

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 530**

51 Int. Cl.:

H02M 7/5387 (2007.01)

H02M 7/5395 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2016 E 16193040 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3208932**

54 Título: **Método y aparato para generar una señal de PWM**

30 Prioridad:

18.02.2016 KR 20160019374

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

27.04.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

YANG, JIN-KYU

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 756 530 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

Método y aparato para generar una señal de PWM

5 Antecedentes

1. Campo técnico

10 La presente descripción se refiere a un método y un aparato para generar una señal de PWM. Más específicamente, la presente descripción se refiere a un método y un aparato para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria para accionar un inversor, que puede generar más simplemente una posición aleatoria de PWM (RPPWM) en la que se cambia la posición de un vector activo para lograr el mismo efecto que cuando se cambia una frecuencia de conmutación.

15 2. Descripción de la técnica relacionada

En el caso en que un inversor es impulsado por una señal de PWM que tiene una frecuencia fija, el voltaje y la corriente se concentran en una frecuencia multiplicada de la frecuencia de conmutación. Como resultado, hay un problema en que se crea ruido de una frecuencia particular.

20 Para resolver el problema, se ha propuesto un esquema de PWM aleatorio que varía la frecuencia de conmutación. Los esquemas para implementar dicho PWM aleatorio pueden incluir PWM de frecuencia aleatoria (RFPWM) que varía la frecuencia de una onda triangular en sí, posición aleatoria de PWM (RPPWM) que varía la posición de un vector activo, PWM de conmutación aleatoria (RSPWM) que genera un azar número de pulsos, y similares.

25 Entre estos, en el esquema de RFPWM, la frecuencia de una onda triangular misma varía aleatoriamente.

30 Cuando se mide la corriente de un inversor de propósito general, se muestrea una onda triangular en su pico o cero. En consecuencia, cada vez que se cambia la frecuencia de una onda triangular, el tiempo de muestreo cambia en cada período.

35 Dado que una frecuencia de conmutación fija tiene un período constante de una onda triangular en los procesos de operación necesarios para la conversión del marco de referencia, puede no ser necesario calcular períodos de cálculo en cada período de PWM. Sin embargo, cuando se cambia la frecuencia de un triángulo como en el esquema RFPWM, los períodos de cálculo se cambian en cada período y, por lo tanto, se calculan en cada período de una señal de PWM. Como resultado, hay muchas consideraciones en la programación, y el tiempo de cálculo también aumenta.

40 El documento US 5 706 186 y la presentación "A new discontinuous PWM strategy of neutral-point clamped inverter" por Hee-Jung Kim y otros, XP055363744, ISSN: 0197-2618 divulgan soluciones de antecedentes para esquemas de PWM aleatorios.

45 En vista de lo anterior, de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, RPPWM puede implementarse de manera más simple, de modo que puede aplicarse ampliamente a inversores generales y reducir eficazmente el ruido electromagnético de los inversores.

[Referencias de arte relacionado]

[Referencia de patente]

50 Publicación de patente coreana abierta a inspección pública N° 2001-0073638, titulada "APPARATUS FOR REDUCING NOISE OF THE COMPRESSOR USING RANDOM PULSE WIDTH MODULATION AND CONTROL METHOD THEREOF"

55 Resumen

60 Es un aspecto de la presente descripción proporcionar un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un aparato de acuerdo con la reivindicación 4 para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria para accionar un inversor, que puede generar más simplemente una posición aleatoria de PWM (RPPWM) en la que | la posición de un vector activo se cambia para lograr el mismo efecto que cuando se cambia una frecuencia de conmutación. Las modalidades preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

65 Los objetos de la presente descripción no se limitan a los objetos descritos anteriormente y otros objetos y las ventajas pueden ser apreciadas por los expertos en la materia a partir de las siguientes descripciones. Además, se apreciará fácilmente que los objetos y ventajas de la presente descripción se pueden llevar a la práctica por los medios mencionados en las reivindicaciones adjuntas y una combinación de las mismas.

La escala puede incluir escalar las variables aleatorias para que los valores de compensación se ubiquen en un intervalo entre el valor máximo del valor de referencia y el límite máximo del nivel de referencia o un intervalo entre el valor mínimo del valor de referencia y el límite mínimo de El valor de referencia.

5 El valor máximo y el valor mínimo del valor de referencia utilizado para escalar las variables aleatorias se puede obtener de la ecuación a continuación:

$$V_{\text{máx}}^* + v_{sn} = - (V_{\text{mín}}^* + v_{sn})$$

$$v_{sn} = - \frac{V_{\text{máx}}^* + V_{\text{mín}}^*}{2}$$

De acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, se puede generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria más simplemente usando la operación MinMaxPWM, es decir, la operación de PWM usando valores de voltaje mínimo y máximo que es un esquema de modulación que maximiza la utilización del voltaje, de modo que muchas ventajas, ya que se puede aplicar ampliamente a los inversores generales y reducir el ruido electromagnético de los inversores de manera efectiva.

25 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama para ilustrar una configuración de un compresor que emplea un aparato para generar una señal de PWM aleatoria en la técnica relacionada;
 Las Figuras 2 y 3 son diagramas para ilustrar un método para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción;
 La Figura 4 es un diagrama de bloques para ilustrar un aparato para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción; y
 La Figura 5 es un diagrama de flujo para ilustrar un método para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción.

