

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 794**

51 Int. Cl.:

H02M 7/49 (2007.01)

H02M 7/487 (2007.01)

H02M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2011 E 11382315 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2451071**

54 Título: **Método de control para la conversión de energía, y convertidor electrónico de potencia adaptado para llevar a cabo dicho método**

30 Prioridad:

08.11.2010 ES 201031637

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

26.04.2016

73 Titular/es:

**INGETEA POWER TECHNOLOGY, S.A. (100.0%)
Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 106, 2ª
planta
48170 Zamudio (Bizkaia), ES**

72 Inventor/es:

**CHIVITE ZABALZA, FRANCISCO JAVIER;
RODRÍGUEZ VIDAL, MIGUEL ÁNGEL;
MADARIAGA ZUBIMENDI, DANIEL;
IZURZA MORENO, PEDRO y
CALVO OLALLA, GORKA**

74 Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

ES 2 567 794 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).

DESCRIPCION

“Método de control para la conversión de energía, y convertidor electrónico de potencia adaptado para llevar a cabo dicho método”

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se relaciona con métodos de control para la conversión de energía en entornos de gran potencia, y más concretamente métodos de control para la conversión de energía para líneas de transporte y/o distribución, partiendo de una tensión continua. La invención se relaciona también con convertidores electrónicos de potencia adaptados para llevar a cabo dichos métodos de control.

ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA

Los convertidores electrónicos de potencia se utilizan actualmente en un amplio espectro de aplicaciones donde se requiere una conversión DC / AC, realizada mediante inversores comprendidos en dichos convertidores, como por ejemplo accionamientos de velocidad variable, conversión eólica de velocidad variable, inversores solares, sistemas de UPS (“*Uninterruptible Power Supplies*”) o dispositivos FACTS (“*Flexible AC Transmission Systems*”).

Los inversores de los convertidores electrónicos de potencia comprenden interruptores estáticos de tipo semiconductor. Actualmente, las características de conmutación de los dispositivos semiconductores disponibles en el mercado permiten escoger el semiconductor más adecuado para cada tipo de aplicación. Así dependiendo del nivel de potencia exigido o requerido se pueden distinguir diferentes familias de semiconductores:

- MOSFETs: Se trata de semiconductores de tecnología FET, idóneos para aplicaciones de baja potencia - tensión y gran frecuencia de conmutación, como fuentes conmutadas o inversores fotovoltaicos. Son los más utilizados en aparatos de consumo con producción a gran escala.
- IGBTs e IEGTs: Son semiconductores de tecnología transistor. El IGBT se ha convertido en un referente en aplicaciones de baja y media potencia llegando a las aplicaciones de varios MW con topologías multinivel. Recientemente Mitsubishi ha desarrollado el IEGT con encapsulado press-pack para aplicaciones de media tensión y gran potencia de forma que es posible realizar inversores trifásicos de hasta 10MVAs. Los ámbitos de aplicación son los accionamientos industriales, tracción eléctrica ferroviaria, o equipamientos para generadores de energías renovables (solar y eólica), por ejemplo.
- GTOs e IGCTs: Se trata de semiconductores de tecnología tiristor, dotados de unos drivers que les permiten operar con conmutación forzada. Al igual que con los IEGTs es posible desarrollar convertidores de potencia unitaria del orden de 10MW, pero la frecuencia de conmutación está limitada a frecuencias del orden de 200Hz para los GTOs y de unos 1000Hz para los IGCTs. Los ámbitos de aplicación pueden ser por ejemplo los accionamientos de gran potencia, los dispositivos FACTS, los cuales típicamente pueden ser SSSC (“*Static Series Synchronous Compensator*”) si se conectan en serie con una línea de transporte y/o distribución o STATCOM si se conectan en paralelo con una línea de transporte y/o distribución, o UPFC (“*Universal Power Flow Controller*”) siendo este una combinación de SSSC y STATCOM.

La tensión de salida del convertidor puede aumentarse aumentándose el número de niveles de su tensión de salida, aumentando así la potencia del convertidor, que se realiza empleando inversores multinivel. Además, la calidad de la onda de la tensión de salida aumenta con el número de niveles. Así, con un inversor de tres niveles, por ejemplo, es posible obtener una forma de onda de tensión compuesta de salida de 5 niveles. Cuanto mayor es el número de niveles mayor es la complejidad de implementación del convertidor (de los inversores), de forma que generalmente las aplicaciones industriales están basadas en inversores o ramas de hasta dos o tres niveles como máximo.

