

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 945**

51 Int. Cl.:

H02M 1/12 (2006.01)

H02M 1/32 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2020** **E 20158488 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2022** **EP 3739737**

54 Título: **Filtro de línea de alta frecuencia**

30 Prioridad:

14.05.2019 DE 102019112598

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.02.2023

73 Titular/es:

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH (100.0%)
Dr.-Johannes-Heidenhain-Str. 5
83301 Traunreut, DE

72 Inventor/es:

HEINRICH, SIMON y
GRAMSAMER, FRANZ

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 934 945 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

Filtro de línea de alta frecuencia

5 El presente documento se refiere a las realizaciones de un filtro de línea de alta frecuencia para un convertidor conectado a una red de suministro, así como a las realizaciones de un conjunto convertidor que comprende un filtro de línea de alta frecuencia y un convertidor.

Los inversores convierten una señal de entrada en una señal de salida basándose en un circuito electrónico de potencia. El circuito electrónico de potencia comprende uno o más interruptores semiconductores de potencia, como un MOSFET o un IGBT, que funciona a una frecuencia de conmutación que puede estar en el intervalo de unos pocos kHz.

10 Los convertidores, por ejemplo, los inversores o los rectificadores, pueden, por un lado, acoplarse a la red de suministro público y, a continuación, suministrar la tensión de red -en caso necesario, tras un filtrado previo o una rectificación pasiva- a otros componentes, como otro convertidor y/o una carga, como un motor. Algunos convertidores también están diseñados no solo para extraer energía de la red de suministro y pasarla a una carga, sino también para devolver energía, por ejemplo, el exceso de energía de frenado de un motor, a la red de suministro. Estos convertidores se denominan convertidores regenerativos.

15 Para atenuar las señales parásitas, por ejemplo, para cumplir los límites de las mediciones de tensión de radiación y radiointerferencias, se suelen prever filtros que se pueden acoplar a la línea de conexión entre la red de alimentación y el convertidor o que están integrados en el propio convertidor. Estos filtros suelen ser pasivos y constar de una red de componentes pasivos como condensadores, bobinas y resistencias. Las señales parásitas pueden surgir, en particular, debido al funcionamiento a alta frecuencia de los interruptores semiconductores de potencia del convertidor.

20 En el documento EP 1 069 673 B1, por ejemplo, se describe un filtro del tipo mencionado con anterioridad para un dispositivo trifásico. El filtro comprende una red de condensadores y bobinas que, por una parte, acopla las conexiones de red y, por otra, acopla las entradas de fase del aparato tanto a una conexión a tierra como a un conductor neutro. Así, esta red se sitúa entre las conexiones de red y las entradas de fase de la unidad. Por ello, también se denomina filtro de línea.

25 El documento DE 10 2007 022 503 A1 muestra otro ejemplo de filtro de línea para un convertidor para conectar el convertidor a una red de tensión trifásica. El documento US 2013/057297 A1 muestra un convertidor con un filtro de línea cuyos condensadores pueden estar formados por varias capacitancias parciales.

30 El objeto de la presente invención es proponer un filtro para un convertidor que pueda fabricarse a bajo coste y que presente propiedades de filtro ventajosas con un diseño compacto.

Además, es un objeto de la presente invención proponer un conjunto convertidor con un filtro mejorado en una manera correspondiente.

35 A partir de aquí, se propone el objeto de la reivindicación independiente. Las características de algunas realizaciones se indican en las subreivindicaciones.

De acuerdo con un primer aspecto, se propone un filtro de línea de alta frecuencia para un convertidor de acuerdo con la reivindicación 1.

En otro aspecto, un conjunto inversor comprende un convertidor y un filtro de línea de alta frecuencia conectado al mismo, según uno de los aspectos primero y segundo.

40 El convertidor del conjunto convertidor es, por ejemplo, un rectificador o un inversor o una combinación de ambos, que recibe la señal de CA monofásica o multifásica y la convierte en una tensión de CC de salida o en una tensión de CA de salida para una carga. En este caso, el convertidor puede diseñarse como un convertidor regenerativo, es decir, el convertidor está diseñado para inyectar en la red de tensión la energía que se le suministra desde fuera de la red de tensión (por ejemplo, el exceso de energía de frenado de una carga en forma de un motor). De acuerdo con otra realización, el convertidor está diseñado como un convertidor de red, es decir, el convertidor convierte la energía que se le suministra, por ejemplo, de un generador eólico o un módulo fotovoltaico u otra fuente, en una señal alterna monofásica o multifásica y la alimenta a la red de tensión a través de las conexiones de fase.

A continuación, se hará referencia a todos los aspectos antes mencionados.

