

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 670**

51 Int. Cl.:

H02M 7/23 (2006.01)

H02M 7/217 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.04.2011 PCT/EP2011/056334**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2011 WO11134865**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2011 E 11717988 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2564501**

54 Título: **Submódulo para un convertidor multinivel modular**

30 Prioridad:

27.04.2010 DE 102010018970

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

04.12.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DOMMASCHK, MIKE;
EULER, INGO;
GAMBACH, HERBERT;
LANG, JÖRG;
TU, QUOC-BUU y
WÜRFLINGER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 692 670 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 convertidor multinivel modular

5 La invención se refiere a un submódulo para formar un convertidor multinivel con un acumulador de energía, un
circuito de semiconductor de potencia que está dispuesto paralelamente al acumulador de energía y que en el lado
de control presenta válvulas de semiconductor de potencia que pueden ser encendidas y apagadas por el control, y
con un primer borne de conexión y un segundo borne de conexión, pudiendo producirse en función del control de las
10 válvulas de semiconductor de potencia una tensión de acumulador de energía que cae en el acumulador de energía
o una tensión nula en los bornes de conexión. Cada válvula de semiconductor de potencia presenta una conexión en
serie de unidades de conmutación de semiconductor de potencia con el mismo sentido de paso, siendo cada unidad
de semiconductor de potencia electroconductor en sentido contrario al sentido de paso.

15 Además, la invención se refiere a un convertidor para el intervalo de alta tensión para la conversión de una corriente
eléctrica o de una tensión eléctrica con módulos de fase que se extienden entre dos conexiones de tensión continua
del convertidor y que presentan una conexión de tensión alterna, disponiendo cada módulo de fase de una conexión
en serie de submódulos.

20 Un submódulo de este tipo y un convertidor de este tipo se conocen ya por el documento DE10103031A. El
submódulo descrito allí sirve para construir un llamado convertidor multinivel. El convertidor multinivel se compone
de módulos de fase que se extienden entre dos conexiones de tensión continua polarizadas de forma contraria y que
presentan respectivamente una conexión de tensión alterna. Entre la conexión de tensión alterna y cada conexión de
tensión continua está realizada una derivación de fase que presenta una conexión en serie de submódulos bipolar.
25 Cada submódulo dispone de un condensador así como de un circuito de semiconductor de potencia concebido de tal
forma que en los dos bornes de salida de cada submódulo se puede generar o bien la tensión de condensador o
bien una tensión nula. De esta manera, estando presente la tensión continua por ejemplo es posible generar en la
conexión de tensión alterna un curso de tensión escalonado, estando determinada la altura de nivel por la tensión
del condensador.

En el documento US5,642,275 se describe otro convertidor multinivel modular, presentando el convertidor módulos
de fase formados por una conexión en serie de submódulos bipolares. Los componentes de los submódulos están
interconectados formando un llamado puente integral, de manera que cada submódulo presenta cuatro válvulas de
semiconductor de potencia.

30 Por el documento WO03/090331A1 se conoce un submódulo para un convertidor multinivel, que forma un circuito de
puente integral con cuatro unidades de conmutación de semiconductor de potencia, presentando el submódulo dos
bornes de conexión que están unidos respectivamente a un punto de potencial situado entre dos unidades de
conmutación de semiconductor de potencia conectadas en serie.

35 A causa de la resistencia a la tensión, limitada actualmente a entre 1,7 kV y 6,5 kV, de los conmutadores de
semiconductor de potencia usuales en el mercado, especialmente en aplicaciones de alta tensión de este tipo de
convertidores es necesario conectar en serie una multiplicidad de submódulos, por ejemplo más de 100 submódulos,
formando un módulo de fase. Esto conlleva elevados requisitos para un sistema de control y de regulación que
excita todos los submódulos por separado.

