

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 225**

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: **27.01.2017 PCT/EP2017/051787**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2017 WO17144234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2017 E 17702822 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3403271**

54 Título: **Dispositivo para la conmutación de una corriente continua en un polo de una red de tensión continua**

30 Prioridad:

22.02.2016 DE 102016202661

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

01.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KRISHNAN, JAGANATH;
GUELDNER, HENRY;
HANDT, KARSTEN y
NIELEBOCK, SEBASTIAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 770 225 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

Dispositivo para la conmutación de una corriente continua en un polo de una red de tensión continua

La invención se refiere a un dispositivo para la conmutación de una corriente continua en un polo de una rama de una red de tensión continua.

5 El aumento de la demanda de energía en todo el mundo y la reducción simultáneamente deseada de las emisiones de CO₂ hacen que las energías renovables sean cada vez más atractivas. Las fuentes de energía renovable son, por ejemplo, las instalaciones de energía eólica situadas en zonas de costa o las instalaciones de energía fotovoltaica en zonas desérticas soleadas. Para poder aprovechar la energía así generada de forma económica, es cada vez más importante la conexión de las fuentes de energía renovable con una red de suministro terrestre. En este contexto, se está discutiendo cada vez más sobre la construcción y el funcionamiento de una red en malla de corriente continua. Sin embargo, un requisito previo para ello es que las corrientes de cortocircuito que pueden producirse en una red en malla de corriente continua puedan desactivarse de forma rápida y fiable. Para ello, sin embargo, se requieren interruptores de corriente continua que hasta ahora no han estado disponibles en el mercado. Por el estado de la técnica, se conocen diferentes conceptos para tales interruptores de corriente continua.

10 15 En el documento WO 2011/057675 A1 se describe un interruptor de tensión continua que tiene un circuito de corriente de trabajo con un interruptor mecánico, así como una rama de desconexión que está conectada en paralelo con el circuito de corriente de trabajo. En la rama de desconexión, está dispuesta una conexión en serie de interruptores de potencia de estado sólido, con los que está conectado en cada caso en direcciones opuestas en paralelo un diodo de libre circulación. Las unidades de conmutación compuestas por interruptor de potencia de estado sólido y diodo de libre circulación están dispuestas en antiserie, estando dispuestos los interruptores de potencia de estado sólido en serie y estando previsto para el interruptor de potencia de estado sólido un correspondiente interruptor de potencia de estado sólido con dirección de conducción opuesta. De esta manera, la corriente puede ser interrumpida en ambos sentidos en el ramal de desconexión. En el circuito de corriente de trabajo, además del interruptor mecánico, también está dispuesto un interruptor auxiliar electrónico en serie con el interruptor mecánico. En el funcionamiento normal, la corriente fluye a través del circuito de corriente de trabajo y, por tanto, a través del interruptor auxiliar electrónico, así como a través del interruptor mecánico cerrado, ya que los interruptores de potencia de estado sólido del ramal de desconexión representan una mayor resistencia para la corriente continua. Para interrumpir, por ejemplo, una corriente de cortocircuito, el interruptor auxiliar electrónico se desplaza a su posición de desconexión. Esto hace que la resistencia en el circuito de corriente de trabajo aumente, de tal modo que la corriente continua se conmuta a la rama de desconexión. Por lo tanto, el interruptor mecánico rápido puede abrirse sin corriente. La corriente de cortocircuito conducida a través del ramal de desconexión puede ser interrumpida por los interruptores de potencia de estado sólido. Para absorber la energía almacenada en la red de tensión continua y para descargarla durante la conmutación, están previstos descargadores que están conectados en cada caso en paralelo con los interruptores de potencia de estado sólido del ramal de desconexión.

20 25 30 35 En el documento DE 694 08 811 T2 se describe un interruptor de tensión continua en el que se conectan en serie dos interruptores mecánicos. La conexión en serie compuesta por los dos interruptores mecánicos está protegida contra sobretensiones elevadas por un descargador, así como por un condensador. Únicamente uno de los interruptores mecánicos está conectado en paralelo con un interruptor de potencia de estado sólido que se puede conectar y desconectar. Cuando se abren los interruptores mecánicos, se genera un arco eléctrico. La tensión caída en el arco eléctrico enciende el interruptor de potencia de estado sólido, por medio de lo cual se cortocircuita el interruptor mecánico abierto en paralelo. El arco eléctrico se extingue. La corriente conducida a través del interruptor de potencia de estado sólido puede ahora interrumpirse mediante la correspondiente activación del semiconductor de potencia.

