

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 601**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/01** (2006.01)

**H02M 1/12** (2006.01)

**H02M 7/12** (2006.01)

**F25B 43/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2013 PCT/JP2013/081662**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014 WO14091915**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2013 E 13862658 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2933893**

54 Título: **Dispositivo de control de filtro activo**

30 Prioridad:

**14.12.2012 JP 2012273744**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.03.2019**

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:

**KAWASHIMA, REIJI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 702 601 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control de filtro activo

### Campo técnico

La presente invención se refiere a la tecnología para controlar un filtro activo y, en particular, a una tecnología para controlar un filtro activo paralelo.

### Técnica anterior

5 Cuando la corriente de carga fluye desde una fuente de alimentación de CA a una carga, normalmente se genera una componente denominada armónica en la corriente de carga. La componente armónica es un problema bien conocido, ya que causa la denominada interferencia armónica y, por lo tanto, se debe reducir.

10 Se propone un filtro activo como un planteamiento para resolver el problema. En particular, un filtro activo paralelo se conecta a la fuente de alimentación de CA a través de un reactor de interconexión y se pasa una corriente de compensación para reducir una componente armónica de la corriente de alimentación que fluye a través de la fuente de alimentación de CA.

Específicamente, para reducir la componente armónica de la corriente de alimentación, se realiza el proceso de pasar la corriente de compensación de una fase opuesta a esta a través del filtro activo paralelo (o suministrar la corriente de compensación de la misma fase que esta desde el filtro activo paralelo).

15 La componente armónica de la corriente de carga se adopta como un valor de control de la corriente de compensación y, en función de una desviación de la corriente de compensación a partir de la misma, un controlador de corriente opera para controlar el funcionamiento del filtro activo paralelo.

El filtro activo paralelo se introduce, por ejemplo, en el documento no de patente 1 y la FIG. 10 del documento de patente 1.

Además, los documentos de patente 2 y 3 se enumeran como documentos de la técnica anterior que describen

20 Además, los documentos de patente 2 y 3 se enumeran como documentos de la técnica anterior que describen tecnología relacionada con la presente solicitud. El documento de patente 2 describe tecnología para eliminar la sobrecorriente en caso de accidentes, y el documento de patente 3 describe tecnología para eliminar un retardo de tiempo de funcionamiento de la ejecución de la conversión de las coordenadas giratorias y un retardo que se produce cuando se detecta la corriente.

25 En el documento de patente 4, se describe un dispositivo de filtro activo que tiene una construcción en la que las componentes armónicas altas se pueden suprimir de forma estable sin necesidad de un filtro pasivo, incluso cuando una carga a compensar incluye una carga capacitiva.

30 Además, el documento de patente 5 describe el suministro de un retardo de control en un sistema de control que tiene un filtro activo. La corriente armónica de orden alto se puede controlar al controlar la corriente por anticipado por un tiempo equivalente al retardo de control.

### Documentos de la técnica anterior

Documentos de patente

Documento de patente 1: Patente Japonesa N.º 3755220

Documento de patente 2: Solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público N.º 5-252751

Documento de patente 3: Solicitud de patente japonesa abierta a consulta por el público N.º 2008-234298

35 Documento de patente 4: US 5 498 994 A

Documento de patente 5: JPH11 318 029 A

Documentos no de patente

40 Documento no de patente 1: Katsuhiko Izumi y otros cuatro, "Influence of the Compensation Current Detection Characteristic on the Active Filter Performance", Informes de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Nagasaki, vol. 30, No. 55, pp. 165-170, julio de 2000.

**Resumen de la invención**

Problemas a resolver por la invención

5 El filtro activo paralelo se controla mediante el funcionamiento del controlador de corriente en función de la desviación de la corriente según se describió anteriormente. Sin embargo, el controlador de corriente generalmente se configura como un controlador integral promocional y, debido al procesamiento aritmético realizado por el controlador de corriente, la corriente de compensación tiende a retrasarse del valor de control de la misma. La divergencia entre el valor de control y la corriente de compensación es probablemente más notable, especialmente cuando el valor de control varía más significativamente.

10 Un retardo de este tipo provocado por el procesamiento aritmético se convierte en un impedimento para la eliminación de la componente armónica de la corriente de alimentación. Sin embargo, los documentos de patente 1 y 2, así como el documento no de patente 1 no dicen nada sobre un impedimento de este tipo.

La presente invención se ha concebido en vista del punto de vista mencionado anteriormente, y tiene como objetivo proporcionar una tecnología para mejorar, en el filtro activo, el impedimento para la eliminación de la componente armónica de la corriente de alimentación provocada por el procesamiento aritmético realizado por el controlador de corriente.

15 Medios para resolver los problemas

Un dispositivo de control de filtro activo de acuerdo con la presente invención es un dispositivo que controla un filtro activo paralelo (6) conectado, a través de un reactor de interconexión (4), a una fuente de alimentación de CA (1) que suministra la corriente de carga ( $I_o$ ) a una carga (2), y genera la corriente de compensación ( $I_c$ ;  $I_d$ ,  $I_q$ ).

El primer aspecto del mismo incluye las características de la reivindicación 1.

20 El segundo aspecto del mismo incluye las características de la reivindicación 2.

25 El tercer aspecto del dispositivo de control del filtro activo de acuerdo con la presente invención es uno cualquiera del primer aspecto al segundo aspecto, en donde el valor de control ( $I_c^*$ ) se obtiene al eliminar una componente de CC de la corriente de carga ( $I_o$ ) captada en un sistema de coordenadas giratorio que se sincroniza con una fase de la fuente de alimentación de CA (1), y al realizar además conversión de coordenadas con el fin de ser captada en un sistema de coordenadas fijo, la corriente de compensación ( $I_c$ ) se capta en el sistema de coordenadas fijo y la desviación ( $I_e$ ) se obtiene en el sistema de coordenadas fijo.

30 El cuarto aspecto del dispositivo de control del filtro activo de acuerdo con la presente invención es uno cualquiera del primer aspecto al segundo aspecto, en donde el valor de control ( $I_d^*$ ,  $I_q^*$ ) se obtiene al eliminar una componente de CC de la corriente de carga ( $I_o$ ) captada en un sistema de coordenadas giratorio que se sincroniza con una fase de la fuente de alimentación de CA (1), la corriente de compensación ( $I_d$ ,  $I_q$ ) se capta en el sistema de coordenadas giratorio, y la desviación ( $I_{ed}$ ,  $I_{eq}$ ) se obtiene en el sistema de coordenadas giratorio.

El quinto aspecto del dispositivo de control del filtro activo de acuerdo con la presente invención es el segundo aspecto, en donde la carga (2) es un aparato de aire acondicionado que incluye: un inversor (23); y un compresor (24) controlado por el inversor para comprimir un refrigerante.

35 Efectos de la invención.

De acuerdo con el primer y segundo aspecto del dispositivo de control del filtro activo de acuerdo con la presente invención, la fase del valor de control de la corriente de compensación es adelantada por la diferencia de fase predeterminada para eliminar un tiempo de retardo en el controlador de corriente. La diferencia de fase se puede configurar de manera apropiada de acuerdo con el tiempo de retardo.

40 De acuerdo con el primer y segundo aspecto del dispositivo de control del filtro activo de acuerdo con la unidad cuando el valor de control varía aproximadamente con la misma forma de onda para cada ciclo de la fuente de alimentación de CA.

45 De acuerdo con el tercer aspecto del dispositivo de control del filtro activo de acuerdo con la presente invención, una componente, de la corriente de carga captada en el sistema de coordenadas giratorio, que se sincroniza con la fase de la fuente de alimentación de CA aparece como una componente de CC. Por lo tanto, al eliminar la componente de CC de la corriente de carga captada en el sistema de coordenadas giratorio, la componente armónica de la corriente de carga se obtiene como el valor de control de la corriente de compensación.

50 De acuerdo con el cuarto aspecto del dispositivo de control del filtro activo de acuerdo con la presente invención, el sistema de coordenadas giratorio se puede captar como un sistema de coordenadas de dos fases incluso cuando la fuente de alimentación de CA sea una fuente de alimentación multifase que tenga tres fases o más y, por lo tanto, la configuración de la unidad de retardo se puede simplificar fácilmente. Los ciclos del valor de control y la corriente de

compensación en el sistema de coordenadas giratorio son más cortos que los del sistema de coordenadas fijo, y por lo tanto la configuración de la unidad de retardo se puede simplificar fácilmente cuando se adopta la unidad de retardo.

5 De acuerdo con el quinto aspecto del dispositivo de control del filtro activo de acuerdo con la presente invención, la variación de la carga es pequeña y, por lo tanto, la unidad de retardo adelanta la fase del valor de control, en esencia, con alta precisión.

Los objetivos, características, aspectos y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos.