A la hora de realizar convertidores de gran potencia para aplicaciones FACTS por ejemplo, la solución más comúnmente utilizada es la asociación de inversores trifásicos de dos o tres niveles ente sí mediante elementos magnéticos intermedios o transformadores, de manera que gracias a dicha asociación o combinación se obtiene un nuevo aumento en la tensión de salida, y por tanto en la potencia del convertidor, pudiendo mejorar también la calidad de la onda de salida. En el documento US 3628123 A por ejemplo, se divulga la combinación en paralelo de dos inversores mediante transformadores de interfase o IPTs (“*Interphase transformer*”).

En el documento US 5889668 A se divulga un convertidor electrónico de potencia. En dicho convertidor se convierte una tensión continua en diferentes tensiones alternas mediante diferentes inversores, obteniéndose una pluralidad de tensiones alternas de salida. Dichas tensiones alternas de salida se combinan en paralelo entre sí de dos en dos, mediante transformadores de interfase o IPTs, hasta obtener dos tensiones alternas resultantes, las cuales son

5 tratadas para la eliminación de al menos alguno de sus armónicos. Posteriormente las dos tensiones alternas resultantes llegan a dos devanados secundarios de un transformador de acoplamiento mediante el cual el convertidor electrónico de potencia se conecta a la línea de transporte y/o distribución. Para disminuir el contenido armónico de la tensión en el primario del transformador de acoplamiento, uno de los devanados secundarios de dicho transformador de acoplamiento está conectado en estrella y el otro en triángulo.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

10 Un objeto de la invención es el de proporcionar un método para convertir tensión continua en tensión alterna para líneas de transporte y/o distribución. Otro objeto de la invención es el de proporcionar un convertidor adaptado para llevar a cabo dicho método, de tal manera que dicha energía presente un valor elevado de tensión a la misma vez que presente una calidad de onda óptima.

15 En el método de la invención definido en la reivindicación 1 se convierte una tensión continua en tensión alterna para obtener al menos una primera tensión alterna mediante al menos un inversor y una segunda tensión alterna mediante al menos otro inversor, y se combinan en paralelo las tensiones alternas de salida de ambos inversores obteniéndose una tensión alterna resultante de alta potencia.

20 Gracias al método de la invención, además, se genera también una tensión alterna resultante adicional, obteniéndose durante la conversión una tercera tensión alterna mediante al menos un inversor adicional y una cuarta tensión alterna mediante al menos otro inversor adicional, y se combinan en paralelo las tensiones alternas de salida de dichos inversores adicionales.

25 La tensión alterna resultante adicional está desfasada aproximadamente 180° con respecto a la tensión alterna resultante, de tal manera que con el método de control de la invención se generan dos señales de tensión que están adaptadas para corresponderse con dos señales de salida del convertidor (tensiones en dos terminales de dicho convertidor), empleándose dichos terminales para unir el convertidor a una carga (preferentemente la carga se corresponde con una línea de transporte y/o distribución). Así, al estar sustancialmente en oposición las tensiones de los dos terminales que se emplean para unir el convertidor a una carga, además, prácticamente se dobla la tensión de salida de dicho convertidor, proporcionándose un convertidor de alta potencia de una manera sencilla y económica, sin necesidad de elementos adicionales que pudieran encarecer dicho convertidor.

35 Gracias al método de control de la invención se obtienen dos tensiones adaptadas para corresponderse a dos terminales del convertidor, permitiéndose un convertidor con dos polos abiertos en la salida para conectarse a una carga (preferentemente la carga se corresponde con una línea de transporte y/o distribución), generalmente mediante un componente magnético determinado. Gracias a la configuración del convertidor que permite el método de la invención, dicho componente magnético puede comprender un transformador de acoplamiento con un único devanado en el secundario, donde se conectan los dos terminales del convertidor, de tal manera que se obtiene un convertidor electrónico de potencia con menos componentes magnéticos que los necesarios en el estado de la técnica y, por consiguiente, un convertidor más económico, además de con una reducción en la aparamenta de alta tensión asociada necesaria, la cual presentaría un costo muy elevado. Esto implica una reducción del tamaño de los componentes magnéticos que se emplean, lo cual implica un tamaño más reducido del convertidor, lo cual puede ser ventajoso en algunas situaciones.

40 Con el método de la invención también se eliminan las tensiones de modo común de al menos una de las tensiones alternas, por lo que la calidad de la tensión aplicada en la carga es óptima, empleando el mínimo número de inversores posibles, lo cual conlleva una disminución en el coste y el tamaño del convertidor resultante con respecto a los empleados en el estado de la técnica. Además, esto permite emplear técnicas de modulación que producen una componente homopolar de tensión, para poder así aumentar la tensión de salida, y como consecuencia la potencia, de una manera sencilla.

45 Las ventajas obtenidas con el convertidor de la invención son análogas a las obtenidas con el método.

50 Estas y otras ventajas y características de la invención se harán evidentes a la vista de las figuras y de la descripción detallada de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

60 La FIG. 1 muestra esquemáticamente una realización de un convertidor eléctrico de potencia de la invención.

La FIG. 2 muestra las tensiones alternas de salida de dos inversores del convertidor de la FIG. 1, que se combinan en paralelo entre sí.

