

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 843**

51 Int. Cl.:

H02M 7/483 (2007.01)

H01H 33/66 (2006.01)

H01H 39/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.08.2014** **E 14180323 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018** **EP 2983286**

54 Título: **Submódulo para un circuito convertidor de corriente modular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.11.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

PFAUSER, ANTON y
WALD, ALOIS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 688 843 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

Submódulo para un circuito convertidor de corriente modular

La presente invención se refiere a un módulo, en particular para un convertidor de corriente multinivel modular, que comprende un primer borne de entrada y un segundo borne de entrada.

- 5 En la electrónica de potencia, los convertidores desempeñan una función central en la transmisión de energía. Asimismo, en muchos ámbitos industriales, por ejemplo, en la fabricación de medios de transporte, el desarrollo tecnológico está asociado con la disponibilidad de convertidores eficientes y potentes.

10 En particular para la alimentación de energía en una red eléctrica en funcionamiento, pero también para una transmisión de energía con las menores pérdidas posibles, la calidad y estabilidad de la tensión proporcionada por un convertidor es fundamental. En particular en el alcance de la tensión media, últimamente se han establecido con esta finalidad convertidores modulares. Entre otras cosas, los mismos también se usan en sistemas de accionamiento de velocidad variable. Otras aplicaciones comprenden el uso de esta técnica en las así llamadas instalaciones de generadores accionados por árbol para el abastecimiento de la red de a bordo, por ejemplo, en barcos. En un convertidor modular de este tipo, respectivamente un conductor de fase está formado por una pluralidad de submódulos conectados en serie entre sí en el lado de entrada, los que respectivamente están diseñados para proveer una tensión parcial de la tensión de salida deseada. Mediante procesos de conmutación en los distintos submódulos, los mismos o bien pueden aplicar su tensión parcial correspondiente a un borne de salida, o pueden ser puenteados. En particular para la generación o alimentación de tensiones alternas sinusoidales, en este contexto cabe mencionar la topología del convertidor de corriente multinivel modular, tal como se realiza, por ejemplo, en un convertidor SINAMICS SM120 o SINAMICS GH150 de Siemens.

20 Debido a la conexión en serie en el lado de entrada de distintos submódulos, un error en un submódulo, por ejemplo, un defecto en un interruptor, puede resultar en un fallo del funcionamiento del convertidor entero. Por lo tanto, en muchas topologías de convertidores modulares se prevé la posibilidad de poner en cortocircuito un submódulo individual en un caso de error, cualquiera que sea su naturaleza, y puentearlo así de manera permanente, de tal manera que el error dentro de lo posible no siga afectando al convertidor. Para este fin, en numerosos conceptos de convertidor se suele emplear en cada submódulo un interruptor de cortocircuito electromagnético adicional. Un sistema de este tipo generalmente requiere una alimentación externa, por la que la energía se alimenta a los diferentes submódulos, por ejemplo, para el funcionamiento del convertidor. La alimentación externa también puede suministrar entonces la potencia de mando y la potencia de mantenimiento para los interruptores de cortocircuito de los submódulos. Si el sistema del convertidor en cambio no prevé ninguna alimentación externa para los submódulos, entonces un aseguramiento en caso de error a través de interruptores de cortocircuito sólo se puede realizar con un dispendio adicional sustancial en el sistema.

35 En particular en el caso de un convertidor, cuyo mantenimiento sea difícil de efectuar debido a su posicionamiento o su aplicación, es decir, por ejemplo, un convertidor en un aerogenerador mar adentro o en un barco oceánico, un error en un submódulo con frecuencia sólo puede ser eliminado después de un tiempo de funcionamiento relativamente largo. Asimismo, muchas veces no se puede prevenir una corrosión de los contactos del interruptor de cortocircuito, por lo que se reduce su tiempo de vida útil. En particular en los convertidores de difícil mantenimiento, como se han mencionado más arriba, esto podría resultar en una desventaja sustancial.

40 Debido a que en particular los convertidores que se usan para la alimentación a la red están sujetos frecuentemente a un extenso procedimiento de autorización, en el que muchas veces también algunos componentes individuales tienen que ser homologados por una autoridad examinadora correspondiente, se tiene entonces el deseo de que en una adaptación de un concepto existente se modifique el menor número de componentes posible. Esto es más aplicable todavía, cuando se quiere reequipar un convertidor que ya se ha puesto en servicio.

