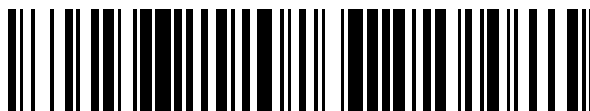


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 487 765**

51 Int. Cl.:

H02P 27/06 (2006.01)

B60L 3/00 (2006.01)

H02P 29/00 (2006.01)

H02P 21/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2009** **E 09852800 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2521254**

54 Título: **Dispositivo de conversión de potencia para vehículo eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.08.2014

73 Titular/es:

mitsubishi electric corporation (100.0%)
7-3 Marunouchi 2-Chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310, JP

72 Inventor/es:

KONO, MASAKI y
OKAYAMA, HIDEO

74 Agente/Representante:

BLANCO JIMÉNEZ, Araceli

ES 2 487 765 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de conversión de potencia para vehículo eléctrico

Campo de la invención

- 5 [0001] La presente invención se refiere a un dispositivo de conversión de potencia enfocado a la conducción de una máquina rotatoria de CA utilizada para un vehículo eléctrico, tal como un vehículo ferroviario y un coche eléctrico, y más particularmente a una técnica de detección de un aumento anormal de la temperatura de un rotor de un motor para detener el funcionamiento de un convertidor de potencia, evitando de ese modo que el motor funcione incorrectamente.

Antecedentes

- 10 [0002] Un motor de tren incluye un ventilador de refrigeración para suprimir la generación de calor de un rotor del motor. Por lo tanto, cuando se obstruye un orificio de aspiración del ventilador, debido a que la eficacia de enfriamiento se vuelve insuficiente, la temperatura del rotor del motor sube, se produce una rotura del aislamiento del rotor y, en algunos casos, fallos del motor. En consecuencia, es necesario detectar un aumento anormal de la temperatura de un estator o un rotor de un motor causado por la obstrucción de un orificio de aspiración de un ventilador con el fin de detener el funcionamiento de un inversor, evitando de ese modo que el motor funcione incorrectamente.

[0003] Por ejemplo, como tecnología convencional, la Literatura de patente 1 mencionada a continuación describe un método de cálculo de una temperatura de un rotor de un motor de inducción basado en el deslizamiento y una corriente del motor.

- 20 Lista de referencias citadas

Literatura de patente

[0004] Literatura de patente 1: Solicitud de patente japonesa puesta a disposición del público n.º 2006-280142 (reivindicación 1, [0016], y figura 1)

Sumario

- 25 Problema técnico

- [0005] Sin embargo, el método de cálculo de la temperatura del rotor del motor de inducción descrito en la Literatura de patente 1 mencionada anteriormente, se basa en la suposición de que se incorpora un sensor de velocidad en una máquina de inducción, es decir, el método utiliza un dispositivo de conversión de potencia que emplea el control con un sensor de velocidad. Por lo tanto, existe el problema de que si no hay ningún sensor de velocidad no se puede estimar con precisión un valor de resistencia secundaria en el lado del rotor y no puede calcularse la temperatura en el lado del rotor.

- 35 [0006] JP 2003-219.504 da a conocer un medio de control para controlar la sobrecorriente y el aumento y descenso de la temperatura en un vehículo eléctrico. El dispositivo de accionamiento y control del vehículo tiene un circuito principal que comprende un inversor de VVVF (velocidad de rotación y frecuencia variables) que convierte la CC en CA o una frecuencia arbitraria; un condensador de filtro conectado al lado de la CC del inversor de VVVF y un motor eléctrico del vehículo eléctrico conectado en el lado de la CA del inversor VVVF, y que está provisto de medios de estimación de velocidad para obtener el valor estimado de la velocidad. La velocidad de rotación del motor eléctrico se proporciona desde la orden de tensión de salida y la corriente de salida del inversor de VVVF, y el motor eléctrico se acciona y se controla mediante el control del inversor de VVVF, en base al valor de la velocidad obtenida a partir de los medios de estimación de velocidad.

- 40 [0007] JP 2005-192301 describe un dispositivo para la detección de la dirección de giro o el número de revoluciones por minuto de un motor de inducción del que fluye una corriente a través del mismo cuando se aplica un valor de orden desde una unidad de salida de orden de tensión. Se extrae la señal de la componente de frecuencia más baja que la componente de frecuencia que depende de la constante de tiempo del circuito del motor de inducción y se detecta la condición de rotación a partir de esa señal.

[0008] JP 04096681 describe un circuito que compensa las constantes interiores de la fluctuación de la temperatura sin necesidad de un sensor de alta precisión mediante la compensación del valor de ajuste de la resistencia

secundaria con la diferencia entre un valor detectado de la velocidad media y una velocidad estimada de un motor como fluctuación de la temperatura de la resistencia secundaria.

[0009] JP 11 299300 da a conocer un medio de cálculo para proporcionar un control sobre el par de torsión mediante la compensación de un cambio en un valor de la resistencia secundaria debido al cambio en la temperatura de un motor de inducción.

[0010] En US 6 042 265, se estima una temperatura del rotor sin la necesidad de ningún sensor de temperatura directo mediante el uso sólo de cálculos informáticos basados en los datos fácilmente disponibles en el centro de control del motor. Así, es generalmente posible predeterminar una relación entre la temperatura del rotor y la resistencia del rotor para cualquier motor dado, de manera que mediante la determinación de la resistencia del rotor se puede calcular la temperatura del rotor.

[0011] JP 2008-043069 da a conocer una unidad de control de vehículo eléctrico que determina el fallo de un motor y el de la propia unidad de control. Un medio de determinación de fallos determina fallos relacionados con el motor en base a la tensión del motor V_u , de tal manera que el medio de determinación de fallos calcula la velocidad del vehículo eléctrico V_{mot} a partir de la tensión del motor V_u detectada por un sensor de tensión y emite una señal de determinación de fallos, cuando la diferencia es más grande que una diferencia de velocidad de referencia entre la velocidad del vehículo eléctrico V_{MON} obtenida desde el exterior de la unidad de control y la velocidad del vehículo eléctrico calculada V_{mot} .

[0012] La presente invención se ha logrado teniendo en cuenta los problemas anteriores, y un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico capaz de detectar un aumento anormal de la temperatura de una máquina de inducción, en un control sin sensores de velocidad de la máquina de inducción.

