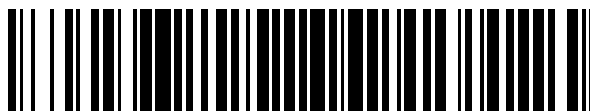


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 903**

51 Int. Cl.:

H02P 23/00 (2006.01)

H02P 27/04 (2006.01)

H02P 27/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2014** **E 14193451 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019** **EP 2879290**

54 Título: **Aparato para controlar un motor de inducción**

30 Prioridad:

29.11.2013 KR 20130147351

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

03.09.2019

73 Titular/es:

**LSIS CO., LTD. (100.0%)
127 LS-ro, Dongan-gu
Anyang-si, Gyeonggi-do 431-848, KR**

72 Inventor/es:

YOO, ANNO

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 723 903 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 controlar un motor de inducción

5 Antecedentes de la divulgación**Campo**

10 Las enseñanzas de conformidad con los ejemplos de realización de la presente divulgación se refieren, en general, a un aparato para controlar una máquina de inducción.

Antecedentes

15 En general, una máquina de inducción es un motor utilizado en diversas áreas que varían de un campo que incluye un ventilador y una bomba a un campo de elevación que incluye una grúa y un ascensor. Entretanto, un inversor, que es un dispositivo configurado para permitir una operación VVVF (Tensión variable, Frecuencia variable), puede controlar el par y la velocidad de un motor usando una operación de flujo constante: V/f) o un control de vector.

20 La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de inversor de acuerdo con la técnica anterior, donde un inversor (2) configurado para recibir una potencia de una fuente de alimentación trifásica (1) acciona un motor de inducción (3) convirtiendo la potencia recibida de la fuente en una tensión y a una frecuencia predeterminadas. El inversor (2) puede ser un inversor de 2 niveles o un inversor multinivel de 3 o más niveles, por ejemplo.

25 La FIG. 2 es una vista esquemática que ilustra una configuración de un sistema de accionamiento de inversor de acuerdo con la técnica anterior, donde se muestra un método de operación con flujo constante cuando no hay sensor de posición del rotor para el motor de inducción (3).

30 Con referencia a la figura 2, una unidad de generación de tensión de comando (210) sirve para determinar una tensión de salida del inversor en un sistema de coordenadas síncrono usando una frecuencia de comando, y una unidad de conversión (220) funciona para proporcionar una salida de la unidad de generación de tensión de comando (210) al inversor (2) convirtiendo la salida de la unidad de generación de tensión de comando (210).

35 El inversor (2) puede aplicar una tensión trifásica al motor de inducción (3) recibiendo una tensión de comando en un sistema de coordenadas fijo, y una unidad de conversión (240) recibe una corriente de fase entre el inversor (2) y el motor de inducción (3) de las unidades de detección de corriente (230a, 230b, 230c) y convierte la corriente de fase recibida en corrientes del eje d y del eje q en el sistema de coordenadas síncrono. Se puede usar una salida de la unidad de conversión (240) como una entrada para otro control del sistema inversor.

40 La unidad de generación de tensión de comando (210) determina una magnitud de una tensión de salida en respuesta a una frecuencia de comando dada. En este momento, un controlador (no mostrado) puede predeterminar un patrón de tensión de salida basado en la frecuencia o definido por un usuario.

45 La FIG. 3 es un ejemplo de una tensión de salida basada en la frecuencia para una operación de flujo constante de acuerdo con la técnica anterior.

50 Es decir, la unidad de generación de tensión de comando (210) puede producir una tensión de comando determinando la tensión de comando a partir de una relación entre una tensión y una frecuencia predeterminadas, como en la FIG. 3, en respuesta a la frecuencia de comando dada. La operación de flujo constante es producir una tensión correspondiente a una frecuencia requerida por la proporción de tensión-frecuencia predeterminadas. Sin embargo, se genera un problema en el que la operación de un motor falla cuando se produce un gran cambio de carga debido a la relación de frecuencia-tensión o en un campo que requiera un par elevado a baja velocidad.

55 El documento de la técnica anterior, US 2012280645, divulga un sistema y un método para controlar el accionamiento de un motor de CA que incluye un sistema de control programado con un algoritmo configurado para optimizar la operación del accionamiento del motor. Específicamente, el sistema de control está programado para introducir un comando inicial de tensión-frecuencia en el accionador. El comando inicial de tensión-frecuencia incluye una referencia de tensión y una referencia de frecuencia correspondientes a un punto operativo de una curva de tensión/frecuencia inicial (V/Hz). El sistema de control monitoriza una salida en tiempo real del accionador, modifica la referencia de tensión basándose en la salida en tiempo real del accionador, y transmite un comando de tensión-frecuencia modificada al accionador.

