

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 497**

51 Int. Cl.:

H02M 5/458 (2006.01)

H02M 7/483 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2009 PCT/EP2009/051201**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2009 WO09098201**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2009 E 09708167 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2241001**

54 Título: **Convertidor**

30 Prioridad:
06.02.2008 DE 102008007659

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.04.2018

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
**HILLER, MARC y
SOMMER, RAINER**

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 664 497 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Convertidor

5 La presente Invención hace referencia a un convertidor con un convertidor de potencia del lado de la red y uno del lado de la carga, que del lado de la tensión continua están conectados de manera eléctricamente conductora, donde en cada caso una rama de válvulas superior y una inferior de cada módulo de fase del convertidor de potencia multifásico del lado de la carga presenta al menos un subsistema dipolar.

10 En la tecnología de accionamientos, particularmente para media tensión, se emplea un gran número de diferentes topologías de circuito y semiconductores de potencia. Los modos más habituales de topología de circuito utilizados en convertidores de potencia industriales de media tensión se pueden clasificar a grandes rasgos en tres categorías de circuito, o sea inversores de fuente de tensión, inversores de fuente de potencia y convertidores directos de tiristores. Los inversores de fuente de tensión se pueden subdividir también en dos subcategorías, a saber, conectados en triángulo y conectados en estrella. Los representantes típicos del convertidor en una conexión en triángulo son, por ejemplo, un punto neutro embreado de nivel 3 (3L-NPC) con alimentación de diodos de 12 pulsos y un condensador de vuelo de nivel 4 (4L-FC) con alimentación de diodos de 12 pulsos. Los representantes típicos del convertidor de circuito intermedio de tensión en una conexión en estrella son, por ejemplo, un inversor de célula de puente en H conectado en serie con puentes de H de nivel 2 por célula (SC-HB (2L)) y un inversor de célula de puente en H conectado en serie con puentes de H de nivel 3 por celda (SC-HB (3L)). Una característica de la conexión en triángulo es la carga de tensión del circuito semiconductor, a la misma tensión de salida, mayor en comparación con la conexión en estrella con una carga de corriente simultáneamente más baja. Gracias a su modularidad, los inversores con una topología SC-HB permiten el uso de interruptores semiconductores de baja capacidad de bloqueo con un número reducido de células, incluso en el rango de media tensión.

25 Circuitos equivalentes de las topologías de convertidor antes indicadas para media tensión se encuentran en la publicación con el título "Circuitos convertidores de potencia para media tensión y sus semiconductores de potencia para el empleo en convertidores de potencia industriales", de Max Beuermann, Marc Hiller y Dr. Rainer Sommer, impreso en las actas de la conferencia ETG "Componentes de la electrónica de potencia y su aplicación", Bad Nauheim 2006.

30 Gracias a la publicación "Concepto de convertidor de potencia modular para aplicación de acoplamiento a red a altas tensiones", de Rainer Marquardt, Anton Lesnicar y Jürgen Hildinger, impreso en las Actas de la Conferencia ETG 2002, se conoce un convertidor con un convertidor de potencia del lado de la red y uno del lado de la carga, que están conectados del lado de la tensión continua de manera eléctricamente conductora, donde como convertidor de potencia se utiliza en cada caso un convertidor de potencia modular multipunto, designado también como convertidor modular multinivel - Modular Multilevel Converter (M2C). Un convertidor de circuito intermedio de tensión tal con un convertidor de potencia del lado de la red y uno del lado de la carga en topología M2C no presenta más, respecto a los convertidores de circuito intermedio de tensión ya descritos, ningún circuito intermedio de tensión construido a partir de condensadores de circuito intermedio. Cada rama de válvulas de cada módulo de fase del convertidor en topología M2C tiene al menos un subsistema dipolar. El número de subsistemas usados en cada rama de válvulas determina la velocidad de paso de una tensión de salida de fase.