35 Descripción detallada

Los objetos, características y ventajas anteriores se harán evidentes a partir de la descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos. Las modalidades se describen con suficiente detalle para permitir a los expertos en la materia practicar fácilmente la idea técnica de la presente descripción. Las descripciones detalladas de funciones o configuraciones bien conocidas pueden omitirse para no oscurecer innecesariamente la esencia de la presente descripción.

En lo sucesivo, las modalidades de la presente descripción se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. A lo largo de los dibujos, los números de referencia similares se refieren a elementos similares.

La Figura 1 es un diagrama para ilustrar una configuración de un compresor que emplea un aparato para generar una señal de PWM aleatoria en la técnica relacionada.

Con referencia a la Figura 1, el aparato para generar una señal de PWM incluye una fuente de alimentación 10, una unidad inversora 20, un detector de posición y velocidad de rotor 30, un controlador de integración proporcional (PI) 40, un generador de pulso PWM 50, un generador de señal de activación 60, un generador de variable aleatoria 70, un determinante de frecuencia de PWM 80, un generador de señal de comparación de PWM 90, y así sucesivamente.

La fuente de alimentación 10, al recibir alimentación de CA, suministra voltajes de acuerdo con lo requerido por los elementos respectivos. La unidad inversora 20 recibe los voltajes de la fuente de alimentación 10 y acciona un motor BLDC de acuerdo con una señal de control de entrada al mismo.

El detector de posición y velocidad de rotor 30 detectan la posición del rotor del motor BLDC y calcula la velocidad de salida. El controlador PI 40 realiza una integración proporcional en la diferencia entre un valor de referencia W^* y la velocidad de rotación ω detectado por el detector 30 y ajusta la relación de trabajo del PWM.

El generador de variables aleatorias 70 genera variables aleatorias para generar PWM aleatorio. El determinante de frecuencia de PWM 80 determina una frecuencia de PWM basada en las variables aleatorias generadas en el generador de variables aleatorias 70 para emitirla.

El generador de señal de comparación de PWM 90 recibe una relación de trabajo del integrador PI 40 y una frecuencia

de PWM del determinante de frecuencia de PWM 80 para determinar el período y el tiempo de activación de la frecuencia de PWM, y emitirlos. El generador de pulsos de PWM 50 utiliza el período y el tiempo de activación de la frecuencia de PWM generada en el generador de señales de comparación de PWM 90 para generar un pulso de PWM y emitirlo.

5 El generador de señal de activación 60 genera una señal de activación para activar/desactivar los elementos de conmutación de la unidad inversora 20 por los conmutación de PWM generados en el generador de pulsos de PWM 50.

10 Un inversor de frecuencia de conmutación fijo típico no incluye el generador de variable aleatoria 70 y el determinante de frecuencia de PWM 80, y recibe potencia de CA de la fuente de alimentación 10 para convertirlo en voltajes de acuerdo con lo requiera la unidad inversora 20. Luego, seis elementos de conmutación en la unidad inversora 20 se conectan o desconectan, de modo que se suministra un voltaje de tres fases al motor. A medida que el motor gira, el detector de posición y velocidad 30 detecta la velocidad. El controlador PI 40 realiza una integración proporcional en la
15 velocidad de referencia W^* y la velocidad actual ω para calcular la relación de trabajo de la PWM. Luego, se envía al generador de señal de comparación de PWM 90.

Para el inversor de frecuencia de conmutación aleatoria, el generador de variable aleatoria 70 genera variables aleatorias. Por consiguiente, el determinante de frecuencia de PWM 80 determina el período T de la frecuencia de conmutación de PWM entre frecuencias máximas y mínimas predeterminadas y lo envía al generador de señal de comparación de PWM 90.

20 El generador de señal de comparación de PWM 90 compara la relación de trabajo recibida del controlador PI 40 con el período de la frecuencia de conmutación de PWM recibida del determinante de frecuencia de PWM 80, para determinar el período y el tiempo de activación de la frecuencia de conmutación de PWM. Entonces, el generador de señal de comparación de PWM 90 los envía al generador de pulso PWM 50.

El generador de pulsos de PWM 50 utiliza la frecuencia de conmutación de PWM y su período y tiempo de activación para generar pulsos de PWM para controlar los elementos de conmutación de la unidad inversora 20 y los envía al generador de señal de activación 60. El generador de señal de activación 60 recibe los pulsos de PWM enviados desde el generador de pulsos de PWM 50 para conectar/desconectar los elementos de conmutación de la unidad inversora 20, y suministra el voltaje de tres fases al motor.

35 Sin embargo, como se describió anteriormente, la frecuencia de una onda triangular en sí misma cambia en el esquema de RFPWM; los períodos de cálculo se cambian en cada período y, por lo tanto, se calculan en cada período de una señal de PWM. Como resultado, hay muchas consideraciones en la programación, y el tiempo de cálculo también aumenta.

40 En vista de lo anterior, la presente descripción propone un enfoque novedoso que puede generar una señal de PWM aleatoria de manera más simple y conveniente mejorando la configuración y la funcionalidad del generador de pulsos de PWM 50.

