

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 332**

51 Int. Cl.:

H02M 1/12 (2006.01)

H02M 7/42 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02M 7/5387 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.05.2011 PCT/CN2011/000790**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2012 WO12065348**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2011 E 11841004 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 2562919**

54 Título: **Inversor conectado a red y procedimiento de filtración de armónicos de CA para inversor**

30 Prioridad:

17.11.2010 CN 201010553722

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

22.06.2020

73 Titular/es:

**TBEA SUNOASIS CO., LTD. (50.0%)
No. 399 Changchun Road, Hi-tech Zone
Urumqi, Xinjiang 830011, CN y
TBEA XI'AN ELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**LIU, WEIZENG;
RUAN, SHAOHUA y
ZHANG, XINTAO**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 768 332 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

Inversor conectado a red y procedimiento de filtración de armónicos de CA para inversor.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo técnico de los inversores conectados a red, y específicamente se refiere a un inversor conectado a red y a un procedimiento de filtración de la salida de CA ("corriente alterna") del mismo.

10 **Antecedentes de la invención**

Con la aplicación generalizada de tecnologías de generación de electricidad conectada a red, las compañías eléctricas están dedicando más atención a la calidad de la energía eléctrica proporcionada por un inversor conectado a red. Para reducir los armónicos de la salida conectada a red y mejorar la calidad de la energía eléctrica, se han fijado requisitos estrictos de contenido de los armónicos de los respectivos órdenes y de contenido total de armónicos en la corriente conectada a red, en los estándares de generación de energía fotovoltaica chinos y de otros países (por ejemplo, UL1741, IEEE 929-2000). Existen muchos factores que afectan a los armónicos en la corriente conectada a red, y la influencia de un modo de filtración de la salida de CA del inversor conectado a red sobre los armónicos en la corriente conectada a red se comenta principalmente en la presente invención.

Actualmente, todos los filtros de salida utilizados en los inversores conectados a red están diseñados según la potencia de salida nominal del inversor conectado a red. En el caso de que la potencia de salida del inversor conectado a red sea la potencia de salida nominal, la distorsión de armónicos de la forma de onda de la corriente de salida del inversor conectado a red podrá cumplir satisfactoriamente los requisitos de los estándares relevantes del inversor conectado a red. Sin embargo, en el caso de una carga ligera, especialmente en el caso de que el factor de carga sea inferior a 25% y la potencia de salida del inversor sea muy inferior a la potencia de salida nominal, se producirán los dos problemas graves siguientes:

- (1) En el caso de un factor de carga bajo, el contenido de armónicos de la corriente conectada a red excede gravemente los estándares debido a la baja relación de modulación y baja relación de servicio de conmutador, conduciendo a una gran contaminación de armónicos en la red eléctrica.
- (2) En el caso de una carga ligera, la eficiencia de conversión del inversor se reduce en gran medida debido al incremento de la proporción de pérdida sin carga de los filtros.

Dichos problemas resultan especialmente graves para un inversor conectado a red fotovoltaico. Debido al cambio natural en la intensidad de la luz solar durante el día, el inversor conectado a la red fotovoltaica se mantiene en funcionamiento a un factor de carga más bajo durante la mayor parte del día. En este caso, tal como se ha indicado anteriormente, el inversor conectado a red fotovoltaico adolece de los problemas de que el contenido de armónicos de la corriente conectada a red excede los estándares y la eficiencia de conversión del inversor se reduce, por lo que se degrada la calidad de la energía eléctrica producida. Sin embargo, actualmente no se dispone de una solución para dichos problemas.

El documento nº US 2009/116266 A1 da a conocer un sistema paralelo de acondicionamiento de la energía con filtro de corriente circulante, que comprende: una terminal de entrada para recibir una corriente de entrada, una pluralidad de unidades de acondicionamiento de la energía, y una carga. Cada unidad de acondicionamiento de la energía incluye: un convertor CC/CC (corriente continua) acoplado con la entrada para recibir la potencia de entrada de manera que se convierte la energía de entrada en una tensión CC, un inversor CC/CA acoplado con el convertor CC/CC para convertir la tensión CC en una tensión CA, y un filtro acoplado al inversor CC/CA para eliminar el ruido generado por la tensión CA y la corriente circulante entre la pluralidad de unidades de acondicionamiento de la energía, de manera que se genera una tensión de filtro. La carga se conecta a la pluralidad de unidades de acondicionamiento de la energía. La pluralidad de unidades de acondicionamiento de la energía se conecta en paralelo a la carga.

55 **Sumario de la invención**

Con el fin de resolver los problemas anteriormente indicados, la presente invención proporciona un inversor conectado a red y un procedimiento para la filtración de la salida de CA del mismo, de manera que la distorsión total de los armónicos (DTA) de la forma de onda de la corriente de salida del inversor conectado a red pueda satisfacer los requisitos de los estándares relevantes, incluso en el caso de un bajo factor de carga, y la eficiencia de conversión del inversor conectado a red en el caso de un bajo factor de carga puede mejorarse.

Para alcanzar el objetivo anteriormente indicado, la presente invención proporciona un inversor conectado a red que comprende: un filtro de salida de CA que incluye dos o más módulos de filtración conmutables conectados en paralelo, capacidad de potenciada de cada uno de entre los módulos de filtración correspondiente a una potencia de salida diferente del inversor conectado a red, un módulo de monitorización que está conectado a un extremo