La invención se basa ahora en el objeto de especificar un convertidor de circuito intermedio de tensión con un convertidor de potencia del lado de la carga en topología M2C, que sea más sencillo y más económico.

40 Este objeto se resuelve conforme a la invención con un convertidor con un convertidor de potencia del lado de la red y uno del lado de la carga, que estén conectados del lado de la tensión continua de manera eléctricamente conductora, donde en cada caso una rama de válvulas superior y una inferior de cada módulo de fase del convertidor de potencia multifásico del lado de la carga presente al menos un subsistema dipolar, donde como convertidor de potencia del lado de la red se prevean al menos dos convertidores de potencia multifásicos conectados a red, que estén conectados eléctricamente en serie del lado de la tensión continua y del lado de la tensión alterna estén combinados en cada caso con un arrollamiento secundario de un transformador de red.

55 Previendo como convertidor de potencia del lado de la red al menos un convertidor de potencia multifásico conmutado a red, se obtiene un convertidor de circuito intermedio de tensión con un convertidor de potencia del lado de la carga en topología M2C, que presenta un circuito de alimentación sencillo y económico. Respecto a los convertidores de circuito intermedio de tensión conocidos, el convertidor conforme a la invención deja de presentar en el circuito intermedio de tensión ningún condensador de circuito intermedio. Mediante la construcción no necesariamente de baja inductancia del circuito intermedio y mediante el condensador de circuito intermedio faltante, un cortocircuito del circuito intermedio se vuelve muy improbable en comparación con los convertidores convencionales. De este modo todo el convertidor, particularmente las válvulas del convertidor de potencia del convertidor de potencia del lado de la red conectado a red, no tiene(n) que seguirse diseñando para una corriente de cortocircuito producida por un cortocircuito del circuito intermedio de baja impedancia. Aparte de esto, el requisito i^2t de las válvulas del convertidor de potencia del convertidor de potencia del lado de la red conectado a red del

convertidor conforme a la invención puede reducirse claramente respecto a un convertidor de circuito intermedio de tensión conocido con alimentación de diodos y condensador del circuito intermedio.

5 En un modo de operación favorable del convertidor conforme a la invención se prevé como convertidor de potencia multifásico conmutado a red un rectificador de diodos multifásico. Por consiguiente, se obtiene una alimentación especialmente sencilla y económica.

10 En otro modo de operación favorable del convertidor conforme a la invención, como convertidor de potencia multifásico conmutado a red se prevé un rectificador de tiristores multifásico y/o un puente semicontrolado. Por consiguiente, los condensadores de módulo del convertidor de potencia del lado de la carga se cargan en topología M2C mediante el ascenso de la tensión continua por medio del rectificador de tiristores del lado de la red. De este modo puede prescindirse de un circuito de carga previa, que es necesario en una alimentación de diodos. Aparte de esto, en el rango de arranque de una carga alimentada por el convertidor de potencia del lado de la carga en topología M2C, este convertidor de potencia puede operar a bajas tensiones de salida en el rango de la escala completa. En un convertidor de potencia en topología M2C, el contenido energético, es decir, la tensión media de los condensadores de módulo de los subsistemas dipolares de este convertidor de potencia en topología M2C, puede regularse independientemente de la tensión del circuito intermedio e independientemente del modo de operación del circuito de alimentación.

20 En otro modo de operación favorable del convertidor conforme a la invención, como convertidor de potencia multifásico conmutado a red se prevé un convertidor de inversión de tiristores multifásico. De este modo puede, respecto al modo de operación con un rectificador de tiristores multifásico, retroalimentarse energía de una carga a una red de alimentación.

Para ilustrar adicionalmente la invención se hace referencia al dibujo, en el que se ilustran esquemáticamente varios modos de operación de un convertidor conforme a la invención.