40 45 El documento WO 2011/141055 revela un interruptor de tensión continua que se puede conectar en serie a un polo de una red de corriente continua de alta tensión. El interruptor de tensión continua se compone de un interruptor mecánico en serie con un interruptor de potencia de estado sólido, que se conecta de nuevo en paralelo con un diodo de libre circulación de sentido contrario. Paralelamente a la conexión en serie del interruptor de potencia de estado sólido y del interruptor mecánico, se conecta una conexión en serie de bobina y condensador, es decir, un ramal LC, así como un descargador que limita la caída de tensión por medio del ramal LC. También está conectado un descargador en paralelo con el interruptor de potencia de estado sólido. Después de abrir el interruptor mecánico, el interruptor de potencia de estado sólido se conecta y desconecta con la frecuencia natural del ramal LC. Esto genera una oscilación y finalmente un paso de la corriente por el valor cero en el interruptor mecánico, de tal modo que el arco eléctrico resultante puede ser extinguido.

50 55 Se conocen otros interruptores de tensión continua por los documentos WO 2014/094847 A1 y WO 2013/131582 A1. El documento WO 2014/094847 A1 muestra un interruptor de tensión continua con un primer y un segundo punto nodal para la conexión en serie en un polo de una red de tensión continua y con un interruptor mecánico dispuesto entre el primer y el segundo punto nodal, así como un módulo de corriente de impulsos dispuesto en paralelo con el interruptor mecánico que comprende cuatro interruptores de estado sólido que están conectados como puente de dos series de dos de los interruptores de estado sólido en cada caso.

Es objetivo de la invención proporcionar un dispositivo del tipo mencionado anteriormente con el cual pueden ser desconectadas de manera confiable y rentable las corrientes residuales en una red de corriente continua, generándose que al mismo tiempo pocas pérdidas durante el funcionamiento normal.

5 La invención resuelve este objetivo por medio de un interruptor de corriente continua con un primer y un segundo punto nodal para la conexión en serie en un polo de una red de corriente continua y un con tercer punto nodal para la conexión al otro polo de la red de corriente continua, que comprende, además:

- un interruptor mecánico dispuesto entre el primer y el segundo punto nodal,
- al menos un módulo de corriente de impulsos dispuesto entre el primer y el segundo punto nodal en paralelo con el interruptor mecánico, presentando el módulo de corriente de impulsos,
- 10 - tres puntos nodales modulares, y estando conectado el primer punto nodal modular con el primer punto nodal; el segundo punto nodal modular, con el segundo punto nodal; y el tercer punto nodal modular, con el tercer punto nodal;
- comprendiendo, además, cuatro interruptores de estado sólido que están conectados como puente de dos series en cada caso de dos de los interruptores de estado sólido, correspondiéndose los puntos potenciales entre los interruptores de estado sólido de las dos series con el primer y el segundo punto nodal modular y estando conectados los extremos exteriores de las dos series de dos de los interruptores de estado sólido en cada caso por parejas con un cuarto y un quinto punto nodal modular;
- 15 - comprendiendo, además, un condensador de corriente de impulsos que está conectado en paralelo con las dos series de dos de los interruptores de estado sólido en cada caso; y
- 20 - comprendiendo un elemento semiconductor conmutable entre el quinto y el tercer punto nodal modular.

A este respecto, los interruptores de estado sólido están diseñados en cada caso como al menos un interruptor de potencia de estado sólido que puede ser conectado y desconectado, es decir, IGBT, IGCT, GTO o similares, si es necesario con un diodo de libre circulación en paralelo en sentido opuesto en cada caso. Por supuesto, en lugar de un único interruptor de potencia de estado sólido, también puede utilizarse una conexión en serie controlada sincrónicamente de interruptores de potencia de estado sólido. Los interruptores de potencia de estado sólido controlados sincrónicamente de la conexión en serie se comportan entonces exactamente como un interruptor de potencia de estado sólido individual.

Si el interruptor de tensión continua está listo para funcionar, se puede interrumpir, por ejemplo, una corriente de cortocircuito. En el funcionamiento normal, una corriente continua fluye a través del interruptor mecánico casi sin pérdidas. En caso de fallo, el interruptor mecánico se abre y se conectan dos interruptores de estado sólido en diagonalmente del módulo de corriente de impulsos. Al separar los contactos del interruptor mecánico, se produciría un arco eléctrico si no estuvieran previstas otras medidas. Sin embargo, al conectar los interruptores de estado sólido se suprime en el caso ideal completamente la formación de un arco eléctrico. Al abrir los interruptores, se crea un circuito de corriente para la carga almacenada en el condensador de corriente de impulsos, lo que provoca un paso de corriente de valor cero en el interruptor mecánico, por medio de lo cual se evita o extingue el arco eléctrico. Ventajosamente, por medio del interruptor de corriente continua se puede interrumpir el flujo de corriente en las dos direcciones.

La energía almacenada inductivamente de la red de tensión continua se deriva por un primer lado del interruptor de tensión continua a través de un circuito de corriente que conduce a través de uno de los interruptores de estado sólido que no están conectados y el condensador de corriente de impulsos al tercer punto nodal, es decir, al otro polo de la red de tensión continua.

