

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 336**

51 Int. Cl.:

H02M 7/217 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2011 PCT/EP2011/069979**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2012 WO12062922**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2011 E 11779727 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 2638628**

54 Título: **Convertidor de tensión que comprende un inductor de almacenamiento con un arrollamiento y un inductor de almacenamiento con dos arrollamiento**

30 Prioridad:
11.11.2010 DE 102010060508

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.07.2017

73 Titular/es:
**MÜLLER, BURKARD (100.0%)
Christophstrasse 19
34123 Kassel, DE**

72 Inventor/es:
MÜLLER, BURKARD

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 625 336 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

Convertidor de tensión que comprende un inductor de almacenamiento con un arrollamiento y un inductor de almacenamiento con dos arrollamientos

Campo

5 La invención se refiere a una disposición de circuitos eléctricos para un convertidor de tensión que comprende tres elementos de conmutación, dos inductores de almacenamiento y dos conjuntos de dos terminales eléctricos, y a métodos de uso de una disposición de circuitos eléctricos de este tipo. Más particularmente, la invención se refiere a una disposición de circuitos eléctricos para un convertidor de tensión en el campo de la electrónica de potencia, es decir, a una disposición de circuitos eléctricos a través de la cual una corriente eléctrica fluye para transferir potencia eléctrica entre los dos conjuntos de terminales eléctricos.

10 Cuando un primer elemento de conmutación, un segundo elemento de conmutación y un tercer elemento de conmutación, un primer inductor de almacenamiento y un segundo inductor de funcionamiento, un primer conjunto de dos terminales eléctricos y un segundo conjunto de dos terminales eléctricos, un primer terminal y un segundo terminal, un primer punto de potencial intermedio y un segundo punto de potencial intermedio, o primera, segunda y tercera conexiones se mencionan en la descripción siguiente, los adjetivos primero, segundo y tercero se usan sólo para diferenciar entre las partes listadas de la disposición de circuitos eléctricos. No existe intención de indicar ningún rango, orden o dirección entre estas partes.

15 Además, el término "elemento de conmutación" no designa necesariamente un conmutador que pueda ser conmutado activamente por una señal externa entre un estado conectado y un estado desconectado o viceversa. En principio, puede designar también un elemento de conmutación pasivo, como por ejemplo un diodo. Cualquier elemento de conmutación que tiene un conmutador conmutable activamente puede comprender adicionalmente un diodo paralelo, además el provisto, como tal intrínsecamente en un conmutador semiconductor MOSFET.

25 Antecedentes

Para diseñar un convertidor de tensión con protección contra polaridad invertida, se conoce tener un diodo rectificador de puente completo entre los terminales del lado de entrada y el convertidor de tensión real. Este diseño del circuito provoca pérdidas de conducción dentro de los diodos. Adicionalmente, la tensión de entrada entre los terminales del lado de entrada tiene que estar de manera distintiva por encima del doble de la tensión de polarización de los diodos. La referencia entre los potenciales en los terminales del lado de entrada y los terminales del lado de salida de tal convertidor de tensión es indefinida; y puede suceder un flujo de potencia unidireccionalmente sólo desde los terminales del lado de entrada hasta los terminales del lado de salida.

35 La disposición de circuitos eléctricos descrita anteriormente se puede utilizar también para formar un convertidor AC/DC optimizado en el factor de potencia utilizando los terminales del lado de entrada no para una tensión de entrada DC de polaridad desconocida, sino para una tensión de entrada AC. Los inconvenientes mencionados anteriormente para la disposición de circuitos eléctricos conocida ocurren también con esta aplicación.

40 Además, se conoce una llamada fase "Bridgeless Power Factor Correction" o de manera abreviada fase "Bridgeless PFC" para diseñar un convertidor AC/DC optimizado en el factor de potencia. Allí se proporciona un puente completo combinado de diodo/transistor, en el que la tensión AC del lado de entrada se conecta a través de uno o varios inductores. Además de los inconvenientes mencionados para el convertidor AC/DC como se ha descrito anteriormente, esta disposición de circuitos eléctricos muestra el inconveniente adicional de que la tensión de salida DC entre los terminales del lado de salida no puede descender por debajo del valor punta de la tensión AC del lado de entrada, si no se proporciona un convertidor DC/DC adicional.

45 Un divisor de cuatro cuadrantes (4 QC) en forma de un puente completo fabricado de conmutadores con diodos paralelos, en los que cada uno de los semipuentes está conectado a uno de los terminales del lado de salida a través de un inductor y que se conoce, por ejemplo, para controlar un motor DC, tiene los inconvenientes de que la tensión de salida nunca puede exceder la tensión de entrada sin otro convertidor DC/DC, y de que la referencia entre los terminales en los terminales del lado de entrada y los terminales del lado de salida no está definida.

50 El inconveniente de la referencia indefinida entre los potenciales en los terminales del lado de entrada y los terminales del lado de salida es solucionado por un divisor de cuatro cuadrantes con un semipuerto en combinación con una tensión de entrada dividida, en el que se conecta un terminal del lado de salida al punto central de tensión de la tensión de entrada dividida a través de un inductor. Sin embargo, en este caso, la tensión de salida nunca puede exceder la tensión de entrada dividida, es decir, una mitad de la tensión de entrada, y es necesario esfuerzo adicional para generar la tensión de entrada dividida.

55 Para un inversor que alimenta energía eléctrica a una rejilla de potencia AC, se conoce un puente completo de

5 conmutadores controlados activamente con diodos paralelos, en los que los puntos centrales de los dos semipuentes están conectados a los terminales del lado de salida a través de inductores. Los inconvenientes de esta disposición de circuitos eléctricos conocida son la referencia variable entre los potenciales en el lado de entrada y los terminales en el lado de salida y que la tensión DC de entrada debe ser como mínimo tan alta como la tensión unta de la rejilla, si no debe utilizarse ningún convertidor DC/DC adicional.

10 Cuando se utiliza un semipuerto en combinación con una tensión de entrada dividida en un inversor para la alimentación de energía eléctrica a una rejilla de potencia AC, ocurre el inconveniente de que la tensión de entrada DC debe ser como mínimo tan alta como el doble de la tensión punta de la rejilla. Además, es necesario el esfuerzo para generar la tensión de alimentación dividida.

