

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 659**

51 Int. Cl.:

H02P 1/28 (2006.01)

H02P 27/04 (2006.01)

H02P 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2017** **E 17203269 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.12.2021** **EP 3373442**

54 Título: **Aparato de control de inversor**

30 Prioridad:

06.03.2017 KR 20170028277

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

11.04.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BYUN, SUNGHOON

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 905 659 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 de control de inversor

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato de control de inversor.

10 **Antecedentes de la invención**

Generalmente, un inversor es un dispositivo de conversión de potencia que recibe potencia de corriente alterna (CA) comercial, convierte la potencia de CA en potencia de corriente continua (CC), convierte de nuevo la potencia de CC en potencia de CA adecuada para un motor, y suministra la potencia de CA al motor. Un inversor de este tipo controla de manera eficiente un motor para disminuir el consumo de potencia del motor, mejorando de ese modo la eficiencia energética.

En muchas cargas de aplicación de campos industriales, un inversor se controla mediante un método de control de tensión/frecuencia (abreviado como "T/F" en adelante en el presente documento), el método de control se usa principalmente en campos tales como un ventilador, una bomba, y un soplador que no requieren características dinámicas rápidas en un área de accionamiento por debajo de una velocidad nominal.

Además, en una carga ascendente/descendente tal como un ascensor o una grúa, un codificador, que es un sensor de posición para medir una posición absoluta de un motor o una posición relativa del motor según un estado de rotación del motor, puede usarse para controlar de manera precisa una velocidad y, por lo tanto, lograr un alto rendimiento de par de fuerzas de arranque. Sin embargo, en algunos sistemas, se realiza el control de T/F debido a los costes generados para el mantenimiento de un codificador.

Sin embargo, cuando un inversor está controlado por control de T/F, el par de fuerzas de arranque puede ser insuficiente debido a una caída de tensión provocada por la resistencia de estator y la inductancia de fuga de un motor en un área de accionamiento lento en la que la tensión de salida del inversor es baja. Además, un fallo de arranque debido a la insuficiencia del par de fuerzas de arranque provoca una corriente excesiva, lo que puede provocar un fallo del inversor o un fallo del motor.

El documento US 2015/155815 A1 da a conocer un aparato para controlar una máquina de inducción, en el que el aparato determina una magnitud de una corriente emitida a la máquina de inducción a un inversor para determinar una cantidad de tensión que compensa la tensión de comando en respuesta a la magnitud de la corriente, y se añade una cantidad de compensación de tensión a una tensión de comando determinada a partir de una relación tensión-frecuencia según una cantidad de compensación de tensión relevante para emitir una tensión de comando final.

El documento US 2003/160585 A1 da a conocer un aparato y método de control de par de fuerzas de motor. Al añadir el valor de la tensión de compensación que se obtiene integrando proporcionalmente un valor de diferencia entre el valor de corriente de componente de flujo magnético de referencia predeterminado y el valor de corriente de componente de flujo magnético medido realmente a la tensión de instrucción del eje q, la corriente de componente de flujo magnético, es decir, la corriente de excitación, puede controlarse de manera constante sin exceso o escasez. Además, dado que el flujo magnético se controla de manera constante independientemente de la velocidad del motor, puede generarse un par de fuerzas alto incluso en la etapa inicial de arranque del motor (a baja velocidad), y, por lo tanto, el par de fuerzas del motor puede controlarse de manera uniforme en cada intervalo de funcionamiento desde una velocidad baja hasta una velocidad alta.

50 **Sumario de la invención**

Por lo tanto, un objeto de la presente divulgación es proporcionar un aparato de control de inversor para arrancar de manera estable un sistema que requiere un par de fuerzas de arranque alto y una respuesta rápida cuando se libera un freno al mejorar la insuficiencia del par de fuerzas de arranque debido a una caída de tensión en el control de frecuencia o tensión.

Para lograr estas y otras ventajas y según el propósito de esta divulgación, tal como se plasma y se describe ampliamente en el presente documento, se proporciona un aparato para controlar un inversor para accionar un motor como se define en la reivindicación independiente 1.

Según un aspecto preferido de esta divulgación, la sección de circuito de determinación de tensión de comando está configurada para proporcionar, al inversor, una segunda tensión de comando determinada compensando la segunda tensión de compensación con respecto a una primera tensión de comando determinada en consideración de la primera tensión de compensación.