- de salida de CA del inversor conectado a red y está configurado para llevar a cabo una monitorización en tiempo real de la tensión de CA y la corriente de CA producidas por el inversor conectado a red, y un circuito de control que está conectado entre el módulo de monitorización y el filtro de salida de CA, y está configurado para calcular una potencia de salida del inversor conectado a red según la tensión de CA y la corriente de CA monitorizada por el módulo de monitorización y el control, según un grado de potencia de la potencia de salida obtenida, conmutando al módulo de filtración que presenta la capacidad de potencia correspondiente al grado de potencia, siendo el grado de potencia seleccionado de entre una pluralidad de grados de potencia que están divididos según las capacidades de potencia de los módulos de filtración.
- Preferentemente, cada uno de entre los módulos de filtración incluye un filtro de CA LC/LCL y un primer contactor de CA que están conectados en serie, una rama de condensador de filtro en el filtro de CA LC/LCL incluye un condensador de filtro y un segundo contactor de CA que están conectados en serie, y el circuito de control controla la conmutación al módulo de filtración correspondiente mediante el control de los estados de activación/desactivación del primer contactor de CA y el segundo contactor de CA en cada uno de entre los módulos de filtración.
- Preferentemente, en cada uno de entre los módulos de filtración, un modelo del condensador de filtro y el del segundo contactor de CA son seleccionados según la capacidad de potencia de cada módulo de filtración, y el modelo del primer contactor de CA es seleccionado según la magnitud de la corriente de salida del inversor conectado a red.
- Preferentemente, el filtro de salida de CA incluye dos módulos de filtración conectados en paralelo, en el que, uno sirve como un módulo de filtración principal cuya capacidad de potencia es la potencia de salida nominal del inversor conectado a red, y el otro sirve de módulo de filtración auxiliar cuya capacidad de potencia es 5%~40% de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red.
- Preferentemente, la capacidad de potencia del módulo de filtración auxiliar es 15%~30% de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red.
- Preferentemente, el módulo de monitorización está configurado además para llevar a cabo la monitorización en tiempo real en condiciones de conexión a red del inversor conectado a red y para determinar si el inversor conectado a red satisface las condiciones de conexión a red, y el circuito de control está configurado además para controlar el estado de activación/desactivación del filtro de salida de CA según el resultado obtenido por el módulo de monitorización de si el inversor conectado a red satisface las condiciones de conexión a red, es decir, si las condiciones de conexión a red no resultan satisfechas, el circuito de control está configurado para controlar la desactivación de todos los módulos de filtración en el filtro de salida de CA, y si las condiciones de conexión a red resultan satisfechas, el circuito de control está configurado para controlar la activación de un módulo de filtración correspondiente en el filtro de salida de CA.
- Preferentemente, el número de módulos de filtración en el filtro de salida de CA se selecciona según el rango de potencia de salida del inversor conectado a red y los requisitos de armónicos para el inversor conectado a red en el caso del factor de carga mínimo.
- De acuerdo con lo anterior, la presente invención proporciona un procedimiento para filtrar la salida de CA de un inversor conectado a red, comprendiendo el inversor conectado a red un filtro de salida de CA que incluye dos o más módulos de filtración conmutables conectados en paralelo, capacidad de potencia de cada uno de entre los módulos de filtración correspondiente a una potencia de salida diferente del inversor conectado a red, comprendiendo el procedimiento: realizar la monitorización en tiempo real de la tensión de CA y la corriente de CA producidas por el inversor conectado a red; calcular una potencia de salida del inversor conectado a red según la tensión de CA monitorizada y la corriente de CA, y controlar, según un grado de potencia la potencia de salida obtenida, conmutando al módulo de filtración que presenta la capacidad de potencia correspondiente al grado de potencia, siendo el grado de potencia seleccionado de entre una pluralidad de grados de potencia que están divididos según las capacidades de potencia de los módulos de filtración.
- Preferentemente, en el caso de que cada uno de los módulos de filtración incluya un filtro de CA LC/LCL y un primer contactor de CA que estén conectados en serie, y una rama de condensador de filtro en el filtro de CA LC/LCL incluya un condensador de filtro y un segundo contactor de CA que estén conectados en serie, la conmutación al módulo de filtración correspondiente es controlada mediante el control de los estados de activación/desactivación del primer contactor de CA y el segundo contactor de CA en cada uno de los módulos de filtración.
- Preferentemente, en cada uno de los módulos de filtración, el modelo del condensador de filtro y el del segundo contactor de CA son seleccionados según la capacidad de potencia de cada módulo de filtración, y el modelo del primer contactor de CA es seleccionado según la magnitud de la corriente de salida del inversor conectado a red.
- Preferentemente, el filtro de salida de CA incluye dos módulos de filtración conectados en paralelo, en el que, uno

sirve como un módulo de filtración principal cuya capacidad de potencia es la potencia de salida nominal del inversor conectado a red, y el otro sirve de módulo de filtración auxiliar cuya capacidad de potencia es 5%~40% de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red.

5 Preferentemente, la capacidad de potencia del módulo de filtración auxiliar es 15%~30% de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red.

10 Preferentemente, el procedimiento comprende además llevar a cabo una monitorización en tiempo real en condiciones de conexión a red del inversor conectado a red y llevar a cabo un control para desactivar todos los módulos de filtración en el filtro de salida de CA si las condiciones de conexión a red no resultan satisfechas, y realizando un control para activar un módulo de filtración correspondiente en el filtro de salida de CA si las condiciones de conexión a red resultan satisfechas.

15 Preferentemente, el procedimiento comprende además seleccionar el número de módulos de filtración en el filtro de salida de CA según el rango de potencia de salida del inversor conectado a red y los requisitos de armónicos para el inversor conectado a red en el caso del factor de carga mínimo.

20 Tal como puede observarse en las soluciones técnicas anteriormente indicadas, la presente invención, según las diferentes potencias de salida de un inversor conectado a red, proporciona una pluralidad de módulos de filtración que están conectados en paralelo en un filtro de salida de CA del inversor conectado a red y están diseñados según diferentes grados de potencia, y realiza la conmutación correspondiente entre los módulos de filtración según la potencia de salida en tiempo real del inversor conectado a red, de manera que la DTA de la forma de onda de la corriente de salida del inversor conectado a red pueda satisfacer los requisitos de los estándares relevantes con independencia de la potencia de salida del inversor conectado a red, y la eficiencia de conversión del inversor conectado a red en el caso de un bajo factor de carga puede mejorarse eficazmente.

Breve descripción de los dibujos

30 La figura 1 es un diagrama de la estructura del sistema de un inversor conectado a red fotovoltaico trifásico de puente completo actual.

La figura 2 es un diagrama de la estructura del sistema de un inversor conectado a red fotovoltaico trifásico de puente completo según una forma de realización de la presente invención.