Es ventajoso si el interruptor de tensión continua presenta un diodo de libre circulación entre el tercer y el primer punto nodal y otro diodo de libre circulación entre el tercer y el segundo punto nodal. Esto tiene la ventaja de que permite reducir la energía almacenada inductivamente de la red de tensión continua.

Para adaptarse a la tensión de trabajo y la corriente de trabajo de la red de tensión continua, el interruptor de tensión continua puede comprender varios módulos de corriente de impulsos. Estos están conectados a este respecto en serie con sus primeros y segundos puntos nodales modulares. Esta serie en sí misma está dispuesta entonces entre el primer y el segundo punto nodal. El número de módulos de corriente de impulsos se orienta en función de los correspondientes requisitos. En cualquier caso, los módulos de corriente de impulsos deben ser capaces de absorber las tensiones aplicadas y también de desconectar las altas corrientes de cortocircuito de forma segura y suficientemente rápida.

50 De manera conveniente, el interruptor de corriente continua en serie con el condensador de corriente de impulsos comprende una resistencia para limitar la corriente de carga. Un tiristor se utiliza preferentemente como elemento semiconductor conmutable en el módulo de corriente de impulsos.

De manera conveniente, el interruptor de corriente continua comprende un equipo de control que está diseñado para abrir el interruptor mecánico para desconectar la línea de corriente continua y para activar dos de los cuatro interruptores de estado sólido a fin de generar un impulso de corriente que contrarreste la corriente en la línea de corriente continua.

En un diseño, la energía almacenada en la red de corriente continua y liberada al desconectarse se disipa mediante agentes apropiados para reducir la energía de conmutación. En este sentido, se trata, por ejemplo, de resistencias no

lineales, por ejemplo, descargadores, varistores o similares. Si la tensión que cae sobre ellos supera un umbral de tensión, estos componentes se comportan como resistencias óhmicas, convirtiendo la energía liberada durante la conmutación en energía térmica y liberándola a la atmósfera exterior.

5 De manera conveniente, el interruptor mecánico está configurado como interruptor rápido y está diseñado para que se abra en un periodo de tiempo de 1 a 10 ms. Estos interruptores rápidos presentan una pequeña masa de conmutación que debe ser movida durante la conmutación. Además, se requieren accionamientos de respuesta rápida, por ejemplo, accionamientos electrodinámicos.

Según otra variante de la invención, es conveniente que el dispositivo de acuerdo con la invención se utilice también de manera modular y, por lo tanto, se utilice como un componente de dos polos o bipolar en una conexión en serie.

10 Finalmente, se debe señalar que los interruptores de potencia de estado sólido que se pueden conectar y desconectar se desvelan en este caso ciertamente siempre en relación en cada caso con diodo de libre circulación opuesto en paralelo o como semiconductores de potencia capaces de conducción inversa. Sin embargo, esto se debe principalmente al hecho de que los semiconductores de potencia que se pueden desconectar, como los IGBT, IGCT, GTO o similares, se suelen vender siempre en el mercado con un diodo de libre circulación en paralelo inverso. Tal
15 diodo de libre circulación en paralelo inverso sirve para proteger el interruptor de potencia de estado sólido, que es extremadamente sensible a una tensión opuesta a su dirección de paso. Sin embargo, el mencionado diodo de libre circulación no es forzosamente necesario en todos los casos que se muestran en el presente documento. Estos casos son claramente evidentes para el especialista, por lo que no se señalan por separado en los casos individuales. Las realizaciones de la invención en las que, por razones funcionales, se puede suprimir el diodo de libre circulación
20 dispuesto inversamente en paralelo al interruptor de potencia de estado sólido, sin embargo, deben ser incluidas en el ámbito de protección de la patente.

Otros diseños útiles y ventajas de la invención son objeto de la siguiente descripción de ejemplos de realización con referencia a las figuras del dibujo, refiriéndose idénticas referencias a componentes que actúan de igual modo y mostrando

25 la figura 1, un primer ejemplo de realización del interruptor de corriente continua de acuerdo con la invención, las figuras 2 y 3, el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1 con diferentes circuitos de corriente durante la desconexión, la figura 4, otro ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención, la figura 5, un módulo de corriente de impulsos.

30 La figura 1 muestra un ejemplo de realización del interruptor de corriente continua 10 de acuerdo con la invención que puede ser conectado en serie con un primer y un segundo punto nodal 101, 102 en un polo, es decir, en una línea de una red de corriente continua 1. El interruptor de tensión continua sirve para interrumpir el flujo de corriente en el polo de la red de tensión continua.