45 El documento WO 2011/154047 A1 desvela un convertidor con submódulos bipolares conectados en serie, que presentan respectivamente un acumulador de energía y un circuito de semiconductores de potencia con semiconductores de potencia conectables y desconectables. El circuito de semiconductores de potencia está conectado de tal manera con el acumulador de energía que en los bornes de conexión de cada submódulo se puede generar la tensión que se reduce en el acumulador de energía, o bien una tensión nula. Una unidad de regulación se conecta con los semiconductores de potencia para la conexión y desconexión, mientras que interruptores mecánicos se disponen de manera paralela a cada submódulo para puentear el submódulo asignado.

55 El documento de patente DE 10 2008 059 670 B3 desvela un interruptor de vacío con una cámara de vacío, en la que rige un vacío y en la que se encuentra dispuesto un contacto de conmutación, que a su vez presenta una pieza de contacto fija que se encuentra conectada de manera fija con la cámara de vacío, así como una pieza de contacto de movimiento guiada de manera móvil con respecto a la pieza de contacto fija. Adicionalmente, se desvela una válvula de convertidor con una conexión en serie de submódulos bipolares, en la que cada submódulo presenta por

lo menos un acumulador de energía y un circuito de semiconductor de potencia, con el que se puede generar la tensión que se reduce en el acumulador de energía o una tensión nula en la conexión del submódulo asignado. A cada submódulo se asignan medios de puente para puentear el submódulo en caso de error, en lo que los medios de puente presentan un interruptor de vacío de este tipo.

- 5 El documento US 2012/0112545 A1 desvela un sistema de convertidor multinivel modular que comprende una pluralidad de células de convertidor multinivel modulares conectadas en serie. Por lo menos una de las células de convertidor multinivel modulares es un convertidor multinivel modular de 3 niveles.

10 El documento US 2011/0057762 A1 desvela un dispositivo de cortocircuito para el puenteo eléctrico de un módulo eléctrico con una disposición de contactos dispuesta en una cámara de conmutación, que presenta una posición de interrupción y una posición de contacto. Un accionamiento pirotécnico lleva la disposición de contacto de la posición de interrupción a la posición de contacto. La cámara de conmutación es una cámara de conmutación de vacío, en la que rige un vacío.

15 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en proveer un submódulo, en particular para un convertidor de corriente multinivel modular, que en caso de un fallo debe permitir de la manera más simple posible y sin pérdidas de potencia notables que el convertidor de corriente continúe funcionando.

20 Este objetivo se logra a través de las características mencionadas en la reivindicación del dispositivo 1. Las reivindicaciones dependientes definen formas de realización ventajosas de la presente invención. A este respecto, la presente invención se basa en las siguientes ideas: Para mejorar la capacidad de funcionamiento de un convertidor de corriente modular, en primer lugar se ha determinado que preferentemente se debe evitar el uso de un circuito diseñado para corregir directamente en el sitio de origen un error que se presente dentro de un submódulo, tal como, por ejemplo, una sobretensión, debido a las diferentes posibilidades de error y la requerida complejidad aumentada por esto de un circuito de este tipo. Al mismo tiempo se determina que a pesar de los problemas obvios con los circuitos de puenteo empleados hasta ahora, es más ventajoso usar la topología modular de un convertidor para el puenteo específico de un determinado submódulo, en el que el funcionamiento es defectuoso, para mantener el funcionamiento del convertidor. Por lo tanto, se descarta una eliminación del error de manera interna en el submódulo, debido al mayor dispendio técnico de control.

30 Ahora bien, para poder puentear un submódulo defectuoso, en primer lugar se debería tener en cuenta que un submódulo normalmente presenta medios de conmutación, que con frecuencia están realizados mediante interruptores de semiconductor, para proveer etapas de tensión individuales o tensiones parciales de la tensión total requerida, y que a través de estos medios de conmutación también se puentea durante el funcionamiento normal, cuando una etapa de tensión del submódulo no es necesaria en un determinado ciclo de conmutación. Sin embargo, se ha demostrado que un puenteo de un submódulo defectuoso a través de tales medios de conmutación posiblemente no ofrezca la seguridad de funcionamiento deseada, ya que para esto se tendría que recurrir a medios de conmutación en un submódulo, en el que el funcionamiento ya es defectuoso, por lo que tampoco se puede excluir completamente un error en el puenteo. Esto podría tener como resultado, por ejemplo, que una sobretensión en un submódulo no se limite al mismo, sino que en caso de un puenteo defectuoso también se verían afectados otros submódulos.

40 Mientras que en un submódulo puentado debido a un error de este tipo se podrían esperar en todo caso daños permanentes por las sobretensiones, un puenteo que usa los medios de conmutación y, dado el caso, la unidad de mando de un submódulo ya defectuoso, no podría garantizar de manera segura el aislamiento topológico de un peligro.