FIG 1 muestra un diagrama de un convertidor conocido con un convertidor de potencia del lado de la red y uno del lado de la carga, en cada caso en topología M2C, en la

25 FIG 2 se representa un diagrama de un convertidor conforme a la invención, la

FIG 3 muestra un diagrama de un puente de diodos de 6 pulsos, donde en la

FIG 4 se representa un diagrama de un puente de tiristores de 6 pulsos, y en la

FIG 5 se representa un diagrama de un convertidor de inversión de tiristores de 6 pulsos, donde las

FIG 6 y 7 ilustran, en cada caso, un diagrama de otro modo de operación de un convertidor conforme a la invención.

30 La FIG 1 muestra un diagrama de un convertidor, particularmente de un convertidor de circuito intermedio de tensión, con un convertidor de potencia del lado de la red y uno del lado de la carga 2 y 4, que están configurados en cada caso como convertidor de potencia M2C. Un convertidor tal se conoce gracias a la publicación ya citada del congreso ETG 2002. En el modo de operación representado, ambos convertidores de potencia 2 y 4 del convertidor están diseñados trifásicos. Por consiguiente, los convertidores de potencia 2 y 4 tienen en cada caso tres módulos de fase 6 y/o 8, que del lado de la tensión continua están conectados de manera eléctricamente conductora con una barra colectora de tensión continua positiva P_0 y con una barra colectora de tensión continua negativa N_0 . Entre estas barras colectoras de tensión continua P_0 y N_0 se produce una tensión continua no especificada a fondo. Cada módulo de fase 6 y/o 8 del convertidor de potencia del lado de la red y del del lado de la carga 2 y 4 presenta una rama de válvulas superior e inferior T1, T3, T5 y T2, T4, T6. Cada una de estas ramas de válvulas T1-T6 tiene un número de subsistemas dipolares 10 conectados eléctricamente en serie. En el diagrama representado, cada rama de válvulas T1-T6 presenta cuatro subsistemas dipolares 10. En la DE 101 03 031 A1 y en la DE 10 2005 041 087 A1 se representan a fondo ejemplos de ejecución de estos subsistemas dipolares 10 y se aclaran sus modos de funcionamiento. Cada punto de enlace de ambas válvulas de convertidor de potencia T1 y T2 y/o T3 y T4 y/o T5 y T6 de un módulo de fase 10 del convertidor de potencia del lado de la red y/o del lado de la carga 2 y/o 4 forman un terminal del lado de la tensión alterna L1 y/o L2 y/o L3. A los terminales del lado de la tensión alterna L1, L2 y L3 del convertidor de potencia del lado de la red 2 se conecta un arrollamiento secundario de un transformador de red 12, cuyo arrollamiento primario está conectado con una red trifásica de alimentación no representada a fondo. A los terminales del lado de la tensión alterna L1, L2 y L3 del convertidor de potencia 4 del lado de la carga se conecta una carga, particularmente una máquina trifásica 14.

50 En la FIG 2 se representa un diagrama esquemático de principio de un convertidor, particularmente de un convertidor de circuito intermedio de tensión, conforme a la invención. Este convertidor conforme a la invención se distingue del convertidor conocido conforme a la FIG 1 porque como convertidor de potencia 2 del lado de la red se

prevén varios convertidores de potencia 16 multifásicos conectados a red, que del lado de la tensión continua están conectados eléctricamente en serie. Los convertidores de potencia 16 conectados a red pueden conectarse del lado de la tensión continua también en paralelo o en serie y paralelo. Como circuito de alimentación puede preverse también sólo un convertidor de potencia 16 multifásico conmutado a red. Del lado de la tensión alterna se prevé un transformador de red 18, que presenta arrollamientos secundarios correspondientemente al número de convertidores de potencia 16 conectados a red. Estos arrollamientos secundarios forman preferentemente entre ellos en cada caso un ángulo de desplazamiento predeterminado. El tamaño de estos ángulos de desplazamiento es función del número de convertidores de potencia 16 conmutados a red conectados eléctricamente en serie del lado de la tensión continua.