35 La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de filtración de la salida de CA del inversor conectado a red según la forma de realización de la presente invención.

40 La figura 4 es un diagrama comparativo de DTA de un modo de filtración única de la técnica anterior y un modo de doble filtración según la presente invención.

La figura 5 es un diagrama comparativo de la eficiencia de conversión del modo de filtración única de la técnica anterior y el modo de doble filtración según la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización preferentes

45 A continuación, en la presente memoria se describe la presente invención en relación a una forma de realización con referencia a los dibujos adjuntos. En la descripción a continuación, a título de ejemplo se describe un inversor conectado a red fotovoltaico trifásico de puente completo. Sin embargo, debe entenderse que la presente invención no se encuentra limitada al inversor conectado a red fotovoltaico trifásico de puente completo, sino que puede aplicarse a inversores conectados a red de cualquier tipo igualmente.

50 La figura 1 es un diagrama de la estructura del sistema de un inversor conectado a red fotovoltaico trifásico de puente completo actual. Tal como se muestra en la figura 1, el inversor conectado a red fotovoltaico incluye un panel de celdas fotovoltaicas (FV) 10, un filtro de CC 20, un circuito trifásico de puente completo 30 y un filtro de salida de CA 40, en el que el extremo de entrada del filtro de salida de CA 40 está conectado a un extremo de salida (es decir, un extremo de salida de CA del inversor conectado a red) del circuito trifásico de puente completo 30, y un extremo de salida del filtro de salida de CA 40 está conectado a la red eléctrica como extremo de salida del inversor fotovoltaico conectado a red. En la técnica anterior, el filtro de salida de CA incluye únicamente un módulo de filtración que está diseñado según la potencia de salida nominal del inversor conectado a red, por ejemplo, un filtro LC o un filtro LCL.

55 La figura 2 es un diagrama de la estructura del sistema de un inversor conectado a red fotovoltaico trifásico de puente completo según una forma de realización de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 2, el filtro de salida de CA 40 del inversor fotovoltaico conectado a red está compuesto de dos módulos de filtración (es decir, el módulo de filtración A y el módulo de filtración B) que presentan diferentes capacidades de potencia y están conectados en paralelo, en el que, el módulo de filtración A consiste en un filtro de CA A y un contactor de

CA K_{A2} que están conectados en serie, y una rama de condensador del filtro de CA A consiste en un condensador C1 y un contactor de CA K_{A1} que están conectados en serie, y el módulo de filtración B consiste en un filtro de CA B y un contactor de CA K_{B2} que están conectados en serie, y una rama de condensador del filtro de CA B consiste en un condensador C2 y un contactor de CA K_{B1} que están conectados en serie. El módulo de filtración A se define como un módulo de filtración auxiliar, y el módulo de filtración B se define como un módulo de filtración principal. El contactor de CA K_{A2} y el contactor de CA K_{B2} se definen como un primer contactor de CA y el contactor de CA K_{A1} y el contactor de CA K_{B1} en las ramas de condensador se definen como un segundo contactor de CA.

En el caso de que el filtro de salida de CA incluye sólo dos módulos de filtración conectados en paralelo, la capacidad de potencia del módulo de filtración principal (el módulo de filtración B) se fija en la potencia de salida nominal del inversor conectado a red fotovoltaico, y la capacidad de potencia del módulo de filtración auxiliar (el módulo de filtración A) habitualmente se fija en 5%~40%, preferentemente en 15%~30%, de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red fotovoltaico. Por ejemplo, respecto a un inversor conectado a red con una potencia de salida nominal de 500 KW, pueden diseñarse los parámetros de un inductor L1 y un condensador C1 en el módulo de filtración A según una capacidad de potencia de 100 KW (es decir, 20% de la potencia de salida nominal); después, el modelo del condensador de CA K_{A1} conectado en serie con el condensador C1 se selecciona según la magnitud de la corriente del condensador C1 y el modelo del contactor de CA K_{A2} es seleccionado según la magnitud de la corriente de salida del inversor conectado a red. Para la selección de modelo de los elementos en el módulo de filtración B como el módulo de filtración principal, se seleccionan los parámetros de dichos elementos según la capacidad de potencia (500 KW) del módulo de filtración B con el mismo procedimiento de diseño que el del módulo de filtración A.

Tal como se muestra en la figura 2, el inversor conectado a red fotovoltaico según la presente invención incluye además un módulo de monitorización 50 y un circuito de control 60, de manera que se consigue la conmutación entre los módulos de filtración, en el que, el módulo de monitorización 50 está conectado al extremo de salida de CA del inversor conectado a red para llevar a cabo la monitorización en tiempo real de la tensión de CA y la corriente de CA producidas por el inversor conectado a red, y el circuito de control 60 está conectado entre el módulo de monitorización 50 y el filtro de salida de CA 40 para calcular una potencia de salida del inversor conectado a red según la tensión de CA y la corriente de CA monitorizada por el módulo de monitorización 50 y controlar los estados de activación/desactivación de los contactores de CA K_{A1} , K_{A2} , K_{B1} y K_{B2} mediante el envío de una señal de control 1 y una señal de control 2 al módulo de filtración A y al módulo de filtración B en el filtro de salida de CA 40, respectivamente, según un grado de potencia de salida de la potencia de salida calculada, de manera que se consigue la conmutación al módulo de filtración que presentan la capacidad de potencia correspondiente al grado de potencia de salida. Es decir, el módulo de monitorización 50 y el circuito de control 60 permiten que el inversor conectado a red seleccione diferentes módulos de filtración para filtrar la salida de CA del mismo en el caso de diferentes potencias de salida, a fin de obtener un efecto de filtración óptimo.