Las Figuras 2 y 3 son diagramas para ilustrar un método para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción.

45 Como se mencionó anteriormente, la presente descripción se refiere a un método para lograr un PWM aleatorio mediante el esquema de RPPWM, en donde la frecuencia de conmutación se cambia aleatoriamente, a diferencia de los métodos existentes. Es decir, el esquema de RPPWM usa una frecuencia de conmutación fija y, por lo tanto, no requiere un proceso de sincronización de una operación de onda triangular y las operaciones requeridas por el esquema de RFPWM mostrado en la Figura 1. En particular, la presente descripción proporciona una nueva técnica RPPWM simplemente agregando un valor de compensación generado aleatoriamente a un algoritmo MinMaxPWM existente.

50 Inicialmente, la Figura 2 muestra una onda triangular generada con una frecuencia constante a lo largo del eje de tiempo (t), voltajes de referencia de fase U y fase V de un voltaje de tres fases, y un voltaje de línea (UV) correspondiente a la diferencia entre ellos.

El voltaje de referencia es una señal de voltaje para controlar un voltaje de salida de un inversor mediante el uso de un valor de retroalimentación tal como información de velocidad o información actual de un motor. Por ejemplo, haciendo referencia a la Figura 1, el controlador PI 40 puede emitir un voltaje de referencia utilizando la información de velocidad W^* del motor. En las siguientes descripciones, "voltaje de referencia", "referencia de voltaje", "señal de referencia" y "señal de referencia de voltaje" y similares se usan con el mismo significado a menos que se indique específicamente lo contrario.

65 Dado que la corriente suministrada al motor está determinada por el voltaje de línea, y por lo tanto el voltaje de línea (U - V) es físicamente significativo.

5 Aunque el voltaje de línea, es decir, la diferencia entre el voltaje de fase U y el voltaje de fase V se mantiene constante a lo largo de los períodos de la onda triangular, mientras que el valor de compensación OFFSET varía aleatoriamente, que se debe agregar a U y V valores. Por consiguiente, se puede ver en la Figura 2 que las posiciones de los pulsos del voltaje de línea varían entre diferentes períodos. En otras palabras, los pulsos de voltaje de línea se concentran en el centro de un período de PWM cuando el valor de compensación se vuelve grande, mientras que los pulsos de voltaje de línea se ubican en los bordes de un período de PWM cuando el valor de compensación se vuelve pequeño.

10 En consecuencia, al variar el valor de compensación en cada período, las posiciones de los pulsos de voltaje de línea cambian en cada una de las ondas triangulares. Como resultado, se puede lograr el mismo efecto que cuando se cambia la frecuencia de conmutación. Es decir, al generar variables aleatorias y usarlas como valores de compensación, las posiciones de los pulsos de voltaje de línea pueden cambiarse aleatoriamente entre diferentes períodos de la onda triangular.

15 En este caso, sin embargo, el valor de salida, es decir, la suma del valor de referencia aplicado y el valor de compensación puede exceder el valor límite máximo del valor de referencia (el pico de la onda triangular). Cuando esto sucede, existe el problema de que solo el valor límite máximo del valor de referencia se emite una y otra vez, de modo que no se pueden lograr efectos de conmutación aleatoria.

20 En consecuencia, es necesario escalar los valores de compensación para que la suma se ubique en el intervalo entre el límite máximo y el límite mínimo del valor de referencia. Es decir, el límite máximo y el límite mínimo del valor de referencia son fijos, mientras que el valor de referencia en sí mismo puede variar entre diferentes períodos. Por lo tanto, para mantener el valor de salida en un intervalo apropiado, las variables aleatorias que se utilizarán como valores de compensación deben modificarse en consecuencia mediante el escalado.

25 Como se muestra en el dibujo, la distancia entre el valor de referencia máximo y el pico de la onda triangular (valor límite máximo), y la distancia entre el valor de referencia mínimo y el valle de la onda triangular (valor límite mínimo) varían entre diferentes períodos. En consecuencia, para calcular el intervalo dentro del cual pueden cambiar las posiciones de los pulsos, las dos distancias deben calcularse en cada período.

30 Sin embargo, calcular el intervalo de compensación aleatorio basado en los valores máximos y mínimos de una onda triangular en cada período requiere un proceso de cálculo complicado, y por lo tanto, existe el problema de que el tiempo de cálculo aumenta.

35 En consecuencia, puede contemplarse usar un método mostrado en la Figura 3.

Con referencia a la Figura 3, determinando los valores de referencia V_{bs}^* , V_{as}^* , V_{cs}^* de salida del controlador PI y similares (ver Figura 3 (a)) y realizando la operación MinMaxPWM en los valores, el promedio del valor de referencia máximo y el valor de referencia mínimo $(V_{bs}^* + V_{cs}^*)/2$ está ubicado en el centro de la onda triangular (ver Figura 3 (b)). Si los valores absolutos del valor de referencia máximo $V_{máx}^*$ y el valor de referencia mínimo $V_{mín}^*$ de las referencias de voltaje de tres fases son iguales entre sí, el vector de voltaje activo que depende del estado de conmutación como resultado de la comparación con la onda triangular se encuentra en el centro del período de modulación de voltaje. Al utilizar el principio, es posible implementar la técnica de modulación de voltaje de vector espacial simétrica existente de manera más simple (ver "Unified analysis of PWM method for three phase voltage source inverter using offset voltage" por Dae-woong Jung, Ph.D. disertación, Universidad Nacional de Seúl en febrero de 2000). Es decir, al realizar la operación MinMaxPWM, los valores de referencia ajustados V_{bs}^{**} , V_{as}^{**} , V_{cs}^{**} se puede obtener, de modo que el valor de referencia máximo V_{bs}^* y el valor de referencia mínimo V_{cs}^* están igualmente distantes del centro de la onda triangular. Se puede ver que el esquema de modulación de voltaje se puede lograr más simplemente usando tales valores de referencia ajustados. La operación MinMaxPWM puede expresarse en la Ecuación 1 a continuación:

