

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 967**

51 Int. Cl.:

**H02P 21/00** (2006.01)

**H02P 5/46** (2006.01)

**B60L 15/02** (2006.01)

**G01R 31/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2005 E 05727629 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **02.01.2008 EP 1873002**

54 Título: **Dispositivo de control de coche eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.02.2013**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA (100.0%)  
7-3, MARUNOUCHI 2-CHOME CHIYODA-KU  
TOKYO 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

**MARUYAMA, TAKAFUMI y  
NEGORO, HIDETO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 394 967 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 control de coche eléctrico.

5 Campo técnico.

La presente invención se refiere a un dispositivo de control de un vehículo eléctrico, y más particularmente, a un dispositivo de control de vehículo eléctrico que tiene una función de detectar la desconexión de un cable de motor que suministra una energía en corriente alterna a un motor de inducción desde un dispositivo inversor.

10 Antecedentes de la técnica anterior.

Un sistema de detección de fase abierta de un dispositivo convencional de control de vehículo obtiene los valores medios  $I_u$ ,  $I_v$ , y  $I_w$  de las respectivas intensidades de corriente de fase de una intensidad en corriente alterna trifásica que se descarga como salida mediante el dispositivo inversor, halla los valores  $I_o = (I_u + I_v + I_w) / 3$  que resultan de un promedio adicional de los valores medios de estas respectivas intensidades de corriente de fase, y detecta una fase abierta cuando las diferencias  $[I_u - I_o]$ ,  $[I_v - I_o]$ , y  $[I_w - I_o]$  entre los valores medios de las respectivas intensidades de corriente de fase y el valor promediado adicional exceden de un valor de referencia.

20 Documento de patente 1: JP 06-245301 A  
 Documento de patente 2: JP 2005006369  
 Documento de patente 3: JP 20044274845  
 Documento de patente 4: JP 56166797  
 Documento de patente 5: JP06311783

25 Exposición de la Invención.

Problemas a solucionar por la Invención.

En el dispositivo de control convencional de un vehículo eléctrico anteriormente mencionado, en el caso de un sistema en el que una pluralidad de, por ejemplo, cuatro motores de inducción estén conectados en paralelo entre sí y accionados por un dispositivo inversor con control vectorial, se plantea un problema tal que no se puede detectar un estado en el que solamente una fase de un motor de inducción entre los cuatro motores de inducción esté desconectada.. Esto se debe a que una intensidad de corriente del motor de inducción se controla a una alta velocidad por el control vectorial, con el resultado de que las respectivas intensidades medias de corriente de fase de los cuatro motores de inducción no varían incluso si una fase de un motor de inducción está desconectada, y por tanto las diferencias  $[I_u - I_o]$ ,  $[I_v - I_o]$ , e  $[I_w - I_o]$  no exceden del valor de referencia.

35 La presente invención se ha realizado para solucionar el problema anteriormente indicado, y por tanto un objeto de la presente invención es proveer un dispositivo de control de vehículo eléctrico que es capaz de detectar incluso un estado en el que solamente una fase de un motor de inducción esté desconectada en un sistema en donde una pluralidad de motores de inducción estén conectados en paralelo entre sí y accionados por un dispositivo inversor de control vectorial.

Medios para solucionar los problemas.

La presente invención, según se ha especificado en la reivindicación 1, provee un dispositivo de control de vehículo eléctrico que controla vectorialmente a un motor de inducción mediante un dispositivo inversor, cuyo dispositivo de control de vehículo eléctrico incluye: una unidad de control vectorial para calcular la intensidad de corriente  $I_{1q}$  en el eje q, una intensidad de corriente  $I_{1d}$  en el eje d, una orden de tensión  $E_{1qr}$  en el eje q, una orden de tensión  $E_{1dr}$  en el eje d, y una frecuencia angular  $\omega_{inv}$  de inversor del motor de inducción, una unidad de cálculo de par para calcular el par del motor de inducción basándose en la intensidad de corriente  $I_{1q}$  en el eje q, en la intensidad de corriente de  $I_{1d}$  en el eje d, EGB, en la orden de tensión  $E_{1qr}$  en el eje q, en la orden de tensión  $E_{1dr}$  en el eje d, y en la frecuencia angular  $\omega_{inv}$  de inversor; una unidad de cálculo de anchura de la variación de par para calcular la anchura de la variación de par a partir de un valor máximo y un valor mínimo de resultado de cálculo de par en una anchura de tiempo predeterminada basándose en el resultado del cálculo de par que es calculado por la unidad de cálculo de par; y un comparador para comparar la anchura de variación de par que es calculada por la unidad de cálculo de anchura variación de par con un valor de referencia predeterminado de variación de par para entregar como salida una señal de detección de desconexión cuando la anchura de variación de par exceda del valor de referencia de la anchura de variación de par.