El grado de potencia de salida se selecciona de entre una pluralidad de grados de potencia que son divididos según las capacidades de potencia de una pluralidad de módulos de filtración incluidos en el filtro de salida de CA 40. Por ejemplo, en el caso de que el filtro de salida de CA incluya un módulo de filtración principal con una capacidad de potencia de 500 KW y un módulo de filtración auxiliar con una capacidad de potencia de 100 KW, se dividen en total dos grados de potencia, es decir, un primer grado de potencia de 100 KW-500 Kw y un segundo grado de potencia de 0 KW-100 KW. En el caso de que la potencia de salida del inversor conectado a red pertenezca al primer grado de potencia, se realiza la conmutación al módulo de filtración principal para la filtración, y en el caso de que la potencia de salida del inversor conectado a red pertenezca al segundo grado de potencia, se realiza la conmutación al módulo de filtración auxiliar para la filtración.

Tal como puede observarse en la figura 2, la presente invención es diferente de la técnica anterior en el aspecto de que el filtro de salida de CA 40 de la técnica anterior incluye únicamente un módulo de filtración (denominado modo de filtración único), mientras que el filtro de salida de CA 40 según la presente invención incluye dos módulos de filtración conectados en paralelo (denominados modo de doble filtración).

Sin embargo, debe entenderse que el filtro de salida de CA 40 según la presente invención no se encuentra limitado a la inclusión de sólo los dos módulos de filtración mostrados en la figura 2, y el número de módulos de filtración conectados en paralelo se determina a partir del rango de potencia de salida del inversor conectado a red y los requisitos de armónicos del inversor conectado a red en el caso de factor de carga mínima. Generalmente, en el caso de que el rango de potencia de salida del inversor conectado a red sea amplio y los requisitos de armónicos sean estrictos, habrá más módulos de filtración en el circuito conectados en paralelo según los diferentes grados de potencia, y en el caso de que el rango de potencia de salida del inversor conectado a red no sea amplio y los requisitos de armónicos no sean estrictos, habrá menos módulos de filtración en el circuito conectados en paralelo. Normalmente, en el caso de que se requiera que el contenido de armónicos de la corriente conectada a red producida por el inversor conectado a red en el caso de un factor de carga de 5% sea inferior a 5%, sólo resultarán necesarios dos módulos de filtración conectados en paralelo. Además, los filtros de CA en los módulos de filtración conectados en paralelo no se encuentran limitados a los filtros LC mostrados en la figura 2. Los filtros LC, por ejemplo, pueden utilizarse además como los filtros de CA en los módulos de filtración, y los elementos en los filtros LCL pueden seleccionarse según el diseño de capacidad de potencia indicado anteriormente.

La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de doble filtración ejecutado por el circuito de control 60. En este procedimiento, se fijan las expresiones de estado siguientes:

- 5 'FLAG' es una etiqueta de selección de módulo de filtración;
 'FLAG=1' indica que se ha seleccionado el módulo de filtración A (el módulo de filtración auxiliar) o que se está operando el módulo de filtración A;
- 10 'FLAG=2' indica que se ha seleccionado el módulo de filtración B (el módulo de filtración principal) o que se está operando el módulo de filtración B;
 'RESTART' es una etiqueta de arranque en caliente del inversor conectado a red;
- 15 'RESTART=1' indica que resulta necesario el arranque en caliente del inversor conectado a red;
 'RESTART=0' indica que ha finalizado el arranque en caliente.

20 Tal como se muestra en la figura 3, tras iniciarse el funcionamiento del inversor conectado a red, en la etapa S301, las expresiones de estado en primer lugar se inicializan como FLAG=1 y RESTART=1.

A continuación, en la etapa S302, se controla el módulo de monitorización 50 para monitorizar las condiciones de conexión a red del inversor conectado a red, en el que, entre las condiciones de conexión a red se incluyen (1) la tensión, la frecuencia, la amplitud y la fase de la red eléctrica se ajustan a las condiciones prefijadas de conexión a red, y (2) una tensión de matriz FV alcanza la tensión inicial mínima del inversor. El inversor puede operarse de un modo conectado a red con la condición de que se satisfagan las dos condiciones.

25 En el caso de que no se satisfagan las condiciones de conexión a red, en la etapa S303, todos los contactores de CA K_{A1} , K_{A2} , K_{B1} y K_{B2} se controlan desactivándolos, se fija FLAG en un valor de 1, se fija RESTART en 1 y después se ejecuta nuevamente la etapa S302 para continuar monitorizando las condiciones de conexión a red.

30 En el caso de que se satisfagan las condiciones de conexión a red, en la etapa S304, se determina si la expresión de estado RESTART es igual a 1, es decir, se determina si resulta necesario el arranque en caliente del inversor conectado a red. RESTART=0 indica que se ha finalizado el arranque en caliente del inversor conectado a red; a continuación, se ejecuta la etapa S310 para llevar a cabo las operaciones siguientes de conmutación en tiempo real. RESTART=1 indica que resulta necesario el arranque en caliente del inversor conectado a red; a continuación, en la etapa S305, se introduce un retardo de 3 segundos en primer lugar porque, en el control de conmutación en tiempo real, el hardware real, tal como los contactores de CA, necesitan un cierto tiempo para desactivarse. Por lo tanto, para dejar suficiente tiempo para que los contactores de CA K_{A1} , K_{A2} , K_{B1} y K_{B2} sean desactivados por completo, se desea un retardo. El tiempo de retardo en la etapa S305 se fija en 3 segundos en aras de la seguridad; sin embargo, el tiempo de retardo puede fijarse en cualquier valor comprendido entre 1 segundo y 3 segundos. A continuación, en la etapa S306, se determina si la expresión de estado FLAG es igual a 1. FLAG=1 indica que se ha seleccionado la operación del módulo de filtración A; a continuación, los contactores de CA K_{B1} , K_{B2} se controlan desactivándolos y los contactores de CA K_{A1} , K_{A2} se controlan activándolos en la etapa S307. FLAG≠1 (es decir, FLAG=2), indica que se ha seleccionado la operación del módulo de filtración B; a continuación, los contactores de CA K_{A1} , K_{A2} se controlan desactivándolos y los contactores de CA K_{B1} , K_{B2} se controlan activándolos en la etapa S308. A continuación, en la etapa S309, se fija RESTART en un valor igual a 0, que indica que se ha finalizado el arranque en caliente y después se ejecuta la etapa S310 para llevar a cabo la operación posterior de conmutación en tiempo real.