15 El documento WO 02/089303 A1 describe un convertidor de potencia AC/DC de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1. El convertidor de potencia conocido no tiene rectificadores de entrada, pero comprende un circuito primario para acoplamiento a una fuente de tensión AC a través de un primer terminal de entrada AC y un segundo terminal de entrada AC, y una salida que tiene una primera trayectoria delantera, una segunda trayectoria delantera y una trayectoria de retorno. El convertidor comprende también un circuito secundario con una entrada que tiene una primera trayectoria delantera, una segunda trayectoria delantera y una trayectoria de retorno para recibir potencia a través de las trayectorias de salida del circuito primario, y con el primero y segundo terminales de salida para suministrar una potencia DC a una carga. El circuito primario comprende una primera trayectoria de corriente entre el primer terminal de entrada AC y un primer extremo de salida, una segunda trayectoria de corriente entre el segundo terminal de entrada AC y un segundo extremo de salida, un primer conmutador de potencia, un segundo conmutador de potencia, un primer condensador de acoplamiento con primero y segundo terminales, un primer inductor de entrada que está dispuesto en la primera trayectoria de corriente entre el primer terminal de entrada AC y el primer extremo de salida y/o un segundo inductor de entrada que está
20 dispuesto en la segunda trayectoria de corriente entre el segundo terminal de entrada AC y el segundo extremo de salida. Las formas de realización del convertidor de potencia conocido incluyen una llamada configuración SEPIC doble, una llamado configuración CUK doble y una llamada configuración AC-HYBRIDGE.

30 Todavía existe una necesidad de un circuito para un convertidor de corriente que se puede utilizar como un convertidor DC/DC con protección contra polariza invertida, pero que se puede utilizar también en otros convertidores DC/DC, DC/AC o AC/DC, evitando al mismo tiempo los inconvenientes descritos de los convertidores de tensión de la técnica anterior.

35 **Sumario de la invención**

La presente invención proporciona una disposición de circuitos eléctricos de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

40 En una forma de realización, la presente invención proporciona una disposición de circuitos electrónicos de potencia para un convertidor de tensión, que comprende un primer elemento de conmutación, un segundo elemento de conmutación, y un tercer elemento de conmutación; un primer inductor de almacenamiento con un arrollamiento y un segundo inductor de almacenamiento con un primer arrollamiento y un segundo arrollamiento, estando acoplados estos primero y segundo arrollamientos magnéticamente entre sí; un primer conjunto de dos terminales eléctricos que consta de un primer terminal y un segundo terminal, y un segundo conjunto de dos terminales eléctricos, que
45 consta de un primer terminal y un segundo terminal; y un primer punto de potencial intermedio y un segundo punto de potencial intermedio. El primer punto de potencial intermedio tiene una primera conexión al primer terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos a través del primer inductor de almacenamiento, una segunda conexión al segundo terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos a través del tercer elemento de conmutación, y una tercera conexión al segundo punto de potencial intermedio, o bien directamente o a través de un condensador. El segundo punto de potencial intermedio tiene una primera conexión al primer terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos a través de una conexión en serie del primer elemento de conmutación y el primer arrollamiento del segundo inductor de almacenamiento, y una segunda conexión al segundo terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos a través de una conexión en serie del segundo elemento de conmutación y el segundo arrollamiento del segundo inductor de almacenamiento. Al menos exista una de una conexión entre el primer terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el primer terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos y una conexión entre el segundo terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el segundo terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos o está implementada o bien directamente o a través de un condensador. Como máximo una de o bien la conexión entre el primer terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos o la conexión entre el segundo terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el
50 segundo terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos o, la tercera conexión del primer punto de potencial intermedio al segundo punto de potencial intermedio está implementada como una conexión directa.

55 En otras formas de realización, la presente invención proporciona un convertidor DC/DC con protección contra polaridad invertida, un convertidor AD/DC optimizado en el factor de potencia, un convertidor AC/DC, un divisor de

cuatro cuadrantes y un convertidor DC/AC bidireccional, basado cada uno de ellos en una forma de realización especializada de la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención.

- 5 Otras características y ventajas de la presente invención serán evidentes para el técnico en la materia después de examinar los dibujos siguientes y la descripción detallada. Se pretende que todas estas características y ventajas adicionales sean incluidas aquí dentro del alcance de la presente invención, como se define por las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

- 10 La invención se comprenderá mejor con referencia a los dibujos que se acompañan. Los componentes en los dibujos no están necesariamente a escala, en su lugar se pone el énfasis en ilustrar claramente los principios de la presente invención. En los dibujos, los mismos números de referencia designan partes correspondientes a través de las varias vistas.
- 15 La figura 1 ilustra la construcción de la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención.
- La figura 2 ilustra el uso de la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención como convertidor DC/DC con protección contra polaridad invertida.
- 20 La figura 3 ilustra el uso de la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención como una fase PFC.
- La figura 4 muestra el uso de la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención como un divisor de cuatro cuadrantes; y
- 25 La figura 5 muestra el uso de la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención como un inversor para alimentar energía eléctrica en una rejilla de potencia AC.

Descripción detallada

- 30 Una disposición de circuitos eléctricos para un convertidor de tensión comprende primero, segundo y tercer elementos de conmutación, primero y segundo inductores de almacenamiento, dos conjuntos de dos terminales eléctricos y primero y segundo puntos de potencial intermedio. El segundo inductor de almacenamiento comprende primero y segundo arrollamientos que están acoplados magnéticamente entre sí. El primer punto de potencial intermedio está conectado a un primer terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos a través del primer inductor de almacenamiento, al segundo terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos a través del tercer inductor de almacenamiento, y al segundo punto de potencial intermedio o bien directamente o a través de un condensador. El segundo punto de potencial intermedio está conectado al primer terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos a través de una conexión en serie del primer elemento de conmutación y el primer arrollamiento del segundo inductor de almacenamiento, y al segundo terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos a través de una conexión en serie del segundo elemento de conmutación y el segundo arrollamiento del segundo inductor de almacenamiento. Adicionalmente, existe al menos una de una conexión entre el primer terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el primer terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos y una conexión entre el segundo terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el segundo terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos y está implementada o bien directamente o a través de un condensador. Como máximo una de o bien la conexión entre el primer terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el primer terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos, o la conexión entre el segundo terminal del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el segundo terminal del segundo conjunto de dos terminales eléctricos, o la tercera conexión del primer punto de potencial intermedio al segundo punto de potencial intermedio está implementada como una dirección directa. Todas las otras conexiones entre los dos puntos de potencial intermedio, los primeros terminales de los dos conjuntos de terminales eléctricos y los segundos terminales de los dos conjuntos de dos terminales eléctricos, si están presentes, están implementadas a través de un condensador. Es posible tener todas las dos o tres conexiones implementadas por medio de un condensador.

