

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 835**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/00** (2006.01)

**H02P 21/00** (2006.01)

**H02M 7/5387** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2014 E 14189372 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2869453**

54 Título: **Aparato para compensar un error de fase en un voltaje de salida del inversor**

30 Prioridad:

**29.10.2013 KR 20130128909**

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

**29.06.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CHOI, SEUNGCHEOL y  
YOO, ANNO**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

**ES 2 769 835 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**

Aparato para compensar un error de fase en un voltaje de salida del inversor

5 Antecedentes de la descripción

Campo de la invención

10 Las enseñanzas de acuerdo con las realizaciones ejemplares de esta presente descripción generalmente se refieren a un dispositivo de compensación de fase, y más particularmente a un aparato para compensar una fase en un voltaje de salida del inversor.

Antecedentes

15 Alrededor del 30% de toda la energía global es una energía eléctrica. En otras palabras, aproximadamente el 30% de toda la energía global se usa para generar electricidad. En general, la electricidad se genera en un voltaje de CA (corriente alterna) de frecuencia de 50Hz o 60Hz desde una planta de energía, y la corriente, el tamaño del voltaje, la frecuencia y la fase se convierten para usar la energía eléctrica. La energía eléctrica convertida finalmente se usa de una carga a una señal que tiene luz, calor, energía o información. Un dispositivo que tiene una función para controlar y  
20 convertir la energía se llama convertidor de potencia.

Aunque un sistema de control en un circuito inversor inicial se forma con un circuito analógico que utiliza elementos básicos de circuitos electrónicos como transistores y diodos, el sistema de control está formado actualmente por uno o una pluralidad de DSP (procesadores de señal digital). El sistema digital funciona en un tiempo discreto y, por lo tanto,  
25 es inevitable un retraso de tiempo con más de un muestreo. Se genera un elemento de retardo de tiempo, como un ADC (convertidor analógico a digital), un muestreo y una lectura/escritura cuando se utiliza un dispositivo de medición como un circuito de detección de voltaje de salida del inversor, que se convierte en un factor que impide el rendimiento durante detección de voltaje de salida del inversor. Mientras tanto, cuando el dispositivo de medición de voltaje se forma con un sistema analógico, el sistema se retrasa por una constante de tiempo de un filtro utilizado para la  
30 detección de voltaje.

Como una de las técnicas anteriores, el documento WO 90/15472 A1 describe un proceso para compensar una respuesta de fase y amplitud entre un punto de ajuste multifásico y un valor real ( $iR_w$ ,  $iS_w$ ,  $iT_w$  e  $iR_x$ ,  $iS_x$ ,  $iT_x$ ), el primer paso es determinar el módulo del valor de punto de ajuste ( $|i_w|$ ) o módulo del valor real ( $|i_x|$ ) y el valor de punto de  
35 ajuste angular ( $sw$ ) o valor real angular ( $ex$ ) del vector del valor de punto de ajuste o valor real ( $i_w$  o  $i_x$ ), un módulo de variable de manipulación ( $|i_wxy|$ ) y una variable de manipulación angular ( $swxy$ ) que se genera por módulo y fase a partir de una módulo de desviación ( $|i_w| - |i_x|$ ) y una desviación angular ( $sw - sx$ ) que se agregan por módulo y fase a las cantidades de salida ( $|i_w|$ ,  $sw$ ) de la computadora del vector de valor de punto de ajuste (26), estas sumas de módulo y fase ( $|iKw|$ ,  $sKw$ ) se transforman en un valor de punto de ajuste compensado multifásico ( $iRKw$ ,  $i.sub. SKw$ ,  $iTKw$ ), y a una disposición de circuito para implementar el proceso. De esta manera, es posible que la respuesta de fase y amplitud se compense entre un punto de ajuste multifásico y un valor real ( $iR_w$ ,  $iS_w$ ,  $iT_w$  e  $iR_x$ ,  $iS_x$ ,  $iT_x$ ) aunque una respuesta de fase y amplitud depende de la característica de respuesta de un sistema controlado que depende de una variable de perturbación ( $Mz$ ).

