



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 313 172**

51 Int. Cl.:
H02M 3/158 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05019272 .3**

96 Fecha de presentación : **06.09.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1670129**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.06.2006**

54 Título: **Transformador de tensión.**

30 Prioridad: **07.09.2004 DE 10 2004 043 609**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **Reinhard Kalfhaus**
Chemnitzer Strasse 21
63527 Mainhausen, DE

72 Inventor/es: **Kalfhaus, Reinhard**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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

Transformador de tensión.

La presente invención trata de un transformador de tensión según el concepto general de la reivindicación 1.

En el US-A.5,932,995 se describe la configuración de circuitos de un convertidor Buck (también conocido como reductor) doble con bobinas de autoinducción acopladas, que se utilizará para reducir una tensión de entrada inestable alta sin potencial base, sobre una tensión regulada de salida. Para ello, está previsto que las bobinas de autoinducción se acoplen con dos convertidores Buck independientes. Con ello la tensión de entrada se aplicará sobre las entradas de dos convertidores Buck, con lo cual se equilibrará el potencial colectivo mediante el acople de las bobinas de autoinducción y, al mismo tiempo, mediante la conmutación de los elementos de conexión. En la agrupación de elementos de conexión conocida, se actúa sobre un convertidor reductor cuya tensión de salida es constantemente más baja que la tensión de entrada.

Se describe en el DE-A-2 111 222 una pieza de circuito combinatorio para la regeneración de una tensión de entrada situada en un círculo de entrada, que presenta fluctuaciones y con forma de topología Sepic. Para la agrupación de elementos de conexión se actúa sobre un convertidor reductor alto.

El DE-A-2 111 222 se refiere a un elemento de una conexión simétrica para convertidores de corriente continua de regulación exterior de transistor, mediante el uso de un convertidor analógico digital para el control del ancho de los impulsos de los transistores de regulación. Para ello, está previsto que se derive de las corrientes guiadas en la bobina primaria del transformador-convertidor una tensión de medida con la polaridad dependiente de la simetría de los impulsos de corriente, mediante un transformador de corriente y un conmutador integrado común. La tensión regular alternativa de control facilitada en el transformador analógico digital afectará mediante la tensión a la salida del transmisor de valores medidos en el sentido de un control del ancho de los impulsos. En consecuencia, se efectuará un equilibrado de circuitos de corriente.

Se deriva del DE-A-198 00 105 un transformador de tensión de corriente, en particular para tensiones de entrada altas. Este transformador hace contacto con un lado primario que presenta varios sistemas parciales conectados en línea con al menos un disyuntor de transistor y cada uno con su propia bobina primaria correspondiente, así como con un lado secundario sobre el que los sistemas parciales están acoplados con una salida de carga en común. Al mismo tiempo, tanto los semiconductores como los pasos de entrada están cargados de tensión simétricamente, con lo cual la carga de tensión de entrada de los semiconductores está repartida entre la serie de sistemas parciales y la tensión indirecta correspondiente ubicada en el lado primario del transformador. Mediante el transformador se alcanzará una concentración de la potencia sencilla en una salida colectiva.

En el EP 0 852 422 A2 se describe un convertidor reductor con el que se evita la aparición de tensión ripple de alta frecuencia en los bornes de salida de tierra. Seguidamente, se aplicarán a los bornes de entrada y a los condensadores de carga de red dos conmutadores semiconductores direccionados simultáneamente que se encuentran en la ramificación de salida, y dos limitadores de acumulación, o un limitador de acumulación con dos bobinas separadas, potencialmente simétricos. Sin duda, este montaje no es apropiado para la aplicación en zonas de alto voltaje de kv.

En el US 6,181,079 B1 se describe una carga electrónica para energías altas con componentes magnéticos integrados, con lo cual se utiliza como topología de entrada una topología Sepic. Tampoco procede la aplicación de esta carga en zonas de alto voltaje de kv, especialmente en redes eléctricas de ferrocarriles.

Partiendo de ello, la presente invención se basa en el problema en construir un transformador de tensión del tipo nombrado al principio de tal manera que garantice una tensión de salida mínima incluso cuando se presente una reducción de la tensión de entrada por debajo del valor de la tensión de salida mínima, y que permita una concentración de potencia de diferentes grados con o sin transformador, para mejorar el rendimiento y reducir costes.