Según otro aspecto preferido de esta divulgación, la sección de circuito de determinación de tensión de comando está

configurada para fijar una tensión de comando objetivo y emitir la tensión de comando objetivo fijada cuando una frecuencia de comando del inversor alcanza una frecuencia objetivo.

- 5 Según otro aspecto preferido más de esta divulgación, la sección de circuito de determinación de tensión de compensación comprende un amplificador configurado para amplificar la corriente de componente de par de fuerzas con una ganancia y emitir la segunda tensión de compensación, y la ganancia corresponde a la resistencia de estator.

Breve descripción de los dibujos

- 10 En los dibujos:
- la figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un sistema de inversor de tipo de control de tensión/frecuencia convencional;
- 15 la figura 2 es un diagrama que ilustra una tensión de comando determinada según una frecuencia de comando por una sección de circuito de generación de tensión de comando de la figura 1;
- la figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de control de inversor convencional;
- 20 la figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un aparato de control de inversor;
- la figura 5 es un diagrama que ilustra una relación frecuencia-tensión; y
- 25 la figura 6 es un diagrama de bloques que muestra la configuración detallada de una sección de circuito de determinación de tensión de compensación de la figura 4 según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- 30 Con el fin de comprender por completo las configuraciones y los efectos ventajosos de la presente invención, se describirán realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

En adelante en el presente documento, se describirá un aparato de control de inversor convencional y luego un aparato de control de inversor según una realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

- 35 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un sistema de inversor de tipo de control de tensión/frecuencia convencional.

Cuando un usuario introduce una frecuencia de comando ω_{ref} , una sección de circuito de generación de tensión de comando 110 puede determinar una magnitud V_{ref} y un ángulo de fase θ_{ref} de una tensión de comando de un inversor 40 120 correspondiente a la frecuencia de comando ω_{ref} . El inversor 120 sintetiza tensiones de modulación por ancho de pulsos (PWM) trifásicas V_{as} , V_{bs} , y V_{cs} correspondientes a una tensión de comando de un motor 130 basándose en la magnitud V_{ref} y el ángulo de fase θ_{ref} de la tensión de comando del inversor 120 determinada por la sección de circuito de generación de tensión de comando 110 y acciona un motor de inducción 130 según las tensiones de PWM trifásicas V_{as} , V_{bs} , y V_{cs} .

45 La figura 2 es un diagrama de ejemplo que ilustra un ejemplo que no forma parte de la invención en el que una tensión de comando se determina según una frecuencia de comando por la sección de circuito de generación de tensión de comando de la figura 1. Puede verse que una frecuencia de salida del inversor 120 es proporcional a una magnitud de tensión de salida.

50 En la figura 2, tras la puesta en marcha inicial, la frecuencia de comando ω_{ref} aumenta empezando desde cero, y también una tensión de salida, la tensión de comando V_{ref} del inversor aumenta empezando desde cero según una relación frecuencia-tensión. Es decir, la tensión de comando aumenta proporcionalmente a medida que aumenta la frecuencia de comando ω_{ref} . Cuando la frecuencia de comando ω_{ref} alcanza una frecuencia objetivo, el inversor 120 55 acciona el motor 130 con una velocidad constante.

Cuando el motor 130 se acciona como se muestra en la figura 2, se genera una tensión de salida en proporción a una frecuencia en un área de accionamiento lento tras la puesta en marcha inicial, y, por lo tanto, la tensión de salida es baja. Además, una tensión necesaria para accionar el motor 130 disminuye realmente debido a una caída de tensión 60 provocada por la resistencia de estator y la inductancia de fuga del motor 130. Esto aumenta significativamente una corriente de arranque y provoca fallos del inversor 120 y el motor 130 y un fallo de puesta en marcha.

Con el fin de impedir esto, la tensión debe aumentarse en el área de accionamiento lento teniendo en cuenta una 65 caída de tensión debida a la impedancia de estator.

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato de control de inversor convencional en el que una sección de circuito de conversión 150 y una sección de circuito de cálculo de tensión de compensación 160 se añaden al sistema de la figura 1.

