

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 958**

51 Int. Cl.:

H02M 7/5387 (2007.01)

H02M 1/00 (2006.01)

H02P 27/08 (2006.01)

H02P 21/00 (2006.01)

H02P 21/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2018 E 18193071 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3522358**

54 Título: **Dispositivo de control de un inversor**

30 Prioridad:

06.02.2018 KR 20180014460

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

02.03.2021

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)
LS Tower 127, LS-ro Dongan-gu Anyang-si
Gyeonggi-do 14119, KR**

72 Inventor/es:

**CHOI, SEUNG-CHEOL y
LEE, HAK-JUN**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 808 958 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control de un inversor

5 Antecedentes

1. Campo Técnico

10

La presente descripción se refiere a un dispositivo de control de un inversor.

2. Descripción de la Técnica Relacionada

15

En general, un inversor es un dispositivo que convierte eléctricamente de CC a CA. El inversor usado en la industria recibe potencia eléctrica suministrada desde una fuente de energía comercial y que varía un voltaje y una frecuencia de la energía para suministrar un voltaje y frecuencia variable al motor eléctrico, para controlar una velocidad del motor eléctrico con alta eficiencia.

20

El inversor se usa ampliamente en sistemas que requieren operación de velocidad variable. Varias configuraciones se realizan en varios campos de aplicación en base a semiconductores de potencia. El número de niveles de o una magnitud de un voltaje de salida, y los métodos de síntesis de voltaje pueden variar en base a la configuración. Varias configuraciones del inversor se realizan en dependencia de los requerimientos del usuario.

25

En los inversores industriales, se usan comúnmente inversores de medio puente trifásicos. El inversor de medio puente trifásico tiene una estructura en la que tres inversores de medio puente monofásico se conectan en paralelo, en donde cada medio puente puede denominarse como un polo, un brazo o una pata como un circuito básico que constituye el inversor.

30

En el inversor que usa un voltaje constante de la etapa de CC V_{cc} , un desplazamiento de un voltaje que se puede emitir linealmente se limita en base a un esquema de modulación. Por ejemplo, una región de una modulación de voltaje lineal que usa modulación de ancho de pulso sinusoidal (SPWM) = $V_{cc}/2$. La región de la modulación de voltaje lineal que usa un vector espacial

$$PWM (SVPWM) = V_{dc}/\sqrt{3}$$

35

Una región de operación más allá de la región de modulación de voltaje lineal se denomina una región de sobremodulación.

40

En la región de sobremodulación, se genera un voltaje de salida menor que el voltaje de referencia. Por lo tanto, se rompe una linealidad del voltaje de salida con relación al voltaje de referencia. Como resultado, las esféricas del aumento de voltaje de salida. Se degrada el rendimiento de todo el sistema. En algunos casos, la operación se requiere en una región más allá de la región de modulación lineal. Con este fin, esto requiere modificar un voltaje de salida para el voltaje de referencia usando una técnica de sobremodulación adecuada.

45

En el caso de la técnica de sobremodulación convencional, los datos que se calculan por adelantado en conexión fuera de línea son obligatorios. Además, ya que una tabla o función trigonométrica debe usarse para la sobremodulación, el controlador del inversor debe usar una capacidad de memoria excesiva. El tiempo requerido para la sobremodulación es excesivamente largo.

50

G. Dong y otros, "A generalized over-modulation methodology for current regulated three-phase voltage source converters," Registro de conferencias de la Conferencia de aplicaciones industriales IEEE 2004, 39na Reunión anual IAS, Seattle, WA, Estados Unidos, Octubre de 2004, vol. 4, páginas 2216-2223, XP10735423A, describe un concepto de regulación de corriente de lazo cerrado para cargas alimentadas por convertidor utilizando un vector espacial generalizado (GSVPWM) y esquemas de modulación de ancho de pulso discontinuo generalizado (GDPWM) que operan efectivamente en regiones lineales y de sobremodulación.

55

Resumen

60

La presente invención proporciona un dispositivo de control del inversor de acuerdo con la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

65

La presente descripción es para proporcionar un dispositivo de control del inversor que tiene una estructura simplificada, usa una capacidad de memoria más pequeña y por lo tanto reduce el tiempo de sobremodulación total.

65

Los propósitos de la presente descripción no se limitan a los propósitos mencionados anteriormente. Otros propósitos y ventajas de la presente descripción, como no se mencionó anteriormente, pueden entenderse a partir de las siguientes descripciones y entenderse más claramente a partir de las realizaciones de la presente descripción.

Además, se apreciará fácilmente que los objetos y ventajas de la presente descripción pueden realizarse mediante características y combinaciones de las mismas como se describe en las reivindicaciones.

5 En un aspecto, la presente descripción proporciona un dispositivo de control del inversor configurado para modificar un voltaje de referencia basado en un vector en un voltaje modificado basado en un vector y para suministrar el voltaje modificado basado en un vector a una unidad inversora que incluye una pluralidad de elementos de conmutación, en donde el dispositivo de control del inversor comprende: una unidad de determinación configurada para determinar una magnitud de onda fundamental de un voltaje de fase correspondiente al voltaje modificado; una unidad de control proporcional-integral (PI) configurada para realizar una operación proporcional-integral (PI) de un error entre la magnitud de onda fundamental del voltaje de fase y una magnitud del voltaje de referencia, y para emitir un voltaje de compensación; un primer sumador configurado para sumar el voltaje de compensación al voltaje de referencia; y una unidad de sobremodulación configurada para sobremodular una salida del primer sumador y para emitir la salida sobremodulada como el voltaje modificado.

15 De acuerdo con la presente descripción, el controlador PI puede usarse como un esquema de control de lazo cerrado para controlar la onda fundamental del voltaje de salida. Por lo tanto, no se necesita ninguna tabla para definir el ángulo de sujeción y la magnitud del voltaje modificado. Dado que el cálculo de la función trigonométrica tampoco es necesario, la configuración del dispositivo de control del inversor puede simplificarse. Además, la estabilidad del control del dispositivo puede asegurarse.

20 Otros efectos específicos de la presente descripción, así como los efectos descritos anteriormente, se describirán en la realización con ilustraciones de detalles específicos para llevar a cabo la invención.

Breve descripción de los dibujos

25 La Figura 1 es una realización de un sistema inversor trifásico típico.
La Figura 2 muestra un ejemplo de una relación de entrada-salida ab de la unidad de sintetización de voltaje de salida y el inversor de la Figura 1. La Figura 3 muestra un ejemplo de una región de modulación de voltaje lineal y una línea límite del voltaje de salida.

30 La Figura 4 muestra un ejemplo de sobremodulación.
La Figura 5 y la Figura 6 son gráficos que ilustran variaciones en la magnitud y fase de un voltaje modificado de acuerdo con una magnitud de un voltaje de referencia.

La Figura 11 es un diagrama de configuración de un sistema inversor que incluye un dispositivo de control del inversor de acuerdo con una realización de la presente descripción.

35 La Figura 8 muestra una configuración del dispositivo de control del inversor de acuerdo con una realización de la presente descripción. La Figura 9 es un ejemplo para ilustrar el cambio en un vector de voltaje debido a la sobremodulación por unidad de sobremodulación.

La Figura 10 es un diagrama de configuración para ilustrar otra realización de la unidad de sobremodulación de la Figura 8.

40 La Figura 11 muestra una configuración detallada de una unidad de determinación de magnitud de voltaje de fase.

Descripción detallada

45 En lo sucesivo, un dispositivo de control del inversor que realiza una sobremodulación convencional se describirá con referencia a las Figuras 1 a 6. Con referencia a las Figuras de la 7 a la 11, se describirá un dispositivo de control del inversor de acuerdo con una realización de la presente descripción.