**Breve descripción de los dibujos**

[FIG. 1] Un diagrama de bloques que muestra el aspecto en el que se adopta el dispositivo de control del filtro activos en una primera forma de realización.

10 [FIG. 2] Una gráfica que muestra los efectos de la primera forma de realización.

[FIG. 3] Una gráfica que muestra los efectos de la primera forma de realización.

[FIG. 4] Una gráfica que muestra los efectos de la primera forma de realización.

[FIG. 5] Una gráfica que muestra la tecnología a comparar con la primera forma de realización.

[FIG. 6] Una gráfica que muestra los efectos de la primera forma de realización.

15 [FIG. 7] Un diagrama de bloques que muestra el aspecto en el que se adopta el dispositivo de control del filtro activo en una segunda forma de realización.

[FIG. 8] Una gráfica que muestra los efectos de la segunda forma de realización.

[FIG. 9] Un diagrama de bloques que muestra la tecnología a comparar con la primera forma de realización.

[FIG. 10] Una gráfica que muestra la tecnología a comparar con la primera forma de realización.

**Descripción de las formas de realización**

20 Primera forma de realización

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que muestra el aspecto en el que se adopta el dispositivo de control del filtro activo en la presente forma de realización. La descripción se realiza a continuación tomando como ejemplo un caso de adopción de corriente alterna trifásica. Sin embargo, este número de fases es un ejemplo y no es necesario limitar el número de fases a tres.

25 Una fuente de alimentación de CA trifásica 1 suministra una corriente de carga trifásica  $I_o$  a una carga 2. Un filtro activo paralelo 6 se conecta a la fuente de alimentación de CA 1 a través de un reactor de interconexión trifásico 4. El filtro activo paralelo 6 genera la corriente de compensación trifásica  $I_c$ . La descripción en la presente memoria se hace asumiendo que una dirección en la que la corriente de compensación  $I_c$  fluye desde el filtro activo paralelo 6 a la fuente de alimentación de CA 1 se toma como positiva, y la suma de la corriente de alimentación  $I_s$  procedente de la fuente de alimentación de CA 1 y la corriente de compensación  $I_c$  es igual a la corriente de carga  $I_o$ .

30 Por supuesto, si la dirección de la corriente de compensación  $I_c$  se toma como opuesta a la dirección en la descripción de la presente forma de realización, solo cambia el signo de polaridad (positivo/negativo) de la corriente de compensación  $I_c$ .

35 El filtro activo paralelo 6 incluye un inversor 61 y un condensador 62, por ejemplo. El inversor 61 introduce y genera la corriente de compensación  $I_c$  para cargar y descargar el condensador 62 a un voltaje de CC Vdc. Por ejemplo, el inversor 61 es un inversor de fuente de voltaje, tres trayectorias de corriente se conectan en paralelo al condensador 62, y se proporcionan dos elementos de conmutación para cada una de las trayectorias de corriente.

40 El dispositivo de control del filtro activo incluye una unidad de extracción de componentes armónicas 7A, una unidad de generación de corriente diferencial 3A, un controlador de corriente 5 y un circuito de generación de señal de activación 8.

45 La unidad de extracción de componentes armónicas 7A obtiene un valor de control  $I_c^*$  de la corriente de compensación  $I_c$  a partir de la componente armónica de la corriente de carga  $I_o$ . La configuración específica se conoce a partir del documento de patente 3 y otro(s), de manera que la descripción de la misma se realiza solo brevemente. La unidad de extracción de componentes armónicas 7A incluye un transformador 71, un detector de fases 72, un convertidor dq 73, filtros de paso alto 74 y 75, y un convertidor dq inverso 76.

El transformador 71 detecta una fase de una tensión trifásica  $V_s$  de la fuente de alimentación de CA 1, y la proporciona al detector de fases 72. El detector de fases 72 transfiere la fase detectada al convertidor dq 73 y el convertidor dq inverso 76.

5 El convertidor dq 73 realiza una conversión trifásica/bifásica en la corriente de carga  $I_o$  cuando la detecta para obtener la corriente del eje d y la corriente del eje q. La corriente del eje d y la corriente del eje q se proporcionan al convertidor dq inverso 76, después de haber eliminado las componentes de baja frecuencia, en particular las componentes de CC, mediante los filtros de paso alto 74 y 75. El convertidor dq inverso 76 realiza la conversión trifásica/bifásica para generar el valor de control  $I_c^*$  de la corriente de compensación  $I_c$ . El eje d y el eje q son en la presente memoria ejes en el sistema de coordenadas giratorio que giran en sincronización con la fase detectada por el detector de fases 72.

10 Las componentes, de la corriente de carga  $I_o$ , que se sincronizan con la fase de la fuente de alimentación de CA 1 aparecen como componentes de CC en la corriente del eje d y la corriente del eje q. Es decir, la corriente del eje d y la corriente del eje q incluyen solo componentes de CC en ausencia de la componente armónica en la corriente de carga  $I_o$ . Los filtros de paso alto 74 y 75 mencionados anteriormente generan por lo tanto solo las componentes armónicas de la corriente de carga  $I_o$ , que aparecen como la corriente del eje d y la corriente del eje q. Como resultado,  
15 el valor de control  $I_c^*$  representa la componente armónica de la corriente de carga  $I_o$ . Por lo tanto, cuando la corriente de compensación  $I_c$  coincide con el valor de control  $I_c^*$  sin cambio de fase, la corriente de compensación  $I_c$  absorbe la componente armónica de la corriente de carga  $I_o$ , y la componente armónica no se genera en la corriente de alimentación  $I_s$ .

20 La unidad de generación de corriente diferencial 3A obtiene una desviación  $I_e$  entre la corriente de compensación  $I_c$  y un valor  $I_c^{*A}$  obtenido al adelantar una fase del valor de control  $I_c^*$  por una diferencia de fase predeterminada, que se describe más adelante. El valor de control  $I_c^*$  se obtiene al eliminar la componente de CC de la corriente de carga  $I_o$  captada en el sistema de coordenadas giratorio (sistema de coordenadas dq) que se sincroniza con la fase de la fuente de alimentación de CA 1, y al realizar además una conversión de coordenadas con el fin de ser captada en el sistema de coordenadas fijo. La corriente de compensación  $I_c$  y la desviación  $I_e$  también se obtienen en el sistema de  
25 coordenadas fijo.

El controlador de corriente 5 realiza el procesamiento para generar un valor de control del voltaje trifásico  $V^*$  en función de la salida de la unidad de generación de corriente diferencial 3A. El controlador de corriente 5 logra el procesamiento mencionado anteriormente, por ejemplo, realizando un control PI (proporcional integral).

30 El circuito de generación de la señal de activación 8 genera, en función del valor de control del voltaje  $V^*$ , una guía de activación G que activa el filtro activo paralelo 6. El circuito de generación de la señal de activación 8 genera la señal de activación G, por ejemplo, realizando una operación lógica en los resultados de comparación entre el valor de control del voltaje  $V^*$  y una portadora. Por lo tanto, se puede decir que el valor de control del voltaje  $V^*$  es una señal de control que controla indirectamente el filtro activo paralelo 6 a través de la señal de activación G.

35 Es deseable proporcionar un filtro de paso bajo 9 en términos de eliminar las ondulaciones de la corriente de compensación  $I_c$ . En la presente memoria, solo se muestra el filtro de paso bajo 9 para una fase, pero en realidad se proporciona para cada una de las tres fases.

40 Dado que el controlador de corriente 5 genera el valor de control del voltaje  $V^*$  realizando el control PI según se describió anteriormente, se produce un tiempo de retardo (en lo sucesivo, en la presente memoria, este tiempo de retardo se expresa como un tiempo  $t_a$ ). Si la desviación  $I_e$  se obtiene a partir del valor de control  $I_c^*$  y la corriente de compensación  $I_c$ , el tiempo  $t_a$  provoca una diferencia entre la corriente de compensación  $I_c$  y la componente armónica, y se convierte en un impedimento para la eliminación de la componente armónica de la corriente de alimentación  $I_s$ .

Sin embargo, en la presente forma de realización, la unidad de generación de corriente diferencial 3A obtiene la desviación  $I_e$  a partir de la corriente de compensación  $I_c$  y el valor  $I_c^{*A}$  obtenido al adelantar la fase del valor de control  $I_c^*$  por una fase correspondiente al tiempo  $t_a$  para eliminar o reducir el impedimento mencionado anteriormente.

45 La cantidad de fase  $\psi$  para el adelanto de la fase se puede expresar como  $\psi = 360^\circ \times t_a / T_r$  mediante la introducción de un ciclo  $T_r$  de la salida de tensión  $V_s$  de la fuente de alimentación de CA 1. El tiempo  $t_a$  se considera que toma un valor constante en un estado estable. Por lo tanto, el tiempo  $t_a$  se puede estimar por adelantado a través de la medición o presunción, y la cantidad de fase  $\psi$  también se puede establecer por adelantado de manera apropiada.