- 5 Al igual que la figura 1, la sección de circuito de generación de tensión de comando 110 determina una magnitud V_{ref} y un ángulo de fase θ_{ref} de una tensión de comando de salida correspondiente a una frecuencia de comando ω_{ref} , y el inversor 120 sintetiza tensiones de PWM trifásicas correspondientes a la tensión de comando y acciona el motor 130 según las tensiones de PWM trifásicas V_{as} , V_{bs} , y V_{cs} .
- 10 La sección de circuito de conversión 150 convierte corrientes trifásicas del motor 130 medidas por una sección de circuito de medición 140 en una corriente de eje d (un eje de flujo magnético) (en otras palabras, una corriente de componente de flujo magnético) I_{dse} y una corriente de eje q (un eje de par de fuerzas) (en otras palabras, una corriente de componente de par de fuerzas) I_{qse} en un marco de referencia síncrono, y una sección de circuito de cálculo de tensión de compensación 160 determina una tensión de compensación usando (basándose en) la corriente de eje q I_{qse} . La conversión de coordenadas a I_{qse} se determina de la siguiente manera:

[Ecuación 1]

$$I_{qse} = -\frac{2}{3} \left(I_{as} \sin \theta + I_{bs} \sin \left(\theta - \frac{2}{3} \pi \right) + I_{cs} \sin \left(\theta + \frac{2}{3} \pi \right) \right)$$

donde θ es el ángulo de fase θ_{ref} de la tensión de comando.

- 20 I_{qse} está en fase con la tensión de salida del inversor 120 y corresponde a una corriente de componente de par de fuerzas proporcional al par de fuerzas de carga. En consecuencia, la magnitud del par de fuerzas de carga puede conocerse a partir de la magnitud de la corriente de componente de par de fuerzas I_{qse} . El par de fuerzas de arranque requerido aumenta a medida que aumenta la carga del motor 130. En consecuencia, la sección de circuito de cálculo de tensión de compensación 160 compensa una tensión proporcional a la corriente de componente de par de fuerzas I_{qse} según la relación frecuencia-tensión de la figura 2 para aumentar el par de fuerzas de arranque.

- 25 Sin embargo, según el método, una carga tal como un ventilador, una bomba, o un soplador en la que solo se hace funcionar una carga de fricción al ponerse en marcha tiene características de respuesta lenta, y, por lo tanto, no hay problemas de uso. Sin embargo, el método no es apropiado para un sistema al que se aplica una carga por etapas instantánea cuando un sistema requiere un par de fuerzas de arranque grande, es decir, un freno se libera en cargas ascendentes y descendentes tales como un ascensor o una grúa.

- 30 Es decir, un sistema que requiere un par de fuerzas de arranque alto cuando se libera un freno puede ponerse en marcha normalmente solo cuando debe lograrse una compensación de tensión rápida en la puesta en marcha inicial. Sin embargo, la sección de circuito de cálculo de tensión de compensación 160 determina una tensión de compensación basándose en la corriente de componente de par de fuerzas I_{qse} después de ponerse en marcha el motor 130, y, por lo tanto, las características de respuesta para esto se ralentizan. Además, ya que no se logra la compensación de tensión apropiada, una corriente excesiva fluye por un fallo de arranque debido a la insuficiencia del par de fuerzas de arranque, lo que provoca fallos del inversor 120 y el motor 130.

- 35 Según la presente invención, es posible compensar una caída de tensión debida a la impedancia de estator y proporcionar un aparato de control de inversor que tenga un par de fuerzas de arranque mejorado en un sistema tal como un ascensor o una grúa que requiera un par de fuerzas de arranque grande y características de respuesta rápida cuando se libera un freno.

La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un aparato de control de inversor.

- 40 Como se muestra en la figura 4, un aparato de control de inversor está configurado para controlar un inversor 2 que emite una tensión que tiene una magnitud y frecuencia predeterminadas a un motor 1 y puede incluir una sección de circuito de determinación de tensión de comando 10, una sección de circuito de detección de corriente de salida 20, una sección de circuito de conversión 30, y una sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40.

- 45 Cuando un usuario introduce una frecuencia de comando ω_{ref} a través de una unidad de entrada de usuario (no mostrada) tal como un teclado proporcionado en un alojamiento del inversor 2, la sección de circuito de determinación de tensión de comando 10 puede determinar una magnitud V_{ref} y un ángulo de fase θ_{ref} de una tensión de comando del inversor 2 correspondiente a la frecuencia de comando ω_{ref} .

