

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 613**

51 Int. Cl.:

H03H 11/04 (2006.01)

H03H 11/12 (2006.01)

H03H 1/00 (2006.01)

H02M 1/15 (2006.01)

G05F 1/10 (2006.01)

H02J 3/01 (2006.01)

H02M 7/48 (2007.01)

H03K 17/687 (2006.01)

H02J 1/02 (2006.01)

H02J 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2016 E 16159216 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 3079258**

54 Título: **Sistema de filtrado activo**

30 Prioridad:

08.04.2015 FR 1552997

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

25.06.2018

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)**

**35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**WANG, MIAO-XIN;
DENTELLA, ALAIN y
GHOSH, RAJESH**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 673 613 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

Sistema de filtrado activo

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de filtrado activo. Este sistema está destinado a conectarse a una fuente de tensión continua situada en sentido ascendente.

Estado de la técnica

Normalmente, se emplean onduladores monofásicos en convertidores de tensión para aplicaciones de tipo de alimentación segura (UPS para Uninterruptible Power Supply) o en el dominio fotovoltaico.

10 En estas aplicaciones, un bus continuo de alimentación que comprende dos líneas de alimentación se conecta en sentido ascendente a una fuente de tensión continua, por ejemplo, unos paneles fotovoltaicos o una batería, y en sentido descendente un ondulator controlado para generar una tensión variable con una carga eléctrica. Se emplea una solución de filtrado para supervisar las variaciones de tensión presentes en la entrada. Normalmente, para evitar estas variaciones de tensión, uno o varios condensadores de filtrado se conectan a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación del bus. La capacidad total de los condensadores debe ser suficiente para absorber las ondulaciones de la tensión de entrada. Los condensadores son frecuentemente de tipo químico y presentan un volumen, un coste importantes y una vida útil limitada. Para mitigar estos inconvenientes, se han propuesto unos sistemas de filtrado activo. (véanse los documentos US5999422A o US6583999). La solicitud de patente US2014/369090 describe un sistema de filtrado activo destinado a conectarse a una fuente de tensión continua situada en sentido ascendente y a un ondulator situado en sentido descendente y conectado a una carga. El sistema está conectado en serie sobre el bus continuo de alimentación. Esta solución del estado de la técnica presenta varios inconvenientes, entre los cuales:

- la presencia de una ondulación de tensión muy importante en la salida del bus continuo de alimentación (Vout1 en la figura 1 del documento),
- la necesidad de emplear en el sistema de filtrado activo unos transistores que mantienen la tensión del bus continuo de alimentación, que vuelve la solución costosa, generadora de pérdidas elevadas y compleja, teniendo que ser controlados los transistores del sistema con alimentaciones y circuitos de control de rejilla aislados.
- el sistema que está conectado directamente en serie sobre el bus continuo de alimentación, la necesidad de dimensionar la mayoría de los componentes para mantener la corriente máxima de la carga, lo que conlleva pérdidas elevadas y aumenta el coste global de la solución.

30 El objetivo de la invención es proponer un sistema de filtrado activo destinado a conectarse a un bus continuo de alimentación, que sea particularmente compacto, de bajo coste y que genere pérdidas limitadas.

Descripción de la invención

35 Este objetivo se alcanza por un sistema de filtrado activo dispuesto para conectarse entre una primera línea de alimentación y una segunda línea de alimentación de un bus continuo, dicho bus estando dispuesto para conectarse a una fuente de tensión continua situada en sentido ascendente, conteniendo dicho sistema:

- un primer condensador dispuesto para conectarse por una parte a la primera línea de alimentación del bus y por otra parte a la segunda línea de alimentación del bus y en cuyos bornes se aplica una tensión que comprende un componente alternativo,
- un conjunto de conmutación controlado por medios de tratamiento para generar una tensión de compensación y que comprende un primer borne conectado al primer condensador y un segundo borne destinado a conectarse a la segunda línea de alimentación, dichos medios de tratamiento estando dispuestos para determinar órdenes de control que se deben aplicar al conjunto de conmutación para generar una tensión de compensación en los bornes del conjunto de conmutación, implementando un bucle de regulación que comprende en la entrada un valor de referencia de tensión de compensación determinada a partir del componente alternativo de la tensión en los bornes del primer condensador y un valor medido de la tensión de compensación en los bornes del conjunto de conmutación.