50 La unidad de generación de corriente diferencial 3A incluye, por ejemplo, una unidad de retardo 31 y un sustractor 32. La unidad de retardo 31 realiza el procesamiento de proporcionar un retardo mediante una fase obtenida al restar la cantidad de fase  $\psi$  de 360 grados (es decir, una fase para una unidad de ciclo del voltaje  $V_s$ ). Dado que la componente armónica varía cíclicamente en el mismo ciclo que el voltaje  $V_s$  en el estado estacionario, el retardo se vuelve, en esencia, equivalente al adelanto de fase por la cantidad de fase  $\psi$ . El sustractor 32 obtiene la desviación  $I_e$  como una diferencia entre la salida  $I_c^{*A}$  de la unidad de retardo 31 y la corriente de compensación  $I_c$ .

55 Las FIG. 2 a 4 y 6 son gráficas que muestran los efectos de la presente forma de realización. La FIG. 5 es una gráfica que muestra la tecnología a comparar con la presente forma de realización. En las FIG. 2 a 6, se muestran varias cantidades para una sola fase. Esto se debe a que, en el caso de adoptar una carga equilibrada como la carga 2, las

tres fases de la corriente de carga  $I_o$  están equilibradas, las tres fases de cada una de la corriente de alimentación  $I_s$  y la corriente de compensación  $I_c$  están equilibradas, y las tres fases de cada una de estas cantidades solo difieren entre sí en 120 grados.

5 La FIG. 2 muestra, en descenso desde una fila superior, las formas de onda de la corriente de carga  $I_o$ , un valor  $(-I_c)$  obtenido al invertir la polaridad de la corriente de compensación  $I_c$ , la corriente de alimentación  $I_s$ , el valor de control del adelanto de fase  $I_c^*$ , la corriente de compensación  $I_c$  y la desviación  $I_e$ , respectivamente.

10 La FIG. 3 muestra las formas de onda de la tensión  $V_s$  y su fase  $\theta$  en una fila superior, una forma de onda del valor de control  $I_c^*$  en una fila central y una forma de onda del valor de control del adelanto de fase  $I_c^{*\wedge}$  en una fila inferior, respectivamente. El tiempo  $t_a$  y el ciclo  $T_r$  también se muestran. Se reconoce visualmente que el valor de control  $I_c^{*\wedge}$  se adelanta a partir del valor de control  $I_c^*$  por el tiempo  $t_a$ .

15 La FIG. 4 muestra las formas de onda del valor de control  $I_c^*$  y el valor de control del adelanto de fase  $I_c^{*\wedge}$  en una fila superior y las formas de onda del valor de control  $I_c^*$  y la corriente de compensación  $I_c$  en una fila inferior. Las formas de onda se muestran en la FIG. 4 en un eje de tiempo extendido, en comparación con las formas de onda mostradas en la FIG. 3. Visualmente se reconoce a partir de las formas de onda en la fila superior de la FIG. 4 que el valor de control del adelanto de fase  $I_c^{*\wedge}$  se adelanta a partir del valor de control  $I_c^*$ , según se reconoce visualmente a partir de las filas central e inferior de la Figura 3. Visualmente se reconoce a partir de las formas de onda en la fila inferior de la Figura 4 que el valor de control  $I_c^*$  y la corriente de compensación  $I_c$  tienen aproximadamente la misma forma de onda.

20 La FIG. 5 es una gráfica que muestra varias cantidades obtenidas cuando la cantidad de retardo en la unidad de retardo 31 se establece en 0 (es decir, la cantidad de fase  $\psi$  también se establece en 0). Las formas de onda del valor de control  $I_c^*$  (sin adelanto de fase) y la corriente de compensación  $I_c$  se muestran en una fila superior, una forma de onda de la desviación  $I_e$  se muestra en una fila central y una forma de onda de la corriente de alimentación se muestra en una fila inferior.

25 La FIG. 6 es una gráfica que muestra diversas cantidades obtenidas cuando la unidad de retardo 31 proporciona un retardo que corresponde, en esencia, al adelanto de fase por la cantidad de fase  $\psi$ . Las formas de onda del valor de control del adelanto de fase  $I_c^{*\wedge}$  y la corriente de compensación  $I_c$  se muestran en una fila superior, una forma de onda de la desviación  $I_e$  se muestra en una fila central y una forma de onda de la corriente de alimentación  $I_s$  se muestra en una fila inferior.

30 La FIG. 9 muestra la configuración obtenida al omitir la unidad de retardo 31 de la FIG. 1 y, en esencia, correspondiente a la configuración mostrada en la FIG. 1 cuando la cantidad de fase  $\psi$  se establece en 0. La FIG. 10 es una gráfica que muestra formas de onda de diversas cantidades obtenidas con la configuración con el fin de que se corresponda con la FIG. 2.

35 Se reconoce visualmente a partir de la comparación entre las FIG. 5 y 6 y la comparación entre las FIG. 2 y 10 que la desviación  $I_e$  se reduce, y la componente armónica de la corriente de alimentación  $I_s$  se reduce de este modo significativamente al obtener la corriente de compensación  $I_c$  a través del control utilizando no el valor de control  $I_c$  sino el valor de control del adelanto de fase  $I_c^{*\wedge}$ .

Es decir, se sabe que el impedimento para la eliminación de la componente armónica de la corriente de alimentación  $I_s$  es provocado por el procesamiento aritmético realizado por el controlador de corriente 5 que se ha mejorado en la presente forma de realización.

40 Segunda forma de realización

El impedimento para la eliminación de la componente armónica de la corriente de alimentación  $I_s$  provocado por el procesamiento aritmético realizado por el controlador de corriente también se puede mejorar cuando el valor de control de la corriente de compensación se capta en el sistema de coordenadas giratorio al realizar el adelanto de fase de una manera similar a la primera forma de realización.

45 La FIG. 7 es un diagrama de bloques que muestra el aspecto en el que se adopta el dispositivo de control del filtro activo en la presente forma de realización. En contraste con la configuración mostrada en el diagrama de bloques de la FIG. 1 en la primera forma de realización, la unidad de extracción de componentes armónicas 7A ha sido reemplazada por una unidad de extracción de componentes armónicas 7B, la unidad de generación de corriente diferencial 3A ha sido reemplazada por una unidad de generación de corriente diferencial 3B, y el controlador de corriente 5 ha sido reemplazado por una unidad de generación de control de voltaje de fase 10, y se ha agregado un convertidor dq 11 en la configuración en la presente forma de realización. Además, se muestra una configuración más detallada de la carga 2.

50

55 En el ejemplo de la presente forma de realización, la carga 2 es un aparato de aire acondicionado que incluye un inversor 23 y un compresor 24 controlado mediante el inversor 23 para comprimir un refrigerante (no mostrado). La carga 2 incluye además un convertidor 21 para suministrar alimentación de CC al inversor 23, y un condensador 22 interpuesto en paralelo entre el convertidor 21 y el inversor 23.

Una carga 2 de este tipo es deseable, ya que la variación de la carga es pequeña y, por lo tanto, la fase del valor de control se adelanta, en esencia, con alta precisión.

El convertidor dq 11 realiza la conversión dq en la corriente de compensación  $I_c$ , y genera la corriente del eje d  $I_d$  y la corriente del eje q  $I_q$ .

5 La unidad de extracción de componentes armónicas 7B tiene una configuración tal que la unidad de conversión dq inversa 76 se ha omitido de la unidad de extracción de componentes armónicas 7A, y se han agregado un sustractor 77, un controlador de voltaje 78 y un sumador 79. Las funciones de y las relaciones de conexión mutua entre el transformador 71, el detector de fases 72, el convertidor dq 73 y los filtros de paso alto 74 y 75 de la unidad de extracción de componentes armónicas 7B son las mismas que las de la unidad de extracción de componentes armónicas 7A.

10 El sustractor 77 obtiene una desviación de la tensión de CC  $V_{cc}$  soportada por el condensador 62 a partir del valor de control  $V_{cc}^*$  del mismo. El controlador de voltaje 78 realiza el control PI en la desviación obtenida a partir del sustractor 77 para obtener un valor de corrección de la corriente del eje d. El valor de corrección se agrega a la salida del filtro de paso alto 74 (para la corriente del eje d) mediante el sumador 79. Como resultado, se obtiene un valor de control de la corriente del eje d  $I_d^*$  a partir del sumador 79.

15 Un valor de control de la corriente del eje q  $I_q^*$  se obtiene a partir del filtro de paso alto 75 para la corriente del eje q. Se puede decir que el valor de control de la corriente del eje d  $I_d^*$  y el valor de control de la corriente del eje q  $I_q^*$  son las componentes armónicas de la corriente de carga  $I_o$ , considerando la pulsación del voltaje de CC  $V_{dc}$  cuando se capta en el sistema de coordenadas giratorio. Por lo tanto, estos se pueden captar como valores de control de la corriente del eje d  $I_d$  y la corriente del eje q  $I_q$  que son la corriente de compensación  $I_c$  captada en el sistema de coordenadas giratorio.

