

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 640**

51 Int. Cl.:

H02P 27/06 (2006.01)

H02P 27/08 (2006.01)

H02P 21/00 (2006.01)

H02P 6/00 (2006.01)

H02M 7/5387 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2002 E 02800277 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 1432113**

54 Título: **Procedimiento para la detección de la corriente de fase, procedimiento de control de inversor, procedimiento de control de motor y aparatos utilizados en estos procedimientos**

30 Prioridad:

29.09.2001 JP 2001338622

25.03.2002 JP 2002084522

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

12.12.2013

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
UMEDA CENTER BUILDING, 4-12, NAKAZAKI-
NISHI 2-CHOME, KITA-KU
OSAKA-SHI, OSAKA 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**MAEDA, TOSHIYUKI y
TANIGUCHI, TOMOISA**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 433 640 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

Procedimiento para la detección de la corriente de fase, procedimiento de control de inversor, procedimiento de control de motor y aparatos utilizados en estos procedimientos

SECTOR TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de detección de corriente de fase, a un procedimiento de control de inversor, a un procedimiento de control de motor y a aparatos para llevar a cabo estos procedimientos. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento para la detección de corriente de fase, a un procedimiento para el control de un inversor, a un procedimiento de control de un motor y a aparatos para llevar a cabo estos procedimientos, que están incluidos en un aparato de control de un motor, para controlar un motor
10 suministrándole las salidas de un inversor PWM al motor y que son adecuados para detectar la corriente de fase del motor basándose en una corriente de enlace CC y a un modelo de vector a aplicar y para llevar a cabo control de corriente o control de posición sin detector.

TÉCNICA RELACIONADA

15 Con anterioridad, se ha procedido de modo general de forma que las corrientes de fase de un motor son detectadas, a efectos de llevar a cabo el control de la corriente, en un aparato de control de un motor para controlar un motor, suministrándole las salidas de un inversor PWM al motor.

Para detectar corrientes de fase de un motor, se han propuesto los siguientes procedimientos:

(1) Procedimiento de detección de corriente de fase utilizando un transformador de corriente CC; y

20 (2) Procedimiento para la detección de la corriente de fase basándose en el voltaje entre terminales de una resistencia en derivación.

Aparece una desventaja por el hecho de que se incrementa el coste del aparato de control del motor de modo global, puesto que el transformador de corriente CC es caro, cuando se utiliza el procedimiento (1).

25 Cuando se utiliza el procedimiento (2), la amplitud del impulso resulta extremadamente reducida, dependiendo de la situación de control, de manera que el error de medición de la corriente de fase se hace importante. Por lo tanto, se lleva a cabo restricción en la amplitud del impulso, de manera que la amplitud del impulso no resulta más estrecha, en cierto grado. Cuando se lleva a cabo esta medida, aparecen desventajas por el hecho de que se distorsiona la forma de la onda de la corriente y es imposible detectar la corriente de fase en el momento del arranque del motor. De manera específica, cuando se detecta la corriente de fase basándose en la entrada de inversor, tal como se muestra en la publicación "Method For Detecting Three Phase Output Current Of PWM Inverter At DC Side" por
30 Tanizawa y otros, IEA-94-17 (a la que se hará referencia a continuación como documento citado), la amplitud del impulso se hace estrecha en una parte en la que las salidas de voltaje de fase son adyacentes, de manera que se presentan desventajas por el hecho de que se genera un error importante en la detección de la corriente de fase y que resulta imposible detectar la corriente de fase. Por lo tanto, se han considerado medidas en el sentido de que PWM se deforma en una parte en la que la amplitud del impulso se hace más estrecha a efectos de no emitir
35 impulsos que tienen una amplitud de impulso estrecha. No obstante, aparece una desventaja por el hecho de que la forma de onda de la corriente es distorsionada debido a la deformación de PWM.

Cuando el voltaje es extremadamente bajo, tal como en una velocidad de rotación baja, la parte en la que el impulso tiene una anchura reducida se amplía, y se genera de manera continua con respecto a una parte como centro, en la que los voltajes de fase son adyacentes.

40 Procedimientos para determinar la corriente de fase de un inversor PWM para un motor trifásico se describen en el documento "Single current sensor technique in the DC link of 3-phase PWM-VS inverters: A review and a novel solution", IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, Vol. 33, No. 5, (1997). En un método, el ciclo de trabajo dentro de un periodo de conmutación de un vector de voltaje aplicado originalmente es reducido y se introducen dos ciclos de trabajo de igual duración. En cada uno de los ciclos de trabajo nuevamente introducidos se
45 aplica un vector de diferente voltaje. El vector de voltaje compuesto por estos dos vectores de voltaje corresponde al vector de voltaje aplicado originalmente. Como resultado, no se introduce error de voltaje dentro de un periodo de conmutación como promedio.

OBJETO DE LA INVENCION

50 La presente invención ha sido llevada a cabo teniendo en cuenta los anteriores problemas. La presente invención soluciona los problemas anteriormente indicados mediante un procedimiento, según la reivindicación 1, y un aparato,

según la reivindicación 6. Se definen realizaciones preferentes adicionalmente en las reivindicaciones dependientes. Se explican a continuación ejemplos útiles para la comprensión de la presente invención.

5 Es un objetivo de la presente invención dar a conocer un procedimiento de detección de la corriente de fase, un procedimiento de control de un inversor, un procedimiento de control de un motor y aparatos para llevar a cabo estos procedimientos que puede llevar a cabo una reducción de los costes, pueden detectar corriente de fase con estabilidad en un momento de tiempo deseado y que reducen notablemente la distorsión de la forma de onda de voltaje.

10 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 1 es un procedimiento que detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente de enlace CC y una forma del vector a aplicar, y que restringe la amplitud mínima de impulso, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control de un motor para el control de un motor al suministrar las salidas de un inversor PWM al motor, comprendiendo el procedimiento la etapa de ajustar el voltaje a aplicar por adición de voltaje positivo o inverso como respuesta al hecho de que la potencia deseada tiene un valor reducido.

15 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 2 es un procedimiento que detecta la corriente de fase de un motor basándose en la corriente de un enlace CC y una forma de vector a aplicar y que restringe la amplitud mínima del impulso, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor al suministrar salidas de un inversor PWM al motor, cuyo procedimiento comprende la etapa de ajustar el voltaje a aplicar al variar el intervalo de aplicación de impulso como respuesta al hecho de que la potencia deseada tiene un valor pequeño.

20 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 3 es un procedimiento que detecta la corriente de un enlace CC y calcula la corriente de fase de un motor, cuyo procedimiento está incluido en el aparato de control de un motor para el control de un motor al suministrar al mismo las salidas de un inversor PWM, cuyo procedimiento comprende las etapas de evaluar si la dirección de corriente es posible o no durante el tiempo muerto; y llevar a cabo detección de la corriente en respuesta al resultado de la evaluación que representa que dicha detección de la corriente es posible.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 4 es un procedimiento que muestrea la corriente en el centro de un periodo cuando se observa la correspondiente corriente a un vector de voltaje a través de una resistencia en derivación.

30 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 5 es un procedimiento que muestrea la corriente en el centro de un periodo cuando se emite el vector de voltaje.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 6 es un procedimiento que muestrea la corriente en el centro de un periodo que es un periodo obtenido por eliminación de un periodo para que el hardware se haga estable empezando en el periodo cuando una correspondiente corriente al vector de voltaje es observada con intermedio de una resistencia en derivación, desde el periodo cuando una corriente correspondiente a un vector de voltaje es observada a través de la resistencia en derivación.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 7 es un procedimiento que muestrea la corriente en un momento que ha pasado un tiempo de respuesta desde el inicio del periodo como respuesta al hecho de que el muestreo en el centro del periodo es imposible debido a la restricción del tiempo de respuesta.

40 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 8 es un procedimiento que detecta una corriente de fase de un motor, basándose en la corriente de un enlace CC y un modelo de vector a aplicar, cuyo método está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor al suministrar salidas de un inversor PWM al motor, comprendiendo el procedimiento la etapa de estimar la corriente de los valores de corriente anteriores en respuesta al hecho de que un vector de voltaje aplicado es demasiado corto para medir la corriente.

45 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 9 es un procedimiento que detecta una corriente de fase de un motor basándose en una corriente de enlace CC y un modelo de vector a aplicar, cuyo método está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor suministrando salidas de un inversor PWM al motor, comprendiendo el procedimiento la etapa de estimar un valor de corriente en un momento de tiempo deseado, corrigiendo el valor de detección de corriente utilizando un valor de estimación de corriente generado a partir de valores pasados de detección de corriente.

50 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 10 es un procedimiento que corrige el valor de detección de corriente al añadir una corriente de error al valor de corriente estimado en el momento de tiempo deseado.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 11 es un procedimiento que corrige el valor de detección de corriente al operar un error de amplitud de la corriente de error y añadiendo el error de amplitud a la corriente estimada del momento de tiempo deseado.

5 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 12 es un procedimiento que estima el valor de la corriente utilizando el procedimiento de la reivindicación 11 o el procedimiento de la reivindicación 10, como respuesta a la dimensión de la amplitud.

10 Un procedimiento de control de un inversor del ejemplo 13 es un procedimiento que detecta una corriente de fase de un motor, basándose en una corriente de enlace CC y una forma de vector a aplicar, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor al suministrar al motor las salidas de un inversor PWM y que lleva a cabo el control de la corriente o el control sin detector de posición, cuyo procedimiento comprende la etapa de llevar a cabo el control utilizando los valores de medición de la corriente en dos momentos de tiempo de medición dentro de un intervalo de portadora.

15 Un aparato para la detección de la corriente de fase del ejemplo 14 es un aparato que detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente de un enlace CC y un modelo de un vector a aplicar y que restringe la anchura mínima del impulso, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor suministrando salidas de un inversor PWM al motor, cuyo aparato comprende medios de ajuste para ajustar el voltaje a aplicar añadiendo voltaje positivo o inverso como respuesta al hecho de que la potencia deseada tiene un valor reducido.

20 Un aparato para la detección de la corriente de fase del ejemplo 15 es un aparato que detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente de un enlace CC y un modelo de un vector a aplicar y que restringe la anchura mínima del impulso, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor suministrando salidas de un inversor PWM al motor, cuyo aparato comprende medios de ajuste para ajustar el voltaje a aplicar variando el intervalo de aplicación de impulso como respuesta al hecho de que la potencia deseada tiene un valor reducido.

25 Un aparato para la detección de la corriente de fase del ejemplo 16 es un aparato que detecta la corriente de un enlace CC y calcula la corriente de fase de un motor, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor suministrando al motor las salidas de un inversor PWM, cuyo aparato comprende medios para la detección de corriente para evaluar si la detección de la corriente es posible o no durante el tiempo muerto y para llevar a cabo detección de la corriente como respuesta al resultado de la evaluación, representando
30 que es posible la detección de la corriente.

Un aparato para la detección de la corriente de fase del ejemplo 17 es un aparato que utiliza medios para muestrear la corriente en el centro de un periodo cuando la corriente correspondiente a un vector de voltaje es observada a través de una resistencia en derivación como medio de detección de la corriente.

35 Un aparato para la detección de la corriente de fase del ejemplo 18 es un aparato que utiliza medios para muestrear la corriente en el centro de un periodo cuando se emite un vector de voltaje como medio de detección de la corriente.

40 Un aparato para la detección de la corriente de fase del ejemplo 19 es un aparato que utiliza medios para muestrear la corriente en el centro de un periodo que es un periodo obtenido al eliminar un periodo para que el hardware pase a ser estable empezando en el periodo en el que una corriente correspondiente a un vector de voltaje es observada a través de la resistencia en derivación, desde el periodo cuando la corriente que corresponde a un vector de voltaje es observada a través de una resistencia en derivación como medio de detección de corriente.

45 Un aparato para la detección de la corriente de fase del ejemplo 20 es un aparato que utiliza medios para muestrear la corriente en un momento de tiempo que ha pasado un tiempo de respuesta desde el inicio del periodo de respuesta con respecto al hecho de que el muestreo en el centro del periodo es imposible debido a la restricción del tiempo de respuesta como medio de detección corriente.

50 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 21 es un aparato que detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente de un enlace CC y un modelo de vector a aplicar, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor suministrando las salidas de un inversor PWM al motor, comprendiendo el aparato medios de estimación de la corriente para estimar un valor de corriente a partir de valores de corriente anteriores, como respuesta al hecho de que un vector de voltaje aplicado es demasiado corto para medir la corriente.

Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 22 es un aparato que detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente de un enlace CC y un modelo de vector a aplicar, cuyo aparato está incluido en un

aparato de control de motor para controlar un motor suministrando las salidas de un inversor PWM al motor, comprendiendo el aparato medios de estimación de la corriente para estimar un valor de corriente en un momento de tiempo deseado, corrigiendo un valor de detección de corriente utilizando un valor de estimación de corriente generado a partir de los valores de detección de corriente anteriores.

- 5 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 23 es un aparato que utiliza medios para corregir el valor de detección de corriente por adición de una corriente de error al valor de corriente estimado en el momento de tiempo deseado como medio de estimación de corriente.

- 10 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 24 es un aparato que utiliza medios para corregir el valor de detección de corriente llevando a cabo un error de amplitud a partir de la corriente de error y añadiendo el error de amplitud a la corriente estimada del periodo de tiempo deseado como medio de estimación de corriente.

- 15 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 25 es un aparato que utiliza medios para calcular un error de amplitud a partir de la corriente de error y para corregir el valor de la corriente de detección al añadir el error de amplitud a la corriente de estimación del momento de tiempo deseado, como respuesta al hecho de que la amplitud tiene un valor grande y para corregir el valor de detección corriente por adición de la corriente de error al valor de corriente de estimación del momento de tiempo deseado en respuesta del hecho de que la amplitud tiene un valor pequeño como medio de estimación de corriente.

- 20 Un aparato de control de inversor del ejemplo 26 es un aparato que detecta una corriente de fase de un motor basándose en una corriente de un enlace CC y una forma de vector a aplicar, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor al suministrar las salidas de un inversor PWM al motor y que lleva a cabo control de la corriente o control de posición sin sensor, cuyo aparato comprende medios de control para llevar a cabo el control utilizando los valores de medición de corriente en dos momentos de tiempo de medición dentro de un intervalo de portadora.

- 25 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 27 es un procedimiento que detecta una corriente de fase de un motor, basándose en la corriente de un enlace CC y un modelo de vector a aplicar, cuyo método está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor al suministrar salidas de un inversor PWM al motor, comprendiendo el procedimiento las etapas de estimar la dirección de la corriente en el momento de tiempo de detección de la corriente, y variar la amplitud mínima del impulso basándose en el resultado de la estimación.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 28 es un procedimiento que utiliza una amplitud de impulso de puerta como amplitud de impulso.

- 30 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 29 es un procedimiento que calcula un periodo cuando la corriente aparece en el enlace CC a partir de la dirección de flujo de la corriente y el modelo de vector a emitir y determina la amplitud del impulso de puerta de manera que el periodo calculado pasa a ser el periodo mínimo de salida del vector para una detección de corriente en el enlace CC.

- 35 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 30 es un procedimiento que estima el modelo de funcionamiento de conmutación para provocar la variación en el vector de salida y varía la amplitud mínima del impulso de puerta basándose en el resultado de la estimación.

- 40 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 31 es un procedimiento que determina un tiempo de respuesta en correspondencia con los dispositivos de conmutación que constituyen el inversor PWM y varía la amplitud mínima del impulso de puerta para corresponder con los dispositivos de conmutación que provocan la variación de la corriente.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 32 es un procedimiento que estima la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 33 es un procedimiento que estima la dirección de la corriente a partir de la secuencia de valores de la corriente.

- 45 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 34 es un procedimiento que cambia el proceso para la estimación de la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente y del proceso para la estimación de la dirección de la corriente a partir de la secuencia de los valores de la corriente en respuesta a la velocidad de rotación del motor.

- 50 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 35 es un procedimiento que aplica restricción de amplitud de impulso al periodo de salida del vector excluyendo el tiempo muerto en respuesta al hecho de que la corriente estimada se encuentra dentro del error de estimación de la corriente.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 36 es un procedimiento que desconecta uno de los dispositivos de conmutación que constituyen el inversor PWM durante un tiempo requerido para la detección de la corriente.

5 Un procedimiento de control de un motor del ejemplo 37 es un procedimiento que calcula un voltaje del motor a partir del voltaje del enlace CC y la amplitud del impulso de puerta, detecta una corriente de fase a partir de la corriente del enlace CC y el modelo de vector a aplicar y controla un motor basándose en el voltaje del motor calculado y la corriente de fase detectada, comprendiendo el procedimiento la fase de controlar el voltaje del enlace CC para que sea más alto o más bajo en respuesta a la situación de voltaje requerida por el motor más elevada o más baja, respectivamente.

10 Un procedimiento de control de un motor del ejemplo 38 es un procedimiento que disminuye el factor de potencia y eleva el voltaje de salida o la corriente de salida cuando la velocidad de rotación es más baja o la carga es más ligera.

15 Un procedimiento de control de un motor del ejemplo 39 es un procedimiento que calcula el modelo de conmutación del momento de tiempo de variación del voltaje a partir de la dirección de la corriente y el modelo del vector de salida, calcula el tiempo de retardo de los dispositivos basándose en el resultado del cálculo y corrige el voltaje del motor.

20 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 40 es un procedimiento que calcula la amplitud del impulso de puerta, de manera que la longitud del vector de voltaje de control y el periodo de salida del vector son iguales entre sí en respuesta al hecho de que el periodo de salida del vector es más largo que el periodo mínimo de salida del vector.

Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 41 es un procedimiento que conecta el convertidor para llevar a cabo la operación de conmutación en el inversor PWM en serie e impide la conmutación del convertidor y el inversor PWM en el momento de tiempo de detección de la corriente.

25 Un procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 42 es un procedimiento que detecta la corriente del convertidor y la corriente del inversor al proporcionar una sección de detección de corriente que se encuentra en serie con respecto al condensador de alisado en el enlace CC.

30 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 43 es un aparato que detecta una corriente de fase de un motor, basándose en una corriente de enlace CC y de un modelo de vector a aplicar, que restringe la amplitud mínima de impulso, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor al suministrar las salidas de un inversor PWM al motor, comprendiendo el aparato, medios de variación de la amplitud mínima de impulso para estimar la dirección de la corriente en el momento de detección de la corriente y para variar la amplitud mínima de impulso basándose en el resultado de la estimación.

35 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 44 es un aparato que utiliza medios para calcular el periodo cuando la corriente aparece en el enlace CC desde la dirección de flujo de la corriente y el modelo de vector a emitir y para determinación de la amplitud de impulso de puerta, de manera que el periodo calculado para a ser el periodo mínimo de salida del vector para detección de corriente en el enlace CC como medio de variación de la amplitud mínima de impulso.

40 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 45 es un aparato que utiliza medios para la estimación del modelo del accionamiento de la conmutación para provocar variación en el vector de salida y para variar la amplitud mínima de impulso de puerta basada en el resultado de la estimación como medio de variación de la amplitud mínimo del impulso.

45 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 46 es un aparato que utiliza medios para determinar un tiempo de respuesta en correspondencia con los dispositivos de conmutación que constituyen el inversor PWM y para variar la amplitud mínima del impulso de puerta para corresponder a los dispositivos de conmutación que provocan la variación de la corriente como medio de variación de la amplitud mínima de impulso.

Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 47 es un aparato que utiliza medios para estimar la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente como medio de variación de la amplitud mínima de impulso.

50 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 48 es un aparato que utiliza medios para estimar la dirección de la corriente a partir de la secuencia de valores de la corriente como medio de variación de la amplitud mínima de impulso.

Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 49 es un aparato que utiliza medios para cambiar el proceso para la estimación de la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente y el proceso para estimar la dirección de la corriente a partir de la secuencia de los valores de la corriente, en respuesta a la velocidad de rotación del motor como medio de variación de la amplitud mínima de impulso.

- 5 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 50 es un aparato que utiliza medios para aplicar restricción de la amplitud de impulso al periodo de salida del vector excluyendo el tiempo muerto, como respuesta al hecho de que la corriente estimada se encuentra dentro del error de estimación de corriente como medio de variación de la amplitud mínima de impulso.

- 10 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 51 es un aparato que utiliza medios para desconectar uno de los dispositivos de conmutación que constituyen el inversor PWM durante un tiempo requerido para la detección de la corriente como medio de variación de la amplitud mínima de impulso.

- 15 Un aparato para el control de un motor del ejemplo 52 es un aparato que calcula un voltaje del motor a partir del voltaje del enlace CC y la amplitud del impulso de puerta, detecta una corriente de fase a partir de la corriente del enlace CC y el modelo de vector a aplicar y controla un motor basándose en el voltaje del motor calculado y la corriente de fase detectada, comprendiendo el aparato medios de control del voltaje del motor para controlar el voltaje del enlace CC para que sea más alto o más bajo en respuesta a cualquier situación de voltaje requerida por el motor, más elevada o más baja, respectivamente.

- 20 Un aparato para el control de un motor del ejemplo 53 es un aparato que utiliza medios para disminuir el factor de potencia y elevar el voltaje de salida o la corriente de salida cuando la velocidad de rotación es más baja o la carga es más ligera, como medio de control del voltaje del motor.

Un aparato para el control de un motor del ejemplo 54 es un aparato que utiliza medios para calcular el modelo de conmutación del momento de tiempo de variación del voltaje a partir de la dirección de la corriente y el modelo del vector de salida, para calcular el tiempo de retardo de los dispositivos basándose en el resultado del cálculo y corrige el voltaje del motor, como medio de control del voltaje del motor.

- 25 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 55 es un aparato que utiliza medios para calcular la amplitud de impulso de puerta, de manera que la longitud del vector de voltaje de control y el periodo de salida del vector son iguales entre sí, como respuesta al hecho de que el periodo de salida del vector es más largo que el periodo mínimo de salida del vector como medio de variación de la amplitud mínima de impulso.

- 30 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 56 es un aparato que conecta el convertidor para llevara cabo la operación de conmutación al inversor PWM en serie y utiliza medios para impedir la conmutación del convertidor y del inversor PWM en el momento de tiempo de detección de la corriente como medio de control del inversor convertidor.

- 35 Un aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 57 es un aparato que proporciona una sección de detección de la corriente que se encuentra en serie con respecto al condensador de alisado en el enlace CC, de manera que se detectan la corriente del convertidor y la corriente del inversor.

- 40 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 1, y cuando el procedimiento detecta una corriente de fase de un motor, basándose en la corriente del enlace CC y el modelo del vector a aplicar y que restringe la amplitud mínima de impulso, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control del motor para controlar un motor para suministrar salidas desde un inversor PWM al motor, el procedimiento ajusta un voltaje a aplicar añadiendo voltaje positivo o inverso como respuesta al hecho de que la potencia deseada tiene un valor reducido. Por lo tanto, se puede obtener el voltaje deseado como promedio al aplicar un voltaje inverso a efectos de suprimir la distorsión en la forma de onda del voltaje cuando el voltaje de salida resulta más grande que el valor del voltaje deseado, debido a la limitación del periodo mínimo de salida del vector.

- 45 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 2, y cuando el procedimiento detecta una corriente de fase de un motor, basándose en la corriente del enlace CC y el modelo del vector a aplicar y que restringe la amplitud mínima de impulso, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control del motor para controlar un motor para suministrar salidas desde un inversor PWM al motor, el procedimiento ajusta un voltaje a aplicar al variar un intervalo de aplicación de impulso como respuesta al hecho de que la potencia deseada tiene un valor reducido. Por lo tanto, la salida excesiva de voltaje, debido al aumento de longitud se corrige de manera que el vector de voltaje, que tiene una longitud mayor que la del vector de voltaje mínimo, haciendo la corriente de control menor que su error, al aumentar el vector de voltaje hasta el vector de voltaje que tiene la longitud mínima y al impedir la salida del vector de voltaje durante un periodo de tiempo constante posteriormente cuando se introduce una instrucción de vector de voltaje corto.
- 50

- 5 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 3, y cuando el procedimiento detecta una corriente del enlace CC y calcula la corriente de fase del motor, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control del motor para controlar un motor al suministrar salidas desde un inversor PWM al motor, el procedimiento evalúa si o no es posible la detección de corriente durante el tiempo muerto y lleva a cabo detección de corriente como respuesta al resultado de evaluación que representa que la detección de corriente es posible. Por lo tanto, la corriente de fase puede ser detectada incluso durante el periodo de tiempo muerto.
- 10 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 4, el procedimiento muestrea la corriente en el centro de un periodo en el que se observa una corriente correspondiente a un vector de voltaje a través de una resistencia en derivación. Por o tanto, la corriente puede ser detectada en el momento de tiempo en el que la corriente casi promedio y la corriente del enlace CC coinciden entre sí, de manera que se pueden suprimir los armónicos de orden más elevado, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 1 a 3.
- 15 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 5, el procedimiento muestrea la corriente en el centro de un periodo cuando se emite el vector de voltaje. Por lo tanto, el proceso puede ser simplificado, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 1 a 3.
- 20 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 6, el procedimiento muestrea la corriente en el centro de un periodo que es un periodo obtenido eliminando el periodo para hacer que el hardware se haga estable en el inicio del periodo cuando se observa una corriente correspondiente a un vector de voltaje a través de la resistencia en derivación, desde el periodo cuando se observa una corriente correspondiente a un vector de voltaje a través de la resistencia en derivación. Por lo tanto, se puede eliminar la existencia del periodo en el que el hardware no es estable de forma segura, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 1 a 3.
- 25 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 7, el procedimiento muestrea la corriente en un momento de tiempo que ha pasado un tiempo de respuesta desde el inicio del periodo como respuesta al hecho de que el muestreo en el centro del periodo es imposible debido a la restricción del tiempo de respuesta. Por lo tanto, la corriente de fase puede ser detectada con exactitud incluso cuando el tiempo de respuesta el largo, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 4 a 6.
- 30 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 8, y cuando el procedimiento detecta una corriente de fase de un motor basada en una corriente del enlace CC y el modelo de vector a aplicar, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor por suministro de las salidas de un inversor PWM al motor, el procedimiento estima una corriente a partir de los valores de corriente anteriores como respuesta al hecho de que el vector d voltaje aplicado es demasiado corto para medir la corriente. Por lo tanto, se puede utilizar la corriente de fase con una exactitud hasta cierto grado, incluso cuando no se pueda llevar a cabo una medición exacta de la corriente.
- 35 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 9, y cuando el procedimiento detecta una corriente de fase de un motor basada en una corriente del enlace CC y el modelo de vector a aplicar, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor por suministro de las salidas de un inversor PWM al motor, el procedimiento estima un valor de la corriente en un momento de tiempo deseado al corregir un valor de detección de la corriente utilizando un valor de estimación de la corriente generado a partir de los valores de detección de corriente anteriores. Por lo tanto, el valor de la corriente de fase con poco error puede ser obtenido incluso en el caso en que el tiempo de detección y el momento de tiempo de obtención de la corriente son distintos entre sí.
- 40 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 10, el procedimiento corrige el valor de detección de corriente añadiendo una corriente de error al valor de corriente estimado en el momento de tiempo deseado. Por lo tanto, se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los de la reivindicación 9 llevando a cabo la operación simplificada.
- 45 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 11, el procedimiento corrige el valor de detección de la corriente al llevar a cabo un error de amplitud a partir de la corriente de error y añadir el error de amplitud a la corriente estimada del momento de tiempo deseado. Por lo tanto, se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los de la reivindicación 9.
- 50 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 12, el procedimiento estima el valor de la corriente utilizando el procedimiento de la reivindicación 11 o al procedimiento de la reivindicación 10, en respuesta a la dimensión de la amplitud. Por lo tanto, se puede realizar siempre una buena estimación de la corriente de fase.
- Cuando se utiliza el procedimiento de control del inversor del ejemplo 13, y cuando el procedimiento detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente de un enlace CC y el modelo de vector a aplicar, cuyo

procedimiento está incluido en un aparato para el control de motor, para controlar un motor suministrando salidas de un inversor PWM al motor y que lleva a cabo control de la corriente o control de posición sin detector, el procedimiento lleva a cabo el control utilizando los valores de medición de la corriente en dos momentos de tiempo de medición de la corriente dentro de un intervalo de portadora. Por lo tanto, el control de corriente que sigue a la instrucción de corriente se puede realizar y la velocidad de control del bucle de control de corriente se puede aumentar.

Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 14, y cuando el aparato detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente del enlace CC y el modelo de vector a aplicar, y que restringe la amplitud mínima de impulso, cuyo aparato está incluido en un aparato de control del motor para controlar un motor por suministro de las salidas de un inversor PWM al motor, el aparato ajusta un voltaje a aplicar añadiendo voltaje positivo o inverso como respuesta al hecho de la potencia deseada tiene un valor reducido por los medios de ajuste. Por lo tanto, se puede obtener el voltaje deseado como promedio aplicando un voltaje inverso a efectos de suprimir la distorsión en la forma de onda del voltaje cuando el voltaje de salida resulta mayor que el valor del voltaje deseado debido a la alimentación del periodo de salida mínimo del vector.

Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 15, y cuando el aparato detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente del enlace CC y el modelo de vector a aplicar, y que restringe la amplitud mínima de impulso, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor por suministro de las salidas de un inversor PWM al motor, el aparato ajusta un voltaje a aplicar variando un intervalo de aplicación de impulso como respuesta al hecho de que la potencia deseada tiene un valor reducido por los medios de ajuste. Por lo tanto, se corrige el exceso de salida de voltaje debido al aumento de longitud, de manera que el vector de voltaje, que tiene una longitud mayor que la del vector de voltaje mínimo, habiendo sido hecha menor que su error, la corriente de control, al aumentar el vector de voltaje hasta el vector de voltaje que tiene la longitud mínima e impidiendo la emisión del vector de voltaje durante un periodo constante posteriormente cuando se introduce una instrucción de vector de voltaje corto.

Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 16, y cuando el aparato detecta una corriente de enlace CC y calcula una corriente de fase de un motor, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor por suministro de las salidas de un inversor PWM al motor, el aparato evalúa si es posible o no la detección de la corriente durante el tiempo muerto y lleva a cabo la detección de la corriente como respuesta al resultado de la evaluación representando que es posible la detección de corriente, por el dispositivo de detección de corriente por lo tanto, la corriente de fase puede ser detectada incluso durante el periodo de tiempo muerto.

Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 17, el aparato utiliza medios para muestrear la corriente en el centro de un periodo cuando se observa una corriente correspondiente a un vector de voltaje a través de una resistencia en derivación, como medio de detección de corriente. Por lo tanto, la corriente puede ser detectada en el momento de tiempo en el que la corriente casi promedio y el enlace de corriente CC coinciden entre sí, de manera que se puede evitar el error de los armónicos de orden elevado, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 14 a 16.

Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 18, el aparato utiliza medios para muestrear la corriente en el centro de un periodo cuando se envía un vector de voltaje como medio de detección de corriente. Por lo tanto, el proceso puede ser simplificado, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 14 a 16.

Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 19, el aparato utiliza medios para muestrear la corriente en el centro de un periodo que es un periodo obtenido eliminando un periodo para que el hardware resulte estable, empezando en el periodo cuando se observa una corriente correspondiente a un vector de voltaje a través de la resistencia en derivación, desde el periodo cuando se observa una corriente correspondiente a un vector de voltaje a través de la resistencia en derivación, como medio de detección de corriente. Por lo tanto, se puede eliminar de manera segura la afectación para el periodo cuando el hardware no es estable, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 14 a 16.

Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 20, el aparato utiliza medios para muestrear la corriente en un momento de tiempo que ha pasado un tiempo de respuesta desde el inicio del periodo como respuesta al hecho de que el muestreo al centro del periodo es imposible debido a la restricción del tiempo de respuesta, como medio de detección de corriente. Por lo tanto, la corriente de fase puede ser detectada con exactitud, incluso cuando el tiempo de respuesta es largo, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 17 a 19.

Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 21, y cuando el aparato detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente del enlace CC y un modelo de vector a aplicar, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor suministrando las salidas de un inversor

PWM al motor, el aparato efectúa la estimación de la corriente a base de los valores de corriente anteriores como respuesta al hecho de que el vector de voltaje aplicado es demasiado corto para medir la corriente por los medios de estimación de corriente. Por lo tanto, la corriente de fase con exactitud hasta un cierto punto puede ser utilizada aunque no se pueda llevar a cabo la medición exacta de la corriente.

- 5 Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 22, y cuando el aparato detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente del enlace CC y un modelo de vector a aplicar, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor suministrando las salidas de un inversor PWM al motor, el aparato efectúa la estimación de un valor de corriente en un periodo de tiempo deseado corrigiendo el valor de detección de corriente utilizando un valor de estimación de corriente generado a partir de los
10 valores de detección de corriente anteriores por los medios de estimación de corriente. Por lo tanto, el valor de corriente de fase se puede obtener con poco error aunque el tiempo de detección y la temporización de obtención de corriente sean distintos entre sí.

- 15 Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 23, el aparato utiliza medios para corregir el valor de detección de corriente añadiendo una corriente de error al valor de corriente estimado en el momento de tiempo deseado como medio de estimación de corriente. Por lo tanto, se llevan a cabo el funcionamiento y efecto similares a los de la reivindicación 22 al llevar a cabo un funcionamiento sencillo.

- 20 Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 24, el aparato utiliza medios para corregir el valor de detección de corriente al operar con un error de amplitud a partir de la corriente de error y añadiendo el error de amplitud a la corriente estimada del momento de tiempo deseado como medio de estimación de corriente. Por lo tanto, se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los de la reivindicación 22.

- 25 Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 25, el aparato utiliza medios para calcular un error de amplitud a partir de la corriente de error y para corregir el valor corriente de detección añadiendo el valor de amplitud a la corriente de estimación del momento de tiempo deseado, como respuesta al hecho de que la amplitud tiene un valor grande y para corregir el valor de detección de la corriente añadiendo la corriente de error al
valor de corriente de estimación del momento de tiempo deseado como respuesta al hecho de que la amplitud tiene un valor pequeños, como medio de estimación de error. Por lo tanto, se puede realizar siempre una estimación de corriente de fase satisfactoria.

- 30 Cuando se utiliza el aparato de control del inversor del ejemplo 26, y cuando el aparato detecta una corriente de fase de un motor, basándose en una corriente de enlace CC y un modelo de vector a aplicar, cuyo aparato está incluido en un aparato de control de un motor para controlar un motor suministrando las salidas de un inversor PWM al motor y que lleva a cabo control de corriente o control sin sensor de posición, el aparato lleva a cabo el control utilizando los valores de medición de corriente en dos momentos de tiempo de medición de corriente dentro de un intervalo de portadora por el medio de control. Por lo tanto, se puede realizar el control de corriente siguiendo la instrucción de corriente y se puede subir la velocidad de control del bucle de control de corriente.

- 35 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 27, y cuando el procedimiento detecta una corriente de fase de un motor basada en una corriente del enlace CC y un modelo de vector a aplicar, y que restringe la mínima amplitud de impulso, cuyo procedimiento está incluido en un aparato de control de motor para controlar un motor por suministro de las salidas de un inversor PWM al motor, el procedimiento efectúa la estimación de la dirección de la corriente en el momento de tiempo de detección de corriente y varía la amplitud
40 mínima de impulso basándose en el resultado de la estimación. Por lo tanto, se realiza la estimación segura de la corriente de fase.

Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 28, el procedimiento utiliza una amplitud de impulso de puerta como amplitud de impulso. Por lo tanto, se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares al ejemplo 27 basándose en la amplitud de impulso de puerta.

- 45 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 29, el procedimiento calcula un periodo cuando aparece corriente en el enlace CC a partir de la dirección de flujo de corriente y de la forma de vector a emitir y determina la amplitud de impulso de puerta, de manera que el periodo calculado resulta el periodo mínimo de salida del vector para detección de corriente en el enlace CC. Por lo tanto, se realiza la detección segura de la corriente de fase.

- 50 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 30, el procedimiento estima el modelo de conmutación para provocar la variación en el vector de salida y varía la amplitud mínima del impulso de puerta basándose en el resultado de estimación. Por lo tanto, se realiza la detección segura de la corriente de fase.

Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 31, el procedimiento determina un tiempo de respuesta en correspondencia con los dispositivos de conmutación que constituyen el inversor PWM y

varía la amplitud mínima del impulso de puerta para corresponder con los dispositivos de conmutación que provocan la variación de la corriente. Por lo tanto, la amplitud mínima del impulso de puerta se puede determinar al tomar el tiempo de respuesta para cada dispositivo de conmutación en consideración, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares al del ejemplo 30.

- 5 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 32, el procedimiento estima la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente. Por lo tanto, la dirección de la corriente puede ser estimada con elevada exactitud incluso cuando el motor gira a elevada velocidad, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 28 a 31.
- 10 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 33, el procedimiento estima la dirección de la corriente a partir de la secuencia de valores de la corriente. Por lo tanto, se puede estimar la dirección de la corriente con elevada exactitud aunque el motor gire a baja velocidad y cuando el par del motor es controlado a alta velocidad, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 28 a 31.
- 15 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 34, el procedimiento cambia el proceso de estimación de la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente y el proceso para la estimación de la dirección de la corriente a partir de la secuencia de valores de la corriente, en respuesta a la velocidad de rotación del motor. Por lo tanto, se puede estimar siempre con elevada exactitud la dirección de la corriente, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 28 a 31.
- 20 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 35, el procedimiento aplica restricción de amplitud de impulso al periodo de salida del vector excluyendo el tiempo muerto, como respuesta al hecho de que la corriente estimada se encuentra dentro del error de estimación de corriente. Por lo tanto, se realiza de manera segura la detección de la corriente, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 28 a 34.
- 25 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 36, el procedimiento cierra uno de los dispositivos de conmutación que constituyen el inversor PWM durante el tiempo requerido para la detección de la corriente. Por lo tanto, la detección de la corriente puede ser realizada con una caída mínima de voltaje, incluso cuando solamente un vector continúa siendo emitido dentro de un intervalo de portadora, tal como una salida de voltaje máxima, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 28 a 34.
- 30 Cuando se utiliza el procedimiento de control de un motor del ejemplo 37, y cuando el procedimiento calcula un voltaje del motor a partir del voltaje del enlace CC y una amplitud del impulso de puerta, detecta una corriente de fase a partir de la corriente del enlace CC y un modelo de vector a aplicar y controla un motor basándose en el voltaje del motor calculado y la corriente de fase detectada, el procedimiento la fase de controlar el voltaje del enlace CC para que sea más alto o más bajo en respuesta a la situación de voltaje requerida por el motor más elevada o más baja, respectivamente. Por lo tanto, el motor puede ser controlado en condiciones estables, de manera que se puede llevar a cabo siempre la detección segura de la corriente, mientras que se puede llevar a cabo la emisión satisfactoria de forma de onda con poca afectación de la restricción de amplitud de impulso.
- 35 Cuando se utiliza el procedimiento de control de un motor del ejemplo 38, el procedimiento disminuye el factor de potencia y eleva el voltaje de salida o la corriente de salida cuando la velocidad de rotación es más baja o la carga es más ligera. Por lo tanto, se puede llevar a cabo de manera fácil la detección de la corriente, además del funcionamiento y efecto similares al ejemplo 37.
- 40 Cuando se utiliza el procedimiento de control de un motor del ejemplo 39, el procedimiento calcula el modelo de conmutación del momento de tiempo de variación del voltaje a partir de la dirección de la corriente y un modelo del vector de salida, calcula el tiempo de retardo de los dispositivos basándose en el resultado del cálculo y corrige el voltaje del motor. Por lo tanto, la detección del voltaje se realiza con elevada exactitud.
- 45 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 40, el procedimiento calcula la amplitud del impulso de puerta de manera que la longitud del vector de voltaje de control y el periodo de salida del vector son iguales entre sí, como respuesta al hecho de que el periodo de salida del vector es más largo que el periodo mínimo de salida del vector. Por lo tanto, se puede llevar a cabo de manera segura la detección de corriente con supresión de distorsiones en la forma de onda, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 28 a 31.
- 50 Cuando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 41, el procedimiento conecta el convertidor para llevar a cabo la operación de conmutación al inversor PWM en serie e impide la conmutación del conmutador y del inversor PWM en el momento de tiempo de detección de la corriente. Por lo tanto, la detección de la corriente se puede llevar a cabo eliminando la afectación de ruidos.

Quando se utiliza el procedimiento de detección de corriente de fase del ejemplo 42, el procedimiento detecta la corriente de convertidor y la corriente del inversor al proporcionar una sección de detección de corriente que se encuentra en serie co respecto al condensador de alisamiento del enlace CC. Por lo tanto, la disposición se puede simplificar y se puede llevar a cabo la medición de ruidos de manera fácil, además del funcionamiento y efecto similares al ejemplo 41.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 43, y cuando el aparato detecta una corriente de fase de un motor basándose en la corriente del enlace CC y la forma del vector a aplicar y que restringe la amplitud mínima del impulso, cuyo aparato está incluido en un aparato de control del motor para controlar el motor suministrando las salidas de un inversor PWM al motor, el aparato efectúa la estimación de la dirección de la corriente en el momento de tiempo de detección de la corriente y varía la amplitud mínima de impulso basándose en el resultado de la estimación por los medios de la dirección de la amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, se lleva a cabo la detección segura de la corriente de fase.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 44, el aparato utiliza medios para calcular el periodo cuando la corriente aparece en el enlace CC a partir de la dirección de flujo de la corriente y la forma del vector a emitir y para determinar la amplitud de impulso de puerta, de manera que el periodo calculado pasa a ser el mínimo periodo de salida del vector para detección de corriente en el enlace CC como medio de variación de la amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, se lleva a cabo la detección segura de la corriente de fase.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 45, y el aparato utiliza medios para estimar el modelo de funcionamiento de conmutación para provocar la variación del vector de salida y para variar la amplitud de impulso de puerta mínima basándose en el resultado de la estimación como medios de variación de la amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, se lleva a cabo la detección segura de la corriente de fase.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 46, el aparato utiliza medios para determinar un tiempo de respuesta en correspondencia con los dispositivos de conmutación que constituyen el inversor PWM para variar la amplitud mínima del impulso de puerta para corresponder con los dispositivos de conmutación que provocan la variación de corriente como medios de variación de la amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, se puede determinar la amplitud mínima de impulso de puerta tomando en consideración el tiempo de respuesta para cada dispositivo de conmutación, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 43 a 45.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 47, el aparato que utiliza medios para estimar la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente como medios para la variación del impulso de amplitud mínima. Por lo tanto, se puede estimar la dirección de la corriente con gran exactitud, incluso cuando el motor gira a elevada velocidad, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 43 a 46.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 48, el aparato utiliza medios para la estimación de la dirección de la corriente, a partir de la secuencia de los valores de la corriente, como medios para la variación de la amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, la dirección de la corriente puede ser estimada con elevada exactitud, incluso cuando el motor gira a baja velocidad y cuando el par del motor es controlado a alta velocidad, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 43 a 46.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 49, el aparato utiliza medios para cambiar el proceso para la estimación de la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente y el proceso para estimar la dirección de la corriente a partir de la secuencia de valores de la corriente, en respuesta a la velocidad de rotación del motor, como medios para variación de la amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, la dirección de la corriente se puede estimar siempre con gran exactitud, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 43 a 46.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 50, el aparato utiliza medios para aplicar restricción de amplitud de impulso al periodo de salida del vector, excluyendo el tiempo muerto, como respuesta al hecho de que la corriente estimada se encuentra dentro del error de estimación de corriente como medio de variación de la amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, se lleva a cabo de modo seguro la detección de la corriente, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 43 a 49.

Quando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 51, el aparato utiliza medios para desconectar uno de los dispositivos de conmutación que constituyen el inversor PWM durante un periodo de tiempo requerido para la detección de la corriente, como medio de variación de la amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, la detección de la corriente puede ser realizada con una caída mínima de voltaje, incluso cuando se continúa emitiendo un vector dentro de un intervalo de portadora, tal como emisión de voltaje máximo, de manera que se llevan a cabo el funcionamiento y el efecto similares a los ejemplos 43 a 49.

- 5 Cuando se utiliza el aparato de control del motor del ejemplo 52, y cuando el aparato calcula un voltaje del motor a partir de un enlace de voltaje CC y una amplitud de impulso de puerta, detecta una corriente de fase a partir de la corriente del enlace CC y un modelo de vector a aplicar, y para calcular el control de un motor basándose en el voltaje del motor calculado y la corriente de fase detectada, el aparato controla el voltaje del enlace CC por su valor superior e inferior como respuesta a que cualquiera de dichas condiciones de voltaje se requieran por el motor en un valor más alto o más bajo, respectivamente, por los medios de control de voltaje del motor. Por lo tanto, el motor puede ser controlado en condiciones estables, de manera que se puede llevar siempre a cabo la detección segura de la corriente mientras se puede llevar a cabo una salida de la forma de onda satisfactoria con poca afectación de la restricción de amplitud de impulso.
- 10 Cuando se utiliza el aparato de control del motor del ejemplo 53, el aparato utiliza medios para reducir el factor de potencia y para elevar el voltaje de salida o la corriente de salida cuando la velocidad de rotación es más baja o la carga es más ligera, como medio de control del voltaje del motor. Por lo tanto, se puede llevar a cabo con facilidad la detección de corriente, además del funcionamiento y efecto similares al ejemplo 52.
- 15 Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 54, el aparato utiliza medios para calcular el modelo de conmutación de la variación de tiempo del voltaje a partir de la dirección de la corriente y del modelo del vector de salida para calcular el tiempo de retardo de los dispositivos basándose en el resultado de cálculo y para corregir el voltaje del motor, como medio de control de voltaje del motor. Por lo tanto, se lleva a cabo con elevada exactitud la detección de voltaje.
- 20 Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 55, el aparato utiliza medios para calcular la amplitud del impulso de puerta, de manera que la longitud del vector de voltaje de mando y el periodo de salida del vector son iguales entre sí, como respuesta al hecho de que el periodo de salida del vector es más largo que el periodo mínimo de salida del vector al o como medio de variación de amplitud mínima de impulso. Por lo tanto, se puede llevar a cabo la detección segura de la corriente con supresión de la distorsión en la forma de onda, además del funcionamiento y efecto similares a los ejemplos 43 a 46.
- 25 Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 56, el aparato conecta el convertidor para llevar a cabo la operación de conmutación al inversor PWM en serie y utiliza medios para impedir la conmutación del convertidor y del inversor PWM en el tiempo de detección de la corriente como medio de control del inversor convertidor. Por lo tanto, se puede llevar a cabo la detección de la corriente eliminando la afectación de ruido.
- 30 Cuando se utiliza el aparato de detección de corriente de fase del ejemplo 57, el aparato proporciona una sección de detección de corriente que se encuentra en serie con respecto al condensador de alisado en el enlace CC, de manera que se detectan la corriente del convertidor y la corriente del inversor. Por lo tanto, se puede simplificar la disposición y se puede llevar a cabo con facilidad la medición del ruido, además del funcionamiento y efecto similares al ejemplo 56.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 35 La figura 1 es un diagrama ilustrativo de una disposición de un aparato de control de un motor que utiliza un inversor;
- La figura 2 es un diagrama que muestra la relación entre un vector de voltaje y el voltaje de fase;
- La figura 3 es un diagrama útil para la comprensión de la corriente cuando se emite el vector de voltaje V1;
- La figura 4 es un diagrama útil para la comprensión de la corriente que fluye en el enlace CC;
- 40 La figura 5 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de una realización, de acuerdo con la presente invención;
- La figura 6 es un diagrama de flujo útil en la comprensión del procedimiento de detección de corriente de fase de una realización, de acuerdo con la presente invención;
- 45 La figura 7 es un diagrama útil para la comprensión del funcionamiento conceptual del aparato de detección de corriente de fase de la figura 5;
- La figura 8 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención;

La figura 9 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención;

La figura 10 un diagrama de flujo útil para comprender un procedimiento de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención;

5 La figura 11 es un diagrama útil para la comprensión del funcionamiento conceptual del aparato de detección de corriente de fase de la figura 9;

La figura 12 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención;

10 La figura 13 es un diagrama de flujo útil para la comprensión de un procedimiento de detección de corriente de fase de otra realización, según la presente invención;

La figura 14 es un diagrama que muestra una forma de onda de corriente real de un ejemplo que circula en el enlace CC;

La figura 15 es un diagrama que muestra un cambio instantáneo de una corriente de fase y una corriente promedio, ambas como ejemplo;

15 La figura 16 es un diagrama explicativo de una forma de onda de corriente real que circula en el enlace CC, intervalo de tiempo muerto e intervalo de respuesta transitoria, todo ello a título de ejemplo;

La figura 17 es un diagrama que muestra una forma de onda de corriente real que circula en el enlace CC, tiempo de respuesta y tiempo de muestreo, todo ello a título de ejemplo;

20 La figura 18 es un diagrama de bloques que muestra un aparato para la detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención;

La figura 19 es un diagrama útil para la comprensión del procedimiento de estimación de un valor de corriente de un ejemplo;

La figura 20 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la realización de la presente invención;

25 La figura 21 es un diagrama útil en la comprensión de un procedimiento de estimación de un valor de corriente de otro ejemplo;

La figura 22 es un diagrama que muestra un aparato de control de inversor de una realización, de acuerdo con la presente invención;

30 La figura 23 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente realización;

La figura 24 es un diagrama ilustrativo de la respuesta de un ejemplo de un dispositivo de potencia basado en una señal de puerta;

La figura 25 es un diagrama esquemático que muestra el proceso para cálculo de la dirección de la corriente a partir de la dirección de fase de la corriente;

35 La figura 26 es un diagrama de flujo útil en la comprensión del proceso para el cálculo de la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente.

La figura 27 es un diagrama esquemático que muestra el proceso para la estimación de la dirección de la corriente a partir de la secuencia de valores de la corriente;

40 La figura 28 es un diagrama esquemático que muestra el proceso de un ejemplo de desconexión del dispositivo de conmutación para detección de corriente;

La figura 29 es un diagrama esquemático que muestra el proceso de un ejemplo preferente para desconectar el dispositivo de conmutación para detección de corriente;

La figura 30 es un diagrama de circuito eléctrico que muestra un aparato de control de motor en una realización, de acuerdo con la presente invención;

La figura 31 es un diagrama ilustrativo de la respuesta de otro ejemplo del dispositivo de potencia basado en la señal de puerta;

- 5 La figura 32 es un diagrama de circuito eléctrico que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención; y

La figura 33 es un diagrama de circuito eléctrico que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, según la presente invención.

MEJOR FORMA DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

- 10 A continuación, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, se explicarán las realizaciones del procedimiento de detección de corriente de fase, procedimiento de control del inversor y aparato para ello, de acuerdo con la presente invención.

La figura 1 es un diagrama ilustrativo de una disposición de un aparato de control de motor que utiliza un inversor. La tabla 1 representa la relación entre el vector de voltaje de salida de un inversor (dispositivos de potencia) y el estado de conmutación de un dispositivo de conmutación.

