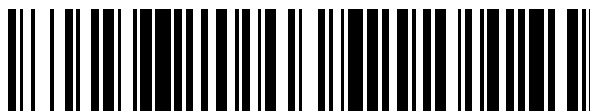


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 736**

51 Int. Cl.:

H02M 5/297 (2006.01)

H02M 7/483 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2010** **E 10787485 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015** **EP 2514087**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor directo así como dispositivo para la realización del procedimiento**

30 Prioridad:

17.12.2009 EP 09179643

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

28.09.2015

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

WINKELNKEMPER, MANFRED y
KORN, ARTHUR

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 546 736 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

Procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor directo así como dispositivo para la realización del procedimiento

Campo técnico

- 5 La invención se refiere al campo de la electrónica de potencia. Parte de un procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor directo así como de un dispositivo para la realización del procedimiento de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

Estado de la técnica

- 10 Los circuitos convertidores directos, en particular los convertidores de matriz, tenían en el pasado más bien importancia académica. Sin embargo, actualmente los circuitos convertidores directos adquieren importancia sobre todo para aplicaciones industriales, puesto que por medio de un circuito convertidor directo sin circuito intermedio de tensión continua o circuito intermedio de corriente continua costoso se puede convertir una tensión de entrada o bien una corriente de entrada de una primera amplitud y de una primera frecuencia directamente en una tensión de salida o bien en una corriente de salida de una segunda amplitud y de una segunda frecuencia. Un circuito de convertidor
- 15 directo de este tipo se indica, por ejemplo, en el documento US 6.900.998 B2. En él, el circuito convertidor directo presenta $n = 3$ conexiones de fases de entrada y $p = 3$ conexiones de fases de salida, es decir, que el circuito convertidor directo del documento US 6.900.998 B2 está configurado trifásico en el lado de entrada y en el lado de salida. El circuito convertidor directo del documento US 6.900.998 B2 comprende, además, nueve módulos de fases, respectivamente, con una célula de conmutación bipolar para la conmutación de una tensión positiva y de una
- 20 tensión negativa entre los polos, estando conectada en serie cada conexión de fases de salida con cada conexión de fases de entrada en cada caso directamente a través de una célula de conmutación. Tal célula de conmutación presenta conmutadores de semiconductores de salida bidireccionales activables con dirección de la guía de la corriente unidireccional controlada y un acumulador de energía capacitivo.

- 25 En un circuito convertidor directo de acuerdo con el documento US 6.900 998 B2 es problemático que la tensión no se puede ajustar en cada derivación, es decir, en cada módulo de fases de tal manera que se pueda conseguir un flujo de corriente continuo a través de las células de conmutación, con lo que no es posible un ajuste activo de la corriente a través de la derivación respectiva. De esta manera, con el circuito convertidor directo del documento US 6.900.998 B2 no es posible un intercambio o solamente un intercambio limitado de energía eléctrica entre derivaciones individuales. Pero si el circuito convertidor directo debe estar en condiciones de transmitir una cantidad
- 30 grande de energía eléctrica, entonces las capacidades de las células de conmutación del documento US 6.900.998 B2 deben dimensionarse correspondientemente grandes, de donde resultan una necesidad enorme de espacio de un circuito convertidor directo y costes considerables. Los sistemas, constituidos con tales circuitos convertidores directos presentarán de esta manera igualmente una necesidad de espacio correspondientemente grande y serán correspondientemente caros.

- 35 Las oscilaciones de energía en los módulos de fases individuales conducen a oscilaciones de la tensión en los acumuladores de energía capacitivos en las células de conmutación correspondientes. Pero para un funcionamiento seguro estable y para posibilitar una realización favorable del circuito convertidor directo debe poder limitarse la amplitud de estas oscilaciones de la energía en el módulo de fases y debe poder reducirse al mínimo para poder limitar la tensión máxima en cada acumulador de energía capacitivo individual de la célula de conmutación
- 40 respectiva del módulo de fases con un acumulador de energía capacitiva lo más pequeño posible a un valor deseado.

En "A Methodology for Developing 'Chainlink' Converters", EPE 8 de Septiembre de 2009 se indica un circuito convertidor directo, en el que cada módulo de fases presenta una inductividad en serie con el circuito en serie de las células de conmutación.

- 45 En el documento WO 2008/067788 A1 se indica un procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor de acuerdo con el documento WO 2007/023064 A1, que regula el contenido de energía de las células de conmutación. El procedimiento descrito en el documento WO 2008/067788 A1 se aplica solamente para formas de realización del circuito convertidor de acuerdo con el documento WO 2007/023064 A1, que conecta tres fases de un sistema con dos fases de otro sistema, de manera que las corrientes en los terminales de conexión del circuito
- 50 convertidor directo son siempre cero.

En "On Dynamics and Voltage Control of Modular Multilevel Converter", EPE 8 de Septiembre de 2009 se indica un procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor, en el que la simetría de los módulos de fases se realiza con la ayuda de una regulación propia prevista a tal fin.

Representación de la invención

Por lo tanto, el cometido de la invención es indicar un procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor directo, por medio del cual se pueden conseguir oscilaciones reducidas de la energía en módulos de fases. Además, un cometido de la invención es indicar un dispositivo con el que se puede realizar el procedimiento de acuerdo con la invención de una manera especialmente sencilla.

- 5 Estos cometidos se solucionan a través de las características de la reivindicación 1 y de la reivindicación 5, respectivamente. En las reivindicaciones dependientes se indican desarrollos ventajosos de la invención.

El circuito convertidor directo presenta al menos dos módulos de fases y sirve para la conexión de fases de un primer sistema de la corriente o sistema de la tensión con fases de un segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión. Además, cada módulo de fases comprende varias células de conmutación bipolares conectadas en serie entre sí y cada célula de conmutación presenta un conmutador de semiconductores bidireccional controlable con dirección de la conducción de la corriente unidireccional controlada y con un acumulador de energía capacitiva. En cuanto al procedimiento, los conmutadores de semiconductores de potencia de las células de conmutación del módulo de fases respectivo son controlados por medio de una señal de control. De acuerdo con la invención, ahora cada módulo de fases presenta una inductividad en serie con el circuito en serie de las células de conmutación y para cada módulo de fases se forma la señal de control a partir de la diferencia de una señal de referencia con respecto a la tensión sobre el módulo de fases y de una señal de la tensión a través de la inductividad, de manera que la señal de la tensión se forma sobre la inductividad a partir de una señal de referencia con respecto a la corriente a través del módulo de fases. La señal de referencia con respecto a la corriente a través del módulo de fases se forma de nuevo a partir de un valor medio o valor momentáneo de una potencia de fases de una fase conectada en el módulo de fases del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de un valor medio o valor momentáneo de una fase conectada en el módulo de fases del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de la suma de los valores momentáneos o de los valores medios de las potencias de fases del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la suma de los valores momentáneos o de los valores medios de las potencias de fases de las fases del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.