Efecto de la Invención.

Según la presente invención, se presta atención al hecho de que el par del motor de inducción se calcula basándose en la intensidad de corriente  $I_{1q}$  en el eje q, intensidad de corriente  $I_{1d}$  en el eje d, orden de tensión  $E_{1qr}$  en el eje q, orden de tensión  $E_{1dr}$  en el eje d, y frecuencia angular  $\omega_{inv}$  de inversor, que se obtienen mediante la unidad de control vectorial, y el resultado del cálculo de par varía cuando solamente una fase del motor de inducción esté desconectada en un sistema en el que una pluralidad de motores de inducción están conectados en paralelo entre sí y accionados por un dispositivo de inversor de control vectorial, y una anchura de variación de par y un valor de referencia de variación de par se comparan entre sí para detectar la desconexión. Como resultado, se puede

detectar el estado en el que solamente una fase de un motor de inducción esté desconectada en el sistema en donde una pluralidad de motores de inducción están conectados en paralelo entre sí y accionados por un dispositivo inversor con control vectorial.

5 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un esquema estructural que muestra un dispositivo de control de vehículo eléctrico según una primera realización de la presente invención.

10 La figura 2 es un diagrama explicativo que muestra las formas de onda de las respectivas intensidades de corriente de fase y resultados del cálculo de par en el dispositivo de control de vehículo eléctrico en un estado normal según la primera realización de la presente invención.

La figura 3 muestra las formas de onda de la respectiva intensidad de corriente de fase y resultados de los cálculos de par en un estado en el que una fase W de un motor de inducción está desconectada en el dispositivo de control de motor eléctrico según la primera realización de la presente invención.

15 La figura 4 es un diagrama explicativo que muestra un estado en el que una fase W de un motor de inducción está desconectada en el dispositivo de control de vehículo eléctrico según la primera realización de la presente invención.

Modo óptimo para llevar a cabo la Invención.

20 Primera realización.

La figura 1 muestra un dispositivo de control de vehículo eléctrico según una primera realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 1, un dispositivo inversor 1 está conectado con cuatro motores de inducción 3 a, 3b, 3c y 3d. Estos cuatro motores de inducción 3 a, 3b, 3c y 3d están conectados en paralelo con el dispositivo inversor 1, y controlados vectorialmente por el dispositivo inversor 1. El dispositivo inversor 1 está conectado con una unidad de control vectorial 2, y el dispositivo inversor 1 conmuta sobre un elemento de conmutación (no mostrado) que está instalado en el interior del dispositivo inversor 1 de acuerdo con una señal de puerta que es descargada como salida desde la unidad de control vectorial 2, para de ese modo suministrar una energía eléctrica a los cuatro motores de inducción 3 a, 3b, 3c y 3d que están conectados en paralelo con el dispositivo inversor 1. Las respectivas intensidades de corriente  $I_u$ ,  $I_v$  e  $I_w$  de fase que se descargan como salida desde el dispositivo inversor 1 son detectadas por los detectores CT 4 a, 4b, y 4c de intensidad de corriente de fase, y luego se introducen como entrada a la unidad de control vectorial 2. Una intensidad de corriente  $I_{1q}$  de eje q, una intensidad de corriente  $I_{1d}$  de eje d, una orden de tensión  $E_{1qr}$  de eje q, una orden de tensión  $E_{1dr}$  de eje d, y una frecuencia angular  $\omega_{inv}$  de inversor del motor de inducción, que se obtienen en un proceso de un cálculo de control vectorial que se implementa mediante la unidad de control vectorial 2, se introducen como entrada a una unidad 5 de cálculo de par desde la unidad de control vectorial 2. Un resultado  $T_{qcal}$  de cálculo de par se calcula en la unidad 5 de cálculo de par basándose en dichos valores introducidos como entrada. El resultado  $T_{qcal}$  de cálculo de par que se ha calculado por la unidad 5 de cálculo de par se introduce como entrada a una unidad 6 de cálculo de anchura de variación de par. Una anchura  $\Delta T_{qcal}$  de variación de par que se ha calculado en la unidad 6 de cálculo de anchura de variación de par se introduce como entrada a un comparador 7. En el comparador 7, un valor de referencia  $\Delta T_{qref}$  de anchura de variación de par predeterminado y una anchura  $\Delta T_{qcal}$  de variación de par se comparan entre sí, y se descarga como salida una señal de detección de desconexión a la unidad de control vectorial 2 basándose en un resultado de la comparación.