45 El uso de un medio de conmutación existente, realizado como interruptor de semiconductor, incluso en el caso de un puenteo sin errores tendría como consecuencia que el interruptor de semiconductor para el cierre permanente necesitaría una potencia de mando y/o de mantenimiento. Esto reduciría permanentemente la eficiencia de un convertidor de corriente en caso de un submódulo defectuoso, hasta la eliminación total del error. Este problema también se presenta con un interruptor de semiconductor o un contactor específicamente provisto para el puenteo, que durante el funcionamiento normal no cumplen ninguna otra función.

50 Un interruptor de derivación, que en el caso de error de un submódulo puentea mediante un elemento de fuerza pirotécnico el submódulo en sus bornes de entrada, presenta las siguientes ventajas decisivas en comparación con las formas de procedimiento arriba mencionadas: Debido al cierre inmediato y definitivo de la vía de conmutación, el submódulo se pone permanentemente en cortocircuito en sus dos bornes de entrada, sin que se requiera una correspondiente potencia de mando y/o de mantenimiento. Además, para un interruptor de derivación de este tipo, el diseño constructivo de un submódulo ya existente sólo se tiene que adaptar escasamente, lo que representa una ventaja tanto para la integración en conceptos ya existentes o en el reequipamiento de instalaciones ya existentes, como también para los procedimientos de homologación de las autoridades técnicas correspondientes.

En particular, a este respecto el interruptor de derivación puede estar realizado de tal manera que desde el punto de vista constructivo se encuentre separado completamente de los medios de conmutación en el submódulo, lo que facilita un reequipamiento de este tipo, ya que para esto no se requieren modificaciones en las platinas, en las que se encuentran montados los medios de conmutación. Para el cambio de un interruptor de derivación disparado, el convertidor de corriente por motivos de seguridad preferentemente se debe poner fuera de servicio, en particular se debe separar de la red y conectar a tierra. Después se puede sustituir en el submódulo el componente constructivo que presente un defecto, por ejemplo, un tablero de circuito impreso o una batería de capacitores, en la que se disponen las capacidades de un submódulo, y luego se puede instalar un nuevo interruptor de derivación. Esto se puede realizar durante una así llamada revisión del sistema.

Preferentemente, para esto se puede usar un interruptor de derivación que debido a otros usos ya ha sido sometido a los procedimientos de certificación y homologación requeridos para el mercado correspondiente. En particular, debido al elemento de fuerza pirotécnico en combinación con la tensión media del convertidor de corriente, el interruptor de derivación eventualmente podría estar sujeto a requisitos de seguridad especiales en la mencionada certificación y/u homologación. Por esta razón, el uso de un interruptor de derivación que ya ha sido autorizado por las autoridades puede ser ventajoso. Por lo tanto, en este caso se debería hacer uso ventajosamente de un interruptor de derivación de este tipo, que requiera la menor cantidad posible de modificaciones en la construcción y en la electrónica interna de un submódulo.

Preferentemente, el interruptor de derivación comprende un tubo de conmutación de vacío, por el que se puede cerrar la vía de conmutación en el interruptor de derivación. Por el vacío se protegen los contactos de conmutación del tubo de conmutación de vacío contra las influencias externas, en particular contra la corrosión. Debido a esto, el tubo de conmutación de vacío presenta propiedades constantes a lo largo de su duración de funcionamiento, lo que resulta en una confiabilidad particularmente alta del interruptor de derivación. Sobre todo en aplicaciones, en las que un tubo de conmutación de vacío se somete a corrientes de hasta 1500 A, es ventajoso el uso debido a las tecnologías disponibles.

Es igualmente ventajoso si el interruptor de derivación presenta por lo menos dos circuitos de encendido redundantes para el encendido del elemento de fuerza pirotécnico. Los dos circuitos de encendido redundantes para el encendido del elemento de fuerza pirotécnico en principio representan un mayor dispendio en el sistema. Esto a priori es indeseable, en particular en el caso de un convertidor de corriente de mayor tamaño con una pluralidad de submódulos. Sin embargo, un descubrimiento importante es que para los fines de un objetivo central del circuito de derivación, es decir, una puesta en cortocircuito tan confiable como sea posible de un submódulo en caso de error, aun así puede ser más ventajoso aceptar esta mayor complejidad para poder disfrutar de una mayor seguridad en un caso de error. Esto rige en particular en vista del hecho de que por una parte un error en el peor de los casos también podría perjudicar a uno de los circuitos de encendido, mientras que por otra parte, sin embargo, una trascendencia a dos circuitos de encendido totalmente separados entre sí se puede considerar como muy improbable. Preferentemente, en este caso, los circuitos de encendido separados deben controlarse respectivamente a través de canales de mando separados desde un correspondiente tablero de circuitos impresos de mando.