40 Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar un submódulo del tipo mencionado al principio, en cuyos
bornes de conexión se pueda generar una tensión lo más alta posible, estando incrementada al mismo tiempo la
seguridad contra fallos de un submódulo.

45 La invención consigue este objetivo partiendo del submódulo mencionado al principio, por que las válvulas de
semiconductor de potencia forman un circuito de puente integral con cuatro válvulas de semiconductor de potencia o
un circuito de semipuente con dos válvulas de semiconductor de potencia, estando dispuestas en serie entre sí
respectivamente dos válvulas de semiconductor de potencia y estando unido uno de los bornes de conexión al punto
de potencial entre las válvulas de semiconductor de potencia de la serie.

Partiendo del convertidor mencionado al principio, la invención consigue este objetivo, porque este está construido a
partir de submódulos de este tipo.

50 Según la invención, en lugar de conmutadores de semiconductor individuales, cada submódulo dispone de válvulas
de semiconductor de potencia que presentan varios conmutadores de semiconductor conectados en serie. A causa
de esta conexión en serie, en las válvulas de semiconductor de potencia puede caer una mayor tensión de
funcionamiento, de manera que es posible usar un mayor acumulador de energía en el que cae una mayor tensión.
De esta manera, está reducido el número de submódulos para la formación de un módulo de fase. El convertidor
55 según la invención presenta por tanto un menor número de submódulos, y se reduce el requisito en cuanto al control

- y la regulación de convertidor. Además, en el marco de la invención se pueden emplear unidades de conmutación de semiconductor de potencia más económicas, ya que prácticamente se puede descartar un fallo simultáneo de todas las unidades de conmutación de semiconductor de potencia de una válvula de semiconductor de potencia. De esta manera, las unidades de conmutación de semiconductor de potencia ya no tienen que concebirse para altas corrientes de cortocircuito. Esto, sin embargo, requiere que las válvulas de semiconductor de potencia estén concebidas de tal forma que las unidades de conmutación de semiconductor de potencia restantes (n-1) sean capaces de seguir recibiendo la tensión continua presente. La tensión de condensador de los submódulos puede reducirse en caso de un fallo de una unidad de conmutación de semiconductor de potencia y, por tanto, adaptarse a las unidades de conmutación de semiconductor de potencia restantes, capaces de funcionar.
- Convenientemente, cada unidad de conmutación de semiconductor de potencia presenta un conmutador de semiconductor de potencia que puede ser encendido y apagado así como un diodo de marcha libre conectado paralelamente en sentido contrario con respecto a este. Los conmutadores de semiconductor de potencia que pueden ser encendidos y apagados son por ejemplo IGBT, IGCT, GTO o similares, disponibles en el mercado. En el marco de la invención, resultan adecuados especialmente los IGBT. Los IGBT están disponibles en el mercado en conjunto con un diodo de marcha libre conectado paralelamente en sentido contrario. Por ejemplo, conmutadores de semiconductor de potencia con un diodo de marcha libre están dispuestos dentro de una carcasa común, y los chip de semiconductor de potencia se ponen en contacto mutuo de forma plana dentro de la carcasa a través de un contacto a presión ("pressback"), o bien, están conectados entre sí a través de alambres de conexión eléctrica. Los semiconductores de potencia que pueden ser encendidos y apagados pueden conmutarse entre una posición de bloqueo en la que se impide un flujo de corriente a través del semiconductor de potencia excitable, y una posición de paso en la que es posible un flujo de corriente en el sentido de paso a través del semiconductor de potencia. Para reducir contratensiones elevadas que pueden producirse durante la desconexión de altas corrientes y para conducir corrientes orientadas en sentido contrario al sentido de paso del semiconductor de potencia excitable sirve el diodo de marcha libre conectado paralelamente en sentido contrario.
- En otra forma de realización, las unidades de conmutación de semiconductor de potencia también pueden realizarse como semiconductores de potencia capaces de conducir hacia atrás que pueden ser encendidos y apagados. Los conmutadores de semiconductor de potencia capaces de conducir hacia atrás son conocidos por el experto, por lo que aquí no es necesario describir en detalle su estructura exacta.
- Según la invención, las válvulas de semiconductor de potencia forman un circuito de puente integral o un circuito de semipunto. El circuito de puente integral conocido por ejemplo por el documento US5,642,275 que se denomina también circuito H dispone de un total de cuatro válvulas de semiconductor de potencia, estando dispuestas en serie entre sí respectivamente dos válvulas de semiconductor de potencia. Dos de estas conexiones en serie están conectadas paralelamente una respecto a otra y con respecto al acumulador de energía. Los bornes de conexión del submódulo están unidos respectivamente al punto de potencial entre las válvulas de semiconductor de potencia de una conexión en serie respectivamente, de manera que en los bornes de salida de cada submódulo se puede generar o bien la tensión de acumulador de energía que cae en el acumulador de energía, una tensión nula o la tensión de acumulador de energía inversa.
- El circuito de semipunto se conoce por ejemplo por el documento DE10103031, presentando cada submódulo dos válvulas de semiconductor de potencia que están dispuestas en una conexión en serie y estando conectado dicha conexión en serie paralelamente con respecto al acumulador de energía. Uno de los bornes de conexión está unido al acumulador de energía y el otro borne de conexión está unido al punto de potencial entre las válvulas de semiconductor de potencia de la conexión en serie. De esta manera se puede generar la tensión de acumulador de energía que cae en el acumulador de energía o una tensión nula en los bornes de conexión.
- Otras realizaciones convenientes y ventajas de la invención son objeto de la siguiente descripción de ejemplos de realización de la invención, en la que signos de referencia idénticos remiten a componentes de acción idéntica y en la que muestran
- la figura 1 un ejemplo de realización de un convertidor según la invención en una representación esquemática,
 - la figura 2 un módulo de fase del convertidor según la figura 1,
 - la figura 3 un ejemplo de realización de un submódulo según la invención para un convertidor según la figura 1 y
 - la figura 4 otro ejemplo de realización de un submódulo según la invención para un convertidor según la figura 1.