65 La FIG. 3a muestra esquemáticamente un convertidor según la FIG. 1, conectado a una carga en paralelo mediante

un componente magnético.

La FIG. 3b muestra esquemáticamente un convertidor según la FIG. 1, conectado a una carga en serie mediante un componente magnético.

La FIG. 4 muestra un inversor multinivel del convertidor de la FIG. 1.

La FIG. 5 muestra unas ondas empleadas en una realización de modulación PWM, en una realización del método de la invención implementado en el convertidor de la FIG. 1.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El método de control de la invención está adaptado para su uso en convertidores C electrónicos de potencia, en particular del tipo VSC ("*Voltage Source Converter*"), que convierten tensión continua DC en tensión alterna para, preferentemente, líneas de transporte y/o distribución. Aunque se trata de un sistema trifásico, tanto en las figuras como en la descripción se muestra y explica la invención de modo unifilar por claridad.

En la figura 1, a modo de bloques, se muestra una realización de un convertidor C electrónico de potencia adaptado para soportar el método de la invención. Dicho convertidor C comprende al menos un primer inversor 1 trifásico que recibe la tensión continua DC como tensión de entrada, y al menos un segundo inversor 2 trifásico que también recibe dicha tensión continua DC como tensión de entrada, convirtiéndose dicha tensión continua DC en una primera tensión alterna AC1 mediante el primer inversor 1, y en una segunda tensión alterna AC2 mediante el segundo inversor 2. El convertidor C comprende además unos medios de combinación 9, que preferentemente se corresponden con un transformador de interfase o IPT ("*interphase transformer*"), para combinar en paralelo dichas tensiones alternas AC1 y AC2 entre sí, obteniéndose una tensión alterna resultante AC12. Preferentemente, tal y como se muestra en la figura 2, dichas tensiones alternas AC1 y AC2 de los inversores 1 y 2 se desfasan un pequeño ángulo α entre sí de forma que, sacrificando ligeramente la tensión alterna resultante AC12 de salida, ciertos armónicos de dicha tensión alterna AC12 se cancelan o se minimizan. Dicho ángulo α puede ser de aproximadamente $7,5^\circ$ por ejemplo, ángulo con el que se eliminan o se minimizan los armónicos cercanos al 24, esto es, el 23 y 25 se minimizan tanto que se podrían considerar como eliminados, con una reducción despreciable de la tensión alterna resultante AC12 de salida.

Para poder llevar a cabo el método de la invención, el convertidor C comprende además al menos un tercer inversor 3 y al menos un cuarto inversor 4 alimentados por la tensión continua DC, obteniéndose una primera tensión alterna adicional AC3 y una segunda tensión alterna adicional AC4 como resultado de la conversión. Dicho convertidor C comprende unos medios de combinación adicionales 10, que preferentemente se corresponden con un transformador de interfase o IPT, para combinar en paralelo dichas tensiones alternas adicionales AC3 y AC4 entre sí, obteniéndose una tensión alterna resultante adicional AC34. Ambas tensiones alternas resultantes AC12 y AC34 están adaptadas para corresponderse con dos terminales T1 y T2 del convertidor C, permitiéndose un convertidor C con dos polos o terminales T1 y T2 abiertos en la salida para conectarse a una carga 12 (preferentemente la carga se corresponde con una línea de transporte y/o distribución), mediante un componente magnético 11 determinado tal y como se muestra en la realización de la figura 3a referente a una conexión en paralelo a la carga 12, y en la realización de la figura 3b referente a una conexión en serie a dicha carga 12. Dicho componente magnético 11 comprende un transformador de acoplamiento trifásico con un único devanado en el secundario, donde se conectan los dos terminales T1 y T2 del convertidor C, de tal manera que se facilita la conexión en serie a la carga 12 y se obtiene un convertidor C electrónico de potencia con menos componentes magnéticos que los necesarios en el estado de la técnica y, por consiguiente, un convertidor más económico. Dicho transformador de acoplamiento puede comprender, además, un bobinado auxiliar en triángulo que proporciona un camino de baja impedancia para las corrientes homopolares. De esta forma, las corrientes homopolares que circulan por la línea no circularán por el convertidor y viceversa. Además, esto implica una reducción del tamaño de los componentes magnéticos que se emplean, lo cual implica un tamaño más reducido del conjunto formado por el convertidor C y dichos componentes magnéticos. En la conexión en paralelo se emplean, generalmente, un banco de condensadores 13 para incrementar la potencia capacitiva, y una reactancia adicional 19 para incrementar la potencia inductiva del equipo y disminuir una intensidad de cortocircuito a través de un secundario del transformador de acoplamiento, mientras que en la conexión serie se emplean, generalmente, una reactancia adicional 18 para incrementar la potencia inductiva del equipo y disminuir una intensidad de cortocircuito a través de un secundario del transformador de acoplamiento, y un *by-pass* 17 para cerrarlo en caso de una falta en la carga.