[Ecuación]

$$V_{máx}^* + v_{sn} = -(V_{mín}^* + v_{sn})$$

$$v_{sn} = -\frac{V_{máx}^* + V_{mín}^*}{2}$$

Un valor arbitrario V_{sn} puede determinarse de modo que el valor absoluto del valor de referencia máximo $V_{máx}^*$ se vuelve igual al valor mínimo de referencia $V_{mín}^*$ cuando el valor arbitrario V_{sn} se agrega a esto. Se puede ver en la Ecuación 1 que el valor arbitrario V_{sn} así determinado es el promedio $(V_{máx}^* + V_{mín}^*)/2$ del valor de referencia máximo y el valor de referencia mínimo.

En consecuencia, como el promedio del valor de referencia máximo y el valor de referencia mínimo se encuentra en el centro de la onda triangular, el valor de referencia máximo y pueden incluir el valor de referencia están igualmente distantes del centro de la onda triangular, de modo que la relación $V^*_{\text{máx}} = -V^*_{\text{mín}}$ está establecido.

5 En otras palabras, al realizar la operación MinMaxPWM, la distancia entre el valor de referencia máximo y el valor máximo de la onda triangular correspondiente al límite máximo del valor de referencia se vuelve igual a la distancia entre el valor de referencia mínimo y el valor mínimo del triángulo onda correspondiente al valor límite mínimo del valor de referencia. En consecuencia, el intervalo de variación entre el valor de referencia máximo y el valor máximo de la onda triangular o entre el valor de referencia mínimo y el valor mínimo de la onda triangular se calcula para determinar un valor de compensación, y la conversión "+/-" se realiza en de manera que los valores de salida generados aleatoriamente dentro de un intervalo que no exceda el valor límite máximo y el valor límite mínimo del valor de referencia.

15 Se puede observar en la Figura 3 (c) que el voltaje de línea (U - V) obtenido de los valores de referencia V_{bs}^{***} , V_{as}^{***} , V_{cs}^{***} al que se aplica un valor de compensación arbitrario es diferente del voltaje de línea anterior (como lo indica TOFF) debido a la influencia del valor de compensación.

20 En la Fig. 3 y Ecuación 1, V_{as}^* , V_{bs}^* , V_{cs}^* denota los valores de referencia calculados a partir de la referencia de voltaje de tres fases aplicada, V_{as}^{**} , V_{bs}^{**} , V_{cs}^{**} denota valores de referencia ajustados obtenidos al realizar la operación MinMaxPWM en los valores de referencia de tres fases, respectivamente. Además, V_{as}^{***} , V_{bs}^{***} , V_{cs}^{***} denota valores de salida obtenidos aplicando el valor de compensación a los valores de referencia ajustados.

25 La Figura 4 es un diagrama de bloques para ilustrar un aparato para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción.

Con referencia a la Figura 4, el aparato para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatorio de acuerdo con la modalidad ilustrativa de la presente descripción incluye un proveedor de referencia de voltaje 410, un generador de variable aleatoria 420, un operador 430, un escalador 440, un combinador de señal 450 y similares.

30 El proveedor de referencia de voltaje 410 proporciona referencias de voltaje de tres fases ordinarias. El generador de variables aleatorias 420 genera variables aleatorias aplicadas como valores de compensación en cada período de una referencia de voltaje. Alternativamente, el generador de variables aleatorias 420 puede generar variables aleatorias en cada número natural múltiplo del período de una referencia de voltaje. En este caso, las variables aleatorias generadas en un período correspondiente al período de la referencia de voltaje pueden usarse selectivamente.

35 Debe entenderse que cualquiera de las técnicas de generación de variables aleatorias bien conocidas, como el método del cuadrado medio y el método congruencial lineal, puede aplicarse al generador de variables aleatorias 420.

40 El operador 430 realiza la operación MinMaxPWM utilizando una referencia de voltaje actual enviada desde el proveedor de referencia de voltaje 410. El escalador 440 escala las variables aleatorias con un intervalo establecido desde el valor máximo o el valor mínimo de los valores de referencia ajustados calculados mediante la operación MinMaxPWM y el valor máximo o el valor mínimo de la onda triangular, generando así un valor de compensación.

45 Por ejemplo, supongamos que las variables aleatorias se generan como números dentro de un intervalo predeterminado (por ejemplo, 1 a 100) y los intervalos establecidos por el valor máximo de los valores de referencia ajustados y el valor máximo de una onda triangular durante tres períodos del onda triangular son 8, 10 y 15, respectivamente. Si la variable aleatoria en el primer período de la onda triangular es 80, se puede aplicar una relación de escala de $8 \cdot (80/100)$. En consecuencia, el valor de compensación es aproximadamente 6.