45 Otra de las técnicas anteriores, el documento US 2010/271853 A1 describe un controlador de un convertidor de potencia que incluye un inversor que incluye varios elementos de conmutación de semiconductores. El controlador suprime un error entre un comando de voltaje y un voltaje de salida del inversor y responde a un comando de voltaje a alta velocidad. El controlador incluye un generador de comando de voltaje que genera una señal de comando de voltaje y una calculadora de patrón de conmutación que calcula y emite, basándose en la señal de comando de voltaje,  
50 un patrón de conmutación de un sistema PWM síncrono en donde un valor promedio de un voltaje de salida del inversor coincide con la señal de comando de voltaje.

Resumen de la descripción

55 El tema técnico que debe resolverse mediante la presente descripción es proporcionar un aparato para compensar una fase (en lo sucesivo denominado "aparato de compensación de fase", o simplemente "aparato") en un voltaje de salida del inversor configurado para reducir un error generado por un retraso de tiempo de voltaje medido por un dispositivo de medición de voltaje de salida del inversor utilizando una fase de voltaje de comando del inversor.

60 En un aspecto general de la presente descripción, se proporciona un aparato de compensación de fase en un voltaje de línea a línea en un sistema que incluye un inversor configurado para suministrar un voltaje a un motor, un controlador configurado para suministrar un voltaje de comando al inversor y una unidad de detección de voltaje configurada para detectar un voltaje de salida del inversor, el aparato que comprende:

65 una unidad de conversión configurada para convertir información de voltaje trifásica medida por la unidad de detección de voltaje en un voltaje del eje d y un voltaje del eje q de un sistema de coordenadas estacionario;

una primera unidad de determinación configurada para determinar un tamaño del voltaje de comando;  
 una segunda unidad de determinación configurada para determinar un tamaño del voltaje de salida del inversor usando el voltaje de salida de la unidad de conversión;  
 una primera unidad de normalización configurada para calcular una fase del voltaje de comando en forma de seno y coseno normalizando el voltaje de comando usando el tamaño del voltaje de comando, que es una salida de la primera unidad de determinación; una primera unidad de conversión configurada para convertir los voltajes de salida de la unidad de conversión del sistema de coordenadas estacionario en un sistema de coordenadas giratorio usando la fase del voltaje de comando en forma senoidal y cosenoidal;  
 una segunda unidad de normalización configurada para calcular un error de fase entre el voltaje de línea a línea y el voltaje de comando al normalizar el voltaje de línea a línea convertido al sistema de coordenadas giratorio a un tamaño del voltaje de salida del inversor que es una salida de la segunda unidad de determinación; y  
 una segunda unidad de conversión configurada para emitir un voltaje de compensación mediante la conversión de los voltajes de salida de la unidad de conversión del sistema de coordenadas estacionario a un sistema de coordenadas giratorio utilizando el error de fase en forma de seno y coseno,  
 en donde un tamaño del voltaje de compensación que es una salida de la segunda unidad de conversión puede ser el mismo que el voltaje de salida del inversor, y una fase del voltaje de compensación puede ser la misma que la del voltaje de comando.

Preferiblemente, pero no necesariamente, la primera unidad de determinación puede incluir las primera y segunda unidades de cálculo, cada una configurada para elevar al cuadrado los voltajes de comando en los que se ingresan dos variables del sistema de coordenadas estacionario, una primera unidad de adición configurada para agregar salidas de las primera y segunda unidades de cálculo, y una tercera unidad de cálculo configurada para calcular una raíz cuadrada de una salida de la primera unidad de adición.

Preferiblemente, pero no necesariamente, la segunda unidad de determinación puede incluir cuarta y quinta unidades de cálculo, cada una configurada para elevar al cuadrado los voltajes de salida de la unidad de conversión que reciben dos variables del sistema de coordenadas estacionario, una segunda unidad de adición configurada para agregar salidas de la cuarta y quinta unidades de cálculo, y una tercera unidad de cálculo configurada para calcular una raíz cuadrada de una salida de la segunda unidad de adición.

Preferiblemente, pero no necesariamente, una salida de la primera unidad de conversión puede ser un vector en donde los voltajes de salida del inversor se proyectan en sistemas de coordenadas síncronos de cada sistema de coordenadas de referencia del voltaje de comando.

Preferiblemente, pero no necesariamente, una salida de la segunda unidad de conversión puede ser un voltaje compensado en fase, un tamaño del voltaje compensado en fase puede ser igual al tamaño del voltaje de salida del inversor, y la fase de voltaje compensado puede ser igual que la fase del voltaje de comando.