Solución al problema

[0013] Con el fin de resolver los problemas antes mencionados y conseguir el objeto de la presente invención, se proporciona un dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico que incluye: un convertidor de potencia que acciona una máquina de inducción; y una unidad de control que controla el convertidor de potencia, en el que la unidad de control incluye una unidad de detención de accionamiento, y la unidad de detención de accionamiento incluye una unidad de detección de la temperatura de la resistencia secundaria que detecta el aumento de la temperatura de una resistencia secundaria de la máquina de inducción en base a una corriente detectada por la máquina de inducción, la información de velocidad de la máquina de inducción calculada en base a la corriente, y la información de la velocidad de un vehículo eléctrico detectada por una unidad de información de detección de velocidad externa, y una unidad de salida de señal de detención de accionamiento que emite una señal de detención de accionamiento para detener una operación de accionamiento del convertidor de potencia en base a la información de velocidad del vehículo eléctrico y una salida de la unidad de detección de temperatura de resistencia secundaria.

[0014] La presente invención proporciona un dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico según la reivindicación independiente 1. Otras formas de realizaciones de la invención se realizan según las correspondientes reivindicaciones dependientes.

Efectos ventajosos de la invención

[0015] Según la presente invención, en el control sin sensor de velocidad de una máquina de inducción, es posible detectar un aumento anormal de la temperatura de la máquina de inducción.

[0016] Breve descripción de los dibujos.

La figura 1 es un diagrama de configuración de un dispositivo de conversión de potencia según una primera forma de realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de configuración de una unidad de detención de accionamiento según una primera forma de realización de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama para explicar un principio de la detección de un aumento anormal de la temperatura de una resistencia secundaria según la primera forma de realización de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de configuración de un dispositivo de conversión de potencia según una primera forma de realización de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de configuración de una unidad de detención de accionamiento según una segunda forma de realización de la presente invención.

Descripción de las formas de realización

5 [0017] Las formas de realizaciones ilustrativas de un dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico según la presente invención se explicarán a continuación en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. La presente invención no se limita a las formas de realización.

Primera forma de realización.

10 [0018] La figura 1 es un diagrama de configuración de un dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico según una primera forma de realización de la presente invención y la figura 2 es un diagrama de configuración de una unidad de detención de accionamiento según una primera forma de realización de la presente invención. En la figura 1, el dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico según la presente forma de realización incluye un convertidor de potencia 2 que acciona una máquina de inducción 1, detectores de corriente 3a, 3b, y 3c, y una unidad de control 5, como principales elementos constitutivos. Además, la figura 1 representa la máquina de inducción 1, una unidad de detección de velocidad externa 14, un pantógrafo 12, conectados a un lado CC positivo (+) del convertidor de potencia 2, y una rueda 13 conectada a un lado negativo CC (-) del convertidor de potencia 2.

20 [0019] La unidad de detección de velocidad externa 14 está conectado a la rueda 13 para detectar la velocidad de un vehículo eléctrico; sin embargo, la unidad de detección de velocidad externa 14 se proporciona como un sistema para la visualización de un medidor de velocidad en una cabina y que muestra una velocidad en un dispositivo de visualización de la velocidad. Los detectores de corriente 3a, 3b, y 3c detectan corrientes de fase lu, lv y lw generados en la máquina de inducción 1. Aunque la figura 1 representa un caso en el que los detectores de corriente 3 en el lado de CA detectan, mediante un CT (transformador de corriente) o similar, las corrientes que fluyen a través de las conexiones que conectan el convertidor de potencia 2 y la máquina de inducción 1, los detectores de corriente 3 también pueden detectar corrientes de fase usando una corriente que fluye a través del convertidor de potencia 2, tal como una corriente de una línea colectora, utilizando otras técnicas bien conocidas. Debido a que se establece una relación $lu+lv+lw=0$ también es posible obtener una corriente de fase w de las corrientes de detección de dos fases u y v. Por lo tanto, el detector de la corriente de fase w 3c puede ser omitido. Por supuesto, es posible obtener una corriente de fase v de las corrientes de detección de las dos fases u y w.

30 [0020] A continuación se describe una configuración de la unidad de control 5. La unidad de control 5 incluye una unidad de conversión de fase dq/uvw 9, una unidad calculadora de orden de tensión 8, una unidad calculadora de orden de corriente 4, una unidad de instrucción de operación 11, una unidad de control de PWM (modulación por ancho de pulsos) 6, una unidad de integración 7 y una unidad de detención de accionamiento 10, como principales elementos constitutivos.

35 [0021] Tal como se conoce comúnmente, la unidad conversora de fase dq/uvw 9 requiere un eje de coordenadas de control cuando una corriente trifásica es convertida usando coordenadas en dos ejes ortogonales de rotación. Si una fase del eje de coordenadas de control se define como θ , la fase θ es un valor obtenido mediante la integración de una velocidad del motor ω por la unidad de integración 7. La unidad de conversión de fase dq/uvw 9 convierte, usando coordenadas, las corrientes de fase lu, lv, y lw obtenidas a partir de los detectores de corriente 3 en un valor ld de detección de corriente en el eje d y un valor lq de detección de corriente en el eje q en dos ejes ortogonales de rotación (eje d y eje q) (en lo sucesivo, "coordenadas de dos ejes de rotación"). Tras haber convertido el valor ld de detección de corriente en el eje d y el valor lq de detección de corriente en el eje q usando coordenadas, estos se introducen en la unidad calculadora de orden de tensión 8.

45 [0022] La unidad de detección de velocidad externa 14 detecta la velocidad de un vehículo eléctrico, y la velocidad detectada del vehículo eléctrico es introducida en la unidad de instrucción de operación 11. La unidad de instrucción de operación 11 convierte de una unidad a otra, de manera que la velocidad de entrada del vehículo eléctrico se introduce en la unidad de detención de accionamiento 10. Por ejemplo, si una unidad de la velocidad detectada del vehículo eléctrico es [km/h], la unidad de instrucción de operación 11 multiplica la velocidad por un coeficiente para convertir la unidad a ω_{tren} [rad /s], y la velocidad es introducida a la unidad de detención de accionamiento 10 como información de velocidad del tren ω_{tren} .