En la FIG 3 se representa esquemáticamente un primer modo de operación de un convertidor de potencia 16 conectado a red. Además, se trata de un circuito de puente de diodos de 6 pulsos. Si dos de estos circuitos de puente de diodos de 6 pulsos se conectaran eléctricamente en serie del lado de la tensión continua, se obtendría un convertidor de potencia 2 de 12 pulsos del lado de la red. Ambos circuitos de puente de diodos de 6 pulsos se conectan a una red de alimentación por medio de un transformador estándar, constituido por un arrollamiento secundario en triángulo y un arrollamiento secundario en estrella. Si se conectaran tres circuitos de puente de diodos de 6 pulsos del lado de la tensión continua en serie, se obtendría un circuito de 18 pulsos para el convertidor de potencia 2 del lado de la red. Cuanto mayor sea el número de pulsos de este convertidor de potencia 2 del lado de la red, tanto menor será la carga de la red de alimentación con armónicos. Para que esta baja carga de red ocurra, las tensiones de red del lado de la tensión alterna u_x , v_x y w_x de, en cada caso, uno de ambos puentes de diodos de 6 pulsos, tienen que formar entre ellas un ángulo de desplazamiento (por ejemplo, de 30° el. en circuitos de 12 pulsos). Esto se logra, por ejemplo, conectando uno de ambos arrollamientos secundarios en triángulo y el otro en estrella.

Un segundo modo de operación de un convertidor de potencia 16 conectado a red se representa a fondo en la FIG 4. En este modo de operación se trata de un rectificador de tiristores en un circuito puente de 6 pulsos. Por medio de este modo de operación del convertidor de potencia 16 conectado a red puede ajustarse, independientemente de la tensión de red de una red de alimentación, la tensión continua del circuito intermedio a un valor predeterminado. Además, existe la posibilidad de cargar los condensadores de módulo de los subsistemas dipolares 10, por lo cual deja de ser necesario ningún circuito separado de precarga. Esto es válido también para un puente de tiristores semicontrolado.

Cuando deba retroalimentarse energía de la carga 14 a una red de alimentación, se utilizará, en vez de un puente de diodos de 6 pulsos conforme a la FIG 3 o en vez de un puente de tiristores de 6 pulsos conforme a la FIG 4, como convertidor de potencia 16 conmutado a red un convertidor de corriente de inversión de tiristores conforme a la FIG 5.

En la FIG 6 se representa un diagrama de otro modo de operación del convertidor conforme a la invención. Este modo de operación se distingue del modo de operación conforme a la FIG 2 porque se prevé otro convertidor de potencia 20 del lado de la carga en topología M2C. Este otro convertidor de potencia 20 del lado de la carga está configurado como el primer convertidor de potencia 4 del lado de la carga asimismo como convertidor de potencia M2C trifásico. Del lado de la tensión continua, este otro convertidor de potencia 20 del lado de la red está conectado de manera eléctricamente conductora con la barra colectora de tensión continua positiva P_0 y con la negativa y N_0 del convertidor. Por medio de un convertidor tal con dos convertidores de potencia 4 y 20 del lado de la carga y un convertidor de potencia 2 del lado de la red consistente en al menos dos convertidores de potencia 16 conectados eléctricamente en serie conmutados a red pueden regularse al mismo tiempo dos cargas 14 por separado. Como en este convertidor de circuito intermedio de tensión no hay ya ningún condensador de circuito intermedio central, no existe ningún requisito particular en lo que se refiere a una construcción de baja inductancia del convertidor. Aparte de esto, de este modo se extrae el volumen de salida instalado del convertidor de potencia del convertidor de potencia 2 del lado de la red, que presenta al menos dos convertidores de potencia 16 conectados eléctricamente en serie conectados a red del lado de la tensión continua.