El inversor 2 puede sintetizar tensiones de PWM trifásicas V_{as} , V_{bs} , y V_{cs} correspondientes a la tensión de comando

del motor 1 basándose en la magnitud V_{ref} y el ángulo de fase θ_{ref} de la tensión de comando determinada por la sección de circuito de determinación de tensión de comando 10 y puede accionar el motor 1 según las tensiones de PWM trifásicas sintetizadas V_{as} , V_{bs} , y V_{cs} .

5 La figura 5 es un diagrama que ilustra una relación frecuencia-tensión. La línea de puntos 5A en la figura 5 muestra una relación frecuencia-tensión convencional de la figura 2, y la línea continua 5B en la figura 5 muestra una relación frecuencia-tensión.

10 Es decir, haciendo referencia a la línea de puntos 5A, la frecuencia de comando ω_{ref} aumenta empezando desde cero, y la magnitud de la tensión de comando V_{ref} del inversor 120 también aumenta desde cero. Sin embargo, la sección de circuito de determinación de tensión de comando 10 puede configurarse para emitir la magnitud de la tensión de comando V_{ref} según la relación frecuencia-tensión de la línea continua 5B de manera que la frecuencia de comando aumenta desde cero y la magnitud de la tensión de comando V_{ref} del inversor 2 aumenta desde V_{min} . Cuando la frecuencia de comando ω_{ref} alcanza una frecuencia objetivo, la frecuencia de comando ya no cambia y el accionamiento se realiza a una velocidad constante. En consecuencia, la tensión de salida, que es la magnitud de la tensión de comando V_{ref} del inversor 2, también puede fijarse. En este caso, como se muestra en la figura 5, puede verse que la tensión de salida, es decir, la magnitud de la tensión de comando V_{ref} alcanza una tensión de comando objetivo cuando la frecuencia de comando ω_{ref} alcanza la frecuencia objetivo. Es decir, tras la puesta en marcha inicial donde la frecuencia de comando ω_{ref} es cero, se determina que la tensión de comando es V_{min} , pero la pendiente en la línea continua 5B es más moderada que la pendiente en la línea de puntos 5A. En consecuencia, puede verse que la tensión de comando (la magnitud de la tensión de comando) aumenta con una pendiente menor que una pendiente del caso convencional a medida que aumenta la frecuencia de comando.

25 Cuando la frecuencia de comando ω_{ref} es cero, la tensión de salida, que es la magnitud inicial de la tensión de comando V_{min} determinada por la sección de circuito de determinación de tensión de comando 10 puede determinarse (preestablecerse) por un usuario según las características del motor 1. En este caso, una desconexión (circuito automático que se interrumpe por un disyuntor instalado entre el inversor y el motor) puede producirse cuando se establece una tensión excesivamente alta como la magnitud inicial de la tensión de comando V_{min} , y se vuelve imposible mover una carga tal como un ascensor cuando se establece una tensión excesivamente baja.

30 En consecuencia, cuando se acciona el motor 1, el fallo de arranque debido a la caída de tensión provocada por la resistencia de estator y la inductancia de fuga puede impedirse por la tensión de compensación según la magnitud inicial de la tensión de comando V_{min} , y luego la posterior compensación de carga puede realizarse por la sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40.

35 La sección de circuito de conversión 30 convierte corrientes de salida trifásicas (corrientes de marco de referencia estáticas; por ejemplo, I_{as} , I_{bs} , e I_{cs}) del inversor 2 medidas por la sección de circuito de detección de corriente de salida 20 en una corriente de eje d (una corriente de componente de flujo magnético) I_{dse} y una corriente de eje q (corriente de componente de par de fuerzas) I_{qse} en un marco de referencia síncrono, y la sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40 puede determinar una tensión de compensación V_{comp} basándose en la corriente de eje q I_{qse} .

45 La corriente de eje q (la corriente de componente de par de fuerzas) I_{qse} está en fase con la tensión de salida del inversor 2 y corresponde a una corriente de componente de par de fuerzas proporcional al par de fuerzas de carga. En consecuencia, como se describió anteriormente, la magnitud del par de fuerzas de carga puede verse a partir de la magnitud de la corriente de eje q (corriente de componente de par de fuerzas) I_{qse} . El par de fuerzas de arranque requerido aumenta a medida que aumenta la carga del motor 1. En consecuencia, la sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40 puede proporcionar una tensión de compensación proporcional a la corriente de componente de par de fuerzas I_{qse} por encima de la tensión de comando según la relación frecuencia-tensión de la figura 5 para aumentar el par de fuerzas de arranque.