El problema se solucionará mediante las características de la reivindicación 1.

Mediante el sistema de conexiones planteado en la presente invención se conseguirá que pueda existir una tensión marginal sobre una tensión de entrada en un ámbito, por ejemplo, inferior a 450 v y superior a 1500 v, y que sea menor, mayor o igual a una tensión indirecta o a una de salida por generar, disponible de tal manera que al sumarla a la tensión de entrada sean mayores que la tensión semiconductor máxima de los elementos semiconductores utilizados (transistores/diodos). En consecuencia, se pueden utilizar semiconductores cuyo régimen de trabajo produzca un mejor rendimiento y ofrezca costes óptimos. El sistema de conexiones ofrece además la ventaja de que la tensión de salida en haz colectiva es el doble de alta que la tensión intermedia y está disponible sin separación de potencial.

El transformador de tensión basado en la presente invención puede calificarse como “regenerador doble”, compuesto por un primer sistema parcial que presenta una tensión de salida parcial positiva relativa a un potencial base, y un segundo sistema parcial que presenta una tensión de salida parcial negativa relativa a ese potencial base. La tensión de salida se compone de la suma de las tensiones de salida parciales.

Para conseguir una simetría mejorada de los grados individuales del transformador se prevé, de acuerdo con un perfeccionamiento preferencial, que las inductancias desarrolladas como bobinas de autoinducción presenten un núcleo magnético común.

- 5 Ya que el potencial de referencia designado como potencial base es un potencial estático que se corresponde siempre con media tensión de entrada y media tensión de salida, se situará preferentemente en este potencial un esquema de control de conexiones que regule/controle el transformador de tensión.

- 10 De manera preferente, la medición de corriente se realiza respectivamente en las ramas en derivación que muestran las inductancias en paralelo mediante un medidor en derivación o un sensor de corriente en forma de transformador de corriente, cuyos valores de medición individuales se pueden agregar a un valor de corriente, y que puede registrar una asimetría de las corrientes.

- 15 Con respecto a este potencial base, la tensión de entrada dará lugar a una derivación del tiempo t_{on} mediante un amplificador operacional diferencial sencillo y, del mismo modo, la tensión de salida dará lugar a una derivación del tamaño normal del valor real mediante un amplificador operacional diferencial.

- 20 Los elementos semiconductores que se encuentran en las ramas en derivación poseen un direccionamiento de potencial no definido para al menos un elemento de conexión, por ello se utilizarán una unidad de direccionamiento con direccionamiento sin potencial y un direccionamiento de 0° - 360° .

Ya que el potencial de referencia se encuentra en potencial base, es decir, en media tensión de entrada, se conseguirá la ventaja de reducir las líneas de fuga y los conductos de aire.

- 25 Preferentemente, se construirán los elementos de conexión semiconductores como transistores de efecto de campo o transistor bipolar de puerta aislada.

- 30 Otras características, ventajas y particularidades del presente invento no sólo se deducen de las reivindicaciones, de las que se derivan estas características -por sí mismas o en combinación-, sino que también se deducen de las siguientes descripciones del ejemplo de aplicación preferente.

Se muestra:

- 35 Figura 1: un primer tipo de construcción de un transformador doble Sepic y

Figura 2: un segundo tipo de construcción del transformador doble Sepic con separación.

- La figura 1 muestra un esquema básico de conexiones de un transformador de tensión SW en dos etapas que también se puede designar como regenerador doble. El transformador de tensión SW se compone de al menos dos unidades de transformación SWI, SWII, que presentan respectivamente una topología Sepic y una modificada. Con todo esto, existe en la primera unidad de transformación SW I una tensión parcial U_{EI} de la tensión de entrada U_E que genera una tensión de salida parcial positiva U_{AI} en la salida de la unidad SW I con respecto a un potencial P colectivo (potencial base). Además, se prevé una segunda unidad de transformación SW II que genera una tensión de salida $-U_{AII}$ negativa con respecto al potencial colectivo P, a partir de una tensión parcial U_{EII} de la tensión de entrada U_E , de manera que para un circuito de salida de las unidades de transformación SW I y SW II, se encuentra disponible la tensión de salida U_A como suma de las tensiones de salida parciales U_{AI} y U_{AII} .