En la FIG 7 se representa un diagrama de otro modo de operación del convertidor conforme a la invención. Este modo de operación se distingue del modo de operación conforme a la FIG 2 porque una unidad convertidora 22 y una unidad convertidora 24 están combinadas entre ellas. La unidad convertidora 22 corresponde al convertidor conforme a la FIG 2, donde el convertidor de potencia 2 del lado de la red presenta sólo dos convertidores de potencia 16 conectados a red, que están conectados eléctricamente en serie del lado de la tensión continua. Correspondientemente, un transformador de red 26 sólo tiene dos arrollamientos secundarios. Uno de estos dos arrollamientos secundarios está conectado en estrella, mientras que el otro está conectado en triángulo. De este modo se obtiene un circuito de alimentación de 12 pulsos. La unidad convertidora 24 corresponde al convertidor conforme a la FIG 1. Estas dos unidades convertidoras 22 y 24 operan en paralelo. Además, la unidad convertidora 24 puede operar de tal manera, que pueda compensar las corrientes armónicas del convertidor de potencia 2 del lado de la red de la unidad convertidora 22 y su potencia reactiva.

5 Con la combinación de un convertidor de potencia 2 del lado de la red, que presenta al menos dos convertidores de potencia 16 conectados a red conectados eléctricamente en serie del lado de la tensión continua, con un convertidor de potencia 4 del lado de la carga configurado como convertidor modular multinivel - Modular Multilevel Converter (M2C), se obtiene un convertidor de tensión de circuito intermedio, que, respecto a los modos de operación conocidos de un convertidor de tensión de circuito intermedio para tensión media en la subcategoría "convertidor en conexión en triángulo", deja de presentar ningún circuito intermedio de tensión construido a partir de al menos un condensador. Respecto a los convertidores de circuito intermedio de tensión conocidos para tensión media en la subcategoría "convertidor en conexión en estrella ", se emplean para inversores de célula, en vez de puentes de H, ahora subsistemas dipolares 10, donde asimismo en el rango de media tensión se utilizan interruptores semiconductores de baja capacidad de bloqueo, particularmente IGBT con una tensión de bloqueo de 1,7 kV. Por 10 consiguiente, se obtiene un convertidor de circuito intermedio de tensión para media tensión que combine una sencilla alimentación de diodos con un transformador estándar 26 para aplicaciones de conversión de potencia y un circuito intermedio no necesariamente de baja inductancia sin almacenamiento de energía con un inversor de célula del lado de la carga con bajo coste, de forma que sólo entren en vigor las ventajas del convertidor conocido en 15 conexión triángulo y estrella.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Convertidor con un convertidor de potencia del lado de la red y uno del lado de la carga (2,4), que están conectados entre ellos de manera eléctricamente conductora del lado de la tensión continua, donde una respectiva rama de válvulas superior y una inferior (T1,T3,T5;T2,T4,T6) de cada módulo de fase (8) del convertidor de potencia multifásico (4) del lado de la carga presenta al menos un subsistema dipolar (10), donde como convertidor de potencia del lado de la red (2) se prevén al menos dos convertidores de potencia (16) multifásicos conectados a red, que están conectados eléctricamente en serie del lado de la tensión continua y del lado de la tensión alterna están combinados en cada caso con un arrollamiento secundario de un transformador de red.
- 10 2. Convertidor según la reivindicación 1, caracterizado porque el convertidor de potencia (16) conectado a red está diseñado como rectificador de diodos.
3. Convertidor según la reivindicación 1, caracterizado porque el convertidor de potencia (16) conectado a red está diseñado como rectificador de tiristores.
4. Convertidor según la reivindicación 1, caracterizado porque el convertidor de potencia (16) conectado a red está diseñado como puente de tiristores semicontrolado.
- 15 5. Convertidor según la reivindicación 1, caracterizado porque el convertidor de potencia (16) conectado a red está diseñado como convertidor inversor de tiristores.
6. Convertidor según la reivindicación 4, caracterizado porque como puentes semicontrolados se prevén un rectificador de diodos y un rectificador de tiristores, que están conectados eléctricamente en serie del lado de la tensión continua.
- 20 7. Convertidor según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque se prevé otro convertidor de potencia multifásico (20) del lado de la carga, que está conectado del lado de la tensión continua eléctricamente en paralelo al convertidor de potencia del lado de la red y al primer convertidor de potencia (4) multifásico del lado de la carga.
- 25 8. Convertidor según una de las anteriores reivindicaciones con al menos dos convertidores de potencia (16) polifásicos conectados a red, que están conectados eléctricamente en serie, caracterizado porque estos convertidores de potencia (16) multifásicos conectados a red del convertidor de potencia del lado de la red (2) están combinados del lado de la tensión alterna en cada caso con conexiones de un arrollamiento del transformador del lado de baja tensión de un transformador de red (18).
- 30 9. Convertidor según la reivindicación 8, caracterizado porque los arrollamientos del transformador del lado de baja tensión están configurados de tal forma que tengan entre ellos un ángulo de desplazamiento predeterminado.