50 Utilizando tanto condensadores en Y como condensadores a prueba de impulsos es posible, por un lado, puentear un aislamiento del convertidor y, por otro, filtrar impulsos de onda cuadrada que se repiten periódicamente con una frecuencia correspondiente a la frecuencia de conmutación del convertidor.

Para puentear un aislamiento, los condensadores en Y en particular están permitidos, pero no suelen tolerar pulsos de onda cuadrada como los típicos de los convertidores. Por esta razón, el condensador resistente a impulsos se

prevé en cada una de las rutas de filtro en serie con la conexión en paralelo de los al menos dos condensadores en Y. Al conectar dos condensadores en Y en paralelo, cada uno de los cuales puede presentar la misma capacitancia, la corriente que fluye a través del condensador a prueba de impulsos se reduce al menos a la mitad para los condensadores en Y.

- 5 La expresión “condensador en Y” se utiliza en el presente documento según su significado habitual. Por lo tanto, los condensadores en Y son, por ejemplo, condensadores conformes a la norma IEC 60384-14. De acuerdo con esta norma, los condensadores en Y se conectan entre la fase (o un conductor neutro) y una carcasa táctil y protectora puesta a tierra, puenteando así un aislamiento básico, por ejemplo, puenteando un aislamiento doble o reforzado. De acuerdo con esta norma, los condensadores en Y son solo aquellos condensadores que presentan una seguridad eléctrica y mecánica verificable mayor con una capacidad limitada. Si, por ejemplo, los condensadores en Y funcionan dentro de sus especificaciones, está garantizado que asumen el estado abierto seguro en caso de fallo de un componente.

- 15 La expresión “condensador resistente a impulsos” también se utiliza en el presente documento según su significado habitual. A diferencia de los condensadores en Y, los condensadores a prueba de impulsos garantizan una elevada capacidad de carga de corriente o de impulsos, por ejemplo, mediante una conexión adecuadamente diseñada entre un revestimiento de electrodos y una capa de bucle. Los condensadores resistentes a impulsos no suelen estar homologados para el aislamiento de puentes. Algunos ejemplos de condensadores resistentes a impulsos son los condensadores de impulsos disponibles en el mercado de WIMA (<https://www.wima.de/de/produkte/impulskondensatoren/>).

- 20 De acuerdo con una realización, el filtro de línea de alta frecuencia está conectado con sus vías de filtro directamente a las conexiones de fase del convertidor y, por lo tanto, “cerca” de él. Por ejemplo, las vías de filtro están en contacto con las conexiones de fase del convertidor y no están acopladas a estas conexiones de fase a través de otros componentes eléctricos/electrónicos.

- 25 Como ya se ha explicado en la introducción, el convertidor puede funcionar sobre la base de interruptores semiconductores de electrónica de potencia a altas frecuencias de conmutación, que pueden estar en el intervalo de unos pocos kilohercios e incluso por encima.

- 30 De acuerdo con una realización, el convertidor es un convertidor elevador que convierte la señal alterna, por ejemplo, trifásica, de la red de tensión, por ejemplo, también trifásica (también denominada aquí red de alimentación), en una señal de salida en forma de tensión continua de salida. A continuación, esta tensión de salida de CC puede alimentar un enlace de CC, al que puede seguir otro convertidor, como un inversor, que convierte esta tensión de CC del enlace de CC en una tensión de CA para una carga, por ejemplo, un motor.

De acuerdo con una realización, el convertidor es regenerativo, lo que significa que el convertidor inyecta el exceso de energía en la red de tensión trifásica.

- 35 Aquí se hace referencia a las observaciones introductorias sobre los diseños de ejemplo del convertidor. Por lo tanto, el filtro de línea de alta frecuencia aquí descrito no se limita a ningún tipo concreto de convertidor. En cualquier caso, el convertidor está acoplado a la red de tensión y comprende al menos un interruptor, por ejemplo, un interruptor semiconductor de potencia, que funciona a una frecuencia de conmutación significativamente superior a la frecuencia de red (por ejemplo, 50 Hz), por ejemplo, en el intervalo de varios kHz, para cumplir su función de conversión. Este funcionamiento de conmutación de alta frecuencia del convertidor, así como su acoplamiento a la red de tensión, requiere el filtro de línea de alta frecuencia.

De acuerdo con una realización, se prevé el filtro de línea de alta frecuencia fuera de la carcasa del convertidor y puentea el aislamiento del convertidor, en particular con los condensadores en Y. De acuerdo con otra realización, el filtro de línea de alta frecuencia está integrado en el convertidor. De acuerdo con otra realización, el filtro de línea de alta frecuencia está parcialmente integrado en el convertidor y parcialmente dispuesto fuera del convertidor.

