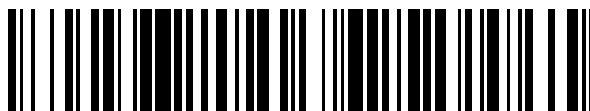


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 754**

51 Int. Cl.:

H01H 33/59 (2006.01)

H01H 9/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.06.2012 PCT/EP2012/061726**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2013 WO13189524**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2012 E 12732807 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2859569**

54 Título: **Conmutador de tensión continua para conmutar una corriente continua en una derivación de un nodo de red de tensión continua**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.03.2018

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

72 Inventor/es:
BAKRAN, MARK-MATTHIAS

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 659 754 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

Conmutador de tensión continua para conmutar una corriente continua en una derivación de un nodo de red de tensión continua.

5 La invención hace referencia a un dispositivo para conmutar una corriente continua en una derivación de un nodo de red de tensión continua con una ruta de corriente permanente, en la que está dispuesto un conmutador mecánico, una ruta de corriente de conmutación que puentea la ruta de corriente permanente, en la que está dispuesta una unidad de conmutación de potencia, que presenta un conmutador semiconductor de potencia conectable y desconectable y que está diseñada para interrumpir una corriente de cortocircuito en caso de fallo, y una fuente de tensión longitudinal para generar una tensión inversa en la malla formada por la ruta de corriente permanente y la
10 ruta de corriente de conmutación.

Un dispositivo de este tipo se conoce ya por ejemplo del documento WO 2011/057675. Allí se describe un conmutador de tensión continua, que presenta una ruta de corriente permanente con un conmutador mecánico así como una ruta de desconexión, que está conectada en paralelo a la ruta de corriente permanente. En la ruta de desconexión está dispuesta una unidad de conmutación de potencia en forma de un circuito serie de conmutadores
15 semiconductores de potencia, a los que está conectado respectivamente un diodo flyback en contrasentido. Los conmutadores semiconductores de potencia y los diodos flyback de las unidades de conmutación de potencia están dispuestos en antiserie, es decir, los conmutadores semiconductores de potencia desconectables está dispuestos en serie, en donde para cada conmutador semiconductor de potencia está previsto un conmutador semiconductor de potencia correspondiente con un sentido de paso contrapuesto. De este modo en el ramal de desconexión puede interrumpirse mediante la unidad de conmutación de potencia la corriente en ambos sentidos. En la ruta de corriente de funcionamiento o continua está dispuesto, además del conmutador mecánico, también un conmutador auxiliar
20 electrónico en serie con el conmutador mecánico. En funcionamiento normal la corriente fluye a través de la ruta de corriente de funcionamiento y de este modo a través del conmutador auxiliar electrónico así como a través del conmutador mecánico cerrado, ya que los muchos conmutadores semiconductores de potencia del ramal de desconexión representan una mayor resistencia para la corriente continua. Para interrumpir por ejemplo una corriente de cortocircuito se pasa el conmutador auxiliar electrónico, que también puede recibir el nombre de fuente de tensión longitudinal, a su posición de separación. De este modo aumenta la resistencia en la ruta de corriente de funcionamiento, de tal manera que la corriente continua se conmuta en el ramal de desconexión. El conmutador de separación mecánico puede abrirse por ello sin corriente. La corriente de cortocircuito conducida a través del ramal de desconexión puede interrumpirse mediante la unidad de conmutación de potencia. Para absorber la energía
25 acumulada en la red de tensión continua y a degradar para la conmutación están previstos unos descargadores, que están conectados respectivamente en paralelo a los conmutadores semiconductores de potencia del ramal de desconexión.

35 En los documentos DE 694 08 811 T1, EP 0660352 A1, WO 2011/034140 A1, US 2008/143462 A1 y US 5,999,388 se describen otros conmutadores de tensión continua para conmutar corrientes de cortocircuito a altas tensiones.

El dispositivo citado al comienzo sufre el inconveniente de que el mismo no puede emplearse para controlar el flujo de carga, ya que las pérdidas que se producen en la fuente de tensión longitudinal se producen después durante periodos de tiempo prolongados o incluso permanentemente. Esto no es soportable desde puntos de vista económicos y ecológicos.

40 El objeto de la invención consiste por ello en proporcionar un dispositivo de la clase citada al comienzo, que pueda emplearse económicamente también durante largos periodos de tiempo para controlar el flujo de carga en un nodo de red.

La invención resuelve este objeto por medio de que la fuente de tensión longitudinal presenta unos medios para conectar y desconectar energía eléctrica.

45 El dispositivo conforme a la invención puede emplearse para controlar el flujo de carga también durante largos periodos de tiempo, a causa de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica, ya que los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica hacen posible emplear de forma práctica para cualquier finalidad la potencia eléctrica entregada por ejemplo por una fuente de tensión longitudinal. Si la fuente de tensión longitudinal necesita por el contrario potencia eléctrica, por ejemplo para reducir la corriente de carga en su derivación, la misma
50 puede suministrarse con la potencia necesaria desde una fuente independiente. La potencia eléctrica desacoplada puede emplearse para suministrar a una red colocada en las proximidades del nodo de red de tensión continua, que está conectado por ejemplo a otra fuente de energía o a unos consumidores adicionales. En lugar de una red también es posible conectar un consumidor directamente a los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica. El consumidor está conectado por ejemplo a una fuente de energía alternativa. Sin embargo, en el caso del
55 consumidor puede tratarse también al mismo tiempo de un acumulador de energía, por ejemplo de un acumulador de energía hidráulica, un acumulador mecánico, un acumulador de energía eléctrica o química. En caso necesario el

consumidor se puede convertir después en una fuente de energía. Como ya se ha explicado el consumidor también puede ser un consumidor de energía clásico, por ejemplo una instalación industrial, un conjunto de viviendas, etc.