- 55 En esta disposición de circuitos eléctricos, cada uno del primero y el segundo elementos de conmutación comprende con preferencia un conmutador conmutable activamente, es decir, un conmutador que es conmutable o puede ser operativo por medio de una señal externa. Adicionalmente, cada uno del primero y el segundo elementos de conmutación pueden comprender un diodo en paralelo al conmutador. En este caso, o bien los ánodos o los cátodos de ambos diodos están conectados al segundo punto de potencial intermedio. Esto significa que ninguna corriente puede fluir a través de los dos diodos entre los dos terminales del segundo conjunto de dos terminales eléctricos, ya que está bloqueada siempre por uno de estos dos diodos.
- 60

El tercer elemento de conmutación puede constar exclusivamente de un diodo de conmutación pasiva. Este diodo está conectado al primer punto de potencial intermedio con su ánodo, si alguno de los diodos del primero y del segundo elementos de conmutación está conectado al segundo punto de potencial intermedio con sus cátodos o

está conectado al primer punto de potencial intermedio con su cátodo, si alguno de los diodos del primero y el segundo elementos de conmutación están conectados al segundo punto de potencial intermedio con sus ánodos.

5 El tercer elemento de conmutación puede comprender alternativa o adicionalmente al diodo también un conmutador conmutable activamente, es decir, un conmutador que es inmutable por medio de una señal externa.

10 En la conexión en serie del primer elemento de conmutación y el primer arrollamiento del segundo inductor de almacenamiento así como en la conexión en serie del segundo elemento de conmutación y el segundo arrollamiento del segundo inductor de almacenamiento, el elemento de conmutación respectivo está dispuesto con preferencia entre el segundo potencial intermedio y el arrollamiento.

15 Cuando el primero y el segundo elementos de conmutación están cerrados, es decir, conductores, el segundo inductor de almacenamiento de la disposición de circuitos eléctricos de acuerdo con la presente invención actúa como un divisor de tensión inductiva entre los terminales del segundo conjunto de dos terminales eléctricos. Para conseguir una división simétrica de la tensión con respecto al segundo punto de potencial intermedio, el segundo inductor de almacenamiento tiene que estar simétrico con respecto a sus arrollamientos, donde esta simetría se refiere a toda la construcción del segundo inductor de almacenamiento, incluyendo un núcleo que es común a sus dos arrollamientos.

20 La manera en la que los tres elementos de conmutación de la disposición de circuitos eléctricos de acuerdo con la presente invención están controlados activamente o conmutan pasivamente depende del uso de la disposición de circuitos eléctricos. Estos usos diferentes dan como resultado también diferentes funciones de la disposición de circuitos eléctricos de acuerdo con la presente invención.

25 Cuando se utiliza la disposición de circuitos eléctricos nueva como un convertidor DC/DC con protección contra polaridad invertida, los terminales del segundo conjunto de dos terminales eléctricos están previstos para ser conectados a una tensión DC de entrada que puede tener una polaridad arbitraria. Independientemente de la polaridad real de la tensión DC de entrada, una tensión DC de salida con una polaridad fija está prevista en los terminales del primer conjunto de dos terminales eléctricos, si un controlador sincroniza los conmutadores del primer elemento de conmutación y del segundo elemento de conmutación, que comprenden ambos un diodo conectado en paralelo al conmutador, con una y la misma señal externa. El tercer elemento de conmutación puede ser un diodo conmutado pasivo o un conmutador conmutado activamente de una manera similar a un diodo. La señal externa que activa los conmutadores del primer elemento de conmutación y el segundo elemento de conmutación abre de hecho sólo activamente el primero o segundo elemento de conmutación, cuyo diodo paralelo bloquea con respecto a la polaridad de la tensión de entrada aplicada. El otro elemento de conmutación no es conductor de ninguna manera debido a su diodo. Depende de la polaridad de la tensión de entrada que se aplica para el primero y segundo elementos de conmutación. Otra ventaja es que un convertidor DC/DC con protección contra polaridad invertida de acuerdo con la presente invención se puede accionar prácticamente incluso para tensiones de entrada próximas a cero voltios. Además, la tensión DC de entrada y la tensión DC de salida pueden tener una referencia común entre sus potenciales. Para conseguir esto, los terminales respectivos del primero y segundo conjuntos de dos terminales eléctricos tienen que estar conectados directamente entre sí. Por otra parte, la relación potencial con una desviación es posible si estas conexiones están implementadas de una manera capacitiva. Los conmutadores del primero y el segundo elementos de conmutación son activados por la misma señal externa. Por lo tanto, sólo es necesario un controlador, que no implica esfuerzo adicional comparado con los convertidores DC/DC conocidos con protección contra polaridad invertida descritos anteriormente. La señal de control es totalmente independiente de la polaridad de la tensión de entrada.

50 Además, la disposición de circuitos eléctricos de acuerdo con la presente invención se puede utilizar como un convertidor AC/DC optimizado en el factor de potencia, es decir, conocido como fase PFC. Los detalles de esto corresponden al convertidor DC/DC con protección con polaridad invertida descrito en el párrafo anterior, excepto que se aplica una tensión AC a los terminales del segundo conjunto de dos terminales eléctricos. Por medio de una modulación apropiada del ciclo de trabajo a la que el controlador activa los conmutadores del primero y del segundo elementos de conmutación, el factor de potencia de la corriente AC del lado de entrada se puede controlar en 1, y la tensión de salida DC se puede ajustar para compensar diferentes amplitudes de la tensión de entrada AC. Si el tercer elemento de conmutación de este convertidor AC/DC no sólo comprende un diodo, sino también un conmutador operativo activo, es posible una operación bidireccional del convertidor AC/DC, es decir, que se puede transferir también energía eléctrica desde el lado de la tensión DC hasta el lado de la tensión AC. Para esta finalidad, dependiendo de la polaridad de la tensión de entrada, uno de los conmutadores del primero y segundo elementos de conmutación debe cerrarse, mientras el otro conmutador del primero y segundo elementos de conmutación y el conmutador del tercer elemento de conmutación debe activarse alternativamente a una frecuencia alta. (Aquí y a continuación "activado a una frecuencia alta" se refiere a una operación a una frecuencia mucho más alta que la frecuencia de cualquier tensión AC conectada a la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención. Típicamente esta frecuencia está en un rango de algunos kHz).

La disposición de circuitos eléctricos de acuerdo con la presente invención se puede utilizar también como un divisor de cuatro cuadrantes, en el que los terminales del primer conjunto de dos terminales eléctricos están previstos para una tensión DC y en el que los terminales del segundo conjunto de dos terminales eléctricos están conectados, por ejemplo, a una máquina eléctrica DC. Un controlador de tal 4 QC cierra entonces siempre uno de los conmutadores del primero y segundo elementos de conmutación y sincroniza el otro de estos conmutadores y el conmutador del tercer elemento de conmutación de una manera complementaria a una frecuencia alta.