- 15

Tabla 1

	T_u^+	T_v^+	T_w^+
V0	PARO	PARO	PARO
V1	PARO	PARO	MARCHA
V2	PARO	MARCHA	PARO
V3	PARO	MARCHA	MARCHA
V4	MARCHA	PARO	PARO
V5	MARCHA	PARO	MARCHA
V6	MARCHA	MARCHA	PARO
V7	MARCHA	MARCHA	MARCHA

- 20 en la que T_u^+ , T_v^+ y T_w^+ representan dispositivos de conmutación del brazo superior de una fase u, fase v y fase w, respectivamente, $T_s + MAX$ (T_{paro}) representa dispositivos de conmutación del brazo inferior de la fase u, fase v y fase w, respectivamente. En la tabla 1, MARCHA representa el estado en el que el dispositivo de conmutación del brazo superior se encuentra en MARCHA y el dispositivo de conmutación del brazo inferior se encuentra en PARO y PARO representa un estado en el que el dispositivo de conmutación del brazo superior se encuentra en PARO y el dispositivo de conmutación del brazo inferior se encuentra en MARCHA.

- 25 En el anterior aparato de control de motor, un primer condensador 2a está conectado entre los terminales de salida de un suministro de potencia E de CC, un inversor trifásico 3 está conectado en paralelo al primer condensador 2a y la salida del inversor trifásico 3 es suministrado a un motor 4. Un detector de corriente 5 está conectado entre el lado de entrada del inversor trifásico 3 y el primer condensador 2a.

- 30 El detector de corriente 5 tiene una resistencia en derivación 5a y una sección de salida de corriente 5b. La resistencia en derivación 5a está interpuesta en un arrollamiento entre el primer condensador 2a y un segundo condensador 3a. La sección de salida de corriente 5b recibe el voltaje entre los terminales de la resistencia en derivación 5a y los envía como corriente detectada.

Cuando el vector de voltaje es V0 ó V7, todos los terminales del motor 4 están conectado a la línea - o a la línea + del suministro de potencia, de manera que no se aplica al motor 4 voltaje para aumentar o disminuir la corriente (se indica a continuación simplemente como voltaje). Cuando el vector de voltaje es V1, el terminal de fase w del motor está conectado a la línea + del suministro de potencia, mientras que los otros terminales de fase están conectado a la línea - del suministro de potencia, de manera que el voltaje es aplicado en una dirección para aplicar la corriente de fase w (la fase u y la fase v se encuentran en dirección negativa).

Cuando se utiliza PWM (modulación de amplitud de impulso) se determina la magnitud del voltaje basándose en una relación de tiempo de salida de vectores de voltaje dentro de una portadora. Por lo tanto, se envía un vector de voltaje que tiene un periodo de tiempo muy corto que corresponde a una diferencia de voltaje entre fases (a lo que se hará referencia a continuación como "el vector de voltaje es corto") cuando los voltajes de cada fase son casi iguales entre sí. Cuando un voltaje de salida es bajo, se emite un vector de voltaje extremadamente corto, de manera que el vector de voltaje V0 ó V7 que no aplica voltaje al motor 4 ocupa la mayor parte del periodo dentro de una portadora.

La figura 2 muestra el voltaje de aplicación al motor 4 en dos dimensiones. Se define un caso como dirección de fase u, que el voltaje positivo es aplicado a la fase u, mientras que el voltaje negativo es aplicado a la fase v y a la fase w. De manera similar, se definen la dirección de la fase v y la dirección de la fase w. La magnitud del voltaje está representada por la longitud del vector.

En este caso, los vectores de voltaje V0-V7 están dispuestos tal como se han mostrado en la figura 2. Cuando se emite un vector a entre el vector de voltaje V1 y el vector de voltaje V3, por ejemplo, el vector de voltaje se cambia y se emite de manera adecuada, por ejemplo, en el orden de V0, V1, V3, V7, en el procedimiento de vector espacial genérico.

Cuando el voltaje de salida se hace más reducido (se acorta la longitud del vector), el tiempo de salida del vector de voltaje V0, V7 es alargado y es suficiente que la proporción de los tiempos de salida del vector de voltaje V1, V3 se mantenga en un valor constante para mantener la dirección del vector a.

La corriente de fase es detectada a partir del enlace CC utilizando las características de que la corriente de fase w fluye por el enlace CC durante el periodo en el que el vector de voltaje V1 es emitido (ver la flecha de la figura 3), mientras la corriente invertida positiva-negativa de la fase u fluye por el enlace CC durante el periodo cuando el vector de voltaje V3 es emitido, cuando el vector a tiene que ser emitido (por ejemplo, ver figura 4 y "método de detección en el lado CC de la salida trifásica de corriente de un inversor PWM", Tanizawa y otros, lea 94-17 (se indicará a continuación como documento de referencia)).

Tal como se ha mostrado en el documento de referencia, cuando la corriente de fase del motor es detectada basándose en la entrada del inversor, la amplitud de impulso se hace más estrecha en la parte en la que las salidas de voltaje de fase son adyacentes, de manera que se puede generar un importante error en la corriente de fase, o bien la corriente de fase puede resultar imposible de detectar. Al tomar ello en consideración, se considera la medida tal que PWM es deformado en la parte en la que la amplitud de impulso se hace más estrecha, de manera que no se emiten impulsos que tienen reducida amplitud de impulso y la corriente de fase es medida en estas condiciones. Sin embargo, el fenómeno de que el impulso se hace más estrecho es generado de manera continua porque la parte en la que el impulso de reducida anchura se ensancha con respecto a la parte central en la que los voltajes de fase son adyacentes, cuando el voltaje es extremadamente reducido, tal como en una velocidad de rotación baja. Por lo tanto, es difícil el control del motor en la totalidad de la zona de control del motor solamente con la medida convencional.

Cuando esta desventaja se toma en consideración, el voltaje deseado como promedio puede ser obtenido determinando el tiempo de salida del vector de voltaje mínimo cuando se requiere el voltaje reducido cuando el vector de voltaje se hace más corto o la diferencia de voltaje entre fases es más pequeña y aplicando el voltaje de dirección inversa cuando el voltaje de salida se hace más grande que el valor de voltaje predeterminado debido a la restricción del tiempo de salida de vector mínimo.

La figura 5 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de una realización, de acuerdo con la presente invención.

En este aparato de detección de corriente de fase, un primer condensador 2a y un inversor trifásico 3 están conectados entre terminales de salida de un circuito rectificador 2 que recibe potencia CA 1 como entrada y la salida del inversor trifásico 3 es suministrada a un motor 4 y un detector de corriente 5 es dispuesto entre el lado de entrada del inversor trifásico 3 y el primer condensador 2a.

El aparato de detección de corriente de fase comprende una sección 6a de detección del tiempo de salida, sección 6b de ampliación del tiempo de salida, sección 6g de sustracción, sección 6d de integración de error de salida, sección 6e de generación de vector inverso y sección 6f de selección.

- La sección 6a de detección de tiempo de salida recibe una instrucción de vector de voltaje como entrada y detecta un vector de voltaje que se debe ampliar en su tiempo de salida.
- 5 La sección 6b de ampliación del tiempo de salida recibe la instrucción del vector de voltaje y el vector de voltaje detectado por la sección 6a de detección del tiempo de salida como entrada y lleva a cabo el proceso de ampliación para el tiempo de salida (ampliar el tiempo de salida hasta la longitud que permite al detector de corriente 5 detectar el vector de voltaje).
- La sección 6g de sustracción resta la longitud del vector de voltaje de salida del vector de voltaje de instrucción y emite un error.
- 10 La sección 6d de integración de error de salida integra el error de la sección 6g de sustracción y calcula un error integrado de una salida con respecto al vector de voltaje de instrucción.
- La sección 6e de generación de vector inverso emite un vector (vector inverso) que es obtenido sustituyendo el MARCHA/PARO de la tabla 1 por el vector de voltaje ampliado.
- 15 La sección 6f de selección lleva a cabo la operación de sustitución dependiendo del signo del error integrado desde la sección 6d de integración de error de salida a efectos de seleccionar la salida de la sección 6b de ampliación de tiempo de salida y la salida de la sección 6e de generación de vector inverso.
- La figura 6 es un diagrama de flujo utilizable para la comprensión de un procedimiento de detección de corriente de fase de una realización, de acuerdo con la presente invención.
- 20 Cuando se facilita una instrucción de vector de voltaje en la etapa SP1, se evalúa si la longitud de vector de voltaje es menor o no que un valor especificado predeterminado. Cuando se evalúa que la longitud del vector de voltaje es menor que el valor específico predeterminado en la etapa SP2, se lleva a cabo un proceso para ampliar la longitud del vector de voltaje.
- Cuando se evalúa que la longitud del vector de voltaje es igual o superior al valor específico predeterminado, o cuando el proceso de la etapa SP2 es llevado a cabo, en la etapa SP3, se evalúa si el error integrado es igual o superior a 0. Cuando el error integrado es menor de 0, en la etapa SP4 se genera un vector inverso.
- 25 Cuando se evalúa en la etapa SP3 que el valor integrado es igual o superior a 0 o cuando el proceso de la etapa SP4 es llevado a cabo en la etapa SP5 se emite el vector de voltaje. En la etapa SP6 se sustrae un voltaje de salida de la instrucción de vector de voltaje a efectos de calcular un error. En la etapa SP7 se integra el error. Entonces, el proceso vuelve al proceso original.
- 30 A continuación, se describe con referencia a la figura 7 el funcionamiento y efecto del aparato de detección de corriente de fase anteriormente explicado y el procedimiento del mismo.
- Cuando se incluye un vector de voltaje corto V1 en la instrucción de vector de voltaje, tal como se ha mostrado en la figura 7, la sección 6b de ampliación de tiempo de salida amplía el vector de voltaje V1 hasta la longitud de vector mínima basándose en la salida de la sección 6a de detección del tiempo de salida.
- 35 Y, el error generado a partir de ello es integrado por la sección 6d de integración de error de salida (ver la sección a de la figura 7). Dado que el resultado de integración es negativo, la sección 6e de generación de vector inverso genera el vector inverso V6 que tiene la longitud de vector mínima en la siguiente portadora (ver la sección b de la figura 7).
- Cuando se lleva a cabo esta operación, el error integrado resulta positivo, de manera que el vector de voltaje V1 ampliado a la longitud de vector mínima es emitido nuevamente en la siguiente portadora.
- 40 Tal como se ha descrito en lo anterior, el vector de voltaje que tiene una longitud igual o mayor que la longitud de vector mínimo es emitida mientras el error entre el vector de voltaje y la instrucción de vector de voltaje se hace más pequeña. Como resultado, se mejora la exactitud de detección de la corriente de fase.
- La figura 8 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase, según otra realización de acuerdo con la presente invención.
- 45 Este aparato de detección de corriente de fase es distinto del aparato de detección de corriente de fase de la figura 5 por el hecho de que la ampliación de la longitud del vector de voltaje y emisión del vector inverso son llevado a cabo basándose en la diferencia entre la instrucción de corriente y la corriente de motor, en vez de la ampliación de la

longitud del vector de voltaje y emitiendo el vector inverso basándose en el valor integrado del voltaje de error. De esta manera, la corriente que circula por la bobina es la integración del voltaje, de manera que el funcionamiento y efecto similares a los del aparato de detección de corriente de fase de la figura 5 se pueden realizar utilizando el aparato de detección de corriente de fase de la figura 8.

5 Continuación de la descripción

El aparato de detección de corriente de fase de la figura 8 comprende una sección 7a de control de la corriente, una sección 7b de generación del vector de voltaje, una sección 6e de generación del vector inverso, una sección 7c de selección, una sección 6a de detección del tiempo de salida y una sección 6b de ampliación del tiempo de salida.

10 La sección 7a de control de corriente recibe la instrucción de corriente y la corriente detectada del detector de corriente 5 como entrada, lleva a cabo la operación de control de corriente y emite la instrucción de voltaje.

La sección 7b de generación de vector de voltaje recibe la instrucción de voltaje como entrada, genera una instrucción de vector de voltaje a partir del ángulo de fase y amplitud de la instrucción de voltaje y genera la señal de cambio.

15 La sección 6e de generación de vector inverso recibe la instrucción de vector de voltaje como entrada y emite un vector inverso.

La sección 7c de selección selecciona una de las instrucciones de vector de voltaje y vector inverso basándose en la señal de cambio.

20 La sección 6a de detección de tiempo de emisión o salida recibe la salida de la instrucción del vector de voltaje procedente de la sección 7c de selección como entrada y detecta un vector de voltaje que debe ser ampliado en su tiempo de salida.

La sección 6b de ampliación del tiempo de salida recibe la instrucción del vector de voltaje y el vector de voltaje detectado por la sección 6a de detección del tiempo de salida como entrada y lleva a cabo el proceso de ampliación para el tiempo de salida (ampliación del tiempo de salida hasta una longitud que permite al detector de corriente 5 detectar el vector de voltaje).

25 Cuando se utiliza este aparato de detección de corriente de fase, la instrucción de voltaje es generada por la sección 7a de control de la corriente a partir de la instrucción de corriente y de la corriente detectada. Además, la sección 7b de generación del vector de voltaje genera la instrucción del vector de voltaje a partir del ángulo de fase y de la amplitud de la instrucción de voltaje.

30 No obstante, la longitud de vector mínima es restringida por la sección 6a de detección del tiempo de salida y la sección 6b de ampliación del tiempo de salida. Por lo tanto, el voltaje realmente aplicado al motor 4 puede resultar mayor que este valor, de manera que puede haber un paso excesivo de corriente, haciendo que la instrucción de voltaje sea negativa.

35 En este caso, el vector de voltaje que tiene una longitud igual o más larga que la longitud de vector mínima, mientras que la diferencia entre la corriente y la corriente de instrucción se hace más pequeña controlando la sección 7c de selección a efectos de emitir el vector inverso generado por la sección 6a de generación del vector inverso.

La figura 9 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de la corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención.

40 Este aparato de detección de la corriente de fase es distinto del aparato de detección de la corriente de fase de la figura 8 en el hecho de que se utiliza una sección para emitir solamente la instrucción de vector de voltaje como sección 7b de generación de vector de voltaje, por el hecho de que la sección 7c de selección sea omitido, por el hecho de que la sección 6e de generación del vector inverso sea omitido, por el hecho de que una sección para emitir también una instrucción de pausa de salida y para suministrar esta instrucción de pausa de salida a la sección 7b de generación de vector de voltaje durante un periodo de tiempo predeterminado (por ejemplo, una portadora), respondiendo al hecho de que se utiliza un vector de voltaje más corto que la longitud de vector mínima como
45 sección 6c de detección de tiempo de salida.

La figura 10 es un diagrama de flujo útil para la comprensión del procedimiento de detección de la corriente de fase de otra realización, según la presente invención.

Cuando se facilita una instrucción de corriente, en la etapa SP1, se detecta una corriente de enlace CC por el detector de corriente 5. En la etapa SP2 la operación de control de la corriente es llevada a cabo y se obtiene la instrucción de voltaje. En la etapa SP3 se evalúa si hay instrucción o no de pausa de salida.

5 Cuando no hay instrucción de pausa de salida en la etapa SP4, se genera un vector de voltaje. En la etapa SP5 se evalúa si la longitud del vector de voltaje es más corta o no que el valor específico.

Cuando se evalúa en la etapa SP3 que hay instrucción de pausa de salida en la etapa SP6 se cancela la pausa de salida.

10 Cuando se evalúa en la etapa SP5 qué longitud del vector de voltaje es más corta que el valor especificado, en la etapa SP7, se amplía la longitud del vector. En la etapa SP8 se emite el vector de voltaje. En la etapa SP9 se facilita la instrucción de pausa de salida.

Cuando se evalúa en la etapa SP5 que la longitud del vector de voltaje es igual o más larga que el valor especificado en la etapa SP10, se emite el vector de voltaje. Y cuando se lleva a cabo el proceso de la etapa SP5, cuando el proceso de la etapa SP9 es llevada a cabo o cuando se lleva a cabo el proceso de la etapa SP10, el proceso vuelve al proceso original.

15 A continuación se describirá con respecto a la figura 11 el funcionamiento y efecto del aparato de detección de corriente de fase anteriormente indicado y su procedimiento.

Cuando se incluye en la instrucción del vector de voltaje un vector de voltaje corto V1, tal como se ha mostrado en la figura 11, la sección 6b de ampliación del tiempo de salida amplía el vector de voltaje V1 hasta la longitud de vector mínima basándose en la salida de la sección 6a de detección del tiempo de salida.

20 Además se genera un error en la corriente de salida debido a aquello (ver sección a de la figura 11).

El error en la corriente de salida es reducido o se invierte el signo haciendo pausa en la salida del vector de voltaje en la portadora inmediata al alargamiento de la longitud del vector.

El vector de voltaje es enviado nuevamente en la portadora siguiente.

25 Se puede enviar el vector de voltaje que tiene una longitud igual o mayor que la longitud del vector mínimo, mientras que el error entre la corriente y la instrucción de corriente se puede hacer más pequeño de manera similar al hacer pausa en la salida del vector de voltaje para una portadora siguiente al alargamiento del vector de voltaje posteriormente.

30 En esta realización, el tiempo de pausa de salida está determinado en una portadora. Es preferible que la pausa de salida en tiempo se cambie como respuesta a la amplitud de ampliación, proporción de ampliación de anchura del vector de voltaje.

También es posible que el error integrado obtenido por integración del voltaje de error se utilice en vez de la desviación de corriente.

La figura 12 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención.

35 Este aparato de detección de corriente de fase es distinto del aparato de detección de corriente de fase de la figura 9 por el hecho de que la sección 7d de cálculo del modelo de corriente, mapa 7e para y contra el tiempo muerto y sección 7f de cálculo de la temporización de la muestra se disponen de manera adicional y porque se utiliza como sección 6c de detección del tiempo de salida una sección adicional que tiene la función de recibir una señal de autorización de tiempo muerto y para detección de un vector de voltaje más corto que la longitud del vector mínimo al incluir el tiempo muerto en el tiempo de salida.

40 La sección 7d de cálculo de modelo de corriente recibe la salida de corriente de fase procedente del detector de corriente 5 como entrada y calcula la dirección de la corriente de fase.

45 El mapa 7e para y contra el tiempo muerto recibe la dirección de la corriente de fase y el vector de voltaje como entrada, determina si es posible dentro del tiempo muerto la detección de la corriente y envía una señal de autorización del tiempo muerto cuando la detección de la corriente es posible.

La sección 7f de cálculo de temporización de la muestra envía una señal de temporización de detección de la corriente a una temporización predeterminada dentro del periodo de salida del vector incluyendo el tiempo muerto a partir de la salida del vector de voltaje y de la señal de salida procedente del mapa 7e para y contra el tiempo muerto y facilita la señal de temporización de detección de la corriente al detector de corriente 5.

- 5 La figura 13 es un diagrama de flujo útil para la comprensión del procedimiento de detección de la corriente de fase de otra realización de acuerdo con la presente invención.

10 Cuando se facilita la instrucción de corriente en la etapa SP1, se detecta un enlace de corriente CC por el detector de corriente 5. En la etapa SP2, se calcula un modelo de corriente a partir de la corriente del enlace CC detectada (corriente de fase). En la etapa SP3, se obtiene una instrucción de voltaje al llevar a cabo la operación de control de corriente. En la etapa SP4, se genera un vector de voltaje basado en la instrucción de voltaje. En la etapa SP5 se evalúa si es posible o no la detección de corriente dentro del tiempo muerto. En la etapa SP6 se evalúa si está disponible o no el tiempo muerto.

Cuando se evalúa en la etapa SP6 que está disponible el tiempo muerto, en la etapa SP7 se evalúa si la suma de la longitud del vector de voltaje y el tiempo muerto es menor o no que un valor especificado predeterminado.

- 15 Cuando se evalúa en la etapa SP7 que la suma de la longitud del vector del voltaje y el tiempo muerto es menor que el valor especificado predeterminado, en la etapa SP8, se amplía la longitud del vector de voltaje hasta que el valor de la suma pasa a ser el valor especificado.

Cuando se evalúa en la etapa SP6 que el tiempo muerto no está disponible, en la etapa SP9 se evalúa si el vector de voltaje tiene o no una longitud menor que un valor especificado predeterminado.

- 20 Cuando se evalúa en la etapa 9 que la longitud del vector de voltaje es menor que el valor especificado predeterminado, en la etapa SP10 se amplía la longitud del vector de voltaje.

25 Cuando se evalúa en la etapa SP7 que el valor de la suma es igual o mayor que el valor especificado, cuando se evalúa en una etapa SP9 que la longitud del vector de voltaje es igual o superior al valor especificado, cuando se lleva a cabo el proceso de la etapa SP8 o cuando se lleva a cabo el proceso de la etapa SP10, en la etapa SP11 se emite el vector de voltaje. En la etapa SP12 se evalúa si está disponible o no el tiempo muerto.

Cuando se evalúa en la etapa SP12 que está disponible el tiempo muerto, en la etapa SP13 se añade el tiempo muerto a la longitud del vector de voltaje.

- 30 Cuando se evalúa en la etapa SP12 que el tiempo muerto no está a disposición o, cuando el proceso de la etapa SP13 es llevado a cabo, se calcula en la etapa SP14 una temporización de muestra. Entonces, se termina la serie de proceso.

Entonces, se describen el funcionamiento y efecto del aparato y procedimiento de detección de corriente y fase antes indicados.

- 35 La corriente mostrada esquemáticamente en la figura 4 incluye un tiempo muerto (estado en el que ambos dispositivos de conmutación del brazo superior y del brazo inferior están en posición PARO), tal como se ha mostrado en la figura 14.

40 La corriente que pasa por el enlace CC durante el tiempo muerto es determinada basándose en la dirección de la corriente de fase y del vector de voltaje aplicado. Por lo tanto, el periodo de tiempo muerto además de la aplicación del vector de voltaje, pasa a ser el periodo que permite la medición de la corriente cuando la corriente a medir que corresponde al vector del voltaje aplicado, es igual a la corriente que pasa dentro del tiempo muerto. Es decir, la medición de la corriente puede ser realizada también dentro del periodo de tiempo muerto cuando el diodo de reflujo, que se pone en posición MARCHA dentro del tiempo muerto determinado basándose en la dirección de la corriente y el transistor que pone en la posición MARCHA, que corresponde al vector de voltaje aplicado son el mismo. Un ejemplo de esta relación se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

estado conmutación			dirección corriente			estado voltaje terminal			vector voltaje	dirección corriente	corriente enlace CC	
U	V	W	U	V	W	U	V	W				
0 0 0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	x
			0	1	0	0	0	0	0	2	0	x
			0	1	1	0	0	0	0	3	0	x
			1	0	0	0	0	0	0	4	0	x
			1	0	1	0	0	0	0	5	0	x
			1	1	0	0	0	0	0	6	0	x
			1	1	0	0	0	0	0	6	0	x
0 0 1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	lv	+
			0	1	0	0	0	1	1	2	lv	-
			0	1	1	0	0	1	1	3	lv	+
			1	0	0	0	0	1	1	4	lv	-
			1	0	1	0	0	1	1	5	lv	+
			1	1	0	0	0	1	1	6	lv	-
			1	1	0	0	0	1	1	6	lv	-
0 1 0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	1	lv	-
			0	1	0	0	1	0	2	2	lv	+
			0	1	1	0	1	0	2	3	lv	+
			1	0	0	0	1	0	2	4	lv	-
			1	0	1	0	1	0	2	5	lv	-
			1	1	0	0	1	0	2	6	lv	+
			1	1	0	0	1	0	2	6	lv	+
0 1 1	0	1	0	0	1	0	1	1	3	1	lu	+
			0	1	0	0	1	1	3	2	lu	+
			0	1	1	0	1	1	3	3	lu	+
			1	0	0	0	1	1	3	4	lu	-
			1	0	1	0	1	1	3	5	lu	-
			1	1	0	0	1	1	3	6	lu	-
			1	1	0	0	1	1	3	6	lu	-
1 0 0	1	0	0	0	1	1	0	0	4	1	lu	-
			0	1	0	1	0	0	4	2	lu	-
			0	1	1	1	0	0	4	3	lu	-
			1	0	0	1	0	0	4	4	lu	+
			1	0	1	1	0	0	4	5	lu	+
			1	1	0	1	0	0	4	6	lu	+
			1	1	0	1	0	0	4	6	lu	+
1 0 1	1	0	0	0	1	1	0	1	5	1	lv	+
			0	1	0	1	0	1	5	2	lv	-
			0	1	1	1	0	1	5	3	lv	-
			1	0	0	1	0	1	5	4	lv	+
			1	0	1	1	0	1	5	5	lv	+
			1	1	0	1	0	1	5	6	lv	-
			1	1	0	1	0	1	5	6	lv	-
1 1 0	1	1	0	0	1	1	1	0	6	1	lv	-
			0	1	0	1	1	0	6	2	lv	+
			0	1	1	1	1	0	6	3	lv	-
			1	0	0	1	1	0	6	4	lv	+
			1	0	1	1	1	0	6	5	lv	-
			1	1	0	1	1	0	6	6	lv	+
			1	1	0	1	1	0	6	6	lv	+
1 1 1	1	1	0	0	1	1	1	1	7	1	0	x
			0	1	0	1	1	1	7	2	0	x
			0	1	1	1	1	1	7	3	0	x
			1	0	0	1	1	1	7	3	0	x
			1	0	1	1	1	1	7	5	0	x
			1	1	0	1	1	1	7	6	0	x
			1	1	0	1	1	1	7	6	0	x

d 0 0	0	0	1	1	0	0	4	1	lu	-
	0	1	0	1	0	0	4	2	lu	-
	0	1	1	1	0	0	4	3	lu	-
	1	0	0	0	0	0	0	4	0	x
	1	0	1	0	0	0	0	5	0	x
	1	1	0	0	0	0	0	6	0	x
	1	1	0	0	0	0	0	6	0	x
d 0 1	0	0	1	1	0	1	5	1	lv	+
	0	1	0	1	0	1	5	2	lv	-
	0	1	1	1	0	1	5	3	lv	-
	1	0	0	0	0	1	1	4	lv	-
	1	0	1	0	0	1	1	5	lv	+
	1	1	0	0	0	1	1	6	lv	-
	1	1	0	0	0	1	1	6	lv	-
d 1 0	0	0	1	1	1	0	6	1	lv	-
	0	1	0	1	1	0	6	2	lv	+
	0	1	1	1	1	0	2	3	lv	-
	1	0	0	0	1	0	2	4	lv	-
	1	0	1	0	1	0	2	5	lv	-
	1	1	0	0	1	0	2	6	lv	+
	1	1	0	0	1	0	2	6	lv	+
d 1 1	0	0	1	1	1	1	7	1	0	x
	0	1	0	1	1	1	7	2	0	x
	0	1	1	1	1	1	7	3	0	x
	1	0	0	0	1	1	3	4	lu	-
	1	0	1	0	1	1	3	5	lu	-
	1	1	0	0	1	1	3	6	lu	-
	1	1	0	0	1	1	3	6	lu	-
0 d 0	0	0	1	0	1	0	2	1	lv	-
	0	1	0	0	0	0	0	2	0	x
	0	1	1	0	0	0	0	3	0	x
	1	0	0	0	1	0	2	4	lv	-
	1	0	1	0	1	0	2	5	lv	-
	1	1	0	0	0	0	0	6	0	-
	1	1	0	0	0	0	0	6	0	-

En la tabla 2 se representa la situación MARCHA de la tabla 1 con "1" y la temporización dentro del periodo de tiempo muerto está representada con d para estado de SW y estado del voltaje del terminal. El flujo hacia dentro del motor está representado por "1" para una dirección de la corriente. La corriente del enlace CC representa la corriente que ha aparecido en el enlace CC en esta temporización y la polaridad de la misma. Se puede obtener un modelo a partir de ello, cuyo modelo corresponde a la autorización de medición de corriente incluso cuando la temporización se encuentra dentro del periodo de tiempo muerto. También se obtienen otros modelos.