También se ha demostrado como ventajoso, si el submódulo y el interruptor de derivación presentan respectivamente un tablero de circuito impreso de mando, en lo que el tablero de circuito impreso en el interruptor de derivación se puede controlar a través de por lo menos dos canales de mando redundantes desde el tablero de circuito impreso de mando del submódulo. En particular para una detección de error interna del submódulo a través de un correspondiente tablero de circuito impreso de mando del submódulo, que en caso de error debe emitir una instrucción para puentear el módulo, es ventajoso si el tablero de circuito impreso del interruptor de derivación, desde el que se debe activar el elemento de fuerza pirotécnico, se controla a través de dos canales de mando diferentes, redundantes entre sí. Esto aumenta la confiabilidad del interruptor de derivación en el caso de que un canal de mando hacia el tablero de circuito impreso de mando del interruptor de derivación ya no pudiera activarse debido al fallo prematuro de un componente. La probabilidad de que los dos canales de mando fallen al mismo tiempo, en este caso se puede considerar como suficientemente reducida y despreciable para asegurar un funcionamiento seguro. A este respecto, en particular, respectivamente un canal de mando del tablero de circuito impreso de mando del submódulo puede controlar respectivamente un circuito de encendido a través del tablero de circuito de mando del interruptor de derivación, por lo que se forman dos sistemas de circuito de encendido de canal de mando totalmente separados entre sí.

Ventajosamente, el submódulo comprende un primer semipunto y una primera capacitancia, en lo que el primer semipunto está conectado en el lado de entrada con el primer borne de entrada y en el lado de salida con la primera capacitancia. Bajo una conexión se ha de entender aquí y en lo siguiente que existe una vía de conexión, es decir, que existe una conexión conductiva, que eventualmente pueda ser interrumpida por un interruptor. Para topologías de este tipo, el interruptor de derivación mencionado representa una posibilidad particularmente ventajosa para puentear un submódulo en caso de error.

Preferentemente, el submódulo comprende un segundo semipunto y una segunda capacitancia, en lo que el segundo semipunto está conectado en el lado de entrada con el segundo borne de entrada y en el lado de salida con la segunda capacitancia, de tal manera que a través de un estado de conexión común del primer semipunto y del segundo semipunto, la primera capacitancia y la segunda capacitancia se pueden conectar en serie con respecto al primer borne de entrada y al segundo borne de entrada la conexión de un semipunto con los dos bornes de entrada del submódulo eventualmente puede conducir por uno o ambos interruptores del respectivo otro semipunto. Una topología de este tipo se encuentra con frecuencia en aplicaciones en el alcance de tensión media, por ejemplo, en convertidores de corriente para centrales de energía eólica. Una forma de realización de este tipo de los submódulos facilita en un convertidor de corriente el control del mismo, ya que un canal de mando de una unidad de mando superior del convertidor de corriente se debe realizar preferentemente con separación de potencial con respecto a un submódulo y por esta razón frecuentemente se implementa por medio de un cable de señales ópticas. Mediante la estructura de doble submódulo descrita, en un submódulo preferentemente controlado con separación de potencial se pueden proveer efectivamente dos de las etapas de tensión del convertidor de corriente.

Preferentemente, el interruptor de derivación y sus componentes, por ejemplo, eventualmente un tubo de conmutación de vacío, deben adaptarse a la topología del submódulo y en particular a las corrientes que allí se presentan durante el funcionamiento del convertidor. Esto permite que los correspondientes componentes se puedan diseñar de tal manera que resistan las cargas esperadas durante el funcionamiento, aunque en particular sin estar sobredimensionados. Por ejemplo, si en un convertidor de corriente para aplicaciones de tensión media las etapas de tensión se proveen a través de dobles submódulos del tipo arriba descrito, durante el funcionamiento normalmente se presentan corrientes que no exceden de 1500 A. De manera correspondiente, la derivación y sus componentes no necesitan estar configurados para corrientes sustancialmente mayores.

