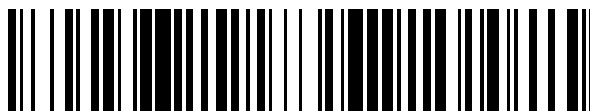


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 678**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/537** (2006.01)

**H02M 7/483** (2007.01)

**H02M 1/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2015 PCT/EP2015/055342**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150057**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2015 E 15710759 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3095178**

54 Título: **Circuito de convertidor de corriente con submódulos que funcionan en modo lineal**

30 Prioridad:

**31.03.2014 EP 14001179**

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

**03.02.2020**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**FRIEDRICH, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 739 678 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**

Circuito de convertidor de corriente con submódulos que funcionan en modo lineal

La invención se refiere a un circuito de convertidor de corriente que presenta

- 5     – un terminal de tensión continua,
- al menos un terminal en el lado de tensión alterna y
- al menos un módulo de fase,

presentando el módulo de fase un circuito en serie de una válvula superior de convertidor de corriente y una válvula inferior de convertidor de corriente,  
 10    representando la conexión eléctrica entre la válvula superior de convertidor de corriente y la válvula inferior de convertidor de corriente el terminal en el lado de tensión alterna,  
 estando conectados eléctricamente terminales del módulo de fase con el terminal de tensión continua,  
 presentando la válvula superior de convertidor de corriente y la válvula inferior de convertidor de corriente respectivamente al menos dos submódulos, que están dispuestos en serie eléctricamente,  
 presentando los submódulos al menos un condensador y al menos un semiconductor de potencia.

- 15    Los circuitos de convertidor se utilizan para convertir potencia eléctrica o nivel de tensión, nivel de corriente, frecuencia y posición de fase. A los circuitos de convertidor para la conversión de tensión alterna en tensión continua o de corriente alterna en corriente continua se los denomina rectificadores. Por el contrario, a los circuitos de convertidor para la conversión de tensión continua en tensión alterna o de corriente continua en corriente alterna se los denomina inversores. A los circuitos de convertidor para la conversión de potencias con tensiones/corrientes de  
 20    una frecuencia a otra potencia se los denomina mecanismos de frecuencia variable.

- 25    Los circuitos de convertidor se emplean para suministrar energía eléctrica de forma dirigida a máquinas y motores eléctricos. De este modo, estas máquinas y motores eléctricos se pueden controlar y regular mediante los circuitos de convertidor. Otro ámbito de aplicación es el control de flujos de energía, la compensación de armónicos y la facilitación de potencia reactiva en redes de suministro de energía. Además, los circuitos de convertidor toman parte en la transmisión de energía con pocas pérdidas mediante una transmisión de corriente continua de alta tensión.

- 30    En la descripción de la tensión de salida del lado de tensión alterna de los circuitos de convertidor se diferencia entre una tensión concatenada, que está presente entre las salidas individuales del lado de tensión alterna del convertidor de corriente, una tensión entre una salida y un potencial de referencia, denominado también tensión de conductor, y un sistema de secuencia cero. El sistema de secuencia cero se forma añadiendo las tensiones de conductor y se distribuyen por el número de conductores. A este respecto, la tensión del sistema de secuencia cero no tiene ninguna influencia en la tensión concatenada,

Sobre una base electrónica de potencia, con la ayuda de circuitos de convertidor se puede generar una tensión alterna periódica de dos formas:

- 35    - conmutación con frecuencia de pulsación (modulación de amplitud de pulsación)
- accionamiento/regulación lineal.

- 40    En el caso de la conmutación con frecuencia de pulsación se controlan semiconductores en una topología discrecional con una frecuencia considerablemente superior a la frecuencia de la tensión de salida. La forma de tensión se imprime por medio de una amplitud de pulsación variable. Los almacenamientos de energía conectados antes suavizan la corriente y la tensión. Además de la tensión deseada queda una perturbación de alta frecuencia en las magnitudes de salida que se puede reducir mediante un esfuerzo de filtrado correspondientemente alto, pero no se puede eliminar completamente en la mayor parte de los casos. Para mantener una tensión de salida con mayor calidad se debe conmutar con la mayor frecuencia de pulsación posible. Los almacenamientos de energía y los filtros en el lado de salida deben estar dimensionados con el tamaño suficiente. Ambos reducen considerablemente el grado de efecto total del sistema y van acompañados de gastos elevados.

