conmutación PWM de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 2.

- 30 [Fig. 8] La Fig. 8 es un diagrama que ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 3.

[Fig. 9] La Fig. 9 es un diagrama que ilustra el estado lógico del brazo superior de un inversor PWM.

[Fig. 10] La Fig. 10 es un diagrama que ilustra la relación entre un vector de comando de tensión y un ángulo de rotación de inversor de un inversor PWM.

- 35 [Fig. 11] La Fig. 11 es un diagrama que ilustra un ejemplo de patrones de conmutación PWM del circuito inversor con modulación de dos fases subyacente de acuerdo con la Realización 3.

[Fig. 12] La Fig. 12 es un diagrama que ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 3.

[Fig. 13] La Fig. 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de patrones de conmutación PWM del circuito inversor con modulación de dos fases subyacente de acuerdo con la Realización 3.

- 40 [Fig. 14] La Fig. 14 es un diagrama que ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 4.

[Fig. 15] La Fig. 15 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un comando de tensión de fase U y un potencial de fase U de inversor esclavo de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 4.

- 45 [Fig. 16] La Fig. 16 es un diagrama que ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 5.

[Fig. 17] La Fig. 17 es un diagrama que ilustra la configuración de un sistema de generación de potencia solar de tipo de interconexión de acuerdo con un Ejemplo.

[Fig. 18] La Fig. 18 es un diagrama que ilustra la configuración de un acondicionador de aire de refrigeración de acuerdo con la Realización 6.

[Fig. 19] La Fig. 19 es un diagrama que ilustra la configuración del circuito inversor convencional.

5 [Fig. 20] La Fig. 20 es un diagrama que ilustra un ejemplo de la formación de un cortocircuito equivalente usando un diodo parásito del MOSFET convencional.

[Fig. 21] La Fig. 21 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una corriente de cortocircuito en el circuito inversor convencional.

Mejores modos de llevar a cabo la invención

Realización 1

10 <Configuración de brazo 4>

La Fig. 1 ilustra la configuración de un brazo en un circuito inversor de acuerdo con la Realización 1.

Como se muestra en la Fig. 1, un brazo 4 incluye un elemento 5 de conmutación superior, un elemento 6 de conmutación inferior, y un diodo 9 de corriente inversa. Este brazo 4 es responsable de conducir y bloquear la corriente.

15 El elemento 5 de conmutación superior incluye, por ejemplo, un transistor de efecto campo de semiconductor de metal óxido (MOSFET) con una estructura de súper unión (en adelante, denominada como la “estructura SJ”). El elemento 5 de conmutación superior tiene un diodo 7 parásito. Aquí, los detalles de la estructura SJ se describirán más adelante.

El elemento 6 de conmutación inferior comprende un MOSFET. El elemento 6 de conmutación inferior tiene un diodo 8 parásito.

20 El diodo 8 parásito del elemento 6 de conmutación inferior tiene un tiempo de recuperación inversa menor que el del diodo 7 parásito del elemento 5 de conmutación superior.

Aquí, como el elemento 6 de conmutación inferior no requiere necesariamente una elevada tensión soportada, puede estar disponible un elemento con una tensión soportada baja. Por ejemplo, el elemento 6 de conmutación inferior puede tener una tensión soportada inferior que el elemento 5 de conmutación superior.

25 Incidentalmente, cada uno del elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior son equivalentes a los “elementos de conmutación” de la presente invención.

El elemento 5 de conmutación superior está en serie con el elemento 6 de conmutación inferior.

Por ejemplo, un elemento 5 de conmutación superior que comprende un MOSFET de canal n se conecta en serie con un elemento 6 de conmutación inferior que comprende un MOSFET de canal p.

30 Alternativamente, por ejemplo, un elemento 5 de conmutación superior que comprende un MOSFET de canal p se conecta en serie con un elemento 6 de conmutación inferior que comprende un MOSFET de canal n.

En otras palabras, cada uno del elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior está conectado en serie con los MOSFETS de tipo de canal diferente desde el canal de dicho MOSFET.

35 Además, por ejemplo, un elemento 5 de conmutación superior que comprende un MOSFET de canal n y un elemento 6 de conmutación inferior que comprende un MOSFET de canal n pueden conectarse inversamente en serie entre sí y a una fuente común.

En otras palabras, cada uno del elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior está conectado inversamente en serie con el MOSFET del mismo tipo de canal que el canal de dicho MOSFET.

Por tanto, el elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior están conectados en serie entre sí de modo que las polaridades de sus diodos 7 y 8 parásitos son opuestas entre sí.

40 El diodo 9 de corriente inversa se conecta en paralelo con el elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior. Además, el diodo 9 de corriente inversa se conecta de modo que tenga la misma polaridad que el diodo 7 parásito del elemento 5 de conmutación superior.

El diodo 9 de corriente inversa tiene un tiempo de recuperación inversa corto en comparación con el diodo 7 parásito y el diodo 8 parásito.

45 El diodo 9 de corriente inversa sirve para dejar que fluya la corriente circulante cuando tanto el elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior están OFF.

En la presente realización, se describirá la configuración de los MOSFETS usados como “elementos de conmutación”, aunque no está limitada a los mismos. Alternativamente, se puede utilizar cualquier tipo de elemento de conmutación siempre que incluya un diodo parásito.

- 5 En adelante, se describirá la presente realización haciendo referencia a un ejemplo en el que el brazo 4 está dotado de dos elementos de conmutación. De acuerdo con la presente invención, sin embargo, el número de elementos de conmutación no está limitado a dos. Se pueden montar más de dos elementos de conmutación en el brazo 4.

<Configuración del circuito 2 inversor>

La Fig. 2 ilustra la configuración de un circuito inversor de acuerdo con la Realización 1.

- 10 Como se muestra en la Fig. 2, el circuito 2 inversor incluye seis brazos 4a a 4f conectados entre sí a través de los respectivos puentes.

El circuito 2 inversor conduce y bloquea la corriente usando los respectivos brazos 4a a 4f, y convierte la tensión DC suministrada desde una fuente 12 de alimentación de tensión DC en una corriente alterna trifásica de cualquier frecuencia a cualquier tensión, para suministrarla a una unidad 16 de carga.

Incidentalmente, el circuito 2 inversor es equivalente al “dispositivo inversor” de la presente invención.

- 15 El dispositivo inversor también es denominado un inversor de potencia.

Cada uno de los brazos 4a, 4b, y 4c tiene un extremo conectado al lado de alta tensión (lado P) de la fuente 12 de alimentación de tensión DC.

Cada uno de los brazos 4d, 4e, y 4f tiene otro extremo conectado al lado de la baja tensión (lado N) de la fuente 12 de alimentación de tensión DC.

- 20 Entonces, uno nodo entre el brazo 4a y el brazo 4d, un nodo entre el brazo 4b y el brazo 4e, y un nodo entre el brazo 4c y el brazo 4f se conectan a la unidad 16 de carga.

En la siguiente descripción, los brazos 4a, 4b, y 4c también se denominan “brazos superiores”.

En la siguiente descripción, los brazos 4d, 4e y 4f también se denominan “brazos inferiores”.

- 25 Los brazos 4a a 4f incluyen unos elementos 5a a 5f de conmutación superior, unos elementos 6a a 6f de conmutación inferior, y unos diodos 9a a 9f de corriente inversa, respectivamente.

Los elementos 5a a 5f de conmutación superior incluyen diodos 7a a 7f parásitos, respectivamente. Los elementos 6a a 6f de conmutación inferior incluyen diodos 8a a 8f parásitos, respectivamente.

En la descripción anterior, se ha descrito la configuración del brazo 4 y la configuración del circuito 2 inversor dispuesto en el mismo.

- 30 A continuación, se describirán rasgos característicos de un MOSFET con una estructura SJ utilizado para el elemento 5 de conmutación superior y también desventajas del circuito inversor convencional usando el MOSFET con la estructura SJ.

<MOSFET con estructura SJ>

- 35 Se han utilizado dispositivos de potencia, tales como IGBTs y MOSFETs, para una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo electrodomésticos y equipos industriales. Actualmente, el desarrollo de dispositivos que utilizan carburo de silicio (SiC), nitruro de galio (GaN), y otros se ha producido de varios modos.

Además, han aparecido los MOSFETS de potencia con estructura SJ, obteniéndose dispositivos con una menor resistencia de conducción (resistencia de conducción ultra baja) que los de estructura convencional.

- 40 La Fig. 3 es un diagrama esquemático que ilustra la configuración del MOSFET con estructura SJ de acuerdo con la Realización 1.

Como se muestra en la Fig. 3, el MOSFET con estructura SJ incluye una puerta 21, una fuente 22, un drenaje 23, un sustrato (polaridad n+) 24, una capa p 25, y una capa n 26.

El MOSFET con estructura SJ puede reducir la resistencia de conducción manteniendo un balance de cargas entre la capa p 25 y la capa n 26, teniendo así la ventaja de mejorar la tensión soportada del dispositivo.

- 45 La Fig. 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de la relación entre tensión drenaje-fuente y la resistencia de conducción del MOSFET con estructura SJ.

Como se muestra en la Fig. 4, en el MOSFET convencional, la resistencia de conducción aumenta escalonadamente con un aumento en la tensión drenaje-fuente. En contraste, el MOSFET con estructura SJ puede suprimir un aumento en la resistencia de conducción.

5 En contraste, en comparación con el MOSFET convencional, el rasgo característico del MOSFET con estructura SJ es un tiempo de recuperación inversa prolongado del diodo parásito.

<Desventaja del circuito inversor convencional>

A continuación, se describirá una desventaja de aplicar el MOSFET con estructura SJ que tiene el rasgo característico descrito anteriormente a un circuito inversor.

La Fig. 19 es un diagrama que ilustra la configuración del circuito inversor convencional.

10 En el circuito 2 inversor convencional, como se muestra en la Fig. 19, los elementos 101a a 101f de conmutación que comprenden MOSFETs con estructura SJ se conectan entre sí a través de puentes. El circuito 2 inversor lleva a cabo un control de conmutación de los elementos 101a a 101f de conmutación, por ejemplo, en respuesta a señales PWM desde una unidad 11 de control.

15 Como resultado, la tensión DC desde la fuente 12 de alimentación de tensión DC se convierte en una corriente alterna trifásica de cualquier frecuencia y cualquier tensión y luego se suministra a un motor 1 o similar.

Por tanto, en la configuración típica del circuito 2 inversor convencional, los brazos superior e inferior se dotan de los elementos 101a a 101f de conmutación uno a uno.

20 Si el motor de accionamiento que utiliza PWM es accionado por dicha configuración de circuito, no puede despreciarse la pérdida de recuperación de cada uno de los diodos 102a a 102f parásitos en los respectivos elementos 101a a 101f de conmutación.

La Fig. 20 es un diagrama que ilustra un ejemplo de la formación de un cortocircuito equivalente usando un diodo parásito en el MOSFET convencional.

25 Como ejemplo, se describe con detalle la fase U. Ahora, se supone que tanto el elemento 101a de conmutación en el lado superior de la fase U como el elemento 101d de conmutación en el lado inferior de la fase U están OFF. Se describirá cómo el elemento 101a de conmutación en el lado superior de la fase U se enciende cuando la corriente de carga (corriente inversa) fluye a través del diodo 102d parásito en el lado inferior de la fase U.

En este caso, unos portadores (cargas) acumulados permiten el flujo de corriente durante el tiempo de recuperación inversa incluso en el caso de la aplicación de una polarización inversa al diodo 102d parásito.

30 En otras palabras, el diodo 102d parásito puede considerarse como un tipo de condensador. Por tanto, el circuito está en un estado de permitir que la corriente pase a través del mismo hasta que se completa la descarga de cargas acumuladas, es decir, hasta que el diodo 102d parásito pasa a estado OFF.

Por tanto, como se muestra en la Fig. 20, cuando el elemento 101a de conmutación en el lado superior de la fase U se enciende, se produce un cortocircuito en la fuente 12 de alimentación de tensión DC durante el tiempo de recuperación inversa del diodo 102d parásito.

35 En otras palabras, durante este período, el elemento 101a de conmutación en el lado superior de la fase U y el diodo 102d parásito en el lado inferior de la fase U pueden considerarse de manera equivalente como un cortocircuito.

Un período de tiempo requerido para la formación de dicho cortocircuito equivalente depende del tiempo de recuperación inversa del diodo 102 parásito del MOSFET. Por tanto, cuando mayor es el tiempo de recuperación inversa, mayor es la pérdida de recuperación provocada.