50 Según un primer modo de realización, el conjunto de conmutación incluye un primer transistor, un segundo transistor conectado por una parte al primer transistor y por otra parte a su segundo borne, y una inductancia conectada a su primer borne y a un punto medio de conexión situado entre los dos transistores y un segundo condensador conectado por una parte al segundo borne y por otra parte al primer transistor.

Según un segundo modo de realización, el conjunto de conmutación incluye:

- un primer transistor, un segundo transistor conectado en serie al primer transistor y una inductancia conectada a su primer borne y a un punto medio de conexión situado entre los dos transistores,
- un segundo condensador conectado en paralelo a los dos transistores,

- un tercer transistor y un cuarto transistor conectados en serie y en paralelo al segundo condensador, el punto medio situado entre el tercer transistor y el cuarto transistor conectándose a su segundo borne.

Según una particularidad, el sistema de la invención incluye un tercer condensador conectado al primer borne del conjunto de conmutación y al segundo borne del conjunto de conmutación.

5 **Breve descripción de las figuras**

Otras características y ventajas aparecerán en la siguiente descripción detallada hecha con respecto a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa, de manera esquemática, la arquitectura del sistema de filtrado activo de la invención,
- la figura 2 representa un esquema electrónico de un ejemplo de realización del sistema de filtrado activo de la invención,
- la figura 3 representa la sinóptica de control del conjunto de conmutación empleado en el sistema de filtrado activo de la invención,
- la figura 4 representa una variante de realización del conjunto de conmutación empleado en el sistema de filtrado activo de la invención.

15 **Descripción detallada de al menos un modo de realización**

La invención se refiere a un sistema de filtrado activo destinado a conectarse sobre un bus continuo de alimentación, dicho bus comprendiendo una primera línea de alimentación 10, por ejemplo, de potencial eléctrico positivo y una segunda línea de alimentación 11, por ejemplo, de potencial eléctrico negativo. Dicho bus continuo de alimentación se conecta, por ejemplo, a una fuente de tensión continua (DC), por ejemplo, uno o varios paneles fotovoltaicos o una batería. La tensión continua provista por el bus se aplica, por ejemplo, en la entrada de un ondulador (DC/AC) que incluye unos transistores controlados para generar una tensión variable con una carga eléctrica C.

El sistema de filtrado activo AF de la invención incluye:

- un primer condensador C1 dispuesto para conectarse por una parte a la primera línea de alimentación 10 del bus y por otra parte a la segunda línea de alimentación 11 del bus y en cuyos bornes se aplica una tensión V_{C1} que comprende un componente alternativo,
- un conjunto de conmutación SW dispuesto para generar una tensión de compensación V_{AF} , en oposición al componente alternativo de la tensión en los bornes del primer condensador C1, y comprendiendo un primer borne B1 conectado al primer condensador C1 y un segundo borne B2 destinado a conectarse a la segunda línea de alimentación 11.

El conjunto de conmutación SW debe ser controlado de manera que la capacidad equivalente del sistema de filtrado activo sea lo más elevada posible. La capacidad equivalente C_{eq} equivale en efecto a:

$$C_{eq} = C_1 / (1 - k)$$

siendo C_1 la capacidad del primer condensador C1 y k una ganancia de compensación.

A partir de esta relación, se comprende que para un valor de k próximo a 1, inferior a 1, pero no igual a 1, la capacidad equivalente será muy elevada, permitiendo mejorar considerablemente el filtrado en la frecuencia de ondulación de la tensión de entrada.

La figura 1 ilustra el principio de funcionamiento del sistema de filtrado activo de la invención. El control del conjunto de conmutación SW se realiza de manera que se genere una tensión V_{AF} que se añade a la tensión V_{C1} en los bornes del primer condensador C1 con vistas a actuar sobre la tensión V_{dc} del bus continuo de alimentación que resulta de la suma de las tensiones V_{AF} y V_{C1} .

En función del valor de la tensión V_{C1} en los bornes del primer condensador C1, unos medios de tratamiento UC extraen las oscilaciones de esta tensión y después determinan las señales de control C_{T1} , C_{T2} , por ejemplo, del tipo MLI (Modulación por ancho de pulso), que se debe aplicar al conjunto de conmutación SW para compensar estas oscilaciones.