20 La unidad de generación de corriente diferencial 3B incluye las unidades de retardo 31d y 31q, y los sustractores 32d y 32q. Al igual que la unidad de retardo 31 mostrada en la primera forma de realización, cada una de las unidades de retardo 31d y 31q realiza el procesamiento para proporcionar un retardo por una fase obtenida al restar cada una de las cantidades de fase  $\psi_d$  y  $\psi_q$  de 360 grados. Estas cantidades de fase  $\psi_d$  y  $\psi_q$  se describen más adelante. Un valor de control del adelanto de fase de la corriente del eje d  $I_d^*$  y un valor de control del adelanto de fase de la corriente del eje q  $I_q^*$  se obtienen respectivamente a partir del valor de control de la corriente del eje d  $I_d^*$  y del valor de control de la corriente del eje q  $I_q^*$  a través del procesamiento de retardo.

25 Al igual que el sustractor 32 mostrado en la primera forma de realización, los sustractores 32d y 32q, respectivamente, generan desviaciones  $I_{ed}$  e  $I_{eq}$ . Es decir, la desviación  $I_{ed}$  entre el valor de control del adelanto de fase de la corriente del eje d  $I_d^*$  y la corriente del eje d  $I_d$ , así como la desviación  $I_{eq}$  entre el valor de control del adelanto de fase de la corriente del eje d  $I_d^*$  y la corriente del eje q  $I_q$  se obtienen respectivamente de los sustractores 32d y 32q.

30 La unidad de generación del control de fase del voltaje 10 incluye los controladores de corriente 10dd y 10qq. Los controladores de corriente 10dd y 10qq respectivamente realizan el control PI en las desviaciones  $I_{ed}$  e  $I_{eq}$  para generar los valores de control de voltaje  $V_{id}$  y  $V_{iq}$ . Suponiendo que los tiempos de retardo  $t_d$  y  $t_q$  se producen respectivamente a través del control PI realizado por los controladores de corriente 10dd y 10qq, se pueden obtener efectos similares a los obtenidos en la primera forma de realización al establecer las cantidades de fase  $\psi_d$  y  $\psi_q$  mencionadas anteriormente de la siguiente manera:

$$\psi_d = 360^\circ \times t_d / T_r, \quad \psi_q = 360^\circ \times t_q / T_r$$

35 Además, la FIG. 7 muestra el aspecto en el que se adopta la configuración (en lo sucesivo en la presente memoria, denominada como "configuración sin interferencia") para evitar la denominada interferencia entre el control de corriente en el eje d y el control de corriente en el eje q, y los valores de control de voltaje  $V_{id}$  y  $V_{iq}$  se corrigen. La configuración de no interferencia se conoce como tecnología descrita, por ejemplo, en el documento de patente 2, de manera que la descripción de la misma se hace solo brevemente.

40 Específicamente, los multiplicadores 10dq y 10qd, un sustractor 10d, y un sumador 10q también se han proporcionado. El multiplicador 10dq multiplica el producto  $\omega L$  de una frecuencia angular  $\omega$  ( $= 2\pi / T_r$ ) del voltaje de CA  $V_s$  y la inductancia  $L$  del reactor de interconexión por el valor de control de la corriente del eje d  $I_d^*$ , y se lo proporciona al sumador 10q. El multiplicador 10qd multiplica el producto  $\omega L$  de la frecuencia angular  $\omega$  y la inductancia  $L$  por el valor de control de la corriente del eje q  $I_q^*$ , y se lo proporciona al sustractor 10d. El sustractor 10d corrige el valor de control del voltaje  $V_{id}$  obtenido del controlador de corriente 10dd restando la salida del multiplicador 10qd. El sumador 10q corrige el valor de control del voltaje  $V_{iq}$  obtenido del controlador de corriente 10qq al agregar la salida del multiplicador 10dq.

45 Obsérvese que el valor de control de la corriente del eje d (sin adelanto de fase)  $I_d^*$  y el valor de control de la corriente del eje q  $I_q^*$  se proporcionan respectivamente a los multiplicadores 10dq y 10qd. Esto se basa en un punto de vista tal que un retardo como en el procesamiento realizado por los controladores de corriente 10dd y 10qq no se produce en el procesamiento realizado por los multiplicadores 10dq y 10qd.

Sin embargo, la influencia de la configuración de no interferencia es pequeña en el estado estable, y el retardo que ocurre en las unidades de retardo 31d y 31q no se corresponde, en esencia, con el adelanto de la fase. Desde este punto de vista, el valor de control del adelanto de fase de la corriente del eje d  $I_d^*$  y el valor de control del adelanto de fase de la corriente del eje q  $I_q^*$  se pueden proporcionar respectivamente a los múltiples multiplicadores 10dq y 10qd.

Obsérvese que los multiplicadores 10dq y 10qd, el sustractor 10d, y el sumador 10q se pueden omitir de forma natural cuando no se considera la interferencia entre el eje d y el eje q.

En la presente forma de realización, el circuito de generación de señales de activación 8 genera, en función de los valores de control de voltaje  $V_{id}$  y  $V_{iq}$  para dos fases, la señal de activación G que activa el filtro activo paralelo 6, en contraste con la primera forma de realización. Por lo tanto, también se puede decir que los valores de control de voltaje  $V_{id}$  y  $V_{iq}$  son señales de control que controlan indirectamente el filtro activo paralelo 6 a través de la señal de activación G como con el valor de control del voltaje  $V^*$  para tres fases. Dado que la configuración del circuito de generación de la señal de activación 8 que tiene esta función es bien conocido, se omite en la presente memoria la descripción del mismo.

La FIG. 8 es una gráfica que muestra los efectos de la segunda forma de realización, y muestra, en descenso desde una fila superior, las formas de onda respectivas de la corriente del eje d  $I_d$ , la desviación  $l_{ed}$ , la corriente del eje q  $I_q$ , la desviación  $l_{eq}$  y la corriente de alimentación  $I_s$  en el orden indicado.

La corriente del eje d  $I_d$  varía cíclicamente en un ciclo  $T_r/6$ , que es  $1/6$  del ciclo  $T_r$  de la corriente de alimentación  $I_s$ , lo que refleja que la corriente de alimentación  $I_s$  en realidad tiene tres fases. La corriente del eje d  $I_d$  es aproximadamente sinusoidal. Del mismo modo, la corriente del eje q  $I_q$  también varía cíclicamente en el ciclo  $T_r/6$ .

Se conoce que la componente armónica se suprime cuando las desviaciones  $l_{ed}$  y  $l_{eq}$  son pequeñas, y la corriente de alimentación  $I_s$  es aproximadamente sinusoidal.

Según se describió hasta ahora, se conoce que el impedimento para la eliminación de la componente armónica de la corriente de alimentación  $I_s$  provocado por el procesamiento aritmético realizado por los controladores de corriente 10dd y 10qq se ha mejorado en la forma de realización actual como en la primera forma de realización.

Según se describió anteriormente, en la presente forma de realización, la corriente de compensación  $I_c$  se capta como la corriente del eje d  $I_d$  y la corriente del eje q  $I_q$  en el sistema de coordenadas giratorio y las desviaciones  $l_{ed}$  e  $l_{eq}$  se obtienen en este sistema de coordenadas giratorio. Dado que el sistema de coordenadas giratorio se puede captar como un sistema de coordenadas de dos fases incluso cuando la fuente de alimentación de CA 1 sea una fuente de alimentación multifase que tenga tres o más fases, las unidades de retardo 31d y 31q, así como los controladores de corriente 10dd y 10qq para dos fases son suficientes. En la primera forma de realización, la unidad de retardo 31 y el controlador de corriente 5 son realmente necesarios para cada una de las tres fases.

Además, en la presente forma de realización, particularmente el hecho de que la corriente del eje d  $I_d$  y la corriente del eje q  $I_q$  varíen cíclicamente en un ciclo que es  $1/6$  del ciclo  $T_r$  del voltaje de CA  $V_s$  ocasiona otros efectos. Es decir, los ciclos de los valores de control  $I_d^*$  e  $I_q^*$ , así como los ciclos de la corriente del eje d  $I_d$  y la corriente del eje q  $I_q$  como la corriente de compensación en el sistema de coordenadas giratorio son más cortos que los ciclos  $T_r$  de las mismas (el valor de control  $I_c^*$  y la corriente de compensación  $I_c$  en la primera forma de realización) en el sistema de coordenadas fijo. Esto simplifica fácilmente la configuración en la que se adoptan las unidades de retardo 31d y 31q.