50 [0023] La unidad de instrucción de operación 11 emite una orden de par de torsión τ^* a la unidad calculadora de orden de corriente 4, y la unidad calculadora de orden de corriente 4 calcula una orden de corriente en el eje q, lq^* , usando la orden de par de torsión τ^* desde la unidad de instrucción de operación 11, una orden de flujo magnético secundario ϕ^* , que se puede determinar a partir de una constante del motor y las características de la máquina de inducción 1, y la constante del motor (una inductancia mutua de un motor M, una inductancia secundaria del motor L_r , y el número de pares de polos P) como se muestra en la ecuación (1).

$$Iq^* = \frac{\tau^*}{\phi^*} \times \frac{Lr}{M} \times \frac{1}{P} \quad (1)$$

[0024] La unidad calculadora de orden de corriente 4 también calcula una orden de corriente en el eje d, Id^* desde la orden de flujo magnético secundario y la inductancia mutua M del motor, que es la constante del motor como se muestra en la ecuación (2).

$$Id^* = \frac{\phi^*}{M} \quad (2)$$

[0025] La orden de corriente del eje q, Iq^* , y la orden de corriente del eje d, Id^* , calculadas por la unidad calculadora de orden de corriente 4 se introducen en la unidad calculadora de orden de tensión 8.

[0026] A continuación se describe un cálculo realizado por la unidad calculadora de orden de tensión 8 utilizando las ecuaciones (3) a (11). En primer lugar, la unidad calculadora de orden de tensión 8 calcula, mediante la ecuación (3), una orden de frecuencia angular de deslizamiento ωs^* utilizando la orden de corriente del eje q, Iq^* , la orden de corriente del eje d, Id^* , y la constante del motor de la máquina de inducción 1 (la inductancia secundaria Lr del motor y un valor de la resistencia secundaria del motor Rr).

$$\omega s^* = \frac{Iq^*}{Id^*} \times \frac{Rr}{Lr} \quad (3)$$

[0027] Debido a que una frecuencia angular del motor ω es el control sin sensor de velocidad en el que un sensor de velocidad no se incorpora en la máquina de inducción 1, se introduce una orden de tensión del eje d, Vd^* y una orden de tensión del eje q, Vq^* . Además se introducen un valor primario pds de estimación del flujo magnético del eje d, un valor primario pqs de estimación del flujo magnético del eje q, un valor secundario pdr de estimación del flujo magnético del eje d, un valor secundario pqr de estimación del flujo magnético del eje q, una frecuencia angular del inversor ω_{inv} , y la frecuencia angular del motor ω en forma de señales de retroalimentación. La unidad calculadora de orden de tensión 8 calcula los valores diferenciales dpds, dpqs, dpdr y dpqr de los valores de estimación del flujo magnético mediante la ecuación (4) en base a las entradas descritas anteriormente.

$$\begin{cases} dpds = a11 \times pds + \omega_{inv} \times pqs + a12 \times pdr + Vd^* \\ dpqs = -\omega_{inv} \times pds + a11 \times pqs + a12 \times pqr + Vq^* \\ dpdr = a21 \times pds + a22 \times pdr + (\omega_{inv} - \omega) \times pqr \\ dpqr = a21 \times pqs - (\omega_{inv} - \omega) \times pdr + a22 \times pqr \end{cases}$$

$$a11 = \frac{Lr \times Rs}{Ls \times Lr - M^2}, a12 = \frac{M \times Rs}{Ls \times Lr - M^2}, a21 = \frac{M \times Rr}{Ls \times Lr - M^2}, a22 = -\frac{Ls \times Rr}{Ls \times Lr - M^2} \quad (4)$$

[0028] La unidad calculadora de orden de tensión 8 integra los valores diferenciales dpds, dpqs, dpdr y dpqr de los valores de flujo magnético de la ecuación (4), calculando así los valores estimados de flujo magnético pds, pqs, pdr, y pqr mediante la ecuación (5).

$$\begin{cases} pds = \int dpds \cdot dt \\ pqs = \int dpqs \cdot dt \\ pdr = \int dpdr \cdot dt \\ pqr = \int dpqr \cdot dt \end{cases} \quad (5)$$

[0029] La unidad calculadora de orden de tensión 8 calcula un valor estimado de corriente i_{ds} del eje d, y un valor estimado de corriente i_{qs} del eje q, mediante la ecuación (6) en función de los valores estimados p_{ds} , p_{qs} , p_{dr} , y p_{qr} de flujo magnético.

$$\begin{cases} i_{ds} = \frac{L_r \times p_{ds} - M \times p_{dr}}{L_s \times L_r - M^2} \\ i_{qs} = \frac{L_r \times p_{qs} - M \times p_{qr}}{L_s \times L_r - M^2} \end{cases} \quad (6)$$

5 [0030] La unidad calculadora de orden de tensión 8 calcula un vector de error de corriente e_{id} del eje d, y un vector de error de corriente e_{iq} del eje q mediante la ecuación (7) a partir de los valores estimados de corriente i_{ds} y i_{qs} de los ejes d y q, y de los valores detectados i_d e i_q de los ejes d y q.

$$\begin{cases} e_{id} = i_{ds} - i_d \\ e_{iq} = i_{qs} - i_q \end{cases} \quad (7)$$

10 [0031] La unidad calculadora de orden de tensión 8 introduce los vectores de error de corriente e_{id} e e_{iq} de los ejes d y q, y los valores de estimación del flujo magnético secundarios p_{dr} y p_{qr} de los ejes d y q, y mediante la ecuación (8) calcula un valor de cálculo de aceleración y deceleración de rotación del rotor $a\omega$. En la ecuación (8), kap representa una ganancia proporcional de cálculo de aceleración/deceleración de rotación del rotor, $Tapi$ representa una constante de tiempo de integración de aceleración/deceleración de rotación del rotor, y s representa un operador de Laplace.

$$a\omega = kap \left(1 + \frac{1}{Tapi \cdot s} \right) \cdot \frac{p_{dr} \times e_{id} - p_{qr} \times e_{iq}}{p_{dr}^2 + p_{qr}^2} \quad (8)$$

15 [0032] La unidad calculadora de orden de tensión 8 integra el valor de cálculo de aceleración/deceleración de rotación del rotor $a\omega$, calculado mediante la ecuación (8), y calcula la frecuencia angular del motor ω mediante una ecuación (15).