60 El comando de tensión-frecuencia modificada corresponde a un punto operativo de una curva de V/Hz modificada definida por la referencia de tensión modificada y la V/Hz inicial. La solicitud de patente internacional WO2013108374 divulga un accionamiento de frecuencia variable de un motor de inducción que comprende un medio de generación de comando de tensión que proporciona un comando de tensión en respuesta a un comando de frecuencia, detectores de corriente y un medio de conversión coordinada.

Sumario de la divulgación

- 5 La presente divulgación es para proporcionar un aparato para controlar una máquina de inducción (en lo sucesivo también denominado "aparato de control de motor de inducción" o sencillamente "aparato") configurado para operar con estabilidad un motor de inducción variando una magnitud de una tensión en respuesta a una circunstancia de carga durante una operación de flujo constante del motor de inducción y evitando que el motor se pare o un fallo de arranque del motor incluso cuando se requiere mucho par de arranque o se produce un cambio de carga enorme.
- 10 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato para controlar una máquina de inducción en un sistema que incluye una primera unidad de determinación configurada para determinar una tensión de comando en respuesta a una frecuencia de comando a partir de una relación predeterminada de tensión-frecuencia, y un inversor configurado para accionar un motor de inducción en respuesta a la tensión de comando, comprendiendo el aparato:
- 15 una segunda unidad de determinación configurada para determinar la magnitud de una corriente producida desde el inversor al motor de inducción;
- 20 una tercera unidad de determinación configurada para determinar una cantidad de compensación de tensión para compensar (equilibrar) la tensión de comando en respuesta a la magnitud de una corriente producida desde el inversor al motor de inducción, en donde la primera unidad de determinación produce una tensión de comando final en la que a la tensión de comando determinada por la relación de tensión-frecuencia en respuesta a la cantidad de compensación (equilibrado) de tensión recibida desde la tercera unidad de determinación se le suma la cantidad de compensación de tensión;
- 25 una primera unidad de conversión configurada para proporcionar una tensión de salida de la primera unidad de determinación al inversor convirtiendo la tensión de salida de la primera unidad de determinación en una tensión en un sistema de coordenadas fijo;
- 30 una unidad de detección de corriente configurada para detectar una magnitud de una corriente producida desde el inversor al motor de inducción;
- una segunda unidad de conversión configurada para convertir una salida de la unidad de detección de corriente en corrientes del eje d y del eje q en un sistema de coordenadas síncrono.
- 35 De acuerdo con la presente invención, la segunda unidad de determinación está configurada para proporcionar una magnitud de una corriente producida desde el inversor al motor de inducción y una magnitud de una corriente de un eje q a la tercera determinación, y
- 40 la tercera unidad de determinación incluye una unidad de generación de errores configurada para determinar una diferencia entre una magnitud de la corriente del eje q y un valor en el que una corriente nominal del inversor o del motor de inducción se multiplica por una primera ganancia,
- 45 una unidad de comparación configurada para producir un "1" cuando una salida de la unidad de generación de errores es mayor que cero (0) y para producir un cero (0) cuando la salida de la unidad de generación de errores es menor que cero (0),
- 50 una unidad de división configurada para producir un valor en el que una magnitud de una corriente producida desde el inversor al motor de inducción se divide por una corriente nominal del inversor o del motor de inducción multiplicada por una segunda ganancia,
- 55 una primera unidad de multiplicación configurada para multiplicar la salida de la unidad de división por la salida de la unidad de comparación,
- una unidad de amplificación configurada para producir un valor multiplicando la salida de la primera unidad de multiplicación por una tercera ganancia,
- 60 una unidad de adición configurada para sumar la salida de la unidad de amplificación a una tensión de compensación predeterminada, y
- una segunda unidad de multiplicación configurada para determinar un código de una salida final en respuesta a un código de una frecuencia de comando de la primera unidad de determinación.
- 65 De manera preferente, pero no necesaria, la tercera unidad de determinación puede incluir además una unidad de filtro paso bajo dispuesta entre la primera unidad de multiplicación y la unidad de amplificación para aplicar un filtro paso bajo a una salida de la primera unidad de multiplicación.

De manera preferente, pero no necesaria, la tercera unidad de determinación puede incluir además una primera unidad de limitación dispuesta entre la unidad de amplificación y la unidad de adición para limitar una salida de la unidad de amplificación usando un valor mínimo y un valor máximo predeterminados.