Específicamente, en un caso donde se utilice una memoria FIFO como la unidad de retardo 31 mostrada en la primera forma de realización, por ejemplo, las partes para el ciclo  $T_r$  se almacenan secuencialmente, y la salida secuencial con la cantidad de retardo predeterminada para realizar, en esencia, el procesamiento del adelanto de fase. Dado que el valor de control  $I_c^*$  se almacena para cada una de las tres fases en el ejemplo de la primera forma de realización, capacidad de memoria que sea tres veces mayor que el ciclo  $T_r$  es, en esencia, necesaria.

Por otro lado, en el caso de que la memoria FIFO se utilice como la unidad de retardo 31d, basta con que los valores de control de la corriente del eje d  $I_d^*$  para el ciclo  $T_r/6$  se almacenen secuencialmente, y se generen secuencialmente con la cantidad de retardo predeterminada. Lo mismo se aplica a la unidad de retardo 31q. La capacidad de memoria requerida es, por lo tanto,  $1/3$  del ciclo  $T_r$ , y se puede reducir a  $1/9$  de la de la primera forma de realización.

#### Modificaciones

Supongamos que el número de ubicaciones de almacenamiento del valor de control  $I_c^*$  para una fase en la memoria se adoptada como la unidad de retardo 31 sea N. Por ejemplo, si se cumple que un ciclo de control del control de corriente es  $50 \mu s$  cuando  $T_r = 20 ms$  (correspondiente a una frecuencia de alimentación de 50 Hz), es deseable satisfacer  $N \geq 20ms/50\mu s = 400$ .

En contraste, cuando el número de ubicaciones de almacenamiento para el ciclo  $T_r$  es N, es deseable que el ciclo de control sea más largo que  $N/T_r$ . También es deseable aproximar cuando se convierte en tiempo, por  $k/(N/T_r)$

introduciendo un entero  $k$  no negativo. Esto se debe a que el adelanto de fase del valor de control  $lc^*$  se puede realizar retrasando los valores para  $(N-k)$  datos. Lo mismo se aplica a las unidades de retardo  $31d$  y  $31q$ .

- 5 Alternativamente, cuando no existe el entero  $k$  anteriormente mencionado para el tiempo  $ta$  correspondiente a la fase adelantada, los enteros  $k1$  y  $k2$  se pueden determinar según se muestra a continuación expresando la parte fraccionaria de  $ta/Tr$  como  $F[ta/Tr]$ , y se puede obtener, en esencia, un valor de control del adelanto de fase a través de la interpolación utilizando el  $(N-k1)$  ésimo valor de control y el  $(N-k2)$  ésimo valor de control. Lo mismo se aplica a las unidades de retardo  $31d$  y  $31q$ .

$$K1 = ta/Tr - F [ta/Tr], k2 = k1 + 1$$

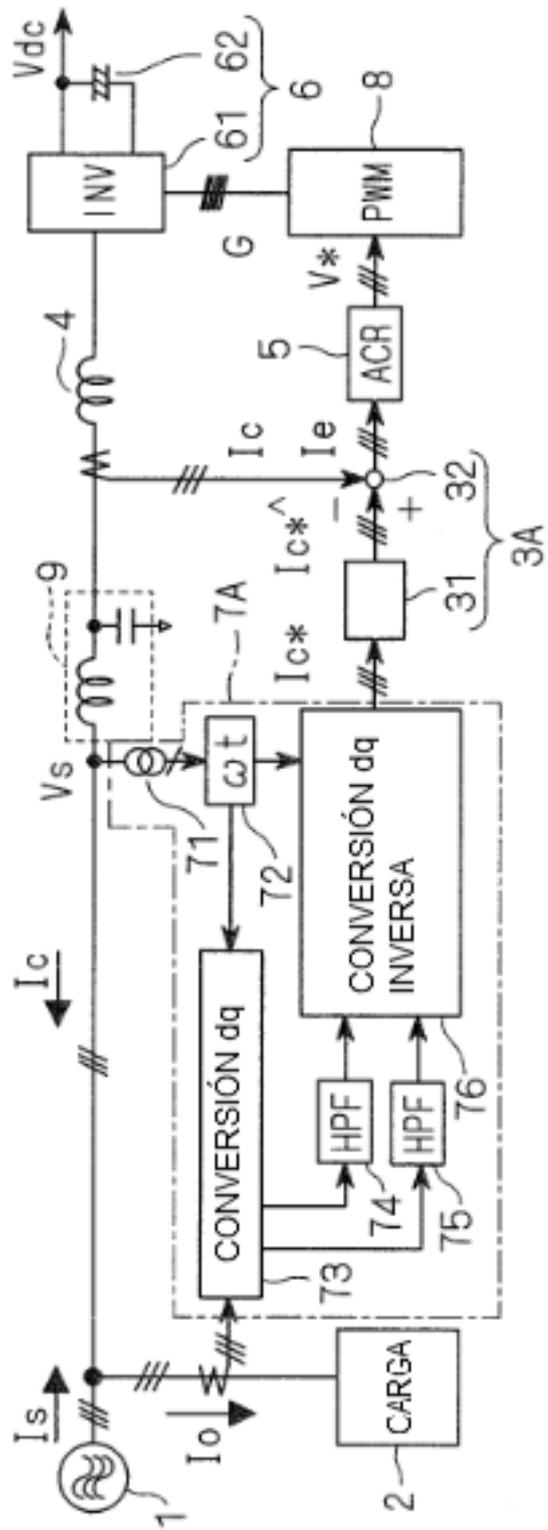
- 10 Si bien la presente invención se ha descrito en detalle, la descripción anterior es en todos los aspectos ilustrativa y no restrictiva. Por lo tanto, se entiende que se pueden idear numerosas modificaciones que no se han descrito sin apartarse del alcance de la presente invención.

