

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 817**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.04.2021 PCT/EP2021/058791**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2021 WO21198505**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2021 E 21717795 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2024 EP 4100751**

54 Título: **Amplificador conmutable**

30 Prioridad:

**03.04.2020 AT 502872020**

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

**01.07.2024**

73 Titular/es:

**OMICRON ELECTRONICS GMBH (100.0%)  
Oberes Ried 1  
6833 Klaus, AT**

72 Inventor/es:

**PÉREZ DE AYALA RULL, PEDRO y  
DENZ, PATRICK**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 974 817 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

## Amplificador conmutable

5 La presente invención se refiere a un amplificador para un aparato de prueba que es adecuado para probar un componente eléctrico, en donde el amplificador está diseñado para emitir una señal de prueba en una salida de señal entre un terminal de salida positivo y un terminal de salida negativo, en donde el amplificador comprende un primer medio puente que presenta un primer elemento de conmutación y un segundo elemento de conmutación conectado en serie a través de un primer punto central con el primer elemento de conmutación, y un segundo medio puente que  
10 presenta un tercer elemento de conmutación y un cuarto elemento de conmutación conectado en serie a través de un segundo punto central con el tercer elemento de conmutación.

Con frecuencia, son necesarios aparatos de prueba para probar dispositivos de control de dispositivos de conmutación electromecánicos o electrónicos. Especialmente en el ámbito de la tecnología de protección eléctrica y el suministro de energía eléctrica, probar la función de los dispositivos de conmutación y sus dispositivos de control es importante y, a menudo, incluso obligatorio. Por ejemplo, dispositivos de conmutación montados sobre mástiles en redes eléctricas de media tensión a menudo están equipados con actuadores electromagnéticos y conectados a dispositivos de control a través de conexiones de control. Habitualmente, se usa un aparato de prueba que debería simular el dispositivo de conmutación. Para ello, el dispositivo de conmutación y la conexión de control se separan del dispositivo de control y en su lugar se conecta un aparato de prueba al dispositivo de control a través de un cable adaptador para probar su función. El aparato de prueba genera entonces una señal de prueba eléctrica correspondiente que excitará el dispositivo de control a ciertas reacciones. Las reacciones se registran por el aparato de prueba y se evalúan.

Una señal de prueba está compuesta de una corriente de prueba y una tensión de prueba. La señal de prueba puede tener una alta tensión de prueba, por ejemplo, en el intervalo de 300 V, y una baja corriente de prueba, por ejemplo, en el intervalo de 1 A. Para ello, en el aparato de prueba está previsto un amplificador de tensión que está diseñado para generar una señal de prueba con una alta tensión de prueba y una baja corriente de prueba. Como alternativa, la señal de prueba también puede estar prevista con una alta corriente de prueba, por ejemplo, en el intervalo de 30 A, y una baja tensión de prueba, por ejemplo, en el intervalo de 25 V. Para ello nuevamente está previsto un amplificador de corriente, que está diseñado para generar una señal de prueba con una alta corriente de prueba y una baja tensión de prueba. Dado que se emite o bien una alta tensión de prueba y una baja corriente de prueba o bien una alta corriente de prueba y una baja tensión de prueba, resulta una salida de potencia relativamente baja.

Si un amplificador de corriente y un amplificador de tensión están previstos en un aparato de prueba, entonces estos presentan diferentes topologías, separadas entre sí. Para el amplificador de tensión está prevista una salida de tensión especial (que comprende un terminal de salida de tensión positivo y un terminal de salida de tensión negativo), y para el amplificador de corriente está prevista una salida de corriente especial que está separada de la salida de tensión (que comprende un terminal de salida de corriente positivo y un terminal de salida de corriente negativo). Dado que una señal de prueba con simultáneamente alta tensión de prueba y alta corriente de prueba no es emitida ya sea en la salida de corriente o en la salida de tensión, una potencia relativamente baja es emitida en ambos, en la salida de tensión y en la salida de corriente. No obstante, el amplificador de corriente y el amplificador de tensión tienen que ser dimensionados de manera suficientemente robusta, para poder emitir la alta corriente de prueba o la alta tensión de prueba. Si un aparato de prueba presenta un amplificador de tensión y un amplificador de corriente, el aparato de prueba no solo es correspondientemente voluminoso, sino también pesado, lo que naturalmente tiene un efecto negativo sobre la portabilidad. Esto es desventajoso dado que una prueba de dispositivos de control de un dispositivo de conmutación tiene lugar por regla general in situ en el campo, donde se desea un alto grado de movilidad.

Por el documento CN 109 687 715 A se conoce un convertidor CC-CC, en particular un convertidor de resonancia con un transformador, así como un procedimiento de control asociado mediante el que se mejora un alcance de amplificador. Para ello, se dispone de dos conmutadores de relé en el lado primario, que pueden utilizarse para conmutar entre un circuito de puente completo del lado de entrada y un circuito de medio puente del lado de entrada en función de una tensión de salida del convertidor resonante, que se compara con un valor de referencia predefinido para este fin.

55 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un amplificador de tensión y un amplificador de corriente de peso ligero y robustos para un aparato de prueba.

Este objetivo se logra de acuerdo con la invención proporcionando una unidad de conmutación que está diseñada para conectar, en un primer modo operativo, el primer punto central del primer medio puente con el segundo punto central del segundo medio puente y para conmutar a uno de los terminales de salida de la salida de señal y, en un segundo modo operativo, conmutar el primer punto central del primer medio puente y el segundo punto central del segundo medio puente a, en cada caso, uno de los terminales de salida de la salida de señal. Además el amplificador está diseñado para controlar, en el primer modo operativo el primer medio puente con señales de control que están desfasadas 180 grados con respecto a señales de control para el control del segundo medio puente y para controlar, en el segundo modo operativo el primer medio puente y el segundo medio puente con señales de control equifásicas.

El primer modo operativo está optimizado para emitir una señal de prueba con una alta corriente de prueba, con lo que el amplificador puede considerarse como amplificador de corriente en el primer modo operativo. En el primer modo operativo, el amplificador, en la salida de señal, por medio de la conexión paralela del primer medio puente y el segundo medio puente, puede por lo tanto emitir una señal de prueba con una alta corriente de prueba, por ejemplo, en el intervalo de 25 a 50 A, y con una tensión de prueba baja o despreciable, por ejemplo, en el intervalo de 0 a 25 V.

El segundo modo operativo está optimizado para emitir una señal de prueba con una alta tensión de prueba, con lo que el amplificador puede considerarse como amplificador de tensión en el segundo modo operativo. Por lo tanto, en el primer modo operativo por medio de la conexión en serie del primer medio puente y el segundo medio puente, el amplificador puede emitir una señal de prueba con una alta tensión de prueba, por ejemplo, en el intervalo de 50 V - 10 kV, y una corriente de prueba baja y/o despreciable, por ejemplo, en el intervalo de 0 a 1 A, en la salida de señal.