La nueva disposición de circuitos eléctricos permite un uso como convertidor AC/DC bidireccional, por ejemplo para proporcionar un inversor para alimentar una rejilla de potencia. En ese caso, los terminales del primer conjunto de dos terminales eléctricos están previstos para una tensión DC, como por ejemplo una tensión de salida de un generador fotovoltaico, y los terminales del segundo conjunto de dos terminales eléctricos están previstos para una tensión AC, como por ejemplo para una rejilla de potencia AC, a la que debe alimentarse energía eléctrica. Un controlador de tal convertidor AC/DC cierra siempre uno de los conmutadores del primero o segundo elementos de conmutación durante una semionda de la tensión AC y sincroniza el otro de estos conmutadores y el conmutador del tercer elemento de conmutación de una manera complementaria. Por lo tanto, el convertidor AC/DC es capaz de realimentación y, como resultado, es capaz de proporcionar potencia reactiva. Además, puede transferir energía eléctrica a la tensión AC, incluso si esta energía es proporcionada a una tensión DC más pequeña que el valor punta de la tensión AC.

En todas las formas de realización y usos de la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención, los conmutadores están implementados razonablemente como transistores de una misma polaridad y con un diodo anti-paralelo cada uno de ellos, donde el diodo anti-paralelo, como por ejemplo en un MOSFET, puede ser también intrínseco. Los transistores del primero y del segundo elementos de conmutación pueden estar dispuestos de tal manera que sus terminales emisores (o fuente) están conectados entre sí, mientras que el transistor del tercer elemento de conmutación está conectado al primer inductor de almacenamiento en su colector / drenaje. Esta forma de realización tiene la ventaja de que una tensión de suministro individual con referencia al emisor / fuente del tercer elemento de conmutación puede alimentar un controlador del tercer elemento de conmutación directamente y controladores del primero y segundo elementos de conmutación a través de un comando de entrada.

La relación de transferencia de la tensión conseguida por la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención resulta del ciclo de trabajo, en el que el controlador activa los conmutadores. Si el conmutador del tercer elemento de conmutación está sincronizado a un ciclo de trabajo D, y si uno de los conmutadores del primero y segundo elementos de conmutación es accionado de manera correspondiente en el ciclo de trabajo 1-D, mientras que el otro de los conmutadores de primero y segundo elementos de conmutación está cerrado o su diodo paralelo es conductor, la relación de transferencia de tensión en funcionamiento continuo es: $U_{\text{sec}}/U_{\text{prim}} = 2D/(1-D)$, donde U prim es el valor absoluto de la tensión entre los terminales del primer conjunto de dos terminales y U sec es el valor absoluto de la tensión entre los terminales del segundo conjunto de dos terminales eléctricos para reducir al mínimo una ondulación de la corriente en los terminales del segundo conjunto de dos terminales eléctricos. Para una ondulación mínima de la corriente en los terminales del primer conjunto de dos terminales eléctricos, debería omitirse cualquier capacitancia entre los primeros terminales del primero y segundo conjuntos de dos terminales eléctricos.

En el funcionamiento de la disposición de circuitos eléctricos de la presente invención como inversor puesto a tierra, solamente se puede reducir al mínimo la ondulación de la corriente en los terminales del primer conjunto de dos terminales. Con esta finalidad, o bien el primero o el segundo terminales de los dos conjuntos de dos terminales eléctricos están conectados directamente y la conexión entre el primero y el segundo puntos de potencial intermedio está realizado a través de un condensador.

La nueva disposición de circuitos eléctricos proporciona, por lo tanto, un convertidor de tensión universal que puede ser implementado como bidireccional con un esfuerzo muy bajo, que puede ser operativo selectivamente invirtiendo o no-invertiendo, y que puede funcionar como un convertidor suplementario o convertidor en oposición en ambas direcciones, siendo al mismo tiempo simple y asequible a bajo coste. Además, es posible una conexión galvánica entre el primero y segundo terminales del primero y el segundo conjuntos de dos terminales eléctricos, de tal manera que, por ejemplo, en funcionamiento como un inversor en una rejilla de potencia puesta a tierra, un polo de la fuente de tensión DC puede estar conectado al conductor neutro y de esta manera se puede poner a tierra.

Con referencia ahora con más detalle a los dibujos, la disposición de circuitos eléctricos 1 ilustrada en la figura 1 comprende un primer conjunto de dos terminales eléctricos que incluyen un primer terminal A y un segundo terminal B así como un segundo conjunto de dos terminales eléctricos, que incluyen los terminales D y E. Un punto de potencial intermedio C está conectado al terminal A a través de un inductor de almacenamiento L1 que tiene solamente un arrollamiento y al terminal B a través de un elemento de conmutación S3. Además, el punto de potencial intermedio C está conectado a un punto de potencial intermedio F entre los terminales D y E. Esta conexión es aquí una conexión directa. El punto de potencial intermedio F está conectado a los terminales D y E en cada caso a través de un circuito en serie que consta de un elemento de conmutación S1 o S2, respectivamente, y

un arrollamiento L2a o L2b, respectivamente, de un segundo inductor de almacenamiento L2. Los dos arrollamientos L2a y L2b del segundo inductor de almacenamiento L2 están previstos sobre un núcleo común y están acoplados, por lo tanto, magnéticamente. El núcleo común de los arrollamientos L2a y L2b tiene una inductancia de bandeja que es lo más pequeña posible, es decir, una construcción que es típica, por ejemplo, para un transformador de un convertidor de retorno. El inductor de almacenamiento L2 está simétrico con respecto a sus dos arrollamientos L2a y L2b, de tal manera que proporciona un divisor de tensión inductiva para dividir una tensión aplicada entre los terminales D y E en mitades iguales en el caso de que los elementos de conmutación S1 y S2 sean conductores. Los terminales A y D, por una parte, y los terminales B y E, por otra parte, están conectados entre sí aquí por medio de condensadores C1 y C2, respectivamente. Al menos dos de las conexiones A-D, C-F y B-E existen con la disposición de circuitos eléctricos 1 de la presente invención y como máximo una de estas conexiones está implementada como una conexión directa, es decir, que en lugar de la conexión C-F, que está diseñada para ser directa aquí, una de las conexiones A-D y B-E podría estar implementada directa, es decir, sin un condensador, si la conexión C-F fuera implementada a través de la condensación. Cada uno de los elementos de conmutación S1 y S2 comprende al menos un conmutador operativo activamente. El elemento de conmutación S3, sin embargo, puede estar implementado también como un dispositivo de conmutación, por ejemplo, como un diodo. Los conmutadores activos de los elementos de conmutación S1 y S2 así como S3, si está previsto como conmutable activamente, son accionados dependiendo del uso de la disposición de circuitos eléctricos 1 por medio de un controlador, que no se ilustra aquí.

