

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 664 919**

(51) Int. Cl.:

G01R 19/175 (2006.01)
H02M 1/42 (2007.01)
G01R 19/165 (2006.01)
H02M 1/08 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2016 E 16173497 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 3106885**

(54) Título: **Dispositivo de detección de punto de cruce por cero, dispositivo de suministro de energía y método de detección de punto de cruce por cero**

(30) Prioridad:

17.06.2015 JP 2015121699

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

24.04.2018

(73) Titular/es:

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
16-5, Konan 2-chome, Minato-ku
Tokyo, JP

(72) Inventor/es:

SATO, TAKESHI;
KUHARA, MASAKAZU y
AIBA, KENICHI

(74) Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 664 919 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de detección de punto de cruce por cero, dispositivo de suministro de energía y método de detección de punto de cruce por cero

5

Antecedentes de la invención

Sector de la técnica

- 10 La presente invención se refiere a un dispositivo de detección de punto de cruce por cero, un dispositivo de suministro de energía, un método de detección de punto de cruce por cero, y un programa.

Estado de la técnica

- 15 Se conoce un dispositivo de suministro de energía que rectifica la salida de voltaje de corriente alterna (CA) de una fuente de alimentación de CA, para generar un voltaje de corriente continua (CC), y que impulsa una carga con el voltaje de CC generado. Generalmente, se utiliza un elemento conmutador en un circuito que genera el voltaje de CC a partir de la salida el voltaje de CA de la fuente de alimentación de CA, en dicho dispositivo de suministro de energía. La operación de conmutación del elemento conmutador se controla mediante una señal de control, que se genera sobre la base de una temporización basada en un punto de cruce por cero de la salida de voltaje de CA de la fuente de alimentación de CA.
- 20

La Solicitud de Patente de Japón No Examinada, Primera Publicación n.º 2013-208018 (en lo sucesivo, denominada Documento de Patente 1), la Patente de Japón n.º 3708468 (en lo sucesivo, denominada Documento de Patente 2),
25 la Patente de Japón n.º 5409152 (en lo sucesivo, denominada Documento de Patente 3), y la Solicitud de Patente de Japón No Examinada, Primera Publicación n.º 2014-150622 (en lo sucesivo, denominada Documento de Patente 4) dan a conocer técnicas relevantes. Los dispositivos dados a conocer en los Documentos de Patente 1 a 4 detectan un punto de cruce por cero de la salida de voltaje de CA de una fuente de alimentación de CA.

- 30 La impedancia de un terminal de salida de una fuente de alimentación de corriente alterna (CA) puede ser mayor que la impedancia de una carga que esté conectada al terminal de salida. La impedancia de un cable que esté conectado al terminal de salida de la fuente de alimentación de CA puede ser mayor que la impedancia de la carga. En estos casos, la forma de onda de voltaje de una sección de CA del dispositivo de suministro de energía puede verse perturbada por la influencia de una operación de conmutación, de un elemento conmutador instalado en el dispositivo de suministro de energía, y puede resultar difícil detectar un punto de cruce, que se emplea en la técnica relacionada.
- 35

En consecuencia, existe la demanda de una técnica capaz de especificar con precisión un punto de cruce por cero incluso cuando la salida de la fuente de alimentación de CA se encuentre en un estado de alta impedancia.

- 40 El documento JP2006254692 (A) da a conocer un dispositivo de suministro de energía para detectar una anomalía en una fuente de alimentación de CA, y para detener una operación de cortocircuito.

- 45 El documento US2006093388 (A1) se refiere a un aparato de suministro de energía y a un aparato de calentamiento y un aparato de formación de imágenes.

El documento EP2369049 (A1) describe una máquina lavadora/secadora con tambor, que incluye un tambor giratorio, un circuito de rectificación, una sección de condensador de filtrado, un circuito inversor, un circuito para cortocircuito que presenta un reactor y un elemento de control de cortocircuito, y una sección de control.

50

Objeto de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de detección de punto de cruce por cero, un dispositivo de suministro de energía, un método de detección de punto de cruce por cero y un programa que pueda resolver el problema mencionado anteriormente.

- 55 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de detección de punto de cruce por cero que incluye: una unidad de detección de punto de cruce, que detecta un cruce de un voltaje de corriente alterna y un voltaje positivo predeterminado, emitiéndose en salida el voltaje positivo predeterminado desde una fuente de alimentación de corriente alterna; y un circuito de control que especifica una primera temporización de detección, siendo la primera temporización de detección una temporización en la que la unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce cuando se aumenta el voltaje de corriente alterna, especificando el circuito de control una segunda temporización de detección, siendo la segunda temporización de detección una temporización en la que la unidad de detección del punto de cruce detecta el cruce durante un período de detección predeterminado, siendo el período de detección predeterminado un período desde un tiempo final de un período de detención de la detección hasta un tiempo final de período de detección, determinándose el tiempo final del período de detención de la detección sobre
- 60
- 65

- la base de la primera temporización de detección, siendo el tiempo final del período de detención de la detección anterior a cuando el voltaje inicialmente cruza el voltaje positivo predeterminado, después de la primera temporización de detección, asumiéndose que el voltaje de corriente alterna es un voltaje de corriente alterna ideal que tiene una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia, siendo el tiempo de finalización del período de detección anterior a cuando el voltaje cruza inicialmente cero voltios después del final del período de detención de la detección, restando el circuito de control una diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a medio ciclo del voltaje de corriente alterna, para obtener un valor, dividiendo el circuito de control a la mitad el valor obtenido para calcular un parámetro de especificación de punto de cruce por cero, especificando el circuito de control un tiempo de cruce por cero en el cual el voltaje de corriente alterna cruza cero voltios sobre la base del parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de corriente alterna, controlando el circuito de control, en función del tiempo de cruce por cero especificado, una operación de conmutación de un elemento comutador que se utiliza para rectificar el voltaje de corriente alterna a un voltaje de corriente continua.
- De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, en el dispositivo de detección de punto de cruce por cero descrito anteriormente, el circuito de control puede añadir un ciclo del voltaje de corriente alterna a la primera temporización de detección, para disminuir el parámetro de especificación de punto de cruce por cero, o añadir el medio ciclo del voltaje de corriente alterna al parámetro de especificación de punto de cruce por cero, para especificar el tiempo de cruce por cero en la segunda temporización de detección.
- De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, en el dispositivo de detección de punto de cruce por cero descrito anteriormente, el circuito de control puede llevar a cabo repetidamente un proceso de ajuste de una de una temporización que se obtenga sumando el medio ciclo del voltaje de corriente alterna y el doble del parámetro de especificación de punto de cruce por cero a la segunda temporización de detección, una temporización que se obtenga sumando un ciclo del voltaje de corriente alterna a la primera temporización de detección, y una temporización en la que la unidad de detección de punto de cruce detecte primero el cruce, cuando se cambie el voltaje de corriente alterna de un lado de bajo voltaje a un lado de alto voltaje tras el tiempo de cruce por cero especificado, como una nueva primera temporización de detección que se usa para especificar el tiempo de cruce por cero de un siguiente ciclo, especificando una nueva segunda temporización de detección en el próximo ciclo utilizando la nueva primera temporización de detección especificada, calculando un nuevo parámetro de especificación de punto de cruce en el siguiente ciclo sobre la base de la nueva primera temporización de detección en el próximo ciclo y la nueva segunda temporización de detección en el siguiente ciclo, especificando un nuevo tiempo de cruce por cero en el siguiente ciclo sobre la base del nuevo parámetro de especificación de punto de cruce en el siguiente ciclo y el ciclo del voltaje de corriente alterna, y controlando la operación de conmutación del elemento comutador sobre la base del nuevo tiempo de cruce por cero especificado en el siguiente ciclo.
- De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de suministro de energía que incluye: un circuito rectificador que convierte la salida de energía de corriente alterna, de una fuente de energía de corriente alterna, a energía de corriente continua y suministra la energía de corriente continua a una carga; un reactor que está conectado en serie entre una salida de la fuente de energía de corriente alterna y el circuito rectificador; un elemento comutador que está conectado en paralelo a una ruta de un voltaje de corriente alterna, que se aplica al circuito rectificador a través del reactor, y lleva a cabo una operación de conmutación; un circuito de filtrado que está conectado en paralelo al circuito rectificador; una unidad de detección de punto de cruce que detecta un cruce de un voltaje de corriente alterna y un voltaje positivo predeterminado, emitiéndose en salida el voltaje positivo predeterminado desde una fuente de energía de corriente alterna; y un circuito de control que especifica una primera temporización de detección, siendo la primera temporización de detección una temporización en la que la unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce cuando se aumenta el voltaje de corriente alterna, especificando el circuito de control una segunda temporización de detección, siendo la segunda temporización de detección una temporización en la que la unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce durante un período de detección predeterminado, siendo el período de detección predeterminado un período que va desde un tiempo final de un período de detención de la detección hasta un tiempo final de período de detección, determinándose el tiempo final del período de detención de la detección sobre la base de la primera temporización de detección, siendo el tiempo final del período de detención de la detección anterior a cuando el voltaje inicialmente cruza el voltaje positivo predeterminado, después de la primera temporización de detección, asumiéndose que el voltaje de corriente alterna es un voltaje de corriente alterna ideal que tiene una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia, siendo el tiempo de finalización del período de detección anterior a cuando el voltaje cruza inicialmente cero voltios después del final del período de detención de la detección, restando el circuito de control una diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a medio ciclo del voltaje de corriente alterna, para obtener un valor, dividiendo el circuito de control a la mitad el valor obtenido para calcular un parámetro de especificación de punto de cruce por cero, especificando el circuito de control un tiempo de cruce por cero en el cual el voltaje de corriente alterna cruza cero voltios sobre la base del parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de corriente alterna, controlando el circuito de control, en función del tiempo de cruce por cero especificado, una operación de conmutación de un elemento comutador que se utiliza para rectificar el voltaje de corriente alterna a un voltaje de corriente continua.
- De acuerdo con un quinto aspecto de la invención, se proporciona un método de detección de punto de cruce por