La figura 6 es un diagrama de bloques detallado que muestra un ejemplo de la sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40 de la figura 4.

55 Como se muestra en la figura 6, la sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40 según la presente invención comprende un primer amplificador 41, un sustractor 41-1, un comparador 42, un multiplicador 43, un filtro de paso bajo (LPF) 44, y un segundo amplificador 45.

60 El primer amplificador 41 está configurado para amplificar una corriente de componente de par de fuerzas nominal preestablecida (predeterminada) $I_{qs_nominal}$ por una primera ganancia K_1 . Es decir, el primer amplificador 41 está configurado para proporcionar la corriente de componente de par de fuerzas nominal $I_{qs_nominal}$ multiplicada por la primera ganancia K_1 .

65 El sustractor 41-1 está configurado para sustraer una corriente de componente de par de fuerzas nominal $I_{qs_nominal}$ multiplicada por la primera ganancia K_1 del primer amplificador 41 de la corriente de componente de par de fuerzas

medida I_{qse} para emitir un valor de diferencia.

El sustractor 41-1 tiene dos entradas, una de las dos entradas está conectada a la salida de la sección de circuito de conversión 30 (mostrada en la figura 4) y la otra de las dos entradas está conectada a la salida del primer amplificador 41.

La sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40 según una realización de la presente invención puede determinar si realizar compensación de tensión por medio del comparador 42 antes de determinar la tensión de compensación V_{comp} . Es decir, la sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40 puede incluir el multiplicador 43 configurado para multiplicar la salida del comparador 42 por la corriente de componente de par de fuerzas I_{qse} para emitir la corriente de componente de par de fuerzas I_{qse} al LPF 44 cuando una salida del comparador 42 es una habilitación (es decir, una salida alta lógica).

El multiplicador 43 tiene dos entradas, una de las dos entradas está conectada a la salida del comparador 42 y la otra de las dos entradas está conectada a la salida de la sección de circuito de conversión 30 (mostrada en la figura 4).

El comparador 42 puede comparar el valor de diferencia emitido desde el sustractor 41-1 con un valor de corriente de referencia bajo (por ejemplo, cero) y puede emitir una salida de habilitación (es decir, una salida alta lógica) cuando el valor de diferencia no es menor que el valor de corriente de referencia bajo.

El comparador 42 tiene dos entradas, una de las dos entradas está conectada al sustractor 41-1 y la otra de las dos entradas está conectada a una toma de tierra (puesta a tierra) para recibir un valor de entrada cero.

Según otra realización preferida, la otra de las dos entradas en el comparador 42 no está conectada a la toma de tierra (puesta a tierra) sino conectada a otra sección de circuito de entrada de valor de referencia (por ejemplo, una sección de circuito de entrada configurada con una fuente de corriente constante y resistores).

Como se describió anteriormente, mediante la sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40 según una realización de la presente invención, después de comparar la corriente de par de fuerzas nominal $I_{qs_nominal}$ multiplicada por la primera ganancia K_1 del primer amplificador 41 con la corriente de par de fuerzas medida I_{qse} , la tensión de compensación V_{comp} no se emite en un caso sin carga o en un caso de carga ligera (cuando el valor de diferencia es cero o un valor menor del valor de corriente de referencia bajo), pero se emite cuando el par de fuerzas es insuficiente (cuando el valor de diferencia no es menor que el valor de corriente de referencia bajo).

Puede elegirse adecuadamente un valor menor que 1 (uno) como la primera ganancia K_1 .

El LPF 44 puede mejorar la estabilidad atenuando (eliminando) una componente de ondulación de la corriente de componente de par de fuerzas I_{qse} .

Una entrada del LPF 44 está conectada a la salida del multiplicador 43, y una salida del LPF 44 está conectada a una entrada del segundo amplificador 45.

El segundo amplificador 45 puede multiplicar la corriente de componente de par de fuerzas I_{qse} que ha pasado a través del LPF 44 por una segunda ganancia K_2 para emitir la tensión de compensación V_{comp} . Según un aspecto preferido de la presente invención, la segunda ganancia K_2 puede preestablecerse ya que un valor corresponde a (la misma que) la resistencia de estator. Y la segunda ganancia K_2 puede preestablecerse para que sean valores diferentes dependiendo de los campos de aplicación (por ejemplo, una grúa, un ascensor, etc.).