- 45 La señal alterna es suministrada por la red de alimentación en las conexiones de red correspondientes. Antes de ser recibida por las conexiones de fase del convertidor, suele pasar primero por un filtro de línea y/o un circuito de conmutación. Lo mismo se aplica a una señal alterna que el convertidor introduce en la red de alimentación; así, por ejemplo, pasa primero por el circuito de conmutación y luego por el filtro de línea antes de llegar a la red de alimentación a través de las conexiones de red.

- 50 Debido a las vías de filtro, cada una de las conexiones de fase del inversor está conectada a tierra.

Para reducir la corriente en los condensadores en Y, se pueden prever más de dos condensadores en Y en los circuitos paralelos de las rutas de filtro.

Por ejemplo, todos los condensadores en Y tienen la misma capacitancia. Esta capacitancia está en el intervalo de 1 nF a 10 nF, por ejemplo, o en el intervalo de 2 nF a 5 nF.

- 55 Los condensadores resistentes a impulsos en las rutas de filtro también pueden presentar la misma capacitancia.

Por ejemplo, esta capacitancia está en el intervalo de 1 nF a 10 nF, o en el intervalo de 1 nF a 4 nF.

De acuerdo con otra realización, cada una de las rutas de filtro presenta una resistencia de amortiguación óhmica con un valor de resistencia de 1 a 10 ohmios, o de 2 a 8 ohmios, o de 3 a 7 ohmios. La resistencia de amortiguación está conectada en serie con el condensador a prueba de impulsos. De acuerdo con una realización, en cada una de las rutas de filtro, la resistencia de amortiguación óhmica está conectada entre el terminal de fase correspondiente del convertidor y el condensador a prueba de impulsos.

El filtro de línea de alta frecuencia también puede presentar resistencias de descarga para cumplir los requisitos de protección. Por ejemplo, se prevé una primera resistencia de descarga óhmica conectada en paralelo con los al menos dos condensadores en Y en cada una de las rutas de filtro. Además, se puede prever una segunda resistencia de descarga óhmica en cada una de las rutas de filtro, que se conecta en paralelo al condensador resistente a impulsos respectivo.

El convertidor forma un punto neutro (que no es idéntico al punto neutro que puede formar un motor situado después del convertidor). El filtro de línea de alta frecuencia incluye una cuarta vía de filtro que forma una conexión conductora entre este punto neutro formado por el convertidor y la conexión a tierra. Esta cuarta vía de filtro comprende una conexión en serie de una resistencia de amortiguación resistiva y una conexión en paralelo de al menos dos condensadores en Y. En la cuarta vía de filtro, por lo tanto, no es absolutamente necesario un condensador a prueba de impulsos, lo que se debe a que los impulsos interferentes en el punto neutro suelen tener una amplitud menor que los de las conexiones de fase. También puede conectarse una resistencia de descarga en paralelo con los al menos dos condensadores en Y de la cuarta vía de filtro para cumplir los requisitos de protección.

De acuerdo con una realización preferida, el filtro de línea de alta frecuencia no comprende ninguna inductancia interconectada. Debido a la expansión espacial del filtro de línea de alta frecuencia, inevitablemente tiene una inductancia de fuga menor; sin embargo, en esta realización, no se conectan inductancias en forma de componentes discretos en el filtro de línea de alta frecuencia.

El conjunto convertidor del tercer aspecto de la presente invención comprende, además del convertidor y el filtro de línea de alta frecuencia conectado al mismo, según una realización, un filtro de línea que forma un acoplamiento entre la red de tensión y las tres conexiones de fase del convertidor. Este acoplamiento también puede implicar un circuito de conmutación inductivo que se conecta entre el filtro de línea y las tres conexiones de fase del convertidor. Tal configuración se muestra, por ejemplo, en el documento de divulgación DE 10 2007 022 503 A1 mencionado al principio.

El punto neutro formado por el convertidor se devuelve, por ejemplo, al filtro de línea. Además, tanto el filtro de línea como el convertidor están conectados a la toma de tierra. El convertidor se conecta a la toma de tierra a través del filtro de línea de alta frecuencia, como se ha explicado con anterioridad.

Otros detalles y ventajas de la invención quedarán claros en la siguiente descripción de algunas realizaciones con referencia a las Figuras.

En ellas:

Fig. 1 muestra ilustrativa y esquemáticamente un diagrama de bloques de una red de convertidores;

Fig. 2 muestra ilustrativa y esquemáticamente un diagrama de bloques de una red de convertidores según una o más realizaciones;

Fig. 3 muestra ilustrativa y esquemáticamente un diagrama de bloques de un filtro de línea de alta frecuencia según una o más realizaciones;

Fig. 4 muestra ilustrativa y esquemáticamente una vía de filtro de un filtro de línea de alta frecuencia según una o más realizaciones; y

Fig. 5 muestra ilustrativa y esquemáticamente otra vía de filtro de un filtro de línea de alta frecuencia según una o más realizaciones.