45 A continuación se describe el funcionamiento de la invención. En la unidad 5 de cálculo de par, el cálculo de las siguientes expresiones (Ejemplo 1) a (Ejemplo 5) se implementa basándose en la intensidad de corriente  $I_{1q}$  de eje q, intensidad de corriente  $I_{1d}$  de eje d, orden de tensión  $E_{1qr}$  de eje q, orden de tensión  $E_{1dr}$  de eje d, y frecuencia angular  $\omega_{inv}$  de inversor, que se han introducido como entrada desde la unidad de control vectorial 2, para obtener de ese modo el resultado  $T_{qcal}$  del cálculo de par.

50 El cálculo de los flujos magnéticos primarios  $\Phi_{1d}$  y  $\Phi_{1q}$  de eje d y de eje q del motor de inducción se realiza de la manera siguiente:

$$\Phi_{1d} = (E_{1qr} - R_1 \cdot I_{1q} - s\Phi_{1q}) / \omega_{inv} \quad (\text{Ejemplo 1})$$

55 
$$\Phi_{1q} = (-E_{1dr} + R_1 \cdot I_{1d} + s\Phi_{1d}) / \omega_{inv} \quad (\text{Ejemplo 2})$$

El cálculo de las intensidades de corriente secundarias  $I_{2d}$  e  $I_{2q}$  del eje d y del eje q del motor de inducción se realiza del modo siguiente:

60 
$$I_{2d} = (\Phi_{1d} - L_1 \cdot I_{1d}) / M \quad (\text{Ejemplo 3})$$

$$I_{2q} = (\Phi_{1q} - L_1 \cdot I_{1q}) / M \quad (\text{Ejemplo 4})$$

65 El cálculo del par  $T_{qcal}$  del motor de inducción se realiza como sigue:

# ES 2 394 967 T3

$$T_{qcal} = pM (I1q.I2d - I1d.I2q) \quad (\text{Ejemplo 5})$$

5 En las expresiones anteriores, R1 es una resistencia primaria del motor de inducción, s es un operador diferencial, L1 es una autoinductancia primaria del motor de inducción, M es una inductancia mutua del motor de inducción, y p es un logaritmo polar de motor de inducción. Como el par se ha calculado por medio de los ejemplos 1 a 5 según se ha expresado anteriormente, es posible calcular con precisión un par en un breve tiempo.

10 La figura 2 muestra un ejemplo de formas de onda de las respectivas intensidades de corriente de Iu, Iv e Iw, y el resultado Tqcal de cálculo de par en un estado normal donde no hay desconexión de los respectivos hilos de fase entre los motores de inducción 3 a, 3b, 3c y 3d que están conectados en paralelo con el dispositivo inversor 1. En la unidad 6 de cálculo de anchura de variación de par, se obtienen el valor máximo y el valor mínimo del resultado Tqcal de cálculo de par en una anchura de tiempo determinada Tw (correspondiente a Tw1, Tw2, y Tw3 de la figura 2) para calcular la anchura ΔTqcal de variación de par dentro de la anchura de tiempo Tw. Por ejemplo, cuando se asume que el valor máximo de los resultados de cálculo de par dentro de la anchura de tiempo Tw1 de la figura 2 es Tqmax, y que el valor mínimo de los resultados de cálculo de par dentro de Tw1 es Tqmin, la anchura de variación de par dentro de Tw1 se calcula con ΔTcal = Tqmax – Tqmin.