La figura 2 ilustra el uso de la disposición de circuitos eléctricos 1 como un convertidor DC/DC 2 con protección contra polaridad invertida a la que se puede conectar una tensión de entrada 3 de polaridad desconocida y que, independientemente de la polaridad de la tensión de entrada 3, proporciona una tensión de salida 4 de una polaridad fija. La polaridad fija se define por la dirección de paso de un diodo D3 que forma el elemento de conmutación S3, que está conectado al punto de potencial intermedio C con su cátodo aquí. Cada uno de los elementos de conmutación S1 y S2 está implementado como transistores T1 y T2, respectivamente, con diodos anti-paralelos D1 y D2, respectivamente, cada uno de los cuales está conectado al punto de potencial intermedio F con sus ánodos. Los transistores T1 y T2 están sincronizados simultáneamente por una señal 6 desde un controlador 5. Dependiendo de la polaridad de la tensión de entrada, esta operación no tiene ningún efecto directo sobre uno u otro de los dos elementos de conmutación S1 y S2, puesto que el diodo anti-paralelo D1 o D2 asociado está orientado en la dirección de conducción en cualquier caso, pero por otra parte, esto no es peligroso. Accionando el conmutador del otro elemento de conmutación S1 o S2, respectivamente, se determina la amplitud de la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada.

De acuerdo con la figura 2, los puntos de potencial intermedio C y F están conectados entre sí a través de un condensador C3. Con respecto a la conexión de los terminales E y B, se indica que pueden estar implementados o bien directamente o a través del condensador C2 para realizar o bien una referencia de potencial común o una desviación de potencial.

La señal 6 desde el controlador 5 es completamente independiente de la polaridad de la tensión de entrada 3. Esto significa que en el convertidor DC/DC 2, la disposición de circuitos eléctricos 1 funciona completamente independiente de la polaridad de la tensión de entrada 3, pero a pesar de todo proporciona siempre una tensión de salida 4 de la misma polaridad.

Un convertidor AC/DC 7 optimizado en el factor de potencia que comprende la disposición de circuitos eléctricos 1 se ilustra en la figura 3. Aquí, la disposición de circuitos eléctricos 1, incluyendo su control básico, corresponde completamente a la forma de realización de la figura 2. No obstante, se aplica una tensión de entrada AC 8 a los terminales D y E, fuera de los cuales se alimenta la tensión de salida DC 4 de una polaridad fija. Para esta finalidad, los transistores T1 y T2 son accionados también simultáneamente por medio de la señal 6. El ciclo de trabajo de la señal 6 se varía de tal manera que el factor de potencia de una corriente de entrada entre D y E se controla a un valor de 1 y se ajusta una relación de transferencia de tensión deseada entre la tensión AC de entrada 8 y la tensión DC de salida 4.

Cuando el diodo D3 es sustituido por un transistor controlable o cuando el diodo del elemento de conmutación S3 es suplementado con tal transistor controlable, el convertidor AC/DC puede ser accionado bidireccionalmente, es decir, que se puede transferir potencia eléctrica desde una tensión DC en los terminales A y B a una tensión AC en los terminales D y E. En este caso, los dos elementos de conmutación S1 y S2 tienen que volverse conductores alternativamente, cada vez para una semionda de la tensión AC, mientras que el conmutador del elemento de conmutación S1 o S2, que no es conductor permanentemente durante la presente semionda, y el conmutador del elemento de conmutación S3 son accionados alternativamente a una frecuencia alta. Cuál de los dos elementos de conmutación S1 y S2 se vuelve conductor durante una semionda respectiva de la tensión AC depende de la polaridad realmente deseada de la tensión AC de entrada 8 (o de la polaridad dictada por una rejilla de potencia conectada).

Si todos los elementos de conmutación S1, S2 y S3 están realizados sólo por conmutadores, es decir, sin diodos

paralelos, la polaridad de la tensión de salida DC 4 se puede definir, además, por el elemento de conmutación S1 o S2 que está operativo alternativamente con el elemento de conmutación S3, mientras que el otro de los elementos de conmutación S1 y S2 está permanentemente cerrado.

5 La figura 4 ilustra un divisor de cuatro cuadrantes 9 conectado entre una tensión DC 10 y una máquina eléctrica DC 11, que pueden accionarse como un motor y un generador. Además de la disposición de circuitos eléctricos 1, un condensador tampón CP está previsto entre los terminales D y E. Cada uno de los transistores T1, T2 y T3 están controlados aquí por señales de control 6 propias desde controladores 5 asociados y de tal manera que siempre uno de los transistores T1 y T2 es conductor permanentemente, mientras que el otro y el transistor T3 están sincronizados a una frecuencia alta de una manera complementaria. Seleccionando el transistor T1 o T2
10 permanentemente conductor, se define la polaridad relativa de la tensión en la máquina eléctrica 11 con respecto a la tensión DC 10, mientras que el ciclo de trabajo de la sincronización complementaria del otro de los transistores T1 y T2 y el transistor T3 define la relación de transferencia de la tensión de la disposición de circuitos eléctricos 1 entre los terminales A y B, por una parte, y los terminales D y E, por otra parte.

15 La figura 5 ilustra un convertidor DC/AC 12 que está previsto como un inversor para alimentar potencia eléctrica desde un generador fotovoltaico 13 en una rejilla de potencia AC 14, pero permite también una operación bidireccional, es decir, una transferencia de potencia eléctrica desde el lado de una tensión AC 16 hasta el lado de la tensión DC 15. Aquí la construcción y la operación corresponden esencialmente a la figura 4. No obstante, aquí los transistores T1 y T2 se vuelven alternativamente conductores para media onda de la tensión AC 16 por las señales de control 6, y el transistor T1 o T2, que no es conductor permanente durante la presente semionda y el transistor T3 del elemento de conmutación S3 están sincronizados de una manera complementaria a alta frecuencia.

20 Muchas variaciones y modificaciones se pueden realizar en las formas de realización de la invención sin apartarse sustancialmente del espíritu y los principios de la invención. Todas estas modificaciones y variaciones están destinadas para ser incluidas aquí dentro del alcance de la presente invención, como se define por las reivindicaciones siguientes.