- 5 De manera preferente, pero no necesaria, la tercera unidad de determinación puede incluir además una segunda unidad de limitación dispuesta entre la unidad de adición y la segunda unidad de multiplicación para limitar una salida de la unidad de adición usando un valor mínimo y un valor máximo predeterminados.

- 10 De manera preferente, pero no necesaria, la segunda unidad de multiplicación puede multiplicar un código de la frecuencia de comando por una salida de la unidad de adición.

Efectos ventajosos de la divulgación

- 15 La presente divulgación tiene un efecto ventajoso en el sentido de que el rendimiento de un par de arranque se puede mejorar variando una tensión de salida de un inversor en respuesta a una circunstancia de carga.

Breve descripción de los dibujos

- 20 La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema inversor de acuerdo con la técnica anterior.

La FIG. 2 es una vista esquemática que ilustra una configuración de un sistema de accionamiento de un inversor de acuerdo con la técnica anterior.

- 25 La FIG. 3 es un ejemplo de una tensión de salida basada en la frecuencia para una operación de flujo constante de acuerdo con la técnica anterior.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato para controlar una máquina de inducción de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente divulgación.

- 30 La FIG. 5 es un diagrama de bloques detallado de una unidad de determinación de una cantidad de compensación de tensión de la FIG. 4.

Las FIGS. 6a y 6b son, respectivamente, vistas ejemplares que ilustran un principio de la presente divulgación.

- 35 La FIG. 7 es una vista ejemplar que ilustra una relación de tensión-frecuencia corregida de acuerdo con la presente divulgación.

Descripción detallada de la divulgación

- 40 A continuación se describen diversos ejemplos de realización de manera más pormenorizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunos ejemplos de realización. El presente concepto inventivo puede realizarse, sin embargo, de muchas formas diferentes y no se deberá interpretar que está limitado a los ejemplos de realización expuestos en el presente documento. En su lugar, el aspecto descrito pretende englobar todas aquellas alteraciones, modificaciones y variaciones que entran dentro del alcance y la idea novedosa de la presente divulgación.

De aquí en adelante, se describirán en detalle ejemplos de realización de la presente divulgación con referencia a los dibujos adjuntos.

- 50 La FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra un aparato para controlar una máquina de inducción de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente divulgación.

- 55 El aparato para controlar una máquina de inducción (también denominado "aparato de control de motor de inducción" o simplemente "aparato"), de acuerdo con la presente divulgación, ilustra un método de control libre desde un sensor de posición de un rotor, y debería resultar evidente para los expertos en la materia que el control se puede implementar incluyendo información sobre la posición del rotor cuando un sensor de posición del rotor está incluido.

- 60 Con referencia a la figura 4, el aparato de acuerdo con la presente divulgación se proporciona para controlar una máquina de inducción (motor) y puede incluir una unidad de determinación de tensión de comando (10), una primera unidad de conversión (20), un inversor (30), una unidad de detección de corriente (40), una segunda unidad de conversión (50), una unidad de determinación de magnitud de corriente (60) y una unidad de determinación de compensación (equilibrado) de tensión (70).

- 65 La unidad de determinación de tensión de comando (10) determina una tensión de comando del inversor en un sistema de coordenadas síncrono a partir de una frecuencia de comando. En este momento, la unidad de

determinación de tensión de comando (10) de acuerdo con la presente divulgación puede determinar una tensión de comando en respuesta a una relación predeterminada de tensión-frecuencia, como en la FIG. 3, y puede determinar una tensión de comando en respuesta a una operación de la unidad de determinación de compensación (equilibrado) de tensión (70) en un caso predeterminado (por ejemplo, cuando se requiere mucho par de arranque o se produce un cambio de carga enorme), cuya explicación detallada se presentará a continuación.

La primera unidad de conversión (20) puede convertir una salida de la unidad de determinación de tensión de comando (10) en una tensión de salida del sistema de coordenadas fijo. El inversor (30), que es un tipo de inversor de tensión, puede aplicar una tensión trifásica al motor de inducción (3) en respuesta a la tensión de comando en el sistema de coordenadas fijo.

Una unidad de detección de corriente (40a, 40b, 40c) puede detectar una corriente de fase entre el motor de inducción (3) y el inversor (30) y una cualquiera de las tres unidades de detección de corriente (40a, 40b, 40c) se puede omitir.