FIG 2

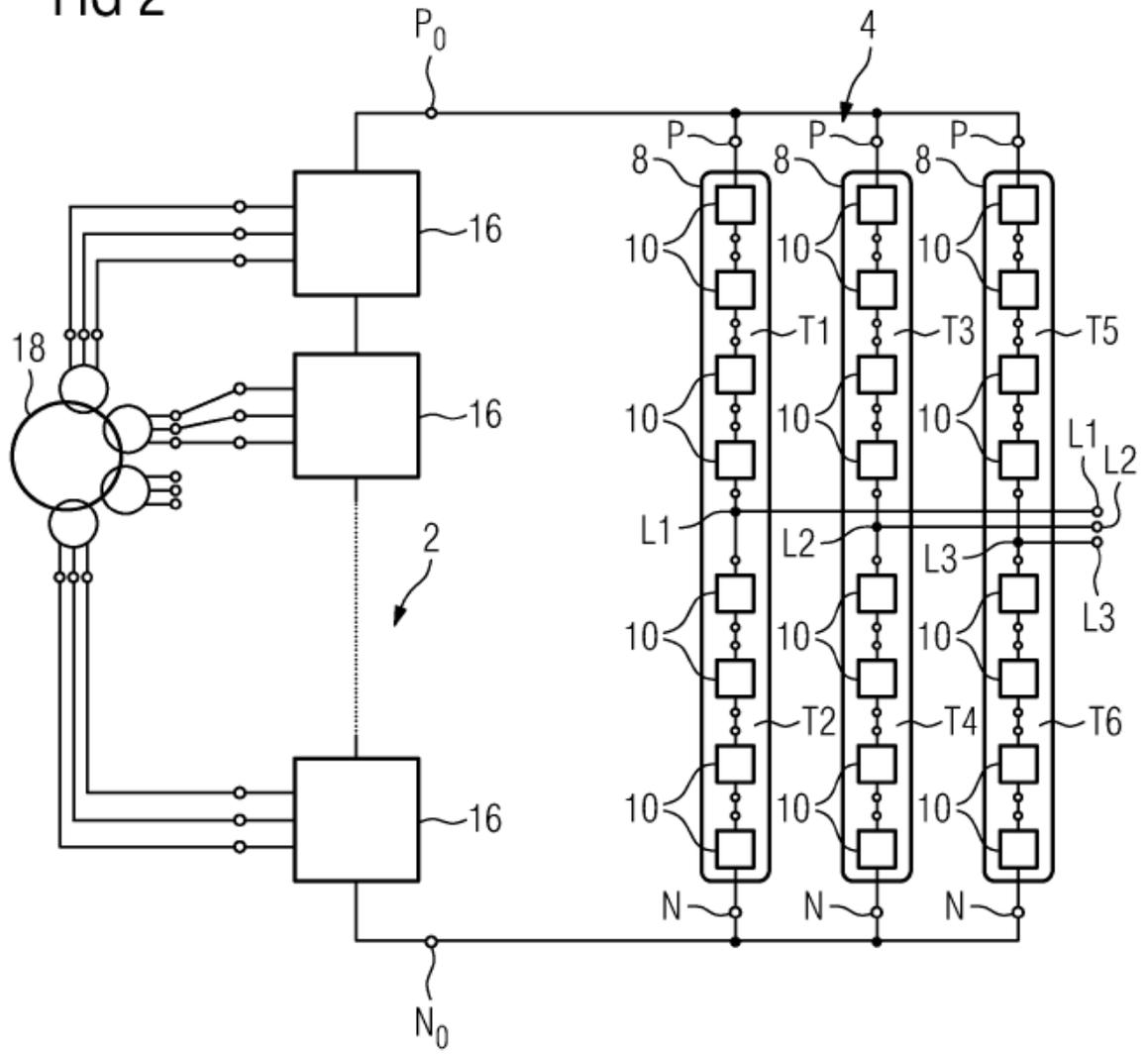


FIG 3

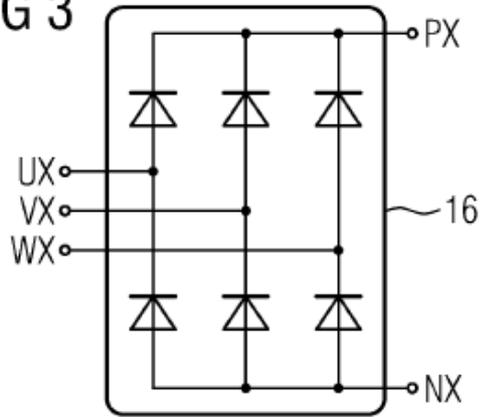