cero que incluye: detectar un cruce de un voltaje de corriente alterna y un voltaje positivo predeterminado, emitiéndose en salida el voltaje positivo predeterminado desde una fuente de energía de corriente alterna; y especificar una primera temporización de detección, siendo la primera temporización de detección una temporización en la que una unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce, cuando se aumenta el voltaje de corriente alterna, especificar una segunda temporización de detección, siendo la segunda temporización de detección una temporización en la que la unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce, durante un período de detección predeterminado, siendo el período de detección predeterminado un período desde un tiempo de finalización de un período de detención de detección hasta un tiempo de finalización del período de detección, determinándose el tiempo final del período de detención de la detección sobre la base de la primera temporización de detección, siendo el tiempo final del período de detención de la detección anterior a cuando el voltaje inicialmente cruza el voltaje positivo predeterminado, después de la primera temporización de detección, asumiéndose que el voltaje de corriente alterna es un voltaje de corriente alterna ideal que tiene una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia, siendo el tiempo de finalización del período de detección anterior a cuando el voltaje cruza inicialmente cero voltios después del final del período de detención de la detección, restar una diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a medio ciclo del voltaje de corriente alterna, para obtener un valor, dividiendo el circuito de control a la mitad el valor obtenido para calcular un parámetro de especificación de punto de cruce por cero, especificar un tiempo de cruce por cero en el cual el voltaje de corriente alterna cruza cero voltios sobre la base del parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de corriente alterna, y controlar, en función del tiempo de cruce por cero especificado, una operación de conmutación de un elemento conmutador que se utiliza para rectificar el voltaje de corriente alterna a un voltaje de corriente continua.

De acuerdo con un sexto aspecto de la invención, un programa hace que una computadora ejecute las acciones de: detectar un cruce de un voltaje de corriente alterna y un voltaje positivo predeterminado, emitiéndose en salida el voltaje positivo predeterminado desde una fuente de energía de corriente alterna; y detectar un cruce de una salida de voltaje de corriente alterna, de una fuente de alimentación de corriente alterna, y un voltaje positivo predeterminado; y especificar una primera temporización de detección, siendo la primera temporización de detección una temporización en la que una unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce, cuando se aumenta el voltaje de corriente alterna, especificar una segunda temporización de detección, siendo la segunda temporización de detección una temporización en la que la unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce, durante un período de detección predeterminado, siendo el período de detección predeterminado un período desde un tiempo de finalización de un período de detención de detección hasta un tiempo de finalización del período de detección, determinándose el tiempo final del período de detención de la detección sobre la base de la primera temporización de detección, siendo el tiempo final del período de detención de la detección anterior a cuando el voltaje inicialmente cruza el voltaje positivo predeterminado, después de la primera temporización de detección, asumiéndose que el voltaje de corriente alterna es un voltaje de corriente alterna ideal que tiene una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia, siendo el tiempo de finalización del período de detección anterior a cuando el voltaje cruza inicialmente cero voltios después del final del período de detención de la detección, restar una diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a medio ciclo del voltaje de corriente alterna, para obtener un valor, dividiendo el circuito de control a la mitad el valor obtenido para calcular un parámetro de especificación de punto de cruce por cero, especificar un tiempo de cruce por cero en el cual el voltaje de corriente alterna cruza cero voltios sobre la base del parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de corriente alterna, y controlar, en función del tiempo de cruce por cero especificado, una operación de conmutación de un elemento conmutador que se utiliza para rectificar el voltaje de corriente alterna a un voltaje de corriente continua.

De acuerdo con el dispositivo de detección de punto de cruce por cero, el dispositivo de suministro de energía, el método de detección de punto de cruce por cero y el programa descritos anteriormente, es posible especificar con precisión un punto de cruce por cero incluso cuando se produzca una salida de una fuente de alimentación de corriente alterna en un estado de alta impedancia.

Descripción de las figuras

La FIG. 1 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de suministro de energía de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La FIG. 2 es un diagrama que muestra una configuración de una unidad de detección de punto de cruce, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La FIG. 3 es un primer diagrama que muestra la detección de un punto de cruce, en una unidad de detección de punto de cruce de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La FIG. 4 es un segundo diagrama que muestra la detección de un punto de cruce, en una unidad de detección de punto de cruce de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La FIG. 5 es un diagrama que muestra la detección de un punto de cruce por cero, en un circuito de control de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La FIG. 6 es un diagrama que muestra un flujo de proceso de un dispositivo de detección de punto de cruce por cero, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Realizaciones

- 5 En lo sucesivo se describirán en detalle las realizaciones de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos.

En primer lugar, se describirá una configuración de un dispositivo 10 de suministro de energía de acuerdo con una realización de la presente invención.

- 10 Como se muestra en la FIG. 1, el dispositivo 10 de suministro de energía de acuerdo con la realización de la presente invención incluye una fuente 11 de alimentación de corriente alterna (CA), un reactor 12, un circuito rectificador 13, un condensador 14 (un circuito de filtrado), un elemento comutador 16 y un dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero. En la FIG. 1, se muestra una carga 15 junto con el dispositivo 10 de suministro de energía.

- 15 El circuito rectificador 13 incluye cuatro diodos 13a, 13b, 13c y 13d. Un ánodo del diodo 13a está conectado a un cátodo del diodo 13c. Un cátodo del diodo 13a está conectado a un cátodo del diodo 13b. Un ánodo del diodo 13b está conectado a un cátodo del diodo 13d. Un ánodo del diodo 13c está conectado a un ánodo del diodo 13d. El circuito rectificador 13 convierte la salida de energía de CA, de la fuente 11 de alimentación de CA, a corriente continua (CC) y suministra la energía de CC a la carga 15.

- 20 La fuente 11 de alimentación de CA emite energía de CA. Específicamente, la fuente 11 de alimentación de CA incluye los terminales "a" y "b". La fuente 11 de alimentación de CA emite un voltaje de CA desde el terminal "a", sirviendo el voltaje del terminal "b" como voltaje de referencia.

- 25 El reactor 12 está conectado en serie entre el terminal de salida de la fuente 11 de alimentación de CA y el circuito rectificador 13. Específicamente, el reactor 12 está conectado en serie entre el terminal "a" de la fuente 11 de alimentación de CA y el ánodo del diodo 13a.

- 30 El elemento comutador 16 está conectado en paralelo, en una trayectoria de un voltaje de CA que se aplica al circuito rectificador 13 a través del reactor 12. Específicamente, el elemento comutador 16 está conectado en serie entre el ánodo del diodo 13a y el terminal "b" de la fuente 11 de alimentación de CA. El elemento comutador 16 lleva a cabo una operación de comutación en función del control de un circuito 20 de control.

- 35 El reactor 12, el elemento comutador 16 y el circuito rectificador 13 constituyen un circuito 18 de refuerzo. Cuando la fuente 11 de alimentación de CA emite una corriente desde el terminal "a", recibe una entrada de corriente desde el terminal "b", y el elemento comutador 16 se conmuta a un estado cerrado, el reactor 12 se conecta al terminal "b" de la fuente 11 de alimentación de CA, y aumenta una corriente que fluye desde el terminal "a" al reactor 12. En este caso, cuando se conmuta el elemento comutador 16 a un estado abierto, se descarga la energía acumulada en el reactor 12, una corriente fluye a través del diodo 13a, el condensador 14 y el diodo 13d, y se acumulan cargas eléctricas en el condensador 14.

- 40 Cuando la fuente 11 de alimentación de CA emite una corriente desde el terminal "b" y recibe una entrada de corriente desde el terminal "a", y el elemento comutador 16 está en el estado cerrado, el reactor 12 se conecta al terminal "b" de la fuente 11 de alimentación de CA y aumenta una corriente que fluye desde el terminal "b" hasta el reactor 12. En este caso, cuando se conmuta el elemento comutador 16 al estado abierto, se descarga la energía acumulada en el reactor 12, una corriente fluye a través del diodo 13b, el condensador 14 y el diodo 13c, y se acumulan cargas eléctricas en el condensador 14. En este momento, el condensador 14 sirve como un circuito de filtrado.

- 45 El dispositivo 25 de detección de punto de cruce incluye el circuito 20 de control, una unidad 21 de detección de punto de cruce, una unidad 22 de detección de corriente de carga y una unidad 23 de detección de voltaje de carga.

- 50 La unidad 21 de detección de punto de cruce detecta un cruce de una salida de voltaje de CA, procedente de la fuente 11 de alimentación de CA, y un voltaje de polarización directa predeterminado (un voltaje positivo predeterminado), para hacer que un fotodiodo de un fotoacoplador 201 emita luz.

- 55 La unidad 22 de detección de corriente de carga detecta una corriente de carga suministrada a la carga 15.

La unidad 23 de detección de voltaje de carga detecta un voltaje de CC suministrado a la carga 15.