La segunda unidad de conversión (50) puede convertir la corriente trifásica medida por la unidad de detección de corriente (40a, 40b, 40c) en corrientes del eje d y del eje q de un sistema de coordenadas síncrono. Se puede usar una salida de la segunda unidad de conversión (50) como entrada para otro control del sistema inversor.

La unidad de determinación de magnitud de corriente (60) puede determinar una magnitud de la corriente de fase del motor y una magnitud de la corriente del eje q a partir de la segunda unidad de conversión (50). Sin embargo, aunque la FIG. 4 ha ilustrado la determinación de la magnitud de la corriente de fase del motor (3) recibiendo una salida de la segunda unidad de conversión (50), la magnitud puede determinarse recibiendo directamente la salida de la unidad de detección de corriente (40a, 40b, 40c).

La unidad de determinación de cantidad de compensación de tensión (70) puede determinar una cantidad de compensación de tensión para corregir la magnitud de la tensión de comando a partir de la magnitud de corriente determinada por la unidad de determinación de magnitud de corriente (60).

De aquí en adelante, las operaciones de la unidad de determinación de magnitud de corriente (60) y de la unidad de determinación de cantidad de compensación de tensión (70) se describirán predominantemente con más detalles.

Cuando se usa la salida de la segunda unidad de conversión (50), la unidad de determinación de magnitud de corriente (60) puede determinar la magnitud de la corriente mediante la siguiente Ecuación 1.

[Ecuación 1]

$$|I_{s_mag}| = \frac{\omega_{c1}}{s + \omega_{c1}} \sqrt{i_{ds}^2 + i_{qs}^2}$$

donde, ω_{c1} es una frecuencia de corte de un FPB (Filtro de paso bajo).

Cuando se usa la salida de la unidad de detección de corriente (40a, 40b, 40c), la unidad de determinación de magnitud de corriente (60) puede determinar la magnitud de la corriente mediante la siguiente Ecuación 2.

[Ecuación 2]

$$|I_{s_mag}| = \frac{\omega_{c1}}{s + \omega_{c1}} \sqrt{\frac{4}{3} (-i_{as}i_{bs} + i_{cs}^2)}$$

La FIG. 5 es un diagrama de bloques detallado de una unidad de determinación de una cantidad de compensación de tensión de la FIG. 4.

Con referencia a la figura 5, la unidad de determinación de cantidad de compensación de tensión (70) de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente divulgación incluye una unidad de generación de errores (71), una unidad de comparación (72), una unidad de división (73), una primera unidad de multiplicación (74), una unidad de paso bajo (75), una unidad de amplificación (76), una primera unidad de limitación (77), una unidad de adición (78), una segunda unidad de limitación (79) y una segunda unidad de multiplicación (80).

La unidad de generación de errores (71) puede determinar una diferencia entre una magnitud de la corriente del eje q y un valor en el que una corriente nominal del inversor (30) o una corriente nominal ($I_{s_nominal}$) del motor de inducción (3) se multiplica por una ganancia (K_1) predeterminada, donde un intervalo de ganancia (K_1) puede estar definido por la siguiente Ecuación 3.

[Ecuación 3]

$$0 < K_1 \leq 1$$

5 La unidad de comparación (72) puede producir un "1" cuando una salida de la unidad de generación de errores (71) es mayor que cero (0) y producir un cero (0) cuando la salida de la unidad de generación de errores (71) es menor que cero (0). Es decir, una salida 'Boost_Ena' de la unidad de comparación (72) es "1" cuando la salida de la unidad de generación de errores (71) es mayor que cero (0) y "0" cuando la salida de la unidad de generación de errores (71) es menor que cero (0).

10 La unidad de división (73) puede dividir una magnitud de una corriente que es una salida de la unidad de determinación de magnitud de corriente (60) por un valor en el que una magnitud de una corriente producida desde el inversor (30) o una corriente nominal ($I_{s_nominal}$) del motor (3) se multiplica por una ganancia predeterminada (K_2), donde un intervalo de la ganancia (K_2) puede estar definido por la siguiente Ecuación 4.

[Ecuación 4]

$$15 \quad 0 < K_2 \leq 1$$

20 La primera unidad de multiplicación (74) puede multiplicar la salida de la unidad de división (73) por la salida de la unidad de comparación (72), de modo que la salida de la unidad de división (73) solo se produzca tal cual cuando la salida de la unidad de comparación (72) sea "1". La unidad de filtro paso bajo (75) puede aplicar un filtro de paso bajo a una salida de la primera unidad de multiplicación (74) para eliminar los armónicos en la salida de la primera unidad de multiplicación (74). La unidad de amplificación (76) puede multiplicar una salida de la unidad de filtro paso bajo (75) por una ganancia (K_3) predeterminada, donde la ganancia (K_3) es un valor positivo.