Como resultado, por medio del amplificador de acuerdo con la invención, que es conmutable del primer al segundo modo operativo y viceversa, se realiza tanto un amplificador de corriente como un amplificador de tensión, en función del modo operativo. Dependiendo del modo operativo, una señal de prueba con una alta tensión de prueba y una baja corriente de prueba o con una alta corriente de prueba y una baja tensión de prueba pueden emitirse en una salida de señal, es decir, entre un terminal de salida positivo y un terminal de salida negativo. El amplificador de acuerdo con la invención entonces permite un uso de la misma salida de señal en el primer y el segundo modo operativo. Por el contrario, aparatos de prueba de acuerdo con el estado de la técnica, es decir, con amplificadores de tensión y amplificadores de corriente separados, presentan salidas de tensión y salidas de corriente separadas. Naturalmente, también es posible, en el amplificador de acuerdo con la invención, proporcionar salidas de señal separadas para el primer y el segundo modo operativo, pero eso significaría una complejidad de conexión adicional. Dado que de acuerdo con la invención está prevista una topología de circuito común para ambos modos operativos, se requiere una menor cantidad de elementos constructivos que en el caso de una configuración separada de un amplificador de tensión y amplificador de corriente. El volumen y la masa del amplificador conmutable son entonces inferiores, lo que significa un grado superior de portabilidad.

A este respecto, como se menciona al principio, el primer medio puente del amplificador comprende un primer elemento de conmutación y un segundo elemento de conmutación, conectado en serie con el primer elemento de conmutación, y el segundo medio puente comprende un tercer elemento de conmutación y un cuarto elemento de conmutación conectado en serie con el tercer elemento de conmutación. Naturalmente, elementos de conmutación adicionales también pueden estar previstos en el primer y/o el segundo medio puente, por ejemplo, para aumentar la potencia que se puede emitir en la salida.

Preferentemente, el amplificador comprende una primera fuente de tensión de CC y una segunda fuente de tensión de CC conectada en serie a través de un punto de conexión, en donde el primer y el segundo medio puente están conectados en cada caso en paralelo a la primera y la segunda fuente de tensión de CC conectadas en serie, y un punto de conexión del primer elemento de conmutación y del segundo elemento de conmutación forma un primer punto central, y un punto de conexión del tercer elemento de conmutación y del cuarto elemento de conmutación forma un segundo punto central, en donde el primer punto central está conectado con el terminal de salida positivo.

En el primer modo operativo, el segundo punto central puede conectarse con el terminal de salida positivo y desconectarse del terminal de salida negativo, de igual forma que el punto de conexión puede conectarse con el terminal de salida negativo para conmutar el primer medio puente y el segundo medio puente en paralelo a la salida de señal. Por lo tanto, una señal de prueba con una alta corriente de prueba puede emitirse en la salida de señal.

Además, un inductor de filtro puede estar previsto en la salida de señal, cuya inductancia preferentemente es conmutable. El inductor de filtro puede conectarse en serie al terminal de salida positivo o al terminal de salida negativo. Preferentemente, la inductancia del inductor de filtro es conmutada a una inductancia inferior, por ejemplo, 10  $\mu\text{H}$ , en el primer modo operativo, y a una inductancia superior, por ejemplo, 200  $\mu\text{H}$ , en el segundo modo operativo. Esto puede tener lugar a través de una pulsación central del inductor de filtro. Como resultado, en el segundo modo operativo, el rizado de la señal de prueba puede mantenerse pequeño por medio de la inductancia superior. Puede estar previsto también que un inductor de filtro esté conectado con la salida de señal solamente en el primer modo operativo, y puede separarse de la salida de señal, por ejemplo, puenteado, en el segundo modo operativo. En el segundo modo operativo, la tensión de prueba de la señal de prueba se regula fundamentalmente, como resultado de lo cual, en particular, cargas de alta impedancia pueden conectarse a la salida de señal. Si el inductor de filtro se conecta con la salida de señal en el segundo modo operativo, la corriente de prueba de la señal de prueba puede regularse más fácilmente en el segundo modo operativo, dado que la corriente de prueba se suaviza por el inductor de filtro. Por lo tanto, es posible operar no solamente cargas de baja impedancia, sino también cargas de alta impedancia, debido a la alta tensión de salida de accionamiento. El inductor de filtro es opcional, pero tiene un efecto favorable sobre el comportamiento de control y la calidad de la señal de la salida.

En el segundo modo operativo, el terminal de salida negativo preferentemente se separa del punto de conexión y es conectada al segundo punto central. El primer medio puente y el segundo medio puente entonces se conectan en serie, y una señal de prueba con una alta tensión se emite en la salida de señal.

En el segundo modo operativo, puede tener lugar la conexión del segundo punto central con el terminal de salida negativo a través de un primer conmutador que se controla por la unidad de conmutación.

5 El amplificador de acuerdo con la invención puede utilizarse en un aparato de prueba para probar un componente eléctrico, preferentemente un dispositivo de control de un dispositivo de conmutación, de una instalación de distribución eléctrica. Para ello, la señal de prueba puede aplicarse al componente eléctrico para permitir una prueba. El aparato de prueba también puede recibir una señal de entrada para probar el componente eléctrico. Sin embargo, la comprobación de la función del componente eléctrico también puede tener lugar independientemente del aparato de prueba.

10 Por ejemplo, puede estar previsto un aparato de prueba para probar medidores de energía. Un medidor de energía mide una corriente y una tensión por un periodo de tiempo predeterminado para poder determinar correctamente la energía consumida. Los medidores de energía generalmente tienen un contador de bobina o entregan pulsos de recuento, por ejemplo, a través de un LED, por ejemplo, con 1000 pulsos/kWh. La precisión del medidor de energía puede evaluarse utilizando un aparato de prueba. Esto se puede tener lugar emitiendo el amplificador del aparato de prueba la señal de prueba para simular corrientes y/o tensiones, por ejemplo, variables secundarias análogas de convertidores de corriente y/o tensión, durante un tiempo predeterminado. Estas corrientes y/o tensiones, es decir, la señal de prueba, se alimentan por un lado al medidor de energía, pero, por otro lado, también se registran directamente, y la energía emitida realmente se calcula a partir de eso. Además de o en lugar de registrar las corrientes y/o tensiones, la energía emitida por el aparato de prueba también puede registrarse directamente. El medidor de energía determina igualmente la energía a partir de las corrientes y/o tensiones, tras lo cual la energía emitida realmente, es decir, registrada o calculada, se compara con la energía determinada por el medidor de energía. Como resultado, puede determinarse la precisión del medidor de energía. La determinación en sí puede tener lugar mediante una unidad de comparación que compara la energía emitida con la energía determinada. La unidad de comparación puede estar prevista en el aparato de prueba en sí o como un componente independiente o aparato independiente. Naturalmente, la comparación también tener lugar por un usuario.

15 Además, un aparato de prueba que comprende un amplificador de acuerdo con la invención puede probar una señal secundaria de medios operativos (convertidor, relés de protección) de una instalación eléctrica. Para ello, se emite una señal de prueba por el amplificador del aparato de prueba, donde esta señal se utiliza como señal primaria. La señal primaria se aplica en un lado primario de los medios operativos, y, además, la señal secundaria se determina en el lado secundario de los medios operativos. La señal secundaria puede probarse para la polaridad correcta, el nivel correcto, etc., como un resultado de lo cual, por ejemplo, el cableado del lado secundario puede probarse. El análisis de la señal secundaria puede tener lugar mediante una unidad de análisis que está prevista en el aparato de prueba en sí o como un componente o aparato independiente. Naturalmente, el análisis también puede tener lugar por un usuario.