- 60 El circuito 20 de control especifica una primera temporización de detección, en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta primero el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, después de que la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA aumente desde un voltaje que sea

- igual o inferior a cero voltios. El circuito 20 de control especifica una segunda temporización de detección, en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta por última vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, cuando la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA disminuye con el transcurso del tiempo. La segunda temporización de detección se especifica en un período de detección predeterminado que va desde un momento anterior a una primera temporización, en la que un voltaje de CA ideal con una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia cruza el voltaje de polarización directa predeterminado, después de la primera temporización de detección cuando se asume que la salida de voltaje de CA de la fuente de alimentación de CA es el voltaje de CA ideal, siendo el tiempo un tiempo de finalización de un período de detención de la detección que se determina sobre la base de la temporización con la primera temporización de detección como referencia, hasta una temporización anterior a una primera temporización en la que el voltaje de CA ideal cruza cero voltios una vez finalizado el período de detención de la detección. El circuito 20 de control calcula un parámetro de especificación de punto de cruce por cero mediante la división a la mitad de un valor, que se obtiene restando una diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a medio ciclo del voltaje de CA, utilizando la primera temporización de detección, la segunda temporización de detección y un ciclo del voltaje de CA. El circuito 20 de control especifica un punto de cruce por cero (un tiempo de cruce por cero) en el cual el voltaje de CA cruza cero voltios sobre la base del parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de CA. El circuito 20 de control controla la operación de conmutación del elemento conmutador 16, sobre la base del tiempo de cruce por cero especificado. Específicamente, el circuito 20 de control genera una señal de control para accionar el elemento conmutador 16 en temporización con el punto de cruce por cero especificado. El circuito 20 de control interrumpe la conmutación del elemento conmutador 16, mediante la transmisión de la señal de control generada a un circuito de accionamiento (no mostrado) del elemento conmutador 16. Esta operación se realiza haciendo que el circuito 20 de control lleve a cabo una operación predeterminada, sobre la base de un programa y un valor establecido, previamente almacenado en el circuito 20 de control.
- Se establece un ciclo de la salida de voltaje de CA, de la fuente 11 de alimentación de CA, a un valor fijo de un ciclo ideal.
- El circuito 20 de control establece una de las temporizaciones como una nueva primera temporización de detección, que se utiliza para especificar el tiempo de cruce por cero de un siguiente ciclo. Las temporizaciones son una temporización que se obtiene sumando el medio ciclo de la salida de voltaje de CA, de la fuente 11 de alimentación de CA, y el doble del parámetro de especificación de punto de cruce por cero, a la segunda temporización de detección, una temporización que se obtiene sumando un ciclo de la salida de voltaje de CA, de la fuente 11 de alimentación de CA, a la primera temporización de detección, y una temporización en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta primero el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, cuando la salida de CA de la fuente 11 de alimentación de CA aumenta con el lapso de tiempo tras el tiempo de cruce por cero especificado. El circuito 20 de control especifica una nueva segunda temporización de detección en el siguiente ciclo, utilizando la nueva primera temporización de detección. El circuito 20 de control calcula un nuevo parámetro de especificación de punto de cruce por cero en el siguiente ciclo, sobre la base de la nueva primera temporización de detección en el siguiente ciclo y la nueva segunda temporización de detección en el siguiente ciclo. El circuito 20 de control especifica un nuevo tiempo de cruce por cero en el siguiente ciclo, sobre la base del nuevo parámetro de especificación de punto de cruce por cero calculado, en el siguiente ciclo, y el ciclo de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA. El circuito 20 de control efectúa repetidamente un proceso de control de la operación de conmutación del elemento conmutador 16, sobre la base del nuevo tiempo de cruce por cero especificado en el siguiente ciclo.
- Cuando el elemento conmutador 16 es un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT), el circuito 20 de control puede controlar la temporización en la que se commuta el elemento conmutador 16 al estado abierto, mediante el control de la duración en la que se aplica a la puerta del IGBT un voltaje de encendido del IGBT, y una temporización en la que se aplica a la puerta del IGBT un voltaje de desconexión del IGBT. El circuito 20 de control puede controlar la temporización en la que se commuta el elemento conmutador 16 al estado cerrado, mediante el control de la duración en la que se aplica a la puerta del IGBT el voltaje de desconexión del IGBT, y la temporización en la que se aplica a la puerta del IGBT el voltaje de encendido del IGBT.
- El elemento conmutador 16 no está limitado al IGBT. Siempre que la impedancia del elemento conmutador 16 en el estado cerrado sea suficientemente menor que la impedancia de un circuito, conectado en paralelo al elemento conmutador 16, y que el elemento conmutador se cambie al estado abierto y al estado cerrado en un momento apropiado en respuesta a la señal de control del circuito 20 de control, puede utilizarse cualquier elemento.
- Se describirá a continuación la unidad 21 de detección del punto de cruce.
- Como se muestra en la FIG. 2, la unidad 21 de detección de punto de cruce incluye un fotoacoplador 201, unas resistencias 202, 203, 204, 206 y 207, y un transistor bipolar 205.
- En la FIG. 2 se muestra la fuente 11 de alimentación de CA, junto con la unidad 21 de detección del punto de cruce.

- La resistencia 202 y el fotodiodo del fotoacoplador 201 están conectados en serie, entre el terminal "a" y el terminal "b" de la fuente 11 de alimentación de CA.
- 5 El colector de un transistor de salida de corriente del fotoacoplador 201 está conectado a una fuente VCC de alimentación de CC.
- La resistencia 203 está conectada en serie, entre un emisor del transistor de salida de corriente del fotoacoplador 201 y una base del transistor bipolar 205.
- 10 La resistencia 204 está conectada en paralelo, entre la base y un emisor del transistor bipolar 205. El emisor del transistor bipolar 205 está conectado a tierra, GND.
- La resistencia 206 está conectada en serie, entre la fuente VCC de alimentación de CC y un colector del transistor bipolar 205.
- 15 La resistencia 207 está conectada en serie, entre el colector del transistor bipolar 205 y el circuito 20 de control, que no se muestra.
- 20 Cuando el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA es un voltaje de un nivel bajo, y se aplica al fotodiodo del fotoacoplador 201 un voltaje inferior al voltaje de polarización predeterminado (por ejemplo, un voltaje V_{th} mostrado en FIG. 3), el fotodiodo del fotoacoplador 201 no emite luz suficiente y no se irradia con luz el transistor de salida de corriente del fotoacoplador 201. En consecuencia, el transistor de salida de corriente del fotoacoplador 201 no permite un flujo sustancial de corriente. Como resultado, la corriente no fluye sustancialmente en la resistencia 204 y el voltaje de base-emisor del transistor bipolar 205 será menor que un voltaje de ENCENDIDO (habitualmente alrededor de 0,7 voltios). El voltaje de ENCENDIDO muestra el voltaje al que un transistor bipolar opera en la región lineal. El transistor bipolar 205 se conmuta a un estado de APAGADO y el transistor bipolar 205 no permite que fluya la corriente. Cuando el transistor bipolar 205 no permite que fluya la corriente, la corriente no fluye en la resistencia 206 ni en la resistencia 207 al ajustar la impedancia de entrada del circuito 20 de control a una impedancia elevada y, de esta manera, se introduce un voltaje de nivel elevado en el circuito 20 de control.
- 25 Cuando el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA es un voltaje de un nivel alto, y se aplica al fotodiodo del fotoacoplador 201 un voltaje elevado igual o superior al voltaje de polarización directa predeterminado (por ejemplo, el voltaje V_{th} mostrado en la porción (A) de la FIG. 3), el fotodiodo del fotoacoplador 201 emite suficiente luz y se irradia con luz el transistor de salida de corriente del fotoacoplador 201. La porción (A) de la FIG. 3 muestra el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA, y la porción (B) de la FIG. 3 muestra el voltaje de detección de la unidad 21 de detección de punto de cruce. Cuando se irradia con luz el transistor de salida de corriente del fotoacoplador 201, el transistor de salida de corriente hace que fluya una gran corriente desde el colector al emisor. Cuando el transistor de salida de corriente del fotoacoplador 201 hace que fluya una gran corriente desde el colector al emisor, la corriente elevada fluye en la resistencia 204 y el voltaje de base-emisor pasa a ser igual o mayor que el voltaje de ENCENDIDO (habitualmente alrededor de 0,7 voltios). El transistor bipolar se cambia al estado de ENCENDIDO, y el transistor bipolar 205 hace que fluya una corriente desde el colector al emisor. Cuando el transistor bipolar 205 causa un flujo de corriente, la corriente fluye en la resistencia 206 para provocar una caída de voltaje, y el voltaje en el colector del transistor bipolar 205 pasa a tener un nivel bajo. Cuando se establece la impedancia de entrada del circuito 20 de control a una impedancia elevada, no fluye una corriente en la resistencia 207 y el voltaje en la entrada del circuito 20 de control pasa a un nivel bajo.
- 30 Esto es, la unidad 21 de detección de punto de cruce funciona como un circuito inversor para la inversión lógica. En consecuencia, cuando el voltaje aplicado al fotodiodo del fotoacoplador 201 es un voltaje inferior al voltaje V_{th} mostrado en la porción (A) de la FIG. 3, la unidad 21 de detección de punto de cruce produce el voltaje de nivel alto mostrado en la porción (B) de la FIG. 3. Cuando el voltaje aplicado al fotodiodo del fotoacoplador 201 es un voltaje elevado igual o superior al voltaje V_{th} que se muestra en la porción (A) de la FIG. 3, la unidad 21 de detección de punto de cruce emite el voltaje de nivel bajo que se muestra en la porción (B) de la FIG. 3.
- 35 40 45 50 55 60 65 Se describirá a continuación el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA cuando la impedancia de salida de la fuente de alimentación de CA es una impedancia elevada.
- La influencia del ruido generado en la fuente 11 de alimentación de CA sobre una fluctuación de voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA, o la influencia de perturbación o similar en la fluctuación del voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA, aumenta debido a las siguientes tres razones. La primera razón es que la impedancia del terminal "a" de la fuente 11 de alimentación de CA es mayor que la impedancia de una carga conectada al terminal "a". La segunda razón es que la impedancia de un cable que vaya desde el terminal "a" de la fuente 11 de alimentación de CA hasta el reactor 12 es alta. La tercera razón es que la impedancia durante la operación de conmutación del elemento conmutador 16 fluctúa de manera inestable, a una impedancia elevada, hasta que la impedancia se estabiliza a una baja impedancia. Debido a la influencia del voltaje de salida durante la fluctuación, la salida de voltaje de CA procedente de la fuente 11 de alimentación de CA pasa a ser un voltaje al que

está presente ruido superpuesto sobre una onda sinusoidal, como se muestra en la porción (A) de la FIG. 4. La salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA cruza el voltaje Vth cuatro o más veces (nueve veces en la porción (A) de la FIG. 4), en un ciclo Tp del voltaje de una salida de onda sinusoidal emitida desde la fuente 11 de alimentación de CA.