20 La anchura ΔTqcal de variación de par que se ha calculado mediante la unidad 6 de cálculo de anchura de variación de par se compara con un valor de referencia ΔTqref de anchura de variación de par mediante el comparador 7 para entregar como salida una señal de detección de desconexión según la siguiente tabla lógica.

(Tabla 1)

Expresión lógica	Señal de detección de desconexión
$[\Delta T_{qcal}] \leq \Delta T_{qref}$	0 (no desconectada)
$[\Delta T_{qcal}] \geq \Delta T_{qref}$	1 (Desconectada)

25 En un estado mostrado por la figura 2, como la anchura ΔTqcal de variación de par es menor que el valor de referencia ΔTqref de anchura de variación de par, y la señal de detección de desconexión es "0" como se muestra en la tabla lógica anterior, se introduce como entrada una señal de puerta que se determina de acuerdo con el resultado del control vectorial al dispositivo inversor 1 desde la unidad de control vectorial 2.

30 Sin embargo, se dará una descripción de un caso en el que un hilo de la fase W del motor de inducción 3a está desconectado entre los hilos de fase respectivos entre los motores de inducción 3 a, 3b, 3c 3d que están conectados en paralelo con el dispositivo inversor 1 por ejemplo, como se muestra en la figura 4, en la estructura de la figura 1. La figura 3 muestra un ejemplo de formas de onda de las respectivas intensidades de corriente Iu, Iv e Iw, y el resultado Tqcal de cálculo de par en este caso.

35 Como resulta aparente a partir de la figura 3, las formas de onda de las respectivas intensidades de fase Iu, Iv y Iw apenas varían con respecto a las formas de onda en un tiempo normal mostradas en la figura dos, pero el resultado Tqcal de cálculo de par varía con una frecuencia que es el doble de la frecuencia de las respectivas intensidades de fase. Asimismo, como el valor absoluto de la anchura ΔTqcal de variación de par llega a ser mayor que el valor de referencia ΔTqref de anchura de variación de par, la señal de detección de desconexión se convierten en "1" como se muestra en la tabla lógica anterior. Tras la introducción como entrada de la señal "1" de detección de desconexión, la unidad de control vectorial detiene la señal de puerta, y suspende el suministro de una energía eléctrica a los motores de inducción 3 a, 3b, 3c y 3d del dispositivo inversor 1.

40 El procesamiento de la unidad de control vectorial 2, unidad 5 de cálculo de par, unidad 6 de cálculo de la anchura de variación de par y comparador 7 se implementan normalmente por medio de un cálculo digital mediante un microordenador o un procesador de señal digital.

45 Según se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, se presta atención al hecho de que el par del motor de inducción se calcula basándose en la intensidad de corriente I1q del eje q, la intensidad de corriente I1d del eje d, orden de tensión E1qr del eje q, orden de tensión E1dr del eje d, y frecuencia angular ωinv de inversor, que se obtiene mediante la unidad de control vectorial, y los resultados de los cálculos de par varían cuando solamente una fase del motor esté desconectada en un sistema en el que una pluralidad de motores de inducción están conectados en paralelo entre sí y accionados por un dispositivo inversor con control vectorial, y la anchura de variación de par y el valor de referencia de la variación de par se comparan entre sí para detectar la desconexión. Como resultado, se puede detectar incluso el estado en que solamente una fase de un motor de inducción esté desconectada en el sistema donde una pluralidad de motores de inducción están conectados en paralelo entre sí y accionados por un dispositivo inversor controlado vectorialmente.

60

Asimismo, según la presente invención, dado que el resultado del cálculo de par varía ampliamente incluso en un estado en el que no existe señal de puerta o aún en un estado donde se desconecte la salida del dispositivo inversor, es posible detectar estas anomalías.

5 En la descripción anterior, el número de motores de inducción es de cuatro, pero la presente invención no se limita al caso anterior, y el número de motores de inducción podría ser 1, 2, 3, 4, 5, 6 u otros. Asimismo, en las figuras 1 y 4, las respectivas detecciones CT de intensidad de corriente de fase se han provisto para tres fases, pero la presente invención no se limita a este caso, y, por ejemplo, solamente podrían proveerse las detecciones CT 4a y 4b para detectar  $I_u$  y  $I_v$ . En este caso,  $I_w$  se calcula como  $I_w = -(I_u + I_v)$  mediante la unidad de control vectorial 2.