La tensión de compensación V_{comp} determinada por la sección de circuito de determinación de tensión de compensación 40, es decir, la tensión de compensación V_{comp} emitida desde el segundo amplificador 45 puede proporcionarse a la sección de circuito de determinación de tensión de comando 10 para compensar la tensión de comando determinada por la sección de circuito de determinación de tensión de comando 10, y la tensión de comando compensada puede emitirse al inversor 2.

Como se describió anteriormente, el aparato para controlar un inversor según la presente invención puede realizar una puesta en marcha estable compensando una tensión predeterminada para una tensión insuficiente tras la puesta en marcha inicial en una carga ascendente y descendente que requiere características dinámicas rápidas con el fin de compensar una caída de tensión debido a la impedancia de estator y luego puede realizar un accionamiento estable del inversor determinando y compensando una tensión de compensación según una variación de la carga.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para controlar un inversor para accionar un motor, en el que el aparato comprende:
 - 5 una sección de circuito de determinación de tensión de comando (10) que determina una primera tensión de compensación predeterminada ($V_{\min}$) como una tensión de comando (V_{ref}) tras la puesta en marcha inicial y proporciona la tensión de comando (V_{ref}) al inversor (2);
 - 10 una sección de circuito de conversión (30) que convierte una corriente de salida del inversor (2) en una corriente de componente de par de fuerzas (I_{qse}) en un marco de referencia síncrono; y
 - 15 una sección de circuito de determinación de tensión de compensación (40) que determina una segunda tensión de compensación (V_{comp}) basándose en la corriente de componente de par de fuerzas (I_{qse}) y proporciona la segunda tensión de compensación (V_{comp}) a la sección de circuito de determinación de tensión de comando (10),
caracterizado por que
 - 20 la sección de circuito de determinación de tensión de compensación (40) comprende:
un primer amplificador (41) que amplifica una corriente de componente de par de fuerzas nominal predeterminada por una primera ganancia (K_1) para emitir la corriente de componente de par de fuerzas nominal amplificada ($I_{\text{qs_nominal}}$);
 - 25 un sustractor (41-1) que sustrae la corriente de componente de par de fuerzas nominal amplificada ($I_{\text{qs_nominal}}$) emitida desde el primer amplificador (41) de la corriente de componente de par de fuerzas (I_{qse});
 - 30 un comparador (42) que compara una salida del sustractor (41-1) con un valor de corriente de referencia predeterminado para emitir una salida alta lógica cuando la salida del sustractor (41-1) no es menor que el valor de corriente de referencia predeterminado;
 - 35 un multiplicador (43) que multiplica la salida del comparador (42) por la corriente de componente de par de fuerzas para emitir la corriente de componente de par de fuerzas cuando una salida del comparador (42) es una salida alta lógica;
 - 40 un filtro de paso bajo (44) que atenúa una componente de ondulación de la corriente de componente de par de fuerzas para emitir la corriente de componente de par de fuerzas de la cual se elimina la componente de ondulación; y
 - 45 un segundo amplificador (45) que amplifica la corriente de componente de par de fuerzas emitida desde el filtro de paso bajo (44) con una segunda ganancia (K_2) y emite la corriente de componente de par de fuerzas amplificada como la segunda tensión de compensación.
2. El aparato según la reivindicación 1, en el que la sección de circuito de determinación de tensión de comando (10) está configurada para dotar, al inversor (2), de una segunda tensión de comando determinada compensando la segunda tensión de compensación con respecto a una primera tensión de comando determinada teniendo en cuenta la primera tensión de compensación ($V_{\min}$).
3. El aparato según la reivindicación 1 o 2, en el que la sección de circuito de determinación de tensión de comando (10) está configurada para fijar una tensión de comando objetivo y emitir la tensión de comando objetivo fijada cuando una frecuencia de comando del inversor (2) alcanza una frecuencia objetivo.
4. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la sección de circuito de determinación de tensión de compensación (40) comprende un amplificador (45) configurado para amplificar la corriente de componente de par de fuerzas con una ganancia (K_2) y emitir la segunda tensión de compensación, y la ganancia (K_2) corresponde a la resistencia de estator.