5 Cuando la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA cruza el voltaje Vth, la unidad 21 de detección de punto de cruce emite un voltaje que se eleva desde un voltaje de nivel bajo a un voltaje de nivel elevado, o un voltaje de detección que cae desde el voltaje de nivel alto al voltaje de nivel bajo, como se muestra en la porción (B) de la FIG. 4. Entre las señales de detección emitidas desde la unidad 21 de detección de punto de cruce, la señal de detección referenciada por el signo de referencia err en la porción (B) de la FIG. 4 es una señal de detección indeseable err, que no se emite cuando el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA es un voltaje sinusoidal ideal.

10 Por lo tanto, el circuito 20 de control de acuerdo con la realización de la presente invención especifica la primera temporización de detección, que indica un punto de cruce en el que la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA aumenta con el lapso de tiempo y cruza el voltaje de polarización directa predeterminado, para hacer que el fotodiodo del fotoacoplador 201 emita luz, y que es el primero que detecta la unidad 21 de detección de punto de cruce. Específicamente, con el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA mostrado en la porción (A) de la FIG. 5, la unidad 21 de detección de punto de cruce envía el voltaje de detección al circuito 20 de control cuando el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA aumenta y cruza por primera vez el voltaje Vth. El circuito 20 de control especifica la temporización a la que se introduce el primer voltaje de detección desde la unidad 21 de detección de punto de cruce, como una primera temporización de detección t1.

15 El circuito 20 de control especifica la segunda temporización de detección t2 en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta por última vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, cuando disminuye la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA con el transcurso del tiempo. La segunda temporización de detección t2 se especifica en el período de detección predeterminado, desde un tiempo anterior a la primera temporización (la temporización indicada por el signo de referencia "t2", en el ejemplo mostrado en la FIG. 5) en el que el voltaje de CA ideal, con la forma de onda sinusoidal de la frecuencia única, cruza el voltaje 20 de polarización directa predeterminado después del primer tiempo de detección, cuando se asume que la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA es el voltaje de CA ideal, siendo el tiempo el tiempo de finalización (el tiempo en el que transcurre un tiempo de hs-zcx3 desde la temporización indicada por el signo de referencia "t1", en el ejemplo que se muestra en la FIG. 5) desde el período de detención de la detección, que se determina sobre la base de la temporización con la primera temporización de detección como referencia, hasta la 25 temporización anterior a la primera temporización (la temporización correspondiente al signo de referencia "180°", en el ejemplo mostrado en la FIG. 5) a la cual el voltaje de CA ideal cruza cero voltios, una vez que finaliza el período de detención de la detección. Específicamente, el circuito 20 de control calcula hs-zcx3, por ejemplo, como el período de detención de la detección. El signo de referencia "hs" es un medio ciclo (un ciclo Tp/2) del voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA, y es un valor fijo. El signo de referencia "zc" es una diferencia entre la 30 temporización en la que se detecta cada punto de cruce por cero y la temporización en la que se detecta un punto de cruce, en el que el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA cruza el voltaje Vth, y que está más cercano a cada uno de los puntos de cruce por cero, y que en el presente documento se denomina parámetro de especificación de punto de cruce por cero. Un valor calculado a partir de la onda sinusoidal ideal de la fuente 11 de alimentación de CA se utiliza como un valor inicial del parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero. 35 40 Por ejemplo, cuando la amplitud del voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA está definida como Am, el valor inicial del parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero puede calcularse como $zc = (hs/\pi) \cdot \text{sen}^{-1}(Vth/Am)$.

45 El período de detención de la detección predeterminado es un período en el que se ignora el voltaje de detección err indeseable antes mencionado, detectado por la unidad 21 de detección de punto de cruce, y se determina dependiendo de la amplitud del voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA. Cuando el voltaje de CA emitido desde la fuente 11 de alimentación de CA se cambia de un lado de alto voltaje a un lado de bajo voltaje, y cruza el voltaje de polarización directa predeterminado para hacer que el fotodiodo del fotoacoplador 201 emita luz en un período de detección (por ejemplo, un período después de que transcurra hs-zcx3 desde el primer tiempo de detección t1, y hasta que transcurra adicionalmente zcx2) después de que transcurra el período de detención de la detección predeterminado (por ejemplo, hs-zcx3), desde la primera temporización de detección t1, y hasta que transcurra el medio ciclo del voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA desde la primera temporización de detección t1, la unidad 21 de detección de punto de cruce emite el voltaje de detección al circuito 20 de control. El circuito 20 de control especifica la última temporización a la que se introduce el voltaje de detección, entre las 50 55 temporizaciones a las que se introduce el voltaje de detección desde la unidad 21 de detección de punto de cruce, como la segunda temporización de detección t2.

60 El circuito 20 de control calcula el parámetro de especificación de punto de cruce por cero, que es la mitad de un valor obtenido al restar la diferencia entre la primera temporización de detección t1 y la segunda temporización de detección t2 al medio ciclo de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA, utilizando la primera temporización de detección t1, la segunda temporización de detección t2, y el medio ciclo del voltaje de CA que se

adquirieron con antelación. El circuito 20 de control especifica un punto de cruce por cero al agregar un ciclo de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA a la primera temporización de detección t1, y al disminuir el parámetro de especificación de punto de cruce por cero. El circuito 20 de control genera una señal de control para accionar el elemento comutador 16, de manera sincronizada con el punto de cruce por cero especificado.

5

Se describirá a continuación el flujo de proceso del dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero de acuerdo con la realización de la presente invención, mostrado en la FIG. 6.

- 10 Se asume que la impedancia de salida de la fuente 11 de alimentación de CA es una impedancia elevada, y que la unidad 21 de detección de punto de cruce emite la señal de detección indeseable err mostrada en la FIG. 4. Dado que una temporización en la que el voltaje de CA pasa a ser igual o inferior a cero voltios está entre el medio ciclo y el ciclo completo en cada ciclo del voltaje de CA, el circuito 20 de control puede calcular la temporización a la que el voltaje de CA pasa a ser igual o inferior a cero voltios utilizando una temporización de arranque de la fuente 11 de alimentación de CA y el ciclo del voltaje de CA. Se asume que el circuito 20 de control adquiere la temporización de arranque de la fuente 11 de alimentación de CA y el ciclo del voltaje de CA por adelantado, y calcula por adelantado la temporización a la que el voltaje de CA pasa a ser igual o inferior a cero voltios.
- 15

- 20 En un estado ENCENDIDO, la fuente 11 de alimentación de CA emite un voltaje de CA en el que hay presente ruido superpuesto a una onda sinusoidal, como se muestra en la porción (A) de la FIG. 4.

La unidad 21 de detección de punto de cruce detecta una salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA (etapa S1), y emite el voltaje detectado al circuito 20 de control. Específicamente, como se muestra en la FIG. 2, la unidad 21 de detección de punto de cruce incluye el fotoacoplador 201, las resistencias 202, 203, 204, 206 y 207, y el transistor bipolar 205. La unidad 21 de detección de punto de cruce funciona como un circuito inversor para inversión lógica. Cuando un voltaje aplicado al fotodiodo del fotoacoplador 201 es un voltaje inferior al voltaje Vth mostrado en la porción (A) de la FIG. 3, después de una temporización en la que el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA aumenta desde un voltaje igual o inferior a cero voltios, la unidad 21 de detección del punto de cruce emite al circuito 20 de control el voltaje de nivel alto mostrado en la porción (B) de la FIG. 3. Cuando el voltaje aplicado al fotodiodo del fotoacoplador 201 es un voltaje igual o superior al voltaje Vth mostrado en la porción (A) de la FIG. 3, la unidad 21 de detección de punto de cruce emite al circuito 20 de control el voltaje de nivel bajo que se muestra en la porción (B) de la FIG. 3.

- 35 El circuito 20 de control recibe una entrada del voltaje detectado desde la unidad 21 de detección de punto de cruce. El circuito 20 de control especifica la temporización en la que se adquiere un primer voltaje detectado, que disminuye desde el voltaje de la entrada de alto nivel de la unidad 21 de detección de punto de cruce hasta el voltaje de nivel bajo, después de una temporización en la que aumenta el voltaje de salida precalculado de la fuente 11 de alimentación de CA, con respecto al voltaje igual o inferior a cero voltios, como la primera temporización de detección t1 (etapa S2). La primera temporización de detección t1 es una temporización de un punto de cruce que detecta primero la unidad 21 de detección de punto de cruce, y en el cual la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA aumenta con el lapso de tiempo y cruza el voltaje de polarización directa predeterminado, para hacer que el fotodiodo del fotoacoplador 201 emita luz.
- 40

45 El circuito 20 de control especifica la segunda temporización de detección t2 que se detecta por última vez en el período de detección predeterminado, después de que transcurra el período de detención de la detección predeterminado desde la primera temporización de detección especificada t1 (etapa S3). La segunda temporización de detección t2 es una temporización de un punto de cruce en el que la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA se cambia del lado de alto voltaje al lado de bajo voltaje, y cruza el voltaje de polarización directa predeterminado para hacer que el fotodiodo del fotoacoplador 201 emita luz. Específicamente, el circuito 20 de control calcula hs-zcx3, por ejemplo, como el período de detención de la detección predeterminado. Se utiliza un valor, que se calcula a partir de una onda sinusoidal ideal de la fuente 11 de alimentación de CA, como el valor inicial del parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero. Por ejemplo, cuando la amplitud de la fuente 11 de alimentación de CA se define como Am, puede calcularse el valor inicial del parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero como $zc = (hs/\pi) \cdot \sin^{-1}(Vth/Am)$. Cuando se cambia la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA del lado de alto voltaje al lado de bajo voltaje, y cruza el voltaje de polarización directa predeterminado para hacer que el fotodiodo del fotoacoplador 201 emita luz en el período de detección (por ejemplo, un período después de que transcurra hs-zcx3 desde la primera temporización de detección t1 y hasta que transcurra adicionalmente zcx2), después de que transcurra el período de detención de la detección predeterminado (por ejemplo, hs-zcx3) desde la primera temporización de detección t1 y hasta que transcurra el medio ciclo del voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA desde la primera temporización de detección t1, la unidad 21 de detección de punto de cruce emite el voltaje de detección al circuito 20 de control. El circuito 20 de control especifica la última temporización a la que se introduce el voltaje de detección, entre las temporizaciones a las que se introduce el voltaje de detección desde la unidad 21 de detección de punto de cruce, como la segunda temporización de detección t2.