Ventajosamente, el interruptor de derivación está configurado para que durante el encendido del elemento de fuerza pirotécnico envíe por lo menos una señal de encendido a un mando superior del convertidor de corriente. A este respecto, la señal de encendido eventualmente se envía a través de una unidad de mando del submódulo al mando superior del convertidor de corriente. El mando superior del convertidor de corriente, por lo tanto, puede detectar cuando en un determinado submódulo se ha activado un interruptor de derivación y ese submódulo, por lo tanto, ya no está disponible para el servicio. Por lo tanto, por una parte el funcionamiento de los submódulos restantes se puede adaptar, en particular en lo referente a las etapas de tensión que se deben proveer, a la ausencia del submódulo, desde el que se ha enviado la señal de encendido. Por otra parte, el mando superior del convertidor de corriente puede determinar que con un error en un submódulo adicional el funcionamiento ya no es seguro, incluso puenteando el submódulo correspondiente, puesto que se bajaría debajo del número mínimo de submódulos activos que se requieren para el funcionamiento seguro, por lo que en caso de un nuevo error de este tipo interrumpiría correspondientemente el funcionamiento del convertidor de corriente.

La presente invención se refiere además a un convertidor de corriente multinivel modular, que presenta un número de conductores de fase, en lo que por lo menos un conductor de fase comprende una conexión en serie de una pluralidad de submódulos de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes. Preferentemente, a este respecto en la conexión en serie el respectivo segundo borne de entrada de un submódulo se conecta de manera por lo menos con montable con el respectivo primer borne de entrada de un submódulo siguiente en la serie. Las ventajas indicadas para el submódulo y sus formas de realización adicionales también pueden transferirse por su sentido al convertidor multinivel modular.

A continuación se describe más detalladamente un ejemplo de realización de la presente invención con referencia a los dibujos. A este respecto, en las figuras se muestra respectivamente de forma esquemática lo siguiente:

La Fig. 1 muestra un esquema de conexiones de un convertidor de corriente multinivel modular.

La Fig. 2 muestra un esquema de conexiones de un doble submódulo del convertidor de corriente de acuerdo con la Fig. 1 con un interruptor de derivación.

La Fig. 3 es una vista oblicua de dos dobles submódulos con un interruptor de derivación.

Los componentes y magnitudes equivalentes se designan en todas las figuras respectivamente con los mismos caracteres de referencia.

En la Fig. 1 se muestra una representación esquemática de un esquema de conexiones simplificado de un convertidor de corriente multinivel modular 1. El convertidor de corriente 1 presenta tres conductores de fase 2, 4, 6, que están conectados en paralelo entre los dos conductores de conexión 8, 10. El conductor de conexión 8 lleva hacia el primer contacto de entrada 12, el conductor de conexión 10 lleva al segundo contacto de entrada 14. El primer contacto de entrada 12 y el segundo contacto de entrada 14 durante el funcionamiento del circuito convertidor de corriente 1 están conectados respectivamente al polo positivo o negativo de una fuente de tensión continua no representada con mayor detalle en el dibujo.

Cada uno de los conductores de fase 2, 4, 6 presenta en este ejemplo de realización ocho submódulos conectados en serie 16i. En la conexión entre el respectivo cuarto y quinto submódulo de un conductor de fase 2, 4, 6, en los puntos de contacto 18, 20, 22 se toman las respectivas tensiones de fase L1 o L2 o L3.

5 Cada una de las células o cada uno de los submódulos 16i, respectivamente, presenta un primer borne de entrada X1i y un segundo borne de entrada X2i, en lo que en la respectiva conexión en serie el segundo borne de entrada X2m de un submódulo 16m está conectado con el primer borne de entrada X1n de un submódulo 16n siguiente en la serie. El primer borne de entrada X1a del primer submódulo 16a de cada conductor de fase 2, 4, 6 está conectado con el conductor de conexión 8, que lleva al contacto de entrada 12. El segundo borne de entrada X2z del último submódulo 16z de cada conductor de fase 2, 4, 6 está conectado con el conductor de conexión 10, que lleva al contacto de entrada 14. La forma de realización de los distintos submódulos 16i se describe en la Fig. 2.

15 En la Fig. 2 se muestra una representación esquemática de un esquema de conexiones simplificado de un submódulo 16i. El submódulo 16i presenta un primer semipunto 24a y un segundo semipunto 24b. El primer semipunto 24a comprende dos interruptores S11, S12 y diodos de rueda libre respectivamente paralelos a estos D11, D12, y el segundo semipunto 18b comprende dos interruptores S21, S22 y diodos de rueda libre respectivamente paralelos a estos D21, D22. En el lado de entrada, el primer semipunto 24a está conectado con el primer borne de entrada X1i y con el segundo semipunto 24b. El segundo semipunto 24b está conectado además en el lado de entrada con el segundo borne de entrada X2i. En el lado de salida, el primer semipunto 24a está conectado con una primera capacitancia C1. El segundo semipunto 24b está conectado en el lado de salida con una segunda capacitancia C2. A través de las capacitancias C1, C2 se desprenden respectivamente las tensiones parciales U1 y U2. Mediante un estado de conexión de los interruptores S11, S12, S21, S22, las capacitancias C1, C2 se pueden conectar en serie entre sí con respecto al primer borne de entrada X1i y al segundo borne de entrada X2i.