## REIVINDICACIONES

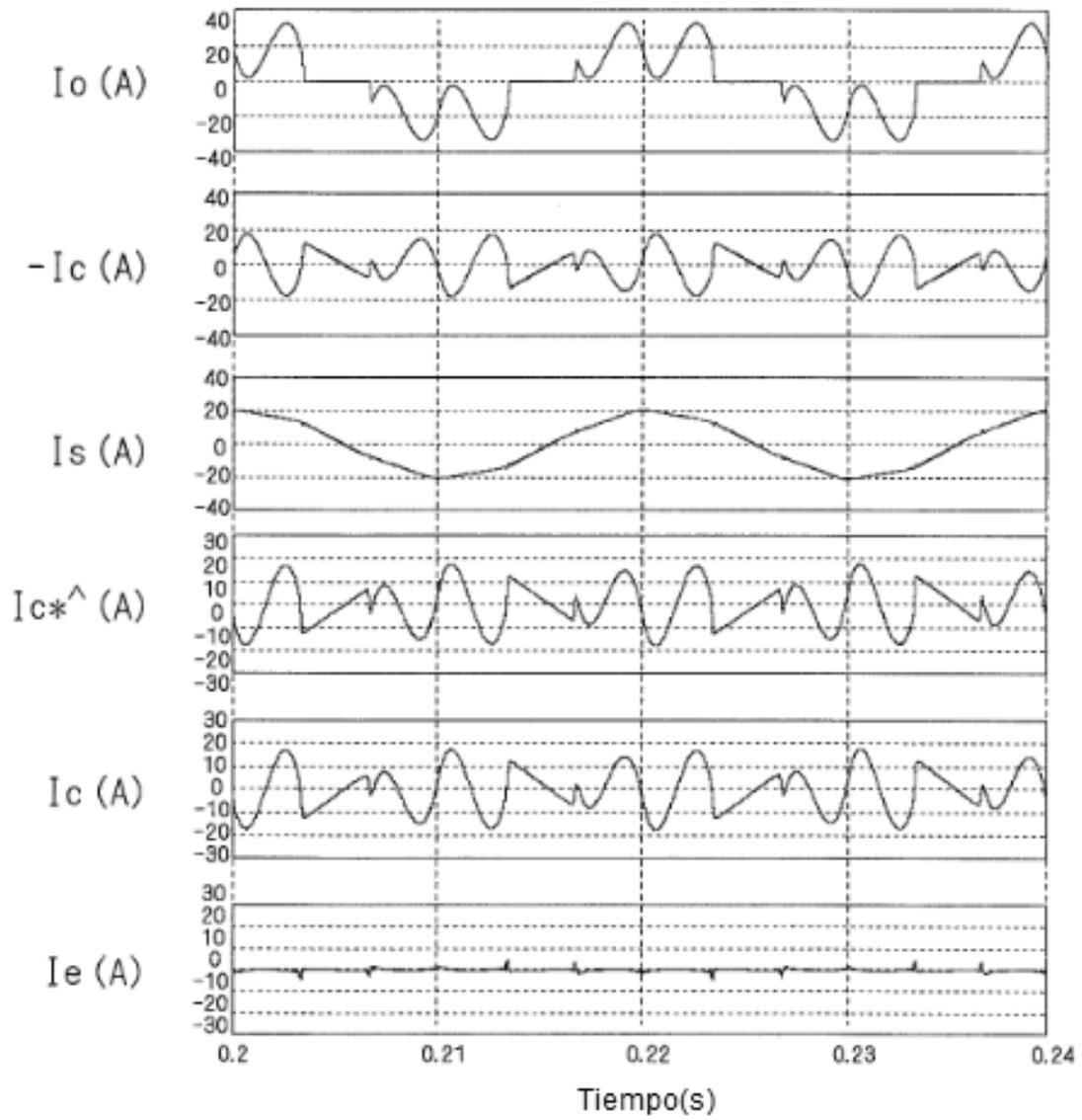
1. Un dispositivo de control de filtro activo que controla un filtro activo paralelo (6) conectado a una fuente de alimentación de CA (1) a través de un reactor de interconexión (4) y que genera corriente de compensación ( $I_c$ ;  $I_d$ ,  $I_q$ ), suministrando dicha fuente de alimentación de CA corriente de carga ( $I_o$ ) a una carga (2), comprendiendo dicho dispositivo de control del filtro activo:
- 5 una unidad de extracción de componentes armónicas (7A; 7B) que obtiene un valor de control ( $I_c^*$ ;  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ ) de dicha corriente de compensación a partir de una componente armónica de dicha corriente de carga;
- una unidad de generación de corriente diferencial (3A; 3B) que obtiene una desviación ( $I_e$ ) entre dicha corriente de compensación y un valor ( $I_c^{*\wedge}$ ;  $I_d^{*\wedge}$ ,  $I_q^{*\wedge}$ ) obtenido al adelantar una fase de dicho valor de control por una diferencia de fase predeterminada ( $360^\circ \times t_a/Tr$ );
- 10 un controlador de corriente (5; 10dd, 10qq) que genera una señal de control ( $V^*$ ;  $V_{id}$ ,  $V_{iq}$ ) en función de la salida de dicha unidad de generación de corriente diferencial; y
- un circuito de generación de señales de activación (8) que genera, en función de dicha señal de control, una señal de activación (G) que activa dicho filtro activo paralelo caracterizado por que
- 15 dicha unidad de generación de corriente diferencial (3A; 3B) incluye:
- una unidad de retardo (31) que realiza el procesamiento para retardar dicho valor de control ( $I_c^*$ ;  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ ) por una fase obtenida al restar dicha diferencia de fase predeterminada ( $360^\circ \times t_a/Tr$ ) de una fase para un ciclo de dicha fuente de alimentación de CA (1);
- dicha unidad de retardo incluye una memoria que tiene N ubicaciones de almacenamiento que almacenan dicho valor de control para un ciclo de  $Tr$  de dicha fuente de alimentación, y genera dicho valor de control retardado para (N-k) datos al introducir un número entero no negativo k que se aproxime al tiempo ( $t_a$ ) correspondiente a la diferencia de fase por  $k/(N/Tr)$ ; y
- 20 un sustractor (32) obtiene una diferencia entre la salida ( $I_c^{*\wedge}$ ;  $I_d^{*\wedge}$ ,  $I_q^{*\wedge}$ ) de dicha unidad de retardo y dicha corriente de compensación ( $I_c$ ;  $I_d$ ,  $I_q$ ).
- 25 2. Un dispositivo de control de filtro activo que controla un filtro activo paralelo (6) conectado a una fuente de alimentación de CA (1) a través de un reactor de interconexión (4) y que genera corriente de compensación ( $I_c$ ;  $I_d$ ,  $I_q$ ), suministrando dicha fuente de alimentación de CA corriente de carga ( $I_o$ ) a una carga (2), comprendiendo dicho dispositivo de control del filtro activo:
- una unidad de extracción de componentes armónicas (7A; 7B) que obtiene un valor de control ( $I_c^*$ ;  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ ) de dicha corriente de compensación a partir de una componente armónica de dicha corriente de carga;
- 30 una unidad de generación de corriente diferencial (3A; 3B) que obtiene una desviación ( $I_e$ ) entre dicha corriente de compensación y un valor ( $I_c^{*\wedge}$ ;  $I_d^{*\wedge}$ ,  $I_q^{*\wedge}$ ) obtenido al adelantar una fase de dicho valor por una diferencia de fase predeterminada ( $360^\circ \times t_a/Tr$ ), y
- un controlador de corriente (5; 10dd, 10qq) que genera una señal de control ( $V^*$ ;  $V_{id}$ ,  $V_{iq}$ ) en función de la salida de dicha unidad de generación de corriente diferencial; y
- 35 un circuito de generación de señales de activación (8) que genera, en función de dicha señal de control, una señal de activación (G) que activa dicho filtro activo paralelo;
- caracterizado por que
- dicha unidad de generación de corriente diferencial (3A; 3B) incluye:
- 40 una unidad de retardo (31) que realiza el procesamiento para retardar dicho valor de control ( $I_c^*$ ;  $I_d^*$ ,  $I_q^*$ ) por una fase obtenida al restar dicha diferencia de fase predeterminada ( $360^\circ \times t_a/Tr$ ) de una fase para un ciclo de dicha fuente de alimentación de CA (1);
- dicha unidad de retardo incluye una memoria que tiene N ubicaciones de almacenamiento que almacenan dicho valor de control para un ciclo de  $Tr$  de dicha fuente de alimentación, e introduce un primer entero  $k_1$  determinado al restar una parte fraccionaria ( $F[t_a/Tr]$ ) de un valor ( $t_a/Tr$ ) obtenido al dividir el tiempo ( $t_a$ ) correspondiente a dicha diferencia de fase por dicho ciclo ( $Tr$ ), y un segundo entero  $k_2$  determinado al sumar 1 a dicho primer entero  $k_1$  para generar un valor obtenido a través de la interpolación utilizando dicho (N- $k_1$ ) ésimo valor de control y dicho (N- $k_2$ ) ésimo valor de control; y
- 45 un sustractor (32) obtiene una diferencia entre la salida ( $I_c^{*\wedge}$ ;  $I_d^{*\wedge}$ ,  $I_q^{*\wedge}$ ) de dicha unidad de retardo y dicha corriente de compensación ( $I_c$ ;  $I_d$ ,  $I_q$ ).
- 50

3. Dispositivo de control de filtro activo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde dicho valor de control ( $I_c^*$ ) se obtiene al eliminar un componente de CC de dicha corriente de carga ( $I_o$ ) captada en un sistema de coordenadas giratorio que se sincroniza con una fase de dicha fuente de alimentación de CA (1), y que realiza además una conversión de coordenadas con el fin de ser captada en un sistema de coordenadas fijo,
- 5 dicha corriente de compensación ( $I_c$ ) se capta en dicho sistema de coordenadas fijo, y dicha desviación ( $I_e$ ) se obtiene en dicho sistema de coordenadas fijo.
4. El dispositivo de control de filtro activo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde dicho valor de control ( $I_d^*$ ,  $I_q^*$ ) se obtiene eliminando una componente de CC de dicha corriente de carga ( $I_o$ ) captada en un sistema de coordenadas giratorio que se sincroniza con una fase de dicha fuente de alimentación de CA (1),
- 10 dicha corriente de compensación ( $I_d$ ,  $I_q$ ) se capta en dicho sistema de coordenadas giratorio, y dicha desviación ( $I_{ed}$ ,  $I_{eq}$ ) se obtiene en dicho sistema de coordenadas giratorio.
5. El dispositivo de control de filtro activo de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicha carga (2) es un aparato de aire acondicionado que incluye:
- 15 un inversor (23); y
- un compresor (24) controlado por dicho inversor para comprimir un refrigerante.