Puesto que en la formación de la señal de control entran exclusivamente el valor medio o valor momentáneo de la potencia de fases de la fase conectada en el módulo de fases del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión, el valor medio o el valor momentáneo de la potencia de fases de la fase conectada en el módulo de fases del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión, la suma de los valores momentáneos o de los valores medios de las potencias de fases de las fases del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y la suma de los valores momentáneos o de los valores medios de las potencias de fases de las fases del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión, se puede conseguir de una manera ventajosa una distribución de todas las corrientes de fases y corrientes del acumulador de energía capacitiva sobre el módulo de fases, de manera que se puede conseguir una amplitud reducida de las oscilaciones de la energía en módulos de fases, con lo que se puede conseguir un funcionamiento seguro y estable del circuito convertidor directo y se pueden dimensionar pequeños los acumuladores de energía capacitiva de las células de conmutación y, por lo tanto, son economizadores de espacio y económicos.

El dispositivo de acuerdo con la invención para la realización del procedimiento para el funcionamiento del circuito convertidor directo presenta un circuito de control que sirve para la generación de la señal de activación para cada módulo de fases, cuyo circuito de control está conectado con los conmutadores de semiconductores de potencia de las células de conmutación del módulo de fases. Con respecto a cada módulo de fases, al circuito de control para la formación de la señal de activación se alimenta la diferencia de la señal de referencia con respecto a la tensión sobre el módulo de fases y de la señal de la tensión sobre la inductividad. Además, para todos los módulos de fases está prevista una primera unidad de cálculo común para la formación de la señal de la tensión sobre la inductividad a partir de la señal de referencia con respecto a la corriente a través del módulo de fases. Para todos los módulos de fases está prevista, además, una segunda unidad de cálculo común para la formación de la señal de referencia con respecto a la corriente a través del módulo de fases a partir del valor medio o del valor momentáneo de la potencia de fases de la fase conectada en el módulo de fases del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir del valor medio o valor momentáneo de la potencia de fases de la fase conectada en el módulo de fases del segundo sistema de corriente o sistema de la tensión, a partir de la suma de los valores momentáneos o de los valores medios de las potencias de fases de las fases del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la suma de los valores momentáneos o de los valores medios de las potencias de fases de las fases del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.

El dispositivo de acuerdo con la invención para la realización del procedimiento para el funcionamiento del circuito convertidor directo se puede realizar, por lo tanto, muy fácilmente y económicamente, puesto que el gasto de circuito se puede mantener extraordinariamente reducido y, además, solamente se necesita un número reducido de componentes para la estructura. Por medio de este dispositivo se puede realizar, por lo tanto, el procedimiento de acuerdo con la invención de una manera especialmente sencilla.

Éstos y otros cometidos, ventajas y características de la presente invención se publican a partir de la siguiente

descripción detallada de formas de realización preferidas de la invención en combinación con el dibujo.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una forma de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención para el funcionamiento de un circuito convertidor directo, y

5 La figura 2 muestra una forma de realización de un convertidor directo.

Los signos de referencia empleados en el dibujo y su significado están listados agrupados en la lista de signos de referencia. En principio, en las figuras las partes iguales están provistas con los mismos signos de referencia. Las formas de realización descritas representan de forma ejemplar el objeto de la invención y no tienen ninguna acción de limitación.

10 Modos de realización de la invención

La figura 1 muestra una forma de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención para el funcionamiento de un circuito convertidor directo, de manera que en la figura 1 se muestra, para mayor claridad, solamente un módulo de fases 1 del circuito convertidor directo. El circuito convertidor directo según la figura 1 presenta, en general, al menos dos módulos de fases 1, en los que cada módulo de fases 1 sirve para la conexión de fases U, V, W de un primer sistema de la corriente o sistema de la tensión con fases R, S, T de un segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión. Con respecto a la figura 1, se supone que el primer sistema de la corriente o sistema de la tensión presenta tres fases U, V, W y el segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión presenta de la misma manera tres fases R, S, T, de manera que con respecto a los sistemas es concebible, naturalmente, un número discrecional de fases. Cada módulo de fases 1 comprende varias células de conmutación bipolares 2 conectadas en serie entre sí, presentado cada célula de conmutación 2 conmutadores de semiconductores bidireccionales activables con dirección de guía de la corriente unidireccional controlada y un acumulador de energía capacitivo. El conmutador de semiconductores de potencia controlable respectivo está configurado especialmente como tiristor de desconexión (GTO – Integrated Gate Turn-Off Thyristor) o como tiristor integrado con electrodo de control conmutado (IGCT – Integrated Gate Commutated Thyristor), respectivamente, con un yodo conectado antiparalelo. Pero también es concebible configurar un conmutador de semiconductores de potencia controlable por ejemplo como MOSFET de potencia con diodo conectado antiparalelo adicionalmente o como transistor bipolar con electrodo de puerta dispuesto aislado (IGBT) con diodo conectado antiparalelo adicionalmente. En la figura 2 se muestra de forma ejemplar una forma de realización de un convertidor directo con los módulos de fases descritos anteriormente.