- La primera unidad de transformación SWI comprende, partiendo de un borne de entrada PUE, una rama en serie que presenta una inductancia L_{LI} , un condensador C_1 y un diodo D_1 . El borne de entrada PUE de la primera unidad de transformación SWI está conectado con una conexión de la inductancia L_{LI} , así como con un primer terminal de polo de un condensador C_{EI} . El segundo polo está conectado con el potencial colectivo P. El condensador C_{EI} presenta una tensión parcial U_{EI} de la tensión de entrada U_E . Un punto de unión VS1 entre la inductancia L_{LI} y el condensador C_1 está conectado con el potencial colectivo P mediante un elemento de conexión semiconductor T_1 . Un punto de unión VS2 entre el condensador C_1 y un ánodo del diodo D_1 se encuentra sobre una inductancia L_{QI} y sobre el elemento amperímetro IMI en el potencial colectivo P. Un electrodo del diodo D_1 está conectado con una salida positiva PUA y un polo positivo de un condensador de salida C_{AI} cuyo polo negativo está conectado con el potencial colectivo P. En el condensador C_{AI} se encuentra una tensión de salida parcial U_{AI} de la tensión de salida U_A .

- La segunda unidad de transformación SWII comprende, partiendo de un borne de entrada MUE, una rama en serie que presenta una inductancia L_{LII} , un condensador C_{II} y un diodo D_{II} . El borne de entrada MUE de la segunda unidad de transformación SWII está conectado con una conexión de la inductancia L_{LII} , así como con un primer terminal de polo de un condensador C_{EII} . El segundo polo está conectado con el potencial colectivo P. El condensador C_{EII} presenta una tensión parcial U_{EII} de la tensión de entrada U_E . Un punto de unión VS3 entre la inductancia L_{LII} y el condensador C_{II} está conectado con el potencial colectivo P mediante un elemento de conexión semiconductor T_{II} . Un punto de unión VS4 entre el condensador C_{II} y un ánodo del diodo D_{II} se encuentra sobre una inductancia L_{QII} y sobre el elemento amperímetro IM_{II} en el potencial colectivo P. Un electrodo del diodo D_{II} está conectado con una salida negativa MUA y un polo negativo de un condensador de salida C_{AII} cuyo polo positivo está conectado con el potencial colectivo P. En el condensador C_{AII} se encuentra una tensión de salida parcial U_{AII} de la tensión de salida U_A .

ES 2 313 172 T3

El transformador de tensión SW para tensiones de entrada aumentadas U_E está concebido fundamentalmente para el funcionamiento de sistemas electrónicos (convertidor rotatorio, sistemas de carga de baterías, ondulator) a, por ejemplo, 600-750 VDC y 1000 V AC, para lo cual está disponible como tensión de entrada U_E una tensión en un intervalo de valores límites de $400 \leq U_E \leq 1500$ V. Esto es válido para el estado actual de tecnología semiconductora, aunque también se puede aplicar con seguridad a otras tensiones nominales.

Mediante las topologías nombradas arriba, se conseguirá que se genere una tensión de salida a partir de la tensión de entrada U_E que sea menor, igual o mayor que una tensión de salida U_A por establecer, y a una tensión intermedia. Esta tensión de salida es, al sumarse con la tensión de entrada U_E de una tensión adicional transitoria U_{TRANS} , mayor que la rigidez mecánica de los componentes semiconductores TI, TII, DI, DII de la rama individual.

Para el funcionamiento del transformador de tensión SW como ejemplo de una red de tracción, se tiene que contar con las tensiones transitorias en función a $U_{TRANS} \approx 2000$ V. Para las topologías de conmutación conocidas desde el punto de vista técnico, se tienen que utilizar elementos de conmutación semiconductores que presenten rigidez mecánica de más de 2000 V. En el presente caso se ajusta una tensión de entrada U_E en un intervalo de 450 hasta 1500 V y una tensión de salida de 660 V en los elementos de conexión semiconductores TI y TII para una localización de las unidades de transformación SWI, SWII 750 V + 330 V; es decir, la mitad de la suma de la tensión de entrada y la tensión de salida (1500 V + 660 V): 2 = 1080 V. Cuando se desconecta la unidad de potencia al comenzar los fenómenos transitorios, en caso de tensiones transitorias U_E plus, estas pueden dar lugar a tensión doble de elementos de conexión individuales. Con ello se conseguirá que se puedan aplicar componentes semiconductores que se encuentren en su rigidez mecánica por debajo de los valores de tensión proporcionados por la tensión de entrada y la transitoria. Estos elementos semiconductores tienen un comportamiento de conexión más rápido, un tamaño menor y son más económicos.