#### Efectos ventajosos de la descripción

La presente descripción tiene un efecto ventajoso en que el rendimiento de un inversor puede mejorarse compensando un retraso de tiempo de un voltaje de medición por una unidad de detección de voltaje del inversor.

#### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de conversión de potencia de acuerdo con la técnica anterior.

La Figura 2 es un diagrama de temporización que ilustra una operación de una unidad de detección de voltaje de la Figura 1.

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de compensación de fase de voltaje de salida de acuerdo con una realización ejemplar de la presente descripción.

La Figura 4 es un diagrama de bloques detallado que ilustra las primera y segunda unidades de determinación de tamaño de voltaje de la Figura 3.

La Figura 5 es una vista esquemática que ilustra una conversión de coordenadas entre la entrada y la salida de la Figura 3.

#### Descripción detallada de la descripción

A continuación, se describirán varias modalidades ilustrativas de manera más completa con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas modalidades ilustrativas. Sin embargo, el presente concepto inventivo puede llevarse a la práctica de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitado a las modalidades de ejemplo expuestas aquí. Más bien, el aspecto descrito está destinado a abarcar todas las alteraciones, modificaciones y variaciones que entran dentro del alcance y la idea novedosa de la presente descripción.

A continuación, se describirán en detalle modalidades ilustrativas de la presente descripción con referencia a los

dibujos adjuntos.

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de conversión de potencia de acuerdo con la técnica anterior.

5 Con referencia a la Figura 1, un sistema inversor de acuerdo con la presente descripción puede incluir una unidad de potencia (1), un inversor (2), un motor (3), una unidad de detección de voltaje (4), un aparato de compensación de fase (5) de la presente descripción y un controlador (6).

10 Primero, se dará una explicación para la operación de un sistema inversor donde no se proporciona ningún aparato de compensación de fase (5) de la presente descripción.

15 Cuando se aplica una fuente de potencia de CA trifásica desde la unidad de potencia (1) en el sistema inversor de la Figura 1, el inversor (2) suministra un voltaje de CA al motor (3) al convertir el tamaño y la frecuencia del voltaje de CA a través de la conmutación de semiconductores de potencia internos. En general, el inversor (2) sirve para variar el tamaño y la frecuencia de un voltaje de salida en respuesta al control del controlador (6), donde el voltaje de salida se distorsiona por la influencia de un factor no lineal como el tiempo muerto para generar un error en la información de voltaje de salida utilizada por el controlador (6).

20 La unidad de detección de voltaje (4) reduce un error de información de voltaje de salida midiendo un voltaje de línea a línea aplicado al motor (3) y transmitiendo al controlador (6) información de voltaje de salida, incluido el factor no lineal que genera un error.

25 La Figura 2 es un diagrama de temporización que ilustra una operación de una unidad de detección de voltaje de la Figura 1, donde la unidad de detección de voltaje (4) incluye un integrador.

30 El número de referencia 2A en la Figura 2 define una sección de generación de comando de voltaje del inversor. 2C define un voltaje de salida PWM (modulación de ancho de pulso) del inversor (2), que es una salida relativa a un comando de voltaje generado a partir de 2A. 2D es una sección de conversión A/D y lectura/escritura, y 2E es una sección donde se usa información de voltaje que se mide para accionar el motor (3) leyendo una señal de información de voltaje de salida.

35 La sección 2B integra un voltaje de salida de 2C para permitir que la sección 2D lea y use la información de voltaje medida por la sección 2E a través de la conversión A/D y las operaciones de lectura/escritura. Por lo tanto, la unidad de detección de voltaje (4) tiene un factor de retardo de tiempo generado en el curso del tiempo de muestreo, operaciones de lectura/escritura. El voltaje medido es utilizado por la sección 2E sobre el comando de voltaje generado por la sección 2A y, por lo tanto, se retrasa hasta  $4T_c$ .

40 Mientras tanto, cuando la unidad de detección de voltaje (4) se forma con un circuito analógico, la unidad de detección de voltaje se retrasa por una constante de tiempo de un filtro utilizado en el curso de la detección de voltaje.