40 Como se describe en este ejemplo, cuando se utiliza el MOSFET con la estructura SJ que tiene el tiempo de recuperación inversa prolongado como el elemento 101 de conmutación del circuito 2 inversor convencional, el período de tiempo para la formación del cortocircuito equivalente se prolonga por la presencia del diodo 102 parásito, lo que provoca un aumento en la pérdida de recuperación.

La Fig. 21 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una corriente de cortocircuito en el circuito inversor convencional.

45 La Fig. 21 ilustra la corriente de cortocircuito en el circuito principal (en el lado de la fuente 12 de tensión DC) provocada por un cortocircuito equivalente en el momento del paso a conducción.

50 Como se muestra en la Fig. 21, cuando cualquier elemento 101 de conmutación deja de conducir y otro elemento 101 de conmutación en el lado opuesto comienza a conducir, la corriente de cortocircuito equivalente pasa a través de un camino cerrado con el circuito principal hasta que se completa la descarga de las cargas del diodo 102 parásito, lo que provoca un aumento de las pérdidas.

<Funcionamiento del circuito 2 inversor>

A continuación, se describirá el funcionamiento del circuito 2 inversor para reducir la pérdida de recuperación al evitar la corriente de cortocircuito según se describió anteriormente.

La descripción se realizará haciendo referencia de nuevo a la Fig. 2.

- 5 Se suministran señales de puerta con la misma lógica tanto al elemento 5 de conmutación superior como al elemento 6 de conmutación inferior del brazo 4 respectivo de acuerdo con la presente realización. En otras palabras, el elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior del mismo brazo 4 se controlan al estado ON o al estado OFF con la misma temporización, respectivamente.
- 10 Aquí, por ejemplo, se analiza la fase U. Ahora se supone que tanto el brazo 4a en el lado superior de la fase U como el brazo 4d en el lado inferior de la fase U están OFF. En este caso, la corriente de carga (corriente inversa) fluye a través del diodo 9d de corriente inversa del brazo 4d en el lado inferior de la fase U.

En este momento, el diodo 8d parásito del elemento 6d de conmutación inferior se conecta de modo que su polaridad es opuesta a la del diodo 9d de corriente inversa. Por tanto, el diodo 8d parásito bloquea un camino de conducción de la corriente de carga hacia el elemento 5 de conmutación superior. Por tanto, la corriente de carga no puede fluir a través del diodo 7d parásito que tiene un tiempo de recuperación inversa prolongado.
- 15 Posteriormente, cuando el brazo 4a en el lado superior de la fase U se enciende, la corriente de carga no fluye a través del diodo 7d parásito incluso aunque se aplique una tensión de polarización inversa al diodo 7d parásito. Entonces, la corriente de recuperación no fluye.

En este ejemplo, en el circuito 2 inversor de la presente realización, el elemento 5 de conmutación superior no es un estado de conducción cuando conmuta incluso se usa si el elemento 5 de conmutación superior que tiene el diodo 7 parásito con un tiempo de recuperación prolongado.
- 20 Además, la corriente de carga fluye a través del diodo 9 de corriente inversa. Por tanto, el brazo 4 conduce solo durante el tiempo de recuperación inversa (el tiempo de recuperación) del diodo 9 de corriente inversa.

Como se ha descrito anteriormente, en el brazo 4 del circuito 2 inversor de la presente realización, el diodo 7 parásito del elemento 5 de conmutación superior y el diodo 8 parásito del elemento 6 de conmutación inferior están conectados en serie de modo que sus polaridades son opuestas una a otra.
- 25 Por tanto, la corriente inversa no fluye hacia tanto el elemento 5 de conmutación superior como el elemento 6 de conmutación inferior. Puede evitarse durante la conmutación el flujo de corriente de recuperación a través del elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior.
- 30 Por tanto, incluso en el caso de utilizar el elemento 5 de conmutación superior que tiene el diodo 7 parásito con un tiempo de recuperación prolongado, puede reducirse la pérdida de recuperación.

En consecuencia, puede mejorarse la eficiencia del circuito 2 inversor.

Además, el diodo 8 parásito del elemento 6 de conmutación inferior tiene un tiempo de recuperación inversa más corto que el del diodo 7 parásito del elemento 5 de conmutación superior. Por tanto, se bloquea un camino de conducción de la corriente inversa hacia el elemento 5 de conmutación superior en el momento en que el brazo 4 lleva a cabo la conmutación, para acortar el tiempo requerido para la formación de un cortocircuito equivalente, lo que puede reducir la pérdida de recuperación.
- 35 Además, el brazo 4 incluye un diodo 9 de corriente inversa conectado en paralelo tanto con el elemento 5 de conmutación superior como con el elemento 6 de conmutación inferior. Por tanto, la corriente de carga puede fluir hacia el diodo 9 de corriente inversa.

Además, el diodo 9 parásito tiene un tiempo de recuperación inversa más corto que el del diodo 7 parásito del elemento 5 de conmutación superior. Por tanto, el tiempo requerido para la formación de un cortocircuito equivalente puede acortarse cuando el brazo 4 lleva a cabo la conmutación, lo que puede reducir la pérdida de recuperación.
- 40 Además, se usa un MOSFET con estructura SJ como el elemento 5 de conmutación superior. Por tanto, puede reducirse la resistencia de conducción y por tanto puede reducirse la pérdida de recuperación sin disminuir una ventaja de aumentar una tensión soportada.
- 45 Además, cuando se usa un MOSFET con una baja tensión soportada para el elemento 6 de conmutación inferior, la resistencia de canal es baja y también un potencial embebido (diferencia de potencial generada por un campo eléctrico en una región de capa de depleción) es bajo. Por tanto, se puede suprimir un aumento en la tensión de conducción y se puede minimizar una disminución en la eficiencia debido a un mayor número de elementos de conmutación.
- 50

En la presente realización, se muestra el circuito 2 inversor que usa un MOSFET con estructura SJ. Alternativamente, sin embargo, puede usarse el circuito inversor que utiliza cualquier elemento que tenga un diodo parásito o una inductancia parásita.

- 5 Además, el diodo 9 de corriente inversa puede ser de tipo de alta velocidad con un tiempo de recuperación corto para evitar la formación de un cortocircuito provocado por una diferencia característica entre el tiempo de recuperación inversa del elemento 5 de conmutación superior y el tiempo de recuperación inversa del elemento 6 de conmutación inferior en el brazo 4.

- 10 Además, al menos uno o todos los brazos 4 que constituyen el circuito 2 inversor pueden formarse en un módulo. Dicho módulo puede montarse en el circuito 2 inversor para permitir la eliminación de factores de ruido tales como un aumento en la inductancia de conductor. Además, puede reducirse un área de superficie necesaria para el montaje.

Realización 2

En esta realización, se describirá un dispositivo de accionamiento de motor dotado del circuito 2 inversor de la Realización 1.

<Configuración>

- 15 La Fig. 5 es un diagrama que ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 2.

Como se muestra en la Fig. 5, el dispositivo de accionamiento de motor incluye un circuito 2 inversor, medios 3a de detección de corriente, medios 3b de detección de corriente, medios 10 de detección de tensión, una unidad 11 de control, y una fuente 12 de alimentación de tensión DC.

- 20 Este dispositivo de accionamiento de motor lleva a cabo la operación de accionamiento de un motor 1.

Aquí, la unidad 11 de control es equivalente a "medios de control" de la presente invención.

El motor 1 comprende, por ejemplo, un motor síncrono trifásico. El motor 1 se conecta al circuito 2 inversor.

El circuito 2 inversor tiene la misma configuración que el de la Realización 1 descrita anteriormente. Se asignan los mismos números de referencia a los mismos componentes que en la Realización 1.

- 25 Los medios 3a y 3b de detección de corriente detectan la corriente que fluye a través de la bobina del motor 1 (en adelante denominado como "corriente de motor"). Los medios 3a y 3b de detección de corriente comprende, por ejemplo, elementos de detección de corriente, y detectan tensión correspondiente a la corriente del motor. Entonces, la tensión obtenida por los elementos de detección de corriente se introduce en la unidad 11 de control.

- 30 Los medios 10 de detección de tensión detectan la tensión DC (tensión de bus) suministrada al circuito 2 inversor. Los medios 10 de detección de tensión comprenden, por ejemplo, un divisor de tensión que incluye una resistencia, un condensador, y otros, un convertidor A/D, un amplificador, o similares. Los medios de detección de tensión introducen la tensión detectada en la unidad 11 de control.

- 35 La unidad 11 de control comprende, por ejemplo, una unidad de procesamiento central (CPU). La unidad 11 de control controla el circuito 2 inversor mediante modulación por anchura de pulsos (PWM, Pulse Width Modulation) para accionar el motor 1. Más adelante se describen detalles del funcionamiento.

En la unidad 11 de control, además, la tensión introducida desde los medios 3a y 3b de detección de corriente es convertida por el convertidor A/D o similar en datos numéricos que corresponden al valor de la tensión. Los datos se convierten entonces en los datos (información) de corriente que fluye a través del motor 1. Aquí, la detección de la corriente no se limita a dicho procedimiento.

- 40 En la unidad 11 de control, además, la tensión introducida desde los medios 10 de detección de corriente es convertida por el convertidor A/D o similar en datos numéricos que corresponden al valor de la tensión. Los datos se convierten entonces en los datos (información) de la tensión de bus DC. Aquí, la detección de la tensión de bus no está limitada a dicho procedimiento.

En lo anterior, se ha descrito la configuración del dispositivo de accionamiento de motor.

- 45 A continuación, se describirá el funcionamiento del dispositivo de accionamiento de motor de la realización.

<Funcionamiento>

Aquí, se describirá la operación de accionamiento de un motor que utiliza modulación por anchura de pulsos (PWM).

En la presente realización, se realiza la descripción en el caso en que un motor 1 es accionado y operado basándose en los datos (información) de la corriente que fluye a través de la bobina del motor 1, sin usar un sensor de posición

de polo magnético.

En el dispositivo de accionamiento de motor de la presente realización, la unidad 11 de control usa los medios 3a y 3b de detección de corriente para obtener los datos de la corriente del motor. Además, la unidad 11 de control puede obtener los datos de la tensión de bus a través del medio 10 de detección de tensión. La unidad 11 de control controla la operación de accionamiento del motor 1 mediante los pasos de: llevar a cabo cálculos basándose en estos datos para generar señales de ciclo de trabajo PWM (en adelante, denominadas señales PWM); accionar los elementos 5a a 5f de conmutación superior y los elementos 6a a 6f de conmutación inferior en los brazos 4 respectivos; y aplicar tensión al motor 1.

Aquí, se describirá el proceso de formar una señal PWM, que es emitida desde la unidad 11 de control al circuito 2 inversor basándose en corrientes i_u y i_w de motor.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra la secuencia de creación PWM de acuerdo con la Realización 2.

En adelante, se describirá el funcionamiento del motor 1 haciendo referencia a los pasos respectivos en la Fig. 6.

(S201)

La unidad 11 de control calcula corrientes que fluyen a través de cada una de entre las fases U, V y W a partir de dos corrientes de fase (i_u , i_w) obtenidas basándose en los resultados de detección de los medios 3a y 3b de detección de corriente, mediante el uso de los rasgos característicos de un inversor trifásico equilibrado tal como “el total de las tres corrientes de fase se ajusta a cero”.

(S202)

A continuación, se utilizan medios para determinar la corriente de magnetización y la corriente de par, que están incluidos en la unidad 11 de control, para calcular una componente de corriente de magnetización (corriente en el eje γ) i_γ y componente de corriente de par (corriente en el eje δ) i_δ llevando a cabo la conversión de coordenadas del valor de cada corriente de fase. Específicamente, la componente i_γ de corriente de magnetización y la componente de corriente de par i_δ se calculan sustituyendo las corrientes del motor i_u a i_w en una matriz de conversión [C1] representada mediante la siguiente ecuación (1) y llevando a cabo la conversión. En la ecuación (1), sin embargo, θ representa un ángulo de rotación del inversor que rota en una dirección de las agujas del reloj.

[Ecuación matemática 1]

$$[C_1] = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta & \cos\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) & \cos\left(\theta + \frac{2}{3}\pi\right) \\ -\sin \theta & -\sin\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) & -\sin\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) \end{bmatrix} \quad \dots \quad (1)$$

Incidentalmente, en el caso de utilizar un sensor para detectar la posición de un rotor, tal como un encoder de pulsos, una frecuencia angular eléctrica del rotador es casi coincidente con una frecuencia rotacional del circuito inversor. Por tanto, un sistema de coordenadas donde el circuito inversor rota a una frecuencia igual a la frecuencia angular eléctrica del rotador es generalmente denominado como un sistema de coordenadas dq.