55

60

65

El circuito 20 de control calcula la diferencia (t2-t1) entre la primera temporización de detección t1 y la segunda

temporización de detección t2. El circuito 20 de control determina si la diferencia calculada (t2-t1) está dentro de un intervalo de valores teóricos que son posibles a partir de la diferencia (t2-t1) (etapa S4).

- 5 Cuando se determina que la diferencia calculada (t2-t1) está dentro del intervalo de los valores teóricos que son posibles a partir de la diferencia (t2-t1), (Sí en la etapa S4), el circuito 20 de control calcula el parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero mediante la reducción a la mitad del valor que se obtiene restando la diferencia calculada (t2-t1) al medio ciclo hs de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA, utilizando la diferencia calculada (t2-t1) y el medio ciclo hs del voltaje CA que se adquirieron por adelantado (etapa S5).
- 10 Cuando se determina que la diferencia calculada (t2-t1) excede el intervalo de valores teóricos que son posibles a partir de la diferencia (t2-t1), (NO en la etapa S4), el circuito 20 de control calcula el parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero mediante la reducción a la mitad del valor que se obtiene al restar un valor teórico que es posible a partir de la diferencia (t2-t1) al medio ciclo hs de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA, utilizando el valor teórico que es posible a partir de la diferencia (t2-t1) (por ejemplo, un valor medio de los valores teóricos que son posibles a partir de la diferencia (t2-t1)) y el medio ciclo hs del voltaje de CA que se adquirieron de antemano (etapa S6).
- 15 El circuito 20 de control especifica un punto de cruce por cero, sobre la base del parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo Tp de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA (etapa S7). Por ejemplo, el circuito 20 de control especifica el punto de cruce por cero al añadir un ciclo Tp de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA a la primera temporización de detección t1, y al disminuir el parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero. Alternativamente, el circuito 20 de control especifica el punto de cruce por cero al añadir el medio ciclo hs del voltaje de CA y el parámetro de especificación de punto de cruce por cero a la segunda temporización de detección.
- 20 El circuito 20 de control genera la señal de control para accionar el elemento conmutador 16 de manera sincronizada con el punto de cruce por cero especificado (etapa S8).
- 25 El circuito 20 de control especifica una nueva primera temporización de detección, que se utiliza para especificar un próximo punto de cruce por cero (etapa S9). Por ejemplo, el circuito 20 de control especifica una temporización que se obtiene sumando un valor doble (2xzc) del presente parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero, y el medio ciclo hs de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA, a la actual primera temporización de detección t1, como la nueva primera temporización de detección. Alternativamente, el circuito 20 de control especifica una temporización que se obtiene sumando un ciclo Tp del voltaje de CA a la primera temporización de detección, como la nueva primera temporización de detección. Alternativamente, el circuito 20 de control especifica una temporización en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta por primera vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, cuando se cambia el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA del lado de bajo voltaje al lado de alto voltaje tras la temporización de cruce por cero especificada, como la nueva primera temporización de detección.
- 30 El circuito 20 de control especifica una segunda temporización de detección en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta por última vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, cuando se cambia el voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA del lado de alto voltaje al lado de bajo voltaje en el período de detección predeterminado después de que transcurra el período de detención de la detección predeterminado, desde la nueva primera temporización de detección t1 (etapa S10) especificada. Por ejemplo, el circuito 20 de control calcula el período de detención de la detección hs-zcx3 predeterminado. El valor del parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero, que se calcula cuando se especifica el punto de cruce por cero anterior desde un ciclo Tp de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA, se utiliza como el parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero. La unidad 21 de detección de punto de cruce emite el voltaje detectado al circuito 20 de control cuando la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA cambia del lado de alto voltaje al lado de bajo voltaje, y cruza el voltaje de polarización directa predeterminado, para hacer que el fotodiodo del fotoacoplador 201 emita luz en un período de detección. El período de detección comienza cuando el período de detención de la detección predeterminado (por ejemplo, hs-zcx3) transcurre desde la nueva primera temporización de detección t1, y dura hasta que el medio ciclo hs del voltaje de salida de la fuente 11 de alimentación de CA transcurre desde la nueva primera temporización de detección t1. Por ejemplo, el período de detección comienza cuando hs-zcx3 transcurre desde la primera temporización de detección t1, y dura hasta que zcx2 transcurre adicionalmente. El circuito 20 de control especifica la última temporización a la que se introduce el voltaje detectado, entre las temporizaciones a las que se introduce el voltaje detectado desde la unidad 21 de detección de punto de cruce, como la nueva temporización de detección t2.
- 35 El circuito 20 de control calcula una diferencia (t2-t1) entre la nueva primera temporización de detección t1 y la nueva segunda temporización de detección t2. El circuito 20 de control determina si la diferencia calculada (t2-t1) está dentro del intervalo de valores teóricos que son posibles a partir de la diferencia (t2-t1), (etapa S11).
- 40 Cuando se determina que la diferencia calculada (t2-t1) está dentro del intervalo de valores teóricos que son

- posibles a partir de la diferencia (t_2-t_1), (Sí en la etapa S11), el circuito 20 de control calcula un nuevo parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero, que es la mitad de un valor que se obtiene al restar la diferencia calculada (t_2-t_1) al medio ciclo hs de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA (etapa S12). El circuito 20 de control calcula el nuevo parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero usando la diferencia calculada (t_2-t_1) y el medio ciclo hs del voltaje de CA que se adquirieron de antemano.
- Cuando se determina que la diferencia calculada (t_2-t_1) excede el intervalo de valores teóricos que son posibles a partir de la diferencia (t_2-t_1), (NO en el etapa S11), el circuito 20 de control calcula un nuevo parámetro zc de especificación de punto de cruce, que es la mitad de un valor obtenido restando el valor de la diferencia, que se usó para calcular el parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero previo, al medio ciclo hs de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA (etapa S13). El circuito 20 de control calcula el nuevo parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero usando el valor de la diferencia (la diferencia (t_2-t_1), o los valores teóricos que son posibles a partir de la diferencia (t_2-t_1)), que se utilizó para calcular el parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero previo y el medio ciclo hs del voltaje de CA que se adquirieron de antemano.
- El circuito 20 de control especifica un próximo punto de cruce por cero, sobre la base del nuevo parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo T_p de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA (etapa S14). Por ejemplo, el circuito 20 de control especifica el punto de cruce por cero al añadir un ciclo T_p de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA a la nueva primera temporización de detección t_1 , y disminuyendo el parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero. Alternativamente, el circuito 20 de control especifica el punto de cruce por cero al añadir el medio ciclo del voltaje de CA y el parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero a la segunda temporización de detección 2. El circuito 20 de control hace que el flujo de proceso regrese a la etapa S8.
- El circuito 20 de control especifica el punto de cruce por cero al llevar a cabo repetidamente los procesos de las etapas S8 a S14, y genera la señal de control para accionar el elemento comutador 16 en sincronía con el punto de cruce por cero especificado.
- Anteriormente se ha descrito el flujo de proceso del dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero de acuerdo con la realización de la presente invención. En los procesos del dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero, la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta el cruce entre la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA y un voltaje predeterminado. El circuito 20 de control especifica una primera temporización de detección en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta por primera vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje predeterminado, después de que la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA aumente desde un voltaje igual o inferior a cero voltios. El circuito 20 de control especifica una segunda temporización de detección en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta por última vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, cuando la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA disminuye con el transcurso del tiempo. La segunda temporización de detección se especifica en el período de detección predeterminado, desde un tiempo anterior a la primera temporización en la que el voltaje de CA ideal, con una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia, cruza el voltaje de polarización directa predeterminado después de la primera temporización de detección cuando se asume que el voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA es el voltaje de CA ideal, siendo el tiempo un tiempo de finalización del período de detención de la detección que se determina sobre la base de la temporización, con la primera temporización de detección como referencia, hasta una temporización anterior a la primera temporización en la que el voltaje de CA ideal cruza cero voltios después de que finalice el período de detención de la detección. El circuito 20 de control calcula un parámetro de especificación de punto de cruce por cero mediante la reducción a la mitad de un valor, que se obtiene restando la diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a un medio ciclo del voltaje de CA, usando la primera temporización de detección, la segunda temporización de detección y un ciclo del voltaje de CA. El circuito 20 de control especifica un punto de cruce por cero (un tiempo de cruce por cero) en el cual el voltaje de CA cruza cero voltios, sobre la base del parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de CA. El circuito 20 de control controla la operación de conmutación del elemento comutador 16, sobre la base del tiempo de cruce por cero especificado.
- Por consiguiente, incluso cuando la salida de la fuente 11 de alimentación de CA presente un estado de alta impedancia, e incluso cuando la unidad 21 de detección de punto de cruce emita la señal de detección indeseable err, el dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero podrá especificar con precisión el punto de cruce por cero de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA.
- El circuito 20 de control establece una de las temporizaciones como una nueva primera temporización de detección, que se usa para especificar el tiempo de cruce por cero de un siguiente ciclo. Las temporizaciones son una temporización que se obtiene sumando, a la segunda temporización de detección, el medio ciclo de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA y el doble del parámetro de especificación de punto de cruce por cero, una temporización que se obtiene sumando a la primera temporización de detección un ciclo de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA, y una temporización en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta por primera vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado,

cuando aumenta la salida de CA de la fuente de alimentación de CA con el lapso de tiempo tras el tiempo de cruce por cero especificado. El circuito 20 de control especifica una nueva segunda temporización de detección en el siguiente ciclo, usando la nueva primera temporización de detección. El circuito 20 de control calcula un nuevo parámetro de especificación de punto de cruce por cero en el siguiente ciclo, sobre la base de la nueva primera temporización de detección en el siguiente ciclo y la nueva segunda temporización de detección en el siguiente ciclo.