Lista de números de referencia

- 1 Disposición de circuitos eléctricos
- 30 2 Convertidor DC/DC con protección contra polaridad invertida
- 3 Tensión de entrada DC
- 4 Tensión de salida AC
- 5 Controlador
- 6 Señal
- 35 7 Convertidor AC/DC optimizado en el factor de potencia
- 8 Tensión de entrada AC
- 9 Divisor de cuatro cuadrantes
- 10 Tensión DC
- 11 Máquina eléctrica DC
- 40 12 Convertidor AC/DC
- 13 Generador fotovoltaico
- 14 Rejilla de potencia
- 15 Tensión DC
- 16 Tensión AC
- 45 A Terminal
- B Terminal
- C Punto de potencial intermedio
- D Terminal
- E Terminal
- 50 F Punto de potencial intermedio
- C1 Condensador
- C2 Condensador
- C3 Condensador
- CP Condensador tampón
- 55 L1 Inductor de almacenamiento
- L2 Inductor de almacenamiento
- L2a Arrollamiento
- L2b Arrollamiento
- D1 Diodo
- 60 D2 Diodo
- D3 Diodo
- T1 Transistor
- T2 Transistor
- T3 Transistor

S1 Elemento de conmutación
S2 Elemento de conmutación
S3 Elemento de conmutación

REIVINDICACIONES

1.- Un convertidor de tensión (1), que comprende:

- 5 - un primer elemento de conmutación (S1), un segundo elemento de conmutación (S2) y un tercer elemento de conmutación (S3);
- un primer inductor de almacenamiento (L1), y un segundo inductor de almacenamiento (L2), que comprende un primer arrollamiento (L2a) y un segundo arrollamiento (L2b), que están acoplados magnéticamente entre sí;
- 10 - un primer conjunto de dos terminales eléctricos que consta de un primer terminal (A) y un segundo terminal (B), y un segundo conjunto de dos terminales que consta de un primer terminal (D) y un segundo terminal (E); y
- un primer punto de potencial intermedio (C) y un segundo punto de potencial intermedio (F);
- en el que el primer punto de potencia intermedio (C) tiene:
 - 15 - una primera conexión al primer terminal (A) del primer conjunto de dos terminales eléctricos a través del primer inductor de almacenamiento (L1),
 - una segunda conexión al segundo terminal (B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos, y
 - una tercera conexión al segundo punto de potencial intermedio (F), ya sea directamente o a través de un condensador (C3);
- en el que el segundo punto de potencia intermedio (F) tiene:
 - 20 - una primera conexión al primer terminal (D) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos a través de una conexión en serie del primer elemento de conmutación (S1) y el primer arrollamiento (L2a) del segundo inductor de almacenamiento (L2), y
 - una segunda conexión al segundo terminal (E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos a través de una conexión en serie del segundo elemento de conmutación (S2) y el segundo arrollamiento (L2b) del segundo inductor de almacenamiento (L2b) del segundo inductor de almacenamiento (L2);
- 25 caracterizado por que
 - la segunda conexión del primer punto de potencial intermedio (C) al segundo terminal (B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos se realiza a través del tercer elemento de conmutación (S3);
 - 30 - por que existe al menos una de una conexión entre el primer terminal (A) del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el primer terminal (D) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos y una conexión entre el segundo terminal (B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el segundo terminal (E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos y está implementada o bien directamente o a través de un condensador (C1, C2);
 - en el que como máximo una de o bien
 - 35 - la conexión entre el primer terminal (A) del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el primer terminal (D) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos, o
 - la conexión entre el segundo terminal (B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos y el segundo terminal (E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos, o
 - la tercera conexión del primer punto de potencial intermedio (C) al segundo punto de potencial intermedio (F) es una dirección directa.

2.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer elemento de conmutación (SS1) y el segundo elemento de conmutación (S2) comprenden cada uno de ellos un conmutador activo que es conmutable por medio de una señal externa (6).

3.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el primer elemento de conmutación (S1) y el segundo elemento de conmutación (S2) comprenden cada uno de ellos un diodo (D1, D2) en paralelo al conmutador activo, en el que el diodo (D1) del primer elemento de conmutación (S1) y el diodo (D2) del segundo elemento de conmutación (S2) están conectados al segundo punto de potencial intermedio (F) ambos con sus cátodos.

4.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el primer elemento de conmutación (S1) y el segundo elemento de conmutación (S2) comprenden cada uno de ellos un diodo (D1, D2) en paralelo con el conmutador activo, en el que el diodo (D1) del primer elemento de conmutación (S1) y el diodo (D2) del segundo elemento de conmutación están conectados al segundo punto de potencial intermedio (F) ambos con sus ánodos.

5.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tercer elemento de conmutación (S3) comprende un diodo (D3).

6.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con las reivindicaciones 3 a 5, en el que el diodo (D3) del tercer elemento de conmutación (S3) está conectado al primer punto de potencial intermedio (C) con su ánodo.

7.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con las reivindicaciones 4 a 5, en el que el diodo (D3) del tercer elemento de conmutación (S3) está conectado al primer punto de potencial intermedio (C) con su cátodo.