La Figura 1 muestra una realización de un sistema inversor trifásico típico.

50 Como se muestra en la figura, el inversor 100 incluye una fuente de alimentación de CC 110, una unidad inversora 120, y una unidad de sintetización de voltaje de salida 130. El inversor también puede suministrar energía al motor eléctrico de inducción 200.

55 La fuente de alimentación de CC 110 es una alimentación de la etapa de CC, que puede incluir un capacitor o una batería, y puede mantener un voltaje constante. La unidad inversora 120 incluye una pluralidad de interruptores trifásicos. Los interruptores trifásicos de la unidad inversora 120 pueden convertir un voltaje de CC en un voltaje de CA. El voltaje de salida puede controlarse además encendiendo/apagando los interruptores trifásicos.

60 La unidad de sintetización de voltaje de salida 130 emite una señal de activación modulada por ancho de pulso (PWM) y puede determinar el voltaje de salida con respecto al voltaje de referencia V_{cc} .

65 El inversor 100 recibe la entrada de potencia de corriente continua (CC) V_{cc} de la fuente de alimentación de CC 110 y después emite voltajes de salida de corriente alterna (CA) trifásicos V_{an} , V_{bn} , y V_{cn} al motor eléctrico de inducción 200 como una carga trifásica. El voltaje de salida de corriente alterna (CA) trifásico puede determinarse en base al encendido/apagado de los interruptores trifásicos de la unidad inversora 120. Un conjunto de interruptores con cada fase incluye dos interruptores conectados en serie. Cada fase funciona independientemente entre sí. Por lo tanto, el

voltaje de fase produce un voltaje de salida. Los voltajes de salida de tres fases pueden controlarse para tener una diferencia de fase de 120 grados una con respecto a la otra.

5 La Figura 2 muestra un ejemplo de la relación de entrada/salida de la unidad inversora 120 y la unidad de sintetización de voltaje de salida 130 de la Figura 1.

10 La unidad de sintetización de voltaje de salida 130 puede recibir un voltaje de referencia V_{Ref} y modificar el vector de voltaje de referencia. En la región de modulación de voltaje lineal, el voltaje de referencia V_{Ref} y el voltaje modificado V_{ModRef} son los mismos, en la región de sobremodulación, se emite un voltaje V_{ModRef} con una magnitud modificada y una fase modificada. Es decir, la unidad de sintetización de voltaje de salida 130 puede emitir un voltaje modificado V_{ModRef} correspondiente al voltaje de referencia V_{Ref} .

15 La unidad inversora 120 puede sintetizar el voltaje de salida V_{salida} mediante la conmutación de una pluralidad de elementos de conmutación en base al voltaje modificado V_{ModRef} .

La Figura 3 muestra un ejemplo de una región de modulación de voltaje lineal y una línea límite del voltaje de salida. 3A indica una línea límite del voltaje de salida, mientras que 3B representa una región de modulación de voltaje lineal.

20 La línea límite del voltaje de salida 3A representa una región de voltaje que un inversor trifásico puede emitir. La región de modulación de voltaje lineal 3B representa una región de voltaje en la que el mismo voltaje de salida como el voltaje de referencia pueden sintetizarse independientemente de la fase del vector de voltaje de referencia.

25 La línea límite del voltaje de salida 3A de la Figura 3 corresponde al inversor de medio puente trifásico de la Figura 1. La magnitud y forma de la línea límite puede variar en base a la topología. La magnitud de la línea límite del voltaje de salida 3A se determina por el voltaje de la etapa de CC V_{cc} . El voltaje de salida máximo de esta es $2/3V_{cc}$.

30 En la Figura 3, el voltaje de referencia 3C se localiza dentro de la región de modulación de voltaje lineal 3B, de manera que el voltaje de referencia y el voltaje modificado son los mismos. El inversor 100 puede sintetizar un voltaje de salida correspondiente al voltaje de referencia. Es decir, no se requiere sobremodulación para el voltaje de referencia correspondiente dentro de la región de modulación de voltaje lineal 3B.

35 La Figura 4 muestra un ejemplo de sobremodulación. 4A representa la trayectoria de movimiento del voltaje de referencia durante un ciclo. 4B es una región que corresponde a un error entre el voltaje de referencia y el voltaje de salida debido a un fenómeno de sobremodulación. 4C es una región de voltaje de salida en la que puede sintetizarse un voltaje mayor que el voltaje de referencia.

40 Con referencia a la Figura 4, el voltaje de referencia 4D se localiza fuera de la región de modulación de voltaje lineal 3B como se ilustra en la Figura 3. Por lo tanto, para sintetizar puede inhibirse el voltaje de salida que corresponde al voltaje de referencia. La magnitud de voltaje para el voltaje de referencia correspondiente se reduce a la línea límite del voltaje de salida 3A. Es decir, la unidad de sintetización de voltaje de salida 130 puede modificar el voltaje de referencia en el voltaje modificado 4E de manera que el promedio de los voltajes de referencia durante un período es igual al promedio del voltaje de salida. La unidad de sintetización de voltaje de salida 130 puede sintetizar el voltaje de salida a partir del voltaje modificado 4E.

45 En otras palabras, el voltaje en la región 4C rellena un voltaje de salida insuficiente en la región 4B. De esta manera, los promedios por un único período entre el voltaje de referencia 4D y el voltaje de salida pueden mantenerse iguales. Por lo tanto, puede aumentarse una región lineal en la que el voltaje de referencia y el voltaje de salida son diferentes instantáneamente, pero son iguales en el promedio. En la región de sobremodulación, la magnitud y fase del voltaje modificado puede determinarse mediante una técnica de sobremodulación basada en la magnitud del voltaje de referencia.

La Figura 5 y la Figura 6 son gráficos que ilustran cambios en la magnitud y fase del voltaje modificado en base a la magnitud del voltaje de referencia.

55 En la Figura 5, el índice de modulación (MI) es la relación de la magnitud del voltaje de salida máximo del inversor y la magnitud del voltaje de referencia. En los inversores de medio puente trifásicos, la magnitud máxima de onda fundamental

del voltaje de salida es $2V_{cd}$.

60 La Figura 5 muestra un ángulo de contención en base a la magnitud y el ángulo de fase α_{Ref} del voltaje de referencia. Una siguiente ecuación 1 muestra el ángulo de fase α_{ModRef} del voltaje modificado basado en el ángulo de sujeción.

[Ecuación 1]

65

$$\alpha_{\text{ModRef}} = \begin{cases} 0 & 0 \leq \alpha_{\text{Ref}} \leq \alpha_h \\ \frac{\alpha_{\text{Ref}} - \alpha_h}{\frac{\pi}{6} - \alpha_h} \cdot \frac{\pi}{6} & \alpha_h < \alpha_{\text{Ref}} < \frac{\pi}{3} - \alpha_h \\ \frac{\pi}{3} & \frac{\pi}{3} - \alpha_h < \alpha_{\text{Ref}} < \frac{\pi}{3} \end{cases}$$

En esta conexión, α_{ModRef} es el ángulo de fase del voltaje modificado; α_{Ref} es el ángulo de fase del voltaje de referencia; α_h es el ángulo de sujeción.

Cuando el ángulo de fase del voltaje de referencia es menor que el ángulo de fase del ángulo de sujeción, la fase del voltaje de salida puede fijarse.