20 La presente invención se explica con más detalle a continuación con referencia a las figuras 1 a 5c, que muestran a modo de ejemplo, de manera esquemática y no limitante configuraciones ventajosas de la invención. A este respecto muestra

- la figura 1a una instalación de distribución eléctrica con una unidad de control,
- la figura 1b un aparato de prueba conectado con la unidad de control,
- 45 la figura 2 una configuración del amplificador,
- la figura 3a el amplificador en el primer modo operativo,
- la figura 3b el amplificador en el segundo modo operativo,
- la figura 3c el amplificador en el segundo modo operativo con un inductor de filtro Lx en la salida,
- 50 la figura 4a una señal de prueba en el primer modo operativo en un ciclo de trabajo del 50 %,
- la figura 4b una señal de prueba en el primer modo operativo en un ciclo de trabajo del 40 %,
- la figura 5a una señal de prueba en el segundo modo operativo en un ciclo de trabajo del 50 %,
- la figura 5b una señal de prueba en el segundo modo operativo en un ciclo de trabajo del 40 %,
- 55 la figura 5c una señal de prueba en el segundo modo operativo en un ciclo de trabajo del 60 %.

En la figura 1a se representa una parte de una red de suministro eléctrico 1, en este caso una línea aérea trifásica, cuyas líneas 3 están tensadas en una manera convencional entre mástiles 2. En el mástil está prevista como equipo de seguridad una instalación de distribución 4 que se compone de un dispositivo de conmutación 5 y de una unidad de control 6 asociada. El dispositivo de conmutación 5 es, por ejemplo, de manera conocida, un reconector o un disyuntor en forma de un actuador magnético, que incluye una bobina. El dispositivo de conmutación 5 es capaz de separar o conectar al menos una de las líneas 3 mediante una operación de conmutación activada por el dispositivo de control 6.

65 Para ello, el dispositivo de conmutación 5 está conectado con el dispositivo de control 6 a través de una conexión de control 12. Para ello, la conexión de control 12 comprende por regla general un número de líneas piloto para la

transmisión de variables de entrada de control y variables de salida de control. Las operaciones de conmutación se activan típicamente mediante variables de salida de control.

Para probar la instalación de distribución 4, la conexión de control 12 se separa entre el dispositivo de conmutación 5 y el dispositivo de control 6, como se representa en la figura 1b. También es posible que el dispositivo de conmutación 5 no esté conectado en absoluto al dispositivo de control 6 antes de la prueba, por ejemplo, durante la puesta en marcha inicial lo que significa que la desconexión de la conexión de control 12 puede omitirse. Este es bastante a menudo el caso, puesto que los dispositivos de control 6 frecuentemente se parametrizan antes de una instalación y a continuación se comprueban funcionalmente con el aparato de prueba 10 antes de llevarlas "al campo" e instalarse. El dispositivo de control 6 se conecta para la prueba con un cable adaptador 11 a un aparato de prueba 10, que simula el dispositivo de conmutación 5 para poder probar la función correcta y la parametrización de la unidad de control 6 de la instalación de distribución 4. El cable adaptador 11 se conecta con un lado a la entrada de señal del dispositivo de control 6 y con el otro lado a la salida de señal 9 del aparato de prueba 10. Por lo tanto, el aparato de prueba 10 sirve para imitar o simular el dispositivo de conmutación 5. Variables secundarias análogas de convertidores de corriente y/o tensión pueden simularse por el aparato de prueba 10 y alimentarse a la unidad de control 6 para detectar el funcionamiento correcto del dispositivo de control 6 (por ejemplo, trifásico). Dependiendo del tipo de fallo y de la característica del fallo, el dispositivo de control 6 transmite una señal después de un tiempo predeterminado, por ejemplo, mediante un contacto binario, para separar al menos una de las líneas 3 del aparato de prueba 10. A este respecto, el aparato de prueba 10 simula el dispositivo de conmutación 5. La generación de las variables secundarias, que se alimentan al dispositivo de control 6, puede tener lugar por medio de un aparato de prueba 10 que comprende un amplificador de acuerdo con la invención. Una señal de prueba entonces sirve como una variable secundaria.

Un aparato de prueba 10 que comprende un amplificador 8 de acuerdo con la invención naturalmente no está limitado a la aplicación en una red de suministro eléctrico 1 en forma de una línea aérea, sino que más bien puede utilizarse en cualquier instalación para transmitir o distribuir energía eléctrica, con equipos de seguridad en forma de una instalación de distribución 4 con un dispositivo de conmutación 5 y un dispositivo de control 6 asociado. El amplificador 8 de acuerdo con la invención también puede usarse en un aparato de prueba 10 para probar un componente eléctrico de una instalación de distribución eléctrica, en donde la señal de prueba es aplicada al componente eléctrico.

Un amplificador 8 para un aparato de prueba 10 para probar un componente eléctrico, preferentemente un dispositivo de control 6 de un dispositivo de conmutación 5 de una instalación de distribución eléctrica 4, está diseñado para emitir una señal de prueba en una salida de señal entre un terminal de salida positivo P y un terminal de salida negativo N. De acuerdo con la invención, en el amplificador 8 está prevista una unidad de conmutación 7 que está diseñada para conmutar el amplificador 8 opcionalmente a un primer modo operativo  $M_i$  y a un segundo modo operativo  $M_u$ .

La señal de prueba está compuesta de una corriente de prueba  $i_a$  y una tensión de prueba  $u_a$ . En el primer modo operativo  $M_i$ , se regula preferentemente la corriente de prueba  $i_a$  de la señal de prueba, en el segundo modo operativo  $M_u$ , se regula preferentemente la tensión de prueba  $u_a$  de la señal de prueba. En la figura 3 se representa una configuración del amplificador 8. A este respecto, está previsto un primer medio puente HB1 que comprende un primer elemento de conmutación S1 y un segundo elemento de conmutación S2 conectado en serie con el primer elemento de conmutación S1, un segundo medio puente HB2 que comprende un tercer elemento de conmutación S3 y un cuarto elemento de conmutación S4 conectado en serie con el tercer elemento de conmutación S3.

La salida de señal está conectada con una carga Z, preferentemente con una carga de baja impedancia Z en el primer modo operativo  $M_i$  y a una carga de alta impedancia Z en el segundo modo operativo  $M_u$ . Un componente eléctrico adicional, por ejemplo, el dispositivo de control 6 del dispositivo de conmutación 5 de la instalación de distribución eléctrica 4 de acuerdo con la figura 1 a, puede considerarse como la carga L. En el primer modo operativo  $M_i$ , el primer medio puente HB1 y el segundo medio puente HB2 se conectan en paralelo a la salida de señal, en el segundo modo operativo  $M_u$ , el primer medio puente HB1 y el segundo medio puente HB2 se conectan en serie con la salida de señal. En el ejemplo de realización representado, en el amplificador 8 está prevista con una primera fuente de tensión de CC UQ1 con una primera tensión de CC Uq1, y una segunda fuente de tensión de CC UQ2 conectada en serie a través de un punto de conexión V con una segunda tensión de CC Uq2. El primer medio puente HB1 y el segundo medio puente HB2 están conectados en cada caso además en paralelo a la primera y la segunda fuente de tensión de CC UQ1, UQ2 conectadas en serie, en donde un punto de conexión del primer elemento de conmutación S1 y del segundo elemento de conmutación S2 forma un primer punto central M1, y un punto de conexión del tercer elemento de conmutación S3 y del cuarto elemento de conmutación S4 forma un segundo punto central M2. Además, el primer punto central M1 está conectado con el terminal de salida positivo P, lo que puede tener lugar directamente, o a través de elementos adicionales. En particular, pueden estar previstos inductores de filtro de línea L' como elementos adicionales. Este es el caso en la figura 2 (y también las figuras 3a, b, c) dado que está previsto un inductor de filtro de línea opcional L' entre el primer punto central M1 y el terminal de salida positivo P. Un inductor de filtro de línea L' opcional está previsto asimismo en la figura 2 (y las figuras 3a, b, c) entre el segundo punto central M2 y el terminal de salida negativo N. Además, los inductores de filtro de línea L' están conectados, en cada caso a masa a través de condensadores de filtro de línea C opcionales. Si se prescinde de los inductores de filtro de línea L' y están previstos, no obstante, condensadores de filtro de línea C, entonces el primer y el segundo punto central M1, M2 están conectados, en cada caso, a masa a través de los condensadores de filtro de línea C.