Por lo tanto, la corriente de fase ha sido convencionalmente detectada solamente dentro de un periodo excluyendo uniformemente el tiempo muerto. No obstante, la corriente de fase puede ser detectada incluso dentro del periodo de tiempo muerto cuando se utiliza esta realización.

En esta realización, se evalúa si se puede detectar o no la corriente de fase dentro del periodo de tiempo muerto utilizando el mapa para y contra el tiempo muerto. Sin embargo, es posible evaluar si se puede detectar o no la corriente de fase dentro del periodo de tiempo muerto basándose en el rango de la diferencia entre la fase del voltaje y la fase de la corriente.

En cada una de las realizaciones anteriores es preferible que el centro del periodo en el que se observa la corriente que corresponde al vector de voltaje a través de la resistencia en derivación se utilice como temporización de muestreo de la corriente.

Continuación de la descripción

La relación de un ejemplo entre la forma de onda instantánea de la corriente de fase y la corriente promedio se ha mostrado en la figura 15. La ilustración se ha realizado como fase única a efectos de simplicidad de la descripción.

Es preferible que la corriente promedio sea medida como corriente de fase. Sin embargo, se genera un error grande al poner la temporización en posición MARCHA del PWM y poner la temporización en posición PARO del PWM dado que armónicos de orden elevado debidos al PWM están incluidos en la corriente instantánea. Tal como se han descrito anteriormente, la corriente de fase puede circular en el enlace CC dentro del periodo de tiempo muerto. En este caso existe la diferencia entre el flujo de la corriente a través del dispositivo de conmutación y el flujo de la corriente a través del diodo de reflujo pero la relación de conexión entre el enlace CC y cada fase del motor es la misma que para la salida del vector de voltaje. Por lo tanto, es suficiente que esto se considere incluido dentro del tiempo de puesta en MARCHA del PWM.

Cuando dichos factores son tomados en consideración, se reducen los armónicos de orden elevado y, por lo tanto, su error, al utilizar el centro del periodo durante el cual se observa la corriente correspondiente al vector de voltaje a través de la resistencia en derivación como temporización que se encuentra dentro del periodo de flujo de la corriente de fase al enlace CC entre el periodo para poner en MARCHA el PWM y el periodo de tiempo muerto y en el que la corriente casi promedio y la corriente del enlace CC coinciden entre sí.

El tiempo muerto es bastante más pequeño en comparación con el tiempo de puesta en MARCHA del PWM de modo habitual y el aspecto del tiempo del vector de voltaje es corto cuando el tiempo de puesta en marcha del PWM es más corto con respecto al tiempo muerto, por lo tanto, los armónicos de orden elevado de la corriente resultan más pequeños, de manera que el error es difícil que se genere. Como resultado, se puede llevar a cabo la detección de corriente en el centro del círculo de puesta en MARCHA del PWM excepto el tiempo muerto, de manera que el control se puede simplificar.

Existe un caso en el que la detección de la corriente es posible y un caso en el que la detección de la corriente es imposible en los periodos de tiempo muerto. Cuando se tienen en consideración la detección de la corriente real, existe un periodo en el que la corriente no puede ser medida dentro del periodo transitorio desde el cambio del valor de la corriente hasta el momento en que el circuito resulta estable. Por lo tanto, es necesario que la medición de la corriente se haga de manera precisa evitando la situación transitoria y que la medición de la corriente se haga sin innecesaria restricción del impulso.

Cuando se toma ello en consideración es preferible que la corriente sea muestreada en el centro del periodo que está excluido del periodo desde el inicio del periodo durante el que la corriente correspondiente al vector de voltaje es observada a través de la resistencia en derivación hasta que el hardware pasa a ser estable.

La figura 16 muestra como ejemplo una forma de onda de corriente real.

En este caso, es suficiente que la detección de corriente sea llevada a cabo dentro del periodo c, f excluyendo el tiempo muerto y el periodo de respuesta transitoria. Es preferible que el periodo de tiempo muerto g que permite la detección de la corriente se incluya también en el periodo de detección y que la corriente sea detectada en el centro de los periodos c, d cuando se emite el vector de voltaje V1 mientras que la corriente es detectada en el centro del periodo f cuando se emite el vector de voltaje V3, por ejemplo.

Cuando el muestreo en el centro, que se ha descrito anteriormente, es imposible debido a la restricción por el tiempo de respuesta, tal como el retraso de estabilización del circuito, es preferible que el muestreo sea llevado a cabo en un tiempo posterior al tiempo en el que ha transcurrido el tiempo de respuesta desde el inicio del periodo, de manera que la corriente fase puede ser detectada con exactitud.

De manera específica, cuando la forma de onda de corriente que pasa por el enlace CC corresponde a la que se ha mostrado en la figura 17, por ejemplo, el muestreo en el centro, tal como se ha descrito anteriormente es imposible porque el tiempo de respuesta es más largo de la mitad del periodo c, d. Sin embargo, la corriente de fase puede ser detectada con exactitud llevando a cabo el muestreo en el tiempo posterior al tiempo en el que ha transcurrido la respuesta desde el inicio del periodo c.

La figura 18 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de una realización adicional de acuerdo con la presente invención.

El aparato de detección de corriente de fase comprende una sección 8a de conversión de ejes d-q, una sección 8b de almacenamiento de valores de la corriente, una sección 8c de control PI de uno de ejes d-q, una sección 8b de almacenamiento de valores de la corriente, una sección 8c de control PI de ejes d-q, una sección 8d de comparación de la corriente, una sección 8e de generación del vector del voltaje y una sección 8f de cálculo de la temporización de muestreo.

La sección 8a de conversión de ejes d-q recibe la salida de corriente del enlace CC desde el detector de corriente 5 como entrada y convierte la corriente en una corriente sobre los ejes d-q coordinados en rotación que gira para

adecuarse al rotor siguiendo la posición de rotación del rotor calculada separadamente. Por lo tanto, esta salida pasa a ser un vector CC cuando la corriente gira suavemente siguiendo la rotación del rotor.

La sección 8b de almacenamiento de valores de la corriente almacena el valor de la corriente para una portadora.

5 La sección 8c de control PI de ejes d-q calcula una instrucción del voltaje de salida por el control PI a partir de la instrucción de corriente y del valor de detección de la corriente.

La sección 8d de comparación de la corriente evalúa si el vector de la corriente ha variado notablemente o no por comparación del valor de la corriente de la sección 8a de conversión de ejes d-q y el valor de la corriente de la sección 8b de almacenamiento de los valores de la corriente.

10 La sección 8e de generación del vector de voltaje genera un vector de voltaje a partir de la instrucción de voltaje de salida calculada.

La sección 8f de cálculo de temporización de la muestra emite una temporización de la muestra de manera apropiada como respuesta al vector de voltaje y suministra la temporización de la muestra al detector de corriente 5.

15 La referencia 8h representa una sección de selección que lleva a cabo la operación de cambio basada en la señal de salida procedente de la sección 8d de comparación de corriente y selecciona una de las corrientes de la sección 8a de conversión de ejes d-q y la corriente procedente de la sección 8b de almacenamiento de valores de la corriente. La referencia de 8g representa una sustracción que calcula una diferencia entre la instrucción de corriente y la corriente seleccionada.

El funcionamiento y el efecto del aparato de detección de corriente de fase, con la disposición anteriormente descrita son los siguientes.

20 Cuando el vector de voltaje de salida es corto y cuando la corriente no pueda ser detectada con exactitud por el detector de corriente 5, la salida de la sección 8a de conversión de ejes d-q cambia en mayor medida en comparación con el caso anterior. Por lo tanto, se evalúa que la detección de la corriente ha fallado cuando se evalúa en la sección 8d de comparación de la corriente que el vector de la corriente ha cambiado en mayor proporción y se selecciona el valor de la corriente procedente de la sección 8b de almacenamiento de los valores de la corriente a llevar a cabo la operación de cambio de la sección 8h de selección.

25 El funcionamiento y efecto de la sección 8g de sustracción, sección 8c de control PI de ejes d-q y sección 8e de generación del vector de voltaje son ya conocidos, por lo que se omite su explicación.

30 En el caso anterior, no se lleva a cabo la detección de la corriente. No se producen grandes problemas porque la longitud del vector de voltaje resulta corta solamente en el caso en el que los dos voltajes de fase son casi iguales entre sí cuando el motor es controlado usualmente y porque la longitud del vector de voltaje se hace más larga siguiendo la rotación del motor.

35 En esta realización, se detecta el fallo de la detección de corriente y el valor de la corriente (valor de estimación) de la corriente a partir de la sección 8b de almacenamiento de valores de la corriente es seleccionado, pero se puede detectar el vector de voltaje cuyo periodo de salida es igual o menor que un valor umbral predeterminado y se puede seleccionar el valor de la corriente a partir de la sección 8b de almacenamiento del valor de la corriente.

En vez de facilitar la sección 8b de almacenamiento del valor de la corriente, es posible que el elemento de integración de la sección 8c de control PI de ejes d-q sea utilizado de manera que la disposición se puede simplificar.

40 En la realización anterior, el valor de la corriente de la sección 5b de detección de la corriente es utilizado directamente como valor de la corriente. Es posible la estimación del valor de la corriente en un tiempo deseado al corregir el desplazamiento de la corriente debido al desplazamiento entre el tiempo para llevara cabo la conversión d-q y el tiempo de muestreo para detección de la corriente par corresponder a la salida de impulsos, cuya temporización es objeto de instrucción por la sección 8f de cálculo del tiempo de muestreo, utilizando una estimación de corriente cuyo valor ha sido generado a partir de los valores anteriores de detección de la corriente. Es asimismo
45 preferible que el valor de medición de la corriente, a partir de la sección 5b de detección de la corriente sea reflejado al control para cada temporización de muestreo a efectos de hacer el control más rápido.

Continuación de la descripción con referencia a la figura 19

En la figura 19, t_{n-2} y t_{n-1} son valores obtenidos anteriormente de la corriente y t_0 es un tiempo de detección de la corriente y t_n es un tiempo deseado de obtención de la corriente.

- 5 Cuando un valor de la corriente a obtener se supone que es una corriente de fase, el valor de la corriente cambia en forma casi senoidal, siguiendo la rotación del rotor. Por lo tanto, cuando el tiempo de detección de la corriente es diferente con respecto al tiempo de obtención de la corriente y cuando la operación es llevada a cabo directamente se genera un error debido al cambio de la corriente siguiendo la rotación.

- 10 Sin embargo, se obtiene un valor de la corriente con un error reducido incluso cuando el tiempo de detección de la corriente es distinto del tiempo de obtención de la corriente al calcular los valores de estimación de la corriente en t_0 y en t_n a partir de los valores de la corriente obtenidos antes de t_{n-1} y por añadidura de una diferencia entre el valor de medición real en t_0 y el valor estimado en t_0 con respecto al valor de estimación de la corriente en t_n y por determinación del resultado de adición como valor de la corriente de detección en t_n .

La figura 20 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase para llevar a cabo la corrección antes indicada.

- 15 Este aparato de detección de corriente de fase es distinto del aparato de detección de corriente de fase de la figura 18 en el hecho de que se facilita una sección 8i de comparación y una sección 8j de adición entre el detector de corriente 5 y la sección 8a de conversión de ejes d-q, por el hecho de que se facilita una sección 8k de conversión en inversión de ejes d-q y porque la sección 8d de comparación de corriente y la sección 8h de selección son omitidas.

- 20 La sección 8k de conversión en inversión de ejes d-q recibe la salida de corriente promedio de ejes d-q a partir de la sección 8c de control PI de ejes d-q como entrada y convierte la corriente promedio de ejes d-q en corriente de fase siguiendo la posición de rotación del rotor calculada separadamente.

La sección 8i de comparación compara la corriente de fase y el valor de corriente correspondiente detectado por el corrector de corriente 5 y calcula una corriente de error (en 10 de la figura 19).

- 25 Por lo tanto, la temporización para obtener la corriente (en la figura 19) se ha producido, la corriente de fase procedente de la sección 8k de conversión en inversión de ejes d-q y la corriente de error de la sección 8i de comparación se añaden, y el resultado de la adición es facilitado a la sección 8a de conversión de ejes d-q como valor de detección de la corriente.

- 30 Como resultado, se puede generar un vector de voltaje deseado utilizando el valor de la corriente corregido por la adición de la corriente de error.

Además, es posible que la corriente de estimación sea corregida por medio de un error de amplitud a partir de la corriente de error y añadiendo el error de amplitud a la corriente de estimación en el tiempo deseado.

Continuación de la descripción haciendo referencia a la figura 21

- 35 Los valores de estimación de la corriente (b y c) en t_0 y t_n son calculados a partir de los valores de la corriente detectados antes de t_{n-2} y t_{n-1} , la proporción del valor de medición real (a) en t_0 y el valor de estimación (b) en t_0 es multiplicada por el valor de estimación de la corriente (c) en t_n y el resultado de la multiplicación se determina como valor de la corriente detectada (d) en t_n . Por lo tanto, el valor de la corriente con pequeño error puede ser obtenido incluso cuando el tiempo de detección de la corriente es distinto del tiempo de obtención de la corriente.

- 40 Cuando se tiene que llevar a cabo esta corrección, es suficiente utilizar una sección 8m de división en vez de la sección 8i de comparación y que se utilice una sección 8n de multiplicación en vez de la sección 8j de adición.

Cuando se calcula el error de amplitud como proporción, se realiza la estimación con elevada exactitud cuando el valor de la corriente es grande, pero cuando el valor de la corriente es pequeño, la afectación de ruido aparece de manera notable, de manera que la corriente estimada es muy diferente de la corriente real.

- 45 Por lo tanto, se realiza siempre una estimación satisfactoria de la corriente al cambiar de manera apropiada el recibimiento de estimación correspondiente a la figura 19 y procedimiento de estimación correspondiente a la figura 21 dependiendo del valor de la corriente.

La figura 22 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de control de un inversor según una realización de acuerdo con la presente invención.

El aparato de control del inversor comprende una sección 9a de conversión en inversión de ejes d-q, una sección 9b de detección de corriente de error, una sección 9c de conversión de ejes d-q, una sección 9d de control PI de ejes d-q, una sección 9e de generación del vector de voltaje y una sección 9f de cálculo del tiempo de la muestra.

La sección 9a de conversión de inversión de ejes d-q convierte la instrucción de corriente en una instrucción de corriente de fase utilizando el ángulo del rotor calculado separadamente.

El detector de corriente 5 para detectar la corriente del enlace CC envía no solamente la corriente detectada, sino también una señal de fase que representa de qué fase es la corriente.

La sección 9b de detección de la corriente de error compara solamente la fase detectada y determina la otra fase que es 0 que es emitida como la corriente de error.

La sección 9c de conversión de ejes d-q convierte la corriente de error en la corriente de ejes d-q.

Cuando el aparato de control del inversor es utilizado, se lleva a cabo el control de la corriente siguiendo la instrucción de corriente al emitir la corriente de error entre la instrucción de corriente de fase y el valor de la corriente detectada por la sección 9b de detección de la corriente de error y facilitando la corriente de error a la sección 9c de conversión de ejes d-q, sección 9d de control PI de ejes d-q y sección 9e de generación del vector de voltaje secuencialmente.

En este caso, la acumulación de error es pequeña porque no se lleva a cabo la estimación innecesaria. La velocidad de control del bucle de control de corriente se puede aumentar porque el cálculo para el siguiente vector de voltaje se puede iniciar justamente después de la detección.

El funcionamiento y efecto son similares a los del caso en el que el aparato de control del inversor es aplicado al control sin detectores de un motor.

La figura 23 es un diagrama de bloques que muestra un aparato de detección de corriente de fase de otra realización, de acuerdo con la presente invención.

La sección 5b de detección de corriente recibe el voltaje entre terminales de la resistencia 5a en derivación como entrada y mide la corriente del enlace CC y facilita el resultado de la medición a la sección 10 de control del motor y a la sección 11a de estimación de la corriente. La sección 11a de estimación de la corriente estima la dirección de la corriente en el siguiente tiempo de detección de la corriente utilizando aproximadamente la dirección de la corriente o similar para el funcionamiento justamente anterior y facilita la estimación a la tabla 11b de modelos de vector. La tabla 11b de modelos de vector emite el vector que debe salir y su longitud y estado de la conmutación en el tiempo de cambio de voltaje basándose en la dirección de la corriente y el vector de voltaje que se ha ordenado (modelo y longitud) a partir de la sección 10 de control del motor. La sección 11c de ampliación de la amplitud del impulso de puerta calcula la amplitud de impulso de puerta requerido para detección de corriente a partir de la tabla 3 basándose en la salida de la tabla 11b de modelo de vector, amplía la amplitud del impulso de puerta hasta la amplitud de impulso de puerta requerido cuando la amplitud de impulso de puerta es corta y facilita el impulso de puerta requerido al modulador 11d del PWM.

Tabla 3

Operación de conmutación antes y después de la salida del vector		Amplitud de impulso de puerta para asegurar Ts	Tiempo de detección de corriente
MARCHA	MARCHA	$T_s + \text{MAX}(T_{\text{marcha}}) - \text{MIN}(T_{\text{dmarcha}})$	$T_s + \text{MAX}(T_{\text{marcha}})$
MARCHA	PARO	$T_s + \text{MAX}(T_{\text{marcha}}) - \text{MIN}(T_{\text{dparo}})$	$T_s + \text{MAX}(T_{\text{marcha}})$
PARO	MARCHA	$T_s + \text{MAX}(T_{\text{paro}}) - \text{MIN}(T_{\text{dmarcha}})$	$T_s + \text{MAX}(T_{\text{paro}})$
PARO	PARO	$T_s + \text{MAX}(T_{\text{paro}}) - \text{MIN}(T_{\text{dparo}})$	$T_s + \text{MAX}(T_{\text{paro}})$

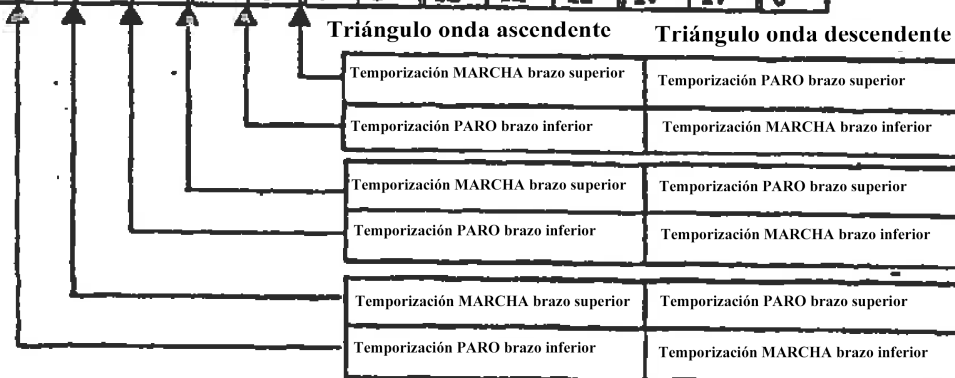
En esta situación, se emite de forma simultánea el tiempo de detección de la corriente. Cuando el tiempo de detección se ha cumplido en el modulador 11d PWM, el tiempo es enviado a la sección 5b de detección de la corriente.

Además, el contenido de la tabla 11b de modelo de vector se ha representado, por ejemplo, en la tabla 4.

Tabla 4

|| tiempo de cambio del enlace CC

dirección de la corriente	cambio dirección		triángulo onda ascendente: →				triángulo onda descendente: ←							
	vector de voltaje				corriente del enlace CC									
	v	d	v	d	v	d	v	d	v	d	v	d	v	d
1	0	4	4	6	6	6	7	0	Iu	Iu	Iw	Iw	Iw	0
5	0	0	4	6	6	6	7	0	0	Iu	Iw	Iw	Iw	0
4	0	0	4	6	6	7	7	0	0	Iu	Iw	Iw	0	0
6	0	0	4	4	6	7	7	0	0	Iu	Iu	Iw	0	0
2	0	4	4	4	6	7	7	0	Iu	Iu	Iu	Iw	0	0
3	0	4	4	4	6	6	7	0	Iu	Iu	Iu	Iw	Iw	0
1	0	2	2	6	6	6	7	0	Iv	Iv	Iw	Iw	Iw	0
5	0	2	2	2	6	6	7	0	Iv	Iv	Iv	Iw	Iw	0
4	0	2	2	2	6	7	7	0	Iv	Iv	Iv	Iw	0	0
6	0	0	2	2	6	7	7	0	0	Iv	Iv	Iw	0	0
2	0	0	2	6	6	7	7	0	0	Iv	Iw	Iw	0	0
3	0	0	2	6	6	6	7	0	0	Iv	Iw	Iw	Iw	0
1	0	2	2	2	3	7	7	0	Iv	Iv	Iv	Iu	0	0
5	0	2	2	2	3	3	7	0	Iv	Iv	Iv	Iu	Iu	0
4	0	2	2	3	3	3	7	0	Iv	Iv	Iu	Iu	Iu	0
6	0	0	2	3	3	3	7	0	0	Iv	Iu	Iu	Iu	0
2	0	0	2	3	3	7	7	0	0	Iv	Iu	Iu	0	0
3	0	0	2	2	3	7	7	0	0	Iv	Iv	Iu	0	0
1	0	0	1	3	3	7	7	0	0	Iw	Iu	Iu	0	0
5	0	0	1	3	3	3	7	0	0	Iw	Iu	Iu	Iu	0
4	0	1	1	3	3	3	7	0	Iw	Iw	Iu	Iu	Iu	0
6	0	1	1	1	3	3	7	0	Iw	Iw	Iw	Iu	Iu	0
2	0	1	1	1	3	7	7	0	Iw	Iw	Iw	Iu	0	0
3	0	0	1	1	3	7	7	0	0	Iw	Iw	Iu	0	0
1	0	0	1	5	5	7	7	0	0	Iw	Iv	Iv	0	0
5	0	0	1	1	5	7	7	0	0	Iw	Iw	Iv	0	0
4	0	1	1	1	5	7	7	0	Iw	Iw	Iw	Iv	0	0
6	0	1	1	1	5	5	7	0	Iw	Iw	Iw	Iv	Iv	0
2	0	1	1	5	5	5	7	0	Iw	Iw	Iv	Iv	Iv	0
3	0	0	1	5	5	5	7	0	0	Iw	Iv	Iv	Iv	0
1	0	4	4	4	5	7	7	0	Iu	Iu	Iu	Iv	0	0
5	0	0	4	4	5	7	7	0	0	Iu	Iu	Iv	0	0
4	0	0	4	5	5	7	7	0	0	Iu	Iv	Iv	0	0
6	0	0	4	5	5	5	7	0	0	Iu	Iv	Iv	Iv	0
2	0	4	4	5	5	5	7	0	Iu	Iu	Iv	Iv	Iv	0
3	0	4	4	4	5	5	7	0	Iu	Iu	Iu	Iv	Iv	0



Continuación de la descripción

La corriente utiliza representación de vectores determinando la dirección de flujo en 1 de manera similar al vector de voltaje. La dirección de la corriente pasa a ser 4 (= 100 en representación binaria) cuando la fase u fluye en dirección hacia fuera, mientras la fase v y la fase w fluyen hacia dentro, por ejemplo. En esta situación, la corriente que aparece en el enlace CC basada en el modelo de corriente y voltaje según vector pasa a ser la corriente mostrada en la tabla 4. En ella, la columna del vector de voltaje representa la salida del vector de voltaje como voltaje de fase, incluyendo el tiempo muerto, una parte representada con d representa la salida del vector durante el tiempo muerto, mientras que una parte representada con v representa la salida del vector de voltaje en una situación en la que la conmutación está estabilizada, respectivamente. La columna de corriente del enlace CC representa la corriente que fluye al enlace CC. Además, una sección mostrada con una línea gruesa representa las temporizaciones de cambio de voltaje y corriente y situación de conmutación para provocar el cambio está representada en la sección inferior. La tabla 4 está creada al tomar la generación de vector basada en la comparación de la onda triángulo como ejemplo. Se debe observar que el funcionamiento de la conmutación se invierte dependiendo de la subida y bajada de la onda del triángulo.