La Figura 5 muestra el cambio en el ángulo de sujeción basado en el MI. El cambio de fase basado en el MI puede representarse mediante el uso de una tabla o una función trigonométrica. Cuando se utiliza la tabla, aumenta el uso de la memoria. Cuando se usa la función trigonométrica, aumenta el tiempo de ejecución. Además, el ángulo de sujeción en la Figura 5 es el valor para un sector. Con respecto a esto, cada sector debe identificarse y usarse apropiadamente. Tal como se puede observar a partir de la Ecuación 1, el voltaje modificado mantiene un ángulo de fase constante de 0 o $\pi/3$ cerca del vértice.

La Figura 6 ilustra un cambio en la magnitud y la fase del voltaje modificado en base al ángulo de sujeción de la Figura 5. La Figura 6 muestra la región de voltaje en la cercanía del eje a en la Figura 4.

- (a): en la región de operación donde la fase del voltaje de referencia es menor que el ángulo de sujeción, el voltaje de referencia se ajusta a un voltaje correspondiente al vértice del hexágono de la línea límite del voltaje de salida 3A;
- (b) a (e): cuando la fase del voltaje de referencia aumenta significativamente por encima del ángulo de sujeción, el voltaje de referencia puede ajustarse a lo largo del lado del hexágono de la línea límite del voltaje de salida 3A. La magnitud de voltaje está limitada por el hexágono de la línea límite del voltaje de salida 3A, mientras que la fase se determina por α_{ModRef} en la Ecuación 1 anterior.

Como se muestra en la Figura 6, las magnitudes y fases de la referencia y los voltajes modificados son diferentes. La operación en la región de operación por encima del ángulo $\pi/6$ y la operación en la región de operación por debajo del ángulo $\pi/6$ pueden ser simétricas con respecto al ángulo $\pi/6$.

En la técnica de sobremodulación convencional como se describió anteriormente, los datos deben calcularse fuera de línea por adelantado, mediante el uso de la tabla puede permitir que la memoria del dispositivo de control se use, o alternativamente, el uso de la función trigonométrica puede permitir que el tiempo de ejecución aumente.

Un dispositivo de control del inversor de acuerdo con una realización de la presente descripción puede usar un controlador proporcional-integral (PI) con un esquema de control de lazo cerrado, para simplificar de esta manera la estructura del mismo y reducir el tiempo de ejecución sin requerir memoria.

La Figura 7 muestra una configuración general de un sistema inversor que incluye un dispositivo de control del inversor de acuerdo con una realización de la presente descripción. La Figura 8 muestra la configuración de un dispositivo de control del inversor de acuerdo con una realización de la presente descripción.

Con referencia a la Figura 7, un sistema inversor de acuerdo con una realización de la presente descripción puede incluir un rectificador 2 para recibir una fuente de alimentación de corriente alterna (AC) 1 tal como una fuente de alimentación comercial, y para rectificar la alimentación recibida; una unidad de nivelación 3 para nivelar el voltaje de salida del rectificador 2; un inversor 4 para convertir el voltaje nivelado de la unidad de nivelación 3 en un voltaje de corriente alterna (CA) con una frecuencia y voltaje objetivo; y un dispositivo de control del inversor 6 de acuerdo con una realización de la presente descripción, en donde el dispositivo 6 puede entregar información para conducir el motor eléctrico 5 al inversor 4.

El dispositivo de control del inversor 6 de acuerdo con una realización de la presente descripción recibe el voltaje de referencia generado por la unidad de generación de voltaje de referencia 7. El dispositivo de control del inversor 6

puede incluir una unidad de sobremodulación 10, una unidad de control proporcional-integral (PI) 20, una unidad de determinación de magnitud de voltaje de fase 30, y un sumador 40.

La unidad de generación de voltaje de referencia 7 recibe un voltaje de salida del dispositivo de control del inversor 6 como retroalimentación y modifica un voltaje de referencia aplicado desde un dispositivo de control de nivel superior (no se muestra) basado en la retroalimentación, generando de esta manera un voltaje de referencia hacia el dispositivo de control 6. Además, el voltaje de referencia puede aplicarse directamente al dispositivo de control 6 desde un dispositivo de control de nivel superior (no se muestra). Esta última configuración es irrelevante para el ejemplo de una realización de la presente descripción, y se omite una ilustración detallada de la misma.

El voltaje de referencia como salida de la unidad de generación de voltaje de referencia 7 al dispositivo de control 6 tiene un formato de vector. Como se muestra en la Figura 8, la magnitud del voltaje de referencia es V_{Ref} , mientras que la fase del voltaje de referencia es α_{Ref} .

El dispositivo de control 6 de acuerdo con la presente descripción ajusta la magnitud V_{Ref} y fase α_{Ref} del voltaje de referencia en la región de operación de sobremodulación mediante un esquema de sobremodulación mientras se mantiene el estado de conmutación. Esto produce y emite un voltaje modificado con un formato de vector. La última magnitud (es decir, voltaje modificado) es V_{OVM} , y la última fase es α_{OVM} . De esta manera, el voltaje modificado puede proporcionarse al inversor 4 de manera que el inversor 4 sintetiza el voltaje de salida.

La unidad de determinación de magnitud de voltaje de fase 30 puede calcular la magnitud de onda fundamental del voltaje de fase correspondiente al voltaje modificado. Los ejemplos detallados de estos se ejemplificarán a continuación.

La unidad de control proporcional-integral (PI) 20 recibe un error entre la magnitud de onda fundamental del voltaje modificado determinado por la unidad de determinación de magnitud de voltaje de fase 30 y la magnitud del voltaje de referencia. La unidad de control 20 realiza una operación proporcional-integral (PI) del error, lo que emite de esta manera un voltaje de compensación V_{comp} . En general, la unidad de control de PI integra las señales de error entre la entrada de referencia y el resultado de salida y emite un valor controlado proporcional-integral (PI) para los errores.

La configuración detallada de la unidad de control de PI 20 ya es conocida, y se omite una descripción detallada de la misma.

El sumador 40 puede sumar el voltaje de compensación V_{comp} al voltaje de referencia para generar una suma e introducir la suma a la unidad de sobremodulación 10. Es decir, el sumador 40 puede aumentar la magnitud del voltaje de entrada de la unidad de sobremodulación 10 para que coincida la magnitud del voltaje de referencia con la magnitud de onda fundamental del voltaje modificado. En esta conexión, el voltaje de referencia tiene un formato de vector, de manera que el voltaje de compensación en la forma escalar puede sumarse a la magnitud del voltaje de referencia, mientras que la fase α_{Ref} del voltaje de referencia puede realizarse sin cambios.

La unidad de sobremodulación 10 puede modificar el vector de referencia para maximizar el estado de conmutación y emitir el vector modificado. Sin embargo, cuando el voltaje de referencia se localiza fuera de la región de modulación de voltaje lineal 3B como se muestra en la Figura 3 y la síntesis del voltaje de salida que corresponde al voltaje de referencia es imposible, la unidad de modulación 10 emite el vector modificado mediante la sobremodulación del voltaje de referencia. Cuando el voltaje de referencia se localiza dentro de la región de modulación de voltaje lineal 3B ilustrada en la Figura 3, puede que no se realice la operación de la unidad de sobremodulación 10, pero el vector de referencia puede emitirse al inversor 4. Esto se ha descrito anteriormente.