En el caso hipotético de una operación sincrónica (con las mismas superficies de tiempo-tensión) de los conectores semiconductores TI y TII, la rama en serie del potencial colectivo P estará sin corriente. Sólo en casos de desigualdad en la sincronización de tiempo y de una operación con diferencia de hora de los flujos de corrientes derivadas a, $\underline{a}$, b, $\underline{b}$ en las ramas de los transformadores de tensión SWI, SWII, las corrientes circularán por las ramas c, d, e. En casos simétricos, las corrientes derivadas son idénticas; es decir, $a=\underline{a}=a_1$, $b=\underline{b}$ y $b_1=\underline{b}_1$.

Ya que los elementos de conexión semiconductores, especialmente los transistores semiconductores como el transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) o el transistor de efecto de campo (MOSFET), se encuentran en diferentes potenciales de referencia, se tiene que realizar un direccionamiento de al menos un transistor TI y TII mediante direccionamiento sin potencial 0°-360°.

La medición de corriente en las inductancias en paralelo LQI, LQII se realiza preferentemente mediante resistencias de derivación o mediante transformadores de corriente sin potencial, como por ejemplo el transformador LEM (LEM, marca registrada). Esta corriente corresponde a una corriente I_A .

Las tensiones de entrada parciales U_{EI} , U_{EII} se encuentran un 50% más bajas según la topología de acuerdo con la invención presente; es decir, para una tensión de entrada U_E en función de 450 hasta 1500 V, U_{EI} y U_{EII} se encuentran en función de 225 hasta 750 V. Por lo tanto, se pueden montar semiconductores con una tensión máxima en función de 1200 V en poco tiempo y a bajo coste.

Además, está disponible en la salida una tensión de salida "afianzable" de, por ejemplo, $U_A = 66$ V, para lo cual en direccionamientos sincrónicos (de igual tiempo/con diferencia de tiempo) el potencial colectivo P se equipara con la mitad de la tensión de entrada y la mitad de la tensión de salida.

En la agrupación de elementos de conexión descrita arriba no tiene importancia si la tensión de entrada disponible se trata de una tensión DC o una tensión AC con tensión senoidal, rectangular o trapezoidal de 16,3 /50/60 o 400 Hz.

La unidad operativa de direccionamiento (SRE) se encuentra en potencial P y está conectada con PUA y MUA para medición de la tensión de salida. Para el control del tiempo t_{on} se medirán las tensiones de entrada PUE y PUM. Además, se prevén conexiones para la medición de corriente I_{AI} y I_{AII} mediante tensiones de derivación.

La figura 2 muestra otro tipo de construcción del transformador de Sepic doble con separación potencial, por el que se sustituirán los condensadores de salida C_{AI} , y C_{AII} cada uno mediante una bobina primaria T1.1 y T2.1 de un transformador de separación T1 y T2. Para ello, las tensiones de salida parciales U_{AI} y U_{AII} están conectadas en una bobina secundaria. Las bobinas secundarias pueden conectarse de manera paralela o en línea según el consumo de tensión y de corriente, por lo que se realiza un equilibrado de circuitos de las unidades de rendimientos SWI y SWII.