- 45    Con un accionamiento lineal, mediante la apertura y la reducción dirigida de las válvulas de semiconductor, se puede ajustar una forma de tensión de salida discrecional sin perturbaciones de alta frecuencia. A este respecto, la diferencia de tensión entre tensión de corriente continua y tensión alterna en el semiconductor se convierte completamente en calor. Según el grado de ecualización y la forma de curva, en el semiconductor se transforma más energía térmica de la que se emite eléctricamente hacia fuera. Los grados de ecualización menores siguen reduciendo el grado de efecto. A este respecto, en la técnica energética el accionamiento lineal se emplea con muy poca frecuencia por sus elevadas pérdidas. Por causa de los elevados requisitos en cuanto a refrigeración, solo se pueden realizar con sensatez aplicaciones con potencias relativamente bajas. El documento US 5,886,504 A desvela la descarga de un condensador *boost* en un circuito en H por medio del modo lineal de los conmutadores
- 50

del circuito en H para limitar las corrientes.

Además, por el documento DE 101 03 031 A1 se conoce un convertidor de corriente multinivel modular. En esta estructura ya se puede generar una tensión de salida con escasos armónicos, ya que la tensión de salida generada con el convertidor de corriente multinivel modular representa una forma de escalera. En el caso de este convertidor de corriente, los filtros para la supresión de armónicos se pueden realizar especialmente pequeños y con muy poco esfuerzo. El convertidor de corriente multinivel desvelado en el documento WO 2011/124260 A1 presenta una inclinación reducida hacia los armónicos.

La invención se basa en el objetivo de señalar un convertidor de corriente multinivel modular económico y fiable cuya tensión de salida pueda adoptar una curva sinusoidal sin incluir, a este respecto, armónicos perturbadores.

- 10 Este objetivo se resuelve mediante un circuito de convertidor de corriente de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10. En las reivindicaciones dependientes se definen formas de realización ventajosas.

La invención se basa en el conocimiento de que los armónicos en la tensión de salida del lado de tensión alterna se pueden reducir porque al menos un submódulo es adecuado para un modo lineal. Mediante este modo de funcionamiento, la tensión del submódulo puede modificarse continuamente, de forma que se llega a una eliminación de los saltos en la tensión de salida. Con ello, en la salida se puede generar un recorrido de tensión continuo discrecional. A este respecto, generar una curva sinusoidal como tensión de salida de un convertidor de corriente es especialmente ventajoso. Como los saltos en la tensión de salida causan armónicos en la tensión de salida, los armónicos pueden evitarse modificando continuamente la tensión de salida. Está previsto que a al menos un submódulo de al menos un módulo de fase se lo haga funcionar en modo lineal. Así, con n submódulos dispuestos en serie se desprenden n-1 submódulos con pocas pérdidas por causa de la conmutación con frecuencia de pulso. Solo a un módulo se lo hace funcionar con mayores pérdidas. Como, sin embargo, en este solo está presente una fracción de la tensión de circuito intermedio, este módulo causa también solo una fracción de las pérdidas que causa un accionamiento lineal conocido hasta ahora. Así, por causa de requisitos de refrigeración considerablemente más bajos, se puede fabricar y también hacer que funcione de forma más fácil. Por las pocas pérdidas se pueden realizar también circuitos de convertidor con potencias elevadas, que facilitan una tensión de salida meramente sinusoidal en la salida del lado de tensión alterna.

Al contrario que los accionamientos lineales conocidos ya, este circuito de convertidor de corriente presenta ya, por causa de su número de submódulos dispuestos en serie, un elevado grado de efecto.

- 30 Mediante el empleo combinado de semiconductores con funcionamiento conmutado y lineal se desprende una conversión altamente eficiente de tensión eléctrica o corriente eléctrica de una magnitud continua a una magnitud alterna periódica ideal de amplitud, frecuencia y forma discrecional. Por el gran número de submódulos conmutados en serie, la potencia de conmutación por semiconductor al emplear n submódulos por módulo de fase es el factor n menor que en el caso de inversores convencionales de 2 puntos; con ello se reduce la potencia perdida en el modo lineal en un factor  $< 1/n$ . En una interpretación correspondiente, la baja tensión del submódulo hace posible un suministro directo de la electrónica de control del submódulo desde este submódulo sin transformador conectado antes.

Así, el circuito de convertidor de corriente se adecúa especialmente para utilizarlo con fines de medición y de comprobación, ya que puede generar de forma precisa un recorrido de tensión necesario.