La Figura 9 es un ejemplo para ilustrar el cambio del vector de voltaje debido a la sobremodulación de la unidad de sobremodulación 10. En el ejemplo de la Figura 9, el vector de voltaje de referencia se etiqueta V_{asRef} y V_{bsRef} . Esto es para la simplicidad de la notación de dibujos. Como se describió anteriormente, el vector de voltaje de compensación como salida de la unidad de control de PI 20 se sumará al vector de voltaje de referencia.

La unidad de sobremodulación 10 puede modificar el vector de voltaje de referencia para mantener el estado de conmutación de los elementos de conmutación del inversor 4 tanto como sea posible. Como se muestra en la figura, cuando el vector de voltaje de referencia se localiza como V_{asRef} , V_{asRef} puede modificarse a V_{anOVM} para permitir el vector de voltaje de referencia.

En esta conexión, los tiempos de aplicación de vector válidos para el vector V_{asRef} son T_{1_a} y T_{2_a} . Sin embargo, la suma de T_{1_a} y T_{2_a} es mayor que un período de conmutación único T_{muest} . Por lo tanto, los tiempos de aplicación de vector válidos para el vector V_{asRef} deben modificarse.

En una realización de la presente descripción, la unidad de sobremodulación 10 modifica el más pequeño de T_{1_a} y T_{2_a} mientras que mantiene sin cambios el más grande de T_{1_a} y T_{2_a} , de manera que el vector de voltaje modificado se localiza en la línea límite del voltaje de salida 3A. Por lo tanto, T_{1_a} puede permanecer sin cambios, mientras que T_{2_a} puede reducirse a T'_{2_a} . Este principio se aplica igualmente al caso del vector de voltaje de referencia V_{bsRef} . Es decir, el tiempo de aplicación del vector válido para el vector de voltaje modificado puede expresarse mediante una

siguiente ecuación 2:

[Ecuación 2]

$$\text{si } T_1 > T_2 \Rightarrow \begin{cases} T'_1 = T_1 \\ T'_2 = T_{\text{muest.}} - T_1 \end{cases}$$

$$\text{si } T_1 < T_2 \Rightarrow \begin{cases} T'_1 = T_{\text{muest.}} - T_2 \\ T'_2 = T_2 \end{cases}$$

Como se describió anteriormente, en el método para determinar el vector de voltaje modificado al limitar el tiempo de aplicación del vector válido para el vector de voltaje de referencia, mientras mayor sea el vector de voltaje de referencia, puede determinarse que el vector de voltaje modificado es el vértice de la línea límite del voltaje de salida 3A. Por lo tanto, esto puede conmutarse a un modo de seis etapas (un modo en el que el vector de voltaje de salida emite solamente del vértice de la línea límite del voltaje de salida 3A). En este modo de seis etapas, el componente de onda fundamental del voltaje de salida del inversor puede usarse lo más completo posible.

Un ejemplo en el que la unidad de sobremodulación 10 de acuerdo con una realización de la presente descripción limita el tiempo de aplicación de vector válido se ha propuesto como un ejemplo de un esquema para emitir el vector de voltaje modificado. La presente descripción no está limitada a los mismos.

La Figura 10 es un diagrama de configuración para ilustrar otra realización de la unidad de sobremodulación de la Figura 8.

Como se muestra en la figura, la unidad de sobremodulación 10 de acuerdo con otra realización de la presente descripción puede incluir una unidad de determinación de valor máximo 11, una unidad de determinación de valor medio 12, una unidad de determinación de valor mínimo 13, una unidad de determinación de desplazamiento 14, un sumador 15a, 15b y 15c, y una unidad limitante 16a, 16b, y 16c. Sin embargo, en el ejemplo de la Figura 10, la entrada se indica además como el voltaje de referencia, pero esto es solamente para la simplicidad de la numeración de la figura. Específicamente, el voltaje de compensación como salida de la unidad de control de PI 20 puede sumarse al vector de voltaje de referencia. Esto ya se ha descrito.

La unidad de determinación de valor máximo 11 determina un valor máximo de una magnitud entre los voltajes de referencia trifásicos. La unidad de determinación del valor medio 12 determina un valor medio de una magnitud entre los voltajes de referencia trifásicos. La unidad de determinación de valor mínimo 13 determina una magnitud mínima entre los voltajes de referencia trifásicos. La unidad de determinación de desplazamiento 14 puede determinar un desplazamiento mediante el uso de una siguiente ecuación a través del valor máximo, valor medio, y valor mínimo:

[Ecuación 3]

$$\text{si } (V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}} > V_{\text{medio}} - V_{\text{mín}}), V_{\text{desplazamiento}} = \frac{V_{\text{cc}}}{2} - V_{\text{máx}}$$

$$\text{si } (V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}} \leq V_{\text{medio}} - V_{\text{mín}}), V_{\text{desplazamiento}} = -\frac{V_{\text{cc}}}{2} - V_{\text{mín}}$$

En esta conexión, $V_{\text{Máx}}$ se refiere al valor máximo, V_{Medio} al valor medio, $V_{\text{mín}}$ al valor mínimo; V_{cc} se refiere a un voltaje de la etapa de CC de la unidad de nivelación 3;

$V_{\text{desplazamiento}}$ se refiere al desplazamiento.

El desplazamiento determinado puede sumarse, mediante el sumador 15a, 15b y 15c, al voltaje de referencia que tiene cada fase, y, por lo tanto, se genera una suma. Si la unidad limitante 16a, 16b, y 16c limita la suma a un intervalo predeterminado, el voltaje modificado puede emitirse.

En una realización de la presente descripción, la unidad de determinación de magnitud de voltaje de fase 30 convierte la salida de la unidad de sobremodulación 10 al voltaje de fase, y luego determina la magnitud del voltaje de fase y luego puede proporcionar la misma a la unidad de control de PI 20.

La Figura 11 muestra la configuración detallada de la unidad de determinación de magnitud de voltaje de fase 30 de la Figura 8.

Como se muestra en la figura, la unidad de determinación de magnitud de voltaje de fase 30 de acuerdo con una realización de la presente descripción puede incluir una unidad de determinación de voltaje de fase 31, una unidad de determinación de magnitud 32, y un filtro 33. Dado que la salida de la unidad de sobremodulación 10 es un voltaje polar, la unidad de determinación de voltaje 30 puede convertir el voltaje polar en el voltaje de fase.

En general, la relación entre el voltaje de fase del motor eléctrico y el voltaje polar del inversor es la siguiente.

[ecuación 4]

$$v_{an} = v_{as} + v_{sn}$$

$$v_{bn} = v_{bs} + v_{sn}$$

$$v_{cn} = v_{cs} + v_{sn}$$

En esta conexión, v_{as} , v_{bs} , y v_{cs} indican voltajes de fase respectivamente de una carga trifásica (por ejemplo, un motor eléctrico 5); v_{an} , v_{bn} , y v_{cn} indican voltajes polares respectivamente del inversor. Este último corresponde a una entrada en la Figura 11, v_{sn} se refiere al voltaje de desplazamiento. El voltaje de desplazamiento puede indicar una diferencia entre un voltaje de punto neutro del inversor y un voltaje de punto neutro de la carga trifásica. Es decir, a partir de la Ecuación 4, el voltaje polar puede ser la suma del voltaje de fase y del voltaje de desplazamiento. Incluso cuando se usa una onda sinusoidal en el equilibrio trifásico como el voltaje de fase, el voltaje polar puede variar en base al voltaje de desplazamiento.