Además, en la salida de señal está previsto un inductor de filtro L, cuya inductancia puede conmutarse o puentearse por un segundo conmutador R2. Preferentemente, en el primer modo operativo Mi, el inductor de filtro L es puentado por el segundo conmutador R2. No obstante, igualmente está previsto un tercer conmutador R3 opcional, que sirve para reconectar el inductor de filtro L en el segundo modo operativo Mu. Naturalmente, el inductor de filtro L en el segundo modo operativo también puede encenderse por un conmutador adicional (no representado), realizado separadamente del segundo conmutador R2.

Si un inductor de filtro L está conectado en el segundo modo operativo Mu, una carga de baja impedancia Z también puede conectarse con la salida de señal en el segundo modo operativo Mu. Si se supone que el amplificador 8, en el segundo modo operativo Mu, puede emitir una señal de prueba con una corriente de prueba  $i_a$  de 1 A, entonces puede estar prevista una carga Z con 300 ohmios en la salida de señal, dado que las fuentes de tensión UQ1 y UQ2 proporcionan una tensión de CC Uq1, Uq2 suficientemente alta para impulsar esta carga.

Además, en la figura 2 está previsto un condensador de filtro Cx opcional entre el terminal de salida positivo P y el terminal de salida negativo N. En la configuración representada, el segundo conmutador R2 también sirve, en el segundo modo operativo Mu, para conmutar un condensador de filtro Cx entre el terminal de salida positivo P y el terminal de salida negativo N, y, en el primer modo operativo Mi, para puentear el condensador de filtro Cx.

El primer conmutador R1 y/o el segundo conmutador R2 y/o el tercer conmutador R3 y/o conmutadores adicionales pueden controlarse por la unidad de conmutación 7. El inductor de filtro Lx entonces se encuentra entre el primer punto central M1 y el terminal de salida positivo P (como se representa en las figuras).

También es concebible que el inductor de filtro Lx esté dispuesto entre el segundo punto central M2 y el terminal de salida negativo N. También puede estar previsto un inductor de filtro Lx, en cada caso, entre el primer punto central M1 y el terminal de salida positivo P, y entre el segundo punto central M2 y el terminal de salida negativo N. En el primer modo operativo Mi, el segundo punto central M2 está separado del terminal de salida negativo N, y el punto de conexión V está conectado con el terminal de salida negativo N, para conectar el primer medio puente HB1 y el segundo medio puente HB2 en paralelo a la salida de señal, y emitir una señal de prueba con una alta corriente de prueba  $i_a$  en la salida de señal.

En cambio, también podría ser posible, en el primer modo operativo Mi, que el primer punto central M1 esté separado del terminal de salida positivo P, en donde el punto de conexión V está conectado al terminal de salida positivo P para conectar el primer medio puente HB1 y el segundo medio puente HB2 en paralelo con la salida de señal, y, en la salida de señal, para emitir una señal de prueba con una alta corriente de prueba  $i_a$ . En este caso, es ventajoso cuando un inductor de filtro Lx está previsto entre el segundo punto central M2 y el terminal de salida negativo N.

Una conmutación de la conexión del segundo punto central M2 desde el terminal de salida negativo N al punto de conexión V y viceversa (u, opcionalmente, del primer punto central M1 del terminal de salida negativo N al punto de conexión V y viceversa) preferentemente tiene lugar a través de un primer conmutador R1 controlado, por ejemplo, por la unidad de conmutación 7, en donde, en la realización mostrada, el punto de conexión V está conectado a masa, y el primer conmutador R1 separa el terminal de salida negativo N del segundo punto central y lo conecta a masa.

En el segundo modo operativo Mu, el segundo punto central M2 está conectado con el terminal de salida negativo N y separado del punto de conexión V (lo que tiene lugar en este caso también a través del primer conmutador R1) para conectar el primer medio puente HB1 y el segundo medio puente HB2 en serie y emitir una señal de prueba con una alta tensión de prueba  $u_a$  en la salida de señal.

Naturalmente, esta realización del primer conmutador R1, que implementa dos funciones (separar el terminal de salida negativo N del segundo punto central M2, así como conmutar el segundo punto central M2 a masa), así como la realización del segundo conmutador R2, que de igual manera implementa varias funciones (conexión/puenteo del inductor de filtro Lx y conexión del primer y del segundo punto central M1, M2) en cada caso es una realización preferida. En cambio, también es posible, por ejemplo, que un conmutador esté previsto en cada caso para cada función, por ejemplo, un conmutador para conectar (o conmutar) el inductor de filtro Lx, un conmutador para conectar el primer y el segundo punto central M1, M2, un conmutador para conectar el condensador de filtro Cx, un conmutador para desconectar el segundo punto central M2 del terminal de salida negativo, un conmutador para conmutar el segundo punto central M2 a masa, o cualquier combinación de los mismos.

En la figura 3a está representado el cableado del amplificador 8 de la figura 2 en el primer modo operativo Mi. El primer conmutador R1 (no mostrado) conecta el terminal de salida negativo N con el punto de conexión V (es decir, conmuta en este caso el terminal de salida negativo N y el punto de conexión V a masa) y separa el terminal de salida N del segundo punto central M2.

En el primer modo operativo Mi, el segundo conmutador R2 (que mostrado) conmuta los medios puentes HB1, HB2 en paralelo, de igual manera en este caso puentea el condensador de filtro Cx, y conecta el primer punto central M1 con el segundo punto central M2 (en cada caso a través de las bobinas L'). El segundo conmutador R2 está en una posición en la que el inductor de filtro Lx se conmuta entre el primer punto central M1 y el terminal de salida positivo

5 P. El tercer conmutador R3 está abierto para no puentear el inductor de filtro Lx. Mediante la conexión paralela de los medios puentes HB1, HB2 puede duplicarse la corriente de prueba  $i_a$  de la señal de prueba en el primer modo operativo Mi, en la salida de señal. Si, por ejemplo, elementos de conmutación S1, S2, S3, S4 (por ejemplo, realizados como transistores) usados en los medios puentes HB1, HB2 pueden soportar, en cada caso, 15 A, entonces una salida de una señal de prueba con una alta corriente de prueba  $i_a$ , por ejemplo, en el intervalo de 30 A, es posible por medio de una conexión paralela de dos medios puentes HB1, HB2. Si medios puentes adicionales se conectan en paralelo a los dos medios puentes HB1, HB2, puede generarse una señal de prueba con una corriente de prueba  $i_a$  incluso superior.