50 Posteriormente, si la variable aleatoria en el segundo período de la onda triangular es 50, se puede aplicar una relación de escala de $10 \cdot (50/100)$. En consecuencia, el valor de compensación es 5. Si la variable aleatoria en el tercer período de la onda triangular es 25, el valor de compensación es aproximadamente 4.

55 Es decir, las variables aleatorias generadas por el generador de variables aleatorias 420 pueden crearse como valores de compensación dentro de los intervalos establecidos por el escalador 440. Entonces, los valores de compensación y los valores de referencia ajustados pueden combinarse mediante el combinador de señal 450, de modo que se pueda generar una referencia de voltaje de PWM aleatoria.

60 En otras palabras, el operador 430 realiza la operación MinMaxPWM en las referencias de voltaje proporcionadas por el proveedor de referencia de voltaje 410 para obtener los valores de referencia ajustados, y los valores de referencia ajustados se entregan al escalador 44 y al combinador de señales 450. Luego, los valores de referencia ajustados entregados al escalador 440 se usan para escalar las variables aleatorias generadas por el generador de variables aleatorias 420. Luego, los valores de compensación generados al escalar las variables aleatorias se combinan con los valores de referencia ajustados por el combinador de señal 450, de modo que se puede generar la señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria que varía entre diferentes períodos.

- Es decir, como se describió anteriormente, al realizar la operación MinMaxPWM en las referencias de voltaje proporcionadas por el proveedor de referencia de voltaje 410 por el operador 430, el valor de referencia máximo y el valor de referencia mínimo pueden estar igualmente distantes del centro de la onda triangular. Al hacerlo, el vector activo puede aplicarse en una sección entre el valor de referencia máximo y el valor máximo de la onda triangular y entre el valor de referencia mínimo y el valor mínimo de la onda triangular. En consecuencia, el escalador 440 realiza el escalado de manera que las variables aleatorias generadas por el generador de variables aleatorias 420 se ubican en la sección y, en consecuencia, los valores de compensación se crean a partir de la escala y se aplican a los valores de referencia ajustados proporcionados por el operador 430, por lo creando la señal de referencia PWM aleatoria.
- Preferiblemente, cuando el escalador 440 usa un valor de referencia máximo medio entre los resultados de la operación MinMaxPWM para generar valores de compensación, se puede usar el valor máximo de la onda triangular. Por otro lado, cuando se usa el valor de referencia mínimo, se puede usar preferiblemente el valor mínimo de la onda triangular.
- Como se describió anteriormente, la operación MinMaxPWM puede llevarse a cabo de acuerdo con la Ecuación 1.
- La Figura 5 es un diagrama de flujo para ilustrar un método para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción.
- Con referencia a la Figura 5, el método para generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria de acuerdo con la modalidad ilustrativa de la presente descripción incluye proporcionar valores de referencia S510, generar variables aleatorias S520, escalar S530 y combinar señales S540 y similares.
- El S510 suministrador proporciona referencias de voltaje de tres fases que tienen una frecuencia constante. El generador S520 genera variables aleatorias para cada uno de los períodos de las referencias de voltaje.
- El escalado S530 incluye el cálculo de los valores de referencia ajustados realizando la operación MinMaxPWM en las referencias de voltaje enviadas desde el S510 suministrador (paso S532). Además, el escalado S530 incluye la generación de valores de compensación escalando las variables aleatorias dentro de un intervalo formado por la diferencia entre el valor de referencia máximo o el valor de referencia mínimo del valor de referencia ajustado y el valor máximo o el valor mínimo de la onda triangular (etapa S534).
- Es decir, al realizar el escalado S530, se pueden generar valores de compensación para que el valor de salida como combinación de los valores de referencia y los valores de compensación se ubique dentro de un intervalo entre el valor máximo y el valor mínimo de la onda triangular que son los límite máximo y límite mínimo de los valores de referencia.
- Los valores de compensación generados de este modo se combinan con los valores de referencia ajustados a través de la combinación S540, de modo que se puede generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria en tiempo real.
- Como se describió anteriormente, las modalidades ilustrativas de la presente descripción se refieren a un método para implementar un PWM aleatorio que no requiere un proceso de sincronización entre la operación u operaciones de onda triangular. En particular, simplemente agregando valores de compensación aleatorios generados mediante el uso de la operación MinMaxPWM, se puede generar eficientemente una señal de región de PWM aleatoria, que ya se describió anteriormente.
- De acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente descripción, se puede generar una señal de referencia de voltaje de PWM aleatoria más simplemente usando la operación MinMaxPWM que es un esquema de modulación que maximiza la utilización de voltaje, de modo que se puede aplicar ampliamente a inversores generales y reducir el ruido electromagnético de inversores de manera efectiva.