50 En la etapa S310, la potencia de salida:

$$(es\ decir\ P_0 = \sqrt{3}U_0I_0)$$

55 del inversor conectado a red se calcula según la tensión de CA producida U_0 y la corriente de CA I_0 monitorizada por el módulo de monitorización 50.

A continuación, en la etapa S311, se determina si la potencia de salida calculada P_0 es superior a un valor de referencia prefijado P_1 , en el que P_1 debe ser consistente con la capacidad de potencia del módulo de filtración auxiliar (es decir, el módulo de filtración A). Por ejemplo, respecto a un inversor de 500 KW, si el módulo de filtración A se diseña para 100 KW, P_1 debería ser de 100 KW. Con el valor de referencia P_1 fijado de esta manera, pueden dividirse dos grados de potencia, es decir, un primer grado de potencia de 100 KW~500 KW y un segundo grado de potencia de 0 KW~100 KW.

65 Si se determina que $P_0 > P_1$ en la etapa S311, indica que la potencia de salida P_0 pertenece al primer grado de

potencia, entonces el módulo de filtración principal (el módulo de filtración B) debe utilizarse para llevar a cabo la filtración; de esta manera, se determina si FLAG es igual a 1 en la etapa S312. Si FLAG=1, todos los contactores de CA K_{A1} , K_{A2} , K_{B1} y K_{B2} se desactivan en la etapa S313, FLAG se fija en 2 en la etapa S314 y RESTART se fija en 1 en la etapa S315 para prepararse para la conmutación al módulo de filtración B, y después se ejecuta la etapa S302 para continuar la monitorización. Si FLAG#1, significa que FLAG=2 e indica que se está operando el módulo de filtración B y resulta innecesaria la conmutación al módulo de filtración B; se ejecuta directamente la etapa S302 para continuar la monitorización.

Si se determina que $P_0 < P_1$ en la etapa S311, indica que la potencia de salida P_0 pertenece al segundo grado de potencia, entonces el módulo de filtración auxiliar (es decir, el módulo de filtración A) debe utilizarse para llevar a cabo la filtración; de esta manera, se determina si FLAG es igual a 2 en la etapa S316. Si FLAG=2, todos los contactores de CA K_{A1} , K_{A2} , K_{B1} y K_{B2} se desactivan en la etapa S317, FLAG se fija en 1 en la etapa S318 y RESTART se fija en 1 en la etapa S319 para prepararse para la conmutación al módulo de filtración A, y después se ejecuta la etapa S302 para continuar la monitorización. Si FLAG#2, significa que FLAG=1 e indica que se está operando el módulo de filtración A y resulta innecesaria la conmutación al módulo de filtración A; se ejecuta directamente la etapa S302 para continuar la monitorización.

Mediante los procedimientos anteriores, el circuito de control 60 contra los estados de activación/desactivación de los contactores de CA K_{A1} , K_{A2} , K_{B1} y K_{B2} según la potencia de salida en tiempo real del inversor conectado a red, de manera que se lleva a cabo la conmutación al módulo de filtración que presenta la capacidad de potencia correspondiente al grado de potencia de la potencia de salida.

Tal como se observa a partir del diagrama de flujo de la figura 3, el módulo de monitorización 50 realiza la monitorización en tiempo real no sólo de la tensión de CA y la corriente de CA producida por el inversor conectado a red, sino también de las condiciones de conexión a red del inversor conectado a red, y determina si el inversor conectado a red satisface las condiciones de conexión a red. El circuito de control 60 controla el estado de activación/desactivación del filtro de salida de CA según el resultado obtenido por el módulo de monitorización 50 respecto a si el inversor conectado a red satisface las condiciones de conexión a red, es decir, si las condiciones de conexión a red no se satisfacen, el circuito de control 60 lleva a cabo el control desactivando todos los módulos de filtración en el filtro de salida de CA, y si se satisfacen las condiciones de conexión a red, el circuito de control lleva a cabo el control activando un módulo de filtración correspondiente en el filtro de salida de CA.

A continuación, en la presente memoria, el efecto técnico de la presente invención se ilustra mediante comparación experimental. En los experimentos siguientes a título comparativo, un inversor conectado a red presenta una potencia nominal de 500 KW y los estándares relevantes (tales como IEEE 929-2000, «Technical Specification and Test Method of Grid-connected PV Inverter below 400 V», etc.) requieren que la DTA de la corriente de salida del inversor sea inferior a 5%.

A continuación, se proporciona la tabla 1 de análisis comparativo de la distorsión total de los armónicos (DTA) y la eficiencia de conversión del inversor de 500 KW con diferentes factores de carga en los casos de modo de filtración único y modo de doble filtración.

Tabla 1

Factor de carga	Corriente de funcionamiento	DTA		Eficiencia	
		Filtración única	Doble filtración	Filtración única	Doble filtración
5%	48	17.2%	3.1%	95.81%	97.63%
10%	96	15.1%	3.3%	97.66%	98.54%
15%	144	9.5%	3,4%	98.26%	98.78%
20%	192	6.9%	3.4%	98.56%	98.88%
30%	289	4.2%	4.5%	98.82%	98.82%
40%	385	3.9%	3.8%	98.93%	98.93%
50%	481	3.2%	3.2%	98.98%	98.98%
60%	577	3.1%	3.1%	98.99%	98.99%
70%	674	2.8%	2.9%	98.98%	98.98%
80%	770	2.7%	2.8%	98.97%	98.97%
90%	866	2.5%	2.6%	98.95%	98.95%
100%	962	2.5%	2.6%	98.85%	98.85%

Las figuras 4 y 5 son diagramas de curvas que muestran los datos experimentales de la tabla 1. Tal como se observa en la tabla 1 y en las figuras 4 y 5, mediante comparación con el modo de filtración única, en el caso de un bajo factor de agua, se reduce la DTA notablemente y mejora la eficiencia de conversión en cierta medida en el modo de doble filtración.