45 La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de compensación de fase de voltaje de salida de acuerdo con una realización ejemplar de la presente descripción, que se proporciona al sistema inversor como en la Figura 1.

50 Con referencia a la Figura 3, el aparato de compensación de fase (5) de acuerdo con la presente descripción puede incluir una unidad de conversión (10), una primera unidad de determinación de tamaño de voltaje (20), una segunda unidad de determinación de tamaño de voltaje (30), una primera unidad de conversión de coordenadas (40), una segunda unidad de conversión de coordenadas (50) y una primera y segunda unidades de normalización (60, 70).

55 El aparato de compensación de fase de voltaje de salida de acuerdo con la presente descripción desfasa un voltaje medido a través de una conversión de coordenadas usando voltajes de comando ( $v_{d\_ref}^s, v_{q\_ref}^s$ ) del inversor (2) y tensiones ( $v_{d\_sensing}^s, v_{q\_sensing}^s$ ) medido por la unidad de medición de voltaje (4) y, a su vez, proporciona el voltaje de medición de fase desplazada al controlador (6).

60 La unidad de conversión (10) funciona para convertir la información de voltaje trifásica  $(v_{uv}^s, v_{vw}^s, v_{wu}^s)$  medida por la unidad de detección de voltaje (4) a los voltajes del eje d y del eje q del sistema de coordenadas estacionario. Aunque la información del voltaje de entrada ha ejemplificado un voltaje de línea a línea, el voltaje de entrada puede ser voltaje terminal.

La primera unidad de determinación de tamaño de voltaje (20) puede determinar un tamaño de voltaje de voltaje de comando del inversor que es un sistema de coordenadas estacionario, y la segunda unidad de determinación de tamaño de voltaje (30) puede determinar un tamaño de voltaje {es decir, salida de la unidad de conversión (4)} medida por la unidad de detección de voltaje (4).

Las primera y segunda unidades de conversión de coordenadas (40, 50) convierten respectivamente las variables

introducidas del sistema de coordenadas estacionario en un sistema de coordenadas giratorio. De aquí en adelante, se explicará una operación del aparato de compensación de fase de la Figura 3.

5 Los voltajes de comando del eje d y del eje q ( $v_{d\_ref}^s, v_{q\_ref}^s$ ) del sistema de coordenadas estacionario y los voltajes medidos ( $v_{d\_sensing}^s, v_{q\_sensing}^s$ ) y los tamaños de los voltajes compensados ( $v_{d\_com}^s, v_{q\_com}^s$ ) se determinan como voltajes medidos, y la fase tiene una fase del voltaje de comando.

10 En este momento, el voltaje de comando se introduce desde el controlador (6) de la Figura 1, y el voltaje medido se mide por la unidad de detección de voltaje (4) y se determina como voltajes del eje d, q mediante conversión coordinada de la unidad de conversión (10) de la Figura 3.

Cuando el voltaje medido es un voltaje de línea a línea de salida, la operación de la unidad de conversión (10) puede realizarse mediante las siguientes ecuaciones.

15 [Ecuación 1]

$$v_u^s = (2v_{uv}^s + v_{vw}^s) / 3$$

20 [Ecuación 2]

$$v_v^s = (2v_{vw}^s + v_{wu}^s) / 3$$

25 [Ecuación 3]

$$v_w^s = (2v_{wu}^s + v_{uv}^s) / 3$$

30 [Ecuación 4]

$$35 \quad v_{d\_sensing}^s = (2v_u^s - v_v^s - v_w^s) / 3$$

40 [Ecuación 5]

$$v_{q\_sensing}^s = (v_v^s - v_w^s) / \sqrt{3}$$

45 La Figura 4 es un diagrama de bloques detallado que ilustra las primera y segunda unidades de determinación de tamaño de voltaje de la Figura 3, donde, aunque se ha realizado una descripción de la primera unidad de determinación de tamaño de voltaje (20), la segunda unidad de determinación de tamaño de voltaje (30) también tiene la misma configuración que la primera unidad de determinación de tamaño de voltaje (20). Además, aunque los subíndices 'ref y 'sensing' se omiten de la señal introducida en la Figura 2, debería ser evidente que se agregan los subíndices relevantes cuando se aplican a la Figura 3.