Sin embargo, se ofrecen unas ventajas particulares si los medios para conectar y desconectar la potencia eléctrica están acoplados a unos medios para conectar y desconectar potencia eléctrica al menos de otro dispositivo para conmutar una corriente continua, el cual está dispuesto en otra derivación del mismo nodo de red de tensión continua. Conforme a esta conformación ventajosa de la invención, la potencia extraída en una derivación puede acoplarse por ejemplo a la fuente de tensión longitudinal de un dispositivo con una estructura idéntica, el cual esté dispuesto en otra derivación. Con relación a esto no es necesario en forma alguna que todas las derivaciones del nodo de red de tensión continua estén equipadas con un dispositivo conforme a la invención. Más bien es suficiente si al menos dos derivaciones de un nodo de red de tensión continua presentan un dispositivo conforme a la invención y los dos dispositivos conforme a la invención están acoplados entre sí a través de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica. También aquí es de nuevo concebible prever una fuente de energía independiente o un acumulador de energía, que acumule de forma intermedia y dado el caso devuelva al sistema conjunto la energía o potencia sobrante que se produzca a pesar del acoplamiento entre los dos dispositivos. Con la potencia sobrante también puede suministrarse a un consumidor. Para obtener un control completo del flujo de carga el número de dispositivos conforme a la invención en un nodo de red de tensión continua es menor en uno que el número de derivaciones del citado nodo de red. Si por lo tanto es n el número de derivaciones del nodo de red de tensión continua, el número m de dispositivos conforme a la invención necesario para obtener un control completo del flujo de carga se calcula según $m = n - 1$.

Conforme a la invención está previsto un dispositivo, que a través de sus medios para conectar y desconectar energía eléctrica puede acoplarse a otros dispositivos, que también presenta unos medios para conectar y desconectar energía eléctrica. El dispositivo conforme a la invención está previsto para emplearse en una red de corriente continua a alta tensión, en donde es posible el acoplamiento de varios dispositivos a través de una barra colectora de baja tensión. Esto reduce considerablemente la complejidad de un intercambio de potencia. La fuente de tensión longitudinal del dispositivo conforme a la invención se emplea en el marco de la invención en dos casos. De este modo por un lado se usa como tensión de conmutación, si por ejemplo se desea interrumpir corrientes de cortocircuito. En primer lugar se detecta un fuerte aumento de corriente y/o una corriente excesivamente alta durante un determinado periodo de tiempo. A continuación se envía una señal de activación a una unidad de activación del conmutador mecánico en la ruta de corriente permanente. Al mismo tiempo se conectan los conmutadores semiconductores de potencia de la unidad de semiconductores de potencia en la ruta de conmutación. Por último se genera una tensión inversa, que genera en la malla formada por la ruta de corriente permanente y la ruta de corriente de conmutación una corriente circular, que está contrapuesta a la corriente de cortocircuito a conmutar en la ruta de corriente permanente. La fuente de tensión longitudinal genera por ejemplo activamente una tensión inversa. A diferencia de esto la fuente de tensión longitudinal, como en el documento citado al comienzo, está realizada como conmutador auxiliar electrónico. Como conmutador auxiliar electrónico es adecuado p.ej. un IGBT o IGBT con diodo flyback paralelo en contrasentido. Como es natural pueden emplearse también varios conmutadores auxiliares electrónicos conectados en serie, que estén dispuestos en antiserie. La desconexión del conmutador auxiliar puede equiparse a la aplicación de una tensión inversa, que actúe en contra del flujo de corriente en la ruta de corriente permanente. Mediante la fuente de tensión longitudinal se conmuta la corriente en el ramal de desconexión, de tal manera que el conmutador mecánico pueda abrirse sin corriente. La verdadera interrupción de la corriente de cortocircuito se produce en la unidad de conmutación de potencia. Esto se conoce sin embargo por ejemplo del documento WO 2011/057675 A1, de tal manera que puede prescindirse en este punto de una exposición más detallada.

Conforme a la invención la fuente de tensión longitudinal está conectada a una barra colectora de baja tensión diseñada para corriente alterna. Baja tensión significa aquí una tensión de unos pocos kilovoltios en contraposición a las tensiones de funcionamiento de la derivación de algunos cientos de kilovoltios.

Conforme a una conformación preferida de la invención, la fuente de tensión longitudinal está dispuesta en la ruta de corriente permanente. En este caso la energía necesaria para generar una tensión inversa puede extraerse, por ejemplo para cargar condensadores o para la operativa de la electrónica de potencia, directamente de la derivación en la que está conectado en serie el dispositivo conforme a la invención.

