

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 201**

51 Int. Cl.:

H02M 7/00 (2006.01)

H02M 7/483 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2016** E 16161060 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020** EP 3220527

54 Título: **Convertidor multietapa modular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BLUM, MANUEL;
GALEK, MAREK;
HOFMANN, ALEXANDER;
MALIPAARD, DIRK y
RUCCIUS, BENJAMIN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 805 201 T3

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

DESCRIPCIÓN

Convertidor multietapa modular

La presente invención hace referencia a un convertidor multietapa modular con un circuito en serie de varios módulos.

- 5 Un convertidor multietapa modular, denominado también convertidor multinivel modular o de forma abreviada MMC o bien M2C (según el inglés "modular multilevel converter") es un convertidor para convertir una tensión en otra tensión. Un convertidor multietapa modular, por ejemplo, puede convertir una tensión continua en una tensión alterna, es decir, que el mismo se utiliza como inversor. Además, un convertidor multietapa modular, por ejemplo, puede convertir una tensión alterna en una tensión continua, es decir, que el mismo se utiliza como rectificador.
- 10 Además, un convertidor multietapa modular puede convertir una tensión alterna en una tensión alterna diferente en la frecuencia y la amplitud, sin generar primero una tensión continua, es decir que el mismo se utiliza como convertidor directo.

- Los convertidores multietapa modulares se utilizan mayormente en el área de alta potencia. Un campo de aplicación posible de un convertidor multietapa modular como inversor se encuentra en una central eléctrica fotovoltaica, en la cual la tensión continua generada mediante la central eléctrica debe convertirse en una tensión alterna, para poder suministrar esta última a una red de corriente alterna.
- 15

- Un convertidor multietapa modular, como rectificador, se necesita por ejemplo en la transmisión de corriente continua de alta tensión (HGÜ o en inglés HVDC). En este caso, a partir de una tensión alterna se genera una tensión continua que se utiliza para el transporte con pocas pérdidas sobre trayectos de transmisión amplios. A su vez, después de la transmisión, la tensión continua, con un convertidor multietapa modular como inversor, se convierte nuevamente en una tensión alterna, para suministrar la misma a la red de corriente alterna.
- 20

- En su estructura, un convertidor multietapa modular comprende al menos un circuito en serie con una pluralidad de módulos conectados en serie. La solicitud EP 2677653 A1 describe un convertidor multietapa modular que comprende en este caso tres circuitos en serie con módulos 2N. Cada uno de los circuitos en serie se divide en dos ramas mediante una línea de tensión alterna. A su vez, cada rama está conectada a una línea de tensión alterna mediante un elemento restrictor. Además, cada módulo presenta un acumulador de energía y un dispositivo de conmutación. El respectivo acumulador de energía está configurado para almacenar una energía eléctrica. En cada módulo, el acumulador de energía puede (re)cargarse, al menos parcialmente, con energía eléctrica. Con la ayuda del dispositivo de conmutación puede controlarse si el acumulador de energía del respectivo módulo tiene que cargarse o descargarse o si el acumulador de energía tiene que ser puenteado.
- 25
- 30

- Por la solicitud DE 102011017597 A1 se conoce un dispositivo acumulador de energía que comprende una pluralidad de módulos del acumulador para energía eléctrica, que respectivamente están acoplados a una unidad de condensador de un submódulo del convertidor que pertenece a un convertidor, para la carga o la descarga de al menos un módulo del acumulador, mediante al menos un regulador de tensión continua que puede activarse. El regulador de tensión continua está diseñado para convertir una tensión del condensador que se aplica en la unidad de condensador, en una tensión de carga que se necesita para cargar el módulo del acumulador, y para convertir una tensión de descarga que se presenta durante la descarga en el módulo del acumulador, en la tensión del condensador. Los dispositivos de conmutación de los módulos son activados mediante un dispositivo de control para el convertidor multietapa. Para ello, y para el retorno de valores de medición para la carga del respectivo acumulador de energía, se necesitan conexiones de comunicaciones bidireccionales entre los módulos y el dispositivo de control. Las mismas, en el área de media y de alta tensión, están realizadas habitualmente como conexiones de fibra óptica de punto a punto. Sin embargo, las mismas son costosas, en particular debido al número necesario de conexiones entre el dispositivo de control y cada uno de los módulos. De manera alternativa se conocen conexiones de bus eléctricas. En las mismas, debe procurarse un aislamiento eléctrico adecuado entre el bus y los módulos individuales, lo cual igualmente es complicado y costoso.
- 35
- 40
- 45

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un convertidor multietapa modular, eficaz y conveniente en cuanto a los costes, con una arquitectura mejorada para las conexiones de comunicaciones.

Este objeto se soluciona mediante un convertidor multietapa con las características de la reivindicación 1.

- El convertidor multietapa según la invención comprende al menos un ramal que está conectado entre una barra colectora positiva y una barra colectora negativa, donde el ramal presenta al menos dos ramas conectadas en serie y donde las ramas respectivamente comprenden un circuito en serie, de una pluralidad de submódulos bipolares. Los submódulos comprenden respectivamente un acumulador de energía y una conexión de comunicaciones hacia un dispositivo de control del convertidor multietapa, donde mediante la conexión de comunicaciones puede
- 50

transmitirse al menos una información sobre un estado de carga del acumulador de energía, así como una instrucción de conmutación para un interruptor del submódulo.