35 El interruptor de tensión continua 10 presenta un primer ramal de corriente entre el primer y el segundo punto nodal 101, 102 que no comprende ningún elemento semiconductor, sino sólo un interruptor mecánico 11. De esta manera, en este caso solo se producen pérdidas eléctricas muy pequeñas y, durante el funcionamiento, el flujo de corriente se produce esencialmente en el primer ramal de corriente. Opcionalmente, en el primer ramal de corriente está previsto un absorbedor de energía, por ejemplo, un varistor 12. Este se conecta en paralelo al interruptor mecánico.

40 Conectado en paralelo, es decir, también entre el primer y el segundo punto nodal 101, 102, se encuentra un segundo ramal de corriente. El segundo ramal de corriente no permite ningún flujo de corriente o solo un flujo insignificante en el estado normal de funcionamiento. El segundo ramal de corriente comprende un módulo de corriente de impulsos 20. El módulo de corriente de impulsos 20 también está conectado con un tercer punto nodal 103 del interruptor de tensión continua 10 que está conectado con el otro polo de la red 1 de tensión continua. Partiendo del tercer punto nodal 103,
45 dos diodos 13, 14 de libre circulación conducen al primer o al segundo punto nodal 101, 102. Opcionalmente, puede estar previsto en cada caso un absorbedor de energía 131, 141 adicional en serie con los diodos 13, 14 de libre circulación.

El propio módulo de corriente de impulsos 20 comprende un primer a un quinto punto nodal modular 201...205. A este respecto, el primer punto nodal modular 201 está conectado con el primer punto nodal 101; el segundo punto nodal modular 202, con el segundo punto nodal 102; y el tercer punto nodal modular 203, con el tercer punto nodal 103.

50 El módulo de corriente de impulsos 20 comprende un primer a un cuarto interruptor de estado sólido 21...24, un condensador de corriente de impulsos 25 y un tiristor 27. Opcionalmente, está previsto un absorbedor de energía 26 y/o una resistencia de carga 28. El condensador de corriente de impulsos presenta, por ejemplo, una capacidad de 10 mF.

55 El primer punto nodal modular 201 es el punto de potencial entre el primer y el tercer interruptor de estado sólido 21, 23, que están conectados en serie en la misma dirección. El segundo punto nodal modular 202 es el punto de potencial entre el segundo y el cuarto interruptor de estado sólido 22, 24, que también están conectados en serie en la misma dirección. Las conexiones del primer y del segundo interruptor de estado sólido 21, 22 que están alejados del primer o del segundo punto nodal modular 201, 202, se conectan juntos al cuarto punto nodal modular 204. Las conexiones del

tercer y el cuarto interruptor de estado sólido 23, 24 alejados del primer o del segundo punto nodal modular 201, 202 se conectan juntos al quinto punto nodal modular 205. El tiristor 27 está dispuesto entre el quinto punto nodal modular 205 y el tercer punto nodal modular 203, por lo que está dispuesto de manera bloqueante desde la perspectiva del tercer punto nodal modular 203. El condensador de corriente de impulsos 25 está dispuesto entre el cuarto y el quinto punto nodal modular 204, 205. La resistencia de carga 28 opcional está dispuesta en serie con el condensador de corriente de impulsos 25. El absorbedor de energía 26 está dispuesto entre el cuarto y quinto punto nodal modular 204, 205, es decir, en paralelo al condensador de corriente de impulsos 25.

Durante el funcionamiento, la corriente continua fluye a través del interruptor mecánico 11. El condensador de corriente de impulsos 25 se carga mediante activación del tiristor 27. Si ahora se detecta un cortocircuito o si por el contrario es necesario desconectar la corriente, el control del interruptor de corriente continua 10, no representado en la figura 1, realiza operaciones de conmutación.

En una primera etapa se abre el interruptor mecánico 11 y se conectan dos de los cuatro interruptores de estado sólido 21...24 situados en diagonal. Si el flujo de corriente durante el funcionamiento se ha desplazado desde el lado del primer punto nodal 101 al lado del segundo punto nodal 102, se activan el segundo y el tercer interruptor de estado sólido 22, 23 y, para el otro sentido de la corriente, se activan el primer y el cuarto interruptor de estado sólido 21, 24. A continuación, se parte de un sentido de la corriente desde el lado del primer punto nodal 101 hacia el lado del segundo punto nodal 102.

Al conectarse los dos correspondientes interruptores de estado sólido 21...24, se produce un circuito de corriente a través del cual el condensador de corriente de impulsos 25 puede descargarse en una trayectoria a través del segundo punto nodal 102, el interruptor mecánico 11 y el primer punto nodal 101. De esta manera, se genera un impulso de corriente que es opuesto a la corriente procedente de la operación en marcha o a la corriente de cortocircuito y, por lo tanto, genera un paso de corriente cero. En este paso de corriente cero, se extingue cualquier arco eléctrico que pudiera hacer presencia en el interruptor mecánico 11. De esta manera, se abre el camino para la desactivación de la corriente en los interruptores de estado sólido 21...24. El circuito está señalado en la figura 2.