La figura 1 muestra un ejemplo de realización de un convertidor 1 según la invención que presenta tres módulos de fase 2, 3 y 4 interconectados formando un circuito de puente, que se extienden respectivamente entre dos conexiones de tensión continua 5 y 6, estando polarizadas de maneras distintas una respecto a otra las conexiones de tensión continua 5 y 6. Cada módulo de fase 2, 3 y 4 dispone además de una conexión de tensión alterna 7. Por lo tanto, el convertidor 1 puede unirse, a través de una conexión de tensión alterna 7 trifásica, a una red de tensión alterna. El convertidor 1 representado en la figura 1 es parte de una instalación de transmisión de corriente continua de alta tensión que está concebida para la transmisión de potencia eléctrica con poca pérdida.

La figura 2 muestra con más detalle la estructura de un módulo de fase 2 del convertidor 1 según la figura 1. Se puede ver que entre cada conexión de tensión continua 5 o 6 y la conexión de tensión alterna 7 correspondiente se extiende respectivamente una derivación de módulo de fase 8 o 9. Cada derivación de módulo de fase 8, 9 presenta una conexión en serie de submódulos 10 que están realizados de forma idéntica unos respecto a otros. Las derivaciones de módulo de fase 8, 9 superior e inferior presentan el mismo número de submódulos 10, de manera que queda garantizada una realización simétrica del convertidor 1. Cada submódulo 10 dispone de un acumulador de energía 11, un circuito de semiconductor de potencia 12 y una unidad electrónica 13 que está concebida para controlar el circuito de semiconductor de potencia 12. La unidad electrónica 13 está unida a través de líneas de comunicación no representadas, a un control central de orden superior del convertidor 1 que tampoco está representado en las figuras.