La Figura 1 muestra ilustrativa y esquemáticamente un diagrama de bloques de un conjunto 1000 convertidor. Se suministra una señal alterna trifásica L1, L2, L3 en las conexiones de red L1, L2 y L3 de una red de alimentación. Esta señal alterna trifásica L1, L2, L3, es decir, la tensión de red, se introduce en un filtro 10 de línea. Abajo del filtro 10 de línea, se encuentra un circuito 20 de conmutación inductiva que proporciona una señal alterna trifásica filtrada L1', L2', L3' a un convertidor 30 en sus tres conexiones 31, 32 y 33 de fase.

El convertidor 30 convierte esta señal alterna L1', L2', L3' en una señal de salida V, y proporciona la señal de salida V en los terminales 34, 35 de salida. El convertidor 30 realiza la función de conversión basándose en un circuito electrónico de potencia en donde al menos un interruptor semiconductor de potencia, como un MOSFET o un IGBT,

funciona a una frecuencia de conmutación. La frecuencia de conmutación puede ser de unos pocos kHz. Sin embargo, la presente invención no se limita a ninguna topología electrónica de potencia particular del convertidor 30.

El convertidor 30 es, por ejemplo, un rectificador regenerativo, por ejemplo, un convertidor elevador regenerativo. El convertidor 30 genera entonces la señal de salida V en forma de una tensión continua que es significativamente superior a la tensión que sería posible mediante la rectificación pasiva (es decir, no conmutada) de la tensión de red L1, L2, L3. Por ejemplo, la señal de salida V es una tensión continua de 650 V.

Esta señal de salida V puede alimentarse a un enlace de CC (no mostrado aquí), al que sigue otro convertidor que convierte la señal de CC del enlace de CC en una señal de CA para un motor.

Un punto neutro S formado por el convertidor 30 se realimenta al filtro 10 de línea. El filtro 10 de línea y el convertidor 30 están conectados a una toma de tierra común PE (Protective Earth).

Una configuración como la mostrada esquemática e ilustrativamente en la Figura 1 es conocida, por ejemplo, del documento de divulgación DE 10 2007 022 503 A1.

Con el fin de mejorar la compatibilidad electromagnética, se prevé un filtro 50 de línea de alta frecuencia adicional de acuerdo con la presente invención en el conjunto 100 convertidor mostrado en la Figura 2. Aparte del filtro 50 de línea de alta frecuencia, el conjunto 100 convertidor puede diseñarse esencialmente como el conjunto 1000 convertidor conocido con anterioridad. Sin embargo, también son concebibles realizaciones en las que el circuito 20 de conmutación está implementado en el convertidor 30.

El filtro 50 de línea de alta frecuencia se prevé preferiblemente "cerca" del convertidor 30, ya que las interferencias emanan de este debido al funcionamiento de alta frecuencia de los conmutadores electrónicos de potencia, que no deben acoplarse a la red de alimentación.

El filtro 50 de línea de alta frecuencia se conecta a las tres conexiones 31, 32 y 33 de fase del convertidor 30 y los acopla a la toma de tierra PE. El filtro 50 de línea de alta frecuencia se encuentra completamente fuera del convertidor 30, completamente integrado en el convertidor 30 o parcialmente integrado en el convertidor 30 y parcialmente fuera del convertidor 30.

Las siguientes realizaciones se refieren a un convertidor trifásico que recibe una señal alterna trifásica de la red pública o proporciona una señal alterna trifásica a la red pública. Sin embargo, como se explica en la introducción, el convertidor también puede diseñarse como un convertidor monofásico o como un convertidor multifásico que recibe o suministra más o menos de tres fases.

A continuación, se explica una realización de ejemplo del filtro 50 de línea de alta frecuencia con referencia a la Figura 3.

De acuerdo con la realización de la invención mostrada en la Figura 3, el filtro de línea de alta frecuencia comprende cuatro vías 51 a 54 de filtro. Una primera vía 51 de filtro forma una conexión conductora entre la primera conexión 31 de fase y la conexión a tierra PE. Una segunda vía 52 de filtro forma una conexión conductora entre la segunda conexión 32 de fase del convertidor 30 y la conexión a tierra PE. Una tercera vía 53 de filtro forma una conexión conductora entre la tercera conexión 33 de fase del convertidor 30 y la conexión a tierra PE, y una cuarta vía 54 de filtro forma una conexión conductora entre el punto neutro S y la conexión a tierra PE. En el caso de un convertidor monofásico, se omitiría la tercera vía 53 de filtro y también la cuarta vía 54 de filtro (si no hay punto neutro S). Entonces, solo la primera conexión 31 de fase se conectaría a través de la primera vía 51 de filtro y la segunda conexión 32 de fase (que en este caso recibe, por ejemplo, la señal de un conductor neutro en lugar de otra fase; la señal alterna monofásica estaría entonces presente entre las conexiones 31 y 32 de fase) a través de la segunda vía 52 de filtro a la conexión a tierra PE.