- 40 En una forma de configuración ventajosa, el circuito de convertidor de corriente presenta varios módulos de fase que están dispuestos en un circuito paralelo unos respecto a otros. Con una disposición de este tipo se pueden conectar también componentes de varias fases, especialmente trifásicos, con los terminales de carga del lado de tensión alterna. Así, también se puede poner a disposición de estos componentes de varias fases, con ayuda del circuito de convertidor de corriente de acuerdo con la invención, una tensión de salida sinusoidal.

- 45 En otra forma de configuración ventajosa, cada módulo de fase presenta al menos un submódulo adecuado para el modo lineal. La ventaja de esta forma de realización consiste en que la tensión de salida de todos los terminales del lado de tensión alterna puede verse influida de tal forma por los submódulos que se encuentran en el modo lineal que en los terminales del lado de tensión alterna se puede realizar un recorrido temporal continuo discrecional, especialmente una curva sinusoidal, de la tensión de salida. Esto implica que la parte de armónicos de una curva sinusoidal es igual o casi cero.

En otra forma de configuración ventajosa, cada válvula superior de convertidor de corriente y cada válvula inferior de convertidor de corriente presentan al menos un submódulo adecuado para el modo lineal. La ventaja de esta disposición consiste en producir una simetría entre potencial positivo y negativo del circuito intermedio. Esto hace posible, además de la facilitación de recorridos temporales continuos de la tensión de salida, una regulación más

sencilla de corrientes de circuito, que se puede aprovechar para el equilibrado de las tensiones de condensador de los submódulos individuales. Además, un sistema de secuencia cero de la tensión de salida del lado de tensión alterna se puede ver influido ligeramente por esta disposición. De esta manera se pueden evitar o al menos reducir considerablemente efectos negativos como, por ejemplo, corrientes inducidas en el caso de los motores.

5 En otra forma de configuración ventajosa, el submódulo adecuado para el modo lineal y los submódulos restantes presentan semiconductores de potencia con la misma capacidad para bloquear la tensión. Este submódulo adecuado para el modo lineal se puede fabricar de forma especialmente fácil. Por causa de la misma capacidad para bloquear la tensión, en todos los submódulos se pueden utilizar los mismos componentes. Esta cualidad  
10 aumenta en número de partes iguales en el convertidor de corriente, de forma que este se puede fabricar de forma fácil y económica.

En otra forma de configuración ventajosa, el circuito de convertidor de corriente presenta un dispositivo de regulación que está conectado eléctricamente con los bloques de control, pudiendo determinarse para el dispositivo de regulación un valor nominal para la tensión entre el terminal del lado de tensión alterna y un potencial de referencia y pudiendo hacer funcionar el circuito de convertidor de corriente de tal forma que la tensión entre el  
15 terminal del lado de tensión alterna y un potencial de referencia se corresponde con el valor nominal. A este respecto, este valor nominal no se alcanza solo en el tiempo promedio, como es posible en el caso de tensiones moduladas por amplitud de pulsación (PWM). El valor nominal se alcanza en todo momento. Sin embargo, por causa de las duraciones de señal y los tiempos de respuesta en el segmento de regulación en el recorrido de regulación, se debe contar con un retraso entre emisión de valor nominal y realización de la tensión de salida, que se  
20 corresponde con el valor nominal. Así, para la regulación de los circuitos de convertidor de corriente se pueden predeterminar recorridos temporales discretos que el circuito de convertidor de corriente produce como tensión respecto al potencial de referencia en el terminal del lado de tensión alterna.

En otra forma de configuración ventajosa, el circuito de convertidor de corriente presenta un dispositivo de regulación que está conectado eléctricamente con los bloques de control, pudiendo determinarse para el dispositivo de regulación un valor nominal para la tensión entre dos terminales del lado de tensión alterna y pudiendo hacer funcionar el circuito de convertidor de corriente de tal forma que la tensión entre los dos terminales del lado de  
25 tensión alterna se corresponde con el valor nominal. Este ejemplo de realización se corresponde, en principio, con el mencionado anteriormente, estando orientada la regulación, sin embargo, no a una tensión entre un terminal del lado de tensión alterna y un potencial de referencia, sino a la tensión entre dos terminales del lado de tensión alterna.  
30

En otra forma de configuración ventajosa, la tensión entre dos terminales del lado de tensión alterna o la tensión entre el terminal del lado de tensión y un potencial de referencia se puede generar como curva sinusoidal. La ventaja especial consiste en que la curva sinusoidal se necesita para muchas aplicaciones y en el pasado tenía que realizarse mediante circuitos de filtrado más o menos costosos y caros. Ahora se puede prescindir de este circuito  
35 de filtrado. Al conectarse, por ejemplo, a una red de suministro de energía, por causa del recorrido sinusoidal correcto de la tensión de salida del circuito de convertidor de corriente, no se producen corrientes perturbadoras de alta frecuencia. Así mismo se comporta en el caso de las cargas conectadas al circuito de convertidor de corriente. También estas son parcialmente sensibles respecto a armónicos, que no se producen con el circuito de convertidor de corriente de acuerdo con la invención.