A partir de la ecuación 4 anterior, el voltaje de desplazamiento puede obtenerse como una siguiente Ecuación 5. El voltaje de fase puede expresarse por una siguiente Ecuación 6

[ecuación 5]

$$v_{sn} = \frac{v_{an} + v_{bn} + v_{cn}}{3}$$

[ecuación 6]

$$v_{as} = v_{an} - v_{sn}$$

$$v_{bs} = v_{bn} - v_{sn}$$

$$v_{cs} = v_{cn} - v_{sn}$$

Por lo tanto, la unidad de determinación de voltaje de fase 31 de acuerdo con la presente descripción puede calcular el vector de voltaje de fase de salida del vector de voltaje modificado usando la Ecuación 5 y Ecuación 6 anterior.

La unidad de determinación de magnitud 32 puede determinar la magnitud del voltaje de fase del vector de voltaje de fase de salida. Sin embargo, dado que el voltaje de fase calculado contiene componentes armónicos, el componente de onda fundamental exacto puede no conocerse. En particular, una influencia del sexto componente armónico es grande.

En consecuencia, el filtro 33 puede remover el componente armónico de la salida de la unidad de determinación de magnitud 32. El filtro 33 puede incorporarse como un filtro de eliminación de banda o alternativamente como un filtro de paso bajo. Cuando el filtro 33 es un filtro de rechazo de banda, una frecuencia central puede corresponder al sexto armónico del voltaje de fase. Cuando el filtro 33 es un filtro de paso bajo, una frecuencia de corte puede corresponder a una frecuencia menor que el sexto armónico.

De esta manera, se retira el componente armónico. Especialmente, el componente armónico en la región de

sobremodulación puede eliminarse de la entrada de la unidad de control de PI 20, de manera que el componente de onda fundamental del voltaje modificado pueda controlarse de manera fiable.

- 5 De acuerdo con la presente descripción, el controlador de PI se usa como un esquema de control de lazo cerrado para controlar la onda fundamental del voltaje de salida. Por lo tanto, no se necesita ninguna tabla para definir el ángulo de sujeción y la magnitud del voltaje modificado. Dado que el cálculo de la función trigonométrica tampoco es necesario, la configuración del dispositivo de control del inversor puede simplificarse. Además, la estabilidad del control del dispositivo puede asegurarse.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de control del inversor configurado para modificar un voltaje de referencia basado en vectores en un voltaje modificado basado en vectores y para suministrar el voltaje modificado basado en vectores a una unidad inversora (120) que incluye una pluralidad de elementos de conmutación, en donde el dispositivo de control del inversor se caracteriza por:
 - una unidad de determinación (30) configurada para determinar una magnitud de onda fundamental de un voltaje de fase correspondiente al voltaje modificado basado en vectores ($V_{OVM} < \alpha_{OVM}$);
 - una unidad de control proporcional-integral (PI) (20) configurada para realizar una operación proporcional-integral (PI) de un error entre la magnitud de onda fundamental del voltaje de fase y una magnitud del voltaje de referencia basado en vectores ($|V_{Ref}|$), y para emitir un voltaje de compensación (V_{comp});
 - un primer sumador (40) configurado para sumar el voltaje de compensación (V_{comp}) al voltaje de referencia basado en vectores ($V_{Ref} < \alpha_{Ref}$); y
 - una unidad de sobremodulación (10) configurada para sobremodular una salida del primer sumador (40) y para emitir la salida sobremodulada como el voltaje modificado basado en vectores ($V_{OVM} < \alpha_{OVM}$).
2. El dispositivo de control del inversor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de determinación (30) incluye:
 - una unidad de determinación de voltaje de fase (31) para determinar cada voltaje de fase de un voltaje trifásico basado en vectores a partir del voltaje modificado basado en vectores ($V_{OVM} < \alpha_{OVM}$);
 - una unidad de determinación de magnitud (32) para determinar una magnitud de cada voltaje de fase; y un filtro (33) para retirar un componente armónico a partir de la magnitud del voltaje de fase y para emitir el voltaje de fase que tiene la magnitud de onda fundamental ($|V_{abcs}|_{filtro}$).
3. El dispositivo de control del inversor de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el filtro (33) incluye un filtro de rechazo de banda, en donde una frecuencia central del filtro de rechazo de banda es un sexto armónico del vector de voltaje de fase.
4. El dispositivo de control del inversor de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el filtro (33) incluye un filtro de paso bajo, en donde una frecuencia de corte del filtro de paso bajo se selecciona como una frecuencia menor que un sexto armónico del vector de voltaje de fase.
5. El dispositivo de control del inversor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de sobremodulación (10) se configura para mantener el mayor de ambos tiempos de aplicación de vector válidos para la entrada basada en vectores mientras que modifica el menor de los tiempos de aplicación de vector válidos de acuerdo con un período de muestreo, de manera que el voltaje modificado basado en vectores se posiciona en una línea límite del voltaje de salida.
6. El dispositivo de control del inversor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de sobremodulación (10) incluye:
 - una unidad de determinación de valor máximo (11) para determinar un valor máximo de una magnitud entre los voltajes de tres fases del voltaje de referencia trifásico;
 - una unidad de determinación de valor medio (12) para determinar un valor medio de una magnitud entre los voltajes de tres fases del voltaje de referencia trifásico;
 - una unidad de determinación de valor mínimo (13) para determinar un valor mínimo de una magnitud entre los voltajes de tres fases del voltaje de referencia trifásico;
 - una unidad de determinación de desplazamiento (14) para determinar los desplazamientos mediante el uso del valor máximo, el valor medio, y el valor mínimo, y un voltaje de la etapa de corriente continua (CC) del inversor; y un segundo sumador para sumar los desplazamientos a los voltajes de tres fases del voltaje de referencia trifásico respectivamente.
7. El dispositivo de control del inversor de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la unidad de sobremodulación incluye además una unidad limitante para limitar una salida del segundo sumador a un intervalo predeterminado.