De manera más precisa, con referencia a la figura 3, el principio de funcionamiento es el siguiente:

- En una primera etapa, la tensión V_{C1} medida por unos medios de medición clásicos se filtra por los medios de tratamiento UC con la ayuda de un filtro de paso de banda Pb con vistas a bloquear su componente continuo y sus ondulaciones de alta frecuencia y conservar solo su componente alternativo \tilde{V}_{C1} .
- En una segunda etapa, los medios de tratamiento UC aplican una ganancia al componente alternativo \tilde{V}_{C1} de la tensión con vistas a ajustar el grado de compensación. La ganancia equivale preferentemente a -k, k teniendo un valor próximo a 1 pero siempre inferior a 1 para que la solución permanezca estable.

- Después de la aplicación de un *offset* θ en una tercera etapa, los medios de tratamiento obtienen un valor de referencia V_{AF_ref} que se debe alcanzar para la tensión en los bornes del conjunto de conmutación SW.
- En una cuarta etapa, los medios de tratamiento implementan un bucle de regulación en el que se inyecta el valor de referencia V_{AF_ref} . El bucle de regulación consiste en determinar la diferencia entre el valor de referencia V_{AF_ref} que se debe conseguir y un valor V_{AF} de la tensión medida por unos medios de medición clásica en los bornes del conjunto de conmutación SW. La diferencia obtenida se inyecta en un regulador, por ejemplo, de acción proporcional integral derivativo (PID). En la salida del bucle de regulación, se obtienen órdenes de control C_{T1} , C_{T2} que se deben aplicar al conjunto de conmutación SW para que la tensión V_{AF} en los bornes del conjunto de conmutación alcance el valor de referencia V_{AF_ref} . Las órdenes de control C_{T1} , C_{T2} son complementarias, es decir, que los transistores T1 y T2 nunca están en estado cerrado al mismo tiempo. Cuando el transistor T1 se controla en el estado cerrado (el transistor T2 está entonces en el estado abierto), conduce la corriente y la tensión V_{AF} aumenta y tiende al valor de V_{AUX} . Cuando el transistor T2 se controla en el estado cerrado (el transistor T1 está entonces en el estado abierto), conduce la corriente y la tensión V_{AF} decrece para tender a 0.

Ventajosamente, el conjunto de conmutación incluye un primer transistor T1 y un segundo transistor T2. El segundo transistor T2 se conecta al segundo borne B2 del conjunto de conmutación SW y al primer transistor T1. Este incluye igualmente una inductancia L1 conectada por un lado al primer borne B1 del conjunto de conmutación y al punto medio situado entre los dos transistores T1, T2. Este incluye igualmente un condensador C2, designado segundo condensador, conectado al primer transistor T1 y al segundo borne B2 del conjunto de conmutación SW. El conjunto formado por los dos transistores T1, T2 y la inductancia L1 funciona como un amplificador de potencia que permite generar la tensión V_{AF} destinada a compensar el componente alternativo \hat{V}_{CL} de la tensión V_{C1} en los bornes del primer condensador C1. El segundo condensador C2 permite crear un potencial eléctrico V_{AUX} con respecto a la segunda línea de alimentación L2 del bus continuo para alimentar el amplificador de potencia del conjunto de conmutación SW. La función del segundo condensador C2 es particularmente ajustar la variación de potencia y limitar la variación del potencial V_{aux} .

Preferentemente, el amplificador de potencia puede incluir un condensador C3, designado tercer condensador que permite, en colaboración con la inductancia L1, alisar la tensión V_{AF} generada por la conmutación de los dos transistores T1, T2. Este tercer condensador C3 está conectado entre el primer borne B1 y el segundo borne B2 del conjunto de conmutación SW.

Los transistores T1, T2 están dimensionados para mantener la tensión V_{aux} . Por lo general, la tensión V_{aux} puede ser del orden de $1/20^{eme}$ de la tensión V_{dc} del bus continuo de alimentación. El conjunto de conmutación formado por los transistores T1, T2 y la inductancia L1 están dimensionados para soportar la corriente del orden del valor de cresta del componente alternativo de la corriente de carga.

La tensión V_{AUX} que se debe soportar siendo débil, los transistores T1 y T2 pueden ser de tipo MOSFET de baja tensión, con la ventaja de conmutar a frecuencia muy alta (centena de kHz, hasta MHz) y de tener pérdidas en conducción muy débiles (R_{Dson} muy débil del orden de milliOhm) y en conmutación. La inductancia L1, de esta manera, podrá tener un valor débil.