40 Así, el circuito de convertidor de corriente se adecúa especialmente para utilizarlo con fines de medición y de comprobación, ya que puede generar de forma precisa un recorrido de tensión necesario.

En otra forma de configuración ventajosa, los semiconductores de potencia del submódulo adecuado para el modo lineal presentan transistores de efecto de campo, especialmente MOSFET. Estos están optimizados especialmente para realizar un modo lineal. Un submódulo adecuado para el modo lineal se puede realizar, especialmente con  
45 estos elementos semiconductores, de forma fácil, económica y fiable.

A continuación, la invención se describe y se explica más en detalle mediante los ejemplos de realización representados en las figuras. Muestran:

- La FIGURA 1, una fase de un circuito de convertidor de corriente de acuerdo con la invención.
- 50 La FIGURA 2, un circuito de convertidor de corriente de acuerdo con la invención trifásico.
- La FIGURA 3, un submódulo del circuito de convertidor de corriente de acuerdo con la invención con unidad de control y dispositivo de regulación.
- La FIGURA 4, un submódulo con varios MOSFET como semiconductores de potencia.

La FIGURA 1 muestra un ejemplo de realización del circuito de convertidor de corriente 1 de acuerdo con la invención. Este presenta un terminal de tensión continua 13. Unido con este está el módulo de fase 10 con sus  
55 terminales 14a, 14b. El módulo de fase 10 comprende el circuito en serie de una válvula 11a superior de convertidor

de corriente y de una válvula 11b inferior de convertidor de corriente. El punto de conexión de estas dos válvulas 11a, 11b de convertidor de corriente forma el terminal 12 del lado de tensión alterna. Ambas válvulas 11a y 11b de convertidor de corriente presentan, a su vez, respectivamente un circuito en serie de submódulos 20, 30. Cada uno de estos submódulos está conectado con un bloque de control, que está dispuesto ventajosamente cerca del submódulo 20, 30 o incluso dentro del submódulo 20, 30. En el ejemplo de realización representado, la válvula superior de convertidor de corriente presenta un submódulo 30 adecuado para el modo lineal. Este se controla por medio de su bloque de control 50 de tal forma que en la salida del lado de tensión alterna, respecto a un potencial de referencia, se puede generar una tensión con un recorrido temporal continuo. En el caso de la realización de una curva sinusoidal de la tensión de salida, esta se puede realizar sin partes de armónicos.

5 Para la regulación de corrientes dentro del circuito de convertidor de corriente 1 ha resultado ventajoso que en serie con los submódulos 20, 30 esté presente una inductancia. Esto es ventajoso especialmente para tensiones de salida del lado de tensión alterna de varias fases para generar corrientes de circuito para el equilibrado de las tensiones de condensador.

15 La FIGURA 2 muestra otro ejemplo de realización del circuito de convertidor de corriente 1 de acuerdo con la invención. Para evitar repeticiones en relación con componentes del sistema que coinciden, se remite a la descripción respecto a la FIGURA 1 y las referencias introducidas en ella. Al contrario que en el ejemplo de realización precedente, este circuito de convertidor de corriente 1 está realizado con terminales 12 del lado de tensión alterna trifásicos. Estos son especialmente adecuados para la conexión a una red de suministro de energía. La red de suministro de energía representa, a este respecto, una red de corriente trifásica. Del mismo modo, con los tres terminales del lado de tensión alterna se pueden alimentar consumidores eléctricos como, por ejemplo, motores, que para el control de su número de revoluciones y de su par de torsión necesitan una fuente de tensión que se pueda modificar en altura de tensión y frecuencia. Por causa del recorrido de tensión en la salida, a estos consumidores se los puede hacer funcionar sin circuito de filtrado.

25 Cada válvula de convertidor de corriente presenta en el circuito en serie de los submódulos 20, 30 un submódulo 30 adecuado para el modo lineal. Así esta estructura es, por una parte, simétrica en relación con el módulo de fase 10 individual y, con ello, también en relación con los terminales 12 del lado de tensión alterna. Así las tensiones generadas en los terminales del lado de tensión alterna pueden generar, todos de la misma manera, un recorrido de tensión que se puede predeterminar correspondientemente. Como cada válvula superior e inferior 11a, 11b de convertidor de corriente de cada módulo de fase 10 presenta, en este ejemplo de realización, un submódulo 30 adecuado para el modo lineal, las tensiones de los terminales del lado de tensión alterna de cada módulo de fase 10 son predeterminadas independientemente unas de otras.