10 Asimismo, la anchura  $T_w$  de tiempo cuando se calcula la anchura de variación del par de par puede ser cualquier anchura de tiempo apropiada, pero se podía determinar de la manera siguiente. Como se ve evidentemente a partir de la figura 3, la frecuencia de variación del resultado  $T_{qcal}$  del cálculo de par es el doble de la frecuencia de la intensidad de corriente de fase. Teniendo este hecho en consideración, la anchura de tiempo  $T_w$  cuando se calcula la anchura de variación de par se configura para que sea más de la mitad del ciclo de la intensidad de corriente  
15 fuentes fase el momento del cálculo. Con la configuración anterior, como la anchura  $T_w$  de tiempo es siempre igual o mayor que el ciclo de variación de par, se puede calcular con precisión la anchura  $\Delta T_{qcal}$  de variación de par.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.Un dispositivo de control de vehículo eléctrico, que controla vectorialmente un motor de inducción (3 a, 3b, 3c y 3d) mediante un dispositivo inversor (1), cuyo dispositivo de control de vehículo eléctrico comprende:
- 10 una unidad de control vectorial (2) para calcular una intensidad de corriente  $I_{1q}$  en el eje q, una intensidad de corriente  $I_{1d}$  en el eje d, una orden de tensión  $E_{1qr}$  en el eje q, una orden de tensión  $E_{1dr}$  en el eje d, y una frecuencia angular  $\omega_{inv}$  de inversor del motor de inducción (3 a, 3b, 3c, 3d); y
- 15 una unidad de cálculo de par (5) para calcular el par del motor de inducción (3 a, 3b, 3c, 3d) basándose en la intensidad de corriente  $I_{1q}$  en el eje q, intensidad de corriente  $I_{1d}$  en el eje d, orden de tensión  $E_{1qr}$  en el eje q, orden de tensión  $E_{1dr}$  en el eje d, y en la frecuencia angular  $\omega_{inv}$  de inversor; caracterizado porque comprende.
- 20 una unidad (6) de cálculo de la anchura de variación de par para calcular la anchura de variación  $\Delta T_{qcal} = T_{qmax} - T_{qmin}$  a partir de un valor máximo  $T_{qmax}$  y de un valor mínimo  $T_{qmin}$  de un resultado del cálculo de par en una anchura de tiempo predeterminada ( $T_w, T_{w1}, T_{w2}, T_{w3}$ ) basándose en el resultado del cálculo de par que se calcula mediante de la unidad (5) de cálculo del par; y un comparador (7) para comparar la anchura de variación de par que se calcula mediante la unidad (6) de cálculo de anchura de variación de par con un valor de referencia predeterminado  $\Delta T_{qref}$  de anchura de variación de par para entregar como salida una señal de detección de desconexión cuando la anchura de variación de par excede al valor de referencia  $\Delta T_{qref}$  de anchura de variación de par.
- 25 2. Un dispositivo de control de vehículo eléctrico según la reivindicación 1, en donde la anchura de tiempo predeterminada en la unidad (6) de cálculo de anchura de la variación de par se configura para que sea la mitad o más, de un ciclo de una intensidad de corriente de fase.
- 30 3. Un dispositivo de control de vehículo eléctrico según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la unidad (5) de cálculo de par calcula los flujos magnéticos primarios en el eje d y en el eje q y las corrientes secundarias en el eje d y en el eje q del motor de inducción (3 a, 3b, 3c, 3d) basándose en la intensidad de corriente  $I_{1q}$  del eje q, la intensidad de corriente  $I_{1d}$  del eje d, la orden de tensión  $E_{1qr}$  en el eje q, la orden de tensión  $E_{1dr}$  en el eje q, y la frecuencia angular  $\omega_{inv}$  de inversor para calcular el par a partir de los flujos magnéticos primarios en el eje d y en el eje q y de las intensidades de corriente secundarias en el eje d y en el eje q.