$$\omega = \int a\omega \cdot dt \quad (9)$$

20 [0033] La unidad calculadora de orden de tensión 8 calcula, mediante la ecuación (10) la orden de frecuencia angular de deslizamiento ω_s^* de la ecuación (3), la frecuencia angular del motor ω de la ecuación (9), y la frecuencia angular del inversor ω_{inv} correspondiente a una frecuencia de una orden de tensión que es una salida del convertidor de potencia 1.

$$\omega_{inv} = \omega + \omega_s^* \quad (10)$$

25 [0034] La unidad calculadora de orden de tensión 8 calcula la orden de tensión V_d^* del eje d, y la orden de tensión V_q^* del eje q, en los dos ejes de rotación mediante la ecuación (11) en base a la frecuencia angular del inversor ω_{inv} , la orden de corriente I_q^* del eje q, y la orden de corriente I_d^* del eje d.

$$\begin{aligned} V_d^* &= R_s \times I_d^* - \omega_{inv} \times \sigma \times L_s \times I_q^* \\ V_q^* &= R_s \times I_q^* + \omega_{inv} \times L_s \times I_d^* \end{aligned} \quad (11)$$

30 [0035] La unidad calculadora de orden de tensión 8 emite, a la unidad de control de PWM 6, la orden de tensión V_d^* del eje d, y la orden de tensión V_q^* del eje q, calculadas mediante la ecuación (11), y emite la frecuencia angular del inversor ω_{inv} calculada mediante la ecuación (10) a la unidad de integración 7.

[0036] Como es sabido, cuando una tensión trifásica o una corriente trifásica es convertida usando coordenadas en dos ejes ortogonales de rotación, se requieren ejes de coordenadas de control. Sin embargo, la unidad de integración 7 calcula una fase θ de un eje de coordenadas de control que es la rotación de dos ejes de coordenadas en base a una frecuencia angular arbitraria ω_{inv} . La fase θ se obtiene integrando la frecuencia angular del inversor θ_{inv} como se muestra en la ecuación (12).

$$\theta = \int \omega_{inv} \cdot dt \quad (12)$$

[0037] La unidad de control PWM 6 calcula los ordenes de tensión trifásica V_u^* , V_v^* , y V_w^* (ver la ecuación (8)) con la orden de tensión V_d^* del eje d, y la orden de tensión V_q^* del eje q, obtenidas mediante la ecuación (5), y la fase θ obtenida mediante la ecuación (6); Sin embargo, debido a que una fase de tensión θ_v de la orden de tensión avanza ligeramente más que la fase θ , la unidad de control de PWM 6 la calcula a partir de la siguiente ecuación (13).

$$\theta_v = \theta + \tan^{-1} \left(\frac{V_q^*}{V_d^*} \right) \quad (13)$$

[0038] La unidad de control PWM 6 calcula los órdenes de la tensión trifásica V_u^* , V_v^* , V_w^* y mediante una ecuación (14) en base a la fase de tensión θ_v , la orden de tensión V_d^* del eje d, y la orden de tensión V_q^* del eje q, obtenidas por la ecuación (13).

$$\begin{pmatrix} V_u^* \\ V_v^* \\ V_w^* \end{pmatrix} = \sqrt{(V_d^*)^2 + (V_q^*)^2} \begin{pmatrix} \cos(\theta_v) \\ \cos(\theta_v - \frac{2}{3}\pi) \\ \cos(\theta_v + \frac{2}{3}\pi) \end{pmatrix} \quad (14)$$

[0039] La unidad de control PWM 6 calcula señales de puerta en base a las ordenes de tensión trifásica V_u^* , V_v^* , V_w^* y emite los resultados del cálculo al convertidor de potencia 2 de manera que el convertidor de potencia 2 puede realizar un control de modulación por ancho de pulsos. Como resultado, el convertidor de potencia 2 controla la máquina de inducción 1 de acuerdo con la orden de par de torsión τ^* .

[0040] A continuación se describe la unidad de detención de accionamiento 10, que es el elemento constitutivo más importante. En la figura 2, la unidad de detención de accionamiento 10 introduce la frecuencia angular del inversor ω_{inv} , la orden de corriente I_q^* del eje q, la orden de corriente I_d^* del eje d, y la información de velocidad del tren ω_{tren} , y detecta un aumento de la temperatura de una resistencia secundaria de la máquina de inducción 1, y cuando el aumento de la temperatura es anormal, la unidad de detención de accionamiento 10 emite una señal de detención de accionamiento, Gstop, para detener la operación de accionamiento del convertidor de potencia 2. La unidad de detención de accionamiento 10 que se muestra en la figura 2 incluye una unidad de detección de temperatura de resistencia secundaria 30 y una unidad emisora de señales de detención de accionamiento 31 como principales elementos constitutivos. La unidad de detección de temperatura de resistencia secundaria 30 incluye una unidad calculadora de frecuencia angular de deslizamiento de referencia 26, un restador 15, y un comparador 24. La unidad emisora de señales de detención de accionamiento 31 incluye un elemento de tiempo (10 segundos) 23, una unidad de producto lógico 22 y una unidad de detección de anomalía (en adelante, simplemente "unidad de detección") 19 de una unidad de detección de velocidad externa.

[0041] Aunque en la presente forma de realización se utilizan la orden de corriente I_d^* del eje d y la orden de corriente I_q^* del eje q para el cálculo de la unidad de detención de accionamiento 10, es por supuesto posible utilizar el valor de detección de corriente I_d del eje d, y el valor de detección de corriente I_q del eje q.

[0042] En la unidad calculadora de frecuencia angular de deslizamiento 26, un multiplicador 16 multiplica la orden de corriente I_d^* del eje d, por un valor de la inductancia secundaria del motor L_r . Un divisor 17 divide la orden de corriente I_q^* del eje q por un resultado de la multiplicación. Un multiplicador 18 multiplica un resultado de la división por un valor de resistencia secundaria R_{r_115} de una conversión de 115 grados del motor para calcular una frecuencia angular de deslizamiento de referencia.

[0043] El restador 15 resta la frecuencia angular de deslizamiento de referencia de la frecuencia angular del inversor ω_{inv} . Según esta configuración, se calcula la frecuencia angular del motor ω , y un restador 20 resta la información de la velocidad del tren ω_{tren} de la frecuencia angular del motor ω .