La figura 3 muestra la estructura de un ejemplo de realización de un submódulo 10 según la invención. Se puede ver que el submódulo 10 presenta un condensador 11 como acumulador de energía, formando el circuito de semiconductor de potencia 12 en conjunto con el condensador 11 un denominado circuito de semipunto en el que dos válvulas de semiconductor de potencia 14 y 15 están conectadas en serie formando una conexión en serie 16. La conexión en serie 16 está dispuesta paralelamente con respecto al condensador 11. Además, cada submódulo 10 dispone de un primer borne de conexión 17 que está unido a un lado del condensador 11 y de un segundo borne de conexión 18 que está unido al punto de potencial situado entre las válvulas de semiconductor de potencia 14 y 15.

La estructura de las válvulas de semiconductor de potencia 14 y 15 está representada de forma ampliada en la figura 3, como se indica mediante las dos flechas. Se puede ver que cada válvula de semiconductor de potencia 14, 15 presenta una conexión en serie de unidades de conmutador de semiconductor de potencia 19, cuyo número puede variarse según los requisitos correspondientes. Cada unidad de conmutador de semiconductor de potencia 19 dispone de un IGBT 20 que puede ser encendido y apagado, estando conectado paralelamente en sentido contrario a este un diodo de marcha libre 21. Cada IGBT 20 presenta un sentido de paso indicado por una pequeña flecha, en el que es posible un flujo de corriente a través del IGBT 20, cuando este se encuentra en su posición de paso. En su posición de bloqueo, cada IGBT 20 bloquea el flujo de corriente, de manera que un flujo de corriente es posible sólo a través del diodo de marcha libre 21.

Cabe mencionar que el término "IGBT" se refiere aquí a chip semiconductores no individuales. Más bien, IGBT se refiere a un conmutador de semiconductor de potencia que a su vez se compone de un número de chip semiconductores que están dispuestos dentro de una carcasa del conmutador de semiconductor de potencia y puestos en contacto entre sí. La puesta en contacto de los chip de semiconductor de potencia del conmutador de semiconductor de potencia se realiza por ejemplo a través de alambres de conexión eléctrica. Sin embargo, a diferencia de ello, en el marco de la invención también es posible un contacto a presión plano de los chip de semiconductor de potencia. Una puesta en contacto plano a presión también se denomina "pressback". En lugar de un IGBT, en el marco de la invención también puede emplearse un IGCT, un GTO, un MOSFET, un transistor bipolar y similar como conmutador de semiconductor de potencia que puede ser encendido y apagado. También los conmutadores de semiconductor de potencia que conducen hacia atrás son posibles en el marco de la invención, en cuyo caso se podría prescindir de un diodo de marcha libre paralelo en sentido contrario.

Por la conexión en serie de las unidades de conmutador de semiconductor de potencia 19 aumenta la resistencia a la tensión de la válvula de semiconductor de potencia 14, 15, de manera que también se pueden elegir condensadores o acumuladores de energía más grandes para un submódulo 10. Esto reduce el número de submódulos 10 y por tanto el gasto del control y de la regulación del convertidor 1. Dado que no se ha de contar prácticamente nunca con un fallo simultáneo de todas las unidades de conmutador de semiconductor de potencia 19, en caso del fallo de una unidad de conmutador de semiconductor de potencia 19 individual de la válvula de semiconductor de potencia 14 no se produce un cortocircuito del acumulador de energía 11, siempre que la conexión en serie de la válvula de semiconductor de potencia 14 esté concebida de tal manera que las n-1 unidades de conmutación de semiconductor de potencia restantes sean capaces de seguir recibiendo la tensión del condensador. Tras la confirmación del fallo de un conmutador de semiconductor de potencia individual, el control central no representado en las figuras puede ajustar el funcionamiento del convertidor 1 de tal forma que no se produzcan interrupciones. Además, las unidades de conmutador de semiconductor de potencia 19 ya no tienen que concebirse para un cortocircuito de este tipo. Esto resulta ventajoso especialmente si como conmutador de semiconductor de potencia 20 se emplean semiconductores de potencia puestos en contacto plano que en caso de un fallo se alean y por tanto, incluso en estado defectuoso, conducen una corriente en la válvula de semiconductor

de potencia correspondiente.