Por el contrario, cuando un sensor para detectar la posición de un rotor, tal como un encoder de pulsos no se utiliza, la unidad 11 de control casi no puede detectar la coordenada de ejes dq con precisión. De hecho, el circuito inversor rota con una desviación de una diferencia de fase de $\Delta\theta$ con respecto del sistema de coordenadas dp. Bajo dicha suposición, en general, un sistema de coordenadas que rota a la misma frecuencia que la tensión de salida del circuito inversor se denomina como un sistema de coordenadas $\gamma\delta$ y se diferencia de un sistema de coordenadas rotacional. En la presente realización, el caso del ejemplo no utiliza ningún sensor. Por tanto, las letras γ y δ se adjuntan según la costumbre.

(S203)

A continuación, unos medios de operación aritmética de tensión de comandos de eje γ / tensión de eje δ de la unidad 11 de control llevan a cabo diferentes tipos de controles vectoriales incluyendo un control de velocidad usando una corriente i_γ de magnetización, una corriente i_δ de par, y un comando f^* de frecuencia para obtener un posterior comando V_γ^* de tensión de eje γ posterior y un comando V_δ^* de tensión de eje δ .

(S204)

A continuación, unos medios de operación aritmética de cada comando de tensión defase de la unidad 11 de control utilizan la siguiente ecuación (2), que es la matriz inversa de la ecuación (1), [C1]⁻¹, para obtener cada uno de los comandos Vu* a Vv* de tensión de fase.

5 [Ecuación matemática 2]

$$[C_1]^{-1} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \cos\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) & -\sin\left(\theta - \frac{2}{3}\pi\right) \\ \cos\left(\theta + \frac{2}{3}\pi\right) & -\sin\left(\theta + \frac{2}{3}\pi\right) \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

(S205)

10 A continuación, unos medios para crear un ciclo de trabajo de señal PWM, que están incluidos en la unidad 11 de control, calculan los momentos ON (momentos OFF) Tup a Twn del elemento de conmutación en cada brazo 4 basándose en la relación de cada una de las tensiones de comando de tensión de fase Vu* a Vv* del circuito 2 inversor con la tensión Vdc de bus obtenida de los medios 10 de detección de tensión (la relación de cada tensión de comando de tensión de fase a Vdc).

15 En la presente realización, como se ha descrito anteriormente, aunque cada brazo 4 incluye dos elementos de conmutación, un elemento 5 de conmutación superior y un elemento 6 de conmutación inferior, se supone que estos dos elementos en el brazo 4 tienen la misma lógica de señal de puerta. En otras palabras, los dos elementos en el brazo 4 se procesan con la misma señal de puerta para asegurar la compatibilidad con el modelo convencional y realizar la presente realización mediante un método de control simplificado.

20 Incidentalmente, el cálculo de los momentos ON (o momentos OFF) Tup a Twn de los elementos de conmutación de cada brazo 4 no está limitado al anterior. Alternativamente, puede calcularse usando una técnica, tal como la modulación de vector espacial convencional.

(S206)

A continuación, los medios de generación de señal PWM incluidos en la unidad 11 de control convierten los tiempos de conmutación de un ciclo de portadora en señales PWM y luego transmiten las señales PWM como señales PWM Up a Wn al circuito 2 inversor.

25 El elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior de cada brazo 4 son operados por la misma señal de puerta basándose en las señales PWM Up a Wn desde la unidad 11 de control y la tensión de pulsos correspondiente al funcionamiento es aplicada al motor 1. Y entonces el circuito 2 inversor acciona y opera el motor 1. Como ejemplo, la lógica de señal PWM del elemento de conmutación se muestra en la Fig. 7.

30 En la presente invención, como se ha descrito anteriormente, se proporciona el mismo circuito 2 inversor que el de la Realización 1 y el motor 1 es accionado mediante el control del circuito 2 inversor con PWM basándose en la corriente del motor.

Por tanto, la corriente de carga (corriente inversa) del motor 1 no fluye hacia el elemento 5 de conmutación superior y el elemento 6 de conmutación inferior, de modo que puede evitarse que la corriente de recuperación fluya a través del elemento 5 de conmutación superior cuando conmuta.

35 Por tanto, puede reducirse la pérdida de recuperación incluso si se utiliza el elemento 5 de conmutación superior que tiene un diodo 7 parásito con un tiempo de recuperación prolongado.

Por tanto, la pérdida de recuperación reducida conduce a un aumento en la eficiencia del circuito 2 inversor, de modo que puede aumentarse la eficiencia energética del dispositivo de accionamiento del motor.

Realización 3

40 La Fig. 8 es un diagrama que ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 3 de la presente invención.

En el dispositivo de accionamiento de motor de la presente realización, como se muestra en la Fig. 8, la configuración de un brazo inferior de un circuito 2 inversor es diferente de la Realización 2 descrita anteriormente. Otros componentes de la presente realización son los mismos que los de la Realización 2 descrita anteriormente. Se usan los mismos números de referencia para identificar porciones similares o correspondientes.

- 5 Los brazos inferiores (brazos 4d a 4f) del circuito 2 inversor de la presente realización incluyen respectivos elementos 13d a 13f de conmutación individuales respectivos y diodos 9d a 9f de corriente inversa individuales respectivos conectados en paralelo con los elementos 13d a 13f de conmutación correspondientes.

Incidentalmente, los brazos superiores (brazos 4a a 4c) del circuito 2 inversor tienen la misma configuración que los de la Realización 2 descrita anteriormente.

- 10 Los elementos 13d a 13f de conmutación están constituidos por, por ejemplo, elementos tales como IGBTs que tienen una baja velocidad de conmutación. Alternativamente, los elementos 13d a 13f de conmutación pueden ser MOSFETs según varias condiciones (por ejemplo, la frecuencia de portadora, velocidad de conmutación, grado de pérdida de recuperación, disponibilidad, etc. de los elementos).

- 15 Aquí, cada uno de estos elementos 13d a 13f de conmutación de la presente realización es equivalente al "segundo elemento de conmutación" de la presente invención.

Además, cada uno de los diodos 9d a 9f de corriente inversa de la presente realización es equivalente al "segundo diodo de corriente inversa" de la presente invención.

A continuación, se describirá el funcionamiento del dispositivo de accionamiento de motor de la presente realización.

La Fig. 9 es un diagrama que ilustra el estado lógico del brazo superior del inversor PWM.

- 20 La Fig. 10 es un diagrama que ilustra la relación entre un vector de comando de tensión y el ángulo de rotación de inversor del inversor PWM.

En primer lugar, se describirá la lógica de brazo superior del circuito 2 inversor y la relación entre el vector de comando de tensión y el ángulo de rotación de inversor del inversor PWM.

- 25 Incluso en esta realización, se hace que dos elementos de conmutación diferentes de los respectivos brazos 4a a 4c tengan la misma lógica de señal de puerta. Por tanto, la lógica de las señales de puerta alimentada a los respectivos brazos 4a a 4f enciende cualquiera de entre un brazo superior conectado al lado positivo de un bus DC o un brazo inferior conectado al lado negativo del mismo. Como este estado lógico se dispone para cada una de las tres fases, el brazo superior tiene ocho estados lógicos diferentes en total ($2^3 = 8$). En otras palabras, hay ocho diferentes estados de salida (en adelante denominados como "vectores de tensión"). Aquí, para representar los estados de conmutación de los respectivos brazos 4, el estado ON del brazo superior lógico se define como "1" y el estado OFF del mismo se define como "0". El vector de tensión de cada modo de conmutación con una cierta longitud de vector (en adelante denominado como "vector de tensión principal") se define como sigue.

- 35 Es decir, como se muestra en la Fig. 9, cuando se muestra (estado lógico del brazo superior de la fase W, estado lógico del brazo superior de la fase V, estado lógico del brazo superior de la fase U) del bus DC como una representación, (0, 0, 1) se refiere al vector V1, similarmente (0, 1, 0) al vector V2, (0, 1, 1) al vector V3, (1, 0, 0) al vector V4, (1, 0, 1) al vector V5, y (1, 1, 0) al vector V6.

- 40 Además, un vector de tensión sin ninguna longitud de vector (en adelante denominado como un "vector cero") se representa como sigue: cuando se muestra (estado lógico del brazo superior de la fase W, estado lógico del brazo superior de la fase V, estado lógico del brazo superior de la fase U) del bus DC como una representación, (0, 0, 0) se refiere al vector V0, y similarmente (1, 1, 1) al vector V7.

Para rotar el motor 1 suavemente, es necesario obtener un flujo magnético correspondiente a una tensión/frecuencia deseada. Se puede conseguir mediante una combinación adecuada de los ocho diferentes vectores de tensión anteriores.

- 45 La Fig. 10 ilustra la relación entre el ángulo θ de rotación de inversor y el vector V^* de comando de tensión usando la dirección del vector V1 (dirección de la fase U) como referencia.

A continuación, se describirá el control PWM de la unidad 11 de control en la presente realización.

La Fig. 11 es un diagrama que ilustra un ejemplo de patrones de conmutación PWM del circuito inversor con modulación de dos fases subyacente de acuerdo con la Realización 3.

- 50 La Fig. 11 ilustra un ejemplo de patrones de señal de puerta de los brazos superiores en el momento de la modulación de dos fases subyacente.

Como se muestra en la Fig. 11, la unidad 11 de control de la presente realización lleva a cabo la modulación de dos

fases subyacente mediante la combinación de los vectores de tensión según se describió anteriormente.

Mediante este funcionamiento, en la presente realización, se puede conseguir la alta eficiencia mediante el diseño de patrones PWM además de la configuración anterior del circuito 2 inversor, sin aumentar el número de los elementos.

- 5 En esta realización, como se ha descrito anteriormente, el brazo superior incluye una combinación de una pluralidad de MOSFETs con una pequeña pérdida de conducción y reduce la pérdida de recuperación. Además, el brazo inferior utiliza modulación de dos fases subyacente con un pequeño número de operaciones de conmutación.

Por tanto, se puede mejorar la eficiencia del dispositivo de accionamiento de motor.

- 10 Además, el brazo inferior está constituido por un elemento 13 de conmutación, de modo que puede suprimirse tanto como es posible un aumento en el número de elementos. Por tanto, contribuye a una reducción en coste y una reducción en carga ambiental sobre la tierra.

En la descripción anterior, el brazo inferior está constituido por un elemento 13 de conmutación. Alternativamente, sin embargo, el brazo superior puede estar constituido por un elemento 13 de conmutación. En este caso, la unidad 11 de control lleva a cabo un control PWM del circuito 2 inversor con modulación de dos fases subyacente. En adelante, se describirá un ejemplo específico.

- 15 La Fig. 12 ilustra la configuración del dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 3.

En el circuito 2 inversor del dispositivo de accionamiento de motor, como se muestra en la Fig. 12, la configuración de los brazos superiores es diferente de la de la Realización 2. Otros componentes estructurales de la presente realización son los mismos que los de la Realización 2 descrita anteriormente. Se usan los mismos números de referencia para indicar las porciones correspondientes.

- 20 Los brazos superiores (brazos 4a a 4c) del circuito 2 inversor incluyen respectivos elementos 13a a 13c de conmutación individuales y respectivos diodos 9a a 9c de corriente inversa individuales respectivos conectados en paralelo con los correspondientes elementos 13a a 13c de conmutación.

Además, cada uno de los brazos inferiores (brazos 4d a 4f) del circuito 2 inversor tiene la misma configuración que la Realización 2.

- 25 Los elementos 13a a 13c están constituidos por elementos tales como IGBTs con una baja velocidad de conmutación. Además, se pueden utilizar MOSFETs según varias condiciones (la frecuencia de portadora, velocidad de conmutación, grado de pérdida de recuperación, disponibilidad, etc. de los elementos).

Incidentalmente, cada uno de estos elementos 13a a 13c de conmutación de la presente realización es equivalente al "segundo elemento de conmutación" de la presente invención.

- 30 Además, cada uno de los diodos 9a a 9c de corriente inversa de la presente realización es equivalente al "segundo diodo de corriente inversa" de la presente invención.

A continuación, se describirá el control PWM de la unidad 11 de control de la presente realización.

La Fig. 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de patrones de conmutación PWM del circuito inversor con modulación de dos fases subyacente de acuerdo con la Realización 3.

- 35 La Fig. 13 ilustra un ejemplo de patrones de señal de puerta del brazo superior en el momento de la modulación de dos fases subyacente.

Como se muestra en la Fig. 13, la unidad 11 de control de la presente realización lleva a cabo la modulación de dos fases subyacente mediante la combinación de los vectores de tensión descritos anteriormente.