50 Con referencia a la Figura 4, la primera unidad de determinación de tamaño de voltaje (20) puede incluir unidades de cálculo para elevar al cuadrado (21, 22), una unidad de adición (23) y una unidad de cálculo de raíz cuadrada (24), donde las variables eje d y eje q del sistema de coordenadas estacionario que tienen una diferencia de fase de 90 grados ingresada se multiplican respectivamente por las unidades de cálculo para elevar al cuadrado, que se suman por la unidad de adición (23), y la unidad de cálculo de raíz cuadrada (24) obtiene una raíz cuadrada de una salida de la unidad de adición (23) para calcular el tamaño del voltaje de entrada. El tamaño de voltaje calculado se usa para normalizar el tamaño de la función trigonométrica como "1" usado por la primera unidad de normalización (60) en las primera y segunda unidades de conversión de coordenadas.

60 Los voltajes de entrada ( $v_d^s, v_q^s$ ) en la Figura 4 son variables de CA que tienen una diferencia de fase de 90 grados, y el tamaño ( $v_{mag}^s$ ) del voltaje de entrada que es una salida tiene un valor positivo (+).

En este momento, el voltaje de comando del eje d ( $v_{d\_ref}^s$ ) se considera como una señal sinusoidal como una señal de coseno, y el voltaje de comando del eje q ( $v_{q\_ref}^s$ ) se considera como una señal de seno. Además, la primera unidad de normalización (60) normaliza el voltaje de comando a un tamaño de voltaje de comando que es una salida de la primera unidad de determinación de tamaño de voltaje (20), usando el tamaño de voltaje calculado por las primera y segunda unidades de determinación de tamaño de voltaje (20, 30), y calcula la fase de voltaje de comando usando las funciones trigonométricas ( $\sin(\theta_{ref})$ ,  $\cos(\theta_{ref})$ ), cuyo cálculo puede definirse como:

[Ecuación 6]

$$\text{sen}(\theta_{ref}) = v_{q\_ref}^s / v_{ref\_mag}^s$$

[Ecuación 7]

$$\text{cos}(\theta_{ref}) = v_{d\_ref}^s / v_{ref\_mag}^s$$

Las funciones trigonométricas calculadas por las ecuaciones 6 y 7 anteriores se usan para la conversión de coordinación de la primera unidad de conversión de coordenadas (40) de la Figura 3. Es decir, la primera unidad de conversión de coordenadas (40) recibe una salida de la primera unidad de normalización (60) y una salida de la unidad de conversión (10) para convertir la salida de la unidad de conversión (10) del sistema de coordenadas estacionario en un sistema de coordenadas giratorio.

[Ecuación 8]

$$v_{d\_sensing}^e = v_{d\_sensing}^s \times \text{cos}(\theta_{ref}) + v_{q\_sensing}^s \times \text{sen}(\theta_{ref})$$

[Ecuación 9]

$$v_{q\_sensing}^e = -v_{d\_sensing}^s \times \text{sen}(\theta_{ref}) + v_{q\_sensing}^s \times \text{cos}(\theta_{ref})$$

La Figura 5 es una vista esquemática que ilustra una conversión de coordenadas entre la entrada y la salida de la Figura 3.

La  $v_{d\_sensing}^e$  and  $v_{q\_sensing}^e$  que son sistemas de coordenadas giratorios calculados por las Ecuaciones 8 y 9 son vectores donde  $v_{q\_sensing}^e$  que es un voltaje medido por la unidad de detección de voltaje (4) se proyecta en el eje  $d_e$  y eje  $q_e$  del sistema de coordenadas síncronas de cada sistema de coordenadas de referencia de voltaje de comando. Estos voltajes son constantes porque la velocidad angular giratoria es la misma que la velocidad angular del sistema de coordenadas síncronas de cada sistema de coordenadas de referencia del voltaje de comando.

La segunda unidad de determinación de tamaño de voltaje (30) genera un tamaño ( $v_{sensing\_mag}^s$ ) de voltaje medido, y la segunda unidad de normalización (70) normaliza  $v_{d\_sensing}^e$  y  $v_{q\_sensing}^e$  que son sistemas de coordenadas giratorios recibidas de la primera unidad de conversión de coordenadas (40) a tamaños de voltajes medidos. La función trigonométrica normalizada define el voltaje medido y el error de fase ( $\theta_{error}$ ) de voltaje de comando, que puede expresarse mediante las siguientes ecuaciones.