En este punto, la corriente residual o corriente de trabajo fluye a través de los diodos del primer y el cuarto interruptor de estado sólido 21, 24. El control asegura ahora que el interruptor mecánico 11 esté completamente abierto. Después, se crea convenientemente un circuito diferente para la corriente.

Para crear un circuito de circulación libre para la corriente residual, a continuación, se conecta el tiristor 27. Esto da lugar a circuitos de corriente como se muestra en la figura 3, en el caso de un flujo de corriente en la dirección del primer al segundo punto nodal 101, 102. El ánodo del diodo del cuarto interruptor de estado sólido 24 se pone a tierra al activarse el tiristor 27, por medio de lo cual este diodo deja de conducir. Después, un circuito de libre circulación para la corriente alejada de la carga conduce desde el primer punto nodal 101 a través del diodo del primer interruptor de estado sólido 21, que en sí mismo está desconectado, a través del condensador de corriente de impulsos 25 y el tiristor 27, al tercer punto nodal 103, es decir, al otro polo de la red 1 de tensión continua. El circuito de libre circulación para la corriente alejada de la carga conduce a través del diodo 14 de libre circulación desde el tercer punto nodal 103 hasta el segundo punto nodal 102.

El condensador de corriente de impulsos 25 se carga ahora hasta que la energía almacenada inductivamente fuera de la carga se agota y en consecuencia el tiristor se desconecta en ausencia de flujo de corriente.

La figura 4 muestra un segundo interruptor de corriente continua 40 en el que se utilizan varios módulos de corriente de pulsos 20. Las partes del interruptor de tensión continua 40 o las partes circundantes de la red 1 de tensión continua que no se han modificado con respecto al primer ejemplo de realización de la figura 1 están señaladas en la figura 4 con las mismas referencias que en la figura 1.

En el segundo circuito de corriente, que en el primer ejemplo de realización conduce a través del módulo de corriente de impulsos 20, se han dispuesto ahora dos módulos de corriente de impulsos 41, 42 en contraste con el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1. La conexión al exterior se realiza en los módulos de corriente de impulsos 41, 42 de la misma manera que en el módulo de corriente de impulsos 20 de acuerdo con la figura 1, es decir, a través el primer, el segundo y el tercer punto nodal modular 201, 202, 203.

Para mayor claridad, los módulos de corriente de impulsos 41, 42 de la figura 4 no comprenden los respectivos tiristores 411, 421, mientras que en la figura 1 el módulo de corriente de impulsos 20 incluye el tiristor 27. Sin embargo, cada uno de los módulos de corriente de impulsos 41, 42 de la figura 4 está conectado en cada caso con su propio tiristor 411, 421 al tercer punto nodal, es decir, al polo no se ha de conmutar de la red 1 de corriente continua.

La estructura de cada uno de los módulos de corriente de impulsos 41, 42 en la figura 4 se representa de manera simplificada en la figura 5 y se corresponde esencialmente con el módulo de corriente de impulsos 20 de la figura 1. El primer punto nodal modular 201 del primer módulo de corriente de impulsos 41 se conecta con el primer punto nodal 101 y el segundo punto nodal modular 202 del primer módulo de corriente de impulsos 41 se conecta con el primer punto nodal modular 201 del segundo módulo de corriente de impulsos 42. El segundo punto nodal modular 202 del segundo módulo de corriente de impulsos 42 se conecta con el segundo punto nodal 102.

ES 2 770 225 T3

- 5 Con una conexión en serie de este tipo o una conexión en paralelo de los módulos de corriente de impulsos 41, 42, se puede ajustar la capacidad de carga del interruptor de tensión continua con la corriente que debe desconectarse o la tensión que debe desconectarse, pudiendo seguir utilizándose componentes estándar en el área de interruptores y condensadores. Por ejemplo, conectando en serie varios módulos de corriente de impulsos 41, 42, el interruptor de corriente continua puede ser diseñado para una tensión de trabajo de 70 kV o incluso de valores superiores.