En cuanto al procedimiento se activan para cada módulo de fase 1 los conmutadores de semiconductores de potencia de las células de conmutación 2 por medio de una señal de activación S1. La señal de activación S1 está desplazada con preferencia en el tiempo, de manera que cada célula de conmutación 2 se puede activar de maneja ventajosa de forma desplazada en el tiempo. De acuerdo con la invención, ahora cada módulo de fases 1 presenta una inductividad ($L_{UR}, L_{US}, L_{UT}; L_{VR}, L_{VS}, L_{VT}; L_{WR}, L_{WS}, L_{WT}$) en serie con el circuito en serie de las células de conmutación, y para cada módulo de fases 1 se forma la señal de activación S1 a partir de la diferencia de una señal de referencia $V_{ref,UR}, V_{ref,US}, V_{ref,UT}, V_{ref,VR}, V_{ref,VS}, V_{ref,VT}, V_{ref,WR}, V_{ref,WS}, V_{ref,WT}$ con respecto a la tensión $U_{UR}, U_{US}, U_{UT}; U_{VR}, U_{VS}, U_{VT}; U_{WR}, U_{WS}, U_{WT}$ a través del módulo de fases 1 y de una señal de la tensión $V_{LUR}, V_{LUS}, V_{LUT}, V_{LVR}, V_{LVS}, V_{LVT}, V_{LWR}, V_{LWS}, V_{LWT}$ a través de la inductividad $L_{UR}, L_{US}, L_{UT}; L_{VR}, L_{VS}, L_{VT}; L_{WR}, L_{WS}, L_{WT}$, en el que la señal de la tensión $V_{LUR}, V_{LUS}, V_{LUT}, V_{LVR}, V_{LVS}, V_{LVT}, V_{LWR}, V_{LWS}, V_{LWT}$ se forma a través de la inductividad $L_{UR}, L_{US}, L_{UT}; L_{VR}, L_{VS}, L_{VT}; L_{WR}, L_{WS}, L_{WT}$ a partir de una señal de referencia $i_{ref,UR,ref,US}, i_{ref,UT}, i_{ref,VR}, i_{ref,VS}, i_{ref,VT}, i_{ref,WR}, i_{ref,WS}, i_{ref,WT}$ con respecto a la corriente $i_{UR}, i_{US}, i_{UT}; i_{VR}, i_{VS}, i_{VT}; i_{WR}, i_{WS}, i_{WT}$ a través del módulo de fases 1. La señal de referencia $V_{ref,UR}, V_{ref,US}, V_{ref,UT}, V_{ref,VR}, V_{ref,VS}, V_{ref,VT}, V_{ref,WR}, V_{ref,WS}, V_{ref,WT}$ con respecto a la tensión $U_{UR}, U_{US}, U_{UT}; U_{VR}, U_{VS}, U_{VT}; U_{WR}, U_{WS}, U_{WT}$ a través del módulo de fases 1 se genera con preferencia por un regulador de la corriente de orden superior para las corrientes de fases de las fases U, V, W del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y por un regulador de la corriente de orden superior para las corrientes de fases de las fases R, S, T del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión. Por lo demás, la señal de referencia $i_{ref,UR,ref,US}, i_{ref,UT}, i_{ref,VR}, i_{ref,VS}, i_{ref,VT}, i_{ref,WR}, i_{ref,WS}, i_{ref,WT}$ con respecto a la corriente $i_{UR}, i_{US}, i_{UT}; i_{VR}, i_{VS}, i_{VT}; i_{WR}, i_{WS}, i_{WT}$ se forma a través del módulo de fases 1 a partir de un valor medio P_R, P_S, P_T o valor momentáneo (P_R, P_S, P_T) de una potencia de fases de una fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de la suma de los valores momentáneos P_{UVM} o de los valores medios P_{UVM} de las potencias de fases de las fases U, V, W del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la suma de los valores momentáneos P_{RST} o de los valores medios P_{RSTM} de las potencias de fases de las fases R, S, T del segundo sistema de la corriente o de la tensión.

Puesto que en la formación de la señal de activación S1 entran finalmente el valor medio P_U, P_V, P_W o el valor momentáneo P_U, P_V, P_W de la potencia de fases de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente y de la tensión, el valor medio P_R, P_S, P_T o el valor momentáneo P_R, P_S, P_T de la potencia de fases de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión, la

suma de los valores momentáneos P_{UVW} o de los valores medios P_{UVWM} de las potencias de fases de las fases U, V, W del primer sistema de la corriente o de la tensión y la suma de los valores momentáneos P_{RST} o de los valores medios P_{RSTM} de las potencias de fases de las fases R, S, del segundo sistema de la corriente o de la tensión, se puede conseguir con ventaja una distribución de todas las corrientes de fases y corrientes del acumulador de energía capacitiva sobre los módulos de fases 1, de manera que se puede conseguir una amplitud reducida deseada de las oscilaciones de la energía en componentes de fases 1, con lo que se puede conseguir un funcionamiento seguro y estable del circuito convertidor directo y se pueden dimensionar pequeños los acumuladores de energía capacitiva de las células de conmutación 2 y, por lo tanto, son economizadores de espacio y económicos.

En general, para la formación de la señal de la tensión V_{LXY} sobre la inductividad L_{XY} del módulo de fases 1 se utiliza la fórmula siguiente:

$$V_{LXY} = L_{XY} \cdot \frac{d}{dt} i_{ref, XY} \quad [1]$$

en la que el índice XY indica, en general, la conexión de una fase X del primer sistema de la corriente o de la tensión con una fase Y del segundo sistema de la corriente o de la tensión. De manera alternativa, la señal de la tensión V_{LXY} sobre la inductividad L_{XY} del módulo de fases 1 correspondiente se puede formar también, por ejemplo, a través de un retorno:

$$V_{LXY} = K(i_{ref, XY} - i_{XY}) \quad [1a]$$

en la que K es un factor opcional.

De acuerdo con la figura 1, los conmutadores de semiconductores de potencia de cada célula de conmutación 2 están conectados a modo de un circuito puente, en el que el acumulador de energía capacitiva está conectado paralelamente al circuito puente. De manera alternativa, también sería concebible conectar los conmutadores de semiconductores de potencia de cada célula de conmutación 2 a modo de un circuito de semipuente, en el que el acumulador de energía capacitiva está conectado entonces paralelamente al circuito de semipuente.

Para cada módulo de fases 1 se forma la señal de referencia $i_{ref, UR}, i_{ref, US}, i_{ref, UT}, i_{ref, VR}, i_{ref, VS}, i_{ref, VT}, i_{ref, WR}, i_{ref, WS}, i_{ref, WT}$ con respecto a la corriente $i_{UR}, i_{US}, i_{UT}, i_{VR}, i_{VS}, i_{VT}, i_{WR}, i_{WS}, i_{WT}$ a través del módulo de fases 1 adicionalmente a partir de la corriente de fases i_U, i_V, i_W de la fase U, V, W conectado en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión y a partir de una corriente de fases i_R, i_S, i_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión.