- 5 El circuito 20 de control especifica un nuevo tiempo de cruce por cero en el siguiente ciclo, sobre la base del nuevo parámetro de especificación de punto de cruce por cero calculado, en el siguiente ciclo y el ciclo de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA. El circuito 20 de control efectúa repetidamente el proceso de control de la operación de conmutación del elemento conmutador 16, sobre la base del nuevo tiempo de cruce de cero especificado en el siguiente ciclo.
- 10

Por consiguiente, incluso cuando la salida de la fuente 11 de alimentación de CA presente el estado de alta impedancia, e incluso cuando la unidad 21 de detección de punto de cruce emita la señal de detección indeseable err, el dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero podrá especificar con precisión el punto de cruce por cero de la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA para cada ciclo.

15 En el dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero, el circuito 20 de control puede generar la señal de control para controlar el elemento conmutador 16 sobre la base de los resultados de detección de la unidad 22 de detección de corriente de carga y la unidad 23 de detección de voltaje de carga, por ejemplo, como se describe en la Patente de Japón n.º 5409152. No se hace una descripción detallada de la misma.

20 En consecuencia, el dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero puede disminuir un componente armónico incluido en una corriente suministrada a la carga 15, mejorando de este modo un factor de energía.

25 Al llevar a cabo los procesos de las etapas S4 y S11, para hacer que el circuito 20 de control de acuerdo con la realización de la presente invención determine si la diferencia calculada ($t_2 - t_1$) está dentro del intervalo de valores teóricos que son posibles a partir de la diferencia ($t_2 - t_1$), es posible evitar que el valor del parámetro zc de especificación de punto de cruce por cero sea un valor inapropiado cuando se detecta erróneamente la primera temporización de detección debido a un motivo determinado.

30 30 Puede cambiarse el orden del flujo de proceso de acuerdo con la realización de la presente invención, siempre que se llevan a cabo procesos apropiados.

35 La unidad 21 de detección de punto de cruce de acuerdo con la realización de la presente invención se ejemplifica mediante un circuito que opera con una aplicación de voltaje primario positivo VCC, como se muestra en la FIG. 2, pero la presente invención no está limitada a este ejemplo. La unidad 21 de detección de punto de cruce puede ser, por ejemplo, un circuito en el que el transistor bipolar 205 sea un transistor PNP y que funcione con una aplicación de voltaje primario negativo -VEE. En este caso, el voltaje V_{th} de las FIGS. 3, 4 y 5 es un voltaje negativo. En el dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero, la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta el cruce

40 entre la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA y un voltaje negativo predeterminado. El circuito 20 de control especifica una primera temporización de detección en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce detecta por primera vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, después de que el voltaje de CA disminuya desde un voltaje que sea igual o superior a cero voltios. El circuito 20 de control especifica una segunda temporización de detección en la que la unidad 21 de detección de punto de cruce

45 detecta por última vez el cruce del voltaje de CA y el voltaje de polarización directa predeterminado, cuando el voltaje de CA disminuye con el transcurso del tiempo. La segunda temporización de detección se especifica en un período de detección predeterminado que va desde un momento anterior a la primera temporización, en la que el voltaje de CA ideal con una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia cruza el voltaje de polarización directa predeterminado (el voltaje positivo predeterminado), para hacer que el fotodiodo del fotoacoplador 201 emita luz

50 después de la primera temporización de detección, cuando se asume que la salida de voltaje de CA de la fuente 11 de alimentación de CA es el voltaje de CA ideal, siendo el tiempo un tiempo de finalización de un período de detención de la detección que se determina sobre la base de la temporización, con la primera temporización de detección como referencia, hasta una temporización anterior a la primera temporización en la que el voltaje de CA ideal cruza cero voltios una vez finalizado el período de detención de la detección. El circuito 20 de control calcula un

55 parámetro de especificación de punto de cruce por cero, reduciendo a la mitad un valor que se obtiene restando la diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a un medio ciclo del voltaje de CA, usando la primera temporización de detección, la segunda temporización de detección y el ciclo del voltaje de CA. El circuito 20 de control especifica un tiempo de cruce por cero en el cual el voltaje de CA cruza cero voltios, sobre la base del parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de CA. El circuito 20 de control controla la operación de conmutación del elemento conmutador 16, que se usa para rectificar un voltaje de CA a un voltaje de CC sobre la base del tiempo de cruce por cero especificado.

60 Aunque se han descrito realizaciones de la presente invención, el dispositivo 25 de detección de punto de cruce por cero anteriormente mencionado incluye un sistema informático en el mismo. El flujo de proceso anteriormente mencionado se almacena en forma de programa en un medio de grabación legible por ordenador, y los procesos se llevan a cabo al hacer que un ordenador lea y ejecute el programa. Ejemplos de medios de grabación legibles por

ordenador incluyen un disco magnético, un disco magnetoóptico, una memoria de disco compacto de solo lectura (CD-ROM), una ROM digital versátil (DVD-ROM) y una memoria de semiconductores. El programa informático puede transmitirse a un ordenador a través de una línea de comunicación, y el ordenador que reciba el programa informático puede ejecutar el mismo.

- 5 El programa puede incorporar una parte de las funciones anteriormente mencionadas. El programa puede ser un archivo, es decir, un archivo diferencial (un programa diferencial), que puede incorporar las funciones anteriormente mencionadas mediante una combinación con un programa que esté pregrabado en el sistema informático.
- 10 Aunque se han descrito algunas realizaciones de la presente invención, las realizaciones son solo ejemplos y no limitan el alcance de la invención. Estas realizaciones pueden someterse a diversas adiciones, omisiones, sustituciones o modificaciones sin apartarse de la esencia de la invención.

15

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (25) de detección de punto de cruce por cero, que comprende:

- 5 una unidad (21) de detección de punto de cruce, configurada para detectar un cruce de un voltaje de corriente alterna y un voltaje positivo predeterminado (V_{th}); y
 un circuito (20) de control configurado para especificar una primera temporización de detección (t_1), siendo la primera temporización de detección una temporización en la que la unidad (21) de detección de punto de cruce detecta el cruce, cuando se aumenta el voltaje de corriente alterna,
 10 en el que el dispositivo de detección de punto de cruce por cero está **caracterizado porque** el circuito (20) de control especifica una segunda temporización de detección (t_2), la segunda temporización de detección es una temporización en la que la unidad (21) de detección de punto de cruce detecta el cruce durante un período de detección predeterminado, siendo el período de detección predeterminado un período que va desde un tiempo de finalización de un período de detención de la detección hasta un tiempo de finalización del período de detección, determinándose el tiempo de finalización del período de detención de la detección sobre la base de la primera temporización de detección, siendo el tiempo de finalización del período de detención de la detección anterior a cuando el voltaje cruza inicialmente el voltaje positivo predeterminado, después de la primera temporización de detección, asumiéndose que el voltaje de corriente alterna es un voltaje de corriente alterna ideal que tiene una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia, siendo el tiempo de finalización del período de detección anterior a cuando el voltaje cruza inicialmente cero voltios después del final del período de detención de la detección,
 15 el circuito (20) de control resta una diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a un medio ciclo ($T_p/2$) del voltaje de corriente alterna, para obtener un valor, el circuito (20) de control divide a la mitad el valor obtenido para calcular un parámetro (zc) de especificación de punto de cruce por cero,
 20 el circuito (20) de control especifica un tiempo de cruce por cero al cual el voltaje de corriente alterna cruza cero voltios, sobre la base de cualquiera de la primera o segunda temporizaciones de detección, el parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de corriente alterna, controlando el circuito de control, sobre la base del tiempo de cruce por cero especificado, una operación de conmutación de un elemento
 25 comutador (16) que se usa para rectificar el voltaje de corriente alterna a un voltaje de corriente continua.
 30

2. El dispositivo (25) de detección de punto de cruce por cero de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el circuito (20) de control está configurado para añadir un ciclo del voltaje de corriente alterna a la primera temporización de detección, y para disminuir el parámetro de especificación de punto de cruce por cero, o para agregar el medio ciclo del voltaje de corriente alterna al parámetro de especificación de punto de cruce por cero, para especificar el tiempo de cruce por cero en la segunda temporización de detección.