[0044] El comparador 24 compara un resultado de la resta (desviación = frecuencia angular del motor ω , Información sobre la velocidad del tren, ω_{tren}) y un valor de detección de anomalías fov ($= 2X\pi X2$ Hz), y cuando la desviación se vuelve mayor que el valor de detección de anomalía fov , se determina, como un hecho, que se ha detectado que la temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1 se eleva anormalmente, y el comparador 24 emite 1. Como se determina un valor límite de temperatura de la máquina de inducción 1 mediante la constante del motor y la configuración de la máquina de inducción 1 y los tipos de materiales de aislamiento, es necesario establecer el valor fov de detección de anomalía ($= 2X\pi X2$ Hz) comparado por el comparador 24 para un valor que permita detectar una anomalía antes de que la temperatura de la máquina de inducción 1 se iguale al valor límite de temperatura.

[0045] La figura 3 es un diagrama para explicar un principio de detección de un aumento anormal de la temperatura de una resistencia secundaria según la primera forma de realización de la presente invención. El principio de detección de anomalías en la forma de realización de la presente invención se describe a continuación con referencia a la figura 3.

[0046] En un estado normal, la frecuencia angular del motor ω y la información de velocidad del tren ω_{tren} son prácticamente las mismas que se muestran en la figura 3. Sin embargo, cuando aumenta la temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1, y se eleva el valor de la resistencia secundaria debido a que la frecuencia angular del motor ω incluye esta cantidad elevada de la resistencia secundaria, la frecuencia angular del motor ω se convierte en un valor que es mucho más grande que la información de velocidad del tren ω_{tren} . La presente invención utiliza este mecanismo para detectar un aumento anormal de la temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1.

[0047] En la figura 2, se introduce un valor de salida del comparador 24 en el elemento de tiempo (10s) 23, y cuando un valor de salida 1 del comparador 24 se prolonga durante más de 10 segundos, el elemento de tiempo (10s) 23 emite 1. La razón por la cual el valor de salida del comparador 24 se introduce en el elemento de tiempo (10s) 23 es que la frecuencia angular del motor ω varía en gran medida en el momento de inactividad o de deslizamiento y, en algunos casos, la frecuencia angular del motor ω se hace más grande que la información de la velocidad del tren ω_{tren} . Por ejemplo, el aumento de temperatura de la máquina de inducción tiene una constante de tiempo de más de 10 segundos, y la variación de velocidad, como durante la inactividad y el deslizamiento, es una variación abrupta durante aproximadamente 1 a 2 segundos. Al proporcionar el elemento de tiempo (10s) 23 utilizando una diferencia de constantes de tiempo de estos dos fenómenos, se produce el efecto que hace posible evitar que se detecte erróneamente una variación en la frecuencia angular del motor ω en un momento de inactividad como aumento de temperatura.

[0048] La unidad de detección 19 se proporciona para evitar la detección errónea de aumento de la temperatura cuando funciona incorrectamente la unidad de detección de velocidad externa 14 que detecta la información de velocidad del tren ω_{tren} . Un comparador 21 de la unidad de detección 19 emite 1 cuando la información de la velocidad del tren ω_{tren} supera $2X\pi X30$ Hz. Según esta configuración, es posible detectar un aumento anormal de la temperatura.

[0049] La unidad de producto lógico 22 toma un valor de la unidad de detección 19 y un valor de salida del elemento de tiempo (10 s) 23, y cuando el valor de salida de la unidad de detección 19 es 1 y el valor de salida del elemento de tiempo (10 s) 23 es 1, la unidad de producto lógico 22 emite la señal de detención de accionamiento G_{stop} para detener el funcionamiento del convertidor de potencia 2. El convertidor de potencia 2 recibe la señal de detención de accionamiento G_{stop} y detiene la operación de accionamiento. Cuando el valor de la unidad de detección 19 es 1 y el valor del elemento de tiempo 23 es 0, debido a que el valor de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1 es pequeño, incluso cuando la unidad de detección de velocidad externa 14 funciona incorrectamente, la unidad de producto lógico 22 no emite la señal de detención de accionamiento G_{stop} .

[0050] Como se describió anteriormente, el dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico según la presente forma de realización incluye la unidad de detención de accionamiento 10. La unidad de detención de accionamiento 10 detecta un aumento de temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción en base a la información de velocidad ω_{tren} , la frecuencia angular del inversor ω_{inv} , el valor de orden de corriente I_q^* del eje q, o el valor de detección de corriente I_q del eje q, y la orden de corriente I_d^* del eje d, o el valor de detección de corriente I_d del eje d, y luego la unidad de detención de accionamiento 10 detiene la operación de accionamiento del convertidor de potencia 2 antes de que la temperatura de la resistencia secundaria supere el valor límite de temperatura de la máquina de inducción 1. Por lo tanto, es posible detectar un aumento anormal de la temperatura de un rotor (lado secundario) de un motor generado por, por ejemplo, la obstrucción de un orificio de aspiración de un ventilador. Es decir, en el control sin sensor de la máquina de inducción 1, incluso si se genera un aumento de la

temperatura anormal de la máquina de inducción 1, es posible detectar el aumento de temperatura anormal. Como resultado, es posible detener el funcionamiento del convertidor de potencia 2 antes de que la temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1 supere el valor límite de temperatura de la máquina de inducción 1, impidiendo de este modo que el motor funcione incorrectamente, y es posible utilizar la máquina de inducción 1 durante un largo periodo de tiempo. Además, debido a que el dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico, según la presente forma de realización, incluye la unidad de detección de anomalía 19 de una unidad de detección de velocidad externa, es posible evitar una detección errónea de aumento de temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1 cuando una unidad de detección de información de velocidad de un tren tiene una anomalía y la unidad de detección de velocidad externa 14 funciona incorrectamente. Además, como el dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico según la presente forma de realización incluye el elemento de tiempo (10s) 23 que emite 1 cuando el valor de salida 1 del comparador 24 se prolonga durante más de 10 segundos, incluso si la frecuencia angular del motor ω varía en gran medida y se hace más grande que la información de la velocidad del tren ω_{tren} cuando se genera inactividad o deslizamiento, es posible evitar un caso en el que la variación de la frecuencia angular del motor ω causada por el tiempo de inactividad o similar, se detecte erróneamente como un aumento de temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1.

Segunda forma de realización.

[0051] La figura 4 es un diagrama de configuración de un dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico según una segunda forma de realización de la presente invención, y la figura 5 es un diagrama de configuración de una unidad de detención de accionamiento según una segunda forma de realización de la presente invención. Los elementos idénticos a los descritos en la primera forma de realización se indican con los mismos signos de referencia y se emitirá su explicación, por lo que solamente se describen a continuación los elementos diferentes de la primera forma de realización.