La fuente de tensión longitudinal puede estar configurada en el marco de la invención básicamente de cualquier forma. Sin embargo, pueden apreciarse unas ventajas particulares en que la fuente de tensión longitudinal presente al menos un submódulo, que esté equipado con un acumulador de energía y un circuito de semiconductores de potencia, en donde cada submódulo posea unos medios para conectar y desconectar potencia eléctrica. Si están previstos varios submódulos de esta clase, estos submódulos están conectados entre sí en serie. Tales submódulos se emplean también en unos llamados convertidores multinivel (del inglés multilevel) modulares para transmitir y distribuir energía.

Cada submódulo está equipado ventajosamente con un circuito en semipunte. Estos circuitos en semipunte están equipados con un circuito de semiconductores de potencia, que se compone de una conexión en serie de dos

conmutadores semiconductores de potencia, en donde el circuito serie está conectado en paralelo a un acumulador de energía, por ejemplo a un condensador acumulador unipolar. El punto potencial entre los dos conmutadores semiconductores de potencia del circuito serie está conectado a un primer borne de conexión, en donde un polo del acumulador de energía está conectado a un segundo borne de conexión del submódulo.

5 A los conmutadores semiconductores de potencia está conectado en paralelo, en caso necesario, un diodo flyback en contrasentido. Como conmutadores semiconductores de potencia se contemplan por ejemplo IGBTs o IGCTs. Mediante el circuito en semipunto puede generarse en los bornes de conexión de cada submódulo la tensión del acumulador de energía U_C , que cae en el acumulador de energía, o también una tensión cero. Conforme a este perfeccionamiento ventajoso la fuente de tensión longitudinal puede generar por ello activamente una tensión
10 inversa en solo un sentido. De este modo los circuitos en semipunto son particularmente apropiados cuando se conoce el sentido de la tensión inversa a aplicar.

Sin embargo, para poder establecer una tensión en ambos sentidos, son ventajosos unos submódulos que estén equipados con un circuito en puente completo. También estos submódulos se conectan en serie, de tal manera que la fuente de tensión longitudinal esté compuesta por un circuito serie de submódulos. Los submódulos que
15 presentan un circuito en puente completo están equipados respectivamente con dos circuitos serie formados por dos conmutadores semiconductores de potencia, en donde el punto de potencial entre los dos conmutadores semiconductores de potencia conectados en serie están conectados al primer borne de conexión y el punto de potencial entre los dos conmutadores semiconductores de potencia del segundo circuito serie al segundo borne de conexión. Ambos circuitos serie están conectados en paralelo a un acumulador de energía. En total el circuito en
20 puente completo presenta por lo tanto cuatro conmutadores semiconductores de potencia. A cada uno de estos conmutadores semiconductores de potencia está conectado en caso necesario de nuevo en paralelo un diodo flyback en contrasentido. A causa de esta disposición del circuito en los bornes de conexión de cada submódulo puede generarse la tensión del acumulador de energía U_C , que cae en el acumulador de energía, o la tensión inversa del acumulador de energía $-U_C$. De esta forma con un circuito serie de tales submódulos en puente completo
25 pueden establecerse contratensiones en ambos sentidos, en donde la máxima tensión inversa depende del número de submódulos. Mediante el empleo de una modulación en amplitud de impulso, a la hora de activar los conmutadores semiconductores de potencia, la tensión inversa puede variarse casi continuamente entre la tensión del acumulador de energía positiva máxima y la inversa máxima.

Mediante los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica puede generarse convenientemente una tensión
30 alterna en el rango de baja tensión. La tensión alterna tiene la ventaja de que la misma puede acoplarse por ejemplo inductiva y económicamente con otros medios generadores de tensión alterna, para conectar y desconectar potencia eléctrica.

Conforme a un perfeccionamiento conveniente a este respecto los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica presentan al menos un circuito serie conectado en paralelo al acumulador de energía, formado por dos
35 conmutadores semiconductores de potencia conectables y desconectables y una bobina. La bobina está conectada, con uno de sus bornes, al punto de potencial entre los conmutadores semiconductores de potencia del citado circuito serie. Conforme a un perfeccionamiento a este respecto se emplea además de una bobina también al menos un condensador. También pueden emplearse dos circuitos serie en forma de puente completo con conexión física, en donde los puntos de potencial entre los dos conmutadores semiconductores de potencia de los dos circuitos serie
40 están conectados a diferentes bornes de la bobina.

La bobina está acoplada convenientemente a una bobina de una fuente de tensión longitudinal de otro dispositivo conforme a la invención, que esté dispuesto en otra derivación del nodo de red de tensión continua. Este acoplamiento inductivo se realiza por ejemplo a través de transformadores individuales. Los transformadores
45 individuales presentan unos devanados secundarios, que están conectados a la barra conductora de baja tensión. También es posible disponer todas las bobinas sobre un transformador común.

La invención hace también referencia a un nodo de red de tensión continua con derivaciones, en donde en al menos dos derivaciones está dispuesto un dispositivo conforme a la presente invención. Los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica de los al menos dos dispositivos conforme a la invención están acoplados convenientemente entre ellos a través de una barra colectora de baja tensión. La barra colectora de baja tensión
50 está diseñada por ejemplo para tensiones alternas.