En general, la señal de referencia $i_{ref, XY}$ con respecto a la corriente i_{XY} a través del módulo de fases se forma de esta manera a través de la fórmula siguiente:

$$i_{ref, XY} = \frac{\bar{P}_X}{P_{1M}} \cdot i_Y + \frac{\bar{P}_Y}{P_{2M}} \cdot i_X \quad [2a],$$

en la que el índice X es una fase del primer sistema de la corriente o de la tensión, el índice Y es una fase del segundo sistema de la corriente o de la tensión, P_X, P_Y son los valores medios de las potencias de las fases P_X, P_Y y P_{1M} es la suma de los valores medios de las potencias de fases del primer sistema de la corriente o de la tensión y P_{2M} es la suma de los valores medios de las potencias de fases del segundo sistema de la corriente o de la tensión.

De manera alternativa, también es concebible que la señal de referencia $i_{ref, XY}$ con respecto a la corriente i_{XY} se forme a través del módulo de fases 1 a través de la fórmula siguiente:

$$i_{ref, XY} = \frac{P_X}{P_1} \cdot i_Y + \frac{P_Y}{P_2} \cdot i_X \quad [2b],$$

en la que, en general, de nuevo el índice X es una fase del primer sistema de la corriente o de la tensión, el índice Y es una fase del segundo sistema de la corriente o de la tensión, P_X, P_Y son valores momentáneos de las potencias de fases y P_1 es la suma de los valores momentáneos de las potencias de fases del primer sistema de la corriente o de la tensión y P_2 es la suma de los valores momentáneos de las potencias de fases del segundo sistema de la

corriente o de la tensión.

Con preferencia, la corriente de fases i_U, i_V, i_W respectiva de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión así como la corriente de fases i_R, i_S, i_T respectiva de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión es un valor momentáneo, que se determina, por ejemplo, a través de medición.

Para cada módulo de fases 1, el valor momentáneo de la potencia de fases P_U, P_V, P_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión se forma, por ejemplo, a partir de una señal de referencia $i_{ref,U}, i_{ref,V}, i_{ref,W}$ con respecto a la corriente de fases i_U, i_V, i_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión y a partir de una señal de referencia $V_{ref,U}, V_{ref,V}, V_{ref,W}$ con respecto a una tensión de las fases U_U, U_V, U_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión. De manera alternativa, también es concebible que el valor momentáneo de la potencia de fases P_U, P_V, P_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión se forme, por ejemplo, a partir de la corriente de fases i_U, i_V, i_W , por ejemplo a partir de un valor de medición de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión y a partir de una tensión de las fases U_U, U_V, U_W , por ejemplo a partir de un valor de medición, de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión.

Además, el valor momentáneo de la potencia de fases P_R, P_S, P_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión se forma, por ejemplo, a partir de una señal de referencia $i_{ref,U}, i_{ref,V}, i_{ref,W}$ con respecto a la corriente de fases i_R, i_S, i_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión y a partir de una señal de referencia $V_{ref,U}, V_{ref,V}, V_{ref,W}$ con respecto a una tensión de las fases U_R, U_S, U_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión. De manera alternativa, también es concebible que el valor momentáneo de la potencia de fases P_R, P_S, P_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión se forma, por ejemplo, a partir de la corriente de fases i_R, i_S, i_T , por ejemplo a partir de un valor de medición, de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión y a partir de una tensión de fases U_R, U_S, U_T , por ejemplo a partir de un valor de medición, de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión.

El valor momentáneo respectivo de la potencia de fases P_U, P_V, P_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión y el valor momentáneo respectivo de la potencia de fases P_R, P_S, P_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión se calcula especialmente de acuerdo con la fórmula [3a]

$$P_X = V_{ref,X} \cdot I_{ref,X} \quad [3a]$$

$$P_Y = V_{ref,Y} \cdot I_{ref,Y}$$

en la que de nuevo, en general, el índice X es una fase del primer sistema de la corriente o de la tensión, el índice Y es una fase del segundo sistema de la corriente o de la tensión.

La señal de referencia $i_{ref,U}, i_{ref,V}, i_{ref,W}$ con respecto a la corriente de fases i_U, i_V, i_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión o, en general, $i_{ref,X}$, la señal de referencia $V_{ref,U}, V_{ref,V}, V_{ref,W}$ con respecto a una tensión de las fases U_U, U_V, U_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión o, en general, $V_{ref,X}$, la señal de referencia $i_{ref,R}, i_{ref,S}, i_{ref,T}$ con respecto a la corriente de fases i_R, i_S, i_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión o, en general, $V_{ref,Y}$ así como la señal de referencia $V_{ref,R}, V_{ref,S}, V_{ref,T}$ con respecto a la corriente de fases U_R, U_S, U_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión o, en general, $V_{ref,Y}$ es previsible, respectivamente.

De manera alternativa, también es posible que el valor momentáneo respectivo de la potencia de fases P_U, P_V, P_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o de la tensión y el valor momentáneo respectivo de la potencia de fases P_R, P_S, P_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o de la tensión se calcule de acuerdo con la fórmula [3b] a partir de los valores de medición mencionados.

$$P_X = U_X \cdot I_X \quad [3b]$$

$$P_Y = U_Y \cdot I_Y$$

siendo de nuevo, en general, el índice X una fase del primer sistema de la corriente o de la tensión, el índice Y una fase del segundo sistema de la corriente o de la tensión.

Se menciona explícitamente que la formación mencionada de los valores momentáneos P_U , P_V , P_W , P_R , P_S , P_T de las potencias de fases se puede realizar también de otra manera.