25 El submódulo 16i presenta un tablero de circuito impreso de mando 26, que está configurado para controlar los interruptores S11, S12, S21, S22 durante el funcionamiento del convertidor de corriente. Adicionalmente, el tablero de circuito impreso de mando 26 está configurado para detectar un error en los interruptores S11, S12, S21, S22 o en las capacitancias C1, C2, por ejemplo, una sobretensión. En caso de un error de este tipo, el submódulo 16i puede ponerse en cortocircuito a través del interruptor de derivación 30 entre el primer borne de entrada X1i y el segundo borne de entrada X2i.

30 El interruptor de derivación 30 presenta para esto un tubo de conmutación de vacío 32, que puede activarse a través de un elemento de fuerza piro-técnico 34. Para el encendido del elemento de fuerza piro-técnico 34, se proveen dos circuitos de encendido redundantes 36a, 36b, que se pueden iniciar respectivamente por medio de un tablero de circuito impreso de mando 38 del interruptor de derivación 30. Si el tablero de circuito impreso de mando 26 del submódulo 16i registra entonces un error, a través de uno de los canales de mando separados entre sí 40a, 40b se puede controlar el tablero de circuito impreso de mando 38 del interruptor de derivación 30, de tal manera que el mismo controla el encendido del elemento de fuerza piro-técnico 34 a través de uno de los circuitos de encendido 36a, 36b. El elemento de fuerza piro-técnico 34 cierra entonces después del encendido un contacto de conmutación del tubo de conmutación de vacío 32, por lo que el primer borne de entrada X1i se pone en cortocircuito con el segundo borne de entrada X2i. Debido a que para controlar el tablero de circuito impreso de mando 38 del interruptor de derivación 30 por medio del tablero de circuito impreso de mando 26 del submódulo 16i se proveen dos canales de control redundantes, separados entre sí 40a, 40b, se incrementa la confiabilidad del interruptor de derivación 30, ya que en caso de error un fallo de los dos canales de control 40a, 40b puede calificarse como muy improbable. Algo similar rige también para los dos circuitos de encendido redundantes 36a, 36b para el encendido del elemento de fuerza piro-técnico.

45 En caso de encendido del elemento de fuerza piro-técnico 34, a través de uno de los dos canales de control 40a, 40b se puede enviar una señal de encendido a la unidad de mando 26 del submódulo 16i, que transmite la señal de encendido a través de un canal óptico, que se provee para el control del submódulo 16i por el mando superior 41 del convertidor de corriente, al mando superior 41. Por lo tanto, el mando superior 41 puede adaptar el funcionamiento de los submódulos restantes del convertidor de corriente a la ausencia del respectivo submódulo 16i debido al puenteo. Además, el mando superior 41, en caso de un nuevo error en otro submódulo, puede interrumpir el funcionamiento del convertidor de corriente por razones de seguridad.

55 En la Fig. 3 se representa un submódulo 16i en una vista oblicua. El submódulo 16i está conectado en el primer borne de entrada con una conexión de regleta 42a y en el segundo borne de entrada X2i con una conexión de regleta 42b. Se muestran esquemáticamente cómo la conexión de regleta 42b establece la conexión con el siguiente submódulo 16j. Entre las conexiones de regleta 42a y 42b, que están conectadas en el primer borne de entrada X1i y en el segundo borne de entrada X2i, respectivamente, se encuentra conectado el interruptor de derivación 30. A este respecto, el interruptor de derivación 30 está sujetado en las conexiones de regleta 42a y 42b del submódulo 16i. La conexión del tablero de circuito impreso de mando 26 del submódulo 16i con el tablero de circuito impreso de mando 38 del interruptor de derivación 30 se efectúa a través de un cable de canales múltiples, no mostrado con mayor detalle. Las capacitancias del submódulo 16i se disponen en una carcasa 44. Debido a que el interruptor de

derivación 30 no se incluye dentro de la carcasa 44 y está separado constructivamente del tablero de circuito impreso de mando 26 del submódulo 16i, se facilita sustancialmente el recambio del interruptor de derivación 30.