Unas conformaciones y ventajas convenientes adicionales de la invención son objeto de la siguiente descripción de unos ejemplos de realización de la invención, haciendo referencia a las figuras del dibujo, en donde los símbolos de referencia iguales indican unos elementos que actúan igual, y en donde muestran

la figura 1 un nodo de red de tensión continua con una serie de derivaciones, en las que se ha representado
55 respectivamente un ejemplo de realización del dispositivo conforme a la invención,

la fig. 2 un ejemplo de realización del dispositivo conforme a la invención, ilustrado esquemáticamente,

la figura 3 un ejemplo de realización de una fuente de tensión longitudinal del dispositivo conforme a la figura 2, ilustrado,

5 la figura 4 un submódulo de una fuente de tensión longitudinal incluyendo los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica, ilustrado,

la figura 5 otro ejemplo de realización de un nodo de red de tensión continua conforme a la invención con tres derivaciones, en los que está dispuesto respectivamente un ejemplo de realización del dispositivo conforme a la invención,

10 las figuras 6 – 11 respectivamente un ejemplo de realización de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica, ilustrado esquemáticamente, y

las figuras 12 – 14 unos ejemplos de realización de transformadores para acoplar las tensiones alternas, ilustrados, que pueden generarse mediante los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica.

15 La figura 1 muestra un ejemplo de realización de un nodo de red de tensión continua 1 conforme a la invención, que presenta una serie de derivaciones 2, 3, 4, en las que está dispuesto respectivamente un ejemplo de realización del dispositivo 5 conforme a la invención. Cada dispositivo 5 presenta unos medios para conectar y desconectar potencia eléctrica no representados en la figura, en donde los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica están conectados entre sí a través de una barra colectora de baja tensión 6. De este modo se hace posible un intercambio de potencia entre los dispositivos 5a, 5b y 5c.

20 La figura 2 muestra un ejemplo de realización del dispositivo 5 conforme a la invención. El dispositivo 5 presenta una ruta de corriente permanente 7 así como una ruta de corriente de desconexión 8, en la que está dispuesta una unidad de conmutación de potencia 9. La unidad de conmutación de potencia 9 está diseñada para interrumpir corrientes de cortocircuito elevadas, que son impulsadas por altas tensiones de hasta 500 kV. Estas unidades de conmutación de potencia son conocidas por el técnico, de tal manera que en este punto no se tratará en profundidad su conformación. Las mismas presentan por ejemplo un circuito serie de conmutadores semiconductores de potencia, IGBTs, IGCTs, GTOs, etc., a los que está conectado en paralelo respectivamente un diodo flyback en contrasentido. A este respecto los conmutadores semiconductores de potencia y con ello los diodos flyback asociados a los mismos no están orientados todos en el mismo sentido de corriente. Más bien una disposición en antiserie de los conmutadores semiconductores de potencia hace posible conmutar corrientes en ambos sentidos. Para degradar la energía que se libera para la conmutación se usan unos descargadores, que están conectados en paralelo a los conmutadores semiconductores de potencia.

25 30 En la ruta de corriente permanente 7 está dispuesto un conmutador mecánico 10 rápido, que en funcionamiento normal está cerrado. Además de esto se ha ilustrado esquemáticamente una fuente de tensión longitudinal 11 y la barra colectora de baja tensión 6 para acoplar los dispositivos 5a, 5b y 5c. Como ya se ha explicado, la fuente de tensión longitudinal genera activamente una tensión inversa en la malla compuesta por la ruta de corriente permanente 7 y la ruta de desconexión 8. La tensión inversa es responsable de una corriente circular en la malla, que es contrapuesta a la corriente continua de funcionamiento en la ruta de corriente permanente. La corriente resultante en la ruta de corriente permanente puede suprimirse de este modo de forma limitada o completa.

35 40 La figura 3 muestra un ejemplo de realización de la fuente de tensión longitudinal 11, que está compuesta allí por un circuito serie de submódulos 12. Los submódulos 12 presentan respectivamente un primer borne de conexión 13 y un segundo borne de conexión 14. A este respecto los bornes de conexión 13 y 14 están dispuestos en la ruta de corriente permanente 7, en donde en funcionamiento normal conducen una corriente continua. Cada submódulo presenta además un primer borne de conexión de corriente alterna 15 así como un segundo borne de conexión de tensión alterna 16. Los dos bornes de conexión de tensión alterna 15 y 16 están conectados respectivamente a la barra conductora de baja tensión 6. Aquí pueden emplearse por ejemplo inductancias, transformadores, etc., lo que se tratará posteriormente con más detalle.

45 50 La figura 4 muestra un ejemplo de realización de un submódulo 12 con mayor precisión, en donde el submódulo representado en la figura 4 presenta un circuito en puente completo. En otras palabras, el submódulo 12 presenta un primer circuito serie formado por dos unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18. Cada unidad de conmutador de semiconductores de potencia 18 se compone de un IGBT 19 como conmutador semiconductor de potencia así como de un diodo flyback 20 en contrasentido conectado en paralelo a la misma. Además de esto puede verse un segundo circuito serie 19, que está formado también por dos unidades de conmutador de semiconductores de potencia 18. El primer circuito serie 17 y el segundo circuito serie 21 están conectados respectivamente a un acumulador de energía 22, que está configurado como condensador de acumulación. El punto de potencial entre las unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18 del primer circuito serie está