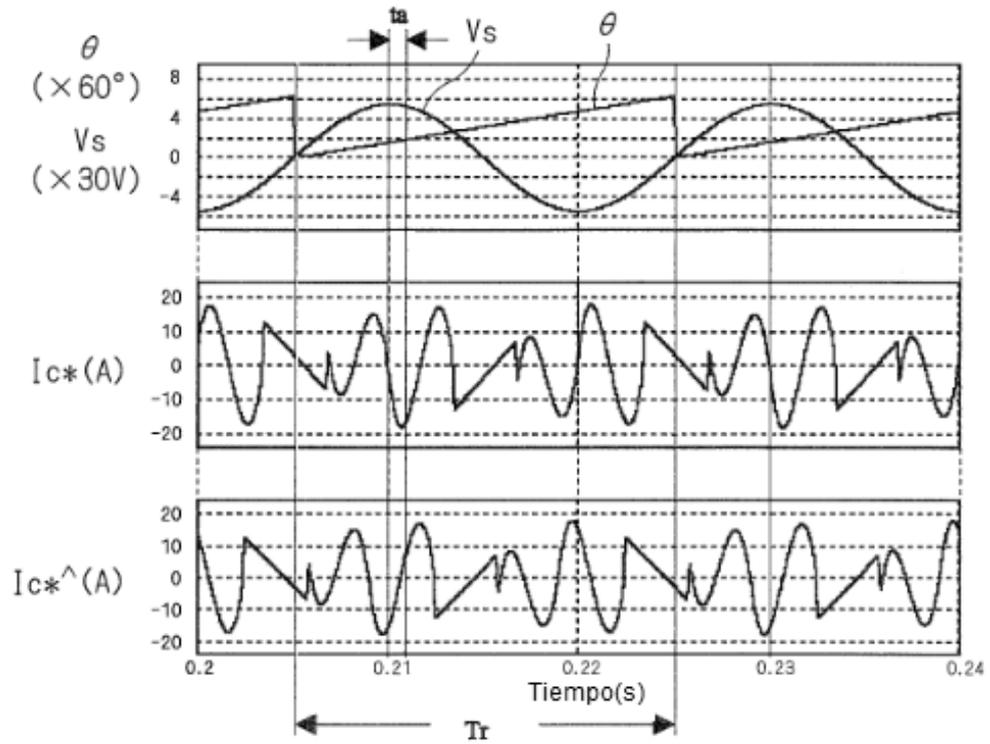
FIG. 1



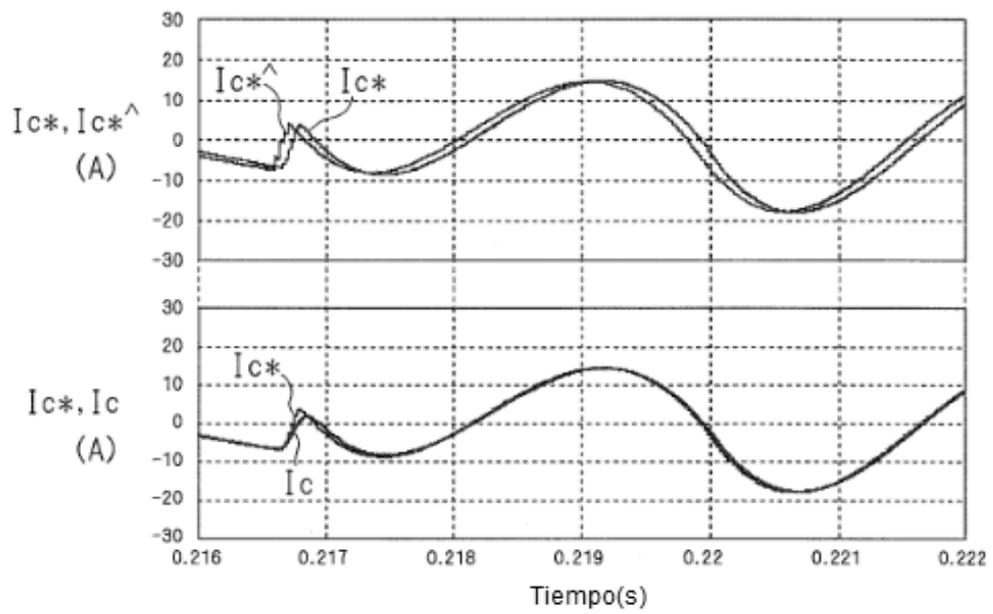
F I G . 2



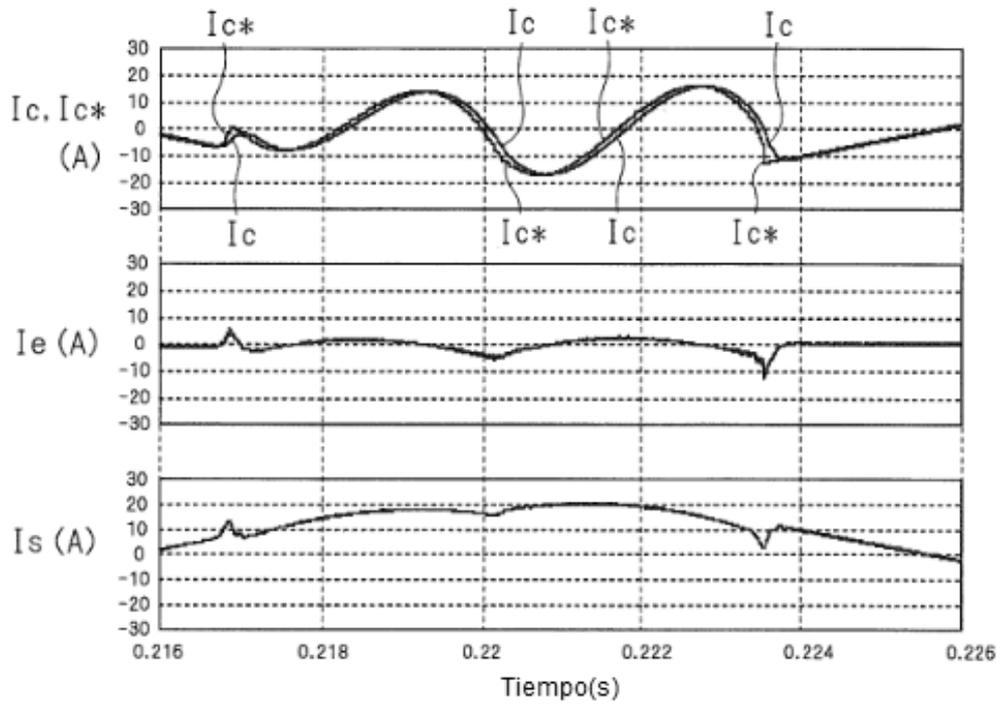
F I G . 3



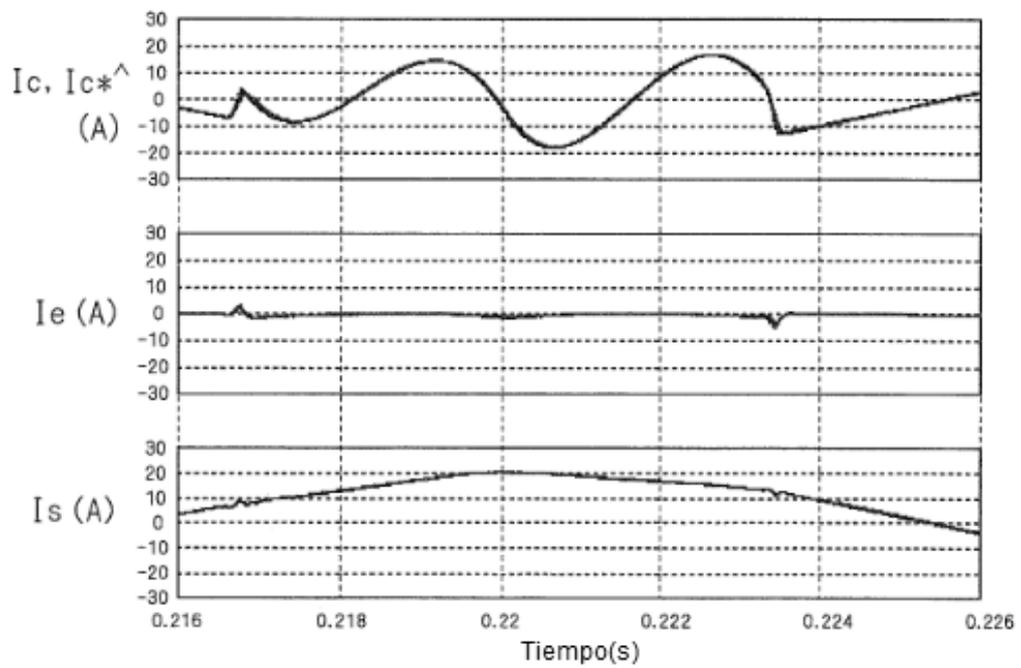
F I G . 4