La figura 4 representa una variante de realización del conjunto de conmutación SW empleada en el sistema de filtrado activo AF de la invención. En esta segunda topología, el conjunto de conmutación SW incluye dos transistores T3, T4 suplementarios conectados en paralelo al segundo condensador C2. Por otra parte, el segundo borne B2 del conjunto de conmutación SW ya no está conectado al segundo condensador C2 y al segundo transistor T2 sino al punto medio situado entre los dos transistores T3, T4. Como en la topología precedente, el tercer condensador C3 puede estar previsto y conectado entre el primer borne B1 y el segundo borne B2. Esta segunda topología permite particularmente reducir la tensión V_{AUX} aplicada sobre el segundo condensador C2 y poder ser utilizada para generar una tensión alternativa, en sustitución del bus continuo de alimentación.

La solución de la invención presenta de este modo múltiples ventajas, entre las cuales:

- Un volumen limitado,
- Pérdidas reducidas,
- Un coste moderado,
- Una colocación fácil y un funcionamiento fiable.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de filtrado activo (AF) dispuesto para conectarse entre una primera línea de alimentación (10) y una segunda línea de alimentación (11) de un bus continuo, dicho bus estando dispuesto para conectarse a una fuente de tensión continua situada en sentido ascendente, estando dicho sistema **caracterizado porque** incluye:

- 5 - Un primer condensador (C1) dispuesto para conectarse por una parte a la primera línea de alimentación del bus (10) y por otra parte a la segunda línea de alimentación (11) del bus y en cuyos bornes se aplica una tensión (V_{C1}) que comprende un componente alternativo (\hat{V}_{C1}).
- 10 - Un conjunto de conmutación (SW) controlado por medios de tratamiento (UC) para generar una tensión de compensación (V_{AF}) y que comprende un primer borne (B1) conectado al primer condensador (C1) y un segundo borne (B2) destinado a conectarse a la segunda línea de alimentación (11), dichos medios de tratamiento estando dispuestos para determinar órdenes de control que se deben aplicar al conjunto de conmutación para generar una tensión de compensación (V_{AF}) en los bornes del conjunto de conmutación (SW), implementando un bucle de regulación que comprende en la entrada un valor de referencia (V_{AF_ref}) de tensión de compensación determinada a partir del componente alternativo (\hat{V}_{C1}) de la tensión (V_{C1}) en los bornes del primer condensador y
- 15 un valor (V_{AF}) medido de la tensión de compensación en los bornes del conjunto de conmutación.

2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el conjunto de conmutación (SW) incluye un primer transistor (T1), un segundo transistor (T2) conectado por una parte al primer transistor (T1) y por otra parte a su segundo borne (B2), y una inductancia (L1) conectada a su primer borne (B1) y a un punto medio de conexión situado entre los dos transistores y un segundo condensador (C2) conectado por una parte al segundo borne (B2) y por otra parte al primer transistor (T1).

20

3. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el conjunto de conmutación (SW) incluye:

- 25 - un primer transistor (T1), un segundo transistor (T2) conectado en serie al primer transistor (T1) y una inductancia (L1) conectada a su primer borne (B1) y a un punto medio de conexión situado entre los dos transistores,
- un segundo condensador (C2) conectado en paralelo a los dos transistores (T1, T2),
- un tercer transistor (T3) y un cuarto transistor (T4) conectados en serie y en paralelo al segundo condensador (C2), el punto medio situado entre el tercer transistor (T3) y el cuarto transistor (T4) conectándose a su segundo borne (B2).

4. Sistema según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** incluye un tercer condensador (C3) conectado al primer borne (B1) del conjunto de conmutación (SW) y al segundo borne (B2) del conjunto de conmutación (SW).