conectado al primer borne de conexión 13 y el punto de potencial entre las unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18 del segundo circuito serie está conectado al segundo borne de conexión 14 del submódulo 12. Además de esto están previstos unos medios para conectar y desconectar potencia eléctrica 23, que presenta un circuito serie 24 formado por dos unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18, en donde el punto de potencial entre las unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18 del circuito serie 24 está conectado al primer borne de conexión de tensión alterna 15. El segundo borne de conexión de tensión alterna 16 está conectado a través de un condensador 25 al polo del acumulador de energía 22. Además de esto los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica 23 presentan una inductividad 26, que está acoplada a una inductividad 27 de la barra colectora de baja tensión 6. La inductividad o bobina 26 no tiene que diseñarse para altas tensiones en un rango de 500 kV a causa de una puesta a tierra inexistente. A causa de su conexión a uno de los polos del acumulador de energía, es decir al circuito intermedio, mediante la conexión intermedia de un condensador las tensiones alternas que pueden generarse con la misma están en el rango de las bajas tensiones.

La figura 5 muestra otro ejemplo de realización del nodo de red de tensión continua 1 conforme a la invención con tres derivaciones 2, 3, 4, en las que está dispuesto respectivamente un ejemplo de realización del dispositivo 5a, 5b ó 5c conforme a la invención. Como ya se ha explicado con relación a la descripción de las figuras 1 a 4, cada dispositivo 5a, 5b ó 5c presenta respectivamente una unidad de conmutación de potencia 9, que está dispuesta en la ruta de corriente de conmutación 8. En la ruta de corriente permanente 7 están dispuestos de nuevo un conmutador libre mecánico 10 y una fuente de tensión longitudinal 11, que se compone de un circuito serie de submódulos 12, en donde cada uno de los submódulos está equipado con unos medios para conectar y desconectar potencia eléctrica. Estos medios para conectar y desconectar potencia eléctrica están acoplados entre sí a través de una barra colectora de baja tensión.

La figura 6 muestra de nuevo un submódulo 12 con puente completo, que ya se ha tratado con relación a la figura 4. En la figura 6, sin embargo, el submódulo 12 se muestra sin medios para conectar y desconectar potencia eléctrica. En lugar de ello se ilustran unos puntos de conexión P y N en el lado de la tensión continua para conectar los medios 23 para conectar y desconectar potencia eléctrica.

En las figuras 7, 8, 9, 10 y 11 se muestran diferentes conformaciones de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica 23. La figura 7 muestra un primer ejemplo de realización de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica 23, que ya se ha explicado con relación a la figura 4. La figura 8 muestra otro ejemplo de realización de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica 23, que están conformados como puente completo de forma correspondiente al ejemplo conforme a la figura 7 y presentan un circuito serie 24 formado por dos unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18, en donde al circuito serie 24 está conectado en paralelo un circuito serie formado por dos condensadores C_{DC} . El punto de potencial entre los dos condensadores está conectado al primer borne de la bobina 26, en donde el otro borne de la bobina 26 está conectado al punto de potencial entre las unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18 del circuito serie 24. Como la conformación representada en la figura 7 de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica, en el ejemplo de realización conforme a la figura 8 se trata de un semipunto con conexión física. En comparación con la figura 7, sin embargo, el circuito intermedio está realizado mediante los condensadores C_{DC} como divisor de tensión.

La figura 9 muestra otro ejemplo de realización de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica 23, que presentan, además de un primer circuito serie formado por dos unidades de conmutación de semiconductores de potencia, un segundo circuito serie 29 formado por dos unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18. El punto de potencial entre las unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18 del primer circuito serie 24 está conectado a un primer borne de la bobina 26, mientras que el punto de potencial entre las unidades de conmutación de semiconductores de potencia 18 del segundo circuito serie 29 está conectado al otro borne de la bobina 26 a través del segundo borne de conexión de tensión alterna 16. El circuito conforme a la figura 9 puede recibir el nombre de puente completo con conexión física.

El ejemplo de realización conforme a la figura 10 se corresponde en muy gran medida con el ejemplo de realización conforme a la figura 9, en donde sin embargo en el primer borne de conexión de tensión alterna 15, es decir en el lado de la tensión alterna, está dispuesto un condensador C_r . Aquí se trata según esto de un puente completo conmutado de forma resonante.

La figura 11 se comprende en gran medida al ejemplo de realización conforme a la figura 7, en donde sin embargo el condensador está dispuesto como condensador resonante en el lado de la tensión alterna de la bobina 26. Los medios 23 para conectar y desconectar potencia eléctrica conforme a la figura 11 pueden recibir de este modo el nombre de semipunto conmutado de forma resonante.

En cuanto a los ejemplos de realización 7 a 11 puede resumirse que los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica pueden estar realizados, como semipunto o puente completo, ya sea con conexión física o con conmutación resonante. La conmutación resonante tiene la ventaja de la mayor frecuencia de reloj que puede

alcanzarse y de este modo de un menor tamaño del o de los transformadores para acoplar las inductancias de diferentes dispositivos conforme a la invención.

5 En las figuras 12, 13 y 14 se muestran posibles modos de realización de estos transformadores 30. En el ejemplo de realización conforme a la figura 12 está prevista una pluralidad de transformadores individuales 30. El devanado primario de cada transformador individual 30 está formado por una bobina 26 de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica 23. El mismo se acopla a un devanado secundario 32 a través de un núcleo 31 del transformador 30. Todos los devanados secundarios están conectados entre sí a través de la barra colectora 6.