FIG. 1

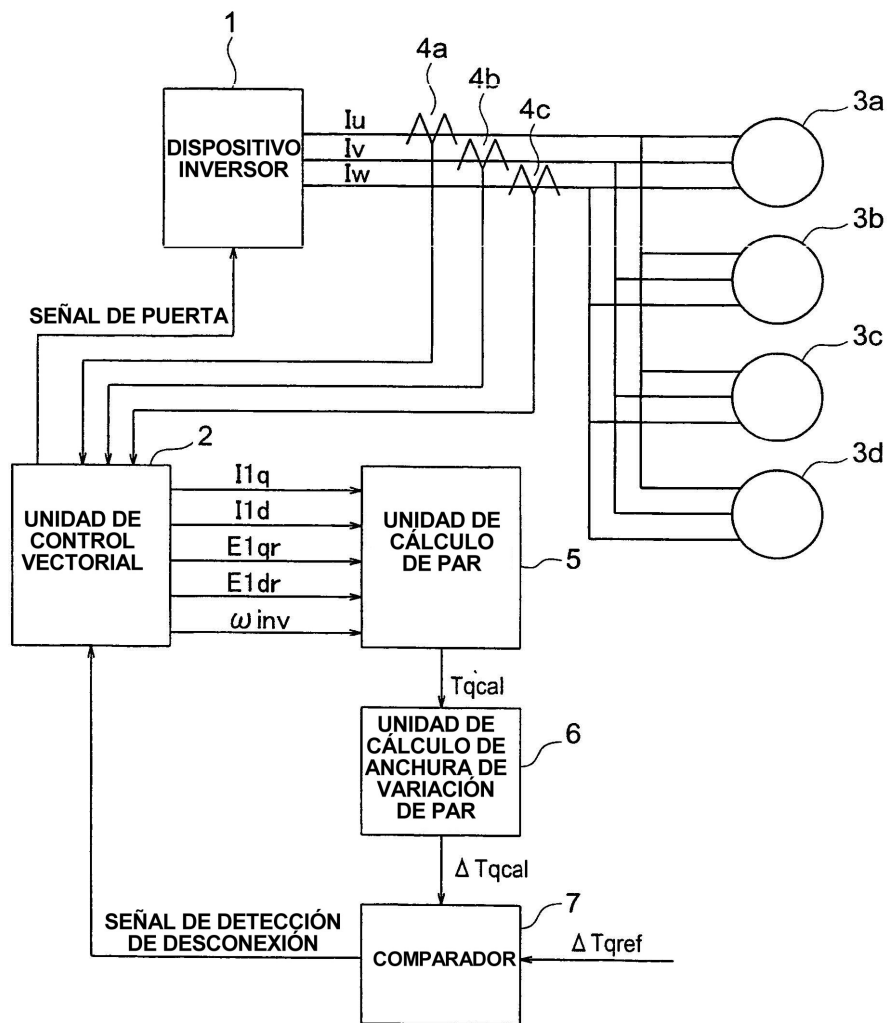


FIG. 2

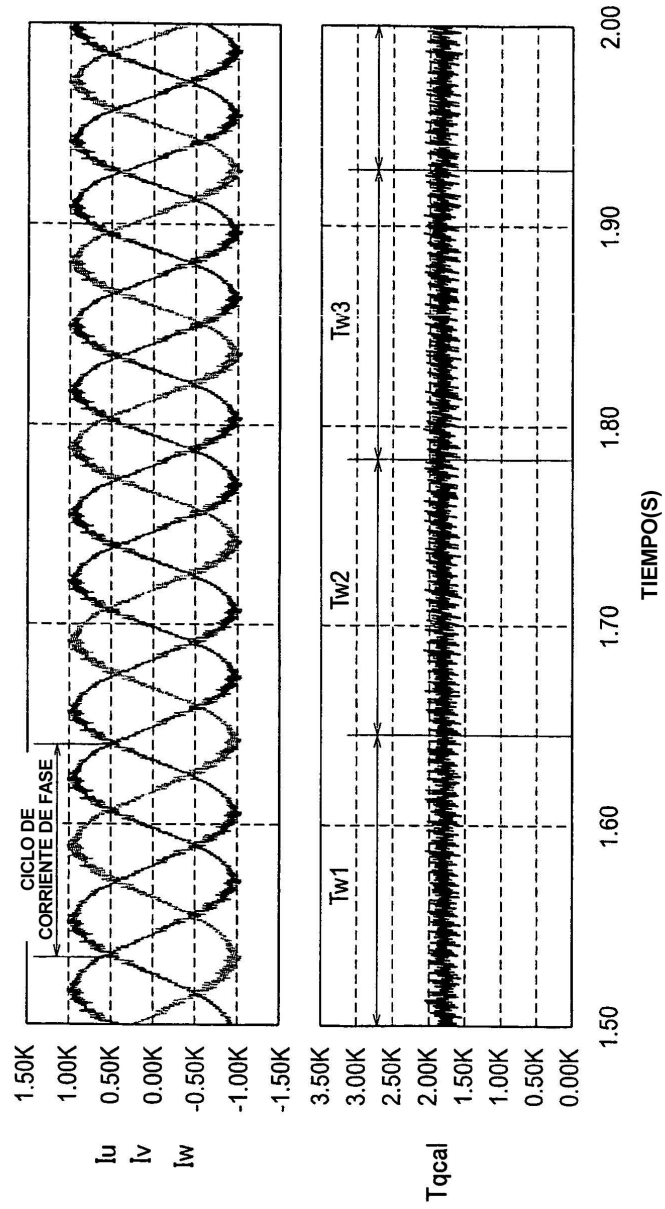