FIG. 1

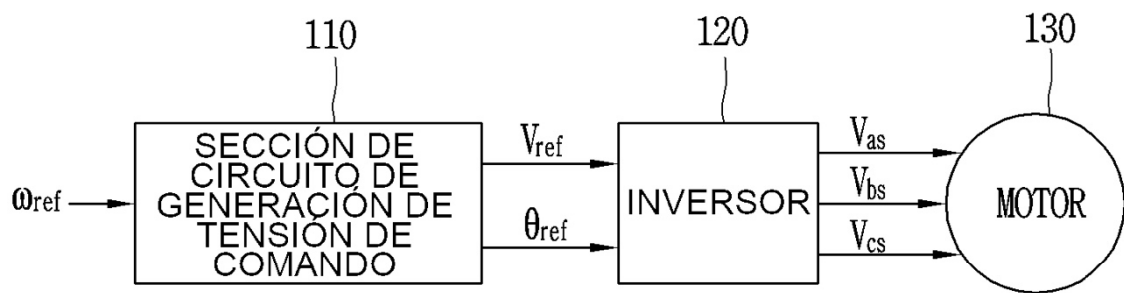


FIG. 2

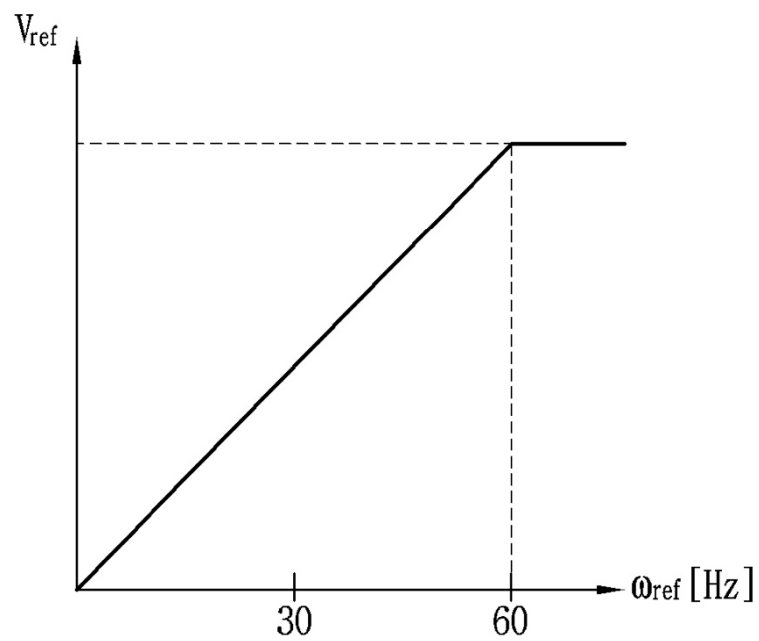


FIG. 3

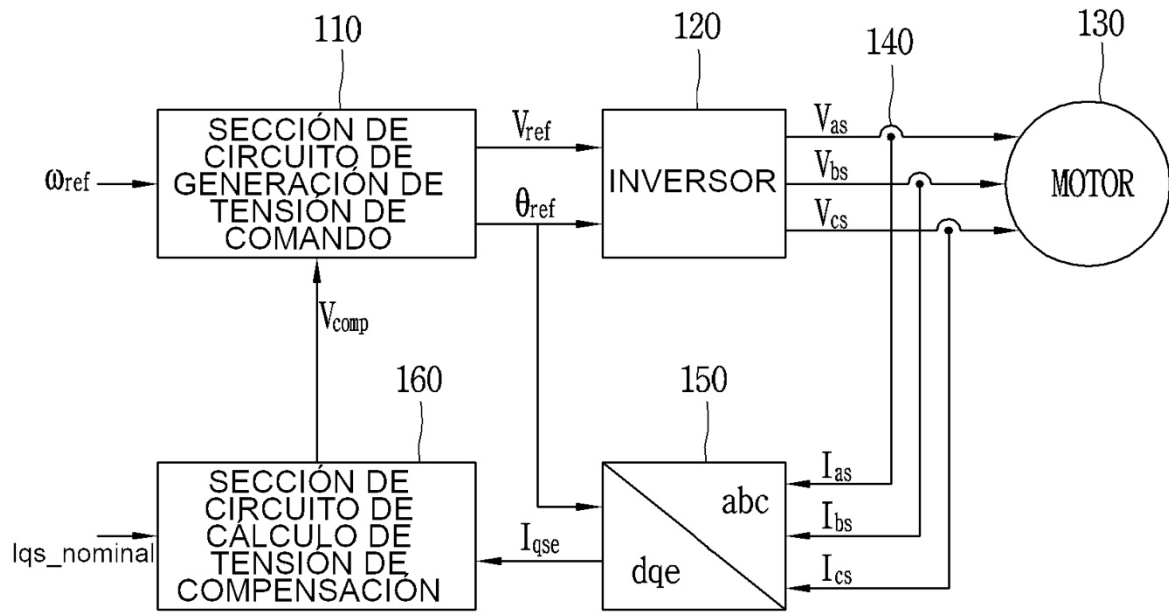