Anteriormente en la presente memoria, se ha descrito la presente invención en detalle en relación a una forma de

realización con referencia a los dibujos. Sin embargo, debe entenderse que la presente invención no se encuentra limitada a las formas de realización específicas dadas a conocer anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Inversor conectado a red que comprende:

5 un filtro de salida de CA (40) que incluye dos o más módulos de filtración conmutables conectados en paralelo, una capacidad de potencia de cada módulo de filtración correspondiente a una potencia de salida diferente del inversor conectado a red;

10 un módulo de monitorización (50) que está conectado a un extremo de salida de CA del inversor conectado a red y está configurado para llevar a cabo la monitorización en tiempo real de la tensión de CA y la corriente de CA producidas por el inversor conectado a red; y

15 un circuito de control (60) que está conectado entre el módulo de monitorización (50) y el filtro de salida de CA (40) y está configurado para calcular una potencia de salida del inversor conectado a red según la tensión de CA y la corriente de CA monitorizada por el módulo de monitorización (50) y control, según el grado de potencia de la potencia de salida calculada, la conmutación al módulo de filtración que presenta la capacidad de potencia correspondiente al grado de potencia, siendo el grado de potencia seleccionado de entre una pluralidad de grados de potencia que son divididos según las capacidades de potencia de los módulos de filtración.

20 2. Inversor conectado a red según la reivindicación 1, caracterizado por que cada uno de entre los módulos de filtración incluye un filtro de CA LC/LCL y un primer contactor de CA que están conectados en serie, una rama de condensador de filtro en el filtro de CA LC/LCL incluye un condensador de filtro y un segundo contactor de CA que están conectados en serie, y

25 el circuito de control (60) controla la conmutación a los módulos de filtración correspondientes mediante el control de los estados de activación/desactivación del primer contactor de CA y el segundo contactor de CA en cada uno de entre los módulos de filtración.

30 3. Inversor conectado a red según la reivindicación 2, caracterizado por que en cada uno de entre los módulos de filtración, un modelo del condensador de filtro y el del segundo contactor de CA son seleccionados según la capacidad de potencia de cada módulo de filtración, y el modelo del primer contactor de CA es seleccionado según la magnitud de la corriente de salida del inversor conectado a red.

35 4. Inversor conectado a red según la reivindicación 3, caracterizado por que el filtro de salida de CA (40) incluye dos módulos de filtración conectados en paralelo, en el que, uno sirve como un módulo de filtración principal, cuya capacidad de potencia es la potencia de salida nominal del inversor conectado a red, y el otro sirve de módulo de filtración auxiliar, cuya capacidad de potencia es 5%~40% de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red.

40 5. Inversor conectado a red según la reivindicación 4, caracterizado por que la capacidad de potencia preferible del módulo de filtración auxiliar es 15%~30% de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red.

45 6. Inversor conectado a red según la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de monitorización (50) está configurado asimismo para llevar a cabo la monitorización en tiempo real en condiciones de conexión a red del inversor conectado a red y determinar si el inversor conectado a red satisface las condiciones de conexión a red, y el circuito de control (60) está configurado asimismo para controlar el estado de activación/desactivación del filtro de salida de CA (40) según un resultado obtenido por el módulo de monitorización (50) de si el inversor conectado a red satisface las condiciones de conexión a red, es decir, si las condiciones de conexión a red no son satisfechas, el circuito de control (60) está configurado para controlar la desactivación de todos los módulos de filtración en el filtro de salida de CA (40); y si las condiciones de conexión a red son satisfechas, el circuito de control (60) está configurado para controlar la activación de un módulo de filtración correspondiente en el filtro de salida de CA (40).

55 7. Inversor conectado a red según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el número de módulos de filtración en el filtro de salida de CA (40) es seleccionado según un rango de la potencia de salida del inversor conectado a red y los requisitos de armónicos del inversor conectado a red en el caso del factor de carga mínimo.

60 8. Procedimiento de filtración de la salida de CA de un inversor conectado a red, comprendiendo el inversor conectado a red un filtro de salida de CA (40) que incluye dos o más módulos de filtración conmutables conectados en paralelo, una capacidad de potencia de cada módulo de filtración correspondiente a una potencia de salida diferente del inversor conectado a red, comprendiendo el procedimiento:

llevar a cabo la monitorización en tiempo real de la tensión de CA y la corriente de CA producidas por el inversor conectado a red;

65 calcular una potencia de salida del inversor conectado a red según la tensión de CA y la corriente de CA

monitorizada;

5 controlar, según el grado de potencia de la potencia de salida calculada, la conmutación al módulo de filtración que presenta la capacidad de potencia correspondiente al grado de potencia, siendo el grado de potencia seleccionado de entre una pluralidad de grados de potencia que son divididos según las capacidades de potencia de los módulos de filtración.

10 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que en el caso de que cada uno de entre los módulos de filtración incluya un filtro de CA LC/LCL y un primer contactor de CA que están conectados en serie, y una rama de condensador de filtro en el filtro de CA LC/LCL incluya un condensador de filtro y un segundo contactor de CA que están conectados en serie, la conmutación al módulo de filtración correspondiente es controlada mediante el control de los estados de activación/desactivación del primer contactor de CA y el segundo contactor de CA en cada uno de entre los módulos de filtración.

15 10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que en cada uno de entre los módulos de filtración, un modelo del condensador de filtro y el del segundo contactor de CA son seleccionados según la capacidad de potencia de cada módulo de filtración, y el modelo del primer contactor de CA es seleccionado según la magnitud de la corriente de salida del inversor conectado a red.

20 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que el filtro de salida de CA (40) incluye dos módulos de filtración conectados en paralelo, en el que, uno sirve como un módulo de filtración principal, cuya capacidad de potencia es la potencia de salida nominal del inversor conectado a red, y el otro sirve como un módulo de filtración auxiliar, cuya capacidad de potencia es 5%~40% de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red.

25 12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que la capacidad de potencia del módulo de filtración auxiliar es 15%~30% de la potencia de salida nominal del inversor conectado a red.

30 13. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el procedimiento comprende asimismo: llevar a cabo la monitorización en tiempo real en condiciones de conexión a red del inversor conectado a red, y llevar a cabo un control para desactivar todos los módulos de filtración en el filtro de salida de CA (40) si las condiciones de conexión a red no son satisfechas, mientras se lleva a cabo un control para activar un módulo de filtración correspondiente en el filtro de salida de CA (40) si las condiciones de conexión a red son satisfechas.