El dispositivo de acuerdo con la invención para la realización del procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor directo presenta, de acuerdo con la figura 1, para cada módulo de fases 1 un circuito de activación 3, que sirve para la generación de la señal de activación S1, cuyo circuito de activación 3 está conectado con los conmutadores de semiconductores de potencia de las células de conmutación 2 del módulo de fases 1. De acuerdo con la invención se alimenta con respecto a cada módulo de fases 1 al circuito de activación 3 para la formación de la señal de activación S1 la diferencia de una señal de referencia $V_{ref,UR}$, $V_{ref,US}$, $V_{ref,UT}$, $V_{ref,VR}$, $V_{ref,VS}$, $V_{ref,VT}$, $V_{ref,WR}$, $V_{ref,WS}$, $V_{ref,WT}$ con respecto a la tensión U_{UR} , U_{US} , U_{UT} ; U_{VR} , U_{VS} , U_{VT} ; U_{WR} , U_{WS} , U_{WT} a través del módulo de fases 1 y partir de una señal de la tensión V_{LUR} , V_{LUS} , V_{LUT} , V_{LVR} , V_{LVS} , V_{LVT} , V_{LWR} , V_{LWS} , V_{LWT} a través de la inductividad L_{UR} , L_{US} , L_{UT} ; L_{VR} , L_{VS} , L_{VT} ; L_{WR} , L_{WS} , L_{WT} . Además, para todos los módulos de fases 1 está prevista una primera unidad de cálculo común 4 para la formación de la señal de la tensión V_{LUR} , V_{LUS} , V_{LUT} , V_{LVR} , V_{LVS} , V_{LVT} , V_{LWR} , V_{LWS} , V_{LWT} a través de la inductividad L_{UR} , L_{US} , L_{UT} ; L_{VR} , L_{VS} , L_{VT} ; L_{WR} , L_{WS} , L_{WT} , en particular de acuerdo con la fórmula [1], a partir de la señal de referencia $i_{ref,UR}$, $i_{ref,US}$, $i_{ref,UT}$, $i_{ref,VR}$, $i_{ref,VS}$, $i_{ref,VT}$, $i_{ref,WR}$, $i_{ref,WS}$, $i_{ref,WT}$ con respecto a la corriente i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT} a través del módulo de fases 1. Por otro lado, para todos los módulos de fases 1 está prevista una segunda unidad de cálculo común 5 para la formación de la señal de referencia $i_{ref,UR}$, $i_{ref,US}$, $i_{ref,UT}$, $i_{ref,VR}$, $i_{ref,VS}$, $i_{ref,VT}$, $i_{ref,WR}$, $i_{ref,WS}$, $i_{ref,WT}$ con respecto a la corriente i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT} a través del módulo de fases 1, en particular de acuerdo con la fórmula [2a] o bien [2b] a partir de un valor medio (P_U , P_V , P_W) o valor momentáneo (P_U , P_V , P_W) de una potencia de fases de una fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de un valor medio (P_R , P_S , P_T) o valor momentáneo (P_R , P_S , P_T) de una potencia de fases de una fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de la suma de los valores momentáneos P_{UVM} o de los valores medios P_{UWM} de las potencias de fases de las fases U, V, W del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la suma de los valores momentáneos P_{RST} o de los valores medios P_{RSTM} de las potencias de fases de las fases R, S, T del segundo sistema de la corriente o de la tensión.

La segunda unidad de cálculo común 5 forma la señal de referencia $i_{ref,UR}$, $i_{ref,US}$, $i_{ref,UT}$, $i_{ref,VR}$, $i_{ref,VS}$, $i_{ref,VT}$, $i_{ref,WR}$, $i_{ref,WS}$, $i_{ref,WT}$ con respecto a la corriente i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT} a través del módulo de fases 1, en particular de acuerdo con la fórmula [2a] o bien [2b], adicionalmente a partir de la corriente de fases i_U , i_V , i_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la corriente de fases i_R , i_S , i_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.

Además, para todos los módulos de fases 1 está prevista una tercera unidad de cálculo común 6 para la formación del valor momentáneo de la potencia de fases P_U , P_V , P_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente y sistema de la tensión, en particular de acuerdo con la fórmula [3a] a partir de la señal de referencia $i_{ref,U}$, $i_{ref,V}$, $i_{ref,W}$ con respecto a la corriente de fases i_U , i_V , i_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la señal de referencia $i_{ref,U}$, $i_{ref,V}$, $i_{ref,W}$ con respecto a una tensión de fases u_U , u_V , u_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente y sistema de la tensión y para la formación del valor momentáneo de la potencia de fases P_R , P_S , P_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión, en particular de acuerdo con la fórmula [3a], a partir de la señal de referencia $i_{ref,U}$, $i_{ref,V}$, $i_{ref,W}$ con respecto a la corriente de fases i_R , i_S , i_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión, y a partir de una $i_{ref,U}$, $i_{ref,V}$, $i_{ref,W}$ con respecto a la tensión de fases u_R , u_S , u_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.

De manera alternativa a ello, para todos los módulos de fases 1 está prevista una tercera unidad de cálculo común 6 para la formación del valor momentáneo de la potencia de fases P_U , P_V , P_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente y sistema de la tensión, en particular de acuerdo con la fórmula [3b], a partir de la corriente de fases i_U , i_V , i_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la tensión de fases u_U , u_V , u_W de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del primer sistema de la corriente y para la formación del valor momentáneo de la potencia de fases P_R , P_S , P_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente y sistema de la tensión, en particular de acuerdo con la fórmula [3b], a partir de la corriente de fases i_R , i_S , i_T de la fase R, S, T conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la tensión de fases u_R , u_S , u_T de la fase U, V, W conectada en el módulo de fases 1 del segundo sistema de la corriente y sistema de la tensión.

En general, se ha podido mostrar que los dispositivos de acuerdo con la invención, en particular según la figura 1, para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención para el funcionamiento del circuito convertidor directo se pueden realizar muy fácilmente y económicamente, puesto que el gasto de circuito es extraordinariamente reducido y, además, solamente se necesita un número reducido de componentes para la estructura. De esta manera, con este dispositivo se puede realizar el procedimiento de acuerdo con la invención de una manera

especialmente sencilla.