25 La primera unidad de limitación (77) puede limitar la salida de la unidad de amplificación (76) a un valor mínimo y a un valor máximo, donde el valor mínimo puede estar determinado como un "0" y el valor máximo puede estar determinado como un valor positivo que no supere una salida máxima del inversor (30). En este momento, la primera unidad de limitación (77) se puede usar selectivamente.

30 La unidad de adición (78) puede sumar la salida de la primera unidad de limitación (77) (salida de la unidad de amplificación (76) cuando no se usa la primera unidad de limitación (77)) a una tensión de compensación predeterminada ($V_{compensación}$), donde la tensión de compensación predeterminada es un valor positivo superior a cero (0). La segunda unidad de limitación (79) puede limitar la salida de la unidad de adición (78).

35 La unidad de amplificación (80) puede determinar un código de una cantidad de compensación de tensión, que es una salida final de la unidad de determinación de cantidad de compensación de tensión (70), usando la función "signo" que determina un código de una frecuencia de comando de la unidad de determinación de tensión de comando (10) de la FIG. 4. Es decir, el código de la cantidad de compensación de tensión, que es una salida final, es negativo cuando el código de la frecuencia de comando es negativo, y el código de la cantidad de compensación de tensión, que es una salida final, es positivo cuando el código de la frecuencia de comando es positivo, donde la función de signo puede estar definida por la siguiente Ecuación 5.

[Ecuación 5]

$$45 \quad \text{signo}(x) = \begin{cases} -1 & (x < 0) \\ 1 & (x \geq 0) \end{cases}$$

50 Como se desprende de lo anterior, la unidad de determinación de cantidad de compensación de tensión (70) puede determinar la cantidad de compensación de tensión cuando la corriente de salida del inversor o la corriente de fase del motor aumenta por encima de un intervalo predeterminado, de modo que la unidad de determinación de tensión de comando (10) puede producir una tensión de comando final sumando a la tensión de comando determinada por la relación de tensión-frecuencia de la FIG. 3 la cantidad de compensación de tensión.

55 Las FIGS. 6a y 6b son, respectivamente, vistas ejemplares que ilustran un principio de la presente divulgación, donde la FIG. 6a es un circuito equivalente de un motor de inducción y la FIG. 6b es un fasor de la corriente y tensión de la FIG. 6a.

60 Una tensión de excitación (E_o) puede estar determinada por una resistencia de fase (R_s) y un exceso de inductancia (σL_s) cuando una corriente de salida (I_s) relativa a una tensión de entrada (V_s) en un circuito equivalente de la FIG. 6a tiene valores como los mostrados en la FIG. 6b. Cuando se ha determinado la tensión de excitación, cabe destacar que una corriente de excitación (I_o) y una corriente de par (I_T) se pueden determinar mediante la FIG. 6b.

65 La unidad de determinación de cantidad de compensación de tensión (70) de acuerdo con la presente divulgación determina una cantidad de compensación de tensión con el fin de aumentar la magnitud de la tensión aplicada cuando la magnitud de la corriente (I_s) aumenta, de modo que la magnitud de la tensión de excitación (E_o) es aumentada por la unidad de determinación de tensión de comando (10) que aumenta la magnitud de la tensión de

comando.

La FIG. 7 es una vista ejemplar que ilustra una relación de tensión-frecuencia corregida de acuerdo con la presente divulgación.

5 Con referencia a la figura 7, la unidad de determinación de cantidad de compensación de tensión (70) de acuerdo con la presente divulgación determina una cantidad de compensación de tensión cuando aumenta una corriente de carga, de modo que la unidad de determinación de tensión de comando (10) puede aumentar la tensión de comando sobre una tensión (A) de la técnica anterior tanto como la cantidad de compensación de tensión (b) en una misma frecuencia de comando.

10 En este momento, la magnitud de la tensión de salida puede mantener un valor máximo hasta una frecuencia de salida máxima cuando la tensión de salida alcanza una tensión de salida máxima (V_{max}) antes de alcanzar una frecuencia máxima (f_{max}).