10 El primer elemento de conmutación S1 y el segundo elemento de conmutación S2 del primer medio puente HB1 se conmutan, en cada caso, alternativamente, y, de igual manera, el tercer elemento de conmutación S3 y el cuarto elemento de conmutación S4 del segundo medio puente HB2 se conmutan alternativamente en cada caso. Si el primer elemento de conmutación S1 está activo, entonces el segundo elemento de conmutación S2 está inactivo, y viceversa. De igual manera, el tercer elemento de conmutación S3 está activo cuando el cuarto elemento de conmutación S4 está inactivo, y viceversa. El ciclo de trabajo es conocido por describir la relación de las señales de control de los elementos de conmutación S1, S2, S3, S4 de un medio puente HB1, HB2, es decir, en este caso, la relación de las señales de control del primer elemento de conmutación S1 al segundo elemento de conmutación S2 para el primer medio puente HB1, y la relación de las señales de control del tercer elemento de conmutación S3 al cuarto elemento de conmutación S4 para el segundo medio puente HB2. Preferentemente, el primer medio puente HB1 y el segundo medio puente HB2 se controlan con el mismo ciclo de trabajo.

Las señales de control son generadas por una unidad de generación de pulsos. Preferentemente, la unidad de conmutación 7 es un componente integral de la unidad de generación de pulsos.

25 En el primer modo operativo Mi, el primer medio puente HB1 y el segundo medio puente HB2 preferentemente se controlan desplazados  $180^\circ$ , con lo que, para corrientes de salida de medio puente  $i_1$ ,  $i_2$  proporcionadas por los medios puentes HB1, HB2, resultan en cada caso corrientes de rizado (triangulares) que están desplazadas  $180^\circ$  una con respecto a otra. La corriente de prueba  $i_a$  de la señal de prueba es el resultado de la suma de las corrientes de salida de medio puente  $i_1$ ,  $i_2$ . A este respecto, en un ciclo de trabajo del 50 %, las corrientes de rizado de las dos corrientes de salida de medio puente  $i_1$ ,  $i_2$  se anulan. En ciclos de trabajo no iguales a 50 %, las corrientes de rizado de las corrientes de salida de medio puente  $i_1$ ,  $i_2$  no se anulan completamente, sino parcialmente. En la figura 3a, la corriente de prueba  $i_a$  de la señal de prueba es regulada en el primer modo operativo Mi.

35 En el gráfico superior, la figura 4a muestra a modo de ejemplo, para el primer modo operativo Mi, las señales de control para el primer elemento de conmutación S1 y el tercer elemento de conmutación S3 con un ciclo de trabajo del 50 % y un desplazamiento de  $180^\circ$  entre sí. La ligera compensación representada de las señales de control sirve únicamente para distinguir visualmente entre sí las señales de control superpuestas en las figuras. Está previsto un periodo de conmutación T para la señal de control. Por consiguiente, en el gráfico central se representan la señal de tensión resultante  $u_1$  en el primer punto central M1 y la señal de tensión resultante  $u_2$  en el segundo punto central M3. A su vez, las señales de tensión  $u_1$ ,  $u_2$  dan como resultado la primera corriente de salida de medio puente  $i_1$  en el inductor de filtro de línea L' conectada al primer punto central M1, y la segunda corriente de salida de medio puente  $i_2$  en el inductor de filtro de línea U conectada al segundo punto central M2. A partir de esto resulta la corriente de prueba  $i_a$  de la señal de prueba como una corriente de suma de las corrientes de salida de medio puente  $i_1$ ,  $i_2$ , en donde no se produce una corriente de rizado en la señal de prueba en el caso mostrado en la figura 5a.

45 En la figura 4b se representan las señales de control para el primer elemento de conmutación S1 y el segundo elemento de conmutación S3 con un ciclo de trabajo del 40 % (una vez más con un desplazamiento de  $180^\circ$  entre sí). La corriente de rizado de la corriente de prueba  $i_a$  ya no es cero en este caso, sino que presenta una frecuencia doble en comparación con la frecuencia de las señales de control, en donde también se atenúa la amplitud de la corriente de rizado.

55 La figura 3b muestra el cableado del amplificador 8 de la figura 2 en el segundo modo operativo Mu. El primer conmutador R1 (no mostrado) conecta el terminal de salida negativo N con el segundo punto central M2 y separa el terminal de salida negativo N del punto de conexión V (es decir, en este caso, de la masa). Además, en este caso, en el segundo modo operativo Mu, el condensador de filtro Cx está conectado entre el terminal de salida positivo P y el terminal de salida negativo N, dado que el segundo conmutador R2 no puentea el condensador de filtro Cx. Sin embargo, en este caso, el segundo conmutador R2 puentea el inductor de filtro Lx. En la figura 3b, en el segundo modo operativo Mu se regula la tensión de prueba  $u_a$  de la señal de prueba.

60 La figura 3c también representa el segundo modo operativo Mu, que, no obstante, difiere del segundo modo operativo Mu de acuerdo con la figura 4b en que el tercer conmutador R3 es abierto y garantiza que el inductor de filtro Lx no sea puentado. En la figura 3c, en el segundo modo operativo Mu se regula la corriente de prueba  $i_a$  de la señal de prueba. Por lo tanto, es posible, en el segundo modo operativo Mu, emitir una corriente de prueba con una alta calidad de señal y un comportamiento de control robusto a baja impedancia y también cargas de alta impedancia Z.

65 Naturalmente, también es posible, pero no se representa en las figuras, regular la tensión de prueba en el primer modo

operativo Mi. En la siguiente tabla se describe brevemente qué figuras muestran qué modos operativos Mi, Mu y qué tipos de regulación (regulación de la corriente de prueba ia, regulación de la tensión de prueba ua):

	primer modo operativo Mi	segundo modo operativo Mu
regulación de la corriente de prueba ia	figura 3a	figura 3c
regulación de la tensión de prueba ua	(no representado)	figura 3b