Tal como se entenderá de la tabla 4, es conocido que la existencia o no de corriente se puede observar dentro del tiempo muerto, basándose en el vector de voltaje de salida y que el cambio de corriente es provocado por el funcionamiento de la conmutación.

A continuación se describe el procedimiento para determinar la amplitud mínima de impulso de puerta.

La respuesta del dispositivo de potencia, basándose en la señal de puerta, es una respuesta mostrada en la figura 24. En la figura 24, la señal de puerta es una señal de instrucción para poner el dispositivo de potencia en MARCHA/PARO. Ic representa una corriente del dispositivo de potencia. Tdmarcha representa un periodo desde la señal MARCHA de puerta hasta que la señal Ic del dispositivo de potencia empieza a cambiar. Tr representa un tiempo de aumento de la corriente Ic del dispositivo de potencia. Ts representa un tiempo de muestra requerido para medición de la corriente (periodo de salida de vector mínimo). Tdparo representa un periodo desde la señal PARO de puerta hasta la señal Ic del dispositivo de potencia, que empieza a cambiar. Tf representa un tiempo de disminución de la corriente Ic del dispositivo de potencia.

El tiempo Tmarcha desde la señal marcha de puerta hasta que el dispositivo de potencia ha terminado el funcionamiento MARCHA y el tiempo Tparo desde la señal puerta PARO hasta que el dispositivo de potencia ha terminado el funcionamiento de PARO se determinan del modo siguiente:

$$Tmarcha = Tdmarcha + Tr$$

$$Tparo = Tdparo + Tf$$

A continuación, se muestra en la tabla 3 la amplitud de impulso de puerta (periodo cuando se emite un vector en la señal de puerta) requerida para asegurar que Ts, adopta la amplitud mostrada en la tabla 3. En la figura 3 se indica la temporización de detección de corriente cuando la línea de retención se determina que es 0.

Por lo tanto, la detección de corriente de manera exacta se hace posible por la operación siguiente: la dirección de la corriente en la temporización de detección es estimada; las operaciones de conmutación antes y después de la salida del vector son calculadas utilizando la tabla 4 a partir de la dirección estimada de la corriente y la temporización de detección y el vector de voltaje a emitir; se calcula la amplitud de impulso de puerta para detección; se corrige la amplitud de impulso de puerta de manera que sea más largo y se emite cuando la amplitud del impulso de puerta a emitir es más corta que la amplitud del impulso de puerta calculada.

Es preferible que el tiempo de respuesta se determine para el lado P, lado N y para cualquier dispositivo de conmutación y que la amplitud de impulso de puerta mínima se cambia para corresponder al dispositivo de conmutación que provoca el cambio de corriente. En esta situación, el dispositivo de conmutación del lado P representa el dispositivo de conmutación conectado al voltaje positivo, mientras que el dispositivo de conmutación del lado N representa el dispositivo de conmutación conectado al lado negativo.

Resulta posible que la amplitud del impulso de puerta mínimo se determine tomando el tiempo de respuesta para cada intervalo del dispositivo de conmutación en consideración, llevando a cabo la siguiente consideración: la amplitud de impulso de puerta mínimo y la temporización de la detección de corriente se registran después de cálculo teniendo en cuenta adicionalmente el tiempo de respuesta del dispositivo, cuyo tiempo de respuesta es facilitado en cada entrada para cada combinación de la dirección de la corriente y vector de voltaje en la tabla 11b de modelo de vector de la figura 23; la amplitud de impulso de puerta es ampliada por cada una del par de secciones 11c de ampliación de la amplitud de impulso de puerta cuando la longitud del vector de voltaje objeto de instrucción para el control del motor es más corto que la amplitud del impulso de puerta mínimo.

La dirección de la corriente se puede calcular a partir de la información de fase de la corriente.

Continuación de la descripción

- 5 Cuando la velocidad de rotación angular eléctrica del motor se supone que es, tal como se ha mostrado en la figura 25, se comprenderá que el vector de corriente en el tiempo t en coordenadas UVW avanza t después de que haya transcurrido el tiempo. Por lo tanto, el vector de corriente que avanza en t al vector de corriente es estimado, entonces se calcula la dirección de corriente de cada fase basándose en la dirección. En este caso, no se genera error alguno debido a la rotación, de manera que resulta posible la estimación con gran exactitud para un caso tal como una rotación de alta velocidad.

La figura 26 es un diagrama de flujo útil para comprender el proceso.

- 10 En la etapa SP1 se detecta el vector de corriente. En la etapa SP2 se calcula t a partir del tiempo de detección. En la etapa SP3 se calcula el vector avanzado en t con respecto al vector de corriente. En la etapa SP4 se calcula la dirección de la corriente de cada fase. Entonces ha terminado la serie de operaciones.

La dirección de la corriente puede ser estimada también a partir de la secuencia de valores de la corriente.

Continuación de la descripción

- 15 Es posible que el valor de la corriente en el tiempo t_3 sea calculado por extrapolación lineal, por ejemplo, a partir de la corriente de detección en el tiempo t_1 y de la corriente de detección en el tiempo t_2 , ambas correspondientes a una fase, y que la dirección de la corriente se calcula utilizando el valor de esta corriente. En este caso, la dirección de la corriente puede ser detectada incluso en el caso en que exista error de medición en la velocidad de rotación porque la información sobre la velocidad de rotación y similares no se utilizan. Además, el error se puede hacer más
20 reducido incluso cuando la corriente cambia de modo relativamente rápido con respecto a la velocidad de rotación.

En este caso, la estimación lineal se indica como ejemplo, pero es posible una mejora en la exactitud, desde luego, llevando a cabo una estimación más elevada.

- Además, es preferible que el proceso para el cálculo de la estimación de la corriente a partir de la información de fase de la corriente y el proceso para la estimación de la dirección de la corriente a partir de la secuencia de valores
25 de corriente se cambien dependiendo de la velocidad de rotación.

- El proceso para el cálculo de la dirección de la corriente a partir de la información de fase de la corriente es efectivo para el caso de alta velocidad, mientras que el proceso para la estimación de la dirección de la corriente a partir de la secuencia de valores de la corriente es efectiva para el caso de una gran variación de la corriente, tal como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, la estimación de la dirección de la corriente con elevada exactitud es siempre
30 posible al cambiar de manera apropiada y utilizar el proceso anterior como respuesta a la velocidad de rotación.

Además, cuando existe el potencial de una detección equivocada de la corriente, debido a que la corriente estimada se encuentra dentro del error de estimación de la corriente, es preferible que la restricción de amplitud de impulso se aplique al tiempo de salida del vector, excluyendo el tiempo muerto.

Continuación de la descripción

- 35 La dirección de la corriente puede ser estimada como dirección errónea debido a error de medición, error de estimación cuando el valor de la corriente se hace más pequeño. En este caso, la medición de la corriente puede resultar imposible de llevar a cabo por el vector que aparece en el tiempo muerto varía tal como se comprende de la tabla 4, y porque el cálculo de la amplitud de restricción de impulso de puerta mínimo tiene un valor erróneo. Por lo tanto, es posible asegurar la detección de la corriente calculando la magnitud de la restricción de amplitud de
40 impulso en la suposición de que la detección de la corriente no se puede llevar a cabo durante el tiempo muerto cuando la corriente estimada resulta tener una magnitud que se encuentra dentro del error de estimación.

- Cuando la dirección de la corriente de fase u no es conocida porque la corriente de fase u es pequeña y la dirección de la corriente es 1, los vectores de salida son 4 y 6, la dirección de la corriente pasa a ser 1 ó 5. Por lo tanto, no está claro si o no el vector de 4 aparece dentro del periodo de tiempo. En este caso, es posible asegurar la
45 detección de la corriente llevada a cabo por cálculo de la amplitud mínima de impulso de puerta como dirección de corriente de 5, en la que el vector 4 no aparece dentro de tiempo muerto.

Además, es preferible que la detección de corriente sea llevada a cabo desconectando un dispositivo de conmutación para el tiempo requerido para la detección de corriente cuando se lleva a cabo la detección de corriente en el momento en que se da salida al máximo voltaje, por ejemplo.

Continuación de la descripción

- 5 Cuando se da salida a un voltaje elevado en el inversor PWM se lleva a cabo la continuación de la salida de un vector dentro de una portadora. No se pueden detectar dos corrientes requeridas para la detección de la corriente del motor en este caso porque solamente sale un vector.

10 A estos efectos, resulta necesario que la detección de la corriente sea llevada a cabo emitiendo el vector para la detección de la corriente, aunque el voltaje de salida se reduzca en cierto grado. En este caso y cuando el vector para la detección es emitido utilizando PWM complementario de manera similar la modulación ordinaria, se hacen necesarios un tiempo muerto para la salida del vector y un tiempo muerto para volver al vector original, de manera que el tiempo de salida del vector original a emitir se reduce notablemente.

15 La corriente en la fase v se puede detectar a partir del enlace CC desconectando la señal de puerta de T_u^- en la figura 3, por ejemplo. En este caso y cuando la señal de puerta de T_u^+ es conectada se necesita tiempo muerto T_d para la puesta en marcha y paro de T_u^+ , respectivamente, tal como se ha mostrado en la figura 28. Cuando este es más largo que el tiempo para la detección de la corriente, el voltaje de salida es reducido más de lo necesario.

20 En este caso, la corriente puede ser detectada creando condiciones de tiempo muerto al desconectar selectivamente el dispositivo del que se detecta su corriente al desconectar el dispositivo de conmutación. Incluso cuando no se puede llevar a cabo la detección de corriente, solamente dentro del periodo de tiempo muerto, la detección de corriente puede ser llevada cabo continuando la situación de tiempo muerto durante un tiempo prolongado sin poner en marcha nuevamente el conmutador conectado de forma complementaria. Debido a esto, se puede crear un impulso de detección que tiene una longitud arbitraria no afectada por el tiempo muerto y se puede emitir de manera efectiva el voltaje.

25 También es preferible en el aparato para controlar el motor por detección de la corriente del motor a partir del flujo de corriente al enlace CC que se evite una situación que resulte ser una situación en la que un vector de voltaje es emitido continuamente dentro de una portadora, en la mayor medida, por control del voltaje del enlace CC, de manera que sea bajo para mantener la amplitud del impulso en un valor amplio como respuesta al voltaje requerido por el motor que es bajo y controlando el voltaje del enlace CC en un valor alto como respuesta al voltaje requerido por el motor que es alto.

30 Continuación de la descripción

La figura 30 muestra un ejemplo de disposición de circuito.

35 Una sección 12 de control de voltaje del enlace CC está construida de manera que el voltaje del enlace CC puede ser controlado cambiando la situación de conducción del dispositivo de conmutación T_c dispuesto dentro del convertidor que crea una corriente CC a partir de la potencia de suministro comercial 1. El dispositivo de conmutación T_c está conectado entre el punto de conexión de la reactancia 12a y el diodo 12b y uno de los terminales de salida del circuito rectificador 2, estando la reactancia 12a y el diodo 12b conectados en serie entre sí al otro de los terminales de salida del circuito rectificador 2. Además, un diodo de protección 12c está conectado en paralelo al dispositivo de conmutación T_c .

40 La sección 3 del inversor recibe el voltaje del enlace CC como entrada, aplica la modulación PWM y crea el voltaje requerido para la activación del motor. Si bien el periodo de salida del vector en la sección del inversor se determina basándose en una proporción del enlace CC y el voltaje a enviar al motor 4, cuanto mayor es el voltaje del motor y cuanto menor es el voltaje del enlace CC, más largo es el periodo de salida del vector. Por otra parte, la detección de corriente en el detector de corriente puede detectar la corriente de manera precisa sin la restricción de amplitud mínima de impulso y otros, dado que el periodo de salida del vector es más largo. Por lo tanto, la detección de la corriente se puede llevara cabo con gran precisión y con formas de onda suave sin la restricción de amplitud mínima del impulso, controlando el voltaje del enlace CC para que sea bajo cuando el voltaje requerido para el motor es bajo.

50 Por el contrario, el periodo de salida del vector resulta más largo cuando el voltaje requerido por el motor es más elevado. Finalmente, se realiza una situación en la que un vector es emitido de manera continuada dentro de una portadora. Teniendo este factor en consideración, puede ser posible que dos vectores similares a los de tipo ordinario se generen dentro de una portadora y se detecten dos corrientes de fase, controlando el voltaje del enlace CC en un valor alto cuando el voltaje requerido por el motor es alto.

Además, es preferible que el control sea llevado a cabo de manera que se haga la detección de corriente más fácil al reducir el factor de potencia cuando la velocidad de rotación es baja o cuando la carga es ligera, provocando que el voltaje de salida o corriente de salida resulten más elevados.

Continuación de la descripción

- 5 El voltaje en el terminal de un motor cambia notablemente dependiendo de la fase de la corriente incluso cuando no cambia el par, tal como se muestra en la publicación "High Efficiency Driving And Controlling Method For Air
10 Conditioner Using Sine Wave Driving", Matsuno y otros, Dengakuron D, vol. 119, nº 10, Heiset 11 nen (1999) (al cual se hará referencia a continuación como documento de referencia 2). Por lo tanto, la detección de la corriente se puede llevar a cabo fácilmente avanzando la fase de la corriente de manera que se aumente el voltaje de salida
15 cuando la velocidad de rotación es baja, haciendo que el periodo de salida del vector resulte más corto, o avanzando o reduciendo la fase de la corriente a efectos de incrementar la corriente en el terminal del motor cuando la carga es ligera, provocando que la corriente de salida sea más pequeña y haciendo que la detección de la dirección de la corriente resulte difícil.

- 15 Además, es preferible que el modelo de conmutación en el tiempo de cambio del voltaje se calcule a partir de la dirección de la corriente y del modelo del vector de salida, el tiempo de retardo del dispositivo es calculado a partir de este resultado de cálculo. A continuación, el voltaje es corregido cuando el motor es controlado calculando el voltaje del motor a partir del voltaje del enlace CC y de la amplitud de impulso de puerta.

Continuación de la descripción

- 20 La relación entre la señal de puerta, la corriente del dispositivo de potencia I_c y el voltaje entre el colector-emisor del dispositivo de potencia se ha mostrado en la figura 31.

- 25 Para el circuito inversor, incluso cuando la señal de puerta se conecta y empieza a fluir la corriente del dispositivo de potencia I_c , el voltaje V_{ce} no desaparece de forma inmediata, de manera que dicho voltaje V_{ce} pasa a 0 inmediatamente en el momento en que todas las corrientes del motor están cubiertas por la corriente I_c del dispositivo de potencia. Cuando la señal de puerta se desconecta, el diodo de reflujo se desconecta en el momento
30 en el que la corriente I_c del dispositivo de potencia resulta pequeña, por lo que el voltaje V_{ce} resulta más grande. Como consecuencia, el tiempo transitorio relativo al voltaje puede ser $T_{dmarcha}$ para la conexión o T_{dparo} para desconexión.

- 30 Entonces, se recalcula el periodo de salida del vector a partir de la dirección del vector y del modelo del vector de voltaje de salida tomando en consideración la salida del vector durante el periodo de tiempo muerto. Además, el voltaje es corregido determinando el tiempo transitorio en el valor T_{marcha} para la conexión y T_{dparo} para la desconexión por la operación de conmutación. Como consecuencia, se puede realizar la detección del voltaje con elevada exactitud.

- 35 Además, es preferible que se calcule el impulso de puerta de manera que la longitud del vector del voltaje de instrucción y el periodo de salida del vector sean iguales entre sí cuando el periodo de salida del vector es más largo que el periodo mínimo de salida del vector.

Continuación de la descripción

- 40 Es fácil que se controle la amplitud del impulso de puerta de manera que la longitud de la salida del vector de voltaje de instrucción procedente del control del motor y la longitud del periodo de salida del vector de voltaje se correspondan entre sí cuando la información de la salida de la longitud del vector que incluye el tiempo muerto, el cambio de conmutación que provoca el cambio de corriente y el transitorio del mismo son utilizados.

Además, es preferible que el control sea llevado a cabo de manera que toda la conmutación del convertidor y el inversor no sean llevadas a cabo en el tiempo de detección de la corriente, conectándose el convertidor para llevar a cabo la operación de conmutación en el inversor en serie.

Continuación de la descripción

- 45 Se requiere para la detección de la corriente, de modo ritual, un tiempo de muestra para muestrear la corriente. Cuando se introduce ruido durante el tiempo de muestra se genera error en el resultado de la detección de corriente. Cuando se utiliza un aparato de control del motor en el que un convertidor y un inversor están conectados en serie, tal como se ha mostrado en la figura 32, la sección 12 del convertidor y la sección 3 del inversor se requiere que
50 detecten corriente, la sección 3 del inversor y la sección 12 del convertidor son aisladas entre sí por el condensador 2a en la gestión del circuito, de manera que el circuito está dispuesto para que no haya afectación mutua. No obstante, la sección 3 del inversor y la sección 12 del convertidor están afectadas mutuamente por el ruido de

conmutación corriente. Por lo tanto, la detección de la corriente con elevada exactitud es posible evitando la afectación de ruido al controlar el funcionamiento de la conmutación de todos los dispositivos de conmutación cuando cada uno de los detectores de corriente de la sección de convertidor 12 y sección de inversor 3 ha entrado en la operación de detección de la corriente, tal como en el muestreo.

- 5 Además, es preferible que un detector de corriente esté conectado en serie al condensador de alisado 2a en el enlace CC y que se detecten tanto la corriente del convertidor como la corriente del inversor.

Continuación de la descripción

- 10 La figura 33 muestra una disposición de circuito. Una resistencia 5a para la detección de la corriente está conectada en serie a un condensador de alisado 2a que está conectado al enlace CC. La corriente fluye en la dirección mostrada con la flecha A cuando la corriente fluye desde la sección del convertidor, mientras que la corriente fluye en la dirección mostrada por la flecha B cuando la corriente fluye hacia la sección del inversor. Por lo tanto, cualquiera de las corrientes puede ser detectada en la resistencia 5a.

- 15 Durante el funcionamiento, resulta imposible la detección independiente de la corriente cuando fluyen simultáneamente la corriente en la dirección de la flecha A y la corriente en la dirección de la flecha B. Para el caso en el que el voltaje del motor aumenta y el periodo cuando la corriente en la dirección de la flecha B es cortada, resulta extremadamente corto, la corriente puede ser obtenida llevando a cabo una operación por la que se mide la corriente en la dirección de la flecha B, a continuación se mide A-B, a continuación se calcula la corriente en la dirección de la flecha A.

- 20 Utilizando esta disposición, el número de circuitos de detección de corriente es suficiente para su reducción a 1, de manera que se consigue una reducción del coste y no es necesaria la puesta a masa en varios puntos de manera que se simplifica la medición en cuanto a ruidos.

- 25 La invención del ejemplo 1 tiene un efecto característico tal que el voltaje deseado puede ser obtenido como promedio por la aplicación del voltaje inverso a efectos de suprimir la distorsión en la forma de onda del voltaje cuando el voltaje de salida resulta más grande que el valor de voltaje deseado debido a la limitación del periodo mínimo de salida del vector.

- 30 La invención del ejemplo 2 tiene efecto característico, de manera que la excesiva salida de voltaje debido al aumento de longitud se corrige de manera que el vector de voltaje que tiene una longitud mayor que la del vector de voltaje mínimo con la corriente de instrucción que hace más reducido su error, al ampliar el vector de voltaje al vector de voltaje que tiene la longitud mínima e impidiendo la salida del vector de voltaje durante un periodo constante posteriormente cuando se introduce una instrucción de vector de voltaje corto.

La invención del ejemplo 3 tiene un efecto característico, tal que la corriente de fase puede ser detectada incluso durante el periodo de tiempo muerto.

- 35 La invención del ejemplo 4 tiene un efecto característico tal que la corriente puede ser detectada en la temporización en la que la corriente casi promedio y la corriente del enlace CC coinciden entre sí, de manera que se puede suprimir el error de los armónicos de orden superior, además del efecto similar al de los ejemplos 1 a 3.

La invención del ejemplo 5 tiene un efecto característico tal que el proceso puede ser simplificado.

La invención del ejemplo 6 tiene un efecto característico tal que la afectación para el periodo cuando el hardware no es estable puede ser eliminada de manera segura.

- 40 La invención del ejemplo 7 tiene un efecto característico tal que la corriente de fase puede ser detectada con exactitud incluso cuando el tiempo de respuesta es largo.

La invención del ejemplo 8 tiene un efecto característico tal que la corriente de fase hasta un cierto grado de exactitud puede ser utilizada incluso cuando no se puede llevar a cabo una medición de corriente exacta.

- 45 La invención del ejemplo 9 tiene un efecto característico tal que el valor de la corriente de fase con error reducido puede ser obtenido incluso cuando el tiempo de detección y el tiempo de obtención de la corriente son distintos entre sí.

La invención del ejemplo 10 tiene un efecto similar al del ejemplo 9 es llevada a cabo mediante funcionamiento simple.

La invención del ejemplo 11 tiene el efecto similar al del ejemplo 9.

La invención del ejemplo 12 tiene un efecto característico tal que se puede llevar a cabo siempre una estimación de corriente de fase satisfactoria.

5 La invención del ejemplo 13 tiene un efecto característico tal que el control de la corriente siguiendo la instrucción de la corriente se puede realizar y se puede elevar la velocidad de control del bucle de control de la corriente.

La invención del ejemplo 14 tiene un efecto característico tal que se puede obtener el voltaje deseado de promedio al aplicar un voltaje inverso a efectos de suprimir la distorsión en la forma de onda de voltaje cuando el voltaje de salida es superior al valor de voltaje deseado debido a la limitación del periodo mínimo de salida del vector.

10 La invención del ejemplo 15 tiene un efecto característico tal que la salida de voltaje excesivo debido a la ampliación de longitud es corregida de manera que el lector de voltaje que tiene una longitud mayor que la del lector de voltaje mínimo con la corriente de instrucción que se hace más pequeña por error, al ampliar el vector de voltaje hasta el vector de voltaje que tiene una longitud mínima e impidiendo la salida del vector de voltaje durante un periodo constante posteriormente cuando se introduce una instrucción detector de voltaje corto.

15 La invención del ejemplo 16 tiene un efecto característico tal que la corriente de fase puede ser detectada incluso durante el periodo de tiempo muerto.

La invención del ejemplo 17 tiene un efecto característico tal que la corriente puede ser detectada en el momento del tiempo en que la corriente casi promedio y la corriente del enlace CC coinciden entre sí, de manera que se pueden suprimir los armónicos de orden superior, además del efecto similar al de los ejemplos 14 a 16.

20 La invención del ejemplo 18 tiene un efecto característico tal que el proceso puede ser simplificado, además del efecto similar al de los ejemplos 14 a 16.

La invención del ejemplo 19 tiene un efecto característico tal que se puede eliminar la afectación del periodo en el que el hardware no es estable, de manera segura, además del efecto similar al de los ejemplos 14 a 16.

La invención del ejemplo 20 tiene un efecto característico tal que la corriente de fase puede ser detectada con exactitud incluso cuando el tiempo de respuesta es largo, además del efecto similar al de los ejemplos 17 a 19.

25 La invención del ejemplo 21 tiene un efecto característico tal que se puede utilizar la corriente de fase con exactitud hasta cierto grado cuando no se puede llevar a cabo la medición de la corriente de manera exacta.

La invención del ejemplo 22 tiene un efecto característico tal que se puede obtener el valor de la corriente de fase con error reducido incluso cuando el tiempo de detección y el tiempo de obtención de la corriente son distintos entre sí.

30 La invención del ejemplo 23 tiene el efecto similar al del ejemplo 22 llevando a cabo el funcionamiento simple.

La invención del ejemplo 24 tiene el efecto similar al del ejemplo 22.

La invención del ejemplo 25 tiene un efecto característico tal que se puede conseguir siempre una estimación satisfactoria de la corriente de fase.

35 La invención del ejemplo 26 tiene un efecto característico tal que se puede conseguir el control de la corriente siguiendo la instrucción de corriente y se puede aumentar la velocidad de control del bucle de control de la corriente.

La invención del ejemplo 27 tiene un efecto característico tal que se lleva a cabo la detección segura de la corriente de fase.

La invención del ejemplo 28 tiene el efecto similar al del ejemplo 27 basado en la amplitud de impulso de puerta.

40 La invención del ejemplo 29 tiene un efecto característico tal que se lleva a cabo la detección segura de la corriente de fase.

La invención del ejemplo 30 tiene un efecto característico tal que se lleva a cabo la detección segura de la corriente de fase.

La invención del ejemplo 31 tiene un efecto característico tal que se puede determinar la amplitud de impulso de puerta mínimo tomando en consideración el tiempo de respuesta para cada dispositivo de conmutación, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 28 a 30.

- 5 La invención del ejemplo 32 tiene un efecto característico tal que la dirección de la corriente puede ser estimada con elevada exactitud incluso cuando el motor gira a alta velocidad, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 28 a 31.

La invención del ejemplo 33 tiene un efecto característico tal que la dirección de la corriente puede ser estimada con elevada exactitud incluso cuando el motor gira a baja velocidad y cuando el par del motor es controlado a alta velocidad, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 28 a 31.

- 10 La invención del ejemplo 34 tiene un efecto característico tal que la dirección de la corriente puede ser estimada siempre con elevada exactitud, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 28 a 31.

La invención del ejemplo 35 tiene un efecto característico tal que la detección de la corriente se realiza de modo seguro, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 28 a 34.

- 15 La invención del ejemplo 36 tiene un efecto característico tal que la detección de la corriente se puede llevar a cabo con una mínima caída del potencial incluso cuando solamente se continúa emitiendo un vector dentro de un intervalo de portadora, tal como emisión máxima de voltaje, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 28 a 34.