30

Fig. 1

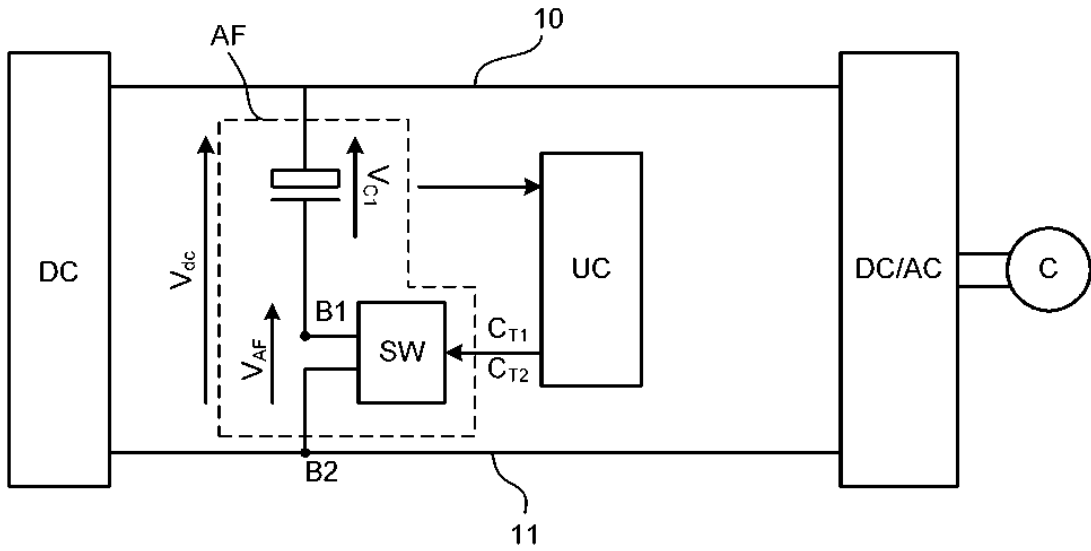


Fig. 2

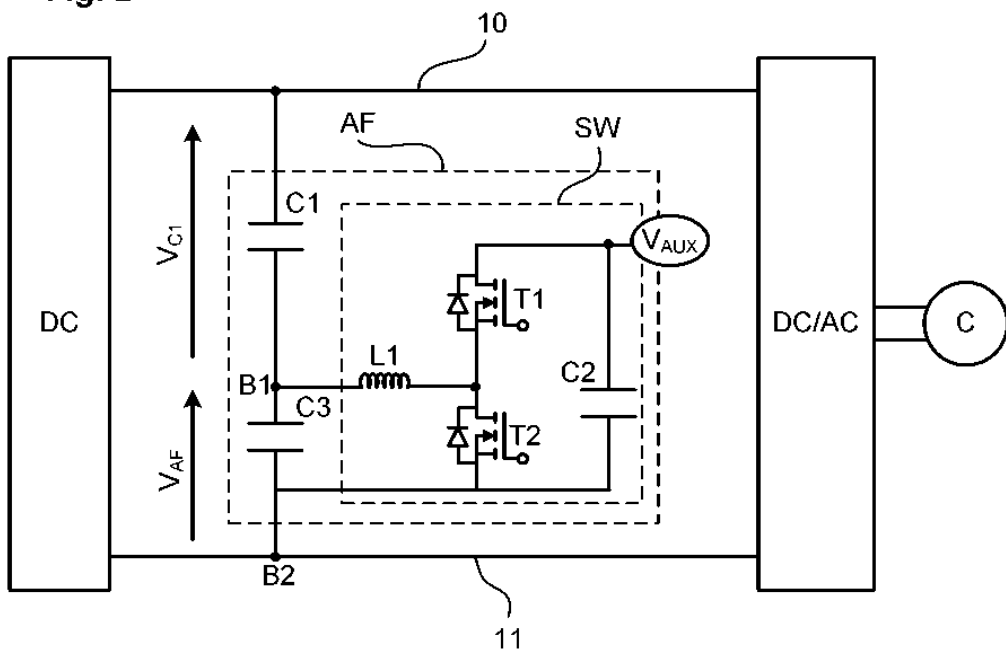


Fig. 3

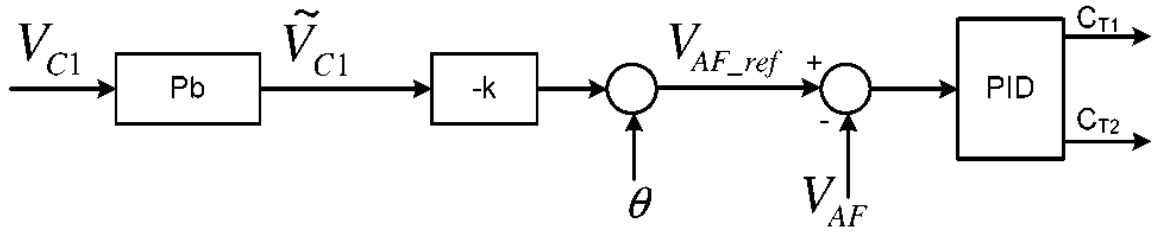


Fig. 4