- 40 En la presente realización, por tanto, en dicha operación, puede conseguirse la alta eficiencia diseñando patrones PWM además de la configuración del circuito 2 inversor, sin incrementar el número de elementos.

Como se ha descrito anteriormente, el brazo inferior incluye una combinación de una pluralidad de MOSFETs con pequeñas pérdidas de conducción y reduce la pérdida de recuperación, mientras que el brazo superior utiliza una modulación de dos fases subyacente con un pequeño número de operaciones de conmutación.

Por tanto, la eficiencia del dispositivo de accionamiento de motor puede mejorarse.

- 45 Por tanto, como el brazo superior está formado por un elemento 13 de conmutación, se puede esperar una reducción en el coste y una reducción en la carga medioambiental sobre la tierra mediante la supresión del aumento en el número de elementos tanto como sea posible.

La presente realización ha descrito el caso en el que todos los brazos inferiores del circuito 2 inversor incluyen un elemento 13 de conmutación o el caso en que todos los brazos superiores del circuito 2 inversor incluyen un elemento

13 de conmutación. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto. Alternativamente, al menos uno de los brazos superiores o al menos uno de los brazos inferiores puede estar formado por un elemento de conmutación. Incluso en tal configuración, se puede conseguir una reducción de coste mediante la supresión del número de elementos.

- 5 La presente realización también utiliza MOSFET con estructura SJ como el elemento 5 de conmutación superior del brazo 4 en el circuito 2 inversor. La presente invención no se limita a esto. Se puede utilizar cualquier elemento que tenga un diodo parásito o una inductancia parásita.

- 10 Incluso en la presente realización, factores de ruidos, tales como un incremento en la inductancia de conductor pueden ser eliminados mediante la formación colectiva de al menos uno de los brazos 4 o todos los brazos 4 en el circuito 2 inversor como un módulo y su montaje. Además, puede reducirse un área de superficie requerida para el montaje.

Realización 4

La Fig. 14 ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la realización 4.

- 15 Como se muestra en la Fig. 14, el dispositivo de accionamiento de motor de la presente realización incluye: una fuente 12 de tensión DC; un circuito 2a inversor (lado maestro) y un circuito 2b inversor (lado esclavo); un motor 1; medios 3a y 3b de detección de corriente para detectar la corriente del motor que fluye a través del motor 1; medios 10 de detección de tensión; y medios tales como una unidad 11 de control para el control PWM de los circuitos 2a y 2b inversores que accionan el motor 1.

El circuito 2a inversor maestro tiene la misma configuración que en la Realización 1 descrita anteriormente.

El circuito 2b inversor esclavo incluye brazos 15a a 15f conectados entre sí a través de una conexión en puente.

- 20 Los brazos 15a a 15f del circuito 2b inversor incluyen los respectivos elementos 14a a 14f de conmutación individuales y los respectivos diodos 9a a 9f de corriente inversa conectados en paralelo con los correspondientes elementos 14a a 14f de conmutación.

- 25 Los elementos 14a a 14f de conmutación están constituidos por, por ejemplo, elementos tales como IGBTs que tienen una baja velocidad de conmutación. Alternativamente, los elementos 14a a 14f de conmutación pueden ser MOSFETs según varias condiciones (la frecuencia de portadora, velocidad de conmutación, grado de pérdida de recuperación, disponibilidad, etc. de los elementos).

Incidentalmente, el circuito 2b inversor de la presente realización es equivalente al "segundo dispositivo inversor" de la presente invención.

- 30 En la presente realización, el circuito 2a inversor maestro está controlado por la unidad 11 de control con PWM para generar una salida PWM de un modo mostrado en la Realización 1.

El circuito 2b inversor esclavo lleva a cabo una operación de mantener una salida a un potencial P constante (en adelante denominado también como "dispuesto en el lado P") o una operación de mantener una salida en un potencial N constante (también, denominado como "dispuesto en el lado N") en respuesta a la polaridad de cada tensión de comando de tensión de salida de fase del circuito 2a inversor maestro.

- 35 La Fig. 15 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una tensión de comando de tensión de fase U y un potencial de fase U de inversor esclavo del dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 4.

- 40 En el caso de la fase U, por ejemplo, cuando la tensión de comando del circuito 2a inversor maestro es positiva, el brazo superior del circuito 2b inversor esclavo está siempre OFF (dispuesto en el lado N). Además, cuando la tensión de comando del circuito 2a inversor maestro es negativa, el brazo superior del circuito 2b inversor esclavo está siempre ON (dispuesto en el lado P).

Cuando la tensión de comando del circuito 2a inversor maestro es cero, el brazo superior y el brazo inferior del circuito 2b inversor esclavo están siempre OFF (sin salida). Alternativamente, el brazo superior del circuito 2b inversor esclavo puede estar dispuesto bien en el lado P o en el lado N.

- 45 En esta realización, como se ha descrito anteriormente, el circuito 2b inversor esclavo lleva a cabo una operación de mantener una salida en un potencial P constante o en un potencial N constante, en respuesta a la polaridad de cada comando de tensión de salida de fase del circuito 2a inversor maestro. Por este motivo, el número de operación de conmutación del circuito 2b inversor esclavo puede reducirse y también puede reducirse la pérdida de recuperación en el circuito 2b inversor esclavo.

- 50 Además, cada uno de los brazos 15 del circuito 2b inversor esclavo está formado por un elemento 14 de conmutación. Por tanto, el número de partes del circuito 2b inversor puede reducirse y puede reducirse el coste del mismo.

Además, esta configuración de circuito es aplicable a un sistema en el que un motor 1 es accionado utilizando dos circuitos inversores en combinación o un dispositivo de alimentación de potencia. Por tanto, se puede conseguir un sistema relativamente simple con una alta versatilidad mediante la extensión del control convencional.

5 La presente realización también utiliza MOSFET con una estructura SJ como el elemento 5 de conmutación superior del brazo 4 en el circuito 2a inversor. Alternativamente, sin embargo, la presente invención puede aplicarse a una operación cooperativa de una pluralidad de circuitos inversores usando cualquier elemento de conmutación que tenga un diodo parásito o una inductancia parásita.

10 Incluso en la presente realización, al menos cualquiera de los brazos 4 o todos los brazos 4 del circuito 2a inversor maestro o brazos en el circuito 2b inversor esclavo puede estar formado colectivamente como al menos un módulo para su montaje. Por tanto, permite eliminar factores de ruido, tales como un aumento en la inductancia de conductor. Además, puede reducirse un área de superficie necesaria para el montaje.

Realización 5

La Fig. 16 ilustra la configuración de un dispositivo de accionamiento de motor de acuerdo con la Realización 5.

15 Como se muestra en la Fig. 16, el dispositivo de accionamiento de motor de la presente realización incluye: una fuente 12 de alimentación de tensión DC; un circuito 2 inversor; una unidad 16 de carga; medios 3 de detección de corriente para detectar una corriente de carga que fluye a través de la unidad 16 de carga; medios 10 de detección de tensión; y una unidad 11 de control para controlar el circuito 2 inversor con PWM para controlar la unidad 16 de carga.

Se asignan los mismos números de referencia que en las Realizaciones 1 a 4 a la misma configuración.

20 El circuito 2 inversor de la presente realización incluye cuatro brazos 4a a 4d que forman un único puente monofásico. Cada uno de los brazos 4a a 4d tiene la misma configuración que la Realización 1 descrita anteriormente.

La configuración anterior puede obtener el efecto de suprimir la pérdida de recuperación del MOSFET de un modo similar al de las Realizaciones 1 a 4 según se ha descrito anteriormente, no solo en un caso de equipamiento trifásico, sino también en un caso donde el circuito 2 inversor tiene una estructura de puente monofásico como en la presente realización.

25 Por tanto, puede mejorarse la eficiencia energética incluso en el dispositivo de accionamiento de motor de la presente realización.

30 En la presente realización, la presente invención se ha descrito con respecto al caso en el que cada uno de todos los brazos 4a a 4e comprende dos elementos de conmutación. La presente invención no se limita a esto. Alternativamente, al menos uno de los brazos 4 puede comprender un elemento de conmutación, y opcionalmente un diodo de corriente inversa dependiendo del tipo del elemento. Estos componentes pueden combinarse para formar cualquier configuración de circuito para optimizar la efectividad del coste al mismo tiempo que se mantiene una eficiencia deseada.

35 La presente realización también utiliza MOSFET con una estructura SJ como el elemento 5 de conmutación superior del brazo 4 en el circuito 2 inversor. Alternativamente, sin embargo, la presente invención puede aplicarse a cualquier elemento de conmutación que tenga un diodo parásito o una inductancia parásita.

Incluso en la presente realización, al menos cualquiera de los brazos 4 o todos los brazos 4 del circuito 2 inversor puede estar formado colectivamente como un módulo para su montaje. Por tanto, permite eliminar factores de ruido, tales como un aumento en la inductancia de conductor. Además, puede reducirse un área de superficie necesaria para el montaje.

40 Ejemplo

En este ejemplo para una mayor comprensión de la presente invención, como un ejemplo de sistema de generación de potencia, se describe un ejemplo de un sistema de generación de potencia solar de tipo de interconexión, en el que la potencia eléctrica generada por los módulos solares es suministrada a un sistema de potencia eléctrica comercial conectado a los mismos.

45 La Fig. 17 es un diagrama que ilustra la configuración de un sistema de generación de potencia solar de tipo de interconexión de acuerdo con el ejemplo.

50 Como se muestra en la Fig. 17, el sistema de generación de potencia solar de tipo de interconexión incluye una matriz 51 de células solares que comprende una pluralidad de módulos de células solares y un dispositivo 53 inversor de interconexión que convierte la potencia DC generada por la matriz 51 de células solares en potencia AC y al mismo tiempo suministra la potencia AC a un sistema 52 de potencia eléctrica comercial monofásico interconectado.

Incidentalmente, la matriz 51 de células solares es equivalente al "generador de potencia eléctrica" de la presente invención.

El dispositivo 53 inversor de interconexión incluye un circuito 61 elevador, un circuito 2 inversor, un circuito 62 de filtro, un relé 63 de enlace, unos medios 3a de detección de corriente, unos medios 3c de detección de corriente, y una unidad 64 de procesamiento.

El circuito 61 elevador eleva una tensión DC de entrada. El circuito 2 inversor convierte la tensión DC en una tensión AC de alta frecuencia. El circuito 62 de filtro atenúa la componente de conmutación de alta frecuencia contenida en la tensión de salida del circuito 2 inversor. El relé 63 de enlace conecta o desconecta la tensión de salida del circuito 62 de filtro con el sistema 52 de potencia eléctrica comercial monofásica. Los medios 3a de detección de corriente detectan la corriente de salida del circuito 2 inversor. Los medios 3c de detección de corriente detectan la corriente de salida del circuito 62 de filtro. La unidad 64 de procesamiento emite señales PWM para accionar el circuito 2 inversor basándose en información de los medios 3a y 3b de detección de corriente.

El circuito 2 inversor del presente ejemplo es un circuito inversor con una estructura de puente como la de la Realización 4 e incluye cada uno de los brazos 4a a 4d.

Cada uno de los elementos 5a a 5d de conmutación superior de los respectivos brazos 4 está formado por un MOSFET con estructura SJ. Además, cada uno de los elementos 6a a 6d de conmutación inferior de los respectivos brazos 4 está formado por un MOSFET con una baja tensión soportada. Cada uno de estos diodos 9a a 9f de corriente inversa es de tipo de alta velocidad con un tiempo de recuperación corto.

En el presente ejemplo, se describe el circuito 2 inversor que tiene la misma configuración que la de la Realización 4 descrita anteriormente. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto. Alternativamente, puede utilizarse el circuito 2 inversor que se describe en cualquiera de las Realizaciones 1 a 5 descritas anteriormente.

En este ejemplo, como se ha descrito anteriormente, el sistema de generación de potencia solar incluye el mismo circuito 2 inversor que se ha descrito en cualquiera de las Realizaciones 1 a 5. Como las Realizaciones 1 a 5 descritas anteriormente, el sistema de generación de potencia solar puede reducir la corriente de recuperación del circuito 2 inversor durante la conmutación y puede accionarse con una alta eficiencia.

En el sistema de generación de potencia solar, además, un aumento en la eficiencia de la conversión de potencia en el circuito 2 inversor provoca un aumento en la cantidad de electricidad generada. Por tanto, el usuario puede obtener una mayor cantidad de electricidad generada debido a un aumento en la eficiencia de la conversión de potencia.