- 5 La figura 5a muestra las señales de control para el primer elemento de conmutación S1 y el segundo elemento de conmutación S2 en el segundo modo operativo Mu. La ligera compensación de las señales de control representadas sirve para poder distinguir visualmente entre sí las señales de control en las figuras. En la figura 5a se representa un ciclo de trabajo del 50 %, lo que significa que las señales de control están en fase entre sí. Las tensiones de salida de medio puente u1, u2 en el primer y el segundo punto central M1, M2 tienen la misma forma que las señales de control,
- 10 como resultado de lo cual se compensa el rizado de corriente de las corrientes de bobina que fluyen a través del inductor de filtro de línea L'. La señal de tensión ua resulta de la diferencia de las tensiones de medio puente u1, u2, con lo que, en el caso representado, no aparece rizado de tensión, sino que se ajusta una tensión de prueba ua de cero.
- 15 En la figura 5b se representa un ciclo de trabajo del 40 %, mientras que, en la figura 5c se representa un ciclo de trabajo del 60 %. Esto tiene como resultado una tensión de prueba ua (nuevamente a partir de la diferencia entre las tensiones de medio puente u1, u2) que es dos veces la frecuencia de las señales de control. De esta manera, en general, los rizados de corriente de las corrientes de bobina que fluyen a través del inductor de filtro de línea L' se anulan a la mitad entre sí, como resultado de lo cual, y posteriormente, debido a la frecuencia doble de las señales de control, el rizado de tensión de la tensión de prueba ua en el condensador de filtro Cx se divide a la mitad.
- 20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Amplificador (8) para un aparato de prueba (10) que es adecuado para probar un componente eléctrico, en donde el amplificador (8) está diseñado para emitir una señal de prueba en una salida de señal entre un terminal de salida positivo (P) y un terminal de salida negativo (N), y en donde el amplificador (8) comprende un primer medio puente (HB1) que presenta un primer elemento de conmutación (S1) y un segundo elemento de conmutación (S2) conectado en serie a través de un primer punto central (M1) con el primer elemento de conmutación (S1), y un segundo medio puente (HB2) que presenta un tercer elemento de conmutación (S3) y un cuarto elemento de conmutación (S4) conectado en serie a través de un segundo punto central (M2) con el tercer elemento de conmutación (S3),
- 10
- 15 en donde está prevista una unidad de conmutación (7) que está diseñada para conectar, en un primer modo operativo (Mi), el primer punto central (M1) del primer medio puente (HB1) con el segundo punto central (M2) del segundo medio puente (HB2) y para conmutar a uno de los terminales de salida (P, N) de la salida de señal y, en un segundo modo operativo (Mu), conmutar el primer punto central (M1) del primer medio puente (HB1) y el segundo punto central (M2) del segundo medio puente (HB2) a, en cada caso, uno de los terminales de salida (P, N) de la salida de señal, y en donde
- 20 el amplificador (8) está diseñado además para controlar, en el primer modo operativo (Mi) el primer medio puente (HB1) con señales de control que están desfasadas 180 grados con respecto a señales de control para el control del segundo medio puente (HB2), y para controlar, en el segundo modo operativo (Mu), el primer medio puente (HB1) y el segundo medio puente (HB2) con señales de control equifásicas.
- 25 2. Amplificador (8) según la reivindicación 1, caracterizado por que el amplificador (8) comprende una primera fuente de tensión de CC (UQ1) y una segunda fuente de tensión de CC (UQ2) conectada en serie a través de un punto de conexión (V), en donde el primer y el segundo medio puente (HB1, HB2) están conectados en cada caso en paralelo a la primera y la segunda fuente de tensión de CC (UQ1, UQ2) conectadas en serie.
- 30 3. Amplificador (8) según la reivindicación 2, caracterizado por que en el primer modo operativo (Mi) el primer punto central (M1) está conectado con el terminal de salida positivo (P), y el segundo punto central (M2) está conectado con el terminal de salida positivo (P) y separado del terminal de salida negativo (N), así como el punto de conexión (V) está conectado con el terminal de salida negativo (N).
- 35 4. Amplificador (8) según la reivindicación 2, caracterizado por que en el segundo modo operativo (Mu) el primer punto central (M1) está conectado con el terminal de salida positivo (P) y el segundo punto central (M2) está separado del punto de conexión (V) y conectado con el terminal de salida negativo (N).
- 40 5. Amplificador (8) según la reivindicación 4, caracterizado por que en el segundo modo operativo (Mu) la conexión del segundo punto central (M2) con el terminal de salida negativo (N) tiene lugar a través de un primer conmutador (R1) que se controla por la unidad de conmutación (7).
- 45 6. Amplificador (8) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que está previsto un condensador de filtro (Cx) que, preferentemente en el segundo modo operativo (Mu), puede conmutarse entre el terminal de salida positivo (P) y el terminal de salida negativo (N).
- 50 7. Amplificador (8) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que en la salida de señal está previsto un inductor de filtro (Lx) que presenta un inductor que puede conmutarse y/o puentearse preferentemente mediante la unidad de conmutación (7).
8. Aparato de prueba (10) para probar un componente eléctrico, preferentemente un dispositivo de control (6) de un dispositivo de conmutación (5) de una instalación de distribución eléctrica (4), que comprende un amplificador (8) según una de las reivindicaciones 1 a 7 que emite la señal de prueba para probar el componente eléctrico.