En la realización de la figura 1 y a lo largo de la descripción se habla del empleo de cuatro inversores 1, 2, 3 y 4, pero se pueden emplear tantos inversores como se requieran sin que la invención esté limitada al uso de cuatro inversores. En caso de emplear más inversores, dichos inversores se combinan en paralelo entre sí hasta dar como resultado dos tensiones alternas de salida, que se corresponderían con las tensiones alternas AC12 y AC34 de la figura 1 y de la descripción.

La tensión alterna resultante adicional AC34 está desfasada aproximadamente 180° con respecto a la tensión

5 alterna resultante AC12, de tal manera que se consigue además aumentar la tensión de salida del convertidor C cuando se conecta a la carga 12. Los inversores 1, 2, 3 y 4 empleados son inversores multinivel, preferentemente de tres niveles como el mostrado en la figura 4 (de ahí las tensiones alternas AC1 y AC2 mostradas en la figura 2), lo cual permite aumentar la potencia de salida del convertidor C. Como se ha comentado el sistema es trifásico, por lo que los inversores empleados también son trifásicos y generan tres fases F1, F2 y F3 de salida (las tensiones alternas AC1, AC2, AC3 y AC4 se corresponden con una de dichas fases F1, F2 o F3, que como se ha comentado sólo se detalla de manera unifilar, de una fase, por claridad).

10 Con el método se eliminan además las tensiones de modo común de al menos una de las tensiones alternas AC1, AC2, AC3, AC4, AC12 o AC34, lo cual implica una disminución en el contenido armónico de la tensión de salida del convertidor C, por lo que la calidad de la tensión aplicada en la carga 12 es óptima. Para ello el convertidor comprende unos medios de filtrado 7, 8, que se corresponden con un transformador de bloqueo de secuencias homopolares o ZSBT (*“zero sequence blocking transformer”*). Preferentemente dichas tensiones de modo común se eliminan una vez obtenida la tensión alterna resultante AC12 y AC34, empleando así un único ZSBT para cada terminal T1 y T2 del convertidor C tal y como se muestra en la realización de la figura 1, pero también pudieran eliminarse en el paso previo a la obtención de dichas tensiones alternas resultantes AC12 y AC34, antes de combinar las tensiones alternas AC1 y AC2; AC3 y AC4 entre sí, caso en el que se eliminan dichas tensiones directamente de dichas tensiones alternas AC1 y AC2; AC3 y AC4, empleando un ZSBT para cada una de ellas. También pudiera emplearse únicamente un ZSBT para una de las tensiones resultantes AC12 o AC34 de uno de dichos terminales T1 o T2, y no emplearse ninguno en el otro terminal T2 o T1. En vez de una de estas alternativas propuestas también se puede adoptar una combinación entre ellas, siempre y cuando sirva para eliminar las tensiones de modo común. Así, gracias al método de la invención, además, esto se consigue empleando el mínimo número de inversores 1, 2, 3 y 4 posibles, lo cual conlleva una disminución en el coste y el tamaño del convertidor C resultante.

25 Para disminuir el contenido armónico de la tensión de salida, en una primera realización del método de la invención se recurre a utilizar técnicas de modulación de tipo PWM (*“Pulse Width Modulation”*), en la cual la forma de onda de salida se obtiene por comparación de una onda modulante de salida (p.e. a una frecuencia de 50Hz) con una onda triangular de alta frecuencia (p.e. 600 - 10.000 Hz), obteniéndose una tensión de salida de bajo contenido armónico. Dicha modulación PWM puede hacerse empleando las ondas modulantes M1 y M2 respectivas desfasadas entre sí, en ambos inversores 1 y 2; 3 y 4 cuyas tensiones alternas AC1 y AC2; AC3 y AC4 de salida se combinan en paralelo, y las ondas triangulares 21 y 22 iguales y en fase, tal y como se muestra en la figura 5, o bien con las ondas modulantes M1 y M2 en fase y las ondas triangulares 21 y 22 iguales pero desfasadas una con respecto a la otra, preferentemente aproximadamente 90°. También podría adoptarse una combinación de las dos, es decir, portadoras y modulantes desfasadas. Tensiones de salida similares pueden obtenerse por otros medios alternativos, por ejemplo utilizando técnicas vectoriales de modulación del tipo SVPWM (*“Space Vector Pulse-Width Modulation”*). En esta configuración también se permite la inyección de armónicos homopolares, por ejemplo, el tercero, para aumentar la tensión de salida, ya que este será bloqueado por el/los ZSBTs.