5 La figura 4 muestra otro ejemplo de realización del submódulo 10 según la invención que se diferencia del ejemplo de realización representado en la figura 3 únicamente en cuanto a los bornes de conexión 17 y 18. Así, en el ejemplo de realización según la figura 4, el primer borne de conexión 17 está unido de forma galvánica al punto de potencial entre las válvulas de semiconductor de potencia 14, 15. El segundo borne de conexión, sin embargo, está unido a la conexión de circuito intermedio superior, es decir, el lado superior del condensador. En el submódulo según la figura 3, en cambio, el primer borne de conexión está unido a la conexión de circuito intermedio inferior y, por tanto, al lado inferior del condensador 11.

REIVINDICACIONES

1. Submódulo (10) para formar un convertidor multinivel (1) con

- un acumulador de energía (11),
- un circuito de semiconductor de potencia (12) que está dispuesto paralelamente al acumulador de energía (11) y que presenta válvulas de semiconductor de potencia (14, 15) que pueden ser encendidas y apagadas por el control, y
- un primer borne de conexión (18) y
- un segundo borne de conexión (18), pudiendo producirse en función del control de las válvulas de semiconductor de potencia (14, 15) una tensión de acumulador de energía que cae en el acumulador de energía (11) o una tensión nula en los bornes de conexión (17, 18), presentando cada válvula de semiconductor de potencia (14, 15) una conexión en serie de unidades de conmutación de semiconductor de potencia (19) con el mismo sentido de paso, siendo cada unidad de semiconductor de potencia (19) electroconductora en sentido contrario al sentido de paso,
- caracterizado por que** las válvulas de semiconductor de potencia (14, 15) forman un circuito de puente integral con cuatro válvulas de semiconductor de potencia o un circuito de semipuerto con dos válvulas de semiconductor de potencia (14, 15), estando dispuestas en serie entre sí respectivamente dos válvulas de semiconductor de potencia, estando unido uno de los bornes de conexión al punto de potencial entre las válvulas de semiconductor de potencia de la serie.

2. Submódulo (10) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** cada unidad de conmutación de semiconductor de potencia (19) forma un conmutador de semiconductor de potencia (20) que puede ser encendido y apagado y un diodo de marcha libre (21) conectado paralelamente en sentido contrario con respecto a este.

3. Submódulo (10) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** cada unidad de conmutación de semiconductor de potencia (19) es un conmutador de semiconductor de potencia capaz de conducir hacia atrás que puede ser encendido y apagado.

4. Convertidor (1) para el intervalo de alta tensión para la conversión de una corriente eléctrica o de una tensión eléctrica con módulos de fase (2, 3, 4) que se extienden entre dos conexiones de tensión continua (5, 6) del convertidor (1) y que presentan una conexión de tensión alterna (7), disponiendo cada módulo de fase (2, 3, 4) de una conexión en serie de submódulos (10), **caracterizado por** un submódulo (10) según una de las reivindicaciones anteriores.