REIVINDICACIONES

1. Transformador de tensión (SW) completo al menos con una primera y una segunda unidades de tensión (SW I, SW II), con sus propias entradas, para lo cual en cada entrada se encuentra una primera y una segunda tensión de entrada parcial U_{EI} , U_{EII} , que en suma forman una tensión de entrada U_E y con una primera y una segunda salidas, por lo cual en la primera salida de la primera unidad de transformación (SW I) se encuentra una tensión de salida parcial positiva U_{AI} con respecto a un potencial colectivo (P) y en la segunda salida de la segunda unidad de transformación (SW II) se encuentra una tensión de salida parcial negativa U_{AII} con respecto al potencial colectivo (P), con lo cual la suma de las tensiones de salida individuales U_{AI} y U_{AII} da lugar a la tensión de salida, **caracterizado** porque las unidades de transformación primera y segunda (SWI, SWII) están incluidas en un tensión de entrada U_E presentada en una tensión de transmisión (U_{TRANS}) muy variable de una red de tensiones, para lo cual la tensión de entrada U_E es más pequeña, igual o más grande que la tensión de salida a generar, porque la primera unidad de transformación (SWI) presenta una rama en serie con una primera inductancia (L_{LI}) un primer condensador (C_I) y un primer diodo (D_I), para lo cual están conectados con el potencial colectivo (P) un borne de entrada (PUE) con una primera conexión de la primera inductancia lineal (L_{LI}) y mediante un primer condensador de entrada (C_{EI}), para lo cual está conectado con el potencial colectivo (P) un primer punto de unión (VS1) entre la primera inductancia lineal (L_{LI}) y el primer condensador (C_I) mediante un primer elemento de conexión semiconductor (T_I). Un segundo punto de unión (VS2) entre el primer condensador (C_I) y un ánodo del primer diodo (D_I) están conectados con el potencial colectivo (P) mediante una primera inductancia en paralelo y se encuentra en la parte de la salida de un borne de salida un electrodo del primer diodo (D_I) que está conectado con el potencial colectivo (P) mediante un primer condensador de conexión (C_{AI}), porque la segunda unidad de transformación (SWII) presenta una segunda rama en serie en la que se agrupan una segunda inductancia lineal (L_{LII}), un segundo condensador (C_{II}), y un segundo diodo (D_{II}). Un borne de entrada (MUE) de la segunda unidad de transformación (SW II) está conectada con una conexión de la segunda inductancia lineal (L_{LII}), así como con el primer polo de un segundo condensador de entrada (C_{EII}), cuyo segundo polo se encuentra en el potencial colectivo (P), un tercer punto de unión (VS3) entre la segunda inductancia lineal (L_{LII}) y el segundo condensador (C_{II}) está conectado con el potencial colectivo (P) mediante un segundo elemento de conexión semiconductor (T_{II}), un cuarto punto de unión (VS4) entre el segundo condensador (C_{II}) y un electrodo del segundo diodo (D_{II}) está conectado con el potencial colectivo mediante una segunda inductancia en paralelo (L_{QII}), para lo cual un ánodo del segundo diodo (D_{II}) está conectado con una salida negativa (MUA) y un polo negativo de un segundo condensador de salida (C_{AII}), cuyo polo positivo está conectado con el potencial colectivo (P). Para ello, la tensión de salida parcial (U_{AII}) se encuentra en el segundo condensador de salida (C_{AII}), porque la tensión de salida (U_A) que se encuentra por el lado de salida en la primera y segunda unidad de transformación (SWI, SWII) está regulada para el suministro de un sistema electrónico y los elementos de semiconducción (T_I , T_{II} , D_I , D_{II}) de la rama individual presentan una rigidez mecánica que es más pequeña que la suma de tensión de entrada (U_E) y tensión de salida (U_A), junto con la tensión transitoria (U_{TRANS}), y por lo cual una unidad operativa de control (SRE) está conectada al potencial colectivo mediante el cual el primer y el segundo elementos de conexión semiconductores son direccionales sincrónicamente.

2. Transformador de tensión según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las inductancias se generan como bobinas de autoinducción que presentan preferentemente un núcleo magnético común.

3. Transformador de tensión según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque el transformador de tensión (SW) presenta una unidad operativa de control (SRE) para el direccionamiento sin potencial al menos del elemento de conexión semiconductor (T_{II}).

4. Transformador de tensión según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los elementos de conexión semiconductores (T_I y T_{II}) se construyen como transistores bipolares de puerta aislada o transistores de efecto de campo.

5. Transformador de tensión según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en un brazo de derivación las inducciones en serie (IM, IM) se proporciona preferiblemente una resistencia de derivación a través de la cual la corriente medida se corresponde con la corriente de salida (I_{AI} , I_{AII} , I_A).

6. Transformador de tensión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la unidad operativa de control (SRE) prescinde de la tensión de entrada U_E con respecto al potencial P para la regulación previa t_{on} mediante amplificadores de medición diferencial.

7. Transformador de tensión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la unidad operativa de control (SRE) prescinde de la tensión de salida U_A con respecto al potencial P para la regulación previa t_{on} mediante amplificadores de medición diferencial.