- 8.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tercer elemento de conmutación (S3) comprende un conmutador activo que es conmutable por medio de una señal externa (6).
- 5 9.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en la conexión en serie del primer elemento de conmutación (S1) y del primer arrollamiento (L2a) y en la conexión en serie del segundo elemento de conmutación (S2) y el segundo arrollamiento (L2b), el elemento de conmutación (S1, S2) respectivo está dispuesto entre el segundo punto de potencial intermedio (F) y el arrollamiento (L2a, L2b) respectivo del segundo inductor de almacenamiento (L2).
- 10 10.- El convertidor de tensión (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo inductor de almacenamiento (L2) está simétrico con respecto a sus primeros arrollamientos (L2a) entre el segundo punto de potencial intermedio (F) y el primer terminal (D) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos, por una parte, y su segundo arrollamiento (L2b) entre el segundo punto de terminal intermedio (F) y el segundo terminal (E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos, por otra parte.
- 15 11.- Un convertidor DC/DC (2) con protección contra polaridad invertida, comprendiendo el convertidor DC/DC (2):
 - un convertidor de tensión (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7,
 - en el que los terminales (D, E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para recibir una tensión de entrada DC (3), y
 - en el que los terminales (A, B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para proporcionar una tensión de salida DC (4); y
 - un controlador de sincroniza simultáneamente los conmutadores activos del primer elemento de conmutación (S1) y del segundo elemento de conmutación (S2) a una frecuencia alta.
- 20 25 12.- Un convertidor AC/DC (7) optimizado en el factor de potencia, que comprende:
 - un convertidor de tensión (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7,
 - en el que los terminales (D, E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para recibir una tensión de entrada AC (8), y
 - en el que los terminales (A, B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para proporcionar una tensión de salida DC (4); y
 - un controlador que sincroniza simultáneamente los conmutadores activos del primer elemento de conmutación (S1) y del segundo elemento de conmutación (S2) a una frecuencia alta.
- 30 35 13.- Un convertidor AC/DC, que comprende:
 - un convertidor de tensión (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7 y la reivindicación 8,
 - en el que los terminales (D, E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para recibir una tensión AC, y
 - en el que los terminales (A, B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para proporcionar una tensión DC; y
 - un controlador que sincroniza simultáneamente los conmutadores del primer elemento de conmutación (S1) y del segundo elemento de conmutación (S2) y que sincroniza el conmutador del tercer elemento de conmutación (S3), por una parte, y el primer elemento de conmutación (S1) y el segundo elemento de conmutación (S2), por otra parte, de una manera complementaria a una frecuencia alta.
- 40 45 14.- Un divisor de cuatro cuadrantes (9), que comprende:
 - un convertidor de tensión (1) de acuerdo con la reivindicación 8,
 - en el que los terminales (A, B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para una tensión DC (10), y
 - en el que los terminales (D, E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para ser conectados a una máquina eléctrica DC (11); y
 - un controlador que cierra siempre uno de los conmutadores activos del primer elemento de conmutación (S1) y del segundo elemento de conmutación (S2) durante algún tiempo, y sincroniza el otro conmutador activo del primer elemento de conmutación (S1) y del segundo elemento de conmutación (S2) y el conmutador del tercer elemento de conmutación (S3) de una manera complementaria a una frecuencia alta.
- 50 55 15.- Un convertidor DC/AC (12), que comprende:
 - un convertidor de tensión de acuerdo con la reivindicación 8,
 - en el que los terminales (A, B) del primer conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para recibir una tensión DC (15), y
 - en el que los terminales (D, E) del segundo conjunto de dos terminales eléctricos están destinados para proporcionar una tensión AC (16); y
 - un controlador que cierra siempre un conmutador activo del primer elemento de conmutación (S1) y del segundo elemento de conmutación (S2) durante media onda de la tensión AC, y alternativamente cierra el otro conmutador
- 60

activo del primer elemento de conmutación (S1) y del segundo elemento de conmutación (S2) y el conmutador del tercer elemento de conmutación (S3) de una manera complementaria a una frecuencia alta.