- 20 La invención del ejemplo 37 tiene un efecto característico tal que puede ser controlado en condiciones estables, de manera que se puede llevar a cabo siempre la detección segura de la corriente mientras se puede llevar a cabo una emisión de una forma de onda satisfactoria con poca afectación de la restricción de amplitud de impulso.

La invención del ejemplo 38 tiene un efecto característico tal que la detección de la corriente puede ser llevada a cabo de forma fácil, además del efecto similar al del ejemplo 37.

La invención del ejemplo 39 tiene un efecto característico tal que se realiza la detección del voltaje con alta exactitud.

- 25 La invención del ejemplo 40 tiene un efecto característico tal que la detección de la corriente se puede realizar de modo seguro suprimiendo la distorsión en la forma de onda y que se puede realizar la detección segura de la corriente.

La invención del ejemplo 41 tiene un efecto característico tal que la detección de la corriente puede ser realizada eliminando la afectación del ruido.

- 30 La invención del ejemplo 42 tiene un efecto característico tal que la disposición puede ser simplificada y la medición de ruidos se puede realizar de modo fácil, además del efecto similar al del ejemplo 41.

La invención del ejemplo 43 tiene un efecto característico tal que se realiza la detección segura de la corriente de fase.

- 35 La invención del ejemplo 44 tiene un efecto característico tal que se realiza la detección segura de la corriente de fase.

La invención del ejemplo 45 tiene un efecto característico tal que se realiza la detección segura de la corriente de fase.

- 40 La invención del ejemplo 46 tiene un efecto característico tal que se puede determinar la amplitud del impulso de puerta mínimo tomando en consideración el tiempo de respuesta para cada dispositivo de conmutación, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 43 a 45.

La invención del ejemplo 47 tiene un efecto característico tal que se puede estimar la dirección de la corriente con elevada exactitud aunque el motor gire a alta velocidad, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 43 a 46.

- 45 La invención del ejemplo 48 tiene un efecto característico tal que se puede estimar la dirección de la corriente con gran exactitud incluso cuando el motor gira a baja velocidad y cuando el par motor es controlado a alta velocidad, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 43 a 46.

La invención del ejemplo 49 tiene un efecto característico tal que se puede estimar siempre con gran exactitud la dirección de la corriente, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 43 a 46.

La invención del ejemplo 50 tiene un efecto característico tal que se realiza de manera segura la detección de la corriente, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 43 a 49.

5 La invención del ejemplo 51 tiene un efecto característico tal que la detección de la corriente puede ser realizada con una caída de voltaje mínimo incluso cuando solamente un vector continua siendo emitido dentro del intervalo de una portadora, tal como en la salida de voltaje máximo, de manera que se lleva a cabo el efecto similar al de los ejemplos 43 a 49.

10 La invención del ejemplo 52 tiene un efecto característico tal que el motor puede ser controlado en condiciones estables, de manera que siempre se puede llevar a cabo la detección segura de la corriente mientras se puede llevar a cabo la salida de una forma de onda satisfactoria con poca afectación de la restricción de amplitud de impulso.

La invención del ejemplo 53 tiene un efecto característico tal que la detección de la corriente puede ser llevada a cabo de forma fácil, además del efecto similar al del ejemplo 52.

15 La invención del ejemplo 54 tiene un efecto característico tal que se realiza la detección del voltaje con elevada exactitud.

La invención del ejemplo 55 tiene un efecto característico tal que se puede realizar con supresión de distorsión en la forma de onda, además del efecto similar al de los ejemplos 43 a 46.

La invención del ejemplo 56 tiene un efecto característico tal que la detección de la corriente se puede realizar eliminando la afectación de ruido.

20 La invención del ejemplo 57 tiene un efecto característico tal que la disposición se puede simplificar y la medición de ruido se puede llevar a cabo con facilidad, además del efecto similar al del ejemplo 56.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la detección de la corriente de fase en un aparato para el control de un motor (4) al suministrar salidas de un inversor PWM (3) al motor (4), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
 - aplicar un modelo de vector de voltaje a un motor (4);
- 5 - detectar una corriente de fase de un motor (4), basándose en la corriente de un enlace CC y un modelo de vector;
 - restringir la anchura mínima de impulso; y
 - aplicar un voltaje de fase compuesto por dicho modelo de vector en un periodo predeterminado a un motor,
 caracterizándose el procedimiento por las siguientes etapas:
 - 10 cuando el vector de voltaje del periodo de salida a facilitar a dicho motor es menor que un valor predeterminado, aumentar dicho periodo de salida de dicho vector de voltaje y enviar dicho vector de voltaje a dicho motor; y
 - ajustar dicho voltaje de fase por envío de un vector de voltaje inverso contra dicho vector de voltaje, de manera que el error en dicho voltaje de fase, debido a la ampliación de dicho periodo de salida se reduce y se obtiene, como promedio, el voltaje de fase deseado.
- 15 2. Procedimiento para la detección de la corriente de fase, según la reivindicación 1, en el que la detección de la corriente es llevada a cabo por muestreo de la corriente en el centro de un periodo en el que se observa una corriente correspondiente al vector de voltaje a través de una resistencia en derivación.
3. Procedimiento para la detección de la corriente de fase, según la reivindicación 1, en el que la detección de la corriente es llevada a cabo por muestreo de la corriente en el centro de un periodo en el que se emite un vector de voltaje.
- 20 4. Procedimiento para la detección de la corriente de fase, según la reivindicación 1, en el que la detección de la corriente es llevada a cabo por muestreo de la corriente en el centro de un periodo que es un periodo obtenido eliminando un periodo para que el hardware pase a ser estable, empezando en el periodo en el que la corriente que corresponde a un vector de voltaje es observada a través de la resistencia en derivación, a partir del periodo en el que una corriente correspondiente a un vector de voltaje es observada a través de la resistencia en derivación.
- 25 5. Procedimiento para la detección de la corriente de fase, según la reivindicación 4, en el que la detección de la corriente es llevada a cabo por muestreo de la corriente en un momento de tiempo que ha superado un tiempo de respuesta desde el inicio del periodo en respuesta al hecho de que el muestreo en el centro del periodo es imposible debido a la restricción del tiempo de respuesta.
- 30 6. Aparato para la detección de corriente de fase para detectar una corriente de fase de un motor (4) al suministrar salidas de un inversor PWM (3), que comprende:
 - una sección (5b) de detección de la corriente para detectar una corriente de fase de un motor (4) basándose en la corriente de un enlace CC y un modelo de vector a aplicar a dicho motor, un voltaje de fase compuesto por dicho modelo de vector en un periodo predeterminado es aplicado a dicho motor;
 - una sección (7b) de generación del vector de voltaje configurada para restringir la amplitud mínima de impulso
- 35 caracterizado por
 - un medio (6b) de ampliación para ampliar dicho periodo de salida de dicho vector de voltaje y enviar dicho vector de voltaje a dicho motor cuando el periodo de salida de dicho vector de voltaje a facilitar a dicho motor es menor que un valor predeterminado; y
 - medios de ajuste (6b) para ajustar dicho voltaje de fase por envío de un vector de voltaje inverso contra dicho vector de voltaje, de manera que el error en dicho voltaje de fase, debido al aumento de dicho periodo de salida, se reduce y se obtiene de promedio el deseado voltaje de fase.
- 40

7. Aparato para la detección de corriente de fase, según la reivindicación 6, en el que los medios (5) (7e) (7f) de detección de corriente son medios para muestreo de la corriente en el centro de un periodo cuando una corriente correspondiente a un vector de voltaje es observada a través de la resistencia en derivación (5a).
- 5 8. Aparato para la detección de corriente de fase, según la reivindicación 6, en el que los medios (5) (7e) (7f) de detección de corriente son medios para muestreo de la corriente en el centro de un periodo en el que se emite el vector de voltaje, como medio de detección de la corriente.
- 10 9. Aparato para la detección de corriente de fase, según la reivindicación 6, en el que los medios (5) (7e) (7f) de detección de corriente son medios para muestreo de la corriente en el centro de un periodo que es un periodo obtenido eliminando un periodo para que el hardware se estabilice empezando del periodo en el que se observa a través de la resistencia en derivación (5a) una corriente que corresponde a un vector de voltaje, desde el periodo en el que una corriente correspondiente a un vector de voltaje es observada a través de la resistencia en derivación (5a).
- 15 10. Aparato para la detección de corriente de fase, según la reivindicación 7, en el que los medios de detección de corriente (5) (7e) (7f) son medios para muestreo de la corriente en un momento de tiempo que ha superado un tiempo de respuesta desde el inicio del periodo como respuesta al hecho de que el muestreo en el centro del periodo es imposible debido a la restricción del tiempo de respuesta, como medio de detección de la corriente.