Por causa de la forma de seno precisa en los terminales del lado de tensión alterna, este circuito de convertidor de corriente es adecuado especialmente también con fines de medición y de comprobación, que exigen requisitos especialmente elevados en cuando a la forma de tensión de una fuente de tensión.

35 La FIGURA 3 muestra un ejemplo de realización de un submódulo 20, 30. Esto comprende dos semiconductores 41 conectados en serie y un condensador 42 dispuesto paralelamente respecto a este circuito en serie. En los bornes 43 del submódulo, en los submódulos que no funcionan en modo lineal, la tensión del condensador o la tensión puede marcar cero. El control de los semiconductores de potencia 41 se efectúa mediante el bloque de control 50. Cuando este bloque de control 50 es capaz de hacer que el módulo funcione el submódulo no solo como se ha descrito anteriormente en modo de conmutación, sino que hace posible también el modo lineal del submódulo 30, en el caso de este submódulo 30 adecuado para el modo lineal, cada tensión discrecional de la tensión de la tensión 0 y de la tensión del condensador se puede situar los bornes 43 del submódulo 30. La especificación de qué valor de tensión se debe ajustar la recibe el bloque de control 50 desde el dispositivo de regulación 51 de nivel superior. Este dispositivo de regulación 51 controla los bloques de control 50 individuales con la información de qué tensión debe suministrar el submódulo 20, 30 en cuestión en sus bornes 43. En el caso de los submódulos 20 que se encuentran en funcionamiento conmutado, en este documento solo hay información digital 0V o Uc, mientras que los submódulos 30 que funcionan en modo lineal mantienen un valor de tensión preciso desde el dispositivo de regulación 51 de nivel superior. El dispositivo de regulación 51 determina, a su vez, estas señales de control hacia los bloques de control 50 a partir de la especificación de un valor nominal 52. Ha resultado especialmente ventajoso que esté a disposición del dispositivo de regulación información sobre las corrientes de fase y las tensiones en los terminales 12 del lado de tensión alterna del circuito de convertidor de corriente 1.

La FIGURA 4 muestra la estructura de un submódulo 30, adecuado para el modo lineal, con varios MOSFET. A este respecto, para los semiconductores de potencia 41 del submódulo se utilizan varios MOSFET.

REIVINDICACIONES

1. Circuito de convertidor de corriente (1) que presenta
- un terminal de tensión continua (13),
  - al menos un terminal (12) en el lado de tensión alterna y
  - al menos un módulo de fase (10),
- 5 presentando el módulo de fase (10) un circuito en serie de una válvula (11a) superior de convertidor de corriente y una válvula (11b) inferior de convertidor de corriente, representando la conexión eléctrica entre la válvula (11a) superior de convertidor de corriente y la válvula (11b) inferior de convertidor de corriente el terminal (12) en el lado de tensión alterna,
- 10 estando conectados eléctricamente los terminales (14a, 14b) del módulo de fase (10) con el terminal de tensión continua (13), presentando la válvula (11a) superior de convertidor de corriente y la válvula (11b) inferior de convertidor de corriente respectivamente al menos dos submódulos (20, 30), que están dispuestos en serie eléctricamente,
- 15 presentando los submódulos (20, 30) al menos un condensador (42), al menos un semiconductor de potencia (41) y un bloque de control (50) para el control de los semiconductores de potencia (41),
- caracterizado por que**  
al menos una válvula (11a, 11b) de convertidor de corriente presenta un submódulo (30) adecuado para un modo lineal y porque el circuito de convertidor de corriente (1) presenta un bloque de control (50) que hace posible el modo lineal para un submódulo (30) adecuado para un modo lineal.
- 20 2. Circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el circuito de convertidor de corriente (1) presenta varios módulos de fase (10) que están dispuestos en un circuito paralelo unos respecto a otros.
3. Circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** cada módulo de fase (10) presenta al menos un submódulo (30) adecuado para el modo lineal.
- 25 4. Circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** cada válvula (11a) superior y cada válvula (11b) inferior de convertidor de corriente presenta al menos un submódulo (30) adecuado para el modo lineal.
5. Circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el submódulo (30) adecuado para el modo lineal y los submódulos (20) restantes presentan semiconductores de potencia (41) con la misma capacidad para bloquear la tensión.
- 30 6. Circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el circuito de convertidor de corriente (1) presenta un dispositivo de regulación (51) que está conectado eléctricamente con los bloques de control (50), pudiendo determinarse para el dispositivo de regulación (51) un valor nominal (52) para la tensión entre el terminal (12) del lado de tensión alterna y un potencial de referencia, pudiendo hacer funcionar el circuito de convertidor de corriente (1) de tal forma que la tensión entre el terminal (12) del lado de tensión alterna y un potencial de referencia se corresponde con el valor nominal (52).
- 35 7. Circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el circuito de convertidor de corriente (1) presenta un dispositivo de regulación (51) que está conectado eléctricamente con los bloques de control (50), pudiendo determinarse para el dispositivo de regulación (51) un valor nominal (52) para la tensión entre dos terminales (12) del lado de tensión alterna, pudiendo hacer funcionar el circuito de convertidor de corriente (1) de tal forma que la tensión entre los terminales (12) del lado de tensión alterna se corresponde con el valor nominal (52).
- 40 8. Circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la tensión entre dos terminales (12) del lado de tensión alterna o la tensión entre el terminal (12) del lado de tensión alterna y un potencial de referencia se puede generar como curva sinusoidal.
- 45 9. Circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** los semiconductores de potencia (41) del submódulo (30) adecuado para el modo lineal presentan transistores de efecto de campo, especialmente varios MOSFET.
10. Procedimiento para hacer funcionar un circuito de convertidor de corriente (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** en al menos una válvula (11a, 11b) de convertidor de corriente, en modo lineal se hace funcionar a al menos un submódulo (30).
- 50