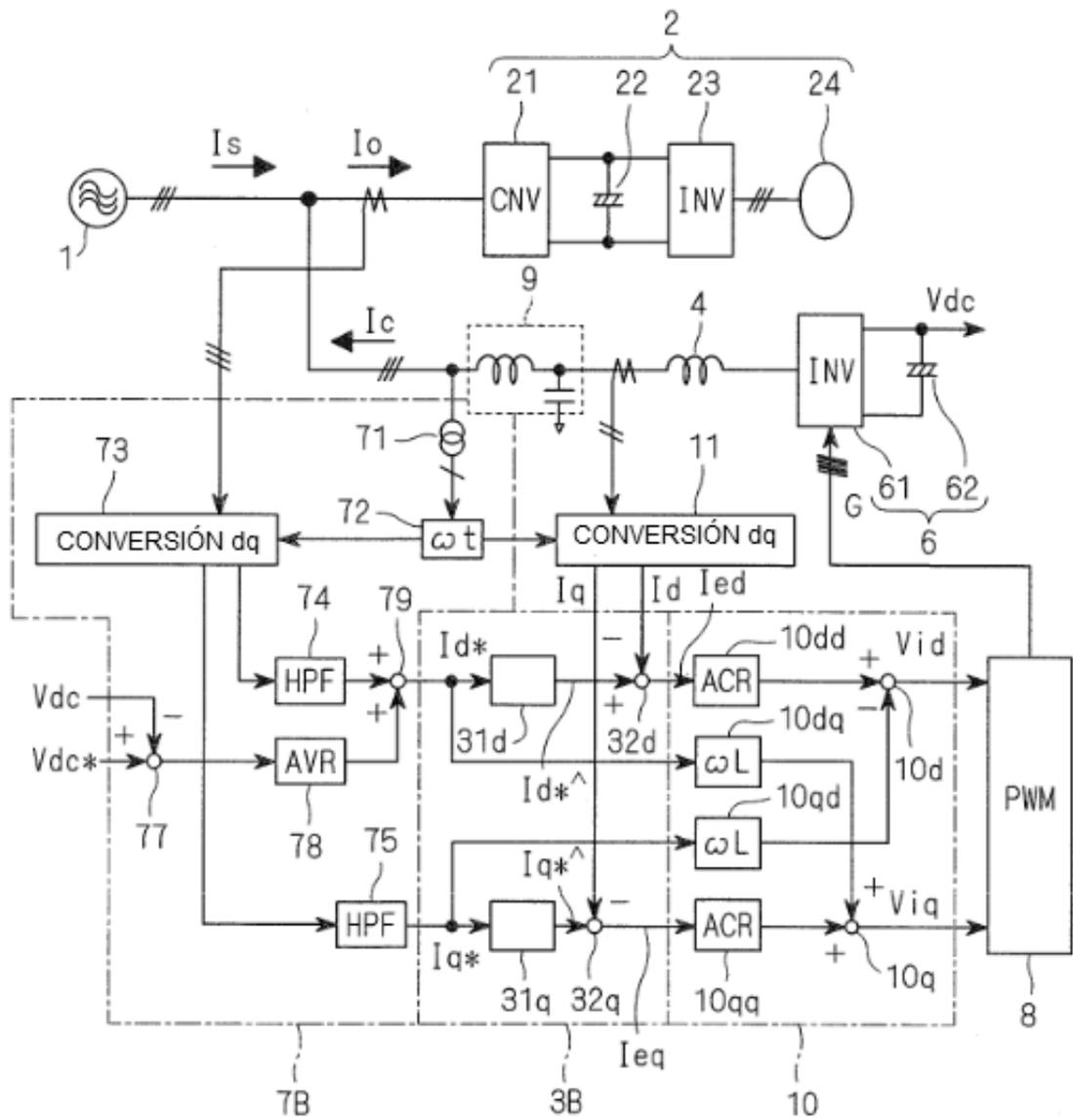
F I G . 5



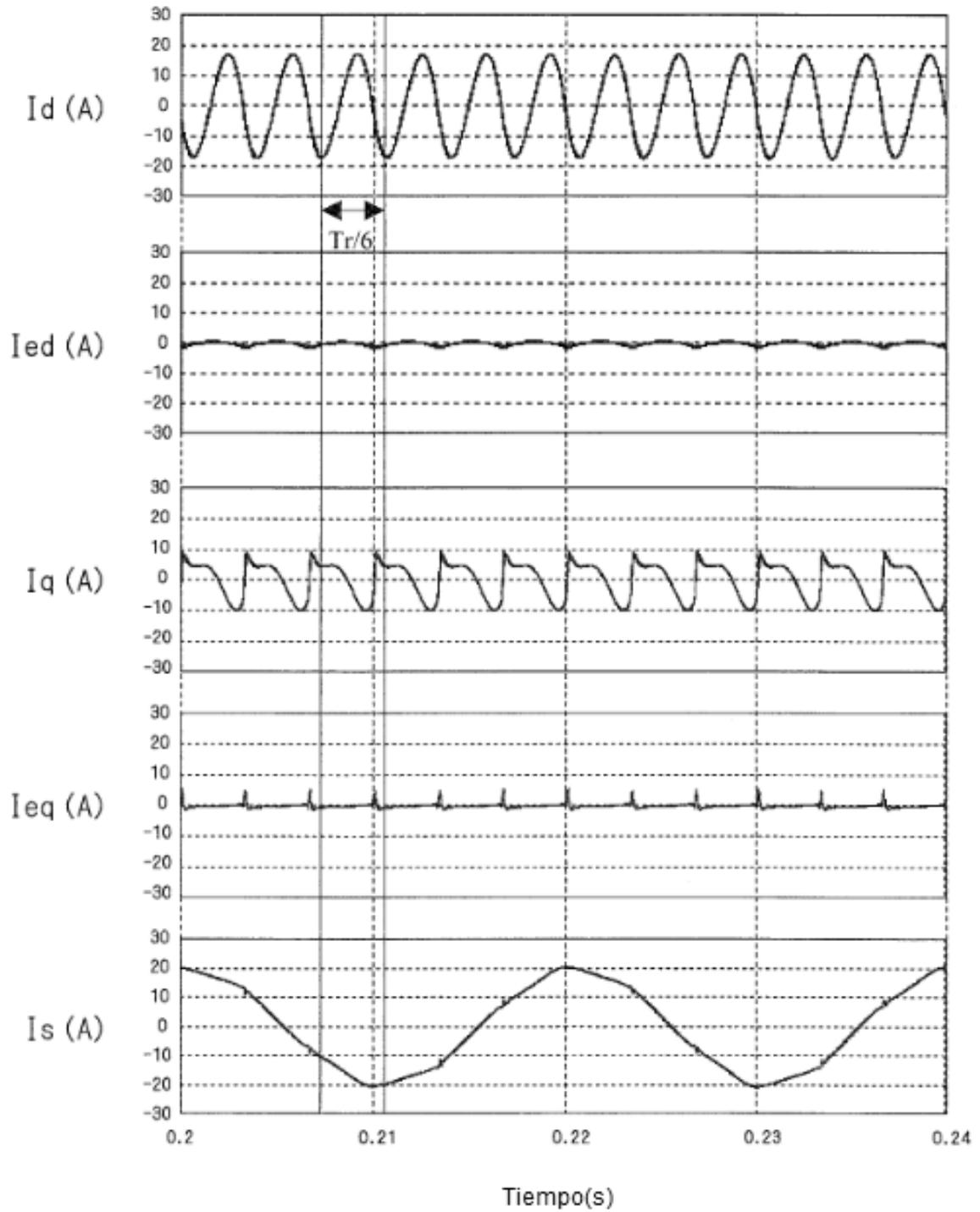
F I G . 6



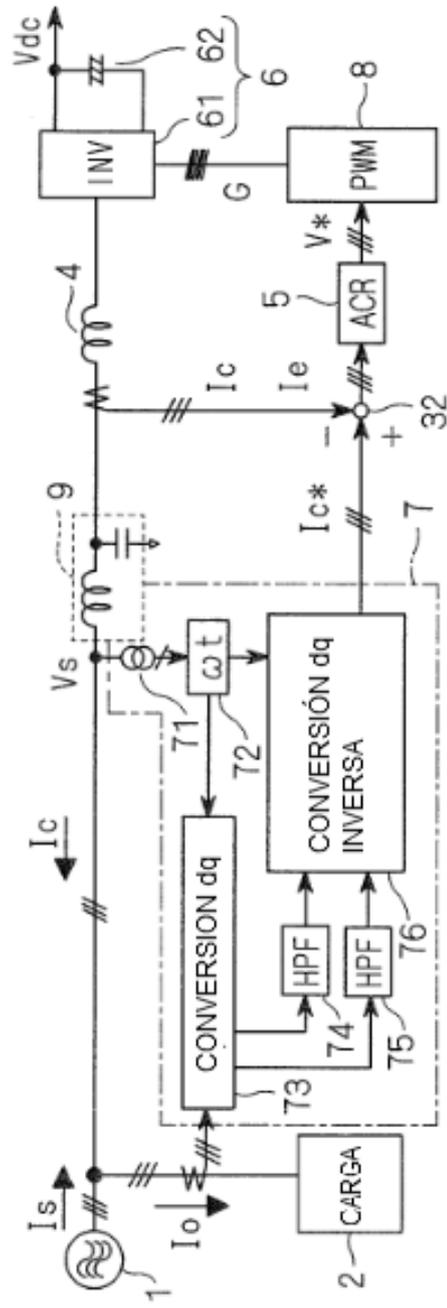
F I G . 7



F I G . 8



F I G . 9



F I G . 1 0