8. Transformador de tensión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque mediante la medición diferencial, el potencial P no ejerce un esfuerzo asimétrico y para una marcha sin carga no será asimétrico para PUE/MUE.

9. Transformador de tensión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque mediante la adición/substracción de las corrientes de rama en derivación (I_{AI} , I_{AII}) se puede fijar una asimetría de las unidades de transformación (SWI, SWII).

ES 2 313 172 T3

10. Transformador de tensión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las unidades de transformación individuales (SWI, SWII) presentan cada una en sus salidas un transformador premarcado de separación (T1, T2) de corrientes aplicadas.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

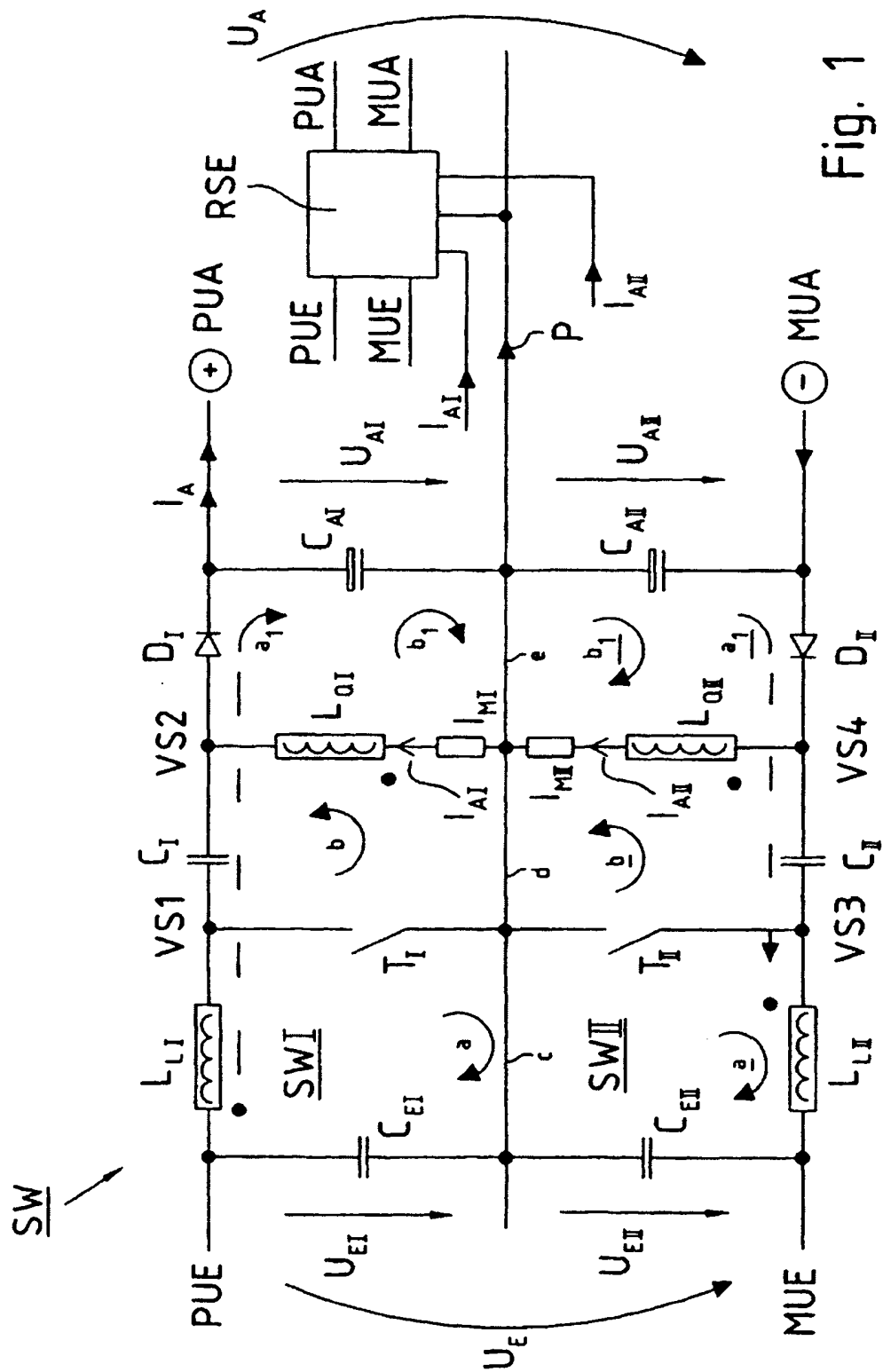


Fig. 1

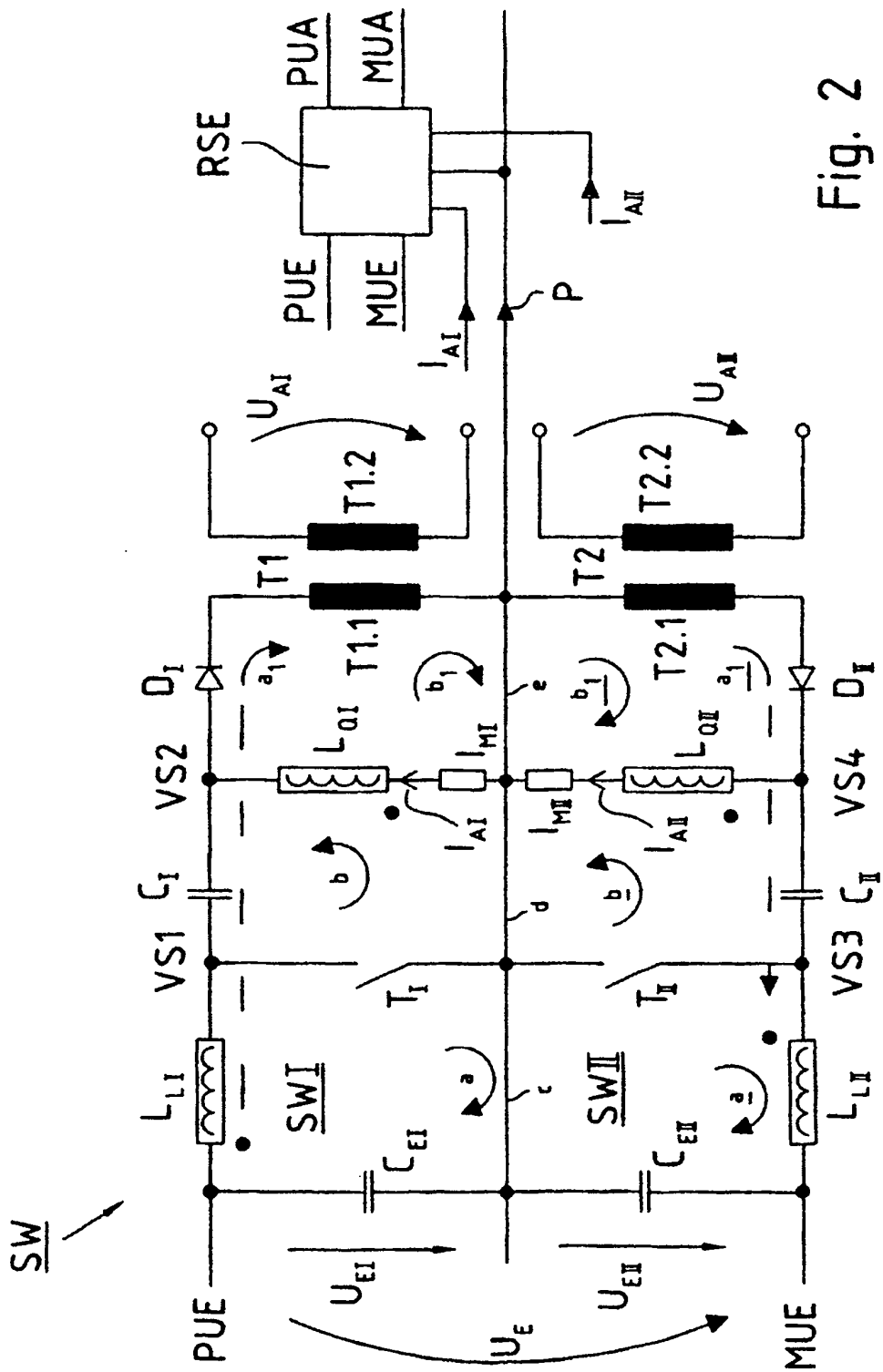


Fig. 2