5 Aunque la presente invención se ha ilustrado y descrito más detalladamente en base al ejemplo de realización preferente, la invención no está limitada por este ejemplo de realización. Las personas especializadas en la materia podrán deducir de esto otras variaciones, sin que por ello se abandone el alcance de protección de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Submódulo (16a-16z), en particular para un convertidor de corriente multinivel modular (1), que presenta un primer borne de entrada (X1i) y un segundo borne de entrada (X2i), así como un interruptor de derivación (30), en lo que el submódulo (16a-16z) comprende un primer semipunto (24a) y una primera capacitancia (C1), en lo que el primer semipunto (24a) en el lado de entrada está conectado con el primer borne de entrada (X1i) y en el lado de salida con la primera capacitancia (C1), en lo que el submódulo (16a-16z) comprende un segundo semipunto (24b) y una segunda capacitancia (C2), en lo que el segundo semipunto (24b) en el lado de entrada está conectado con el segundo borne de entrada (X2i) y en el lado de salida con la segunda capacitancia (C2), de tal manera que a través de un estado de conexión común del primer semipunto (24a) y del segundo semipunto (24b) la primera capacitancia (C1) y la segunda capacitancia (C2) se pueden conectar en serie con respecto al segundo borne de entrada (X1i) y con respecto al segundo borne de entrada (X2i), en lo que el primer borne de entrada (X1i) y el segundo borne de entrada (X2i) se pueden poner en cortocircuito mediante el cierre del interruptor de derivación (30), y en lo que el interruptor de derivación (30) presenta un elemento de fuerza pirotécnico (34), que está diseñado para cerrar la vía de conmutación en el interruptor de derivación (30) por encendido.
- 15 2. Submódulo (16a-16z) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el interruptor de derivación (30) comprende un tubo de conmutación de vacío (32), por medio del que se pueda cerrar la vía de conmutación en el interruptor de derivación (30).
- 20 3. Submódulo (16a-16z) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el interruptor de derivación (30) presenta por lo menos dos circuitos de encendido redundantes (36a, 36b) para el encendido del elemento de fuerza pirotécnico (34).
- 25 4. Submódulo (16a-16z) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el submódulo (16a-16z) y el interruptor de derivación (30) comprenden respectivamente un tablero de circuito impreso de mando (26, 38), y en el que el tablero de circuito impreso de mando (26) del interruptor de derivación (30) se puede controlar a través de por lo menos dos canales de control redundantes (40a, 40b) por el tablero de circuito impreso de mando (26) del submódulo (16a-16z).
5. Submódulo (16a-16z) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el interruptor de derivación (30) está configurado para enviar por lo menos una señal de encendido a un mando superior (41) del convertidor de corriente (1) durante el encendido del elemento de fuerza pirotécnico (34).
- 30 6. Convertidor de corriente multinivel modular (1), que comprende un número de conductores de fase (2, 4, 6), en el que por lo menos un conductor de fase (2, 4, 6) comprende una conexión en serie de una pluralidad de submódulos (16a-16z) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