En este ejemplo, además, como puede reducirse la pérdida de potencia durante la conversión de potencia, existen ventajas en que puede reducirse la generación de calor en el circuito 2 inversor, puede reducirse la dimensión del radiador de calor, y puede conseguirse una mejora en la fiabilidad de los componentes al disminuir un aumento de la temperatura, etc.

Como se ha descrito anteriormente, la presente invención no sólo se aplica a cualquier dispositivo inversor conectado a una carga independiente, tal como el motor 1 y la unidad 16 de carga como en las Realizaciones 1 a 5, sino que también se aplica a un dispositivo inversor de interconexión para su enlace a un sistema de potencia eléctrica comercial como en este ejemplo.

Incidentalmente, en el presente ejemplo, se ha descrito el sistema de generación de potencia solar de tipo de interconexión conectado al sistema de potencia eléctrica comercial monofásico. Sin embargo, el presente ejemplo puede aplicarse a otros sistemas, tales como un sistema de generación de potencia solar de tipo de interconexión para su enlace a un sistema de potencia comercial trifásico y un sistema de generación de potencia solar de tipo independiente que suministra potencia eléctrica a una carga independiente sin enlace a otro sistema, para obtener el mismo efecto.

En el presente ejemplo, se ha descrito el sistema de generación de potencia solar que utiliza módulos solares como elementos de generación de potencia. Alternativamente, es aplicable del mismo modo a un sistema de generación de potencia que utiliza cualquier elemento de generación de potencia que genera potencia DC, tal como una célula de combustible y un aerogenerador, y obviamente puede obtenerse el mismo efecto.

Realización 6

La Fig. 18 es un diagrama que ilustra la configuración de un acondicionador de aire de refrigeración de acuerdo con la Realización 6.

En la Fig. 18, el acondicionador de aire de refrigeración de la presente realización incluye una unidad 201 exterior y una unidad 204 interior. La unidad 201 exterior incluye un compresor 202 refrigerante conectado a un circuito refrigerante (no mostrado) para mostrar un ciclo de refrigeración y un ventilador 203 dispuesto para que la unidad exterior envíe aire a un intercambiador de calor (no mostrado).

Además, tanto el compresor 202 refrigerante como el ventilador 203 son hechos rotar por el motor 1 controlado por cualquiera de los controladores de accionamiento de motor de las Realizaciones 2 a 5 descritas anteriormente.

Incluso si el motor 1 es operado por dicha configuración, se pueden obviamente obtener los mismos efectos que en

las Realizaciones 1 a 5.

Números de referencia

5 1 motor, 2 circuito inversor, 2a circuito inversor, 2b circuito inversor, 3 medios de detección de corriente, 3a medios de
detección de corriente, 3b medios de detección de corriente, 3c medios de detección de corriente, 4 brazo, 4a a 4f
brazo, 5 elemento de conmutación superior, 5a a 5f elemento de conmutación superior, 6 elemento de conmutación
inferior, 6a a 6f elemento de conmutación inferior, 7 diodo parásito, 7a a 7f diodo parásito, 8 diodo parásito, 8a a 8f
diodo parásito, 9 diodo de corriente inversa, 9a a 9f diodo de corriente inversa, 10 medios de detección de tensión, 11
10 unidad de control, 12 fuente de tensión de corriente directa (DC), 13 elemento de conmutación, 13a a 13f elemento de
conmutación, 14 elemento de conmutación, 14a a 14f elemento de conmutación, 15 brazo, 15a a 15f brazo, 16 unidad
de carga, 21 puerta, 22 fuente, 23 drenaje, 24 sustrato (polaridad n+), 25 capa p, 26 capa n, 51 matriz de células
solares, 52 sistema de potencia comercial monofásico, 53 dispositivo inversor de interconexión, 61 circuito elevador,
62 circuito de filtro, 63 relé de enlace, 64 unidad de procesamiento, 101 elemento de conmutación 101a a 101f
elemento de conmutación, 102 diodo parásito, 102a a 102f diodo parásito, 201 unidad exterior, 202 compresor de
refrigerante, 203 ventilador, 204 unidad interior.

15

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de accionamiento de motor para accionar un motor (1), que comprende:
un dispositivo (2) inversor;
5 un detector (3a, 3b) de corriente que detecta la corriente eléctrica que fluye a través de una bobina de dicho motor (1); y
un controlador (11) que controla dicho dispositivo (2) inversor, donde
dicho dispositivo (2) inversor es un inversor trifásico en el que seis brazos (4) que pueden conducir y bloquear la corriente están conectados entre sí a través de una conexión en puente,
10 donde
tres brazos de los seis brazos (4) están conectados a un lado de alta tensión o un lado de baja tensión de tensión DC suministrada a dicho dispositivo inversor, dichos tres brazos incluyen:
una pluralidad de elementos (5, 6) de conmutación que tienen diodos (7, 8) parásitos y que están conectados en serie entre sí; y
15 un diodo (9) de corriente inversa conectado en paralelo con dicha pluralidad de elementos (5, 6) de conmutación,
dichos elementos (5, 6) de conmutación están conectados entre sí de modo que la polaridad de un diodo (7, 8) parásito de un elemento (5, 6) de conmutación es opuesta a la polaridad de un diodo (7, 8) parásito de otro elemento (5, 6) de conmutación adyacente al mismo,
20 el diodo (8) parásito de uno de la pluralidad de elementos (6) de conmutación con polaridad inversa relativa a la polaridad de dicho diodo (9) de corriente inversa tiene un tiempo de recuperación inverso más corto que el del diodo (7) parásito de otros elementos (5) de conmutación,
los otros tres brazos (4) incluyen un segundo elemento (13) de conmutación y un segundo diodo (9) de corriente inversa conectados en paralelo con dicho segundo elemento (13) de conmutación,
25 y caracterizado por que
dicho controlador (11) acciona, basándose en una corriente detectada por dicho detector (3a, 3b) de corriente, dicho motor (1) mediante Modulación por Anchura de Pulsos, PWM, control de dicho dispositivo (2) inversor con modulación de dos fases subyacente, donde un elemento de conmutación de un brazo (4) conectado a dicho lado de alta tensión de una fase que no lleva a cabo una operación de conmutación entre las tres fases se mantiene en un estado ON, o con modulación de dos fases subyacente, donde un elemento de conmutación de un brazo (4) conectado a dicho lado de baja tensión de una fase que no lleva a cabo una operación de conmutación entre las tres fases se mantiene en un estado ON, en un período de un ángulo de rotación de inversor que tiene la misma combinación de un vector de tensión principal que genera un vector de comando de tensión.
30
2. El dispositivo de accionamiento de motor de la reivindicación 1, donde
35 dicho elemento (5, 6) de conmutación es un transistor de efecto campo de semiconductor de metal óxido, MOSFET.
3. El dispositivo de accionamiento de motor de la reivindicación 2, donde
dicho MOSFET está conectado en serie a otro MOSFET con un tipo de canal diferente que un canal del MOSFET.
40 4. El dispositivo de accionamiento de motor de la reivindicación 2, donde
dicho MOSFET está conectado inversamente en serie a otro MOSFET con el mismo tipo de canal que un canal del MOSFET.
5. El dispositivo de accionamiento de motor de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde
al menos uno de dicha pluralidad de MOSFETs es un MOSFET con una estructura de súper unión.
45 6. El dispositivo de accionamiento de motor de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde

entre dicha pluralidad de MOSFETs, un MOSFET que tiene un diodo (7, 8) parásito con la misma polaridad que la de dicho diodo (9) de corriente inversa es un MOSFET con una estructura de súper unión.

7. El dispositivo de accionamiento de motor de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, donde
entre dicha pluralidad de MOSFETs, un MOSFET que tiene dicho diodo (7, 8) parásito con polaridad inversa con relación a la de dicho diodo (9) de corriente inversa es un MOSFET con una baja tensión soportada en comparación con otros MOSFETs.
8. El dispositivo de accionamiento de motor de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde
dicho diodo (9) de corriente inversa tiene un tiempo de recuperación corto en comparación con el de dicho diodo (7, 8) parásito.
9. El dispositivo de accionamiento de motor de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde
dicho segundo elemento (13d a 13f) de conmutación es un IGBT o un MOSFET.
10. El dispositivo de accionamiento de motor de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde
al menos uno de dichos seis brazos (4) está modularizado.
11. El dispositivo de accionamiento de motor de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que además comprende:
un segundo dispositivo (2) inversor para accionar un motor (1), donde
dicho segundo dispositivo (2b) inversor tiene al menos un brazo (15) que incluye un elemento (14) de conmutación y un diodo (9) de corriente inversa, y
dicho controlador (11) controla dicho dispositivo (2) inversor y dicho segundo dispositivo (2b) inversor.
12. El dispositivo de accionamiento de motor de la reivindicación 11, donde
dicho controlador (11) lleva a cabo:
cálculo de cada valor de comando de tensión de fase basándose en la corriente detectada por dichos medios (3) de detección de corriente;
control de dicho dispositivo (2) inversor con PWM basándose en dicho valor de comando de tensión de fase;
y
control de dicho dispositivo (2b) inversor basándose en una polaridad de tensión de cada uno de dichos valores de comando de tensión de fase.
13. El dispositivo de accionamiento de motor de la reivindicación 11 o 12, donde
al menos uno de entre dicho dispositivo (2) inversor y dicho segundo dispositivo (2b) inversor está modularizado.
14. Un acondicionador de aire de refrigeración, que comprende
un dispositivo de accionamiento de motor según se describe en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13; y
un motor (1) para ser accionado por dicho dispositivo de accionamiento de motor.