Figura 1

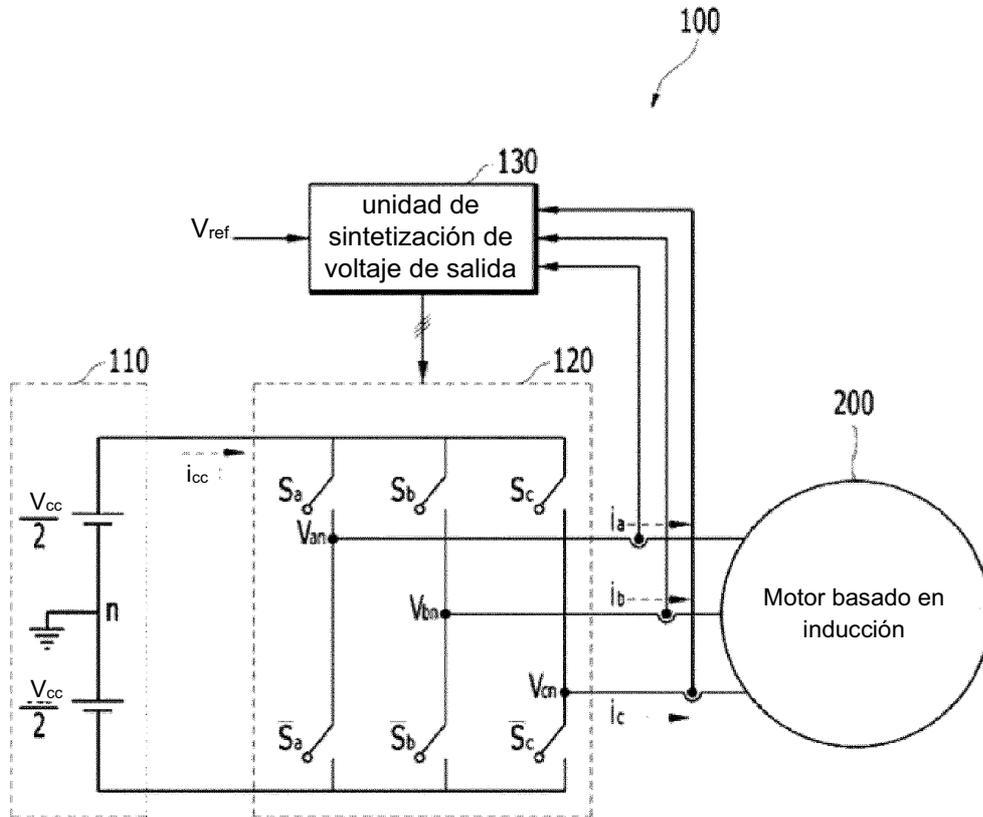


Figura 2

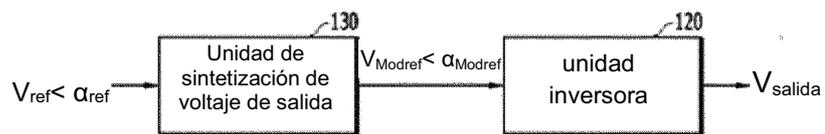


Figura 3

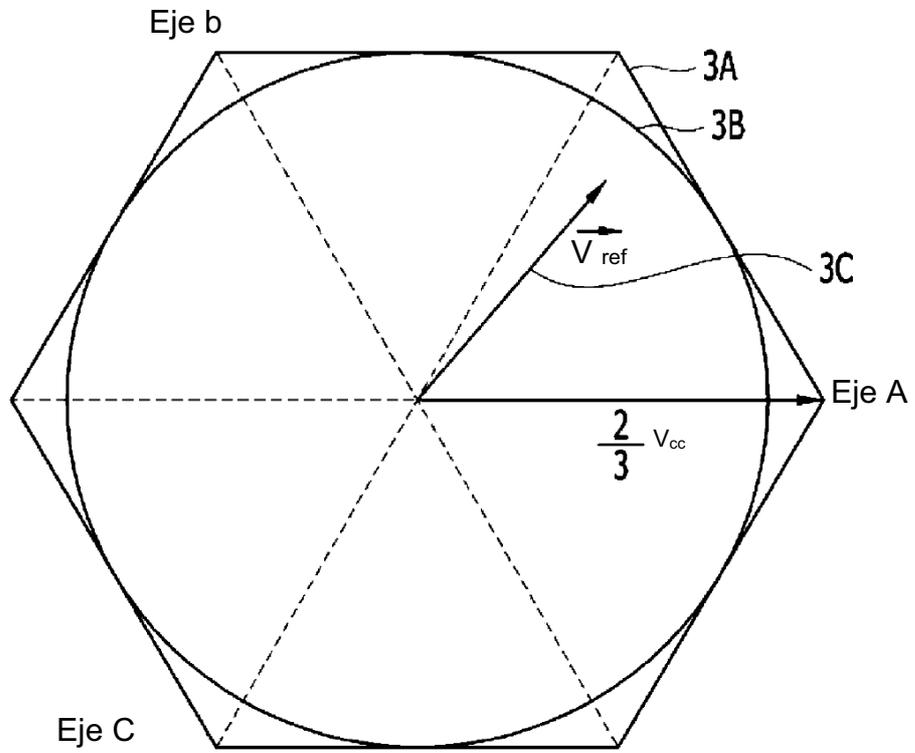


Figura 4