3. El dispositivo (25) de detección de punto de cruce por cero de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el circuito (20) de control está configurado para llevar a cabo repetidamente un proceso de ajuste de una de una temporización que se obtiene sumando, a la segunda temporización de detección, el medio ciclo del voltaje de corriente alterna y duplicando el parámetro de especificación de punto de cruce por cero, una temporización que se obtiene sumando un ciclo del voltaje de corriente alterna al primer tiempo de detección, y una temporización a la que la unidad de detección de punto de cruce detecta por primera vez el cruce, cuando se cambia el voltaje de corriente alterna de un lado de bajo voltaje a un lado de alto voltaje, después del tiempo de cruce por cero especificado, como
 40 una nueva primera temporización de detección que se usa para especificar el tiempo de cruce por cero de un siguiente ciclo, especificando una nueva segunda temporización de detección en el próximo ciclo usando la nueva primera temporización de detección especificada, calculando un nuevo parámetro de especificación de punto de cruce en el siguiente ciclo sobre la base de la nueva primera temporización de detección en el próximo ciclo y la nueva segunda temporización de detección en el siguiente ciclo, especificando un nuevo tiempo de cruce por cero
 45 en el siguiente ciclo sobre la base del nuevo parámetro de especificación de punto de cruce en el siguiente ciclo y el ciclo del voltaje de corriente alterna, y controlando la operación de conmutación del elemento comutador sobre la base del nuevo tiempo de cruce por cero especificado en el siguiente ciclo.
 50

4. Un dispositivo (10) de suministro de energía que comprende el dispositivo de detección de punto de cruce por cero de la Reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

- 55 un circuito rectificador (13) configurado para convertir la salida de energía de corriente alterna, de una fuente (11) de energía de corriente alterna, a energía de corriente continua y para suministrar la energía de corriente continua a una carga;
 60 un reactor (12), que está conectado en serie entre una salida de la fuente (11) de energía de corriente alterna y el circuito rectificador (13);
 un elemento comutador (16), que está conectado en paralelo a una ruta de un voltaje de corriente alterna que se aplica al circuito rectificador (13), mediante el reactor, y que lleva a cabo una operación de conmutación;
 65 un circuito (14) de filtrado, que está conectado en paralelo al circuito rectificador (13); una unidad (21) de detección de punto de cruce, configurada para detectar un cruce de un voltaje de corriente alterna y un voltaje positivo predeterminado, siendo emitida el voltaje positivo predeterminado desde una fuente (11) de alimentación

de corriente alterna.

5. Un método de detección de punto de cruce por cero, que comprende:

- 5 detectar un cruce de un voltaje de corriente alterna y un voltaje positivo predeterminado, emitiéndose el voltaje positivo predeterminado desde una fuente (11) de alimentación de corriente alterna; y especificar una primera temporización de detección, siendo la primera temporización de detección una temporización en la que la unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce, cuando se aumenta el voltaje de corriente alterna,
- 10 en el que el método de detección de punto de cruce por cero está **caracterizado porque** se especifica una segunda temporización de detección, siendo la segunda temporización de detección una temporización en la que la unidad de detección de punto de cruce detecta el cruce durante un período de detección predeterminado, siendo el período de detección predeterminado un período que va desde un tiempo de finalización de un período de detención de la detección hasta un tiempo de finalización del período de detección, determinándose el tiempo de finalización del período de detención de la detección sobre la base de la primera temporización de detección, siendo el tiempo de finalización del período de detención de la detección anterior a cuando el voltaje cruza inicialmente el voltaje positivo predeterminado, después de la primera temporización de detección, asumiéndose que el voltaje de corriente alterna es un voltaje de corriente alterna ideal que tiene una forma de onda sinusoidal de una sola frecuencia, siendo el tiempo de finalización del período de detección anterior a cuando el voltaje cruza inicialmente cero voltios después del final del período de detención de la detección;
- 15 se resta una diferencia entre la primera temporización de detección y la segunda temporización de detección a un medio ciclo del voltaje de corriente alterna, para obtener un valor;
- 20 se divide a la mitad el valor obtenido, para calcular un parámetro de especificación de punto de cruce por cero; y se especifica un tiempo de cruce por cero al cual el voltaje de corriente alterna cruza cero voltios, sobre la base del parámetro de especificación de punto de cruce por cero y el ciclo del voltaje de corriente alterna, y controlando, sobre la base del tiempo de cruce por cero especificado, una operación de conmutación de un elemento comutador (16) que se usa para rectificar el voltaje de corriente alterna a un voltaje de corriente continua.
- 25 6. Un programa que, al ejecutar el mismo en el circuito (20) de control del dispositivo (25) de detección de punto de cruce por cero de acuerdo con la Reivindicación 1, lleva a cabo el método de acuerdo con la Reivindicación 5.