FIG. 1

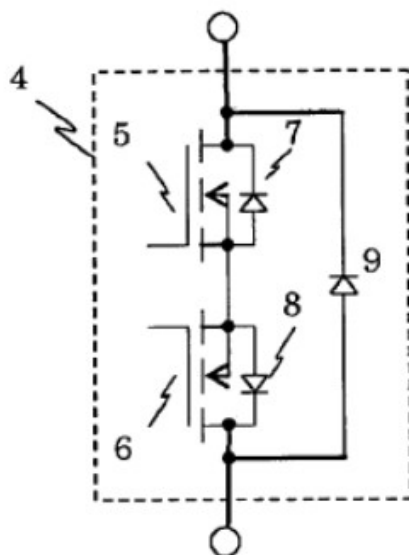


FIG. 2

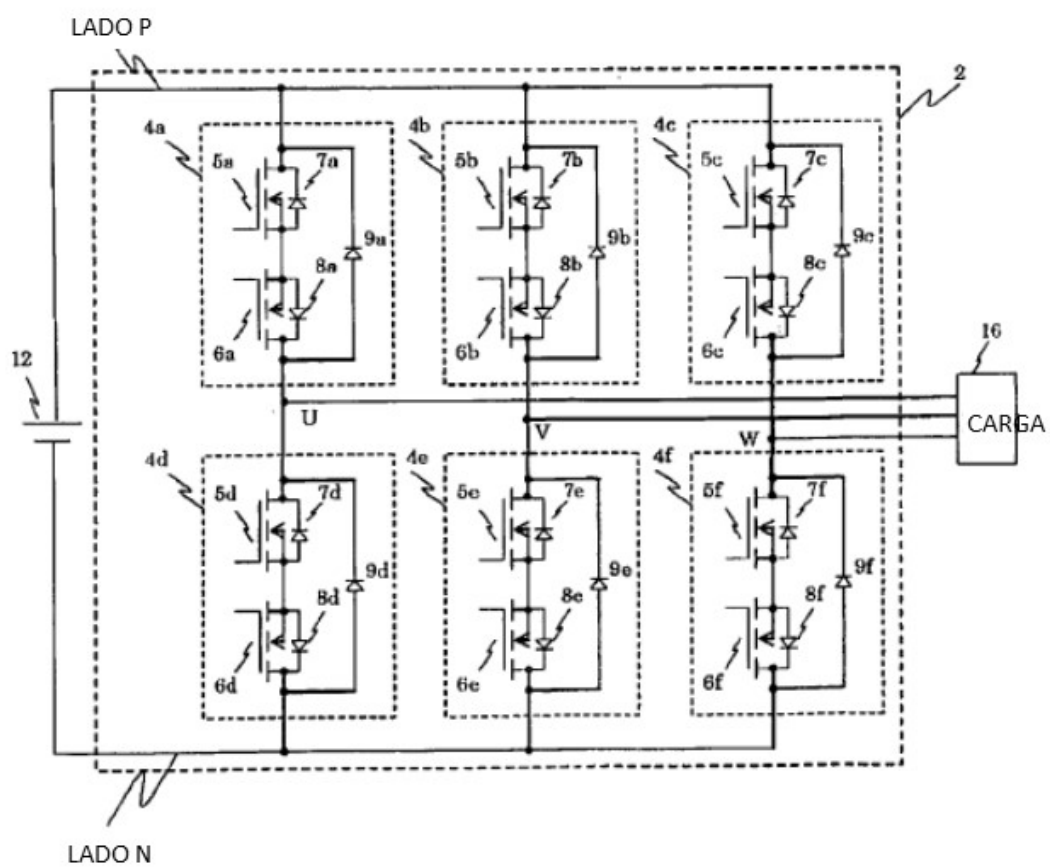


FIG. 3

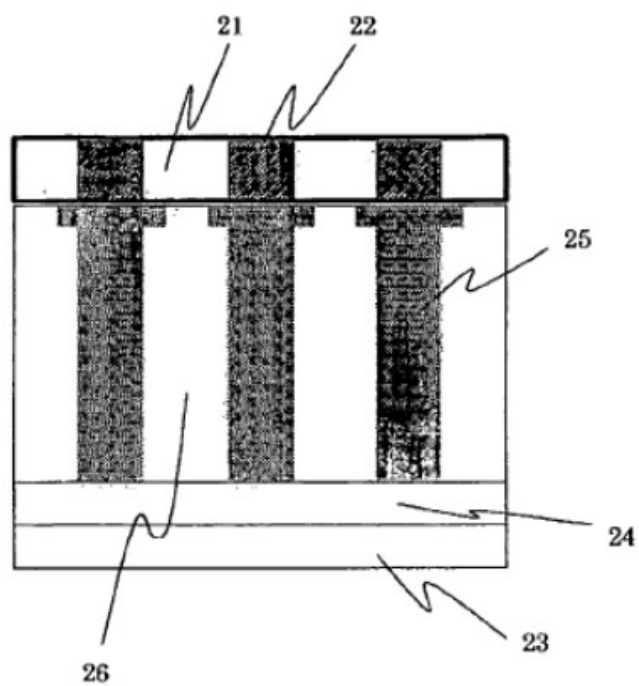


FIG. 4

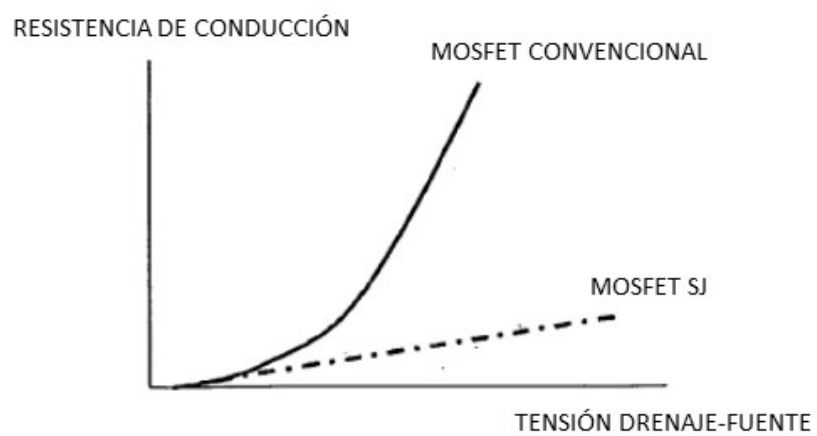


FIG. 5

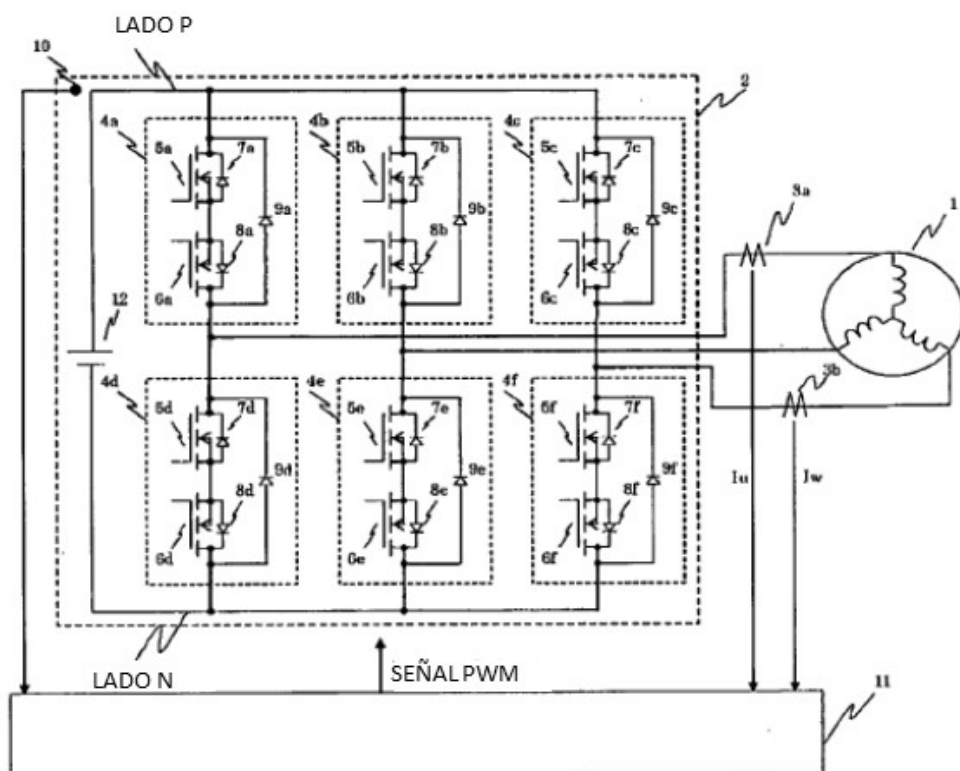


FIG. 6

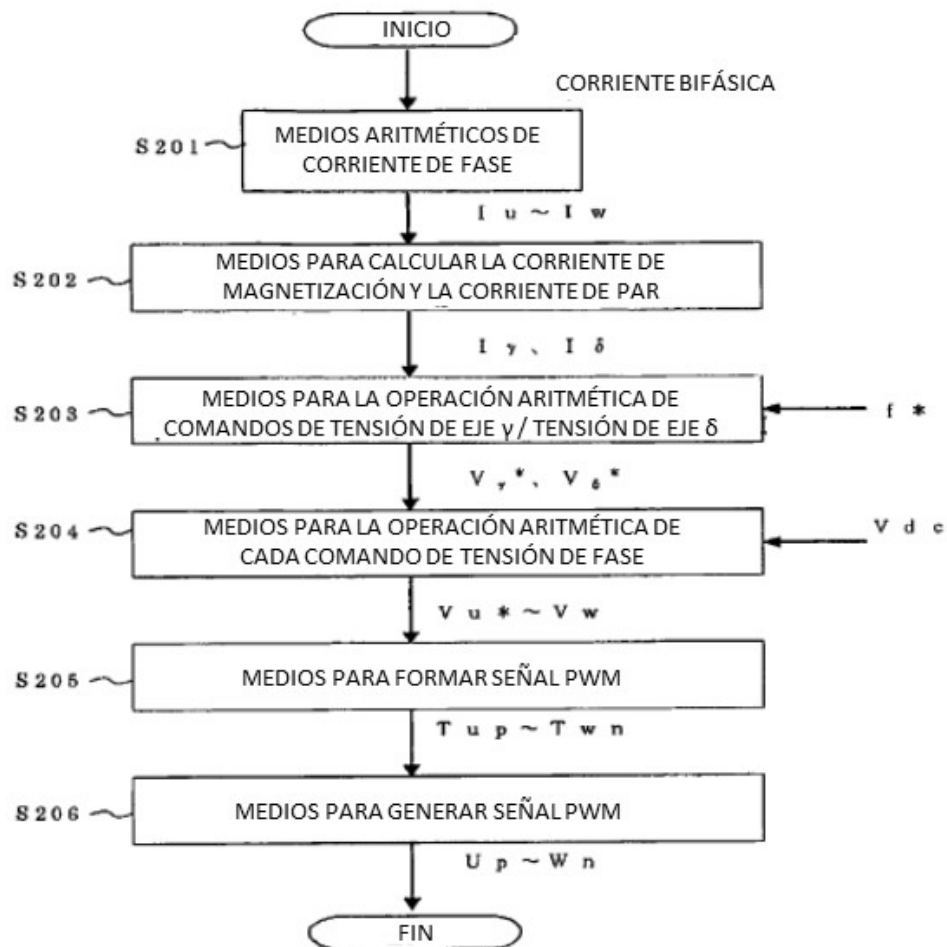


FIG. 7

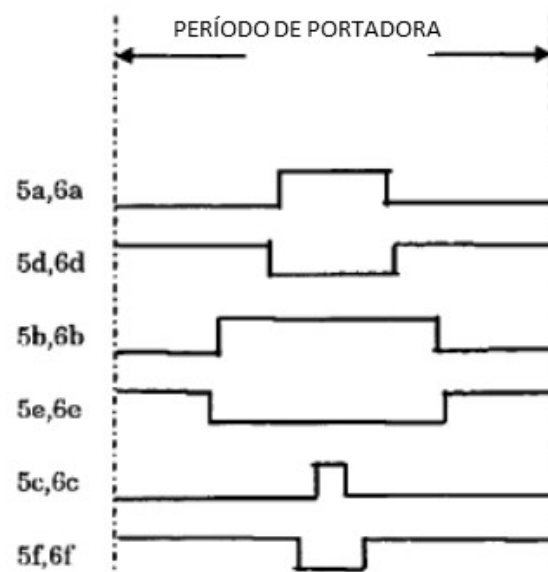


FIG. 8

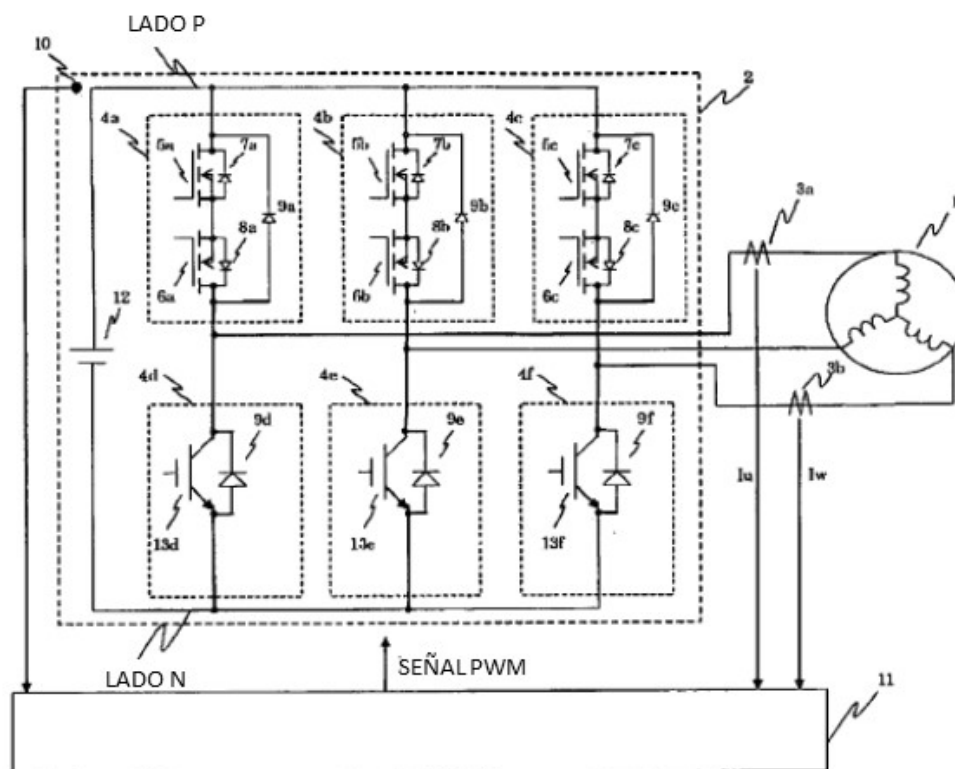


FIG. 9

VECTOR DE TENSION PRINCIPAL	Wp (LÓGICA DE SEÑAL DE PUERTA DE BRAZO SUPERIOR DE FASE W)	Vp (LÓGICA DE SEÑAL DE PUERTA DE BRAZO SUPERIOR DE FASE V)	Up (LÓGICA DE SEÑAL DE PUERTA DE BRAZO SUPERIOR DE FASE U)
$\vec{V}_0$	0	0	0
$\vec{V}_1$	0	0	1
$\vec{V}_2$	0	1	0
$\vec{V}_3$	0	1	1
$\vec{V}_4$	1	0	0
$\vec{V}_5$	1	0	1
$\vec{V}_6$	1	1	0
$\vec{V}_7$	1	1	1