Las tres primeras vías 51-53 de filtro comprenden cada una un circuito en serie de un condensador Ci1, Ci2, Ci3 fijo de impulsos y un circuito en paralelo de al menos dos condensadores en Y Cy1a-b, Cy2a-b, Cy3a-b.

La cuarta vía 54 de filtro no contiene un condensador a prueba de impulsos, pero sí una conexión en paralelo de al menos dos condensadores en Y Cy4a-b. De acuerdo con una realización, todos los condensadores en Y Cy1a-b, Cy2a-b, Cy3a-b y Cy4a-b están dispuestos fuera de la carcasa del convertidor y puentean un aislamiento del convertidor 30.

Cada una de las cuatro vías 51-54 de filtro comprende una resistencia de amortiguación óhmica conectada en serie R1, R2, R3, R4 que tiene un valor de resistencia de unos pocos ohmios, por ejemplo, en el intervalo de 2 a 8 ohmios o de 3 a 7 ohmios. La resistencia de amortiguación respectiva R1, R2, R3, R4 está diseñada para amortiguar una oscilación en el intervalo de kilohercios y en el intervalo de megahercios. Por ejemplo, tiene un valor de resistencia de 4,7 ohmios.

Las resistencias de amortiguación R1, R2, R3, R4 están diseñadas, por ejemplo, como resistencias resistentes a los impulsos.

Los condensadores resistentes a impulsos C_{i1} a C_{i3} tienen cada uno una capacitancia de unos pocos nF, por ejemplo, 2,2 nF. Los condensadores en Y C_{y1} a-b, C_{y2} a-b, C_{y3} a-b, C_{y4} a-b también tienen una capacitancia de varios nF, por ejemplo, 3,3 nF.

5 Para reducir la corriente a través de un condensador en Y respectivo C_{y1} a-b, C_{y2} a-b, C_{y3} a-b, C_{y4} a-b, también se pueden prever más de dos condensadores en Y en el circuito paralelo respectivo. Además, todos los condensadores en Y pueden ser del mismo tipo y presentar la misma capacitancia.

10 Los condensadores en Y C_{y1} a-b, C_{y2} a-b, C_{y3} a-b, C_{y4} a-b, por ejemplo, puentean un aislamiento del convertidor 30. Debido a los impulsos de alta frecuencia (en ángulo recto) que pueden emanar del convertidor 30, se prevén los condensadores resistentes a impulsos C_{i1} - C_{i3} . Dado que la amplitud de estos impulsos en el punto estrella S suele ser significativamente menor que en las conexiones 31-33 de fase, no se requiere necesariamente un condensador resistente a impulsos en la cuarta vía 54 de filtro.

15 En las tres primeras vías 51-53 de filtro, pueden producirse corrientes con una amplitud de hasta varios 10A, distribuyéndose estas corrientes en los respectivos circuitos paralelos a los al menos dos condensadores en Y C_{y1} a-b, C_{y2} a-b, C_{y3} a-b. En la cuarta vía 54 de filtro, la energía de pulso que se produce se distribuye a los al menos 2 condensadores en Y C_{y4} a-b. Así, los condensadores en Y C_{y1} a-b, C_{y2} a-b, C_{y3} a-b, C_{y4} a-b pueden funcionar dentro de sus especificaciones.

20 El filtro 50 de línea de alta frecuencia permite filtrar posibles impulsos de onda cuadrada de varios 100 V de amplitud y una frecuencia de varios kilohercios contra tierra con un gasto comparativamente bajo de componentes. En particular, el filtro 50 de línea de alta frecuencia puede diseñarse sin inductancias interconectadas y, no obstante, puede limitar las corrientes de impulso generadas por las tensiones de onda cuadrada. La corriente de impulso que fluye a través de un único condensador en Y se distribuye a varios condensadores en Y mediante la red de condensadores y se limita mediante la conexión en serie con un condensador resistente al impulso y una resistencia de amortiguación. La capacitancia total necesaria para el efecto de filtro se puede conseguir seleccionando los condensadores individuales en consecuencia.

25 Opcionalmente, se pueden prever resistencias de descarga en las vías 51-54 de filtro, que se detallarán con referencia a las Figuras 4 y 5.