REIVINDICACIONES

1. Interruptor de tensión continua (10, 40) con primer y segundo punto nodal (101, 102) para la conexión en serie en un polo (1) de una red (1) de tensión continua y un tercer punto nodal (103) para la conexión en el otro polo de la red (1) de tensión continua, que comprende, además:
- 5 - un interruptor mecánico (11) dispuesto entre el primer y el segundo punto nodal (101, 102),
 - al menos un módulo de corriente de impulsos (20, 41, 42) dispuesto entre el primer y el segundo punto nodal (101, 102) en paralelo con el interruptor mecánico (11), presentando el módulo de corriente de impulsos (20, 41, 42),
 - tres puntos nodales modulares (201, 202, 203), y estando conectado el primer punto nodal modular (201) con el primer punto nodal (101); el segundo punto nodal modular (202), con el segundo punto nodal (102); y el tercer punto nodal modular (203), con el tercer punto nodal (103);
- 10 - comprendiendo, además, cuatro interruptores de estado sólido (21...24) que están conectados como puente de dos series en cada caso de dos de los interruptores de estado sólido (21...24), correspondiéndose los puntos potenciales entre los interruptores de estado sólido (21...24) de las dos series con el primer y el segundo punto nodal modular (201, 202) y estando conectados los extremos exteriores de las dos series de dos de los interruptores de estado sólido (21...24) en cada caso por parejas con un cuarto y un quinto punto nodal modular (204, 205);
- 15 - comprendiendo, además, un condensador de corriente de impulsos (25) que está conectado en paralelo con las dos series de dos de los interruptores de estado sólido (21...24) en cada caso; y
 - comprendiendo un elemento semiconductor conmutable (27) entre el quinto y el tercer punto nodal modular (205, 203).
- 20 2. Interruptor de tensión continua (10, 40) según la reivindicación 1, con un diodo (13) de libre circulación entre el tercer y el primer punto nodal (103, 101) y otro diodo (14) de libre circulación entre el tercer y el segundo punto nodal (103, 102).
3. Interruptor de tensión continua (10, 40) según la reivindicación 1 con una resistencia (28) dispuesta en serie con el condensador de corriente de impulsos (25) para limitar la corriente de carga.
- 25 4. Interruptor de tensión continua (10, 40) según la reivindicación 1 con varios módulos de corriente de impulsos (41, 42) que están conectados en serie con sus primeros y segundos puntos nodales modulares (201, 202) y la serie está dispuesta entre el primer y el segundo punto nodal (101, 102).
5. Interruptor de tensión continua (10, 40) según la reivindicación 1, presentando el interruptor mecánico (11) tiene un tiempo de conmutación inferior a 5 ms.
- 30 6. Interruptor de tensión continua (10, 40) según la reivindicación 1, en el que el elemento semiconductor conmutable (27) es un tiristor (27).
7. Interruptor de tensión continua (10, 40) según la reivindicación 1, con un equipo de control que está diseñado para abrir el interruptor mecánico (11) para desconectar la línea de tensión continua y para conectar dos de los cuatro interruptores de estado sólido (21...24) para generar un impulso de corriente que contrarreste la corriente en la línea de tensión continua.
- 35 8. Interruptor de tensión continua (10, 40) según la reivindicación 6, en el que el equipo de control está diseñado, además, para conectar el elemento semiconductor conmutable (27) al desconectar la línea de tensión continua.