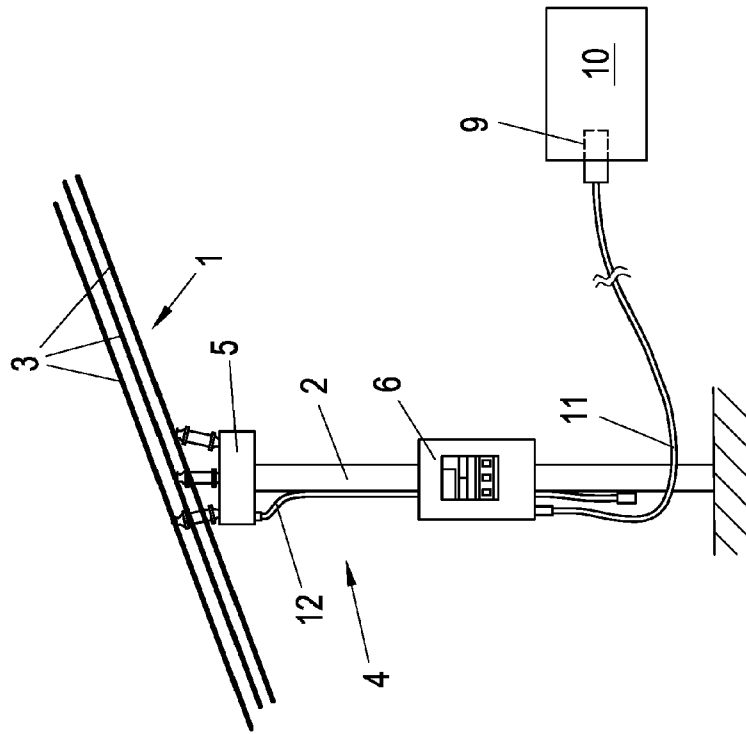


Fig. 1a

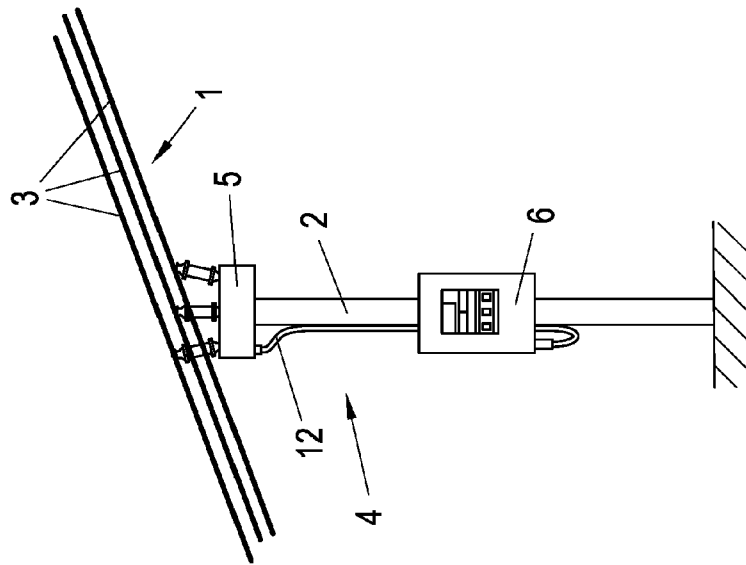


Fig. 1b



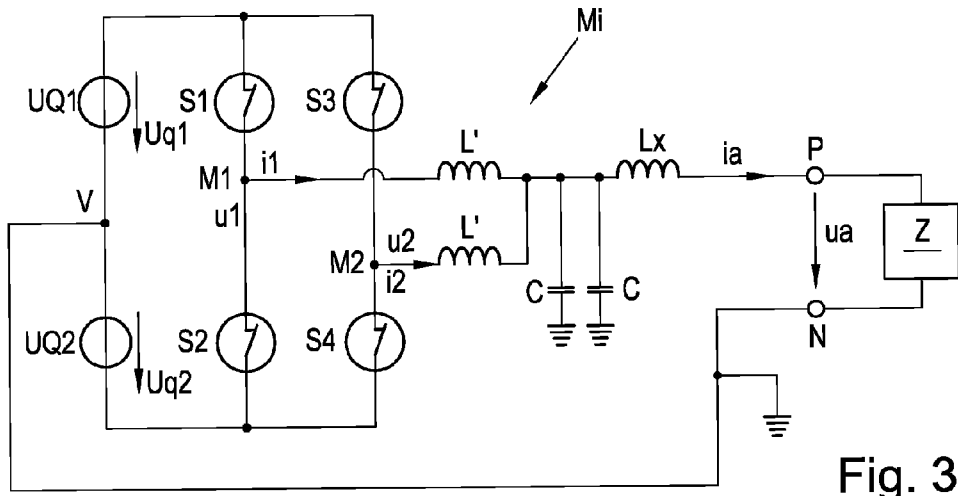


Fig. 3a

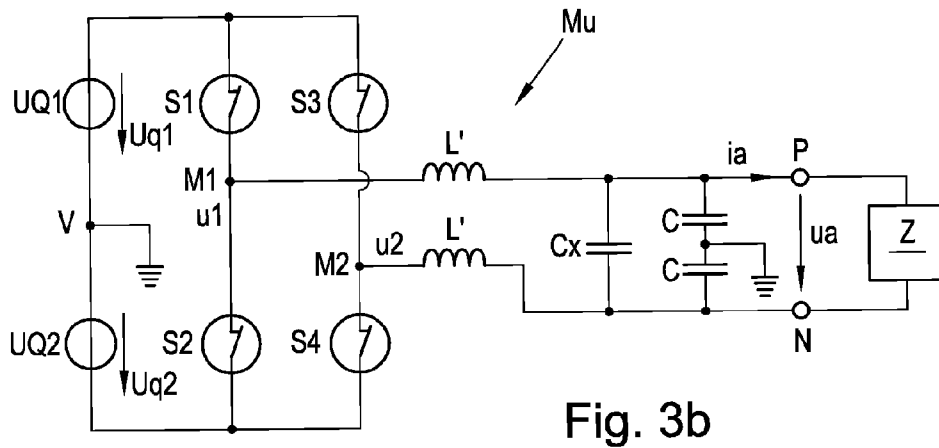


Fig. 3b

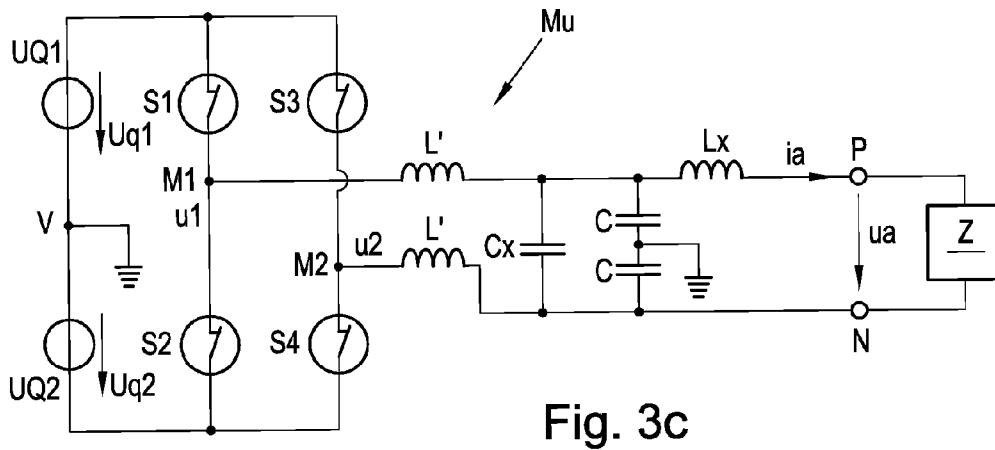


Fig. 3c