REIVINDICACIONES

1. Un método para generar una señal de referencia de voltaje de PWM, el método comprende:
 5 calcular valores de referencia a partir de referencias de voltaje de tres fases; generar variables aleatorias; y
 aplicar valores de compensación, generados mediante el uso de variables aleatorias en cada período de las
 referencias de voltaje, en los valores de referencia para generar la señal de referencia de voltaje de PWM;
 caracterizado porque el método comprende:
 10 escalar las variables aleatorias, en donde se obtienen un máximo y un mínimo de los valores de referencia,
 usados para escalar las variables aleatorias, realizando una operación de PWM realizada por:

$$V_{\text{máx}}^* + v_{sn} = - (V_{\text{mín}}^* + v_{sn})$$

$$v_{sn} = - \frac{ V_{\text{máx}}^* + V_{\text{mín}}^* }{ 2 }$$

25 $V_{\text{máx}}^*$ que es el valor máximo de los valores de referencia, $V_{\text{mín}}^*$ que es el valor mínimo de los valores de referencia, y v_{sn} es un valor arbitrario, y en donde el escalado comprende escalar las variables aleatorias para que una suma de los valores de compensación y los valores de referencia se ubique dentro de un intervalo entre un límite máximo y un límite mínimo de los valores de referencia en la aplicación de los valores de compensación en los valores de referencia.

2. El método de la reivindicación 1, en donde el escalado comprende escalar las variables aleatorias de modo que una suma del valor máximo o el valor mínimo de los valores de referencia obtenidos de la operación de PWM y un valor máximo o valor mínimo de una onda triangular no exceda un límite máximo y un límite mínimo de los valores de referencia.
3. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la generación de variables aleatorias comprende generar las variables aleatorias para cada uno de los períodos de la referencia de voltaje.
- 35 4. Un aparato configurado para generar una modulación de ancho de pulso, PWM, señal de referencia de voltaje, comprendiendo el aparato:
 un proveedor de referencia de voltaje (410) configurado para calcular valores de referencia a partir de referencias de voltaje de tres fases para proporcionarlos;
 40 un generador de variables aleatorias (420) configurado para generar variables aleatorias;
 un operador (430) configurado para realizar una operación de PWM en una referencia de voltaje actual enviada desde el voltaje
 proveedor de referencia (410) para calcular los valores de referencia ajustados; y
 un combinador de señal (450);
 45 caracterizado porque,
 el aparato comprende además un escalador (440) configurado para escalar las variables aleatorias en un intervalo establecido por un valor máximo o un valor mínimo de los valores de referencia ajustados y un límite máximo o un límite mínimo de los valores de referencia para generar valores de compensación
 50 el operador (430) está configurado para llevar a cabo la operación de PWM mediante

$$V_{\text{máx}}^* + v_{sn} = - (V_{\text{mín}}^* + v_{sn})$$

$$v_{sn} = - \frac{ V_{\text{máx}}^* + V_{\text{mín}}^* }{ 2 }$$

65 el combinador de señal (450) está configurado para combinar los valores de referencia y los valores de compensación para generar una referencia de voltaje de PWM, y el escalador está configurado para escalar las variables aleatorias de modo que una suma de los valores de

ES 2 756 530 T3

compensación y los valores de referencia se ubique dentro de un intervalo entre un límite máximo y un límite mínimo de los valores de referencia.

5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el escalador (440) está configurado para escalar las variables aleatorias de modo que una suma del valor máximo o el valor mínimo de los valores de referencia obtenidos de la operación MinMaxPWM y un valor máximo o valor mínimo de un triángulo wave no excede el límite máximo y el límite mínimo de los valores de referencia.
6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, en donde el generador de variables aleatorias (420) está configurado para generar las variables aleatorias para cada uno de los periodos de la referencia de voltaje.