Fig. 1

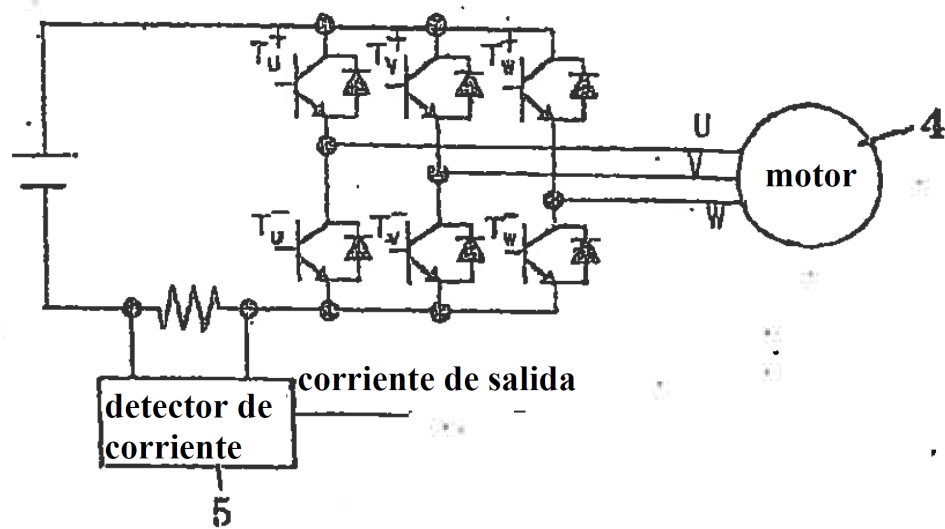


Fig. 2

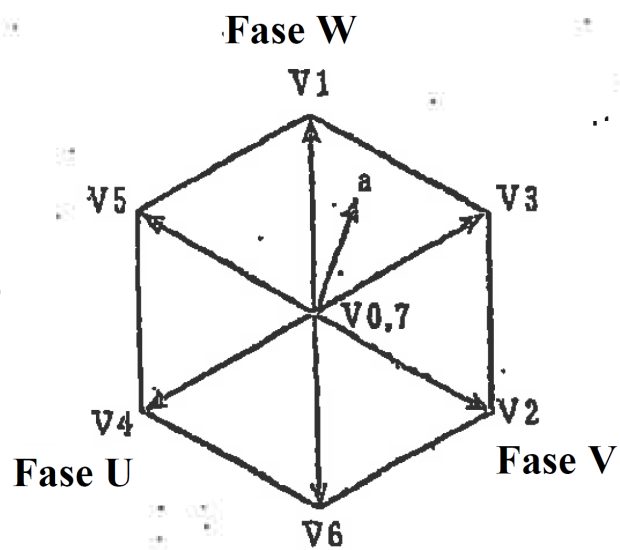


Fig. 3

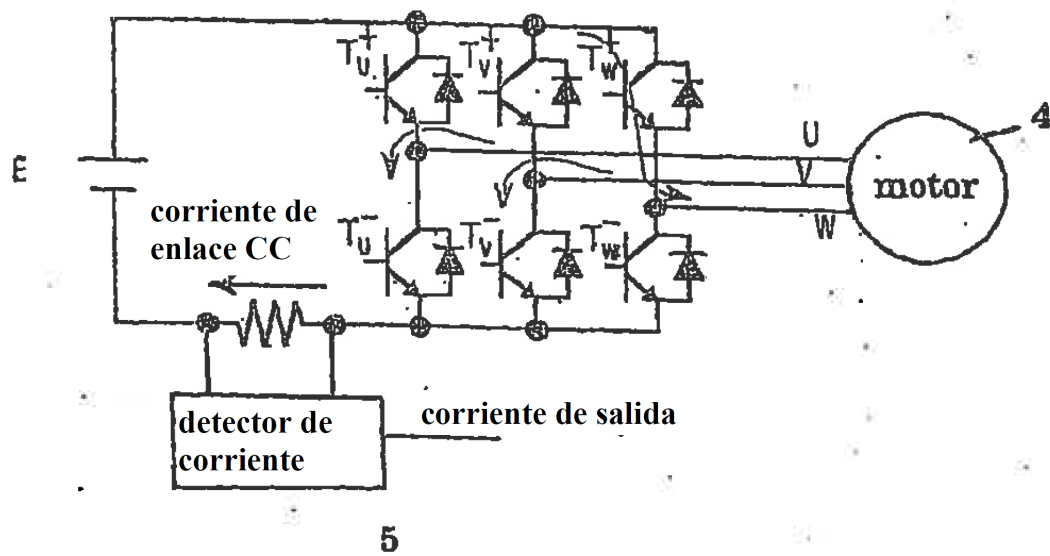


Fig. 4

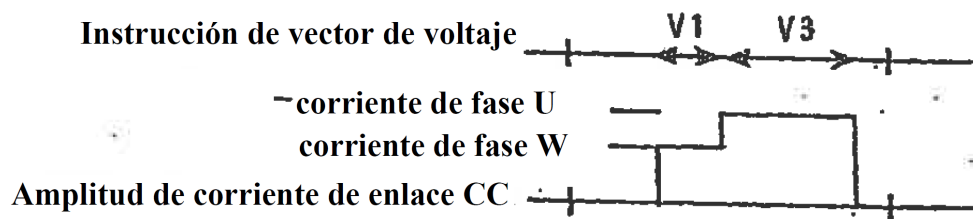


Fig. 5

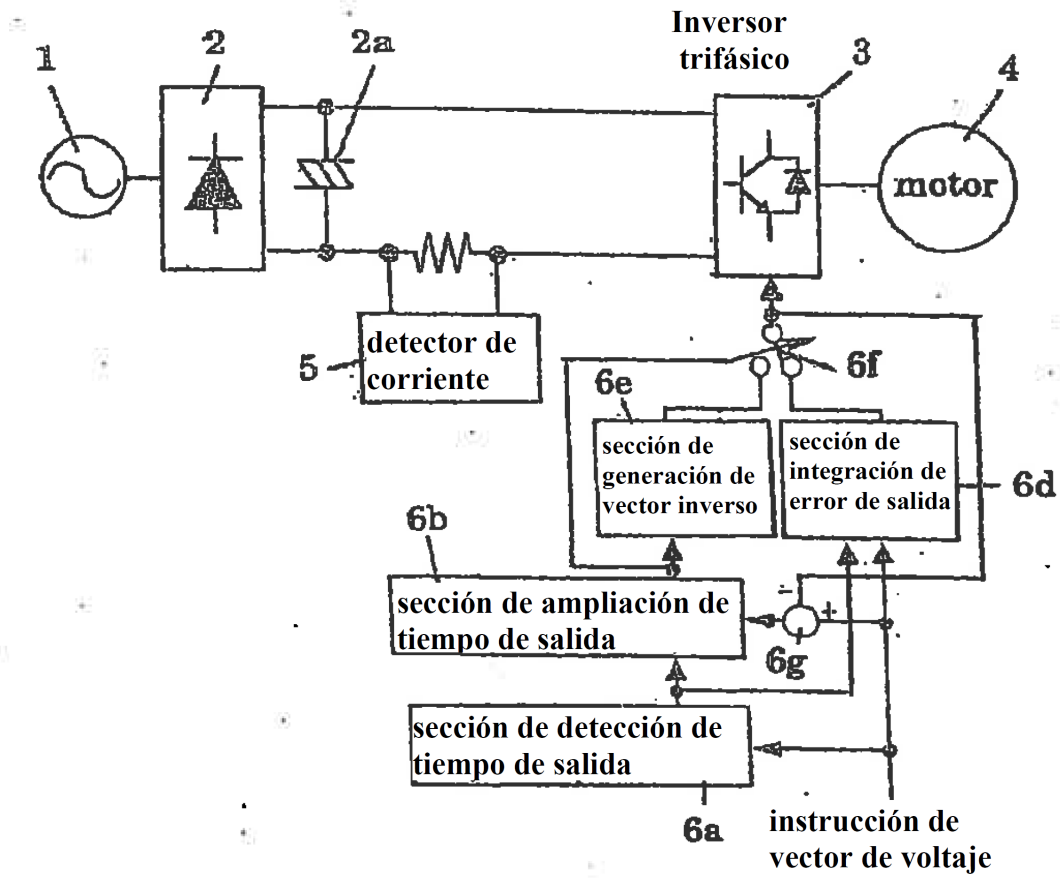


Fig. 6

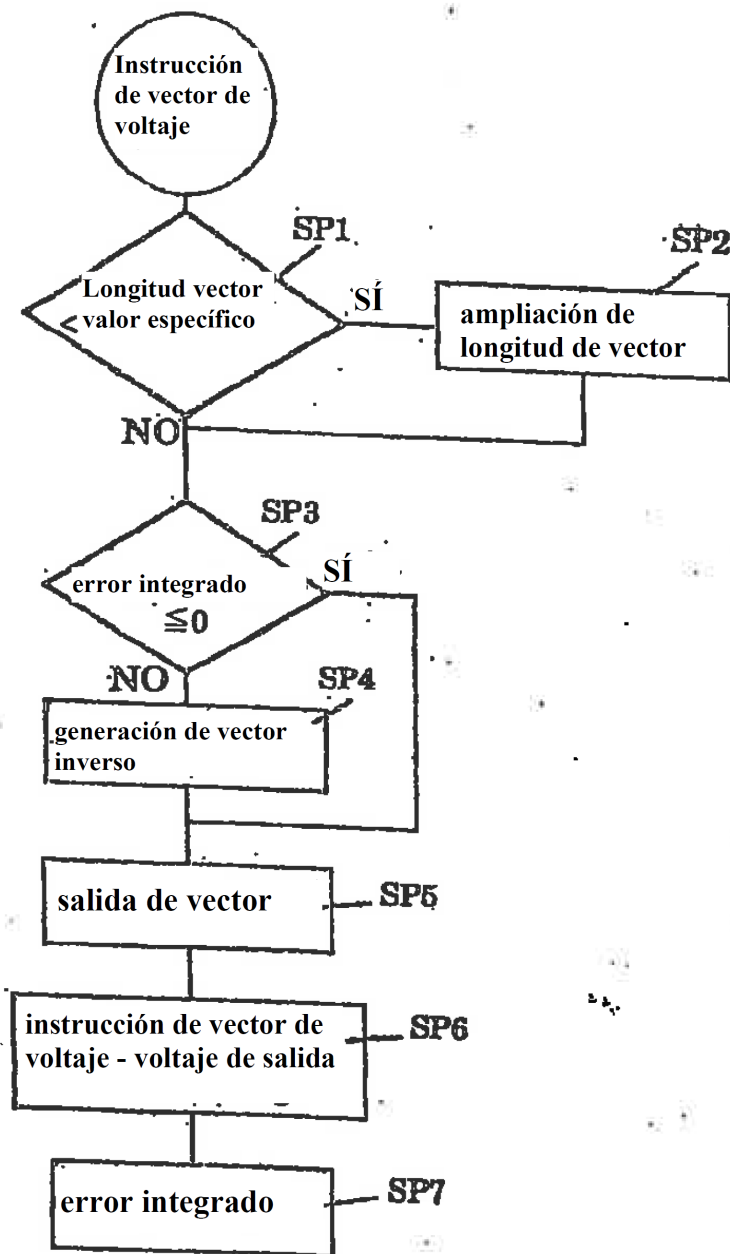


Fig. 7

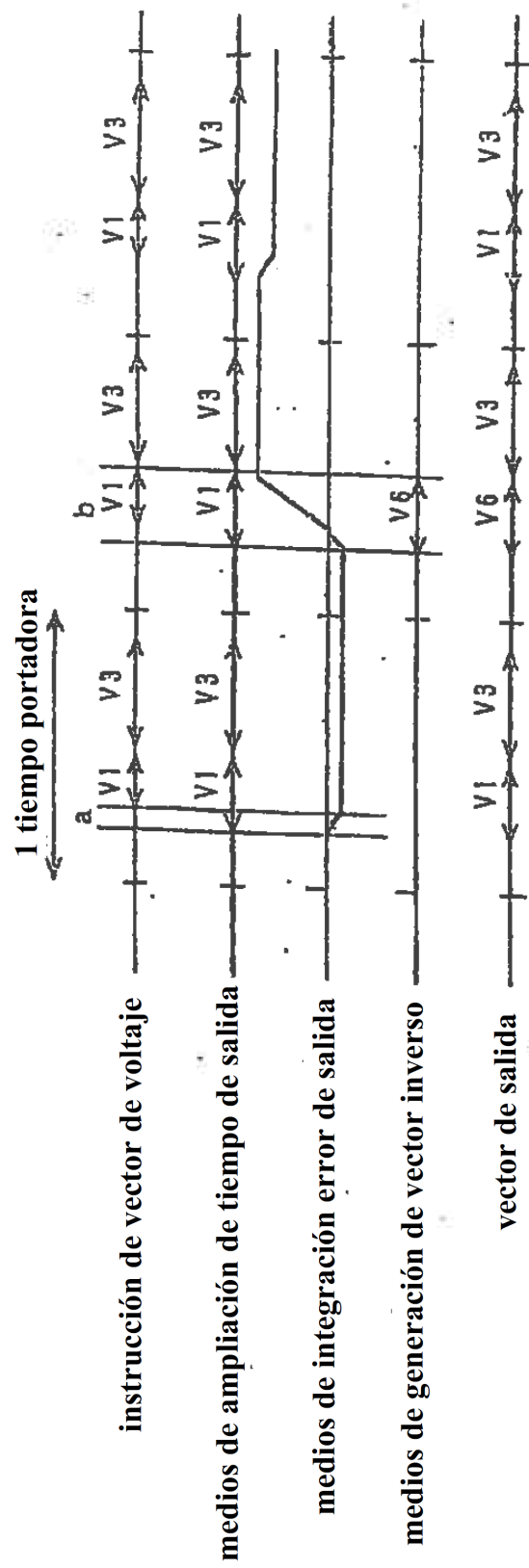


Fig. 8

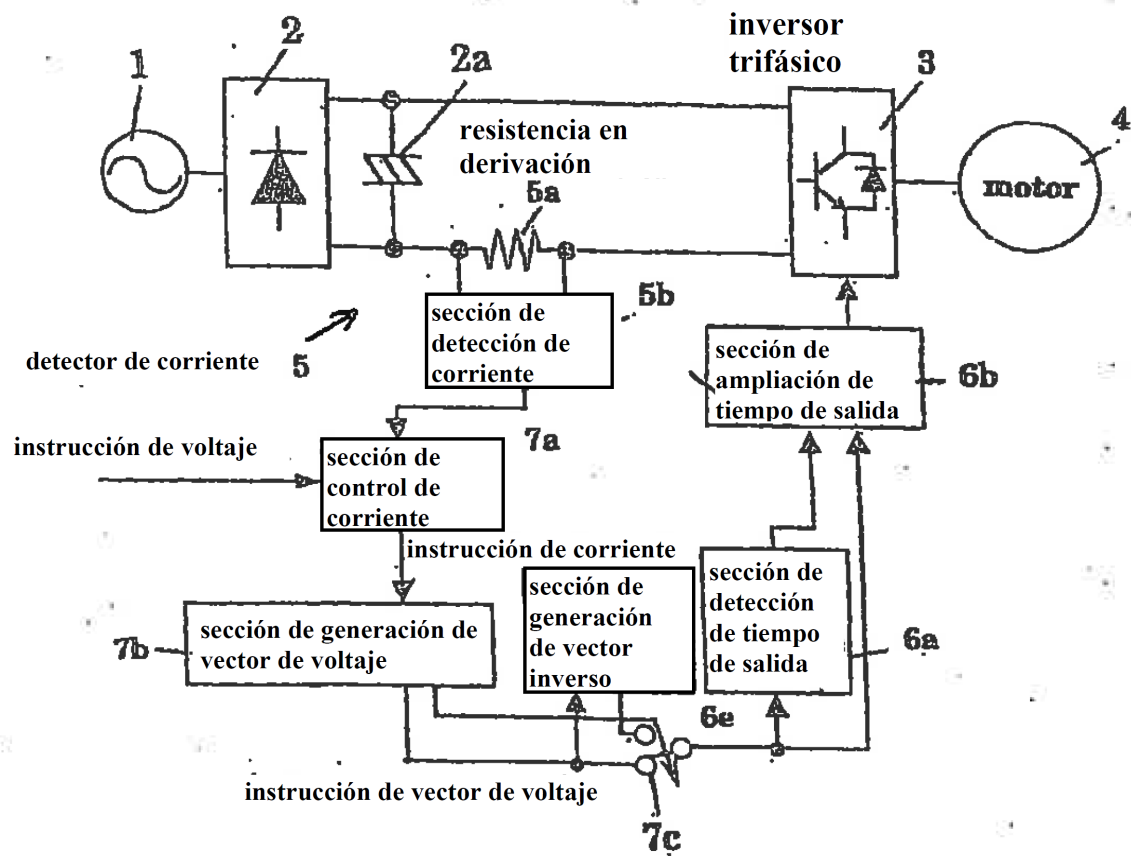


Fig. 9

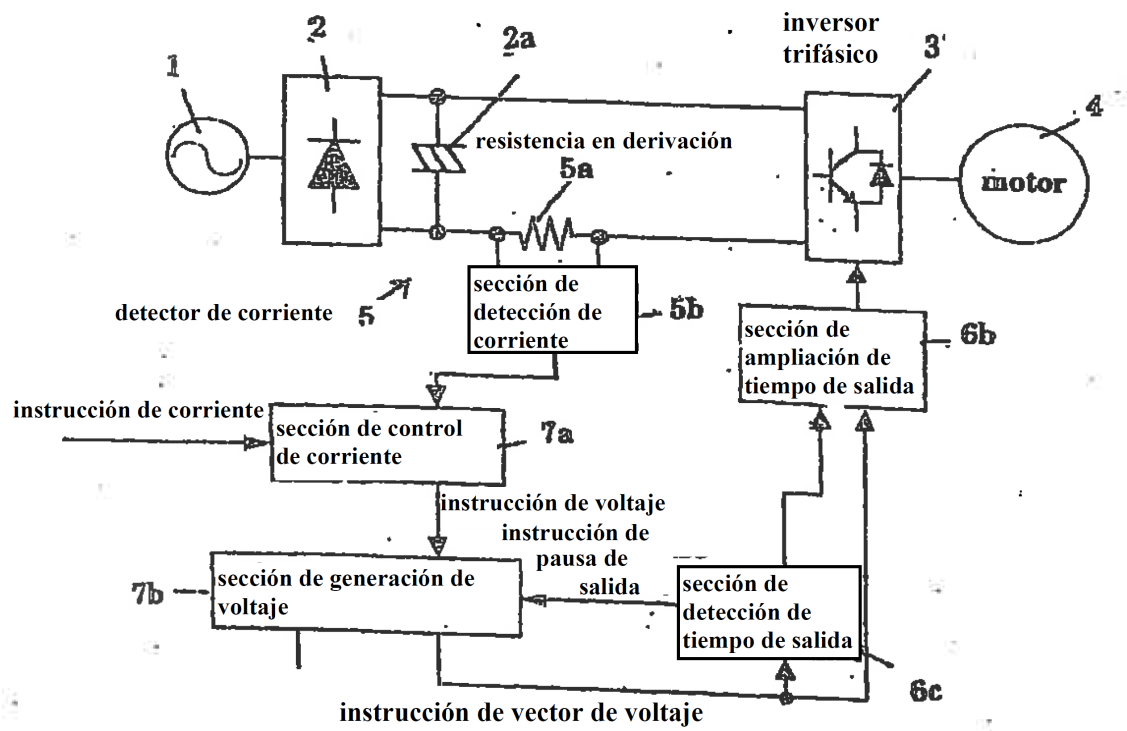


Fig. 10

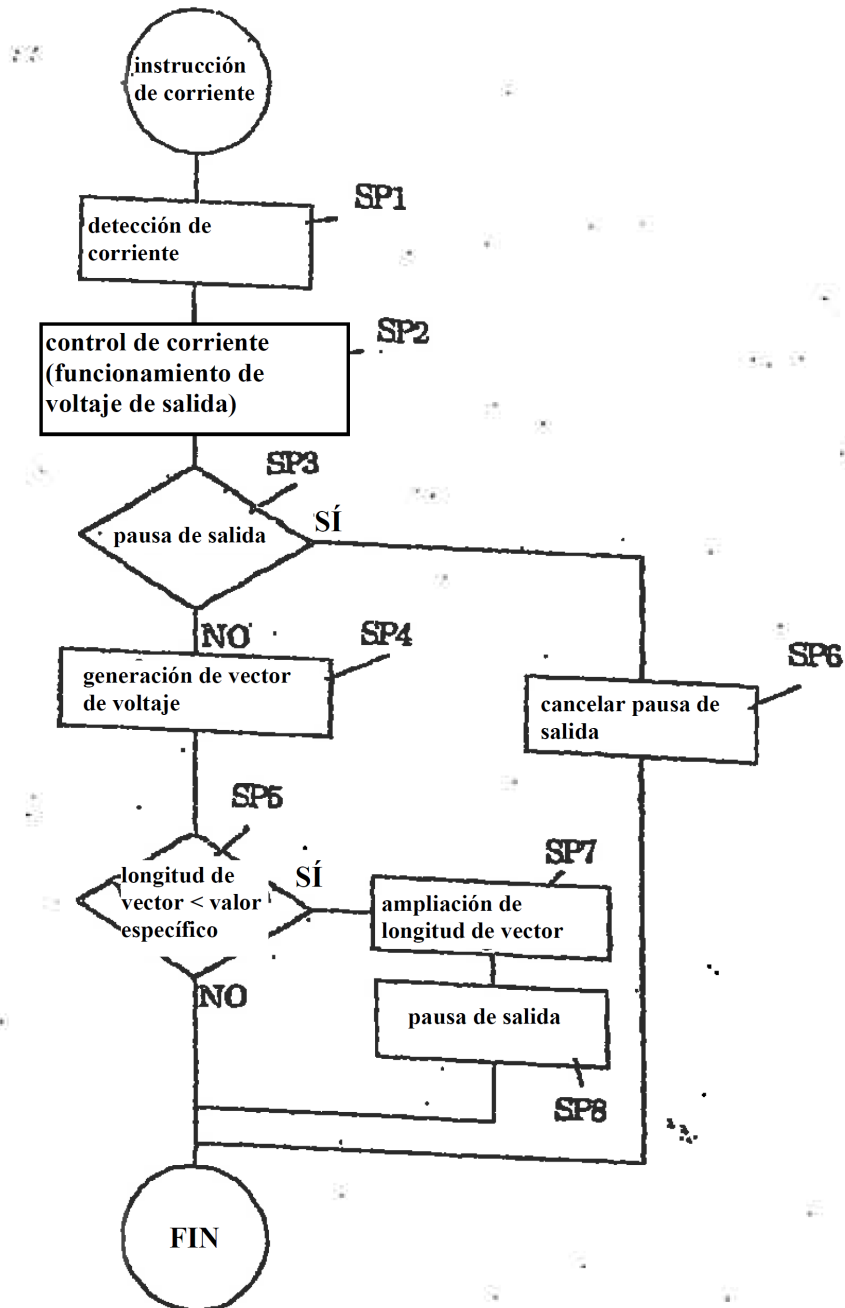


Fig. 11

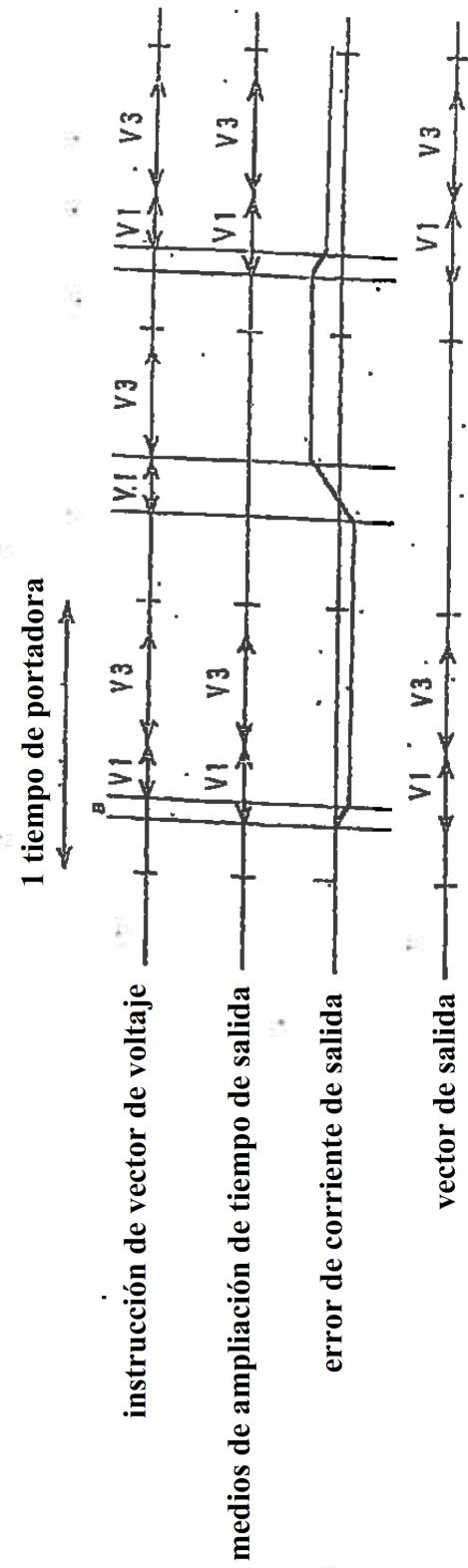


Fig. 12

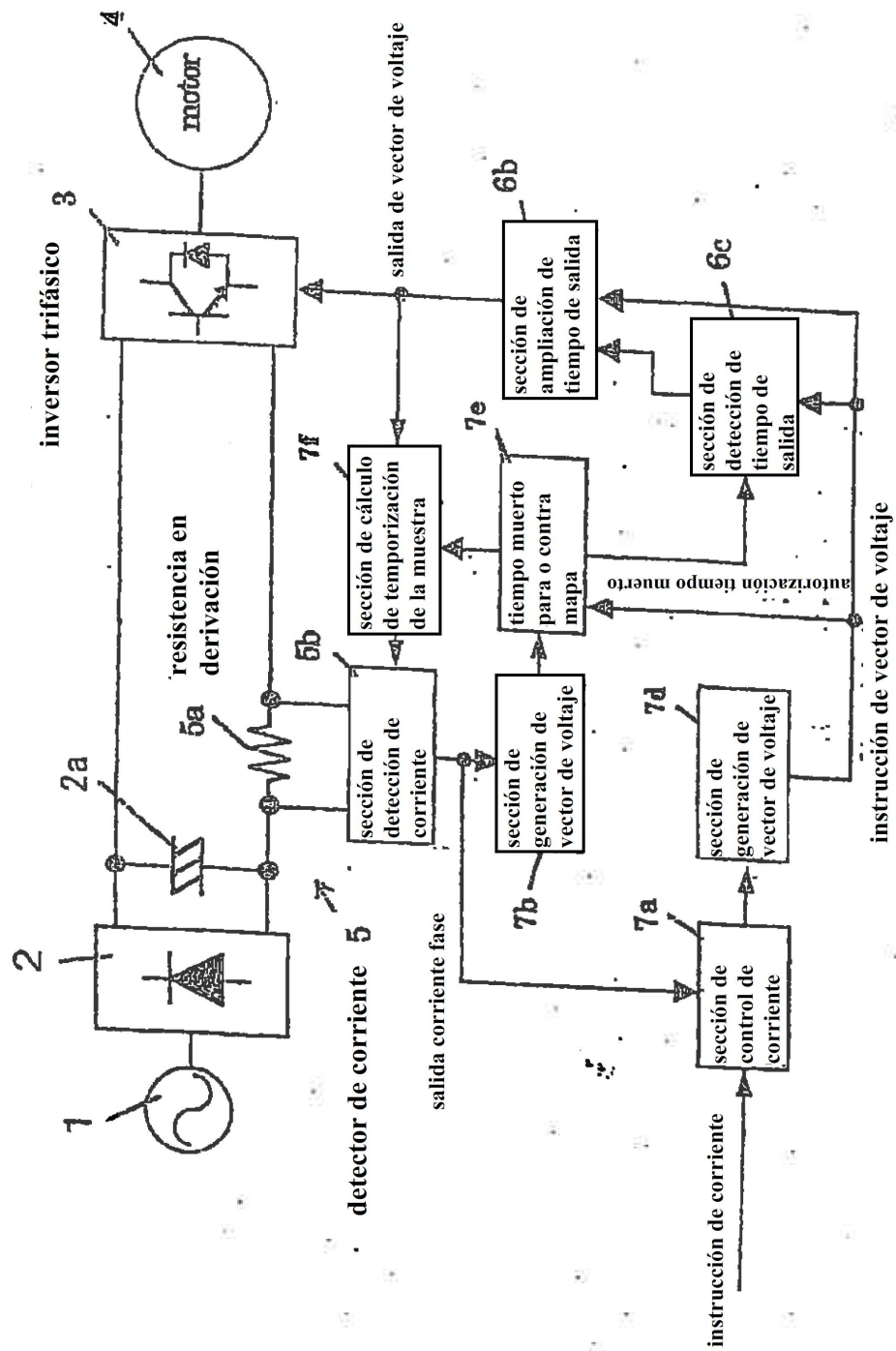


Fig. 13

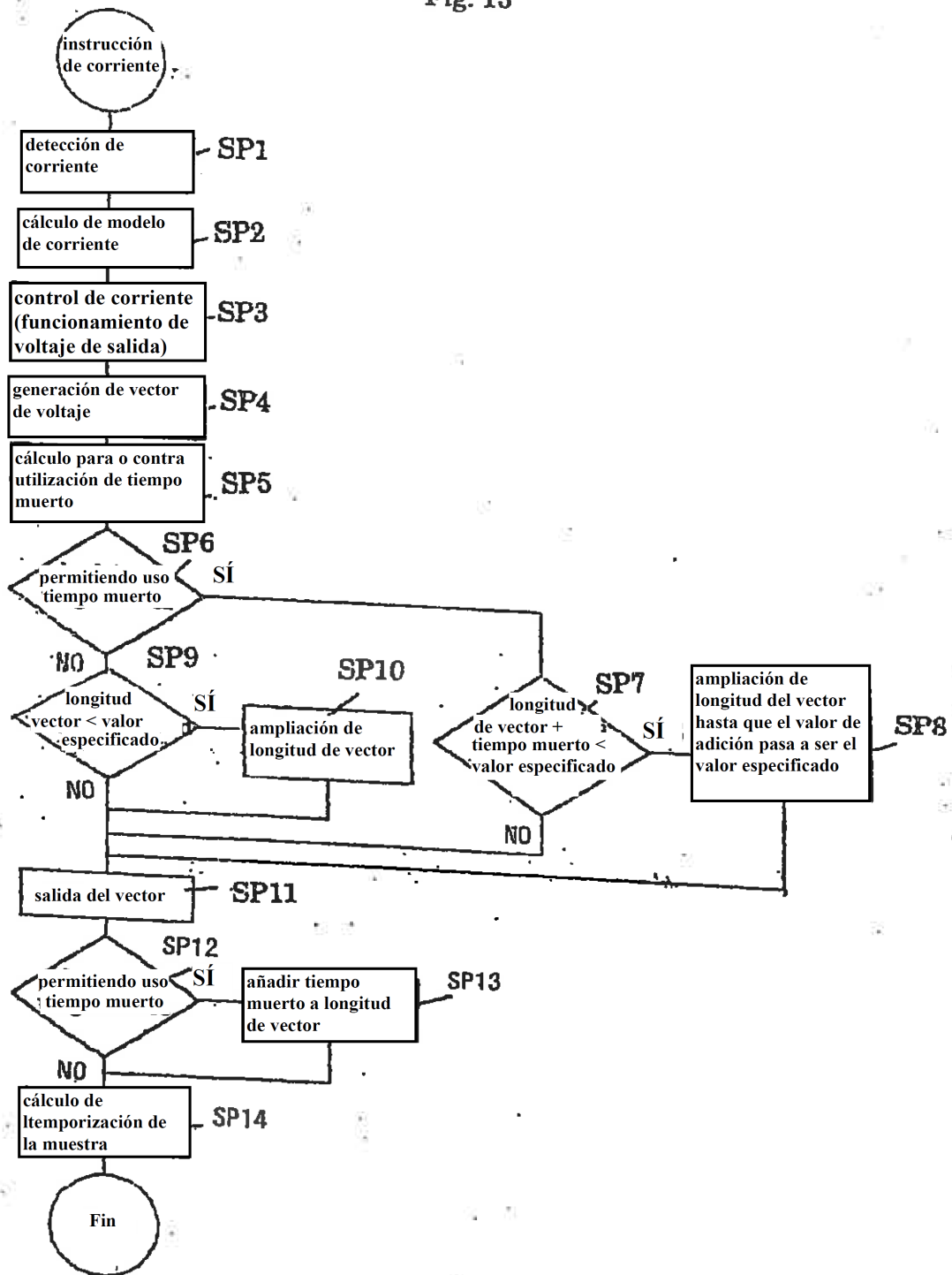


Fig. 14

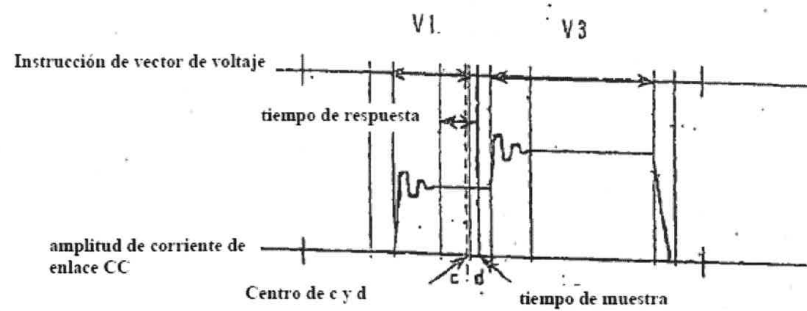


Fig. 15

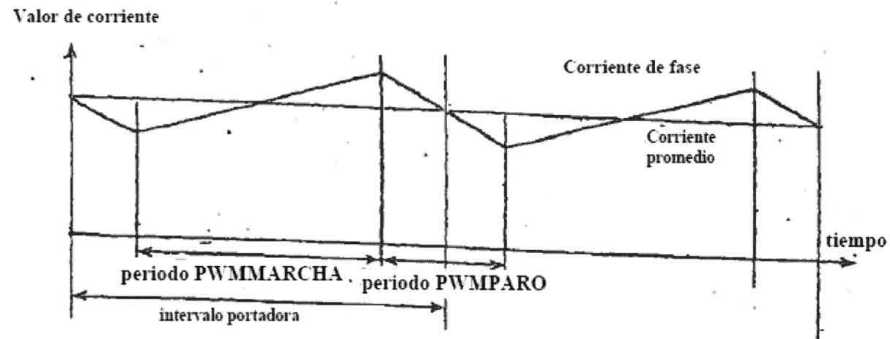


Fig. 16

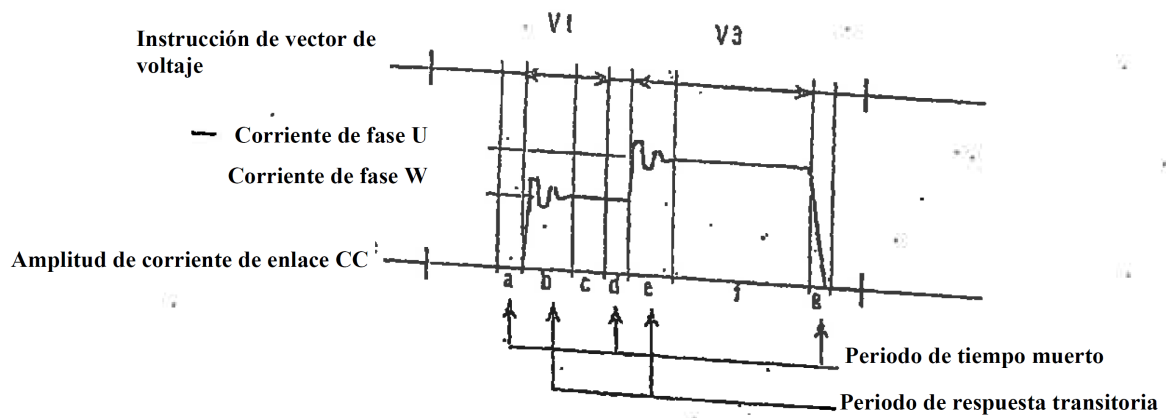


Fig. 17

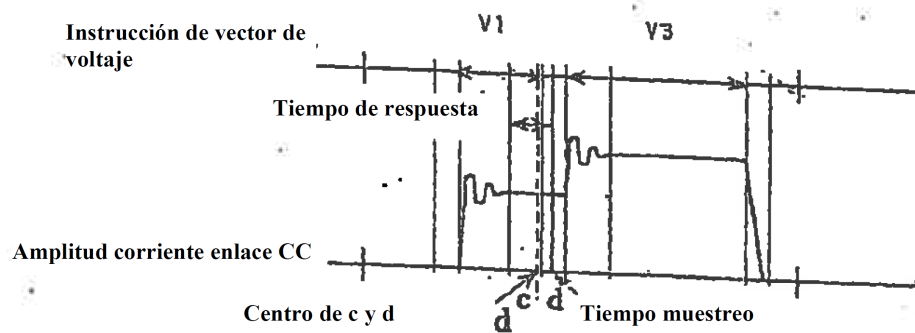


Fig. 18