FIG 1

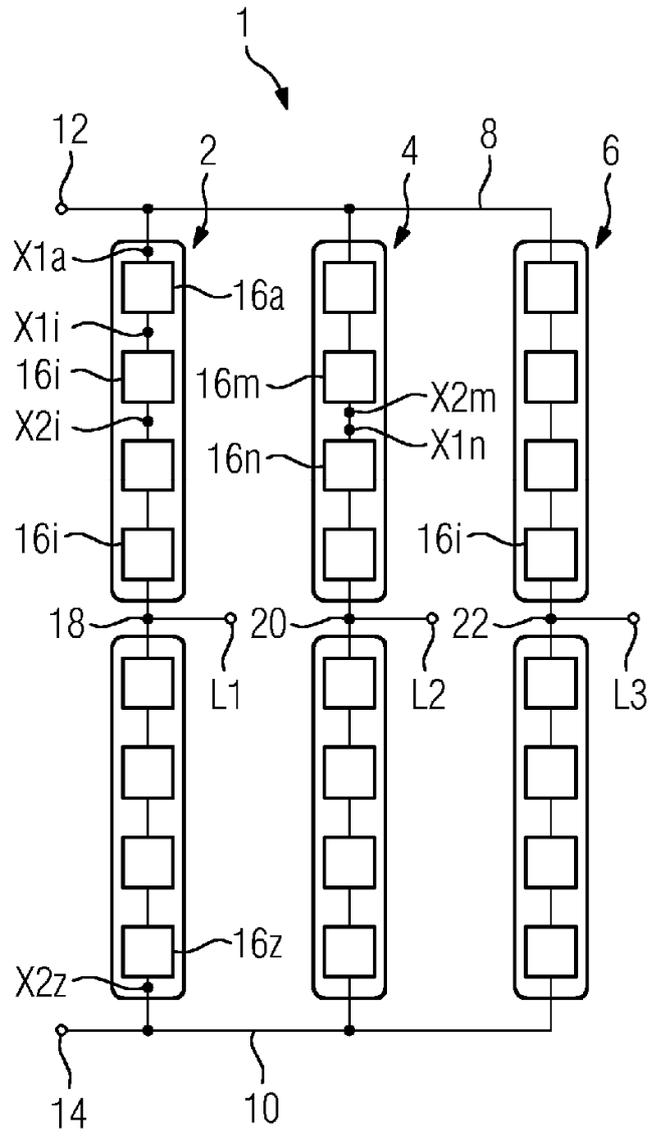


FIG 2

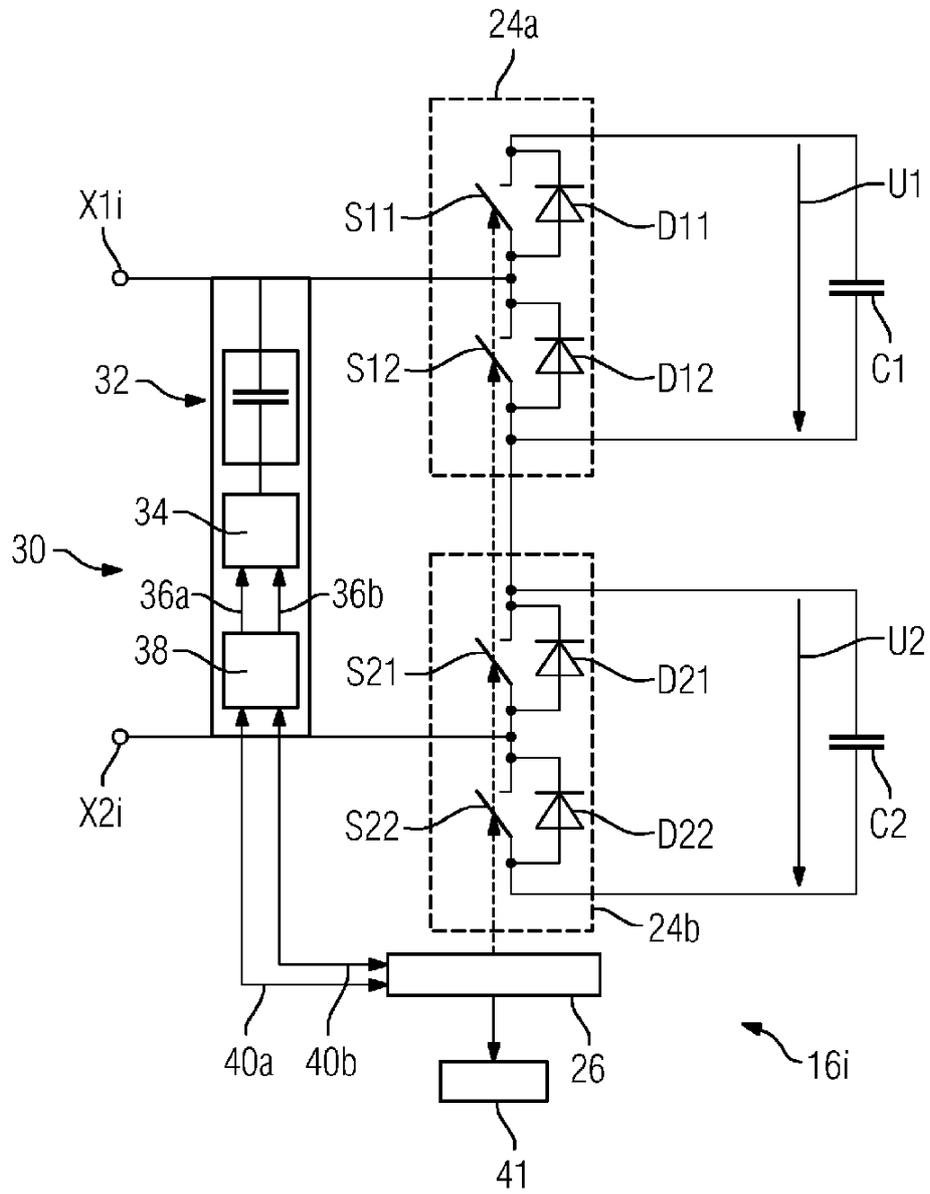


FIG 3