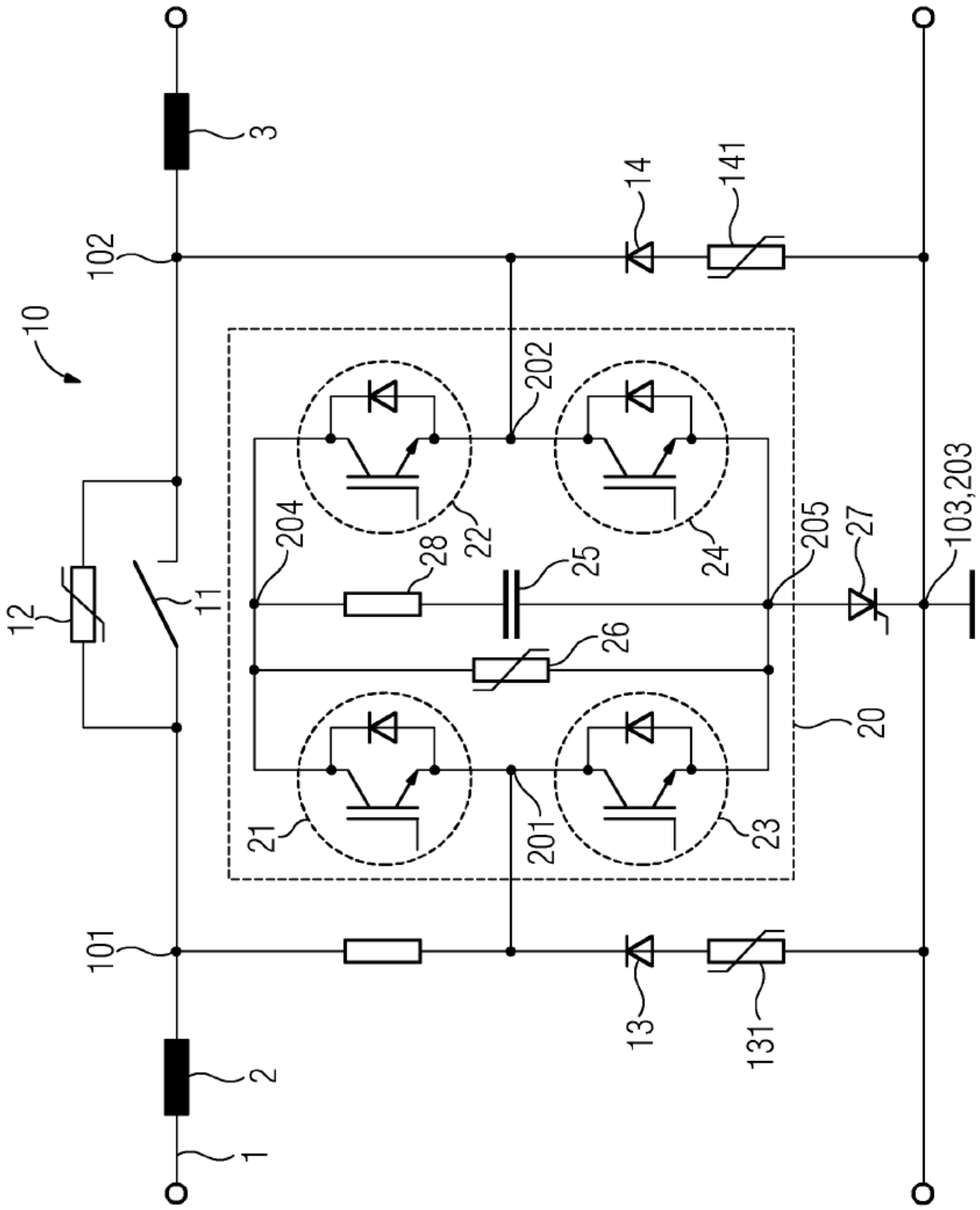


FIG 1

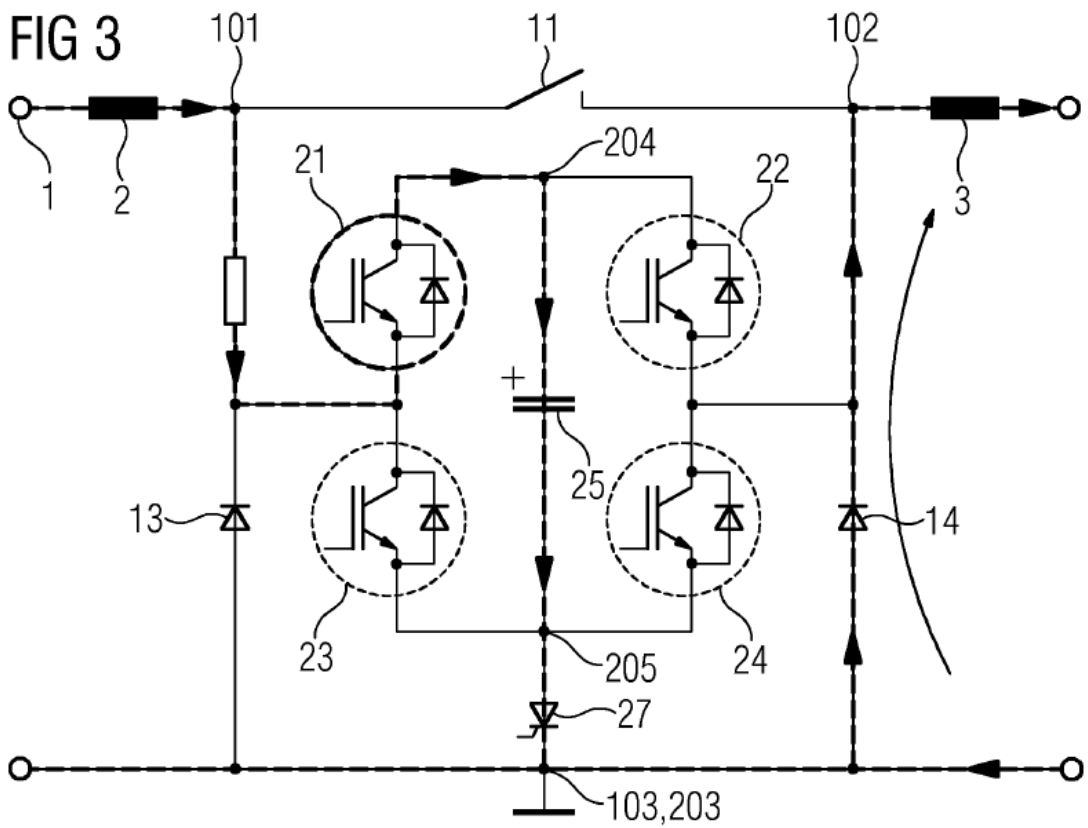
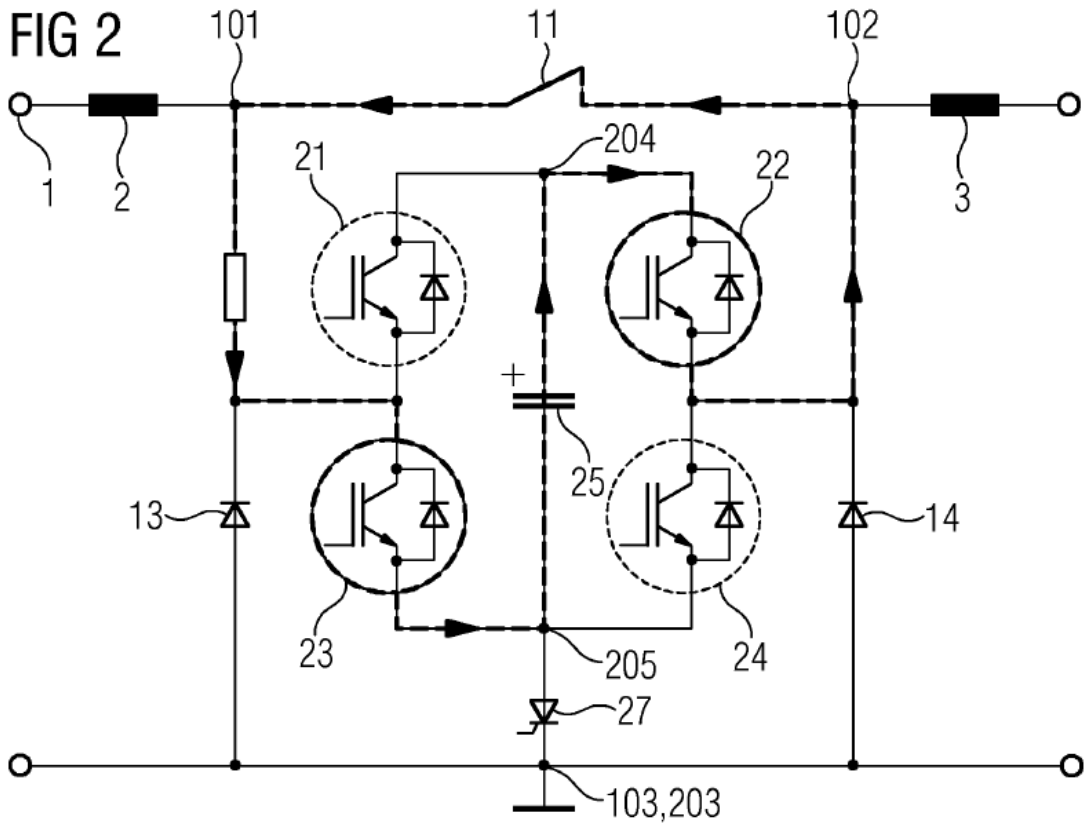