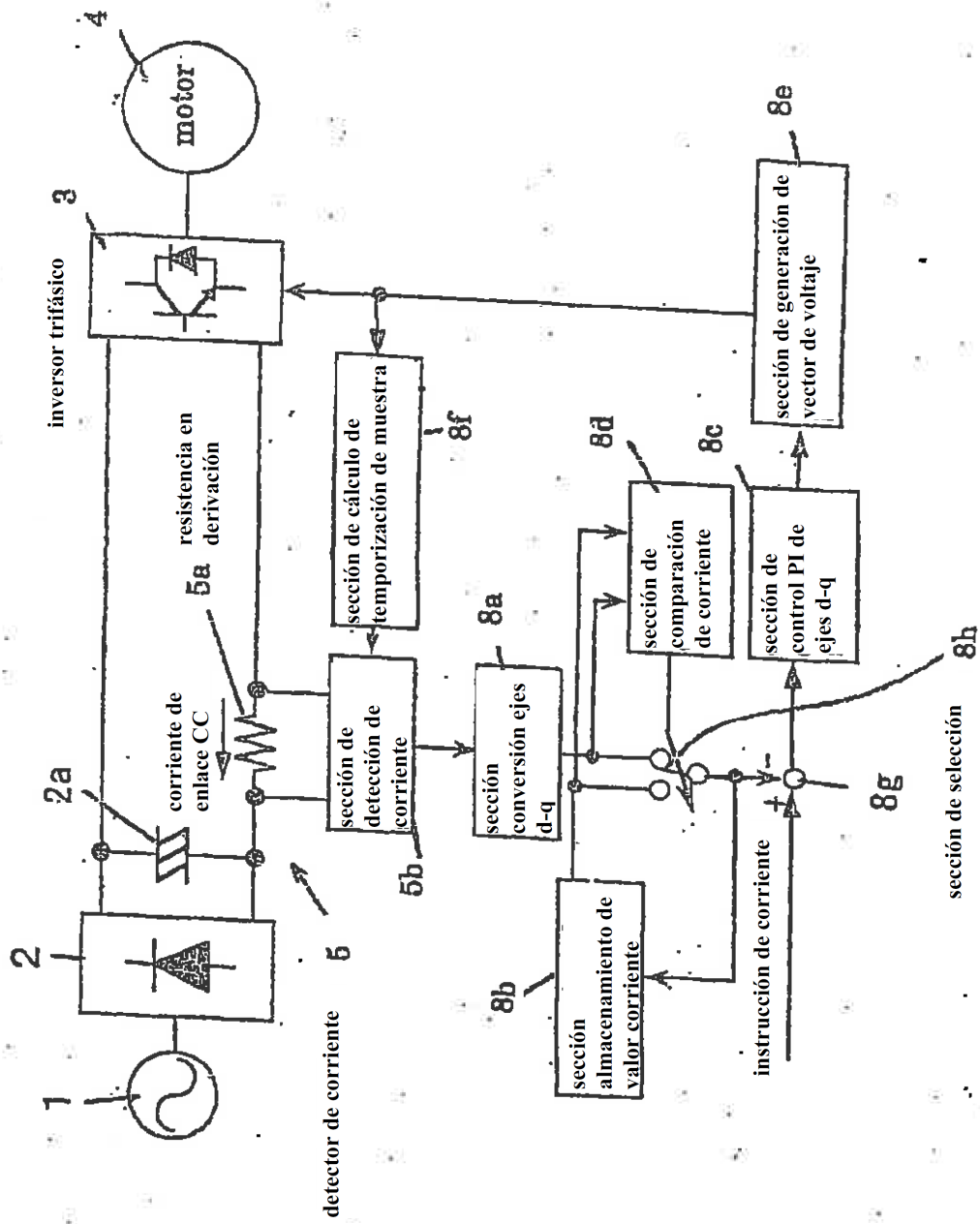


Fig. 19

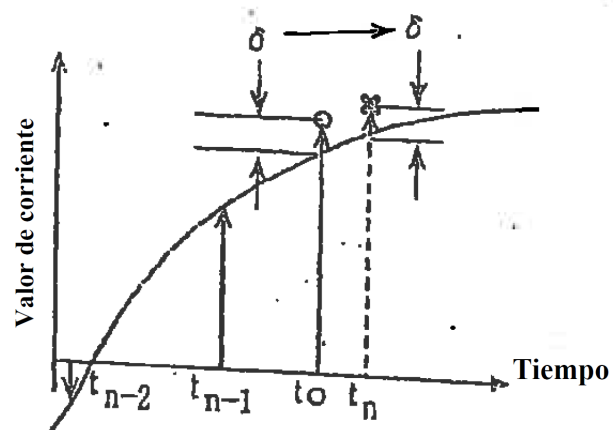


Fig. 20

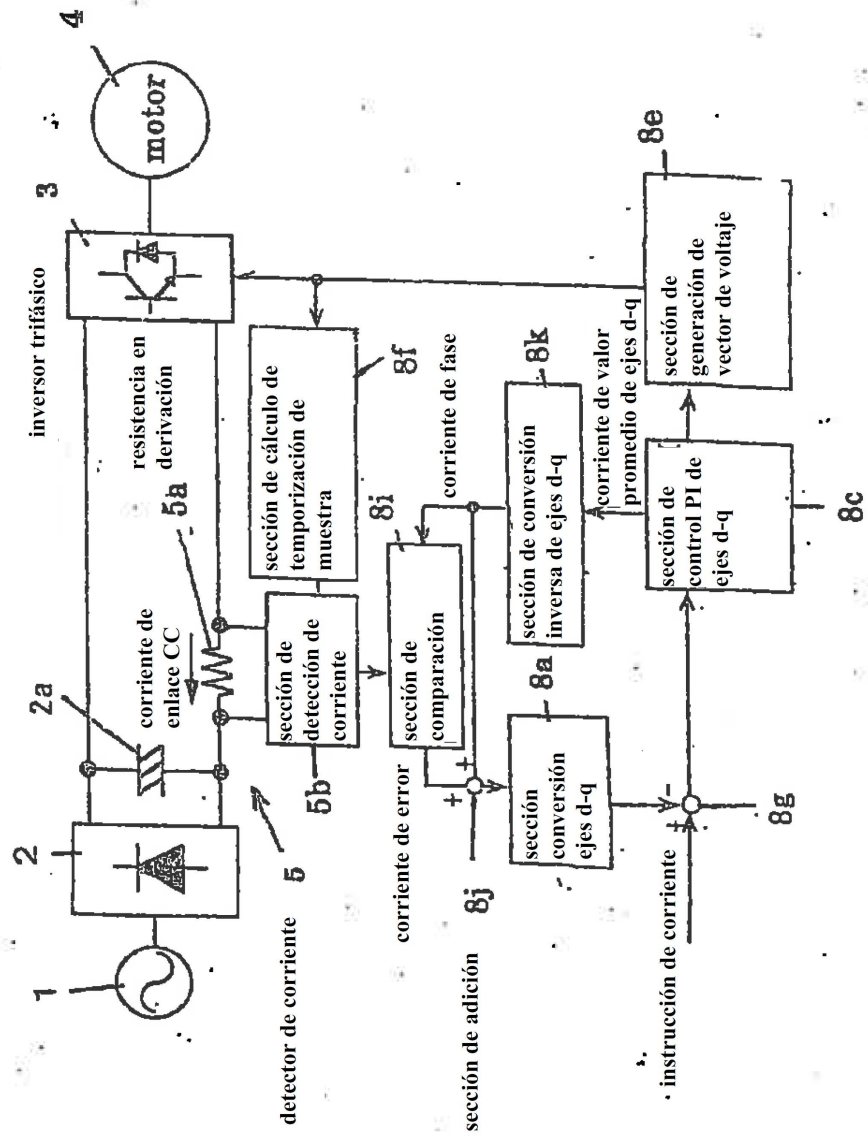


Fig. 21

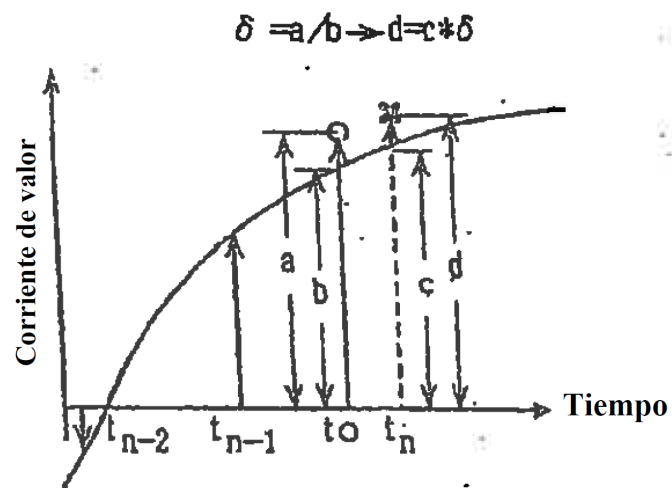


Fig. 22

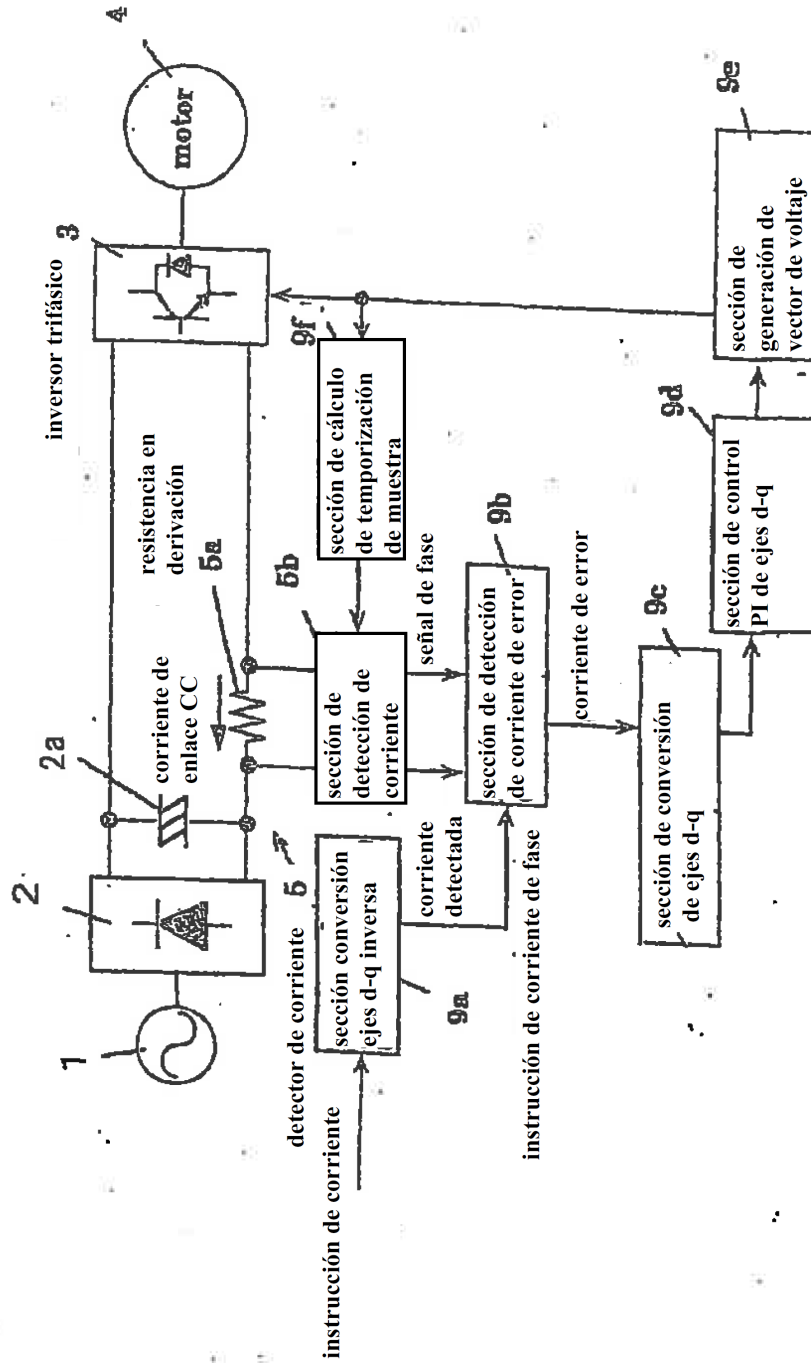


Fig. 23

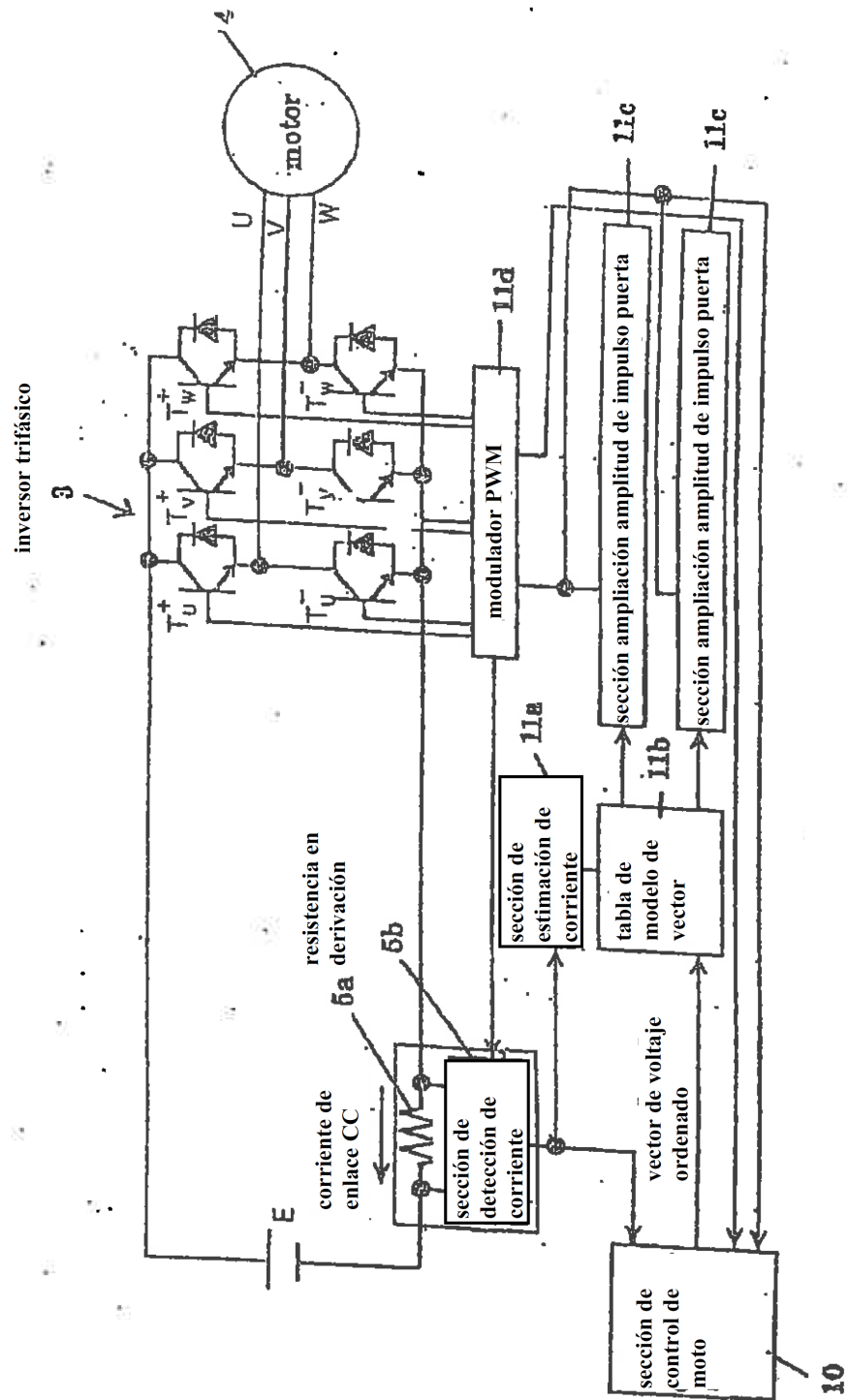


Fig. 24

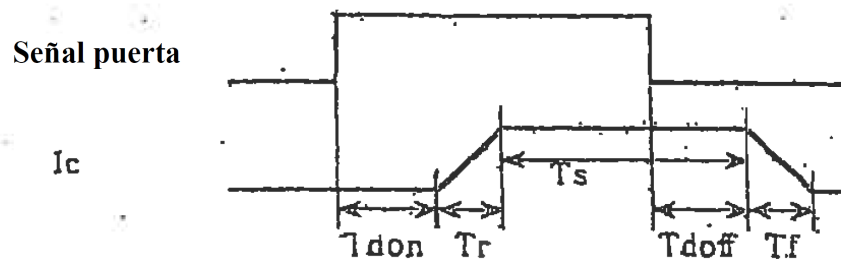


Fig. 25

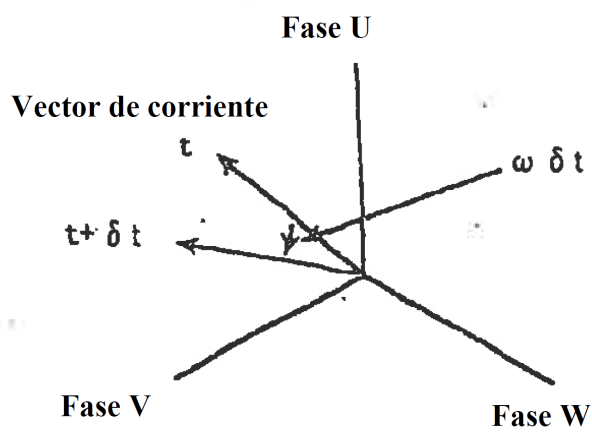


Fig. 26

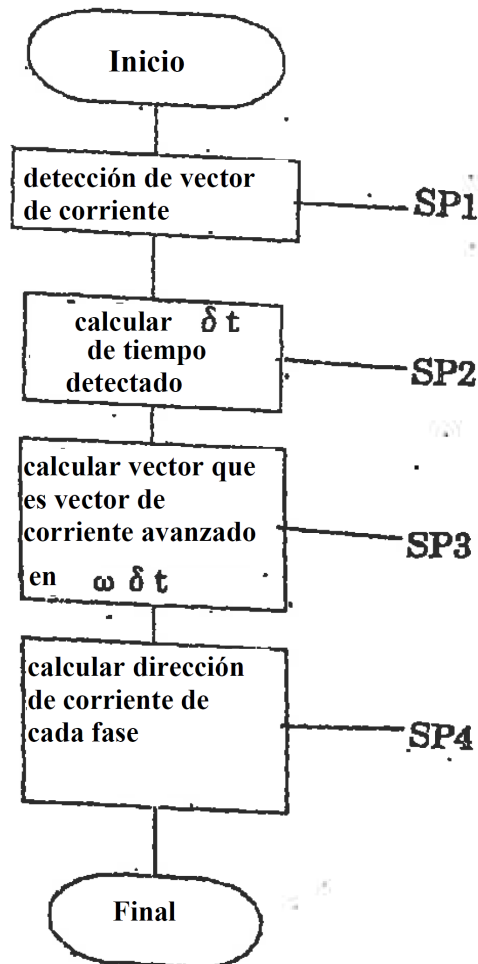


Fig. 27

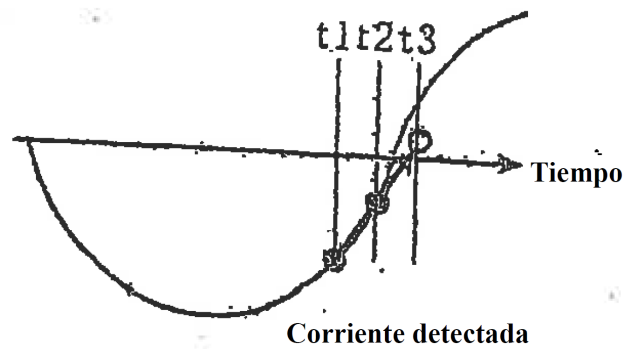


Fig. 28

Señal de puerta de U+

Señal de puerta de U-

Corriente de enlace CC

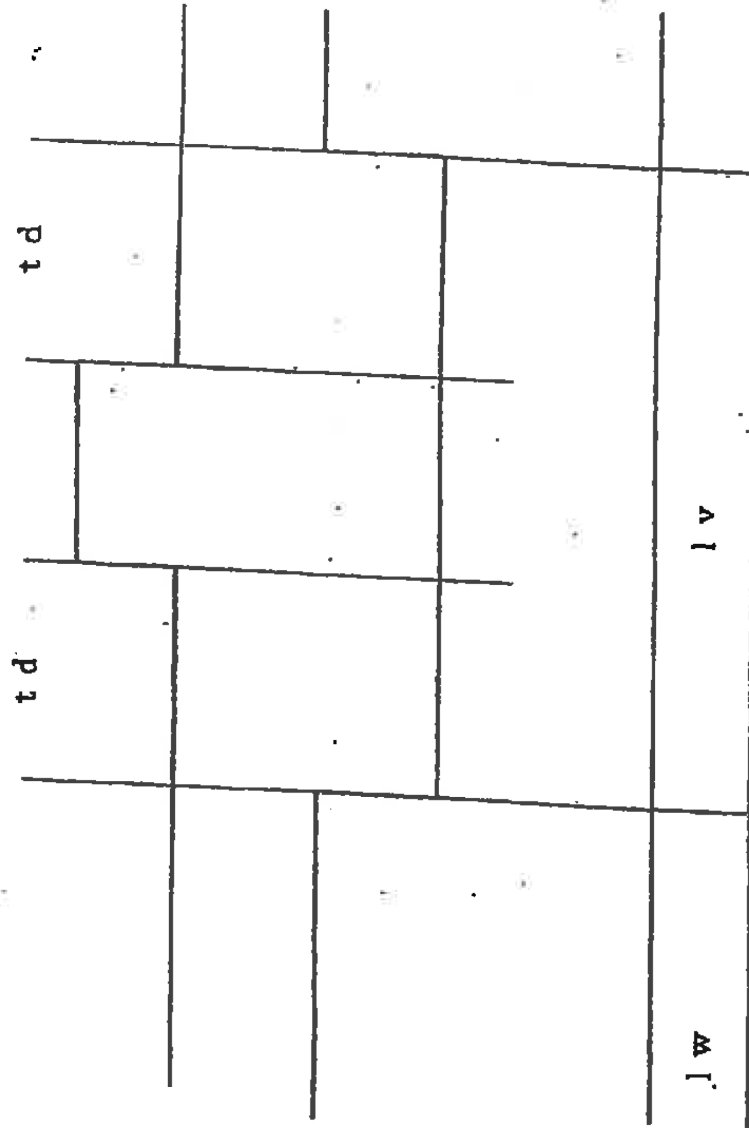


Fig. 29

Señal de puerta de U-

Corriente de enlace CC

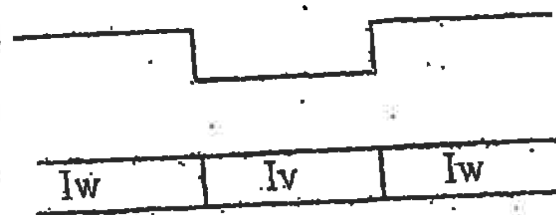


Fig. 30

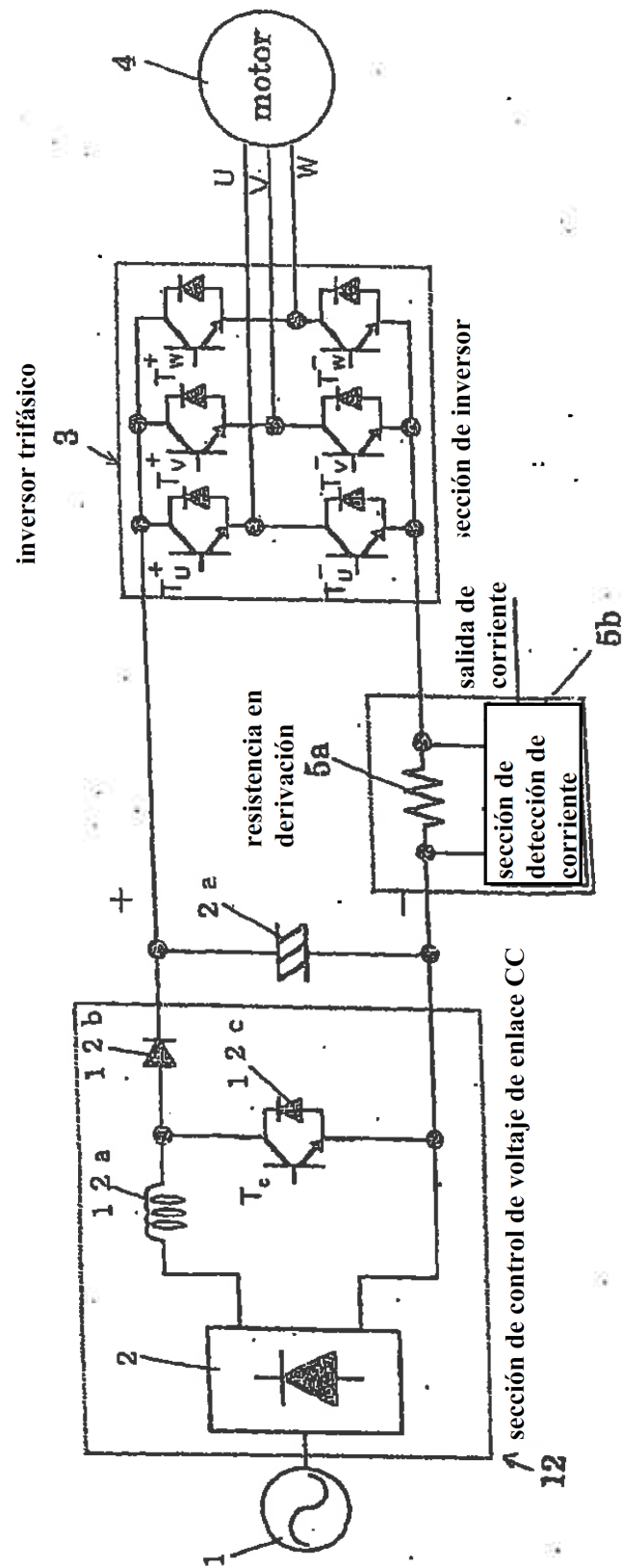


Fig. 31

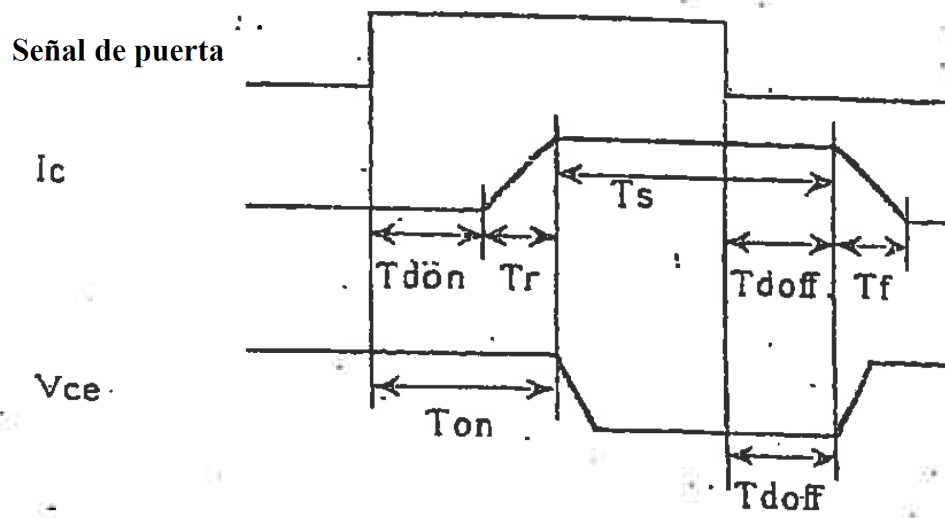


Fig. 32

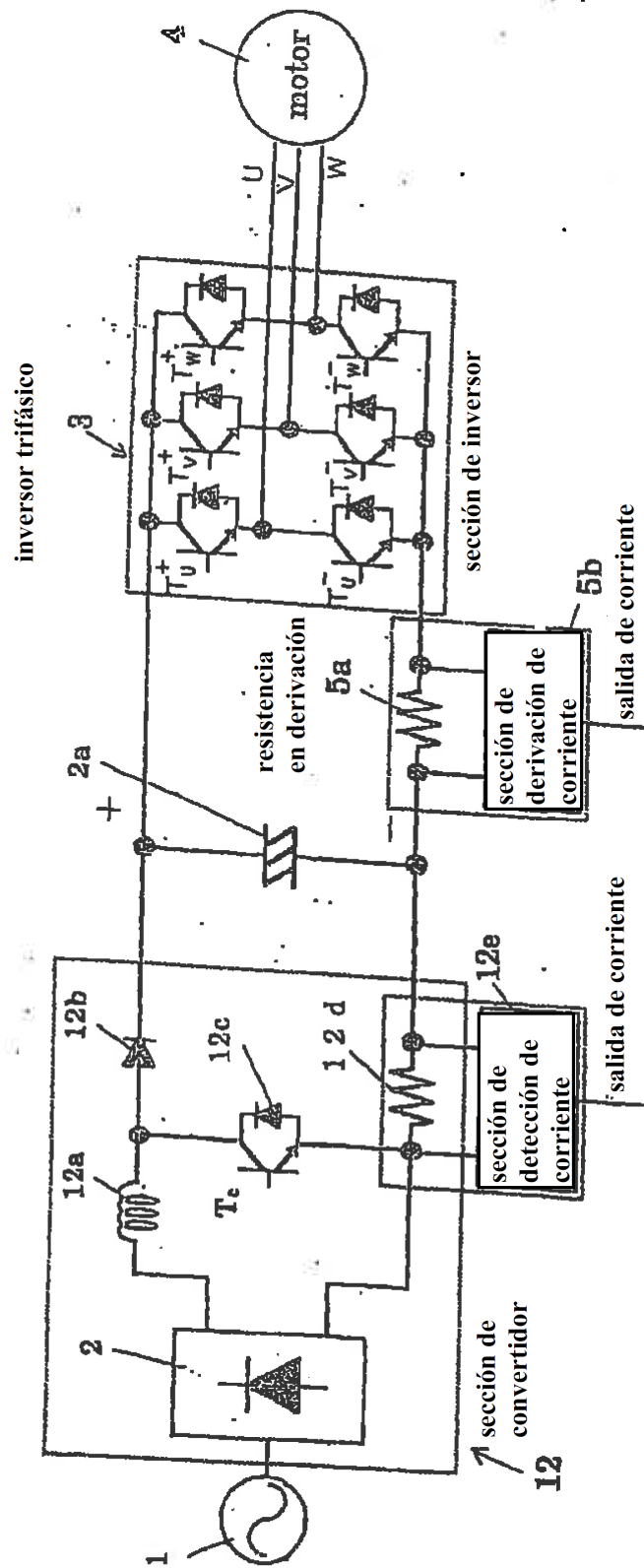


Fig. 33