FIG 1

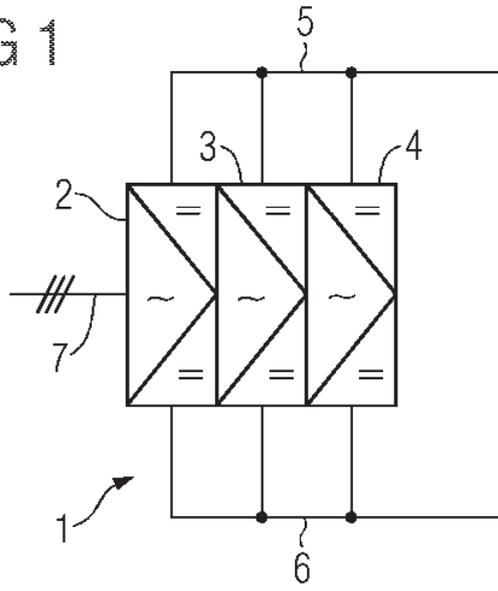


FIG 2

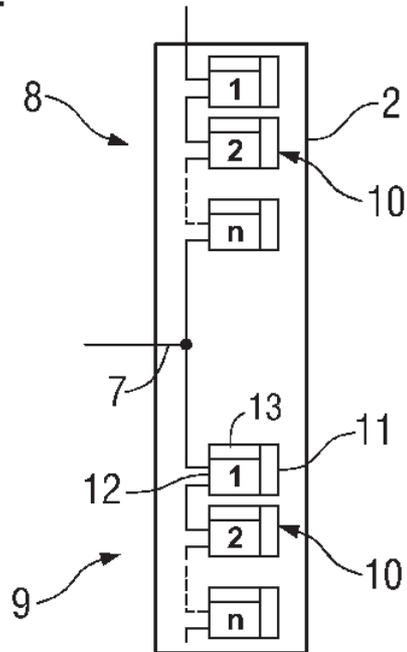


FIG 3

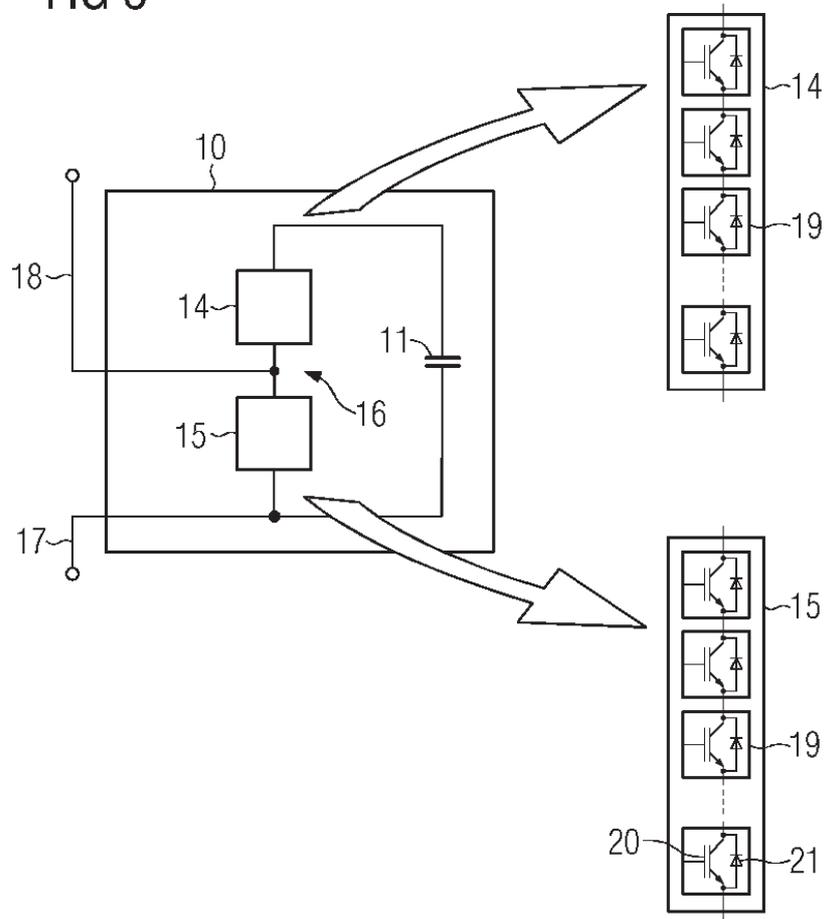


FIG 4