15 Tal como pone de manifiesto lo anterior, el rendimiento de un par de arranque se puede mejorar variando una tensión de salida de un inversor en respuesta a una circunstancia de carga.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para controlar una máquina de inducción en un sistema que incluye una primera unidad de determinación (10) configurada para determinar una tensión de comando en respuesta a una frecuencia de comando a partir de una relación predeterminada de tensión-frecuencia, y un inversor (30) configurado para accionar un motor de inducción (3) en respuesta a la tensión de comando, comprendiendo el aparato:
 5 una unidad de detección de corriente (40) configurada para detectar una magnitud de una corriente producida desde el inversor (30) al motor de inducción (3);
 una segunda unidad de conversión (50) configurada para convertir una salida de la unidad de detección de corriente en corrientes del eje d y del eje q en un sistema de coordenadas síncrono; caracterizado por
 10 una segunda unidad de determinación (60) configurada para determinar la magnitud de una corriente producida desde el inversor (30) al motor de inducción (3); y
 una tercera unidad de determinación (70) configurada para determinar una cantidad de compensación de tensión para compensar la tensión de comando en respuesta a la magnitud de una corriente producida desde el inversor (30) al motor de inducción (3); en donde
 15 la primera unidad de determinación (10) está configurada para producir una tensión de comando final en la que a la tensión de comando determinada por la relación de tensión-frecuencia en respuesta a la cantidad de compensación de tensión recibida desde la tercera unidad de determinación (70) se le suma la cantidad de compensación de tensión, y
 20 la segunda unidad de determinación (60) está configurada para proporcionar una magnitud de una corriente producida desde el inversor (30) al motor de inducción (3) y una magnitud de una corriente del eje q a la tercera unidad de determinación (70),
 en donde la tercera unidad de determinación (70) incluye:
 una unidad de generación de errores (71) configurada para determinar una diferencia entre una magnitud de la corriente del eje q y un valor en el que una corriente nominal del inversor o del motor de inducción se multiplica por
 25 una primera ganancia,
 una unidad de comparación (72) configurada para producir un "1" cuando una salida de la unidad de generación de errores (71) es mayor que cero (0) y para producir un cero (0) cuando la salida de la unidad de generación de errores (71) es menor que cero (0),
 30 una unidad de división (73) configurada para producir un valor en el que una magnitud de una corriente producida desde el inversor (3) al motor de inducción (30) está dividida por una corriente nominal del inversor (30) o del motor de inducción (3) multiplicada por una segunda ganancia,
 una primera unidad de multiplicación (74) configurada para multiplicar la salida de la unidad de división (73) por la salida de la unidad de comparación (72),
 35 una unidad de amplificación (76) configurada para producir un valor multiplicando la salida de la primera unidad de multiplicación (74) por una tercera ganancia,
 una unidad de adición (78) configurada para sumar la salida de la unidad de amplificación (76) a una tensión de compensación predeterminada, y
 una segunda unidad de multiplicación (80) configurada para determinar un código de una salida final en respuesta a
 40 un código de una frecuencia de comando de la primera unidad de determinación (10).
2. El aparato según la reivindicación 1, que comprende además una primera unidad de conversión (20) configurada para proporcionar una tensión de salida de la primera unidad de determinación (10) al inversor (3) convirtiendo la tensión de salida de la primera unidad de determinación (10) en una tensión en un sistema de coordenadas fijo.
 45
3. El aparato según la reivindicación 1, en donde la tercera unidad de determinación (70) incluye además una unidad de filtro paso bajo (75) dispuesta entre la primera unidad de multiplicación (74) y la unidad de amplificación (76) para aplicar un filtro de paso bajo a la salida de la primera unidad de multiplicación (74).
- 50 4. El aparato según la reivindicación 1, en donde la tercera unidad de determinación (70) incluye además una primera unidad de limitación (77) dispuesta entre la unidad de amplificación (76) y la unidad de adición (78) para limitar una salida de la unidad de amplificación (76) usando un valor mínimo y un valor máximo predeterminados.
- 55 5. El aparato según la reivindicación 1, en donde la tercera unidad de determinación (70) incluye además una segunda unidad de limitación (79) dispuesta entre la unidad de adición (78) y la segunda unidad de multiplicación (80) para limitar una salida de la unidad de adición (78) usando un valor mínimo y un valor máximo predeterminados.
6. El aparato según la reivindicación 1, en donde la segunda unidad de multiplicación (80) multiplica un código de la frecuencia de comando por una salida de la unidad de adición (78).
 60