[0052] En la figura 4, en la segunda forma de realización, una unidad de detención de accionamiento 25 es la parte diferente en comparación con la configuración de la primera forma de realización. En la unidad de detención de accionamiento 25 que se muestra en la figura 5, la configuración de una unidad calculadora de la frecuencia angular de deslizamiento de referencia 27 es diferente en comparación con la unidad de detención de accionamiento 10 según la primera forma de realización. La segunda forma de realización se caracteriza por que cuando un valor de la resistencia secundaria utilizada para el cálculo de la unidad calculadora de la frecuencia angular de deslizamiento de referencia 27 se establece en 240 grados, que es el valor límite de temperatura de un motor, por ejemplo, se utiliza un valor de resistencia secundaria R_{r_230} correspondiente a la temperatura del motor de 230 grados C que es menor que el valor límite de la temperatura del motor. Como resultado, la unidad de detención de accionamiento 25 no requiere el restador 20 en comparación con la unidad de detención de accionamiento 10 según la primera forma de realización.

[0053] Más concretamente, el restador 15 resta una frecuencia angular de deslizamiento de referencia de la unidad calculadora de la frecuencia angular de deslizamiento de referencia 27 de la frecuencia angular del inversor ω_{inv} . Mediante esta resta se puede obtener la frecuencia angular del motor ω . Un comparador 28 compara la frecuencia angular del motor ω y la información de velocidad ω_{tren} , y cuando la frecuencia angular del motor ω se hace mayor que la información de velocidad ω_{tren} , se determina que la temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1 es detectada como próxima al valor límite de la temperatura del motor, y el comparador 28 emite 1. El valor límite de la temperatura del motor, que se ha mencionado anteriormente, es un ejemplo, y el valor puede fijarse arbitrariamente según la configuración o similar de la máquina de inducción 1.

[0054] En la presente forma de realización se utilizan el valor de detección de corriente I_d del eje d y el valor de detección de corriente I_q del eje q para el cálculo de la unidad calculadora de la frecuencia angular de deslizamiento de referencia 27 de la unidad de detención de accionamiento 25. Sin embargo, se pueden obtener los mismos efectos incluso utilizando la orden de corriente I_d^* del eje d, y la orden de corriente I_q^* del eje q.

[0055] Como se describió anteriormente, según la presente forma de realización, el dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico detecta un aumento de la temperatura de una resistencia secundaria de una máquina de inducción en base a la información de velocidad ω_{tren} , la frecuencia angular del inversor ω_{inv} , la orden de corriente I_q^* del eje q, o el valor de detección de corriente I_q , la orden de corriente I_d^* del eje d, o el valor de detección de corriente I_d del eje d, y el valor de la resistencia secundaria R_r que se fija por debajo del valor límite de la temperatura del motor. Por lo tanto, de manera similar a la primera forma de realización, en el control sin sensor de velocidad de la máquina de inducción 1, es posible detectar un aumento anormal de temperatura de un rotor (lado secundario) de un motor generado por la obstrucción de un orificio de aspiración de un ventilador, de manera que detenga el funcionamiento del convertidor de potencia 2 antes de que la temperatura de la resistencia secundaria de la máquina de inducción 1 supere el valor límite de temperatura de la máquina de inducción 1, impidiendo de este modo que el motor funcione incorrectamente. Además, en comparación con la primera forma de realización, es posible reducir la cantidad de cálculo del software.

- 5 [0056] A pesar de que la información de la velocidad del tren ω_{tren} se utiliza en la primera y segunda forma de realización, la información utilizada en la presente invención no se limita a ello, y es, por supuesto, posible utilizar información de la velocidad obtenida a partir de una unidad de detección de velocidad incorporada en un vehículo eléctrico que no sea un tren. Además, como ejemplo, en la primera y segunda forma de realización, se utiliza un valor de resistencia correspondiente a la temperatura del motor de 115 grados C o 230 grados C como el valor de la resistencia secundaria del motor R_r , se utiliza $2X\pi \times 2$ Hz como el valor de detección de anomalía f_{ov} y se utiliza $30Hz \times 2\pi$ como un valor del comparador 21; sin embargo, la presente invención no se limita a estos valores.

Aplicabilidad industrial

- 10 [0057] Como se describió anteriormente, la presente invención puede ser aplicable a un dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico o similar, tal como un vehículo ferroviario y un coche eléctrico, y la presente invención es útil como una invención capaz de prevenir que un motor funcione incorrectamente mediante la detección de un aumento anormal de la temperatura de un rotor de un motor y la detención de operación de un convertidor de potencia.

Lista de signos de referencia

- 15 [0058]
- | | |
|------------|--|
| 1 | Maquina de inducción |
| 2 | Convertidor de potencia |
| 3a, 3b, 3c | Detector de corriente |
| 4 | Unidad calculadora de orden de corriente |
| 20 5 | Unidad de control |
| 6 | Unidad de control PWM |
| 7 | Unidad de integración |
| 8 | Unidad calculadora de orden de tensión |
| 9 | Unidad de conversión dq/uwv |
| 25 10, 25 | Unidad de detención de accionamiento |
| 11 | Unidad de instrucción de operación |
| 12 | Pantógrafo |
| 13 | Rueda |
| 14 | Unidad de detección de velocidad externa |
| 30 15, 20 | Restador |
| 16, 18 | Multiplificador |
| 17 | Divisor |
| 19 | Unidad de detección de anomalía de la unidad de detección de velocidad externa |
| 21, 24, 28 | Comparador |
| 35 22 | Unidad (y) producto lógicos |
| 23 | Elemento de tiempo (10 s) |

26, 27		Unidad calculadora de la frecuencia angular de deslizamiento de referencia
30		Unidad de detección de temperatura de la resistencia secundaria
31		Unidad emisora de señales de detención de accionamiento
fov		Valor de detección de anomalía
5	Gstop	Señal de detención
	Id	Valor de detección de corriente del eje d
	Id*	Orden de corriente del eje d
	Iq	Valor de detección de corriente del eje q
	Iq*	Orden de corriente del eje q
10	Iu, Iv, Iw	Corriente de fase
	Lr	Inductancia secundaria del motor
	Rr	Valor de resistencia secundaria del motor
	Vd*	Orden de tensión del eje d
	Vq*	Orden de tensión del eje q
15	θ	Fase
	τ^*	Par de torsión
	ω	Frecuencia angular del motor
	ω_{inv}	Frecuencia angular del inversor
20	ω_{tren}	Información de velocidad de tren