FIG 4

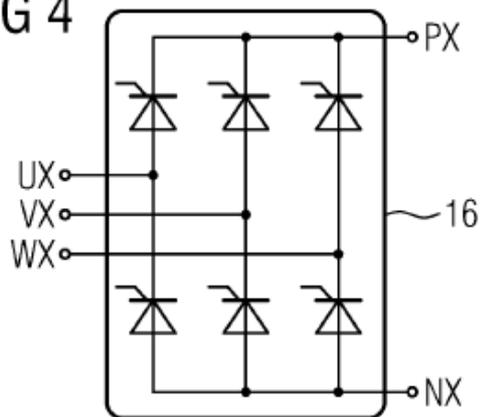
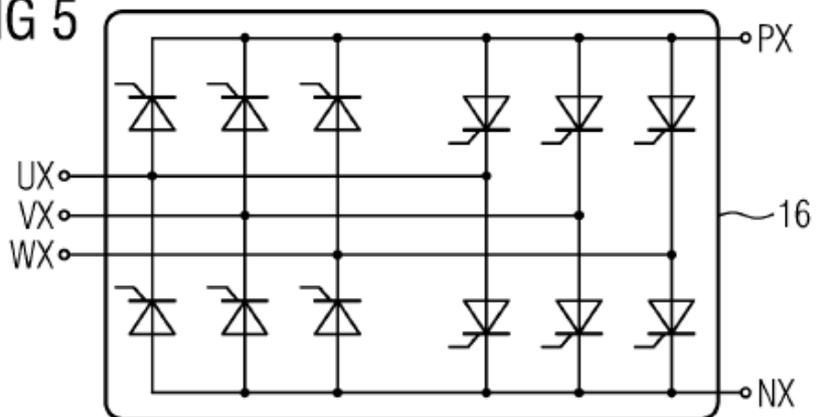