Lista de signos de referencia

5	1	Módulo de fases
	2	Célula de conmutación
	3	Circuito de activación
	4	Primera unidad de cálculo
10	5	Segunda unidad de cálculo
	6	Tercera unidad de cálculo

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor directo, en el que el circuito convertidor directo presenta al menos dos módulos de fases (1) y sirve para la conexión de fases (U, V, M) de un primer sistema de corriente o sistema de tensión con fases (R, S, T) de un segundo sistema de corriente o sistema de tensión, cada módulo de fases (1) comprende varias células de conmutación (2) bipolares conectadas en serie entre sí y cada célula de conmutación (2) presenta conmutadores de semiconductores de potencia bidireccionales activables con dirección de la conducción de la corriente unidireccional controlada y un acumulador de energía capacitiva, en el que los conmutadores de semiconductores de potencia de las células de conmutación (2) del módulo de fases (1) respectivo son activados por medio de una señal de activación (S1) y cada módulo de fases (1) presenta una inductividad (L_{UR} , L_{US} , L_{UT} ; L_{VR} , L_{VS} , L_{VT} ; L_{WR} , L_{WS} , L_{WT}) en serie con el circuito en serie de las células de conmutación, **caracterizado** porque para cada módulo de fases (1) se forma la señal de activación (S1) a partir de la diferencia de una señal de referencia ($V_{ref,UR}$, $V_{ref,US}$, $V_{ref,UT}$, $V_{ref,VR}$, $V_{ref,VS}$, $V_{ref,VT}$, $V_{ref,WR}$, $V_{ref,WS}$, $V_{ref,WT}$) con respecto a la tensión (U_{UR} , U_{US} , U_{UT} ; U_{VR} , U_{VS} , U_{VT} ; U_{WR} , U_{WS} , U_{WT}) a través del módulo de fases (1) y de una señal de la tensión (V_{LUR} , V_{LUS} , V_{LUT} , V_{LVR} , V_{LVS} , V_{LVT} , V_{LWR} , V_{LWS} , V_{LWT}) a través de la inductividad (L_{UR} , L_{US} , L_{UT} ; L_{VR} , L_{VS} , L_{VT} ; L_{WR} , L_{WS} , L_{WT}), y porque la señal de la tensión (V_{LUR} , V_{LUS} , V_{LUT} , V_{LVR} , V_{LVS} , V_{LVT} , V_{LWR} , V_{LWS} , V_{LWT}) se forma a través de la inductividad (L_{UR} , L_{US} , L_{UT} ; L_{VR} , L_{VS} , L_{VT} ; L_{WR} , L_{WS} , L_{WT}) a partir de una señal de referencia ($i_{ref,UR}$, $i_{ref,US}$, $i_{ref,UT}$, $i_{ref,VR}$, $i_{ref,VS}$, $i_{ref,VT}$, $i_{ref,WR}$, $i_{ref,WS}$, $i_{ref,WT}$) con respecto a la corriente (i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT}) a través del módulo de fases (1), y porque la señal de referencia ($i_{ref,UR}$, $i_{ref,US}$, $i_{ref,UT}$, $i_{ref,VR}$, $i_{ref,VS}$, $i_{ref,VT}$, $i_{ref,WR}$, $i_{ref,WS}$, $i_{ref,WT}$) se forma con respecto a la corriente (i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT}) a través del módulo de fases (1) a partir de un valor medio (P_U , P_V , P_W) o valor momentáneo (P_U , P_V , P_W) de una potencia de fases de una fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de un valor medio (P_R , P_S , P_T) o valor momentáneo (P_R , P_S , P_T) de una potencia de fases de una fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de la suma de los valores momentáneos (P_{UVM}) o de los valores medios (P_{UVM}) de las potencias de fases de las fases (U, V, W) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la suma de los valores momentáneos (P_{RST}) o de los valores medios (P_{RSTM}) de las potencias de fases de las fases (R, S, T) del segundo sistema de la corriente o de la tensión.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque para cada módulo de fases (1) se forma la señal de referencia ($i_{ref,UR}$, $i_{ref,US}$, $i_{ref,UT}$, $i_{ref,VR}$, $i_{ref,VS}$, $i_{ref,VT}$, $i_{ref,WR}$, $i_{ref,WS}$, $i_{ref,WT}$) con respecto a la corriente (i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT}) a través del módulo de fases (1) adicionalmente a partir de una corriente de fases (i_U , i_V , i_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una corriente de fases (i_R , i_S , i_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque para cada módulo de fases (1) se forma el valor momentáneo de la potencia de fases (P_U , P_V , P_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión a partir de una señal de referencia ($i_{ref,U}$, $i_{ref,V}$, $i_{ref,W}$) con respecto a la corriente de fases (i_U , i_V , i_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una señal de referencia ($V_{ref,U}$, $V_{ref,V}$, $V_{ref,W}$) con respecto a una tensión de las fases (U_U , U_V , U_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y porque se forma el valor momentáneo de la potencia de fases (P_R , P_S , P_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión a partir de una señal de referencia ($i_{ref,R}$, $i_{ref,S}$, $i_{ref,T}$) con respecto a la corriente de fases (i_R , i_S , i_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una señal de referencia ($V_{ref,R}$, $V_{ref,S}$, $V_{ref,T}$) con respecto a una tensión de las fases (U_R , U_S , U_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque para cada módulo de fases (1) se forma el valor momentáneo de la potencia de fases (P_U , P_V , P_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente y de la tensión a partir de una corriente de fases (i_U , i_V , i_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una tensión de fases (U_U , U_V , U_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente y sistema de la tensión y porque se forma el valor momentáneo de la potencia de fases (P_R , P_S , P_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión a partir de una corriente de fases (i_R , i_S , i_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una tensión de fases (U_R , U_S , U_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.
- 5.- Dispositivo para la realización de un procedimiento para el funcionamiento de un circuito convertidor directo, en el que el circuito convertidor directo presenta al menos dos módulos de fases (1) y sirve para la conexión de fases (U, V, M) de un primer sistema de corriente o sistema de tensión con fases (R, S, T) de un segundo sistema de corriente o sistema de tensión, cada módulo de fases (1) comprende varias células de conmutación (2) bipolares conectadas