FIG. 3

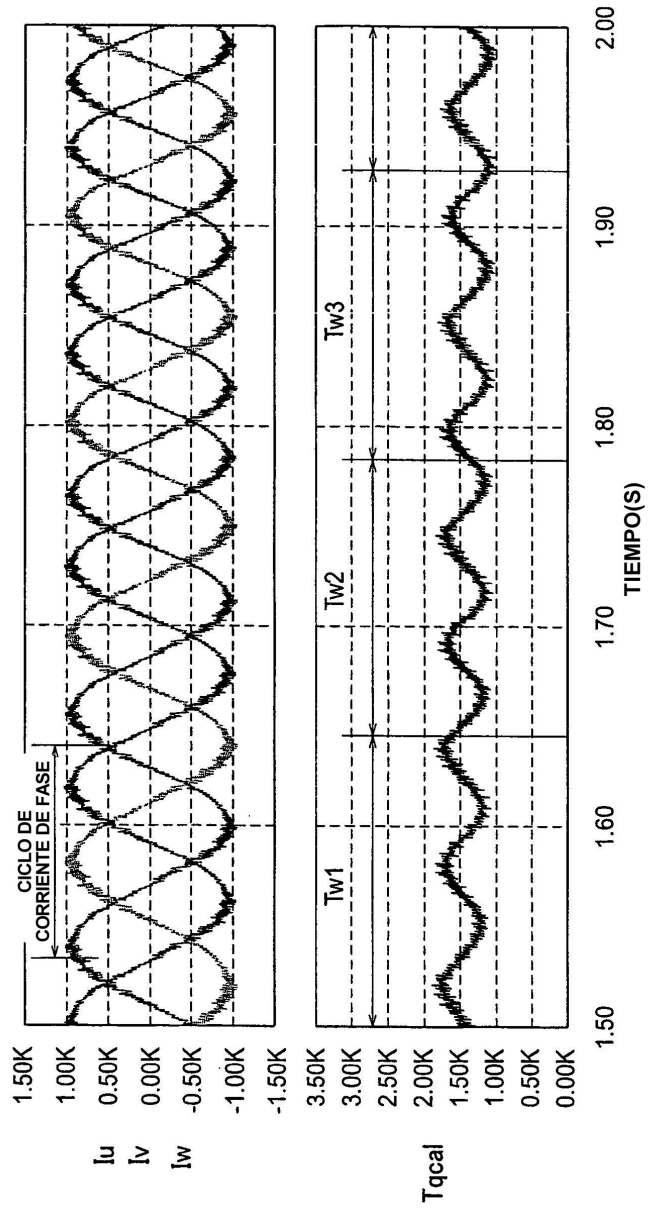


FIG. 4