FIG 4

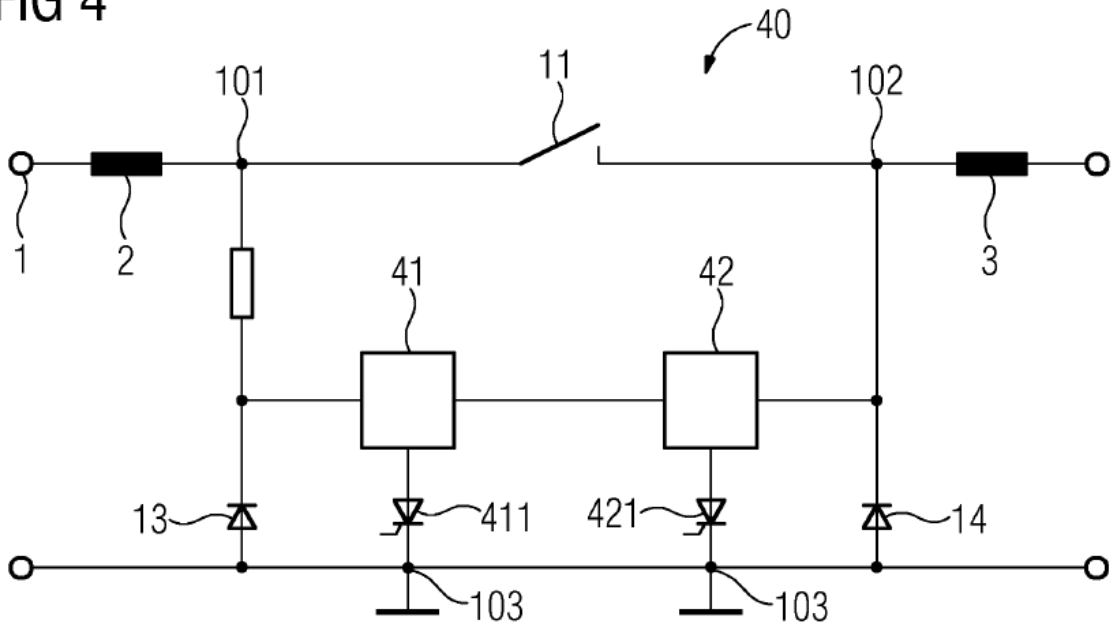


FIG 5