40 Para disminuir el contenido armónico de la tensión de salida, en una segunda realización del método de la invención se recurre a utilizar técnicas de modulación del tipo de cancelación selectiva o SHE, mediante las cuales se controlan los desfases de los disparos de los semiconductores de los diferentes inversores 1, 2, 3 y 4, estando las dos ondas fundamentales en ambos inversores 1 y 2; 3 y 4 cuyas tensiones alternas AC1 y AC2; AC3 y AC4 de salida se combinan en paralelo en fase o no. De esta manera se consigue la cancelación o mitigación de ciertos armónicos de las tensiones alternas AC1, AC2, AC3 y AC4, que resulta en una disminución del contenido armónico de dichas tensiones alternas AC1, AC2, AC3 y AC4.

50

REIVINDICACIONES

1. Método de control para la conversión de energía, en el que se convierte una tensión continua (DC) procedente de una fuente de alimentación continua en tensión alterna, obteniéndose al menos una primera tensión alterna (AC1) mediante al menos un inversor (1) multinivel y una segunda tensión alterna (AC2) mediante al menos otro inversor (2) multinivel, y en el que se combinan en paralelo las tensiones alternas (AC1, AC2) de los diferentes inversores (1, 2), obteniéndose una tensión alterna resultante (AC12), durante la conversión de la tensión continua (DC) en tensión alterna se obtiene una tensión alterna adicional (AC3) mediante al menos un inversor adicional (3) multinivel y una segunda tensión alterna adicional (AC4) mediante al menos otro inversor adicional (4) multinivel, combinándose en paralelo dichas tensiones alternas adicionales (AC3, AC4) y obteniéndose como resultado de la combinación una tensión alterna resultante adicional (AC34), **caracterizado porque** la tensión alterna resultante adicional (AC34) está desfasada aproximadamente 180° con respecto a la tensión alterna resultante (AC12), y **porque** se eliminan las tensiones de modo común de al menos una de las tensiones alternas (AC1, AC2; AC12; AC3, AC4; AC34) por medio de al menos un transformador de bloqueo de secuencias homopolares.
2. Método según la reivindicación 1, en donde las tensiones alternas (AC1, AC2; AC3, AC4) que se combinan en paralelo entre sí para obtener la tensión alterna resultante (AC12; AC34) correspondiente comprenden valores instantáneos diferentes.
3. Método según la reivindicación 2, en donde para convertir las tensiones continuas (DC) en las tensiones alternas (AC1, AC2; AC3, AC4), los inversores (1, 2; 3, 4) emplean una modulación PWM con unas señales modulantes en ambos inversores (1, 2; 3, 4) desfasadas entre sí, y unas señales portadoras triangulares iguales en fase.
4. Método según la reivindicación 2, en donde para convertir las tensiones continuas (DC) en las tensiones alternas (AC1, AC2; AC3, AC4), los inversores (1, 2; 3, 4) emplean una modulación PWM con unas señales modulantes en ambos inversores (1, 2; 3, 4) en fase, y unas señales portadoras triangulares iguales pero desfasadas una con respecto a la otra.
5. Método según la reivindicación 2, en donde para convertir las tensiones continuas (DC) en las tensiones alternas (AC1, AC2; AC3, AC4), los inversores (1, 2; 3, 4) emplean una modulación PWM con unas señales modulantes en ambos inversores (1, 2; 3, 4) desfasadas un ángulo determinado una con respecto a la otra, y unas señales portadoras triangulares iguales pero desfasadas una con respecto a la otra.
6. Método según la reivindicación 2, en donde para convertir las tensiones continuas (DC1; DC2) en las tensiones alternas (AC1; AC2) se emplea una modulación de cancelación selectiva o mitigación de armónicos.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se eliminan las tensiones en modo común de al menos una de las tensiones alternas (AC1, AC2; AC12) y/o una de las tensiones alternas adicionales (AC3, AC4; AC34).
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se eliminan las tensiones de modo común de las tensiones alternas (AC1, AC2; AC3, AC4) una vez dichas tensiones alternas (AC1, AC2; AC3, AC4) han sido combinadas.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde se elimina la tensión de modo común de cada tensión alterna (AC1, AC2; AC3, AC4), combinándose dichas tensiones alternas (AC1, AC2; AC3, AC4) entre sí posteriormente.
10. Convertidor electrónico de potencia que está adaptado para llevar a cabo el método de control según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un bloque (B1) de inversores que comprende al menos dos inversores (1, 2) multinivel para convertir una tensión continua (DC) procedente de una fuente de alimentación continua en dos tensiones alternas (AC1, AC2), unos medios de combinación (9) para combinar en paralelo ambas tensiones alternas (AC1, AC2), obteniéndose una tensión alterna resultante (AC12) como resultado de la combinación, un bloque adicional (B2) de inversores que comprende al menos dos inversores adicionales (3, 4) multinivel para convertir la tensión continua (DC) procedente de la fuente de alimentación en dos tensiones alternas adicionales (AC3, AC4), y unos medios de combinación adicionales (10) para combinar en paralelo ambas tensiones alternas adicionales (AC3, AC4), obteniéndose una tensión alterna resultante adicional (AC34) como resultado de la combinación, **caracterizado porque** las dos tensiones alternas resultantes (AC12, AC34) están desfasadas aproximadamente 180°, y **porque** el convertidor comprende además unos medios de filtrado (7; 8) para eliminar las tensiones de modo común de las tensiones alternas (AC1, AC2; AC12; AC2, AC3; AC34), correspondiéndose dichos medios de filtrado (7; 8) con un transformador de bloqueo de secuencias homopolares.
11. Convertidor según la reivindicación 10, que comprende unos medios de filtrado (8) para eliminar las tensiones