30 La Figura 4 muestra una vía de filtro con dichas resistencias de descarga como representativas de cada una de las primeras vías 51, 52 y 53 de filtro. Cada una de las tres primeras vías 51, 52 y 53 de filtro puede diseñarse como se muestra en la Figura 4. Una primera resistencia de descarga R_j se conecta en paralelo con el circuito paralelo de los al menos dos condensadores en Y C_{ya} , C_{yb} , por ejemplo, con un valor de resistencia en el intervalo de unos 100 k Ω . Una segunda resistencia de descarga R_i se conecta en paralelo con los condensadores de impulsos C_i , por ejemplo, con un valor de resistencia en el intervalo de varios 100 k Ω .

35 De manera similar, en la cuarta vía 54 de filtro, se puede prever una resistencia de descarga R_k en paralelo con los condensadores en Y C_{y4} a-b conectados en paralelo allí, por ejemplo, con un valor de resistencia en el intervalo de unos pocos 100 k Ω .

40 Sin embargo, las resistencias de descarga R_i , R_j y R_k no son necesarias para el efecto de filtro del filtro 50 de línea de alta frecuencia; su función principal es descargar los condensadores a los que están conectadas en paralelo después de que el conjunto 100 convertidor se haya desconectado de la red, de modo que un usuario pueda abrir con seguridad la carcasa del convertidor 30, por ejemplo, a más tardar unos minutos después de la desconexión de la red.

REIVINDICACIONES

1. Filtro (50) de línea de alta frecuencia para un convertidor (30), en donde el convertidor (30) presenta tres conexiones (31, 32, 33) de fase para recibir una señal alterna trifásica (L1', L2', L3') de una red de tensión trifásica (L1, L2, L3) y está adaptado para convertir la señal alterna trifásica recibida (L1', L2', L3') en una señal de salida (V) para una carga, en donde el filtro (50) de línea de alta frecuencia comprende:
 - una primera vía (51) de filtro para formar una conexión conductora entre una de las tres conexiones (31) de fase y una conexión a tierra (PE);
 - una segunda vía (52) de filtro para formar una conexión conductora entre una segunda de las tres conexiones (32) de fase y la conexión a tierra (PE); y
 - una tercera vía (53) de filtro para formar una conexión conductora entre una tercera de las tres conexiones (33) de fase y la conexión a tierra (PE);en donde el filtro (50) de línea de alta frecuencia se caracteriza por
 - un circuito en serie, previsto en cada una de las tres vías (51, 52, 53) de filtro, de un condensador resistente a los impulsos (Ci1, Ci2, Ci3) no homologado para puentear un aislamiento y un circuito en paralelo de al menos dos condensadores en Y (Cy1a-b, Cy2a-b, Cy3a-b) no homologados para puentear un aislamiento de base,
 - y por una cuarta vía (54) de filtro para formar una conexión conductora entre un punto neutro (S) formado por el convertidor (32) y la conexión a tierra (PE), en donde la cuarta vía (54) de filtro presenta un circuito en serie de una resistencia de amortiguación óhmica (R4) y un circuito en paralelo de al menos dos condensadores en Y (Cy4a-b), pero ningún condensador a prueba de impulsos.
2. Filtro (50) de línea de alta frecuencia de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada una de las tres vías (51, 52, 53) de filtro presenta una resistencia de amortiguación óhmica (R1, R2, R3) con un valor de resistencia de 1 Ω a 10 Ω conectada en serie con el condensador fijo de impulsos (Ci1, Ci2, Ci3).
3. Filtro (50) de línea de alta frecuencia de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde cada una de las tres vías (51, 52, 53) de filtro presenta una primera resistencia óhmica de descarga (R_i) conectada en paralelo a los al menos dos condensadores en Y (Cy1a-b, Cy2a-b, Cy3a-b).
4. Filtro (50) de línea de alta frecuencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada una de las tres vías (51, 52, 53) de filtro presenta una segunda resistencia óhmica de descarga (R_i) conectada en paralelo con el condensador resistente a impulsos (Ci1, Ci2, Ci3).
5. Filtro (50) de línea de alta frecuencia de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la cuarta vía (54) de filtro comprende una resistencia de descarga (R_k) conectada en paralelo a los al menos dos condensadores en Y (Cy4a-b).
6. Filtro (50) de línea de alta frecuencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los condensadores resistentes a impulsos (Ci1, Ci2, Ci3) presentan una capacitancia respectiva en el intervalo de 1 nF a 10 nF.
7. Filtro (50) de línea de alta frecuencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los condensadores en Y (Cy1a-b, Cy2a-b, Cy3a-b, Cy4a-b) presentan una capacitancia respectiva en el intervalo de 1 nF a 10 nF.
8. Filtro (50) de línea de alta frecuencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los condensadores en Y (Cy1a-b, Cy2a-b, Cy3a-b, Cy4a-b) conectados en paralelo presentan cada uno la misma capacitancia.
9. Filtro (50) de línea de alta frecuencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el filtro (50) de línea de alta frecuencia no presenta una inductancia conectada.
10. Conjunto (100) convertidor que comprende un convertidor (30) y un filtro (50) de línea de alta frecuencia conectado al mismo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
11. Conjunto (100) convertidor de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende, además, un filtro (10) de línea para formar un acoplamiento entre la línea de tensión (L1, L2, L3) y las conexiones (31, 32, 33) de fase del convertidor (30).
12. Conjunto (100) convertidor de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, que comprende, además, un circuito (20) de conmutación inductivo conectado entre el filtro (10) de línea y las conexiones (31, 32, 33) de fase del convertidor (30).