[Ecuación 10]

$$\text{sen}(\theta_{error}) = v_{q\_sensing}^e / v_{sensing\_mag}^s$$

[Ecuación 11]

$$\text{cos}(\theta_{error}) = v_{d\_sensing}^e / v_{sensing\_mag}^s$$

La salida de la segunda unidad de normalización (70) se usa para la conversión de coordenadas de la segunda unidad de conversión de coordenadas (50). La segunda unidad de conversión de coordenadas (50) recibe una salida

de la segunda unidad de normalización (70) y una salida de la unidad de conversión (10) y convierte la salida de la unidad de conversión (10) del sistema de coordenadas estacionario a un sistema de coordenadas giratorio de acuerdo con las siguientes ecuaciones.

5

[Ecuación 12]

$$v_{d\_com}^s = v_{d\_sensing}^s \times \cos(\theta_{error}) + v_{q\_sensing}^s \times \text{sen}(\theta_{error})$$

10

Los voltajes calculados por las Ecuaciones 12 y 13 anteriores son voltajes compensados en fase por la presente descripción, y corresponden a  $v_{dq\_com}$  de la Figura 5, el tamaño del voltaje compensado es el mismo que el voltaje medido por la unidad de detección de voltaje (4), y la fase es la misma que la fase del voltaje de comando (en fase). El voltaje medido compensado no tiene error de fase generado por el factor de retardo de tiempo, y el controlador (6) puede proporcionar el voltaje de comando al inversor (2) reemplazando el voltaje de comando con un voltaje de compensación

15

Como se desprende de lo anterior, la presente descripción compensa el retraso de tiempo relativo a un voltaje de salida del inversor (2) detectado por la unidad de detección de voltaje (4). La compensación de fase de la presente descripción no requiere una función trigonométrica separada, y puede llevar a cabo los tamaños de voltaje de comando y voltaje medido a través de la conversión de coordenadas. La fase de voltaje compensado está determinada por el voltaje de comando, y el tamaño del voltaje está determinado por el voltaje medido de la unidad de detección de voltaje (4). La información de voltaje compensado es información precisa de voltaje de salida del inversor (20) que incluye un factor no lineal como el tiempo muerto, por lo que se puede mejorar el rendimiento del inversor.

20

25

Aunque la presente descripción se ha descrito en detalle con referencia a las modalidades y ventajas anteriores, muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la materia dentro de los límites de las reivindicaciones. Por lo tanto, debe entenderse que las modalidades descritas anteriormente no están limitadas por ninguno de los detalles de la descripción anterior, a menos que se especifique lo contrario, sino que deben interpretarse ampliamente dentro del alcance como se define en las reivindicaciones adjuntas