FIG. 1

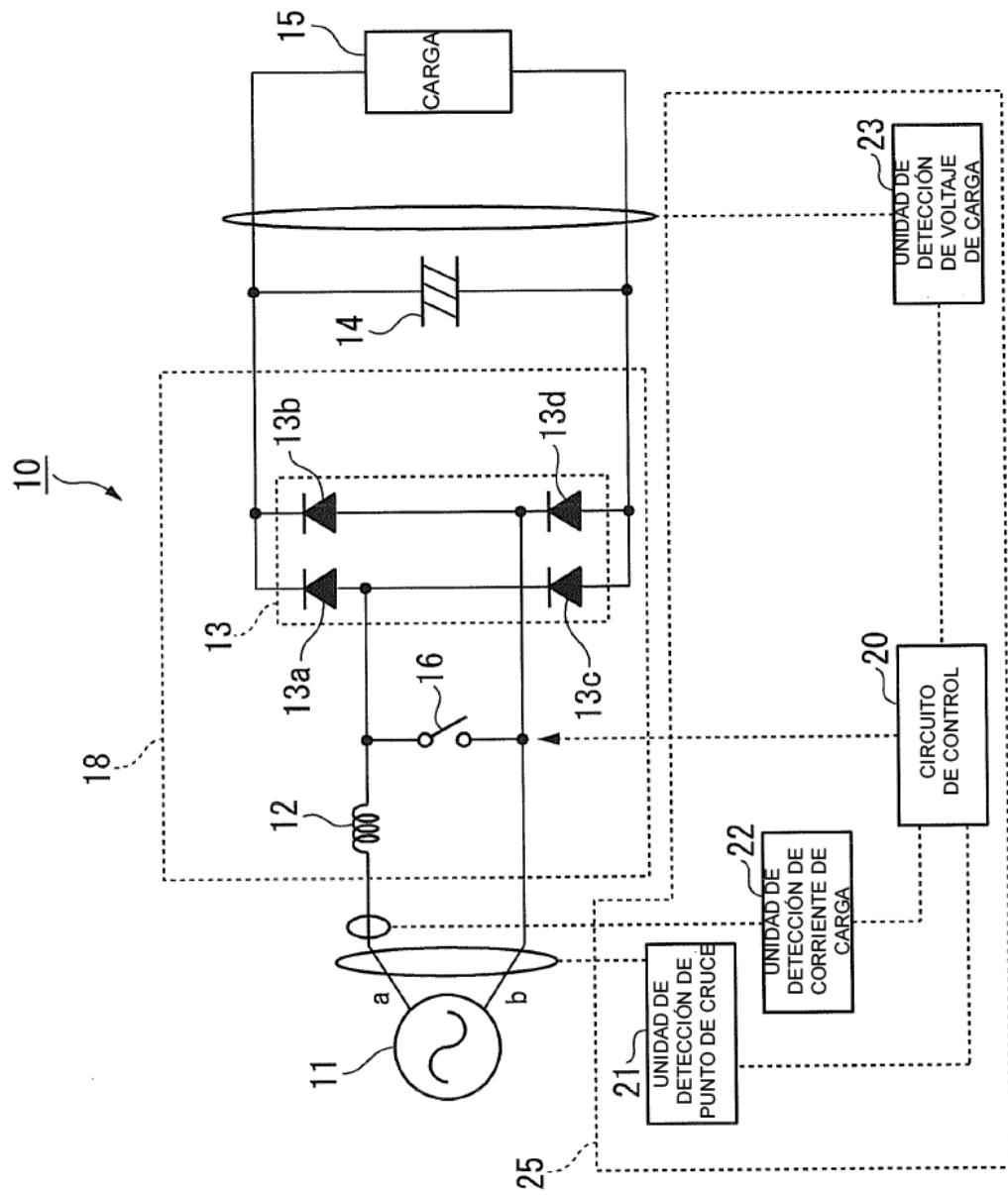


FIG. 2

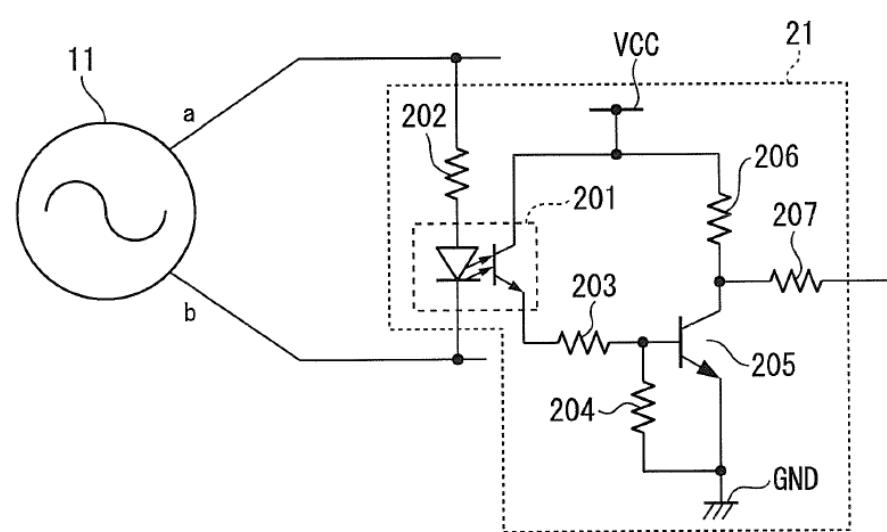


FIG. 3

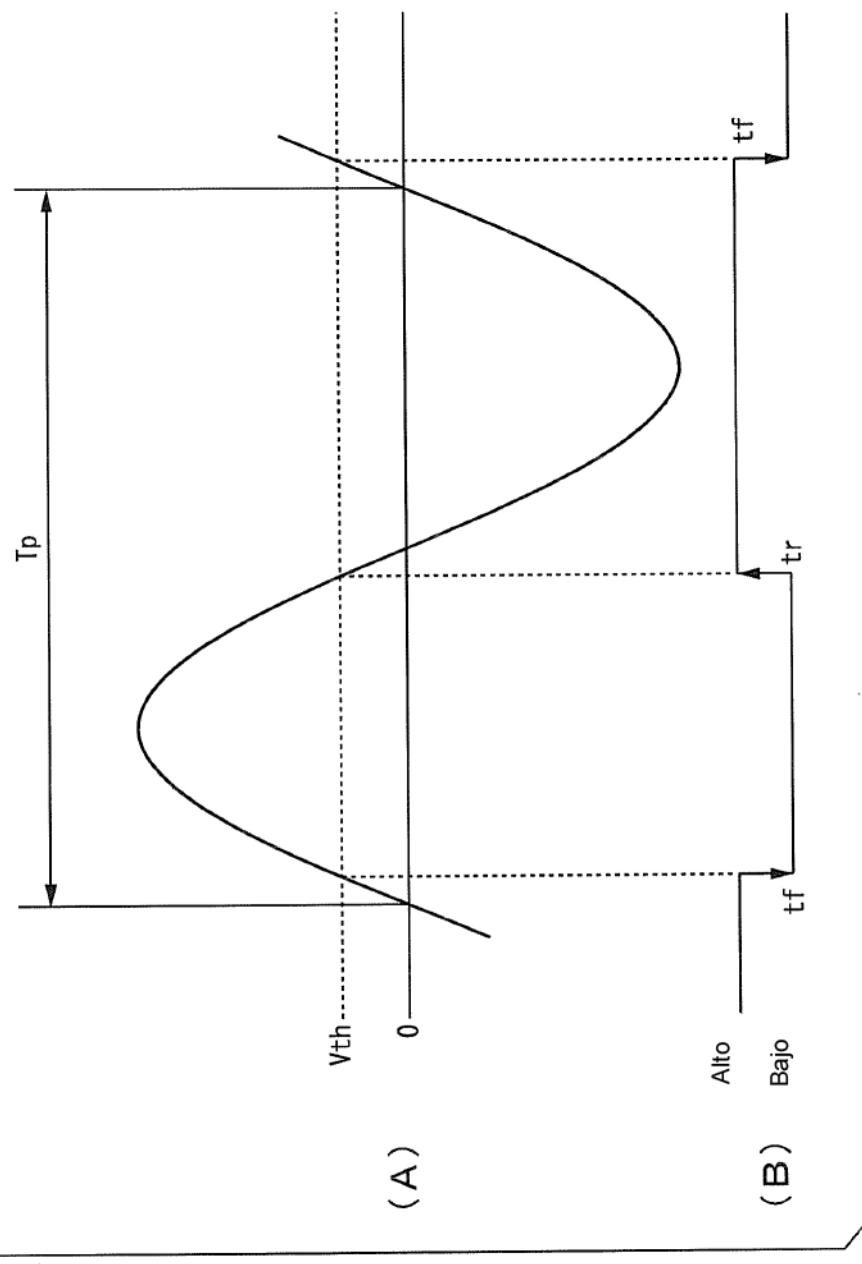


FIG. 4

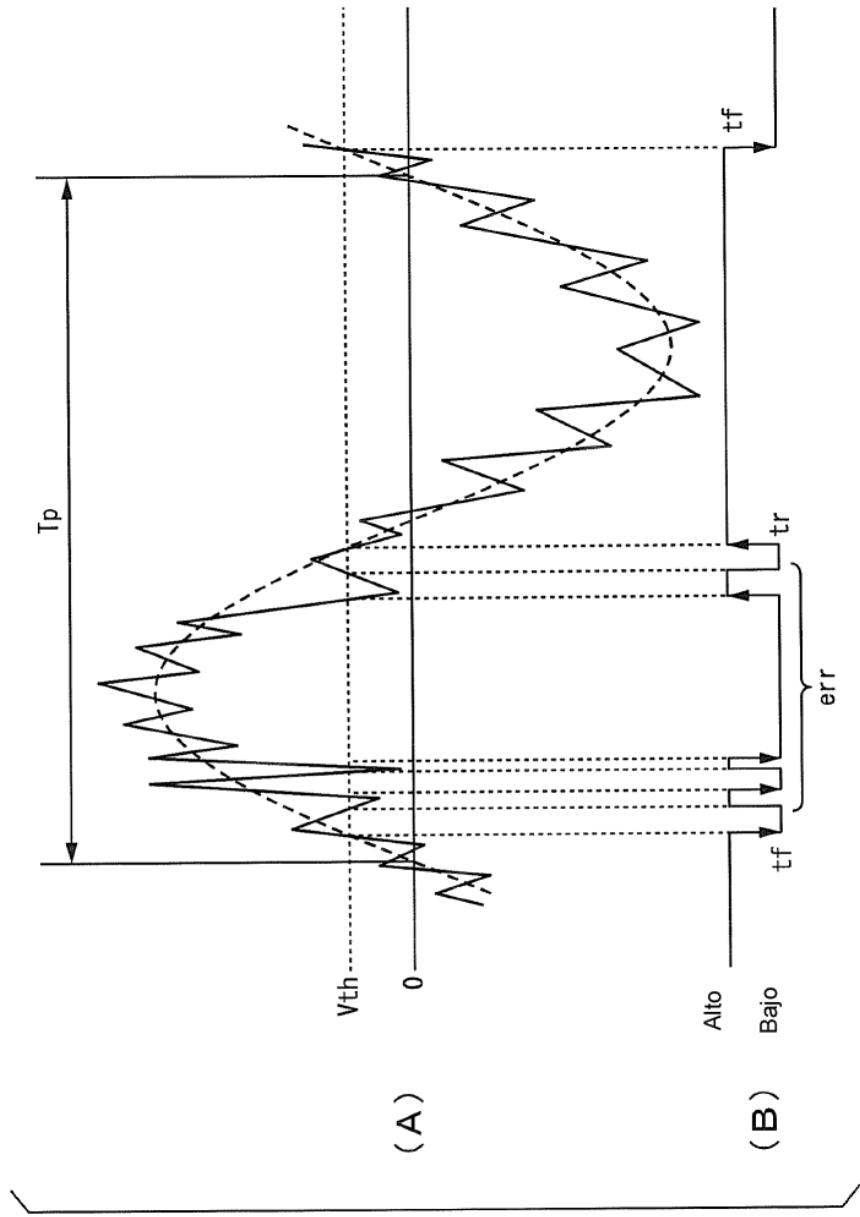


FIG. 5

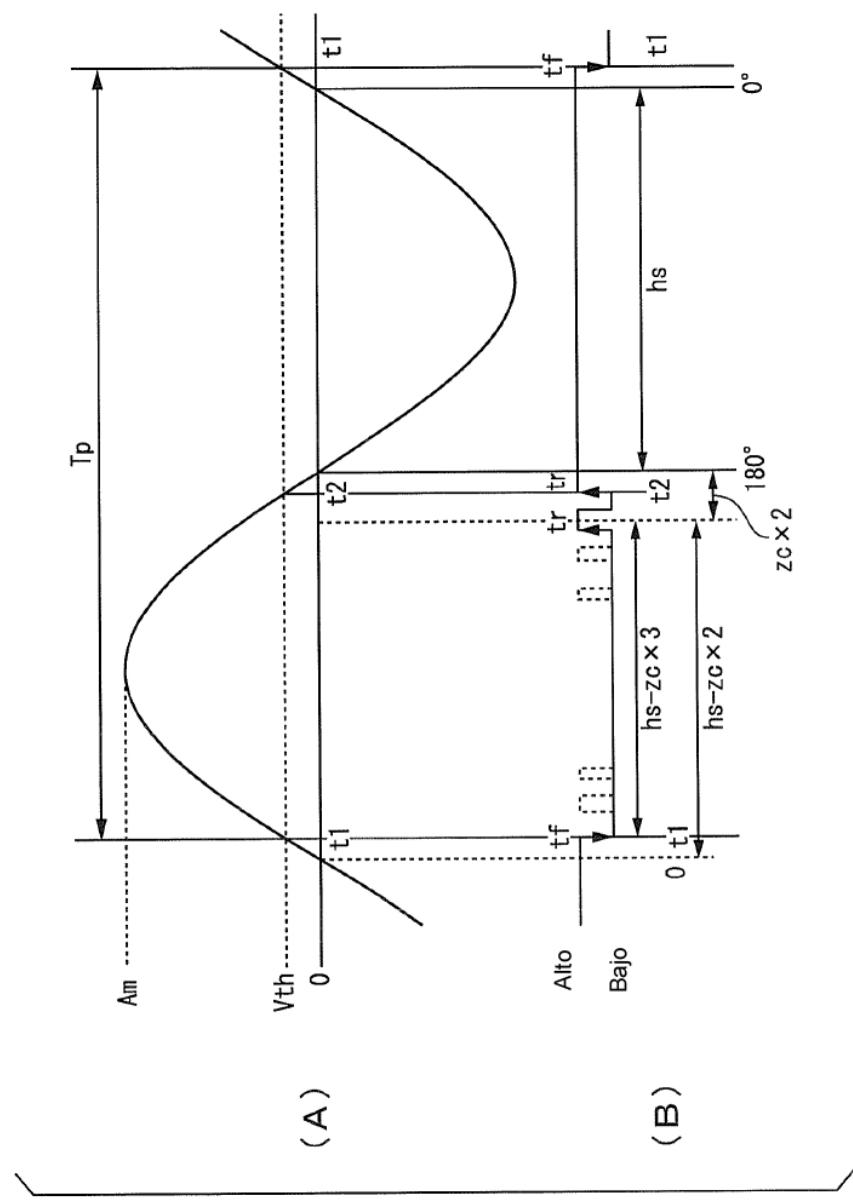


FIG. 6