FIG. 10

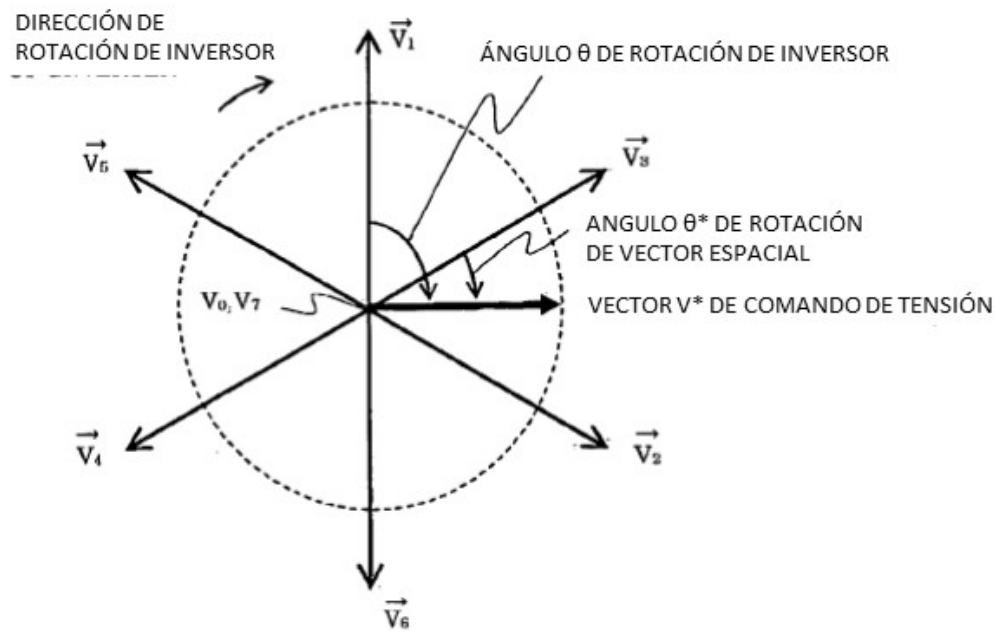


FIG. 11

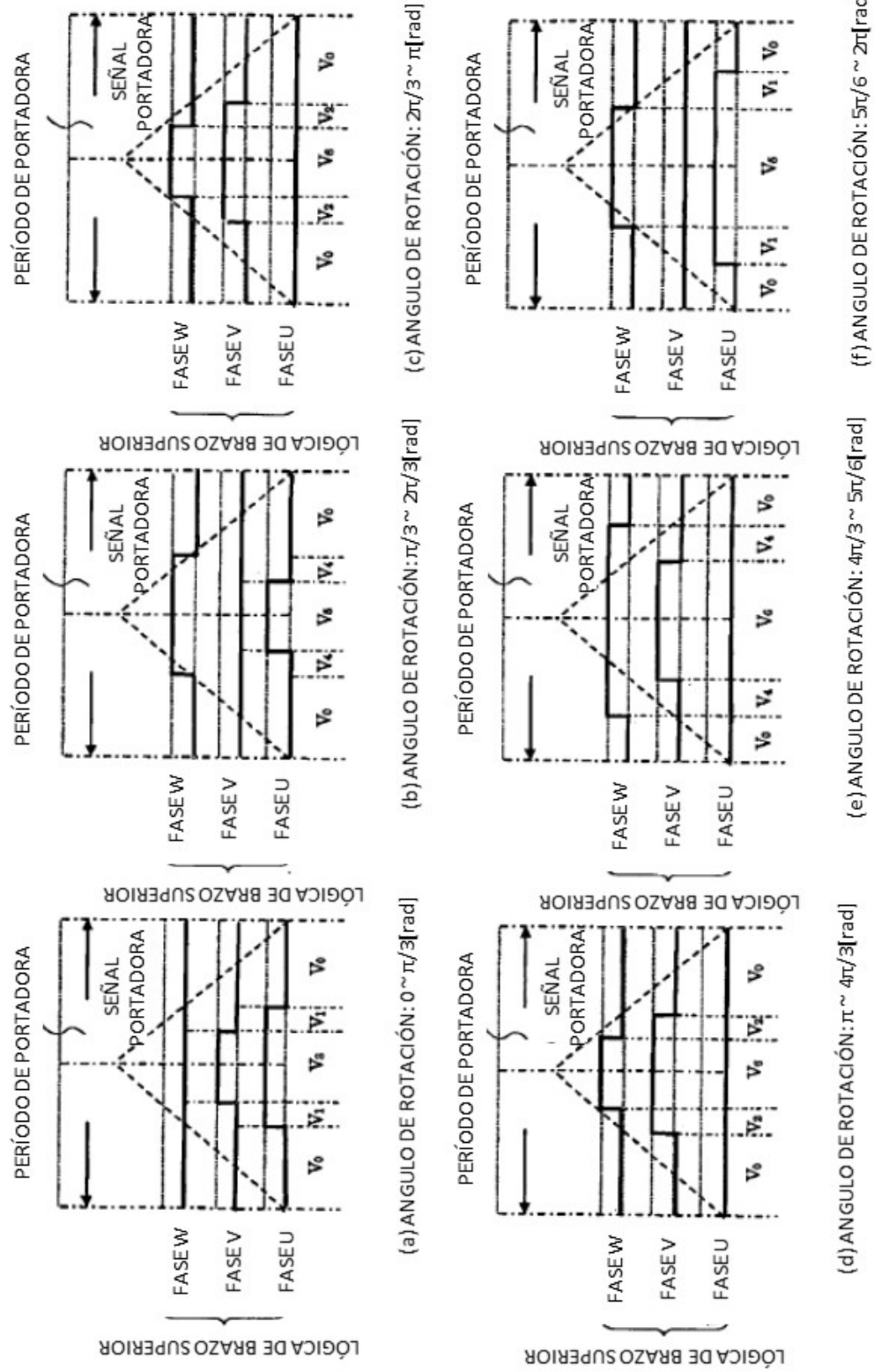


FIG. 12

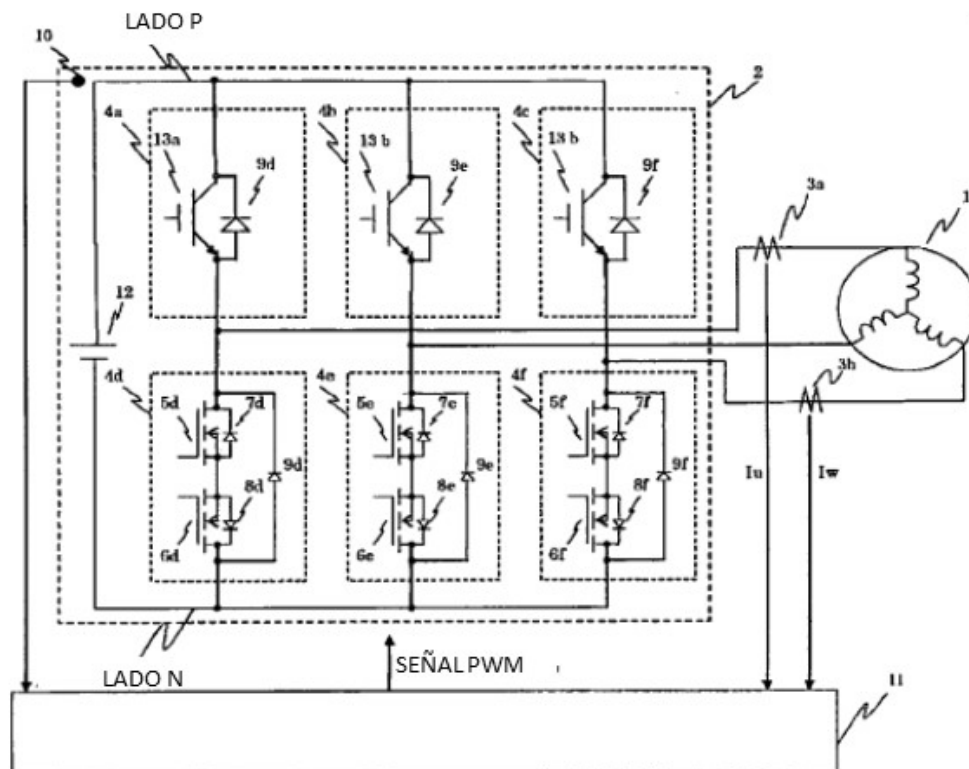


FIG. 13

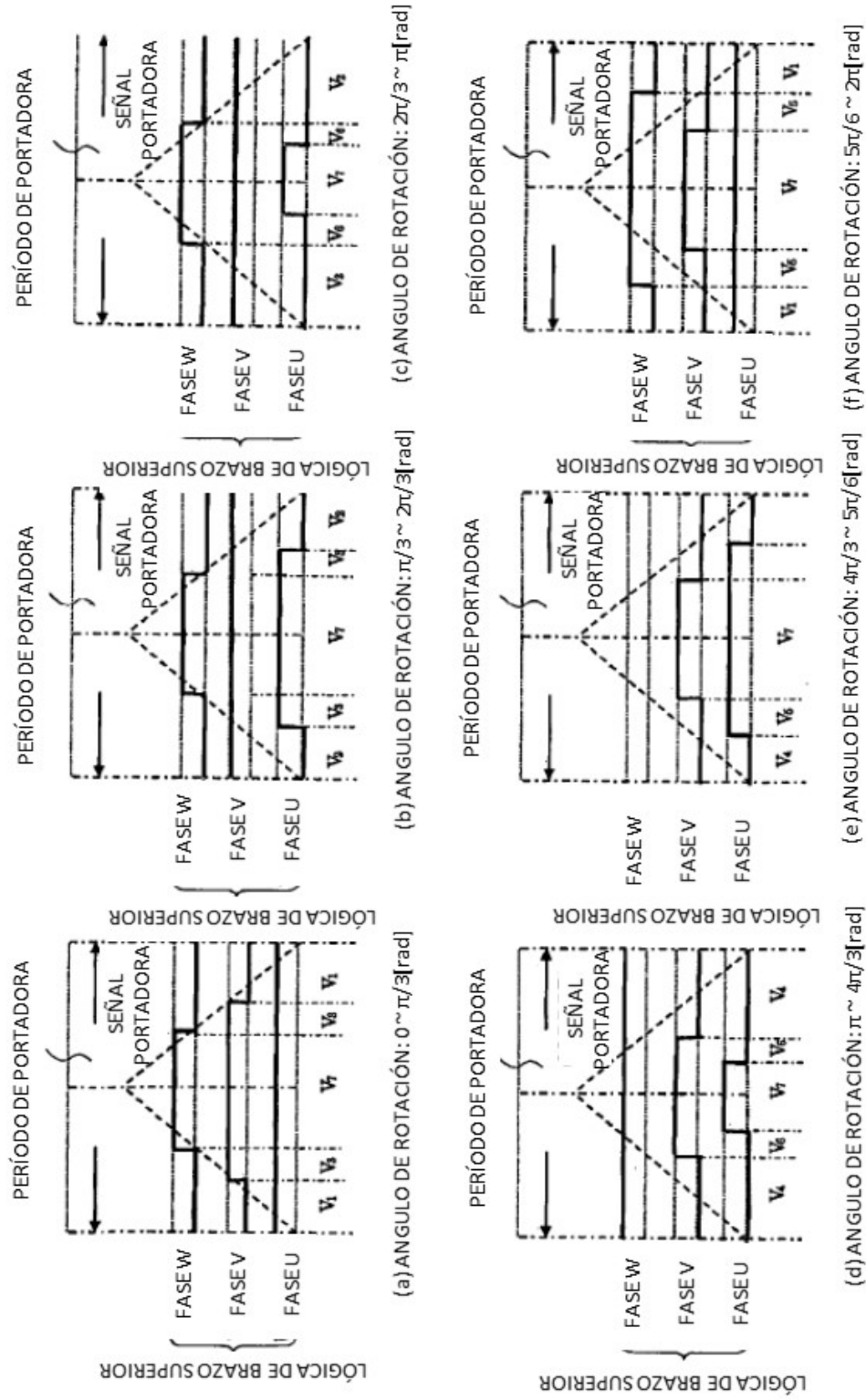


FIG. 14

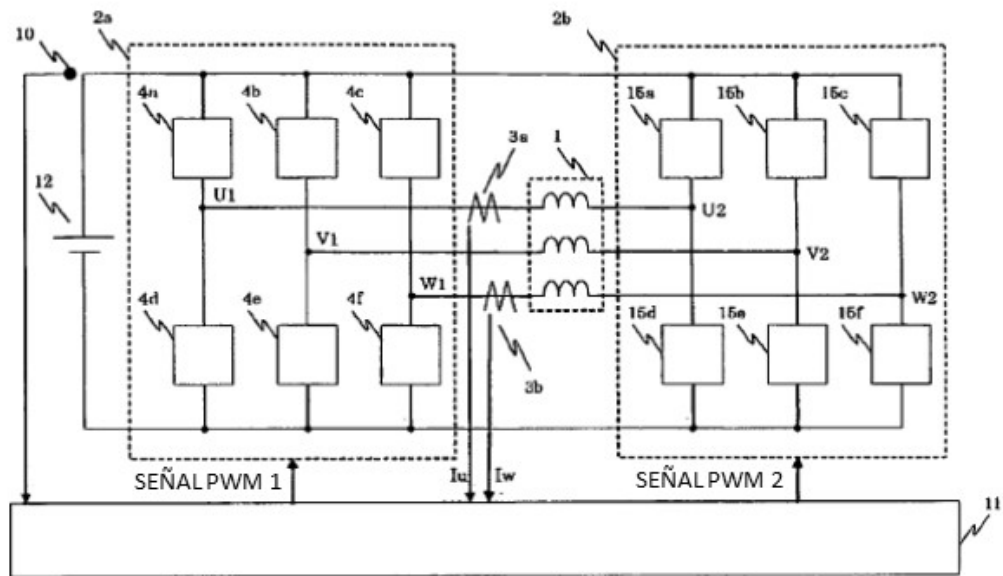


FIG. 15