30

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de compensación de fase en un voltaje de línea a línea en un sistema que incluye un inversor (2) configurado para suministrar un voltaje a un motor (3), un controlador (6) configurado para suministrar un voltaje de comando al inversor (2) y una unidad de detección de voltaje (4) configurada para detectar un voltaje de salida del inversor, el aparato que comprende:  
una unidad de conversión (10) configurada para convertir información de voltaje trifásica medida por la unidad de detección de voltaje (4) en un voltaje del eje d y un voltaje del eje q de un sistema de coordenadas estacionario;  
una primera unidad de determinación (20) configurada para determinar un tamaño del voltaje de comando basado en los voltajes de comando del eje d y del eje q en el sistema de coordenadas estacionario; y  
una segunda unidad de determinación (30) configurada para determinar un tamaño del voltaje de salida del inversor usando el voltaje de salida de la unidad de conversión (10); **caracterizado por** una primera unidad de normalización (60) configurada para calcular una fase del voltaje de comando en forma seno y coseno normalizando el voltaje de comando usando el tamaño del voltaje de comando, que es una salida de la primera unidad de determinación (20);  
una primera unidad de conversión (40) configurada para convertir los voltajes de salida de la unidad de conversiones (10) del sistema de coordenadas estacionario en un sistema de coordenadas giratorio usando la fase del voltaje de comando en forma de seno y coseno;  
una segunda unidad de normalización (70) configurada para calcular un error de fase entre el voltaje de salida del inversor y el voltaje de comando normalizando el voltaje de salida del inversor convertido en el sistema de coordenadas giratorio al tamaño del voltaje de salida del inversor que es una salida de la segunda unidad de determinación (30); y  
una segunda unidad de conversión (50) configurada para emitir un voltaje de compensación mediante la conversión de los voltajes de salida de la unidad de conversión (10) del sistema de coordenadas estacionario en un sistema de coordenadas giratorio utilizando el error de fase en forma de seno y coseno, en donde el tamaño del voltaje de compensación que es una salida de la segunda unidad de conversión (50) es el mismo que el voltaje de salida del inversor, y la fase del voltaje de compensación es la misma que la del voltaje de comando.
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde la primera unidad de determinación (20) incluye una primera y una segunda unidad de cálculo (21, 22) configuradas cada una para elevar al cuadrado los voltajes de comando en los que se introducen dos variables del sistema de coordenadas estacionario, una primera unidad de adición (23) configurada para agregar salidas de la primera y segunda unidad de cálculo (21, 22), y una tercera unidad de cálculo (24) configurada para calcular una raíz cuadrada de una salida de la primera unidad de adición.
3. El aparato de la reivindicación 1 o 2, en donde la segunda unidad de determinación (30) incluye las cuarta y quinta unidades de cálculo, cada una configurada para elevar al cuadrado los voltajes de salida de la unidad de conversión (10) que reciben dos variables del sistema de coordenadas estacionario, una segunda unidad de adición configurada para agregar salidas de las cuarta y quinta unidades de cálculo, y una tercera unidad de cálculo configurada para calcular una raíz cuadrada de una salida de la segunda unidad de adición.
4. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde una salida de la primera unidad de conversión (40) es un vector en donde los voltajes de salida del inversor se proyectan en sistemas de coordenadas sincrónicas de cada sistema de coordenadas de referencia del voltaje de comando.
5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la salida de la segunda unidad de conversión (50) se proporciona al controlador (6) como un voltaje de comando del inversor (2).