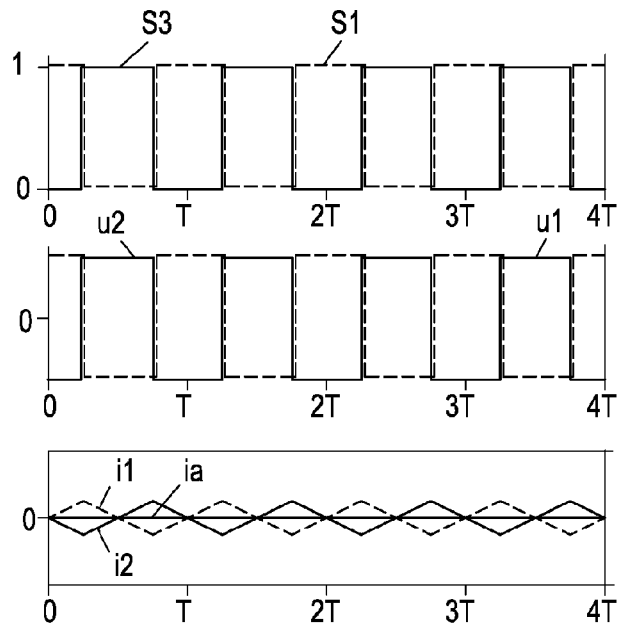


Fig. 4a

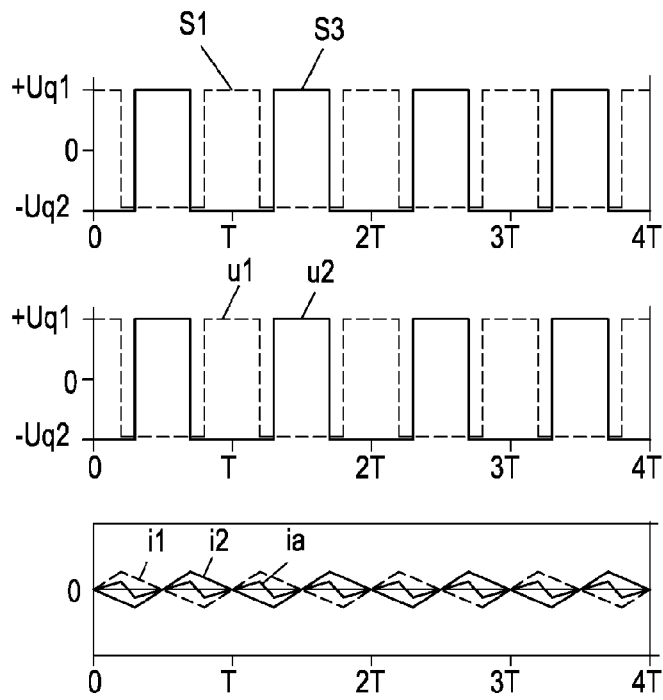


Fig. 4b

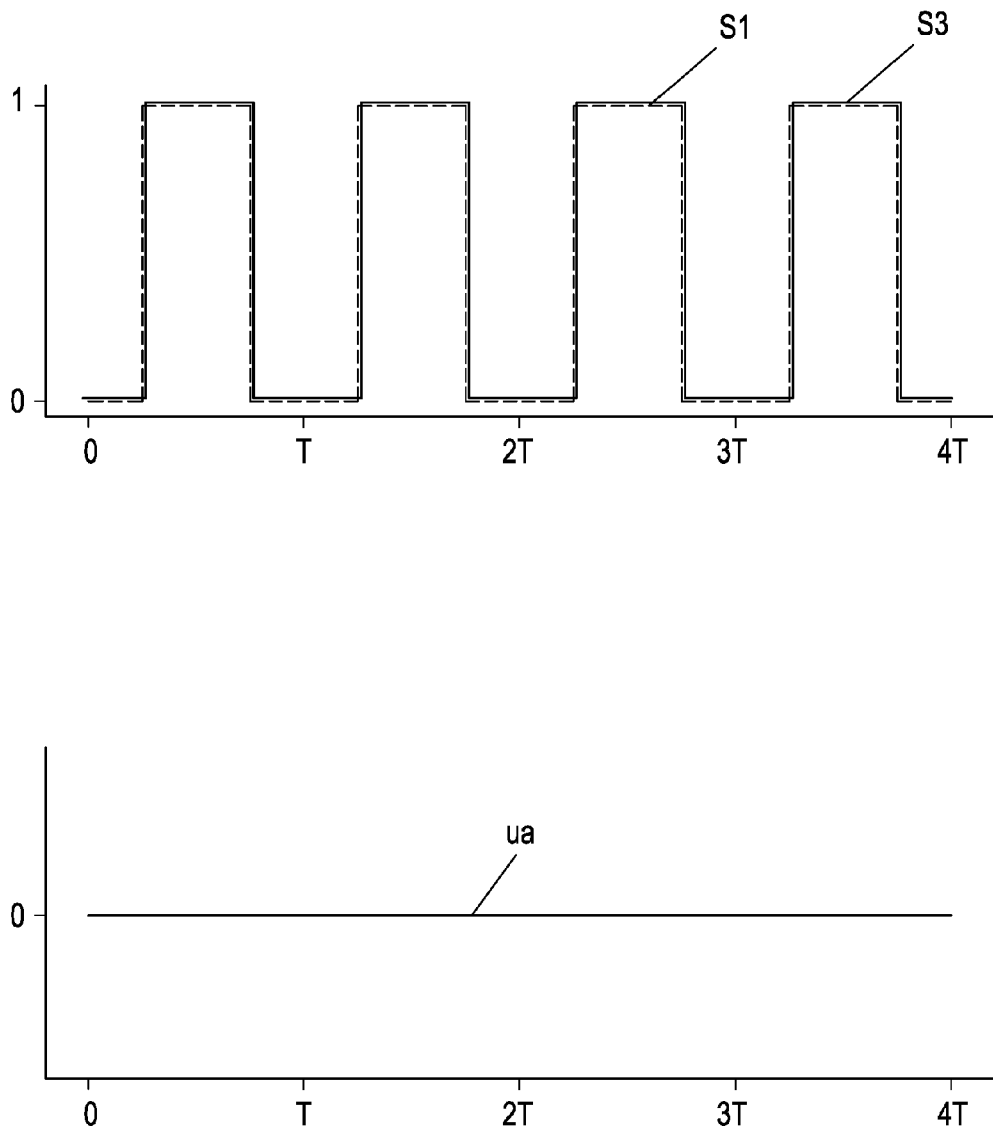


Fig. 5a

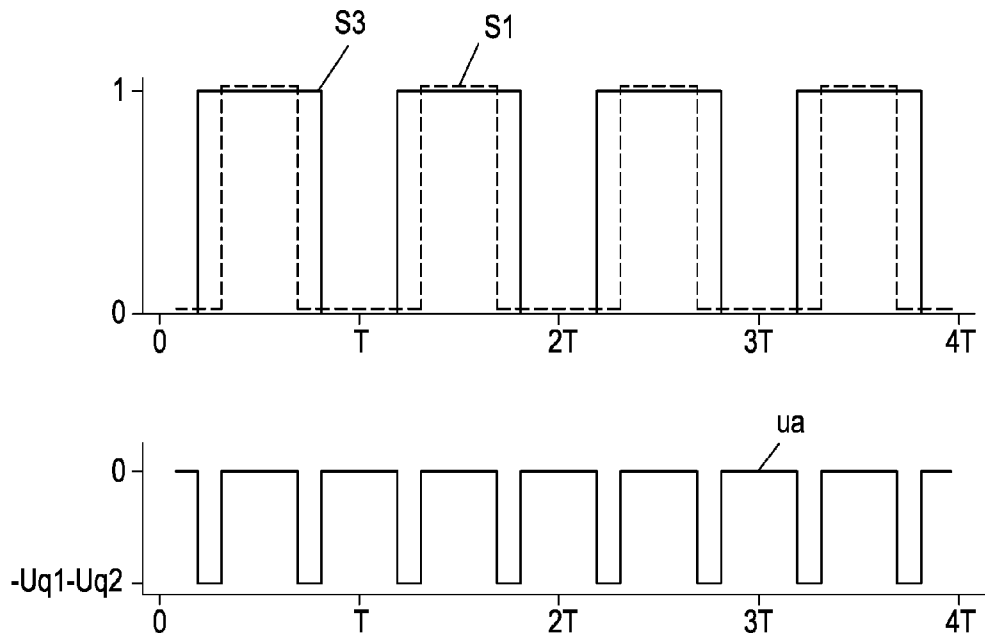


Fig. 5b

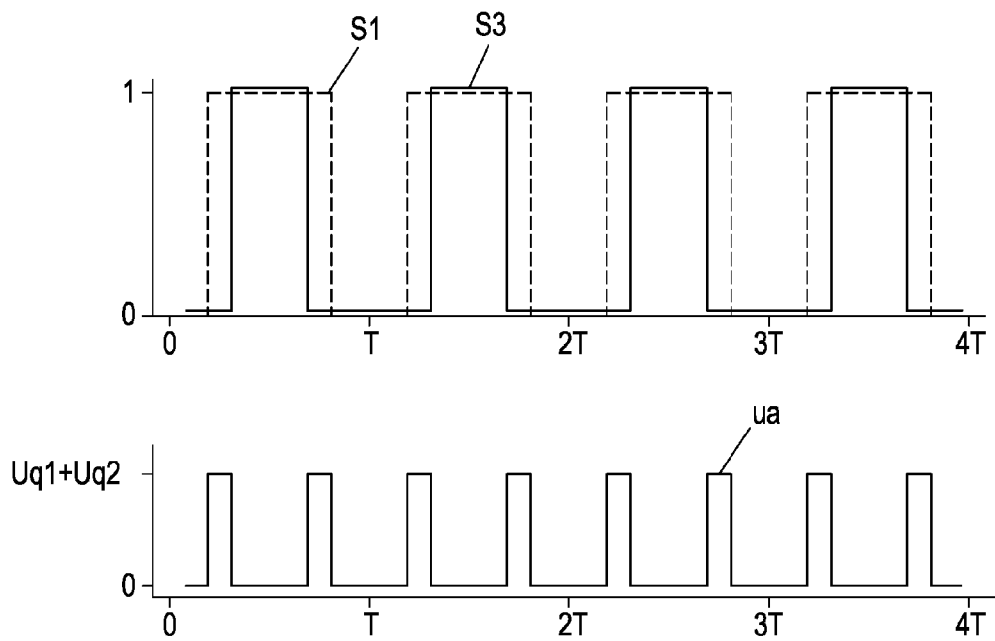


Fig. 5c