Figura 1

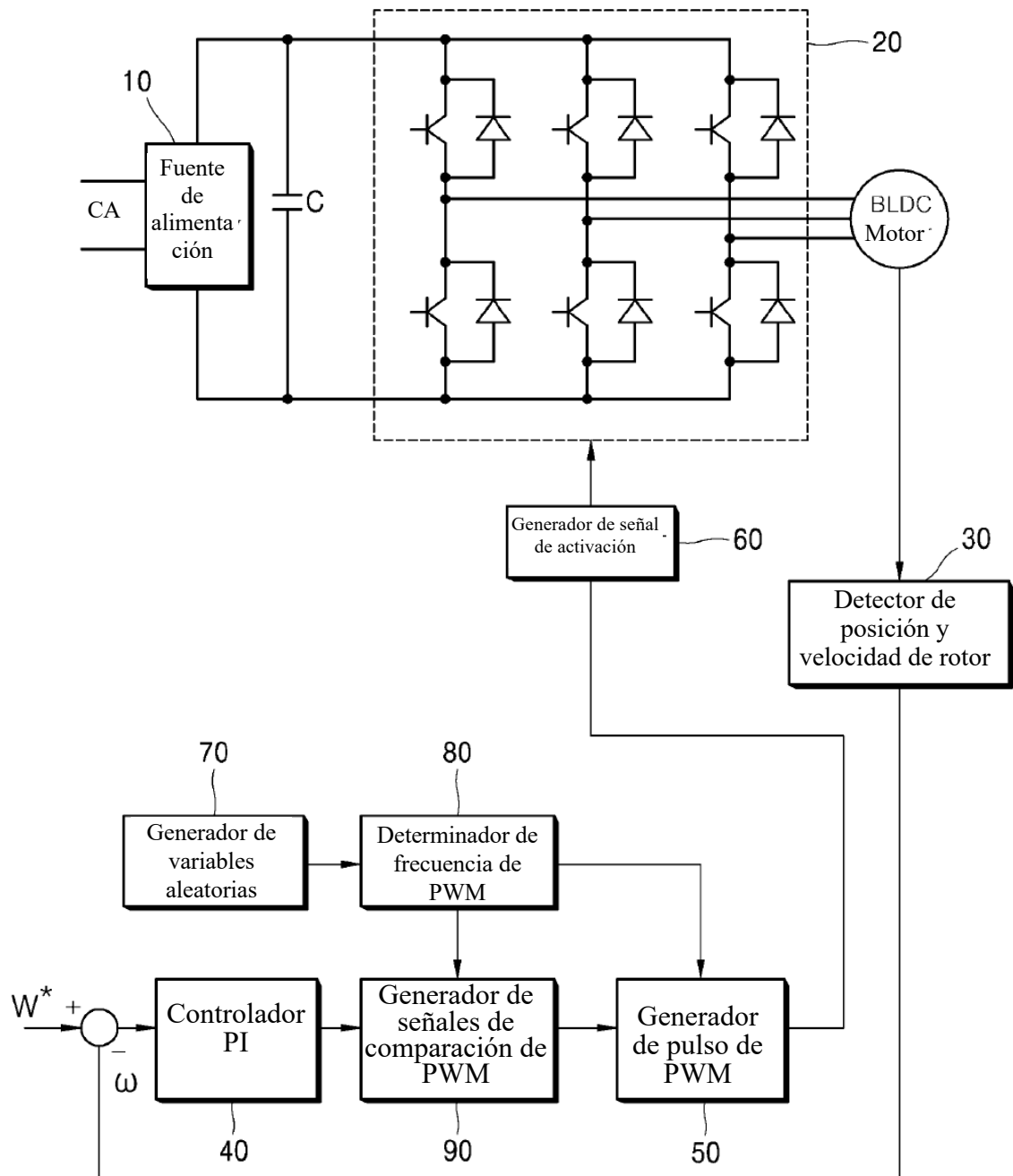


Figura 2

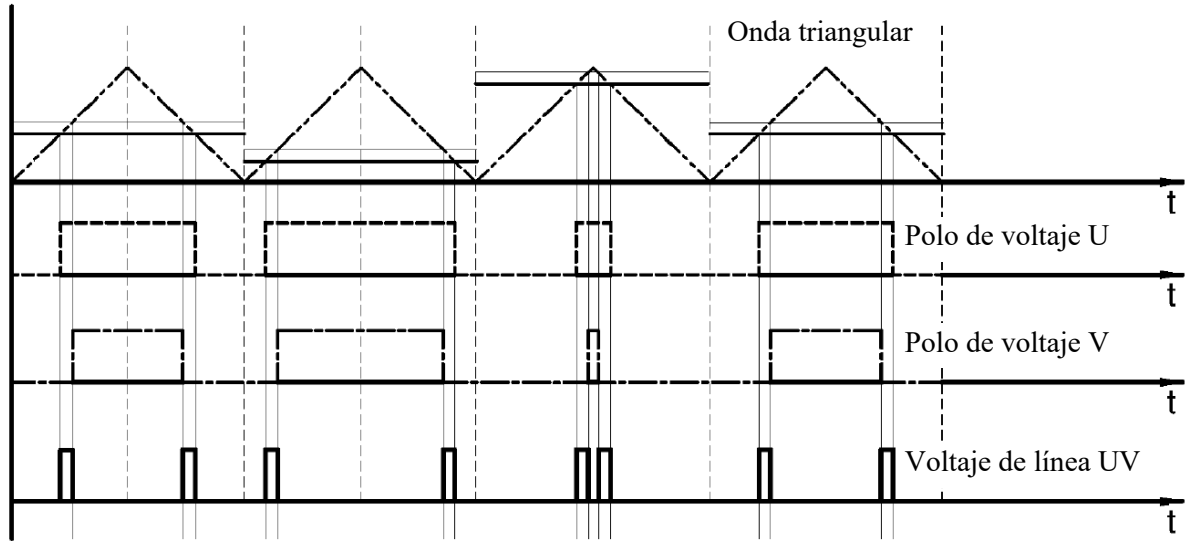