10 La figura 14 muestra un ejemplo de realización con tres transformadores 30. Los devanados secundarios de los transformadores 30 están conectados de nuevo entre sí a través de una barra colectora 6. Sin embargo, los devanados secundarios están acoplados respectivamente a varias inductancias o bobinas 26 de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica 23. Al contrario que en los ejemplos de realización 12 y 14, el transformador 30 conforme a la figura 13 no presenta ningún devanado secundario y ninguna barra colectora 6. Las inductancias de los medios para conectar y desconectar potencia eléctrica están acoplados entre sí más bien solamente a través del núcleo 31 del transformador. Las potencias intercambiadas se unen en este caso para sumar
15 cero.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) para conmutar una corriente continua en una derivación (2, 3, 4) de un nodo de red de tensión continua (1) con
- una ruta de corriente permanente (7), en la que está dispuesto un conmutador mecánico (10),
- 5 - una ruta de corriente de conmutación (8) que puentea la ruta de corriente permanente (7), en la que está dispuesta una unidad de conmutación de potencia (9), que presenta un conmutador semiconductor de potencia conectable y desconectable y que está diseñada para interrumpir una corriente de cortocircuito en caso de fallo,
- y una fuente de tensión longitudinal (11) para generar una tensión inversa en la malla formada por la ruta de corriente permanente y la ruta de corriente de conmutación,
- 10 caracterizado porque la fuente de tensión longitudinal (11) presenta unos medios (23) para conectar y desconectar potencia eléctrica, que pueden conectarse a un consumidor adicional y hacen posible un intercambio de potencia eléctrica entre la fuente de tensión longitudinal y el consumidor adicional.
2. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según la reivindicación 1, caracterizado porque los medios (23) para conectar y desconectar potencia eléctrica están acoplados a los medios (23) para conectar y desconectar potencia eléctrica de otro dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) para conmutar una corriente continua, que está dispuesto en otra derivación (2, 3, 4) del mismo nodo de red de tensión continua (1).
- 15 3. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la fuente de tensión longitudinal (11) está dispuesta en la ruta de corriente permanente (7).
4. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la fuente de tensión longitudinal (11) presenta al menos un submódulo (12) con un acumulador de energía (22) y un circuito de semiconductores de potencia (17, 21) y que además está equipado con unos medios (23) para conectar y desconectar potencia eléctrica.
- 20 5. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según la reivindicación 4, caracterizado porque cada submódulo presenta un circuito en semipunto.
- 25 6. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según la reivindicación 4, caracterizado porque cada submódulo (12) presenta un circuito en puente completo.
7. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque mediante los medios (23) para conectar y desconectar potencia eléctrica puede generarse una tensión alterna en el rango de baja tensión.
- 30 8. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según la reivindicación 7, caracterizado porque los medios (23) para conectar y desconectar potencia eléctrica presentan al menos un circuito serie (24) conectado en paralelo al acumulador de energía (22), formado por dos conmutadores semiconductores de potencia (19) conectables y desconectables y una bobina (26)
- 35 9. Dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según la reivindicación 8, caracterizado porque la bobina (26) está acoplada inductivamente a una bobina (26) de una fuente de tensión longitudinal (11) de otro dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) según la reivindicación 8, que está dispuesto en otra derivación (2, 3, 4) del mismo nodo de red de tensión continua (1).
10. Nodo de red de tensión continua (1) con derivaciones, caracterizado porque en al menos dos derivaciones (2, 3, 4) está dispuesto un dispositivo (5, 5a, 5b, 5c) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde los dispositivos (5, 5a, 5b, 5c) están acoplados entre sí a través de los medios (23) para conectar y desconectar potencia eléctrica, de tal manera que se hace posible un control del flujo de carga.
- 40 11. Nodo de red de tensión continua (1) según la reivindicación 10, caracterizado porque los medios (23) para conectar y desconectar potencia eléctrica están acoplados entre ellos a través de una barra colectora de baja tensión (6).
12. Nodo de red de tensión continua (1) según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque las fuentes de tensión longitudinal (11) están acopladas entre sí inductivamente.