de modo común de la tensión alterna resultante (AC12), y unos medios de filtrado adicionales (7) para eliminar las tensiones de modo común de la tensión alterna resultante (AC34).

- 5 12. Convertidor según la reivindicación 10, que comprende unos medios de filtrado (7; 8) para eliminar las tensiones de modo común de cada tensión alterna (AC1, AC2, AC3, AC4).
- 13. Convertidor según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde los inversores (1, 2, 3, 4) son de tres niveles.
- 10 14. Convertidor según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en donde los medios de combinación (9, 10) se corresponden con un transformador de interfase.

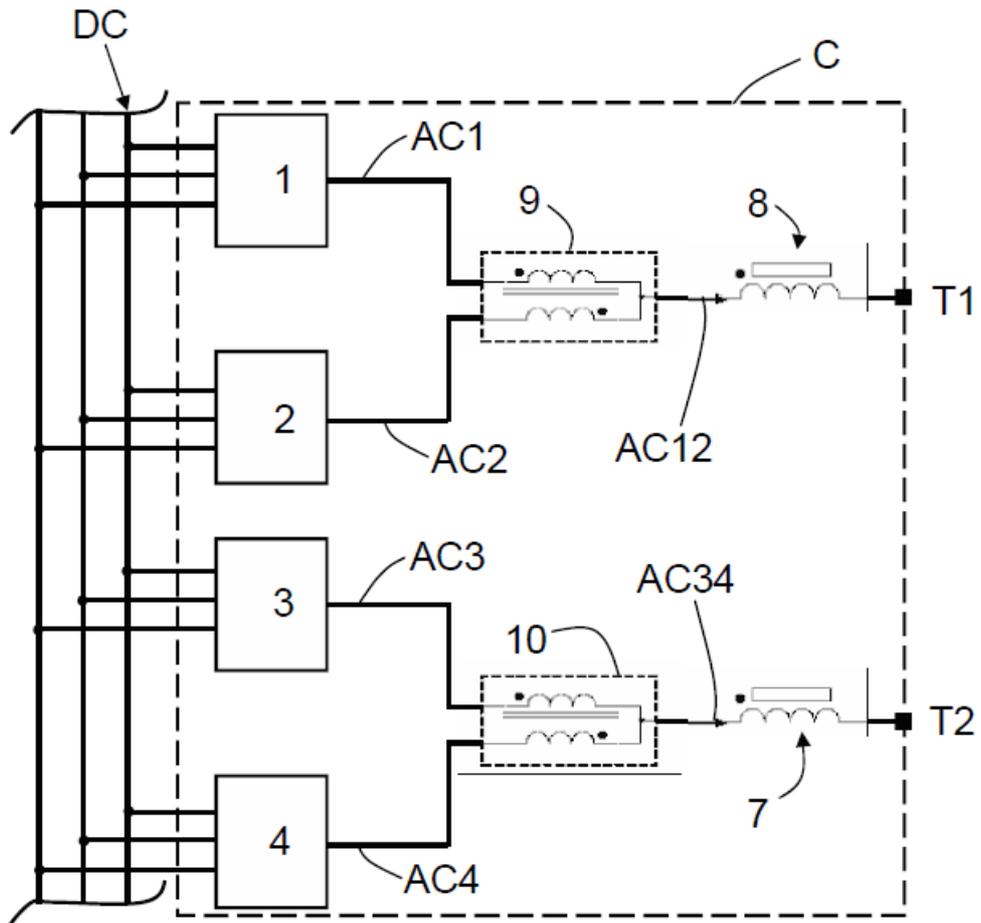


Fig. 1

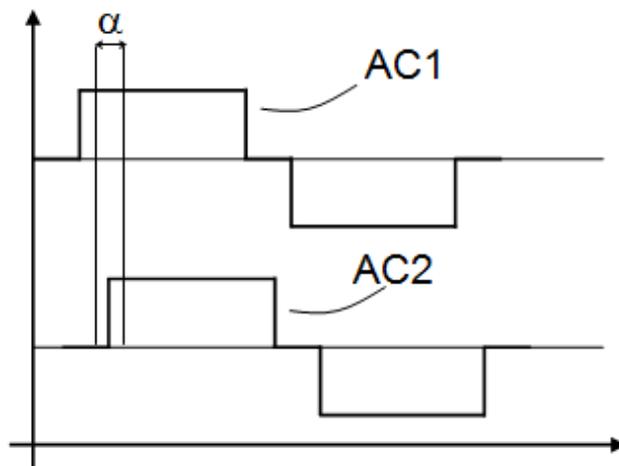


Fig. 2

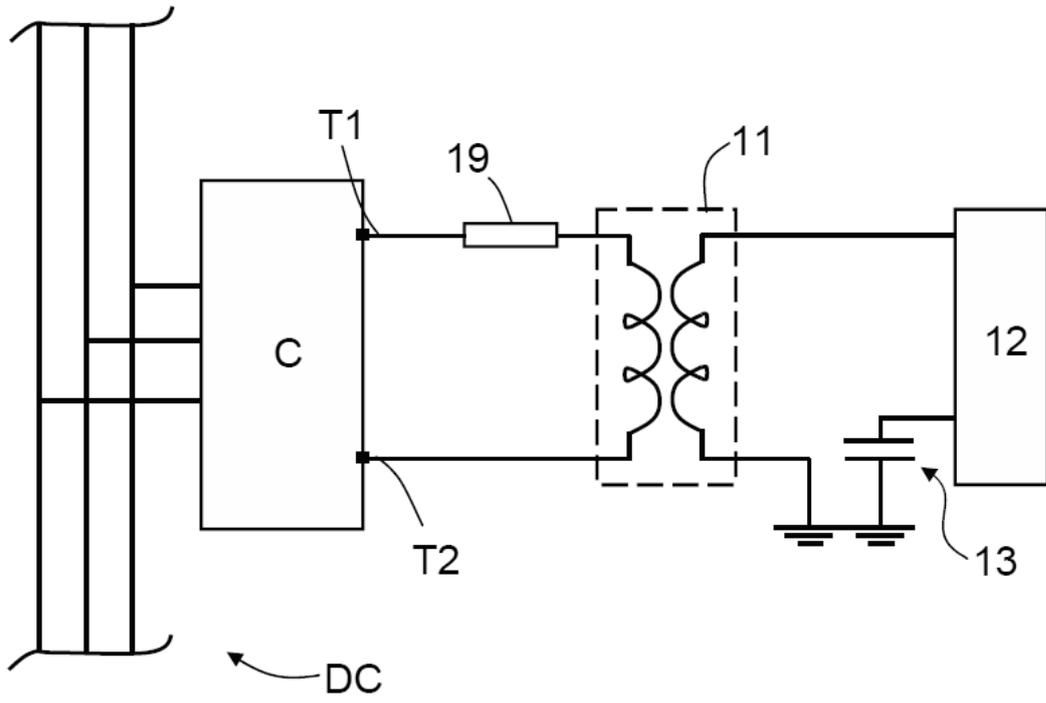


Fig. 3a

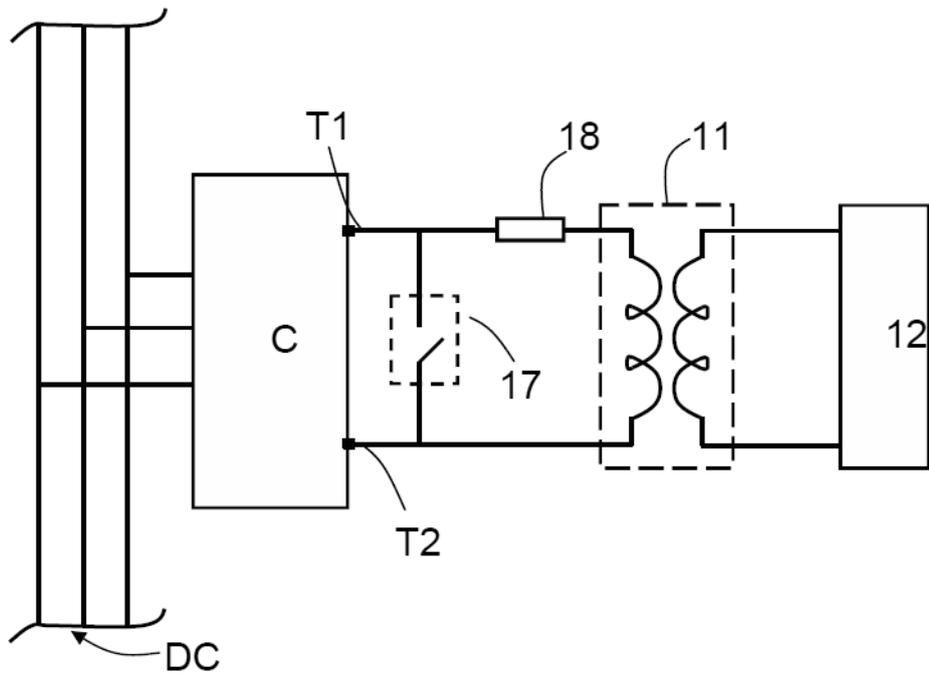


Fig. 3b

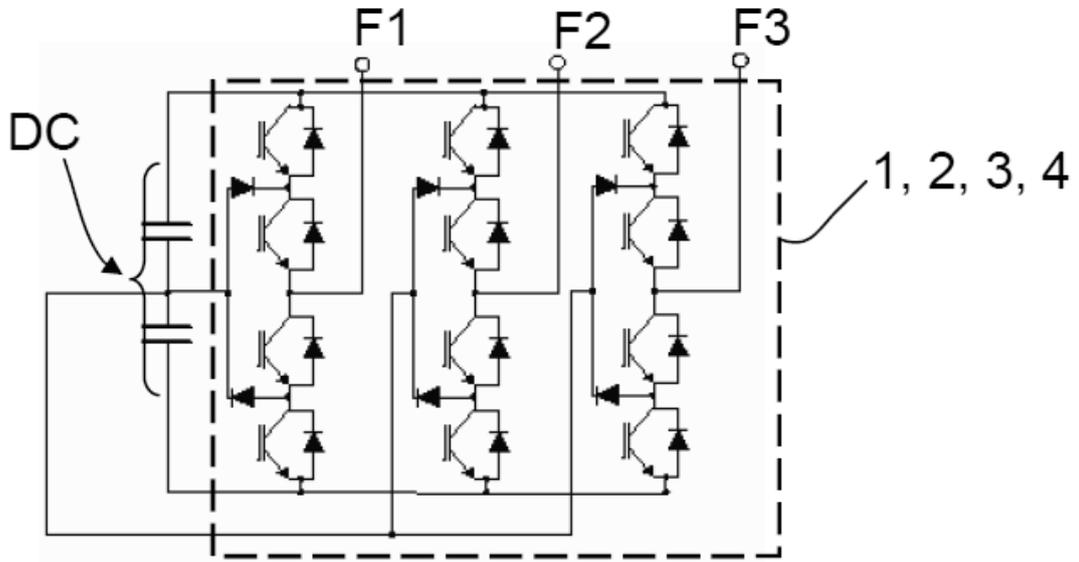


Fig. 4

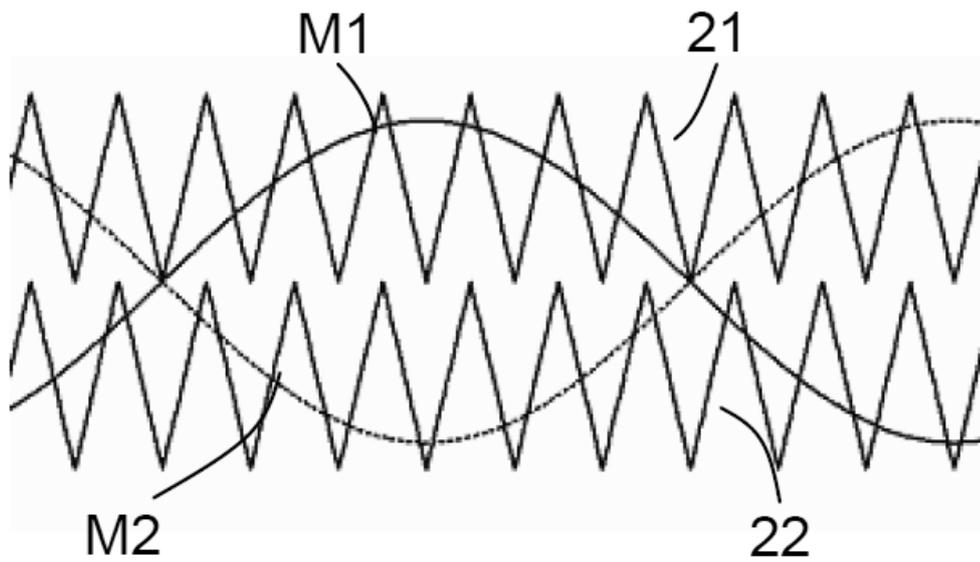


Fig. 5