Figura 3

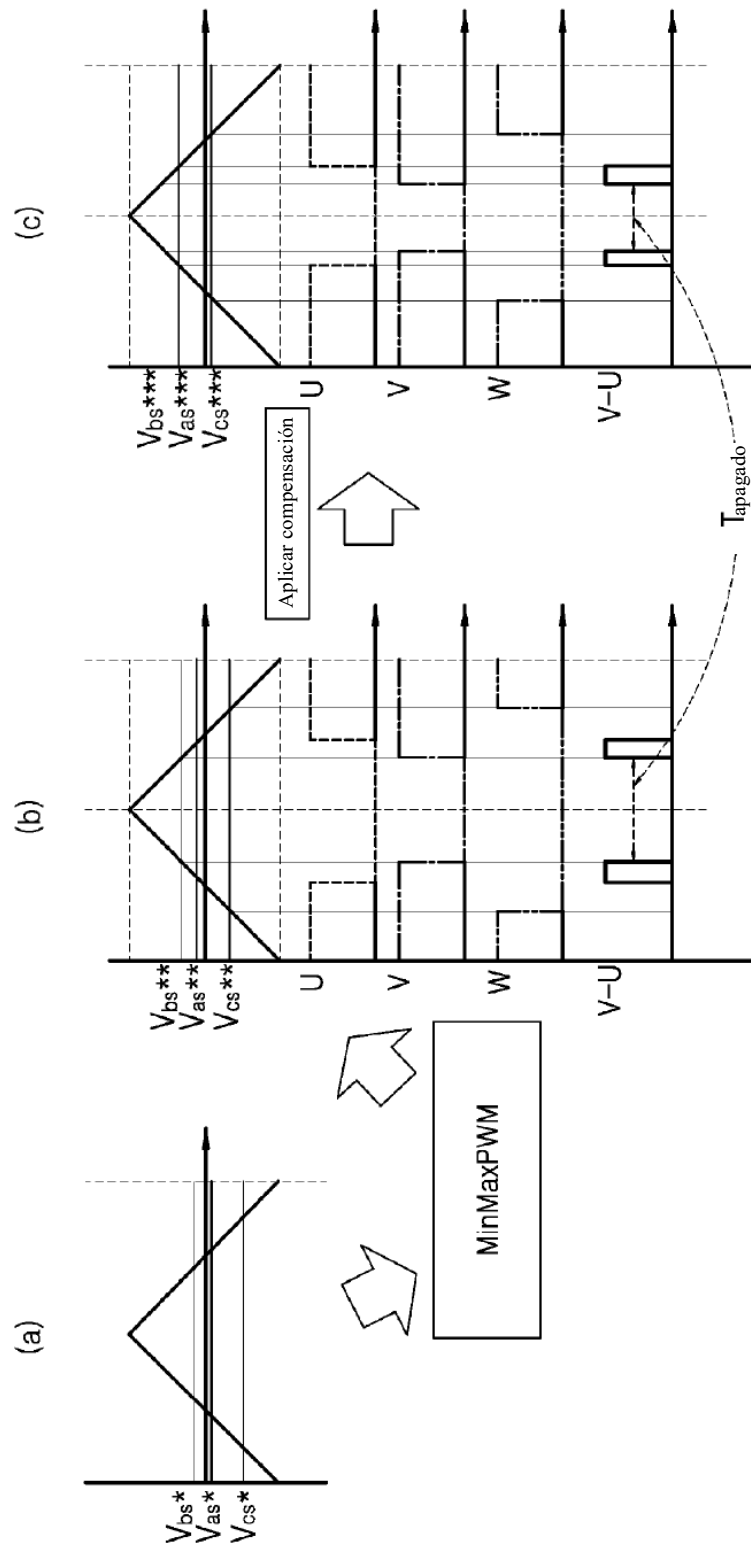


Figura 4

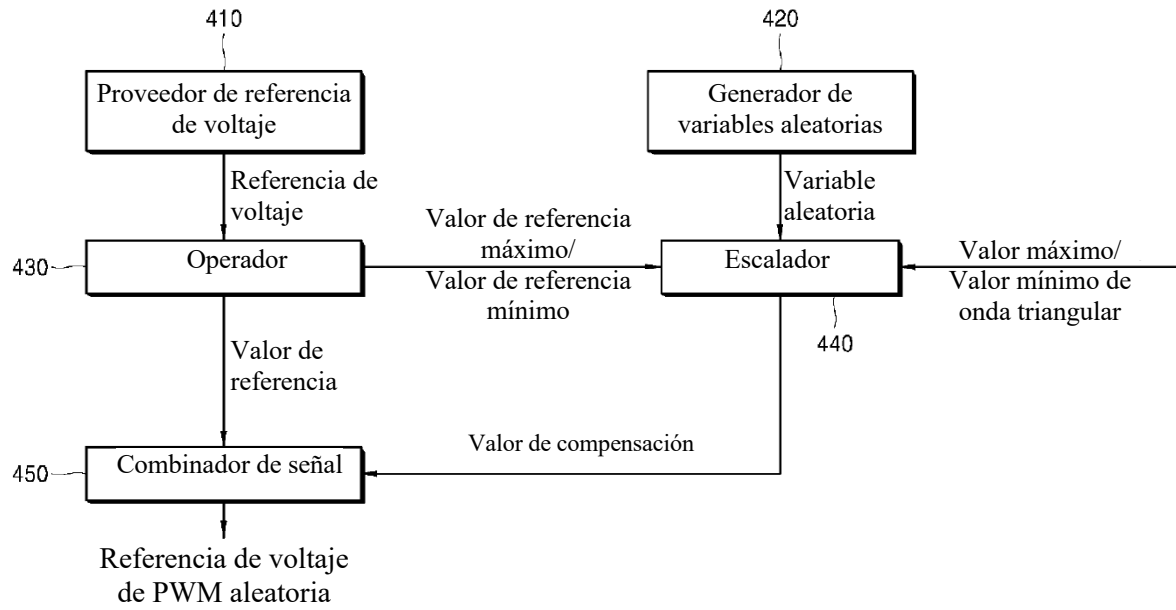


Figura 5