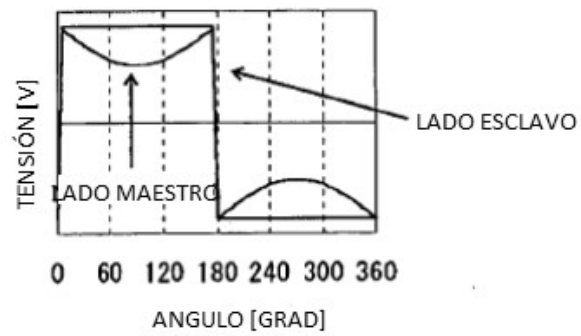


FIG. 16

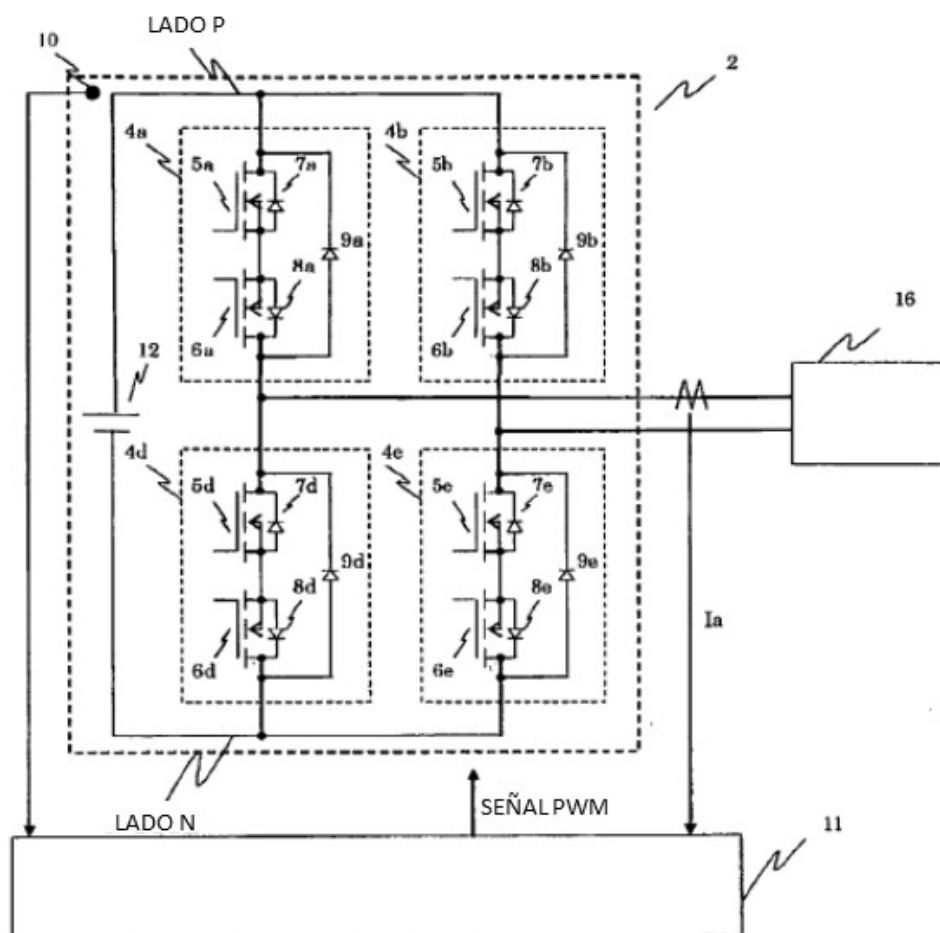


FIG. 17

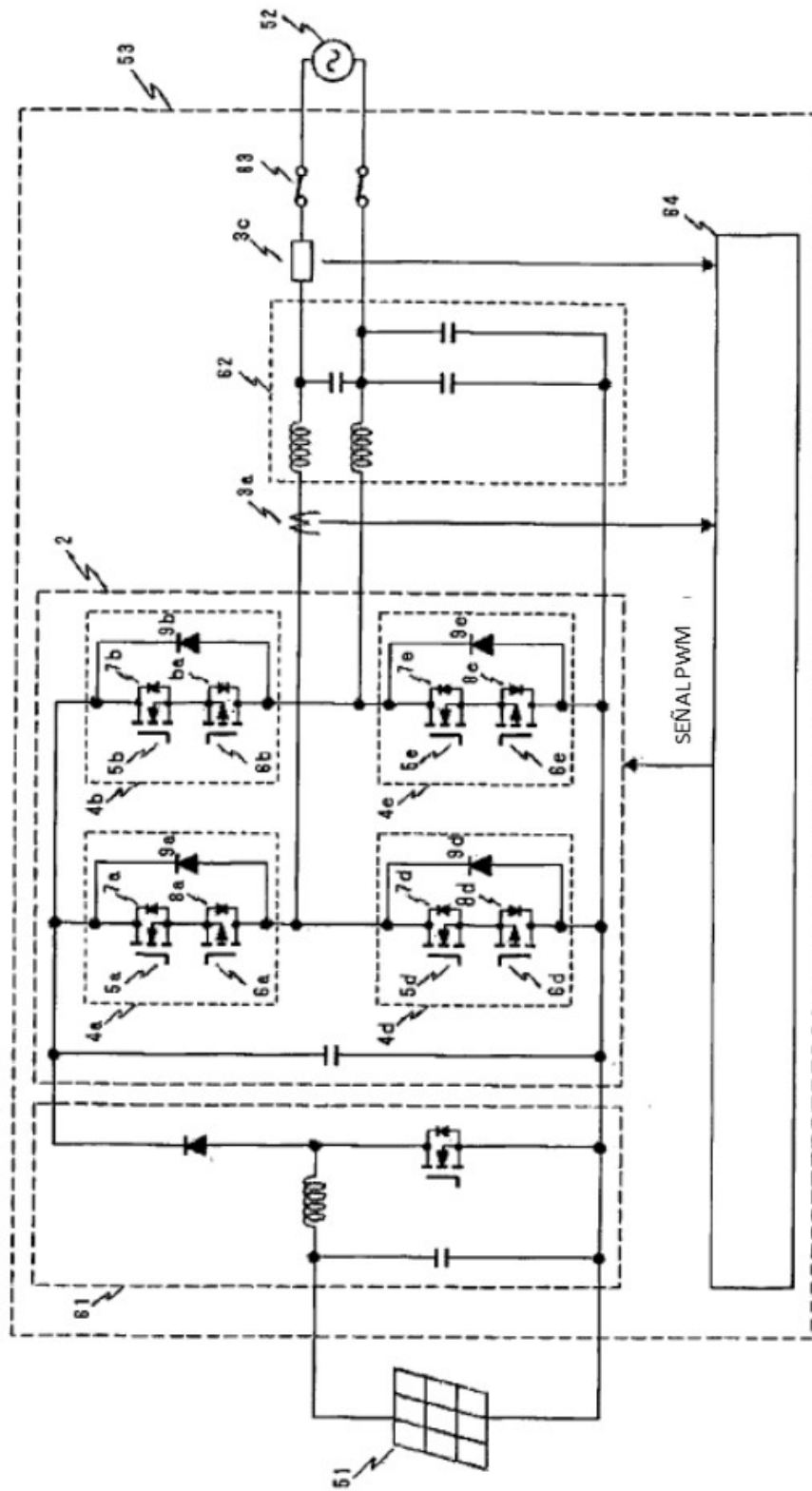


FIG. 18

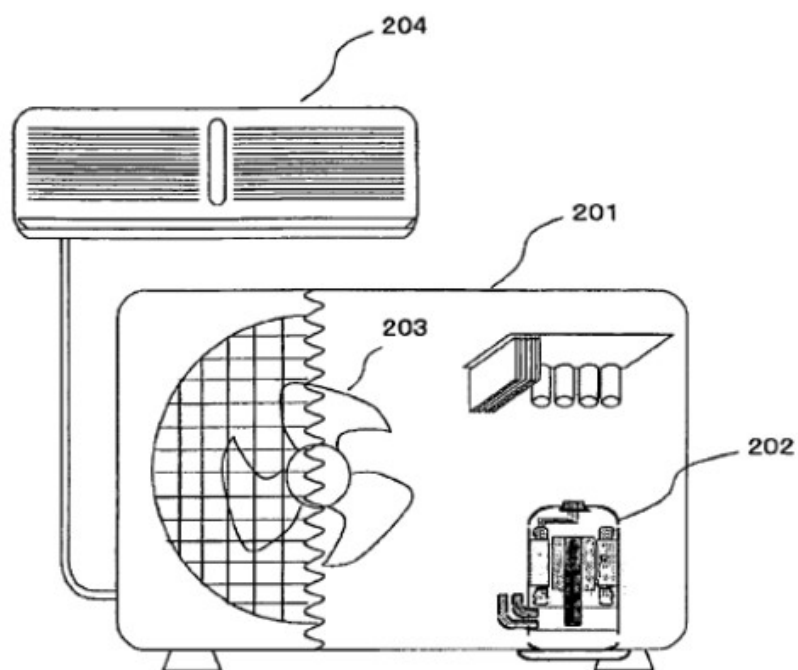


FIG. 19

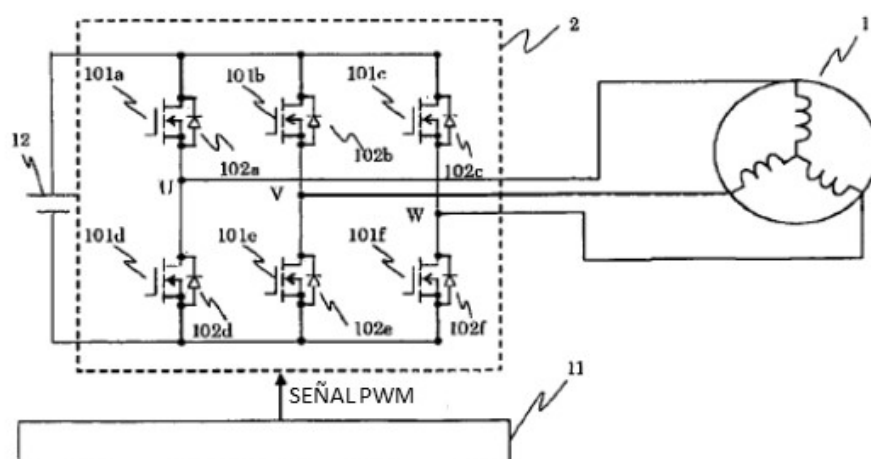


FIG. 20

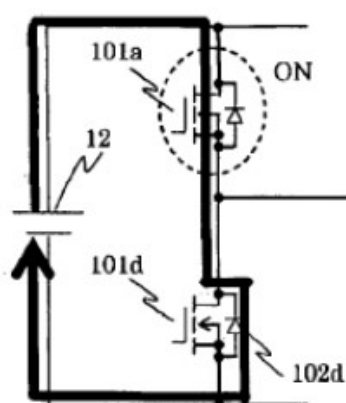


FIG. 21