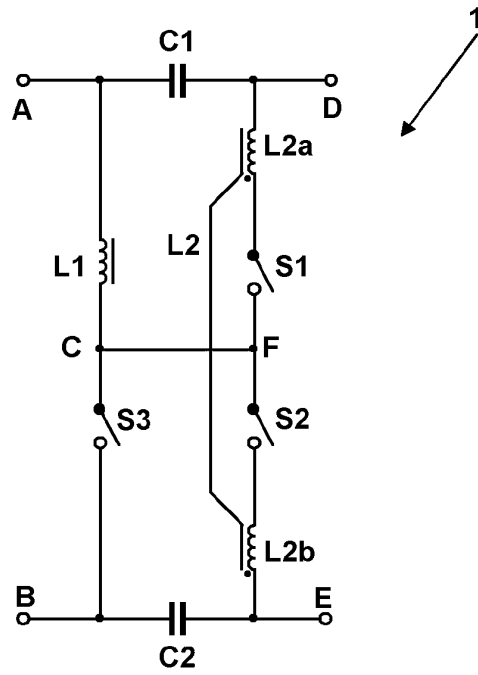


Fig. 1

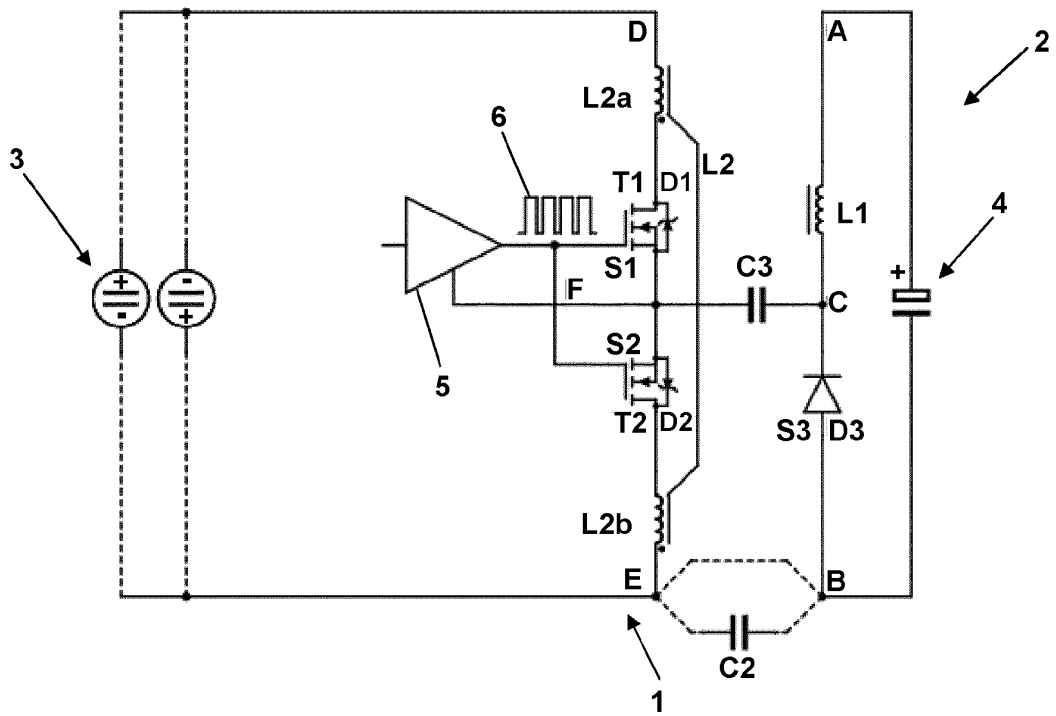


Fig. 2

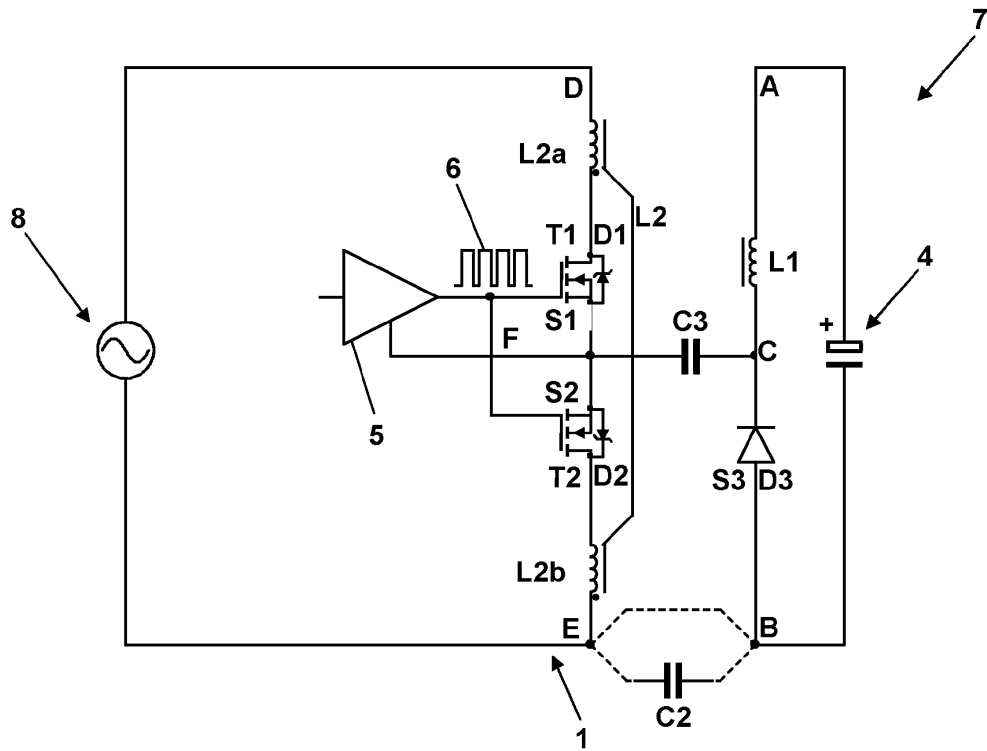


Fig. 3

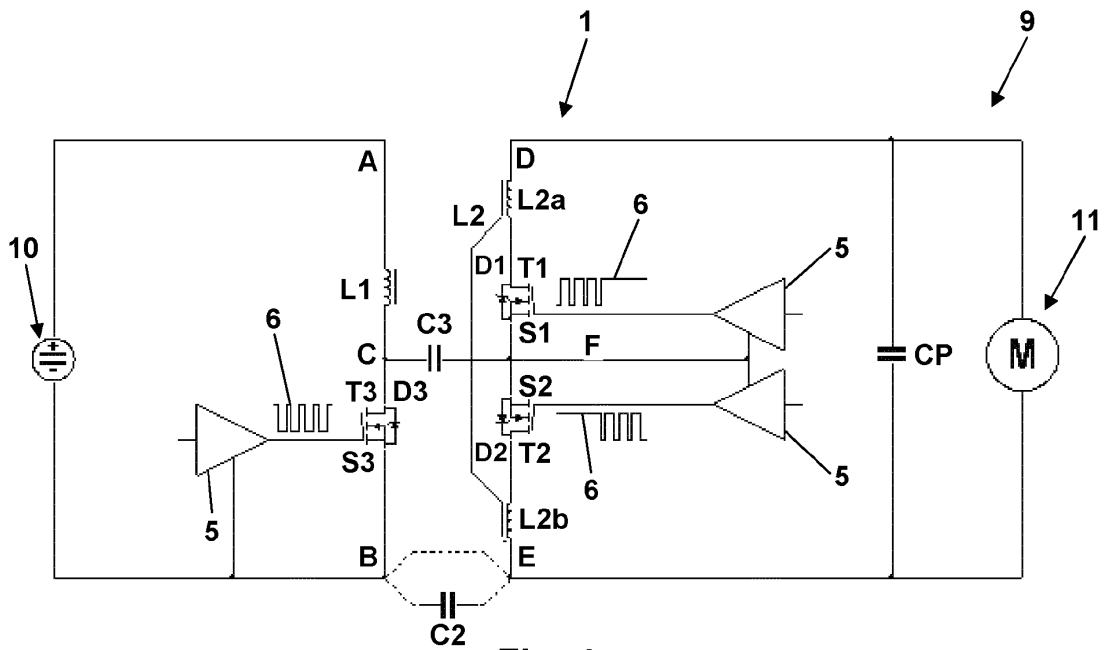


Fig. 4

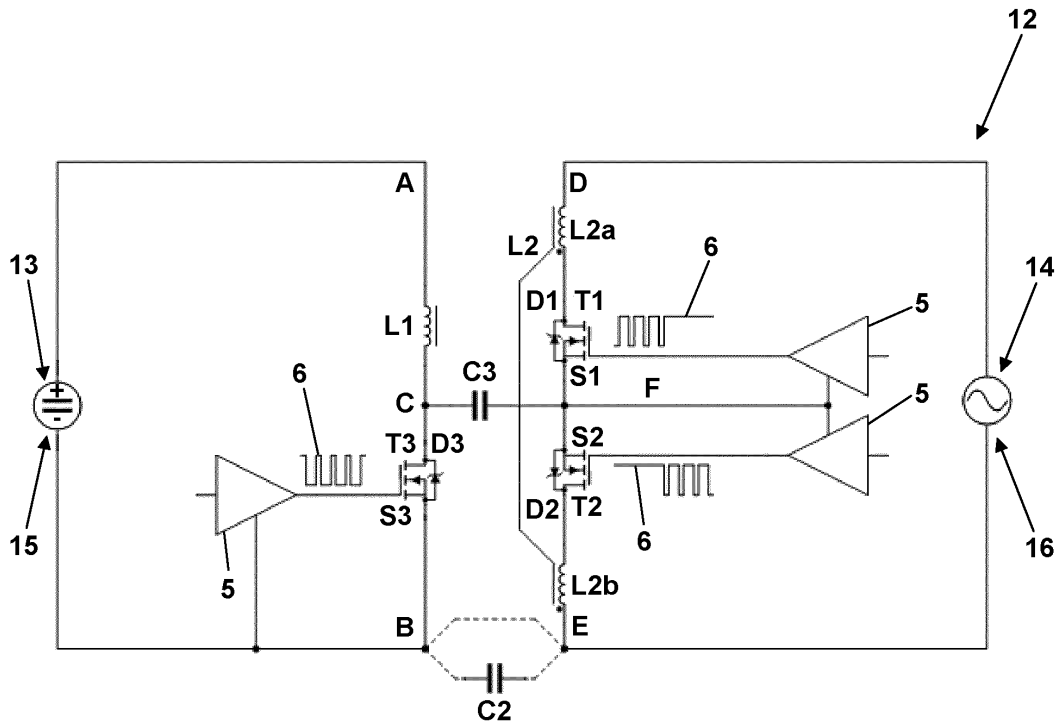


Fig. 5