FIG. 1

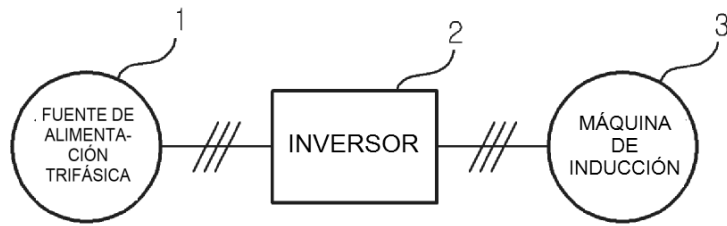


FIG. 2

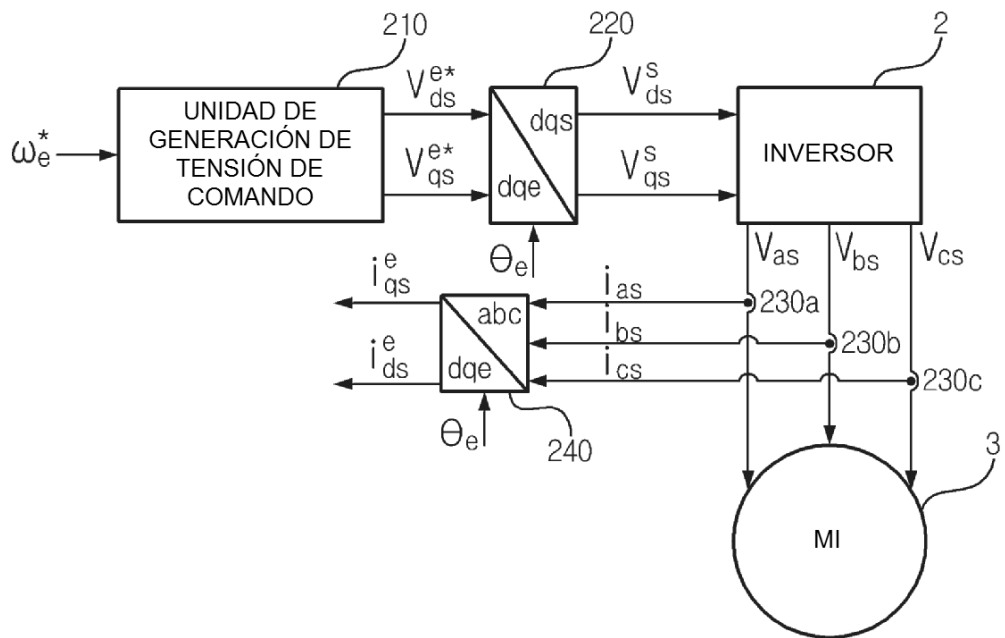


FIG. 3

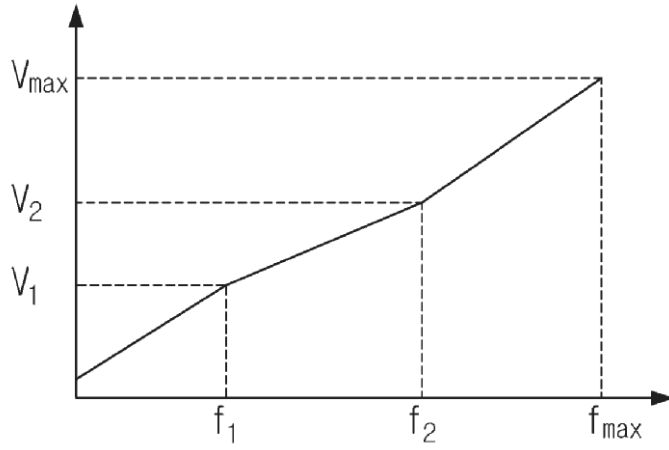


FIG. 4

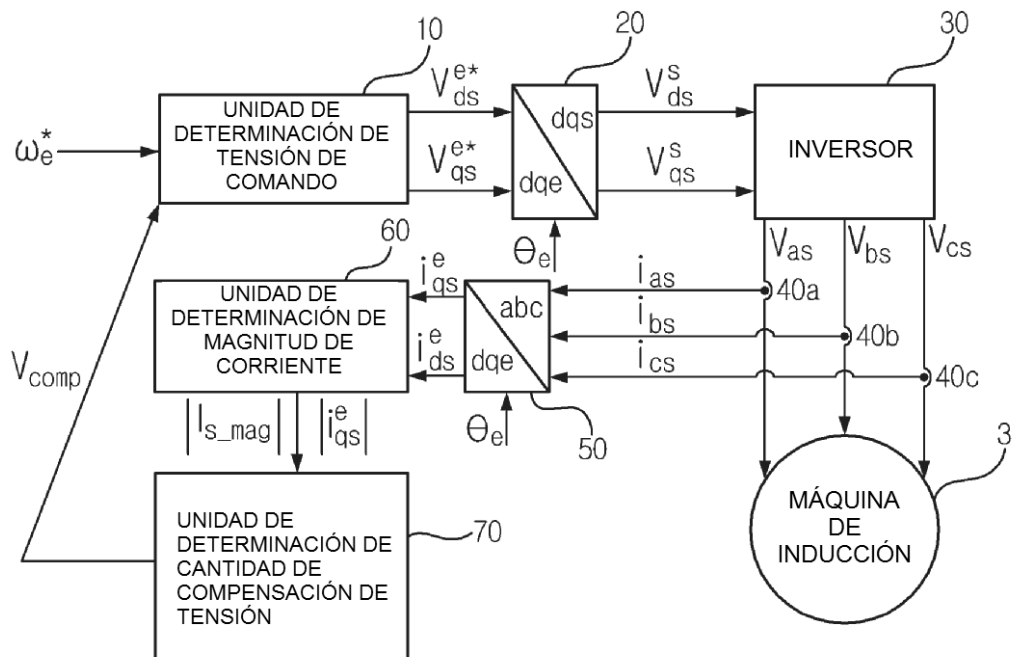