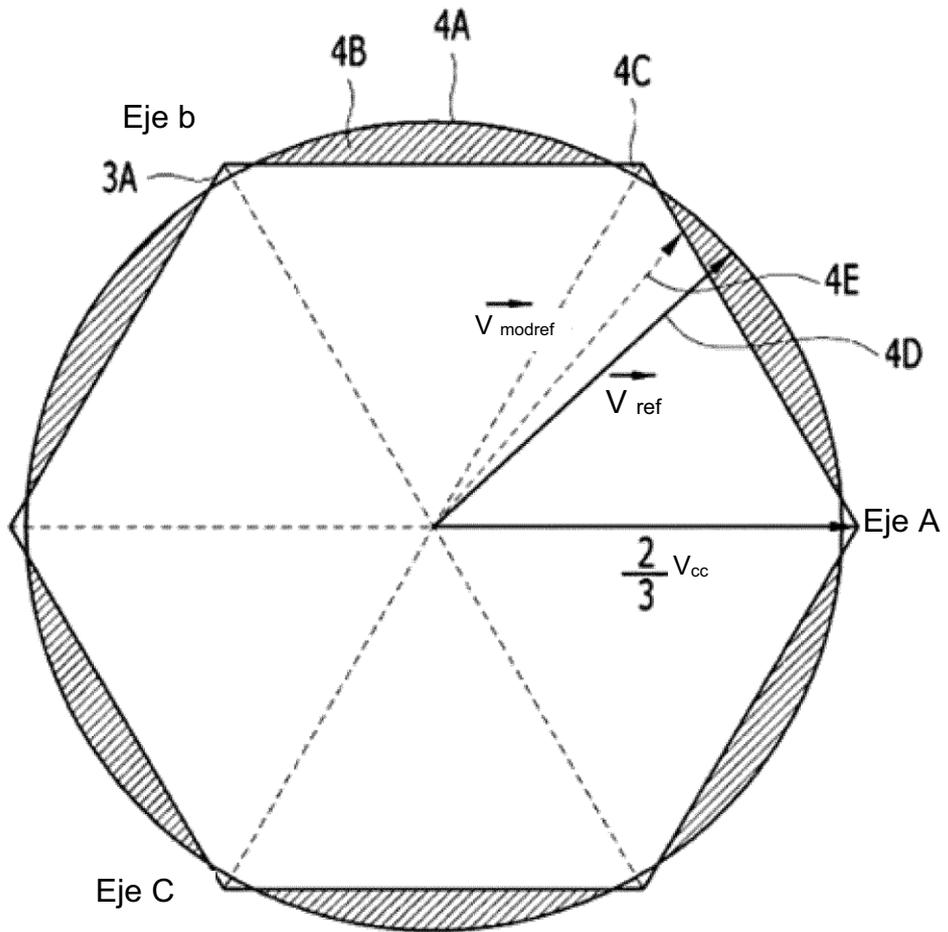


Figura 5

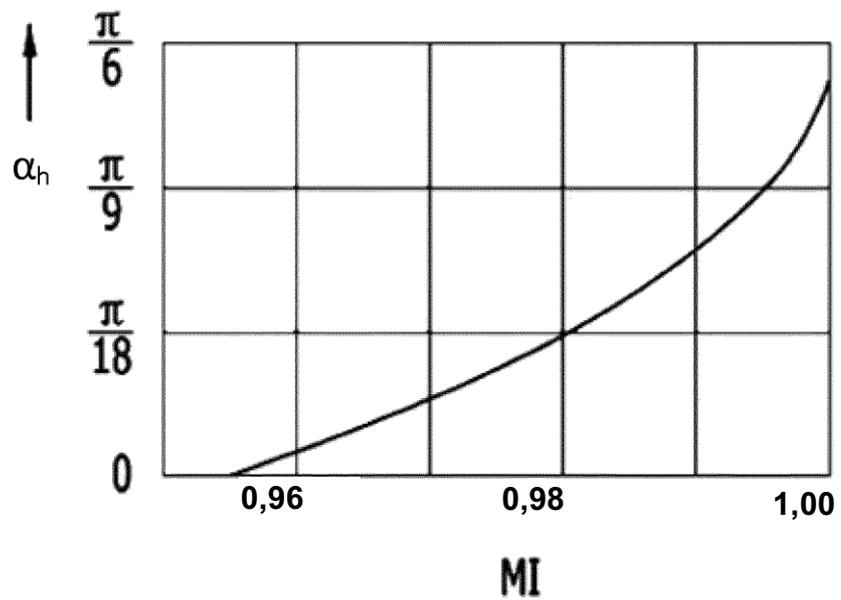


Figura 6

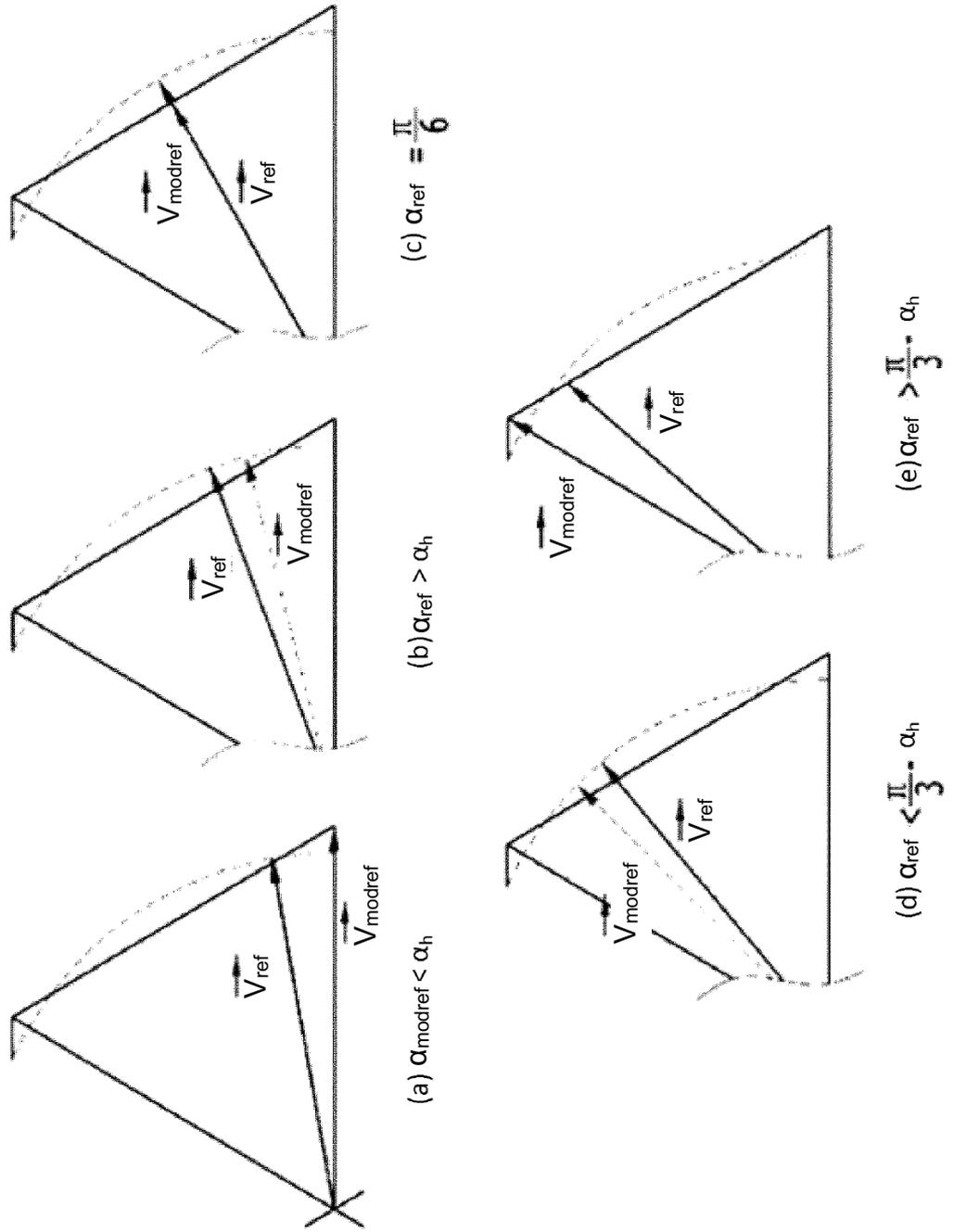


Figura 7

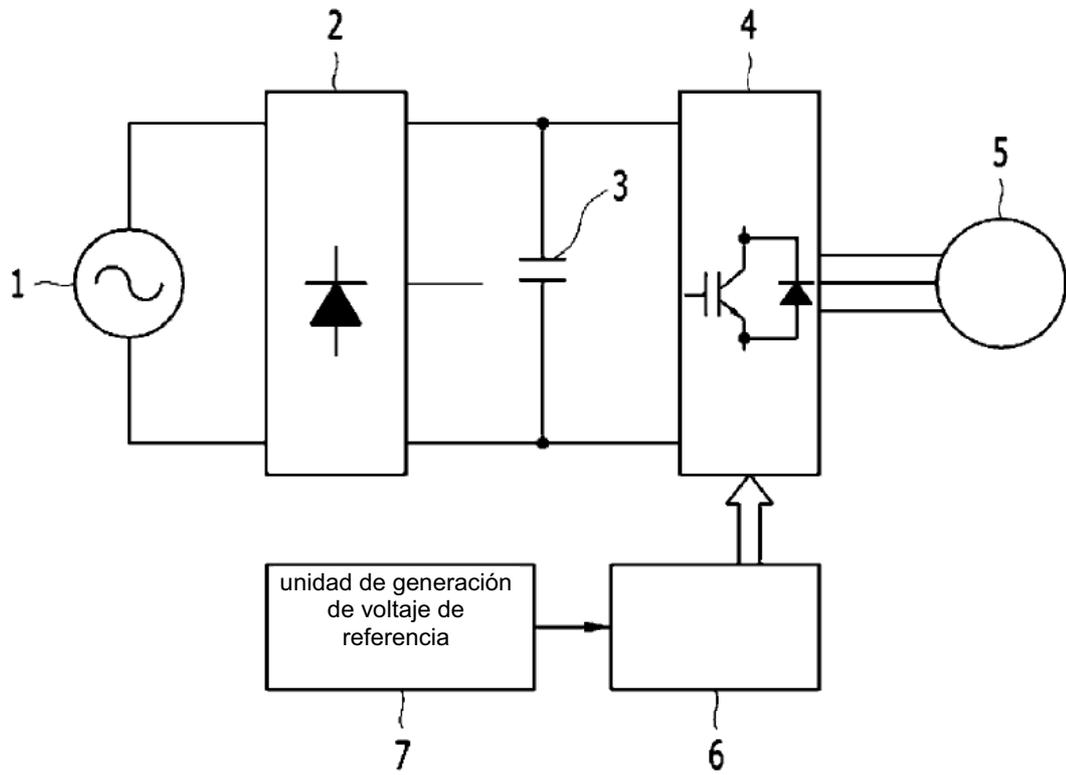