FIG 5



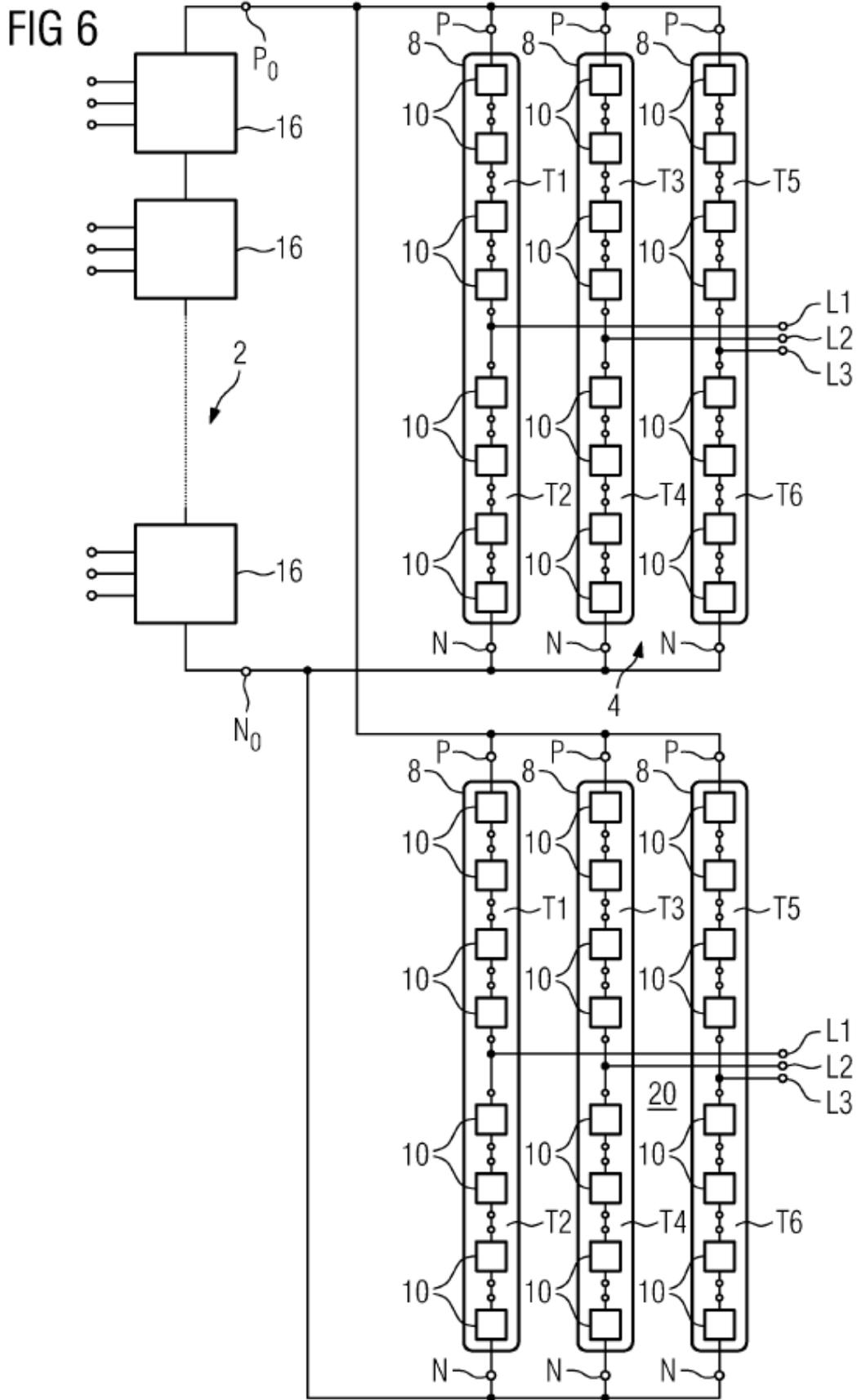


FIG 7