FIG. 5

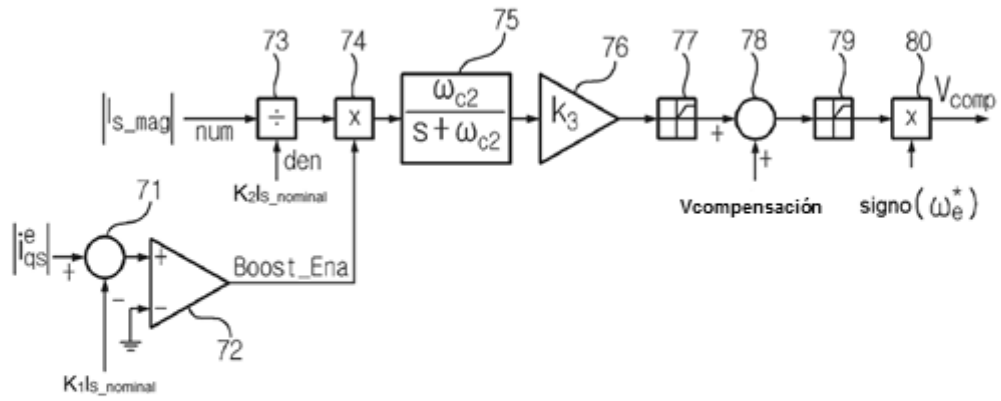


FIG. 6a

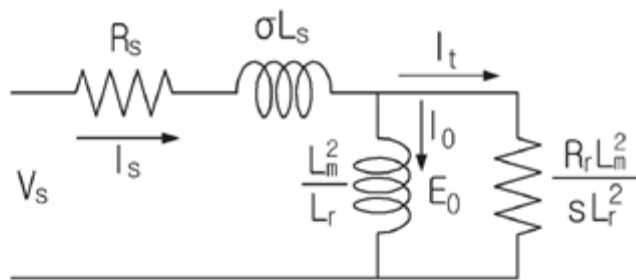


FIG. 6b

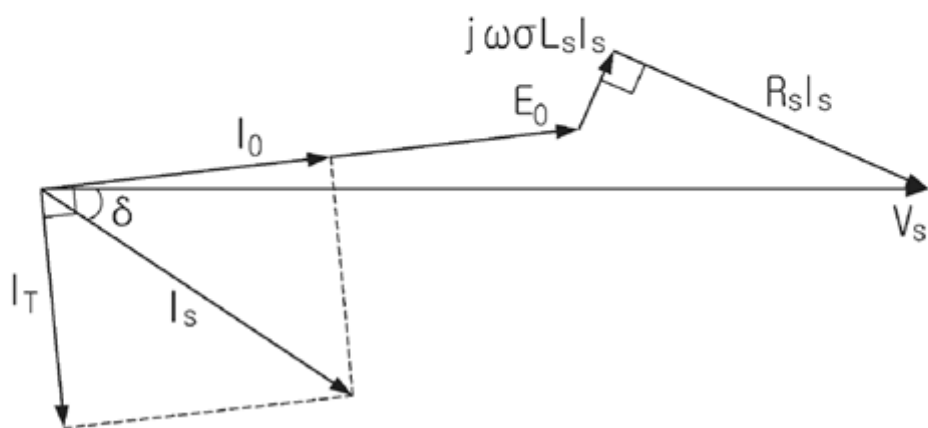


FIG. 7