FIG. 4

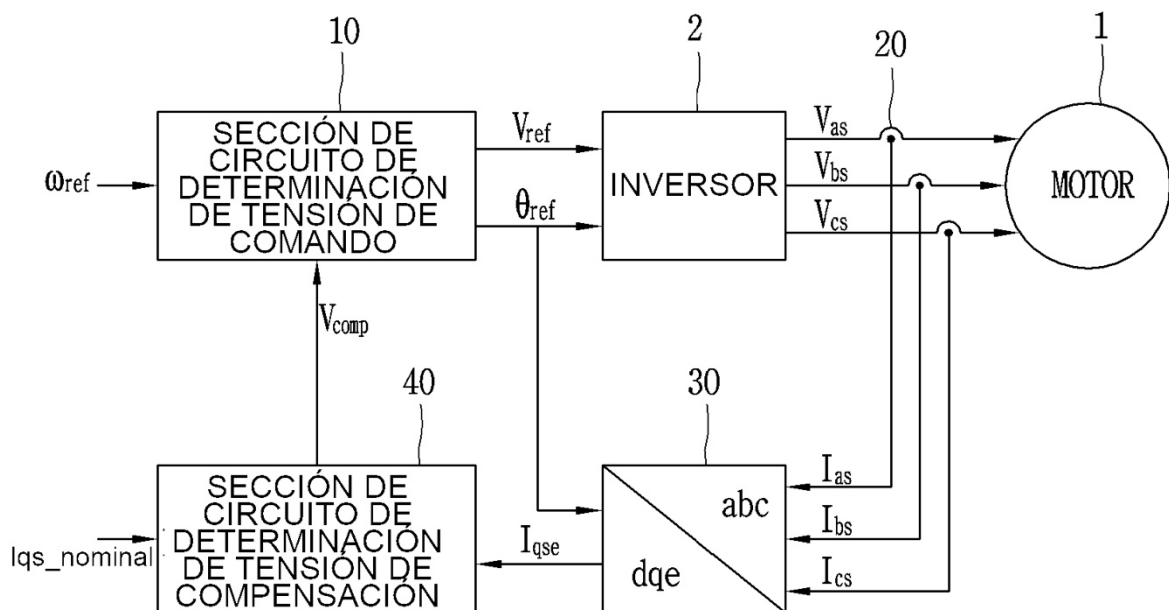


FIG. 5

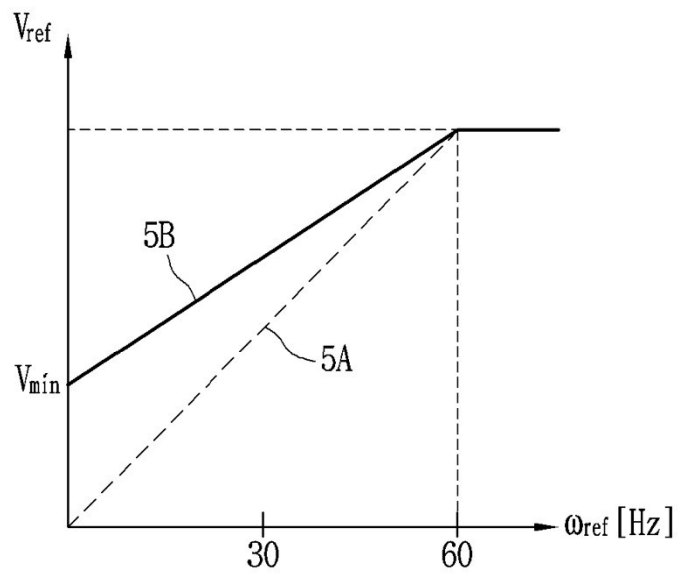


FIG. 6