en serie entre sí y cada célula de conmutación (2) presenta conmutadores de semiconductores de potencia bidireccionales activables con dirección de la conducción de la corriente unidireccional controlada y un acumulador de energía capacitiva, con un circuito de activación (3) que sirve para la generación de una señal de activación (S1) para cada módulo de fases (1), cuyo circuito de activación (3) está conectado con los conmutadores de semiconductores de potencia de las células de conmutación (2) del módulo de fases (1), y cada módulo de fases (1) presenta una inductividad (L_{UR} , L_{US} , L_{UT} ; L_{VR} , L_{VS} , L_{VT} ; L_{WR} , L_{WS} , L_{WT}) en serie con el circuito en serie de las células de conmutación, **caracterizado** porque con respecto a cada módulo de fases (1) se alimenta al circuito de activación (3) para la formación de la señal de activación (1) la diferencia de una señal de referencia ($V_{ref,UR}$, $V_{ref,US}$, $V_{ref,UT}$, $V_{ref,VR}$, $V_{ref,VS}$, $V_{ref,VT}$, $V_{ref,WR}$, $V_{ref,WS}$, $V_{ref,WT}$) con respecto a la tensión (U_{UR} , U_{US} , U_{UT} ; U_{VR} , U_{VS} , U_{VT} ; U_{WR} , U_{WS} , U_{WT}) a través del módulo de fases (1) y de una señal de la tensión (V_{LUR} , V_{LUS} , V_{LUT} , V_{LVR} , V_{LVS} , V_{LVT} , V_{LWR} , V_{LWS} , V_{LWT}) a través de la inductividad (L_{UR} , L_{US} , L_{UT} ; L_{VR} , L_{VS} , L_{VT} ; L_{WR} , L_{WS} , L_{WT}), y porque para todos los módulos de fases (1) está prevista una primera unidad de cálculo común (4) para la formación de la señal de la tensión (V_{LUR} , V_{LUS} , V_{LUT} , V_{LVR} , V_{LVS} , V_{LVT} , V_{LWR} , V_{LWS} , V_{LWT}) a través de la inductividad (L_{UR} , L_{US} , L_{UT} ; L_{VR} , L_{VS} , L_{VT} ; L_{WR} , L_{WS} , L_{WT}) a partir de una señal de referencia ($V_{ref,UR}$, $V_{ref,US}$, $V_{ref,UT}$, $V_{ref,VR}$, $V_{ref,VS}$, $V_{ref,VT}$, $V_{ref,WR}$, $V_{ref,WS}$, $V_{ref,WT}$) con respecto a la corriente (i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT}) a través del módulo de fases (1), y porque para todos los módulos de fases (1) está prevista una segunda unidad de cálculo común para la formación de la señal de referencia ($i_{ref,UR}$, $i_{ref,US}$, $i_{ref,UT}$, $i_{ref,VR}$, $i_{ref,VS}$, $i_{ref,VT}$, $i_{ref,WR}$, $i_{ref,WS}$, $i_{ref,WT}$) con respecto a la corriente (i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT}) a través del módulo de fases (1) a partir de un valor medio (P_U , P_V , P_W) o valor momentáneo (P_U , P_V , P_W) de una potencia de fases de una fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de un valor medio (P_R , P_S , P_T) o valor momentáneo (P_R , P_S , P_T) de una potencia de fases de una fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión, a partir de la suma de los valores momentáneos (P_{UVM}) o de los valores medios (P_{UVM}) de las potencias de fases de las fases (U, V, W) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de la suma de los valores momentáneos (P_{RST}) o de los valores medios (P_{RSTM}) de las potencias de fases de las fases (R, S, T) del segundo sistema de la corriente o de la tensión.

6.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque la segunda unidad de cálculo común forma la señal de referencia ($i_{ref,UR}$, $i_{ref,US}$, $i_{ref,UT}$, $i_{ref,VR}$, $i_{ref,VS}$, $i_{ref,VT}$, $i_{ref,WR}$, $i_{ref,WS}$, $i_{ref,WT}$) con respecto a la corriente (i_{UR} , i_{US} , i_{UT} ; i_{VR} , i_{VS} , i_{VT} ; i_{WR} , i_{WS} , i_{WT}) a través del módulo de fases (1) adicionalmente a partir de una corriente de fases (i_U , i_V , i_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una corriente de fases (i_R , i_S , i_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.

7.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque para todos los módulos de fases (1) está prevista una tercera unidad de cálculo común (6) para la formación del valor momentáneo de la potencia de fases (P_U , P_V , P_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión a partir de una señal de referencia ($i_{ref,U}$, $i_{ref,V}$, $i_{ref,W}$) con respecto a la corriente de fases (i_U , i_V , i_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una señal de referencia ($V_{ref,U}$, $V_{ref,V}$, $V_{ref,W}$) con respecto a una tensión de las fases (U_U , U_V , U_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y para la formación del valor momentáneo de la potencia de fases (P_R , P_S , P_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión a partir de una señal de referencia ($i_{ref,R}$, $i_{ref,S}$, $i_{ref,T}$) con respecto a la corriente de fases (i_R , i_S , i_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una señal de referencia ($V_{ref,R}$, $V_{ref,S}$, $V_{ref,T}$) con respecto a una tensión de las fases (U_R , U_S , U_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.

8.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque para todos los módulos de fases (1) está prevista una tercera unidad de cálculo común (6) para la formación del valor momentáneo de la potencia de fases (P_U , P_V , P_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente y de la tensión o a partir de una corriente de fases (i_U , i_V , i_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una tensión de fases (u_U , u_V , u_W) de la fase (U, V, W) conectada en el módulo de fases (1) del primer sistema de la corriente y sistema de la tensión y para la formación del valor momentáneo de la potencia de fases (P_R , P_S , P_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión a partir de una corriente de fases (i_R , i_S , i_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión y a partir de una tensión de fases (u_R , u_S , u_T) de la fase (R, S, T) conectada en el módulo de fases (1) del segundo sistema de la corriente o sistema de la tensión.