Figura 1

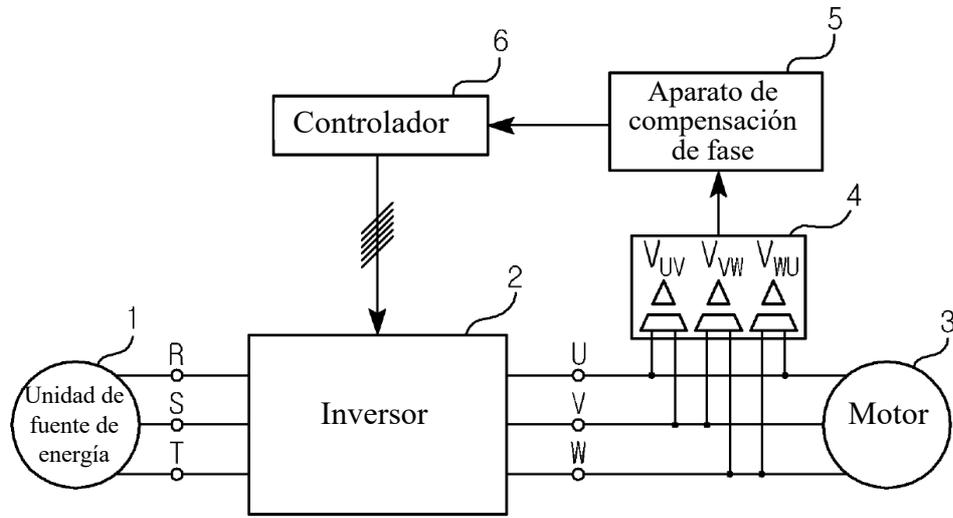


Figura 2

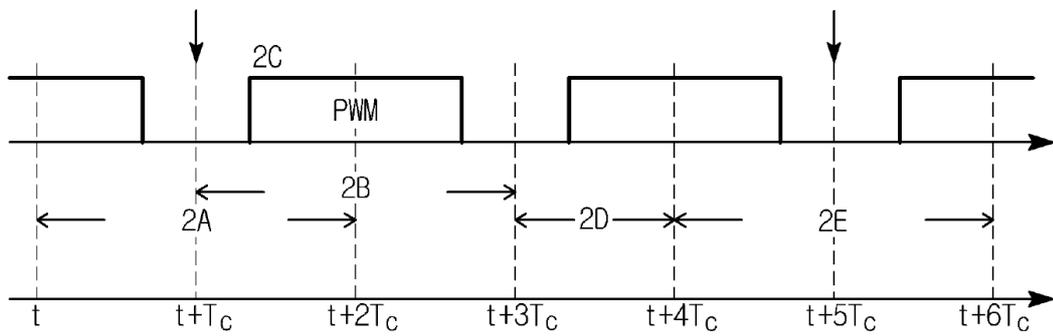


Figura 3

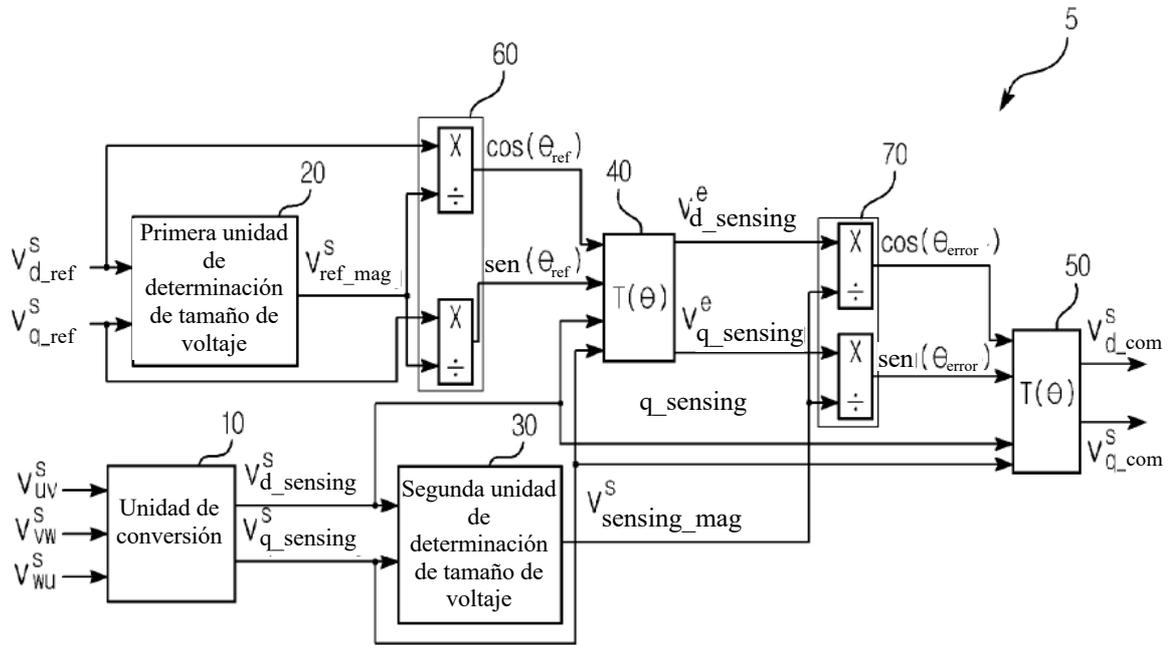


Figura 4

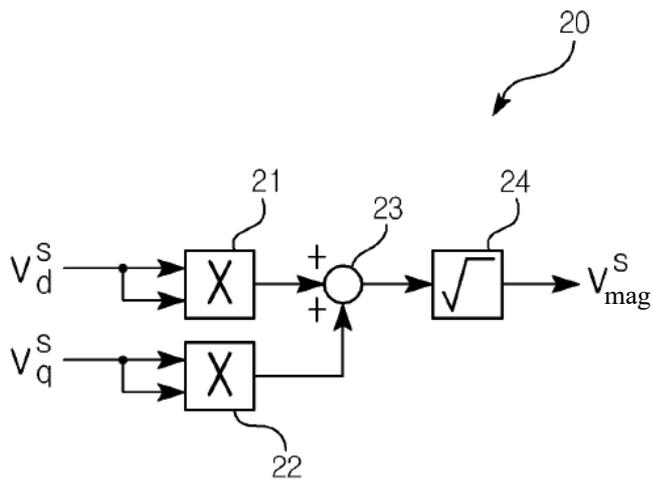


Figura 5