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** en cada módulo de fase (10), en modo lineal se hace funcionar a al menos un submódulo (30).
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado por que** en cada válvula superior (11a) de convertidor de corriente y en cada válvula (11b) inferior de convertidor de corriente, en modo lineal se hace funcionar a al menos un submódulo (30).
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** al submódulo (30) adecuado para el modo lineal se lo hace funcionar en modo lineal, ajustándose un punto de trabajo de tal forma en el terminal del lado de tensión alterna se genera una tensión respecto a un potencial de referencia, tensión que se corresponde con el valor nominal predeterminado para el dispositivo de regulación.
- 10 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado por que** al submódulo (30) adecuado para el modo lineal se lo hace funcionar en modo lineal, ajustándose un punto de trabajo de tal forma que entre dos terminales del lado de tensión alterna se genera una tensión que se corresponde con el valor nominal predeterminado para el dispositivo de regulación.
- 15 15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado por que** la tensión generada entre dos terminales del lado de tensión alterna o la tensión generada entre el terminal (12) del lado de tensión alterna y un potencial de referencia representa una curva sinusoidal, que no presenta armónicos.

FIG 1

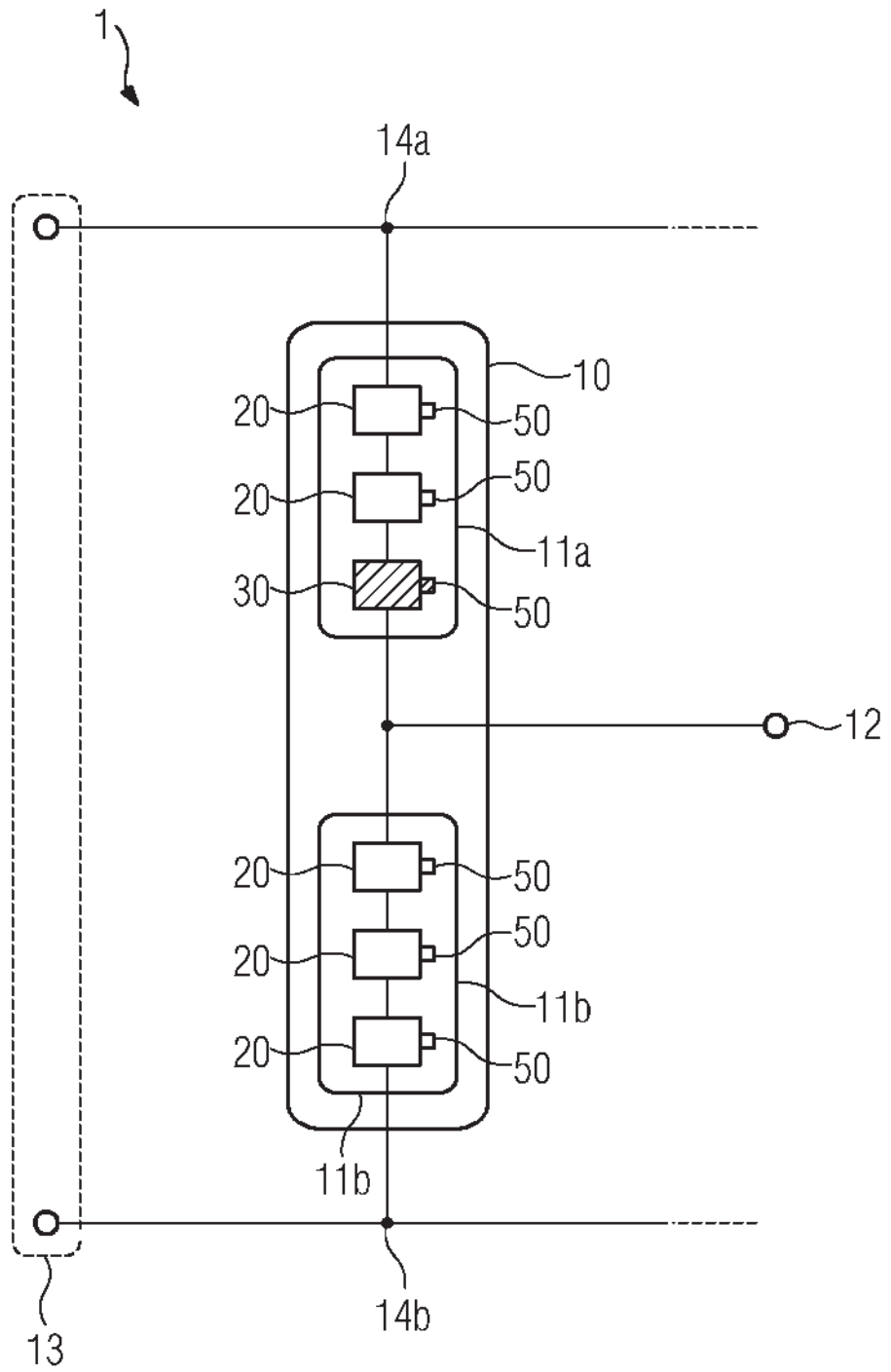




FIG 2

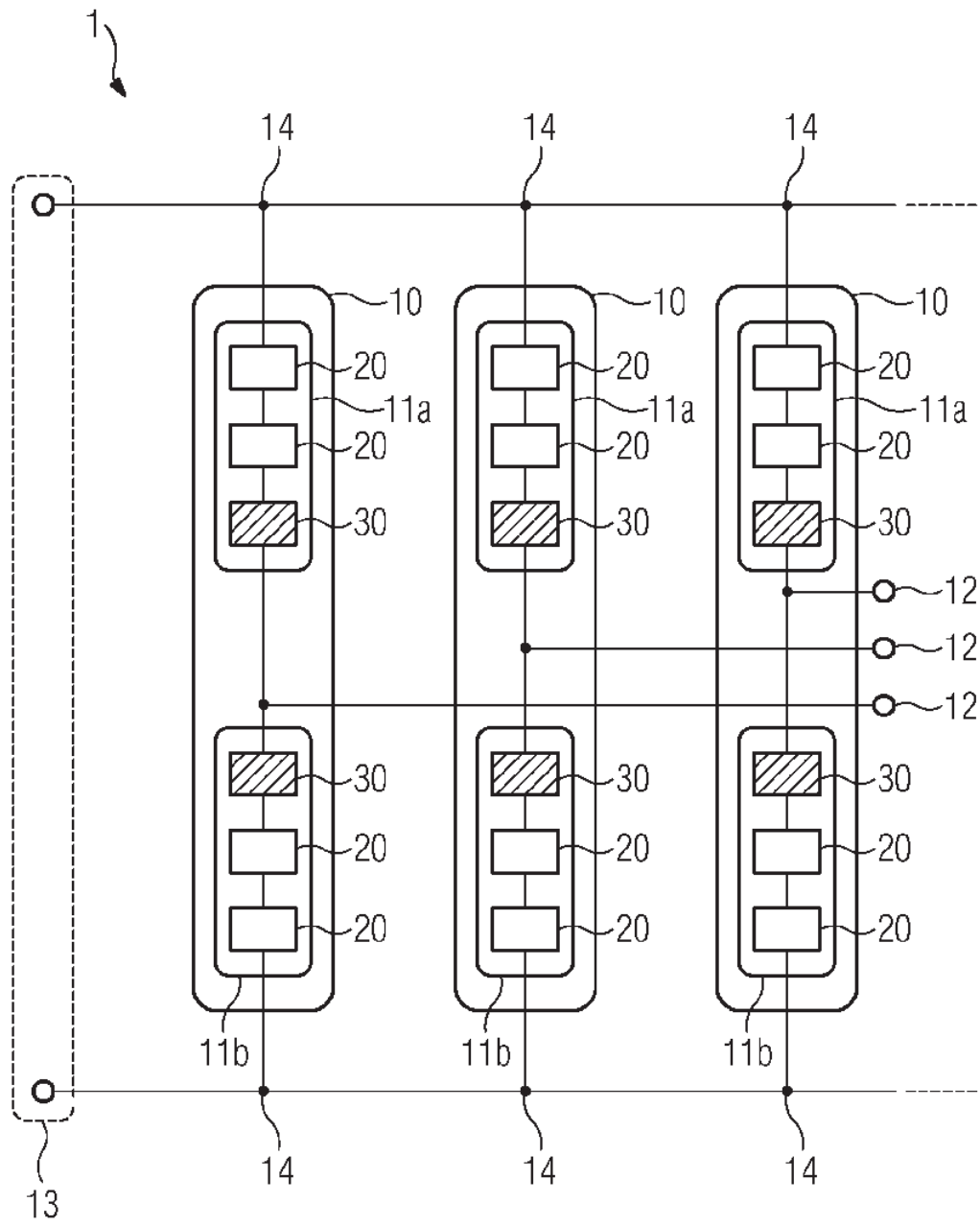


FIG 3

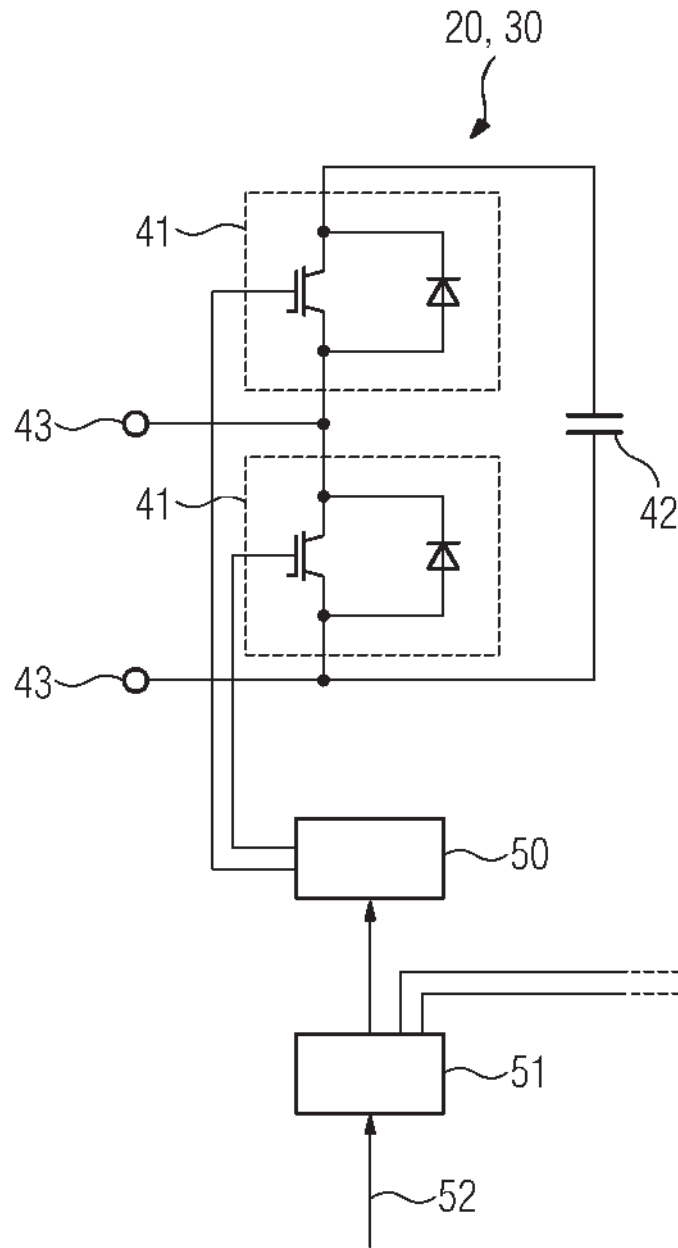


FIG 4