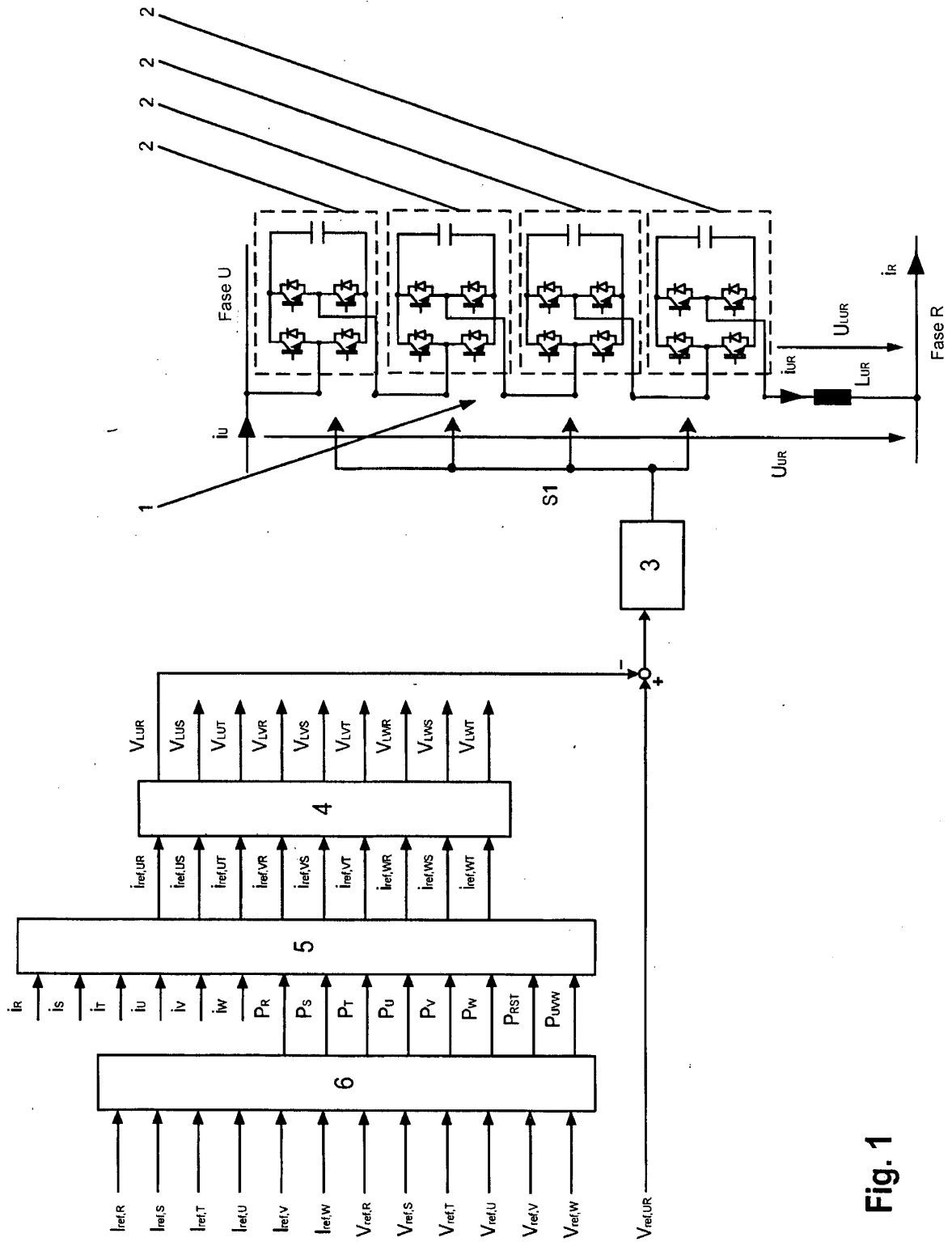


Fig. 1

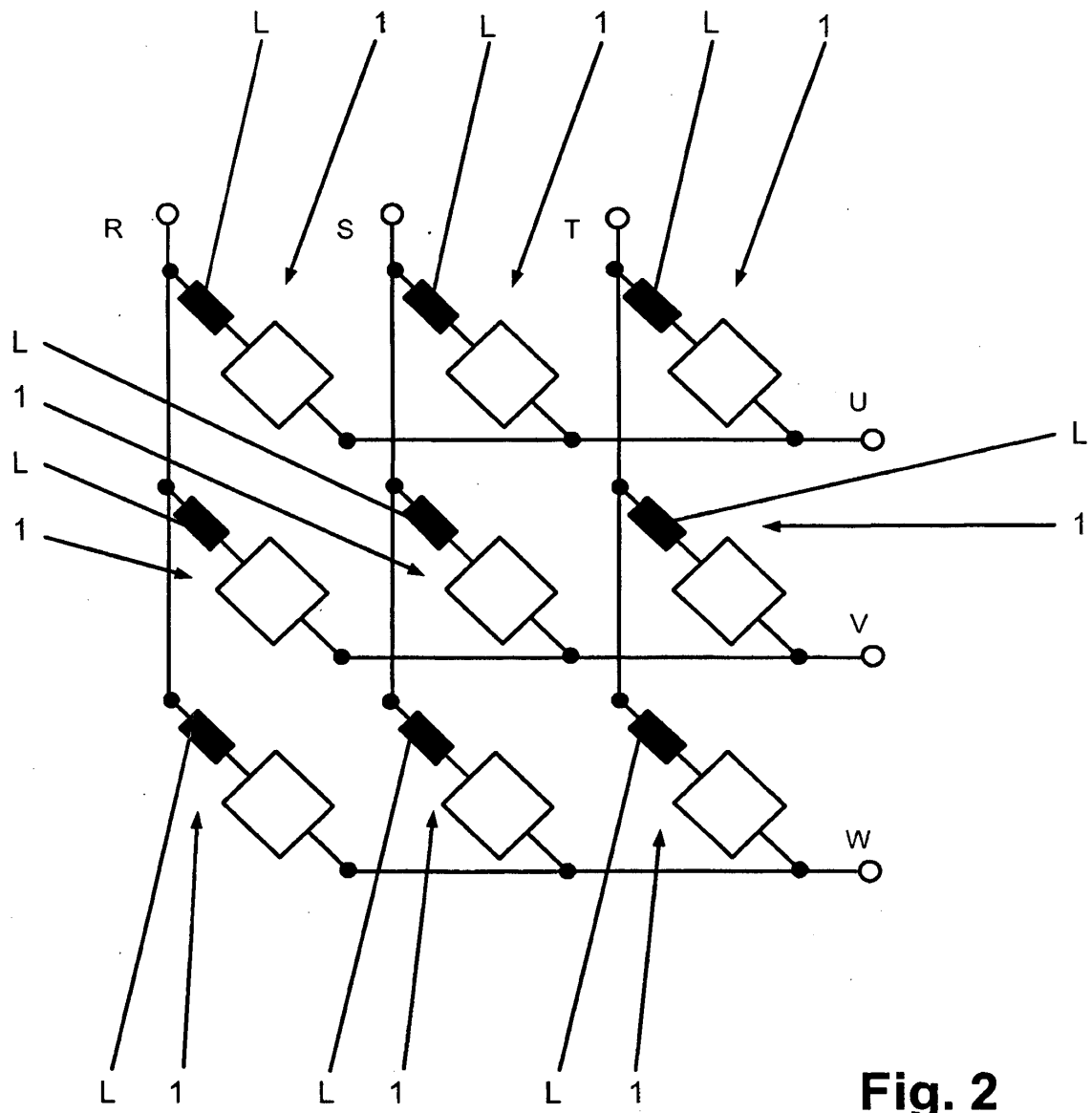


Fig. 2