Figura 8

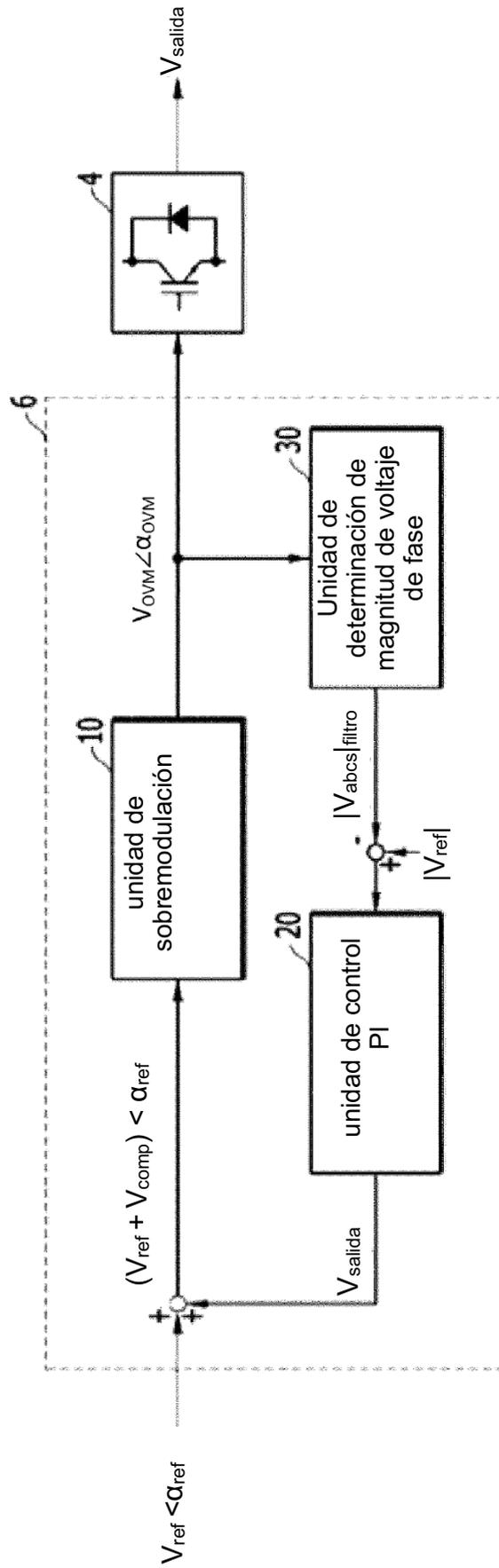


Figura 9

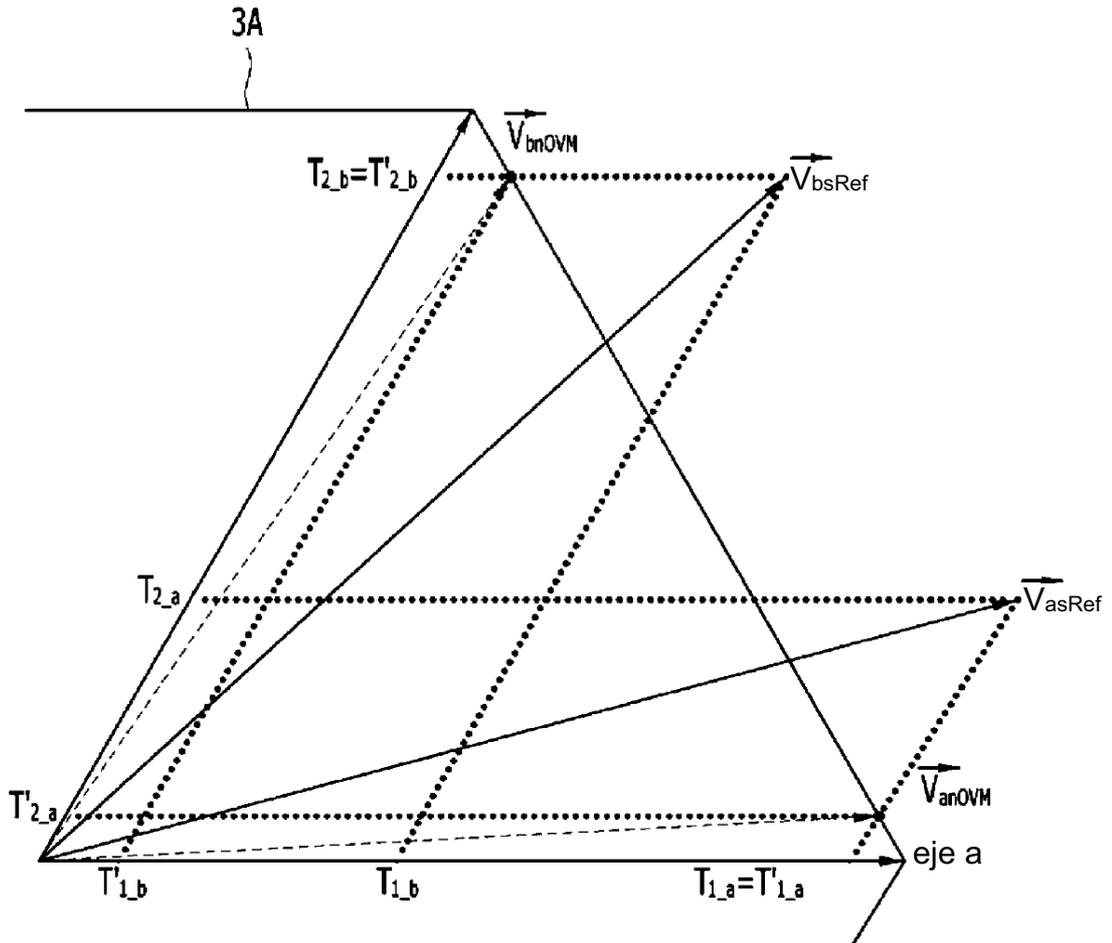


Figura 10

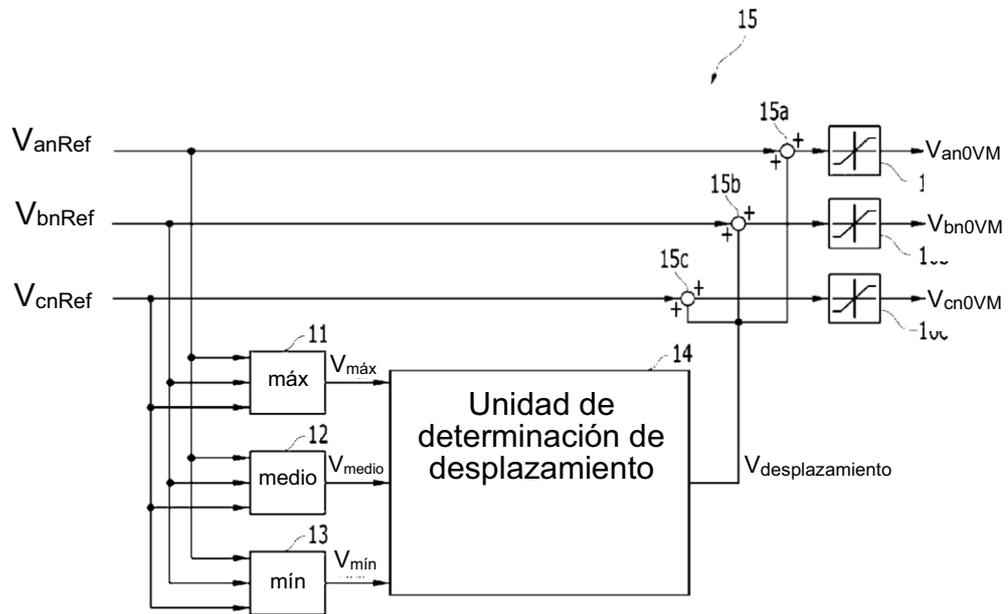


Figura 11