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico, que comprende:
un convertidor de potencia que acciona una máquina de inducción; y
una unidad de control (5) que controla el convertidor de potencia (2), en el que
5 la unidad de control (5) incluye una unidad de detención de accionamiento (10, 25), y
la unidad de detención de accionamiento (10, 25) está **caracterizada por**
una unidad de detección de temperatura de resistencia secundaria (30), que detecta el aumento de
temperatura de una resistencia secundaria de la máquina de inducción (1) en base a una frecuencia angular de
deslizamiento de la máquina de inducción (1) calculada en base a una corriente detectada por la máquina de
10 inducción (1) y una constante del motor de la máquina de inducción, la información de velocidad de la máquina
de inducción (1) calculada en base a la corriente, y la información de la velocidad de un vehículo eléctrico
detectada por una unidad de detección de información de velocidad externa (14), y una unidad emisora de
señal de detención de accionamiento (31) que incluye un elemento de tiempo (23) que detecta que el aumento
de temperatura de la resistencia secundaria continúa durante más de un intervalo de tiempo predeterminado
15 basándose en la salida de la unidad de detección de temperatura de resistencia secundaria (30), y emite una
señal de detención de accionamiento para detener una operación de accionamiento del convertidor de potencia
(2) en base a la salida del elemento de tiempo y la información de velocidad del vehículo eléctrico.
2. Dispositivo de conversión de potencia para un vehículo eléctrico según la reivindicación 1, en el que la unidad
emisora de señal de detención de accionamiento (31) incluye una unidad de detección de anomalía (19) que
20 reconoce que la unidad de detección de velocidad externa (14) no ha funcionado correctamente cuando la
información de velocidad del vehículo eléctrico es igual o mayor que un valor predeterminado, y la unidad emisora
de señales de detención de accionamiento (31) emite la señal de detención de accionamiento en base a una salida
del elemento del tiempo (23) y una salida de la unidad de detección de anomalía (19).