FIG 1

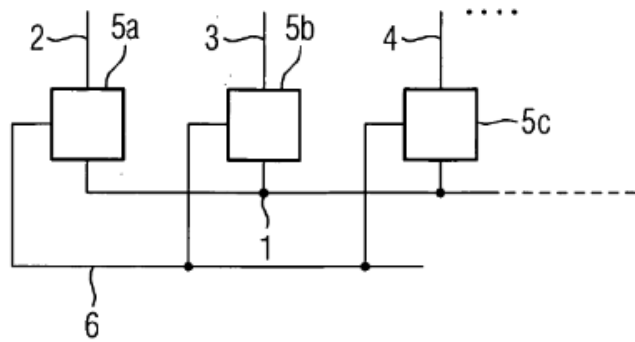


FIG 2

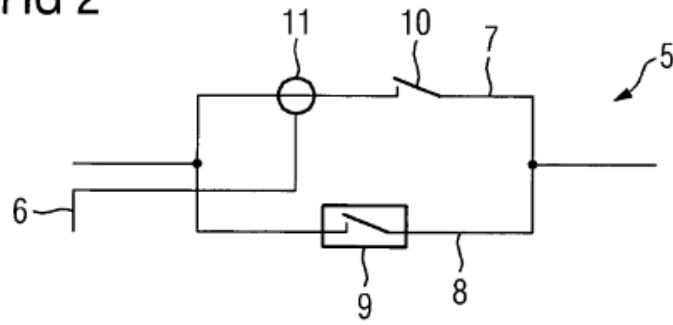


FIG 3

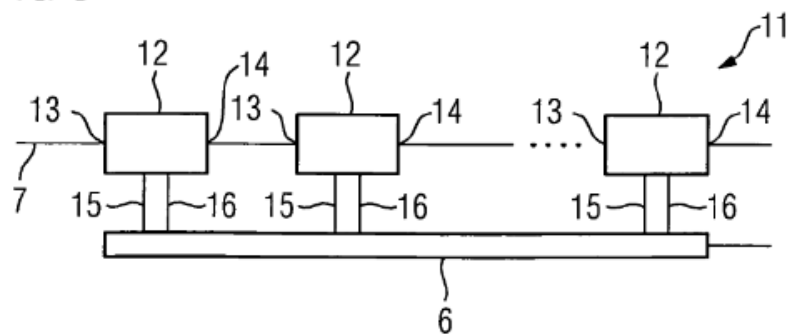


FIG 4

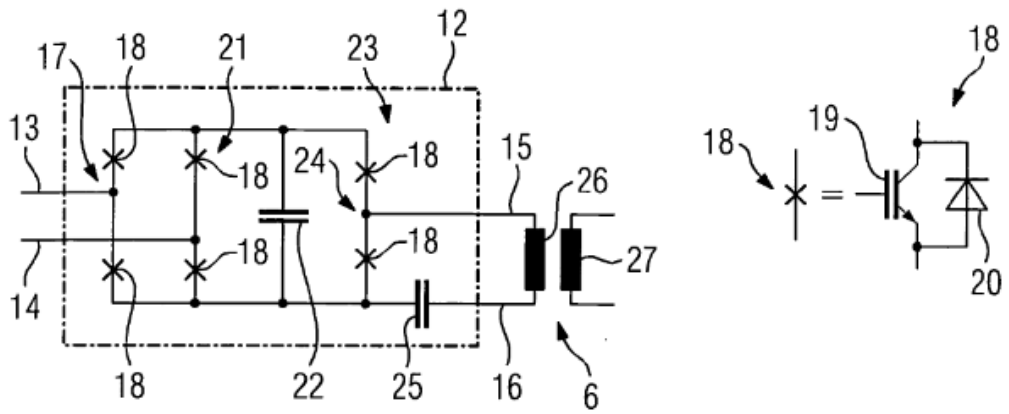


FIG 5

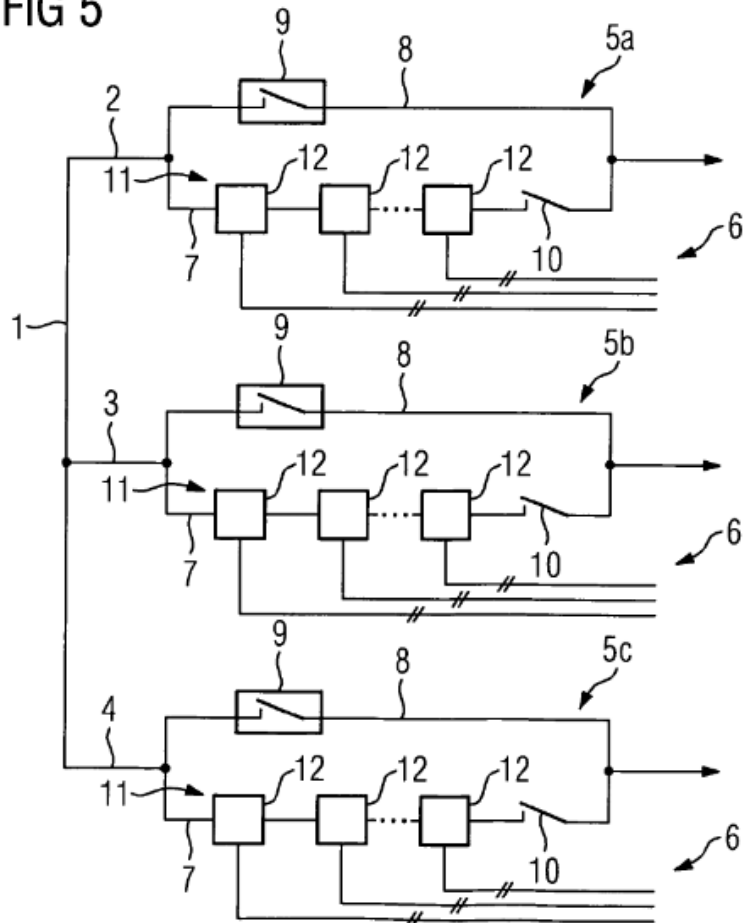


FIG 6

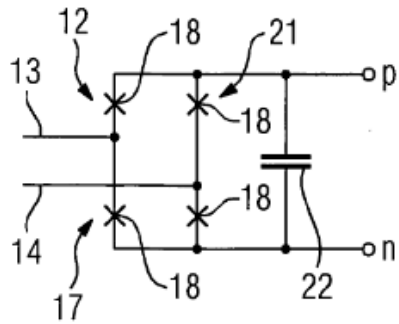


FIG 7

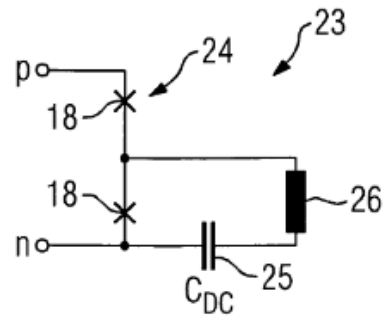