13. Conjunto (100) convertidor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12 anteriores, en donde un punto neutro (S) formado por el convertidor (30) se realimenta al filtro (10) de línea y tanto el convertidor (30) como el filtro (10) de línea están conectados a la conexión a tierra (PE).

5 14. Conjunto (100) convertidor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 anteriores, en donde el convertidor (30) es un rectificador regenerativo.

Fig. 1

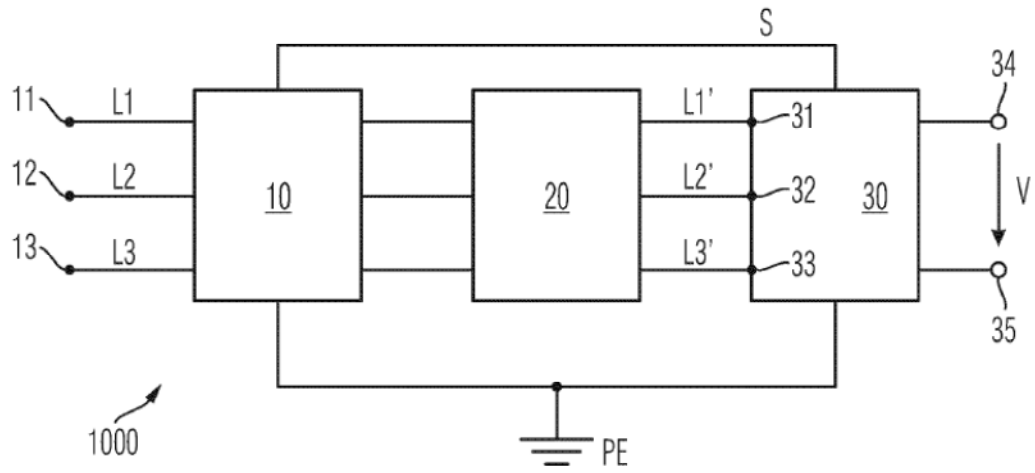


Fig. 2

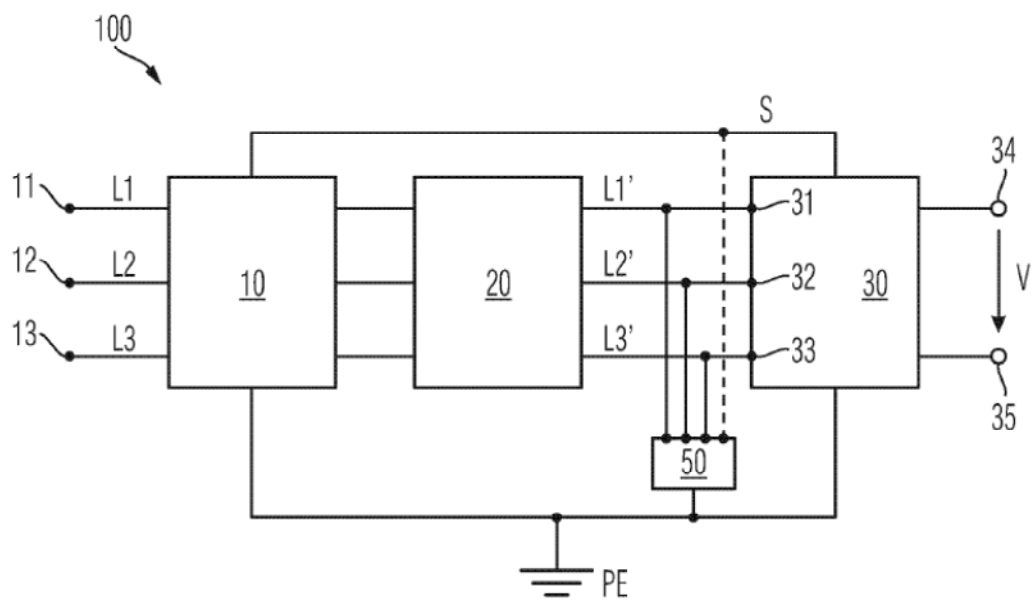


Fig. 3

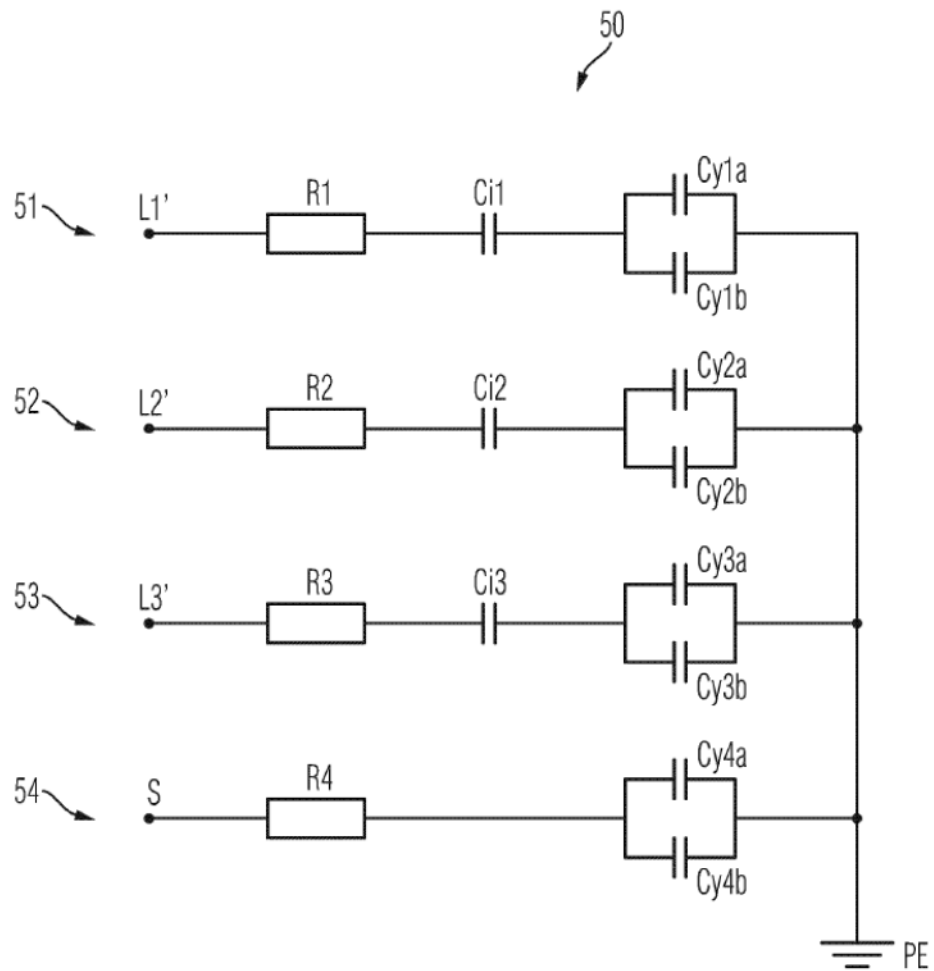


Fig. 4

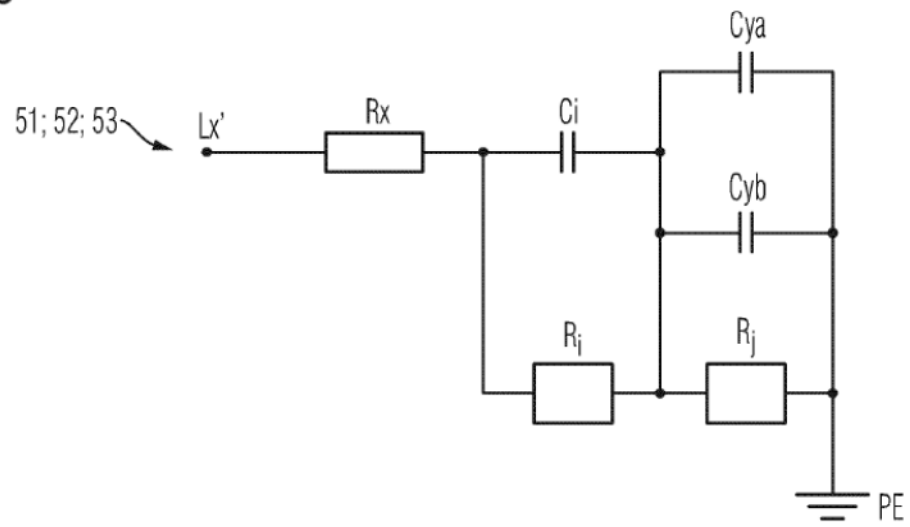


Fig. 5