FIG.1

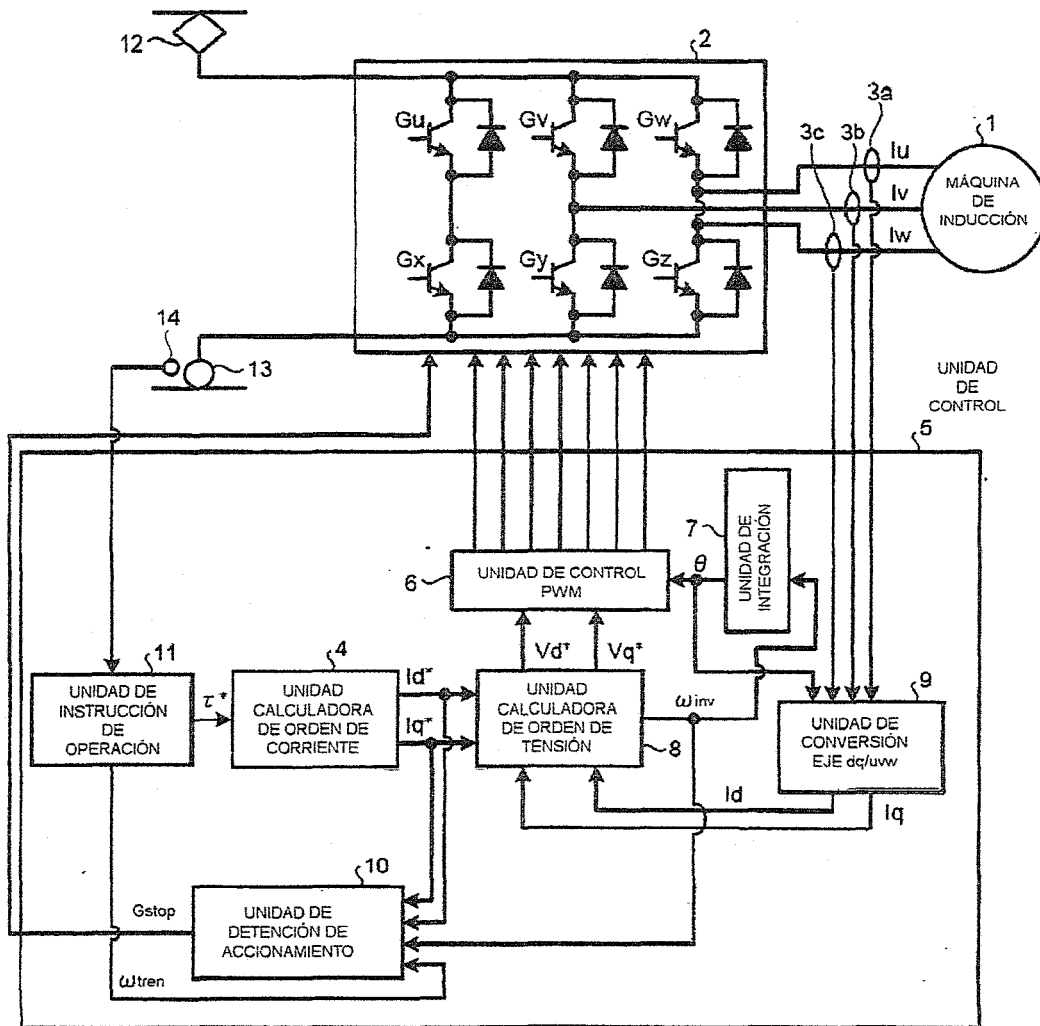


FIG.2

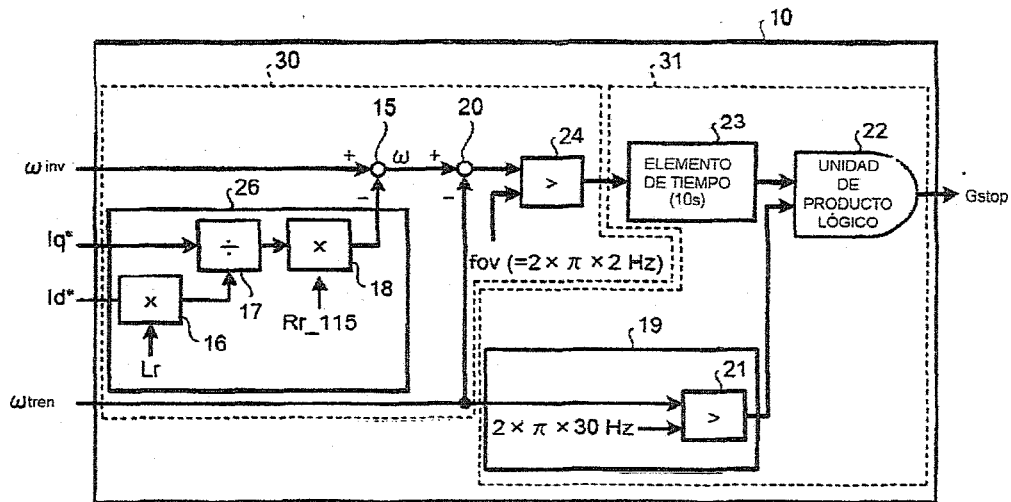


FIG.3

LA ANOMALÍA PUEDE SER
DETECTADA POR ESTA DIFERENCIA
(PORQUE LA FRECUENCIA
ANGULAR DEL MOTOR ω
INCLUYE LA CANTIDAD AUMENTADA
DE LA RESISTENCIA SECUNDARIA)

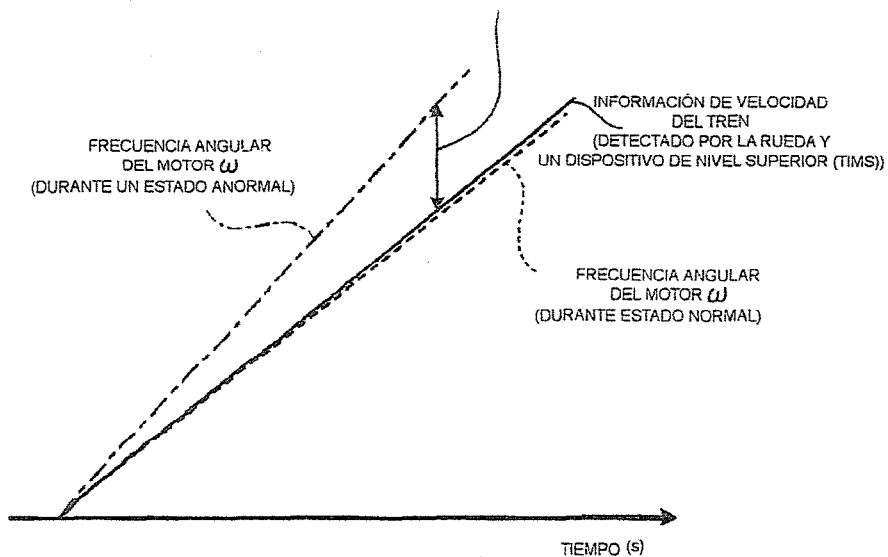


FIG.4

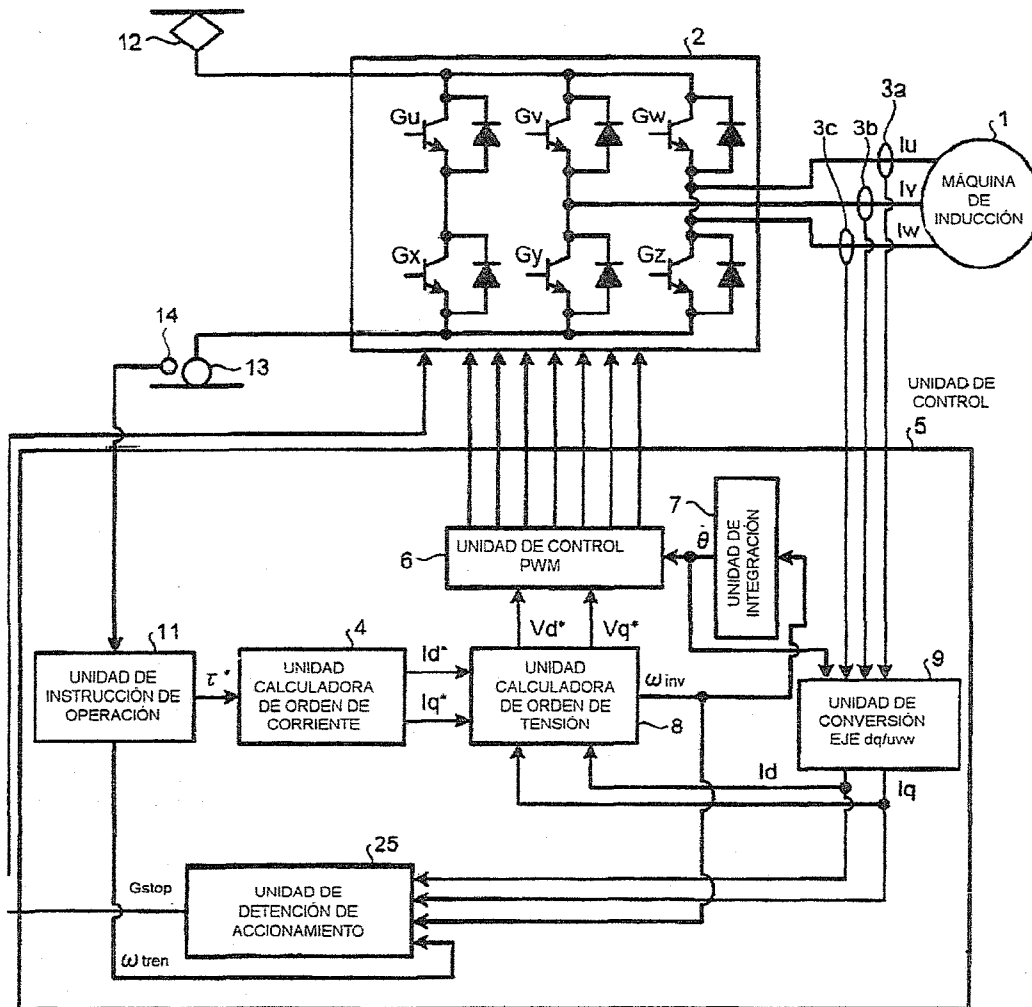


FIG.5