FIG 8

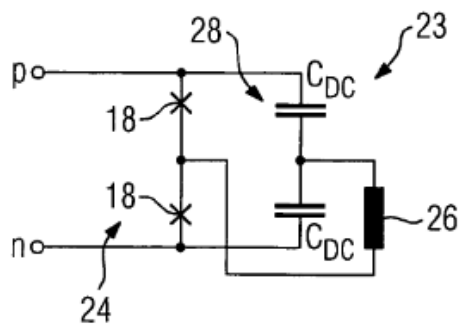


FIG 9

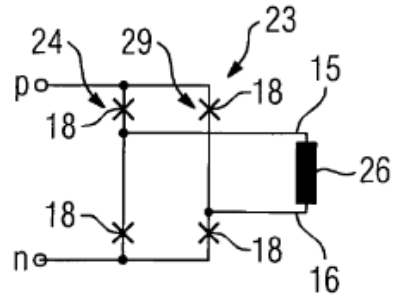


FIG 10

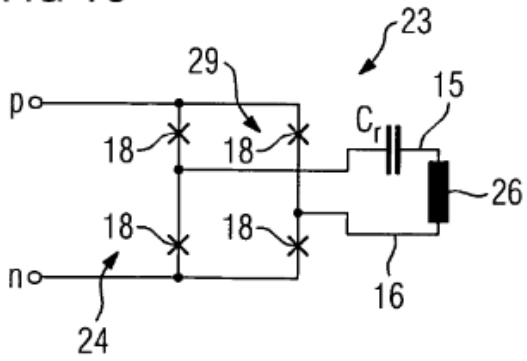


FIG 11

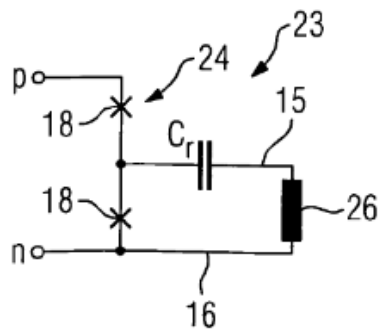


FIG 12

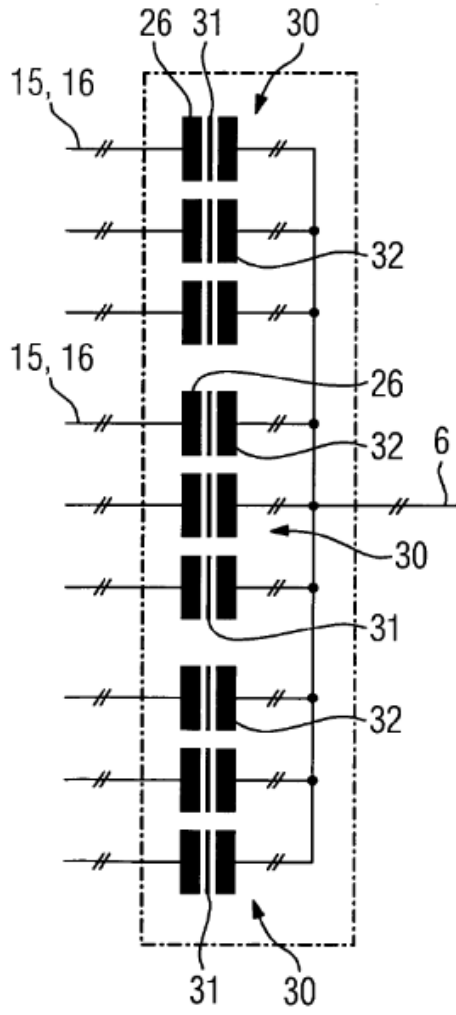


FIG 13

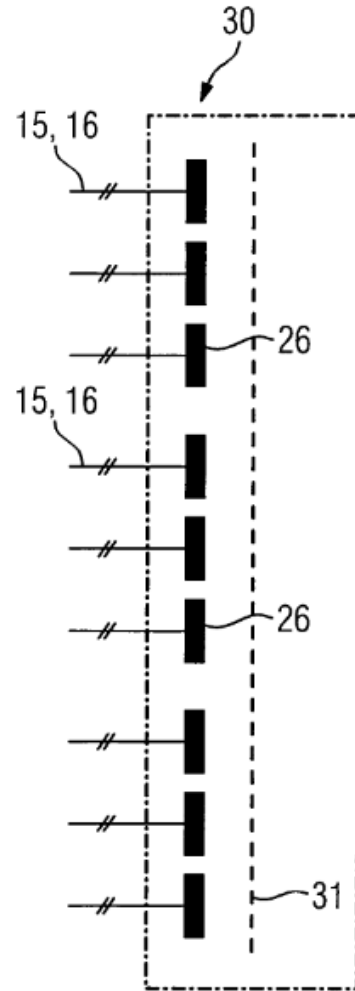


FIG 14