35 14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, caracterizado por que el procedimiento comprende asimismo: seleccionar el número de módulos de filtración en el filtro de salida de CA (40) según el rango de potencia de salida del inversor conectado a red y los requisitos de armónicos del inversor conectado a red en el caso del factor de carga mínimo.

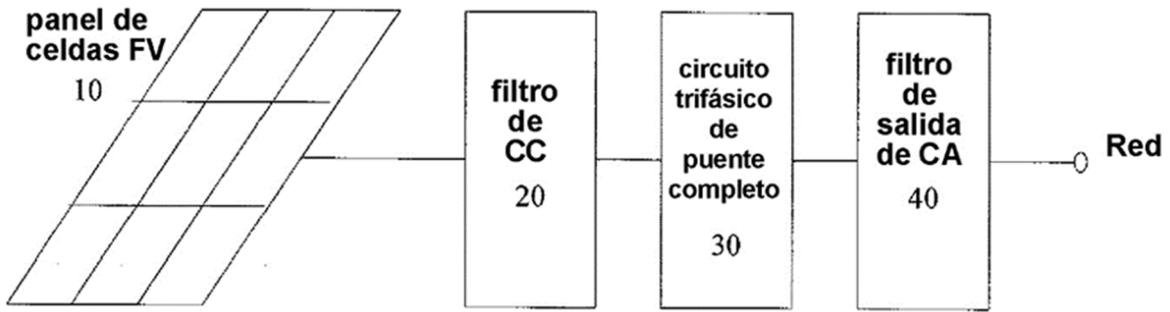


Fig. 1

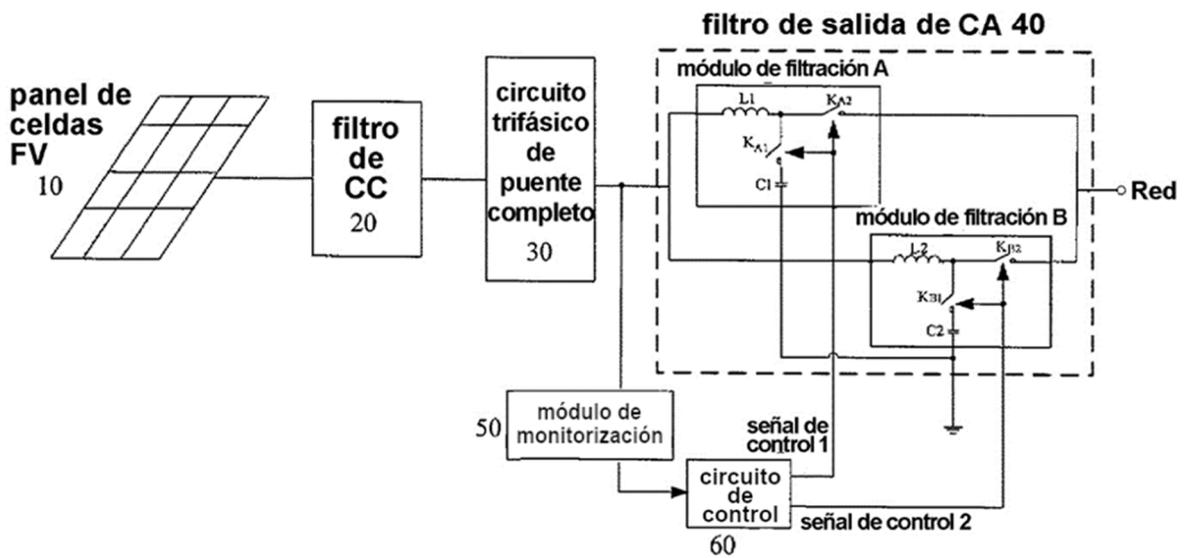


Fig. 2

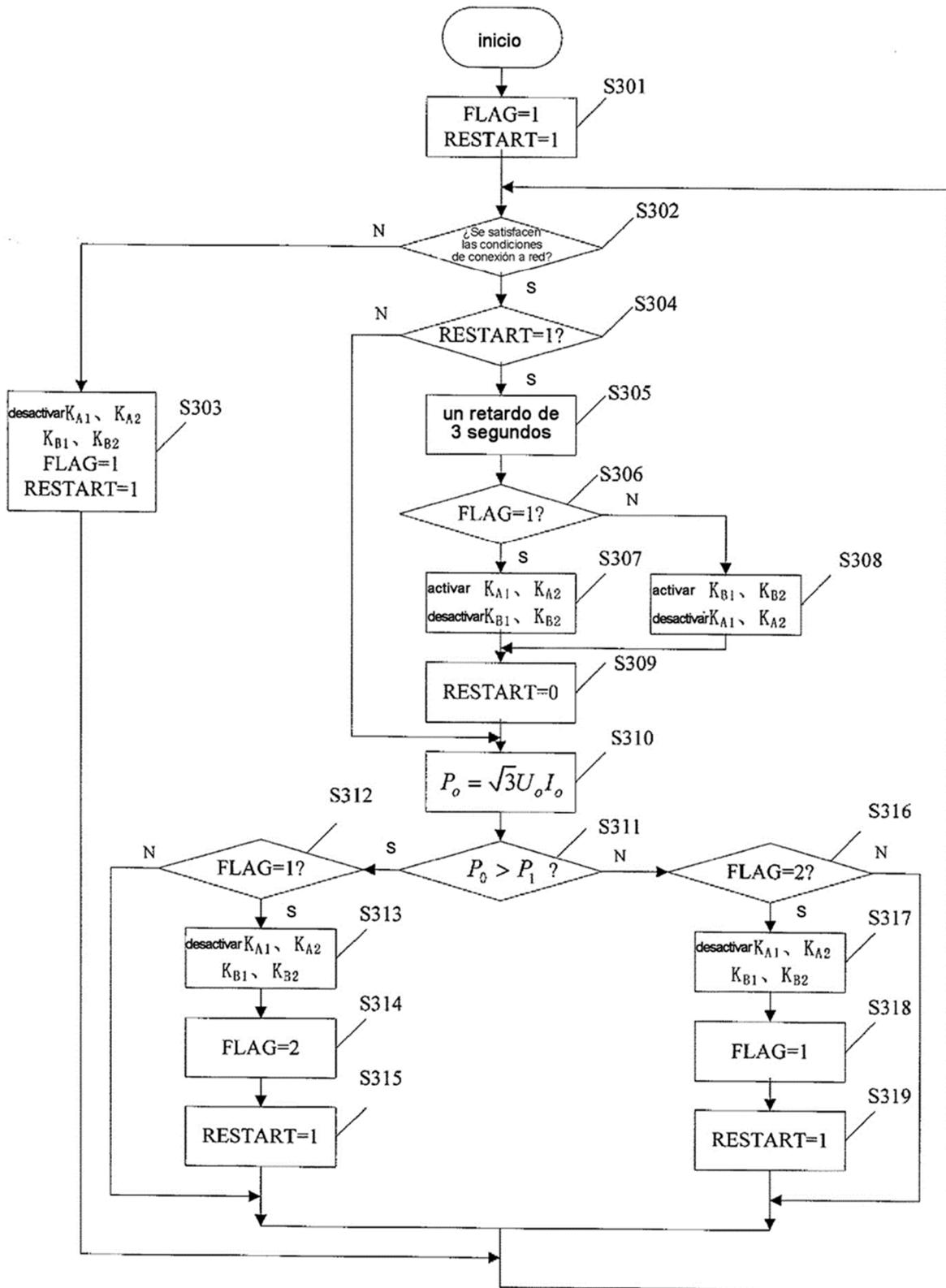


Fig. 3

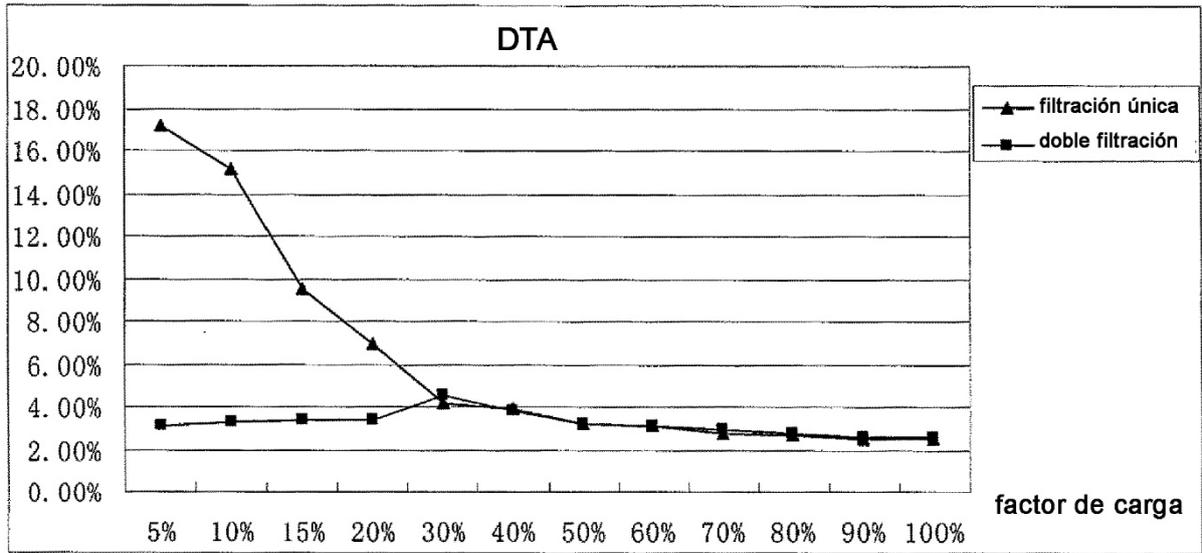


Fig. 4

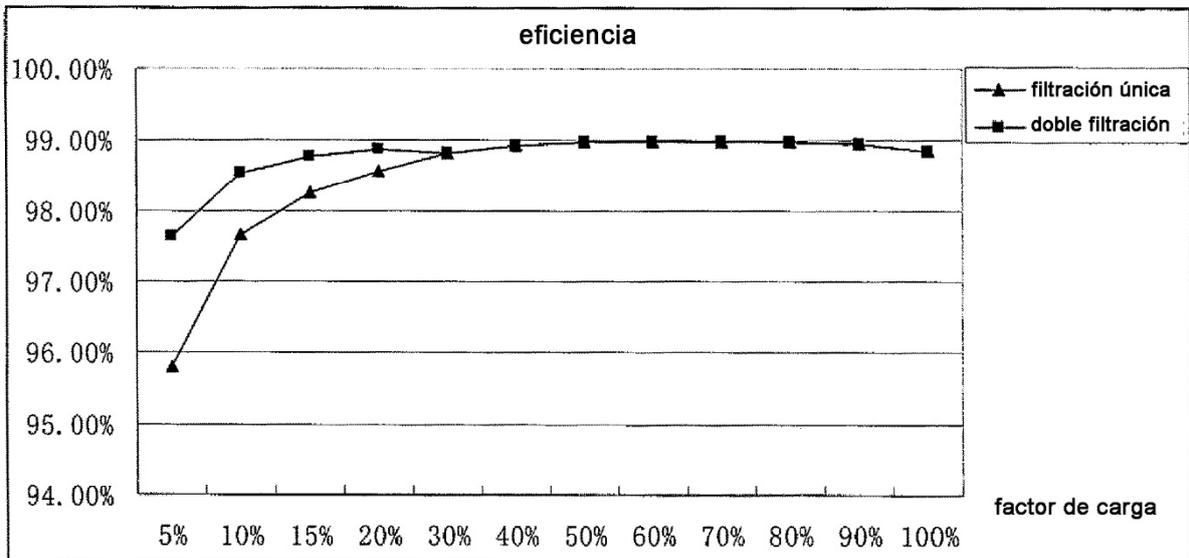


Fig. 5