5 El convertidor multietapa está caracterizado porque, para al menos una parte de los submódulos, la conexión de comunicaciones está estructurada como conexión de comunicaciones en común y presenta una pluralidad de segmentos de aislamiento, que presentan una capacidad de aislamiento de como máximo 5 kV.

Expresado de otro modo, el convertidor multietapa, al menos para una parte de sus módulos, comprende una conexión de comunicaciones en común que, mediante segmentos de aislamiento, está dividida en sub-áreas aisladas unas de otras de forma eléctrica.

10 Mediante la realización según la invención se logra poder prescindir de las conexiones punto a punto complicadas y costosas entre el dispositivo de control y los módulos, y reemplazarlas por la conexión de comunicaciones en común. De este modo, la conformación de la división en las sub-áreas se encarga de que la caída de tensión, en los segmentos de aislamiento, sea como máximo de 5 kV. Debido a esto, como segmentos de aislamiento, de manera ventajosa, pueden utilizarse elementos adecuados, poco aislantes y sencillos, cuya capacidad de aislamiento máxima se encuentra por debajo de las tensiones de servicio que se presentan con frecuencia en las aplicaciones de inversores MMC/M2C. Los segmentos de aislamiento, de manera preferente, comprenden transmisores, pero de manera alternativa también pueden utilizarse condensadores o acopladores capacitivos o inductivos. Ante todo en el caso de sistemas de potencia reducida y media, en los cuales el sistema de activación representa la mayor parte de los costes totales, se alcanza de este modo una reducción considerable de los costes de construcción y un ahorro del espacio de construcción.

20 En las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 se indican variantes ventajosas del dispositivo según la invención. De este modo, la forma de ejecución según la reivindicación 1 puede combinarse con las características de una de las reivindicaciones dependientes o preferentemente también con aquellas de varias reivindicaciones dependientes. Conforme a ello, para el convertidor de corriente pueden proporcionarse además las siguientes características, de manera adicional:

25 - La división de la conexión de comunicaciones en común en sub-áreas puede realizarse de manera que la caída de tensión, sobre al menos una parte de los segmentos de aislamiento, entre dos sub-áreas, como máximo respectivamente sea de 3,3 kV, 2 kV. En otras variantes, como límite superior para la caída de tensión pueden estar realizados 1,2 kV, 1 kV o también 600 V. La división, de manera conveniente, se regula mediante el número de los segmentos de aislamiento utilizados. En particular son al menos 10, o en otra variante al menos 20 segmentos de aislamiento, donde los números se refieren a una rama o a un ramal del convertidor multietapa.

30 - La conexión de comunicaciones en común, de manera preferente, está realizada separada para al menos una rama de un ramal, en particular para todas las ramas del convertidor multietapa, o sin embargo para uno, varios o todos los ramales del convertidor multietapa. De este modo, preferentemente las conexiones de comunicaciones de todos los submódulos de una rama o de un ramal están estructurados como conexión de comunicaciones en común.

35 - En cada caso puede estar proporcionada una conexión de comunicaciones en común para cada una de las ramas. De manera alternativa, en cada caso también puede estar presente una conexión de comunicaciones en común para cada uno de los ramales

40 - Se considera especialmente ventajoso que las conexiones de comunicaciones conformen al menos una conexión de bus, en la cual las señales de cada submódulo puedan ser recibidas directamente por el dispositivo de control, y de forma inversa. Por tanto, expresado de otro modo, no se necesita ninguna conexión de punto a punto. Debido a esto, en particular, se ahorra en cuanto al espacio de construcción y a la complejidad en la estructura, ya que en los convertidores multietapa con un gran número de submódulos se ahorra un gran número de cables ópticos o eléctricos.

45 - De manera alternativa, la conexión de comunicaciones en común puede estar estructurada como conexiones de un submódulo hacia el siguiente submódulo. Expresado de otro modo, por tanto, el dispositivo de control para el convertidor multietapa está conectado a un primero de los submódulos y el mismo, por su parte, está conectado a un segundo submódulo, etc. De este modo, sin embargo, no tiene lugar una interconexión directa de las sub-áreas individuales de la conexión de comunicaciones en común. Para la comunicación de un submódulo con el dispositivo de control, y de forma inversa, en esta variante, por lo tanto, los paquetes de datos deben transmitirse desde submódulo a submódulo. En esta variante, por lo tanto, tampoco se utiliza una conexión en forma de estrella, con las mismas ventajas que en la conexión de bus.

ES 2 805 201 T3

- 5 - El número de los segmentos de aislamiento puede ser de al menos la mitad del número de los submódulos, en particular de al menos el 90% del número de los submódulos. De manera conveniente, éstos son al menos 10, en particular al menos 20 segmentos de aislamiento. Preferentemente, la conexión de comunicaciones en común, entre los puntos de conexión de respectivamente dos submódulos contiguos en el circuito en serie de la rama, en cada caso, presenta uno de los segmentos de aislamiento, de manera que el número de los segmentos de aislamiento esencialmente corresponde al número de los submódulos.
- 10 - El orden de la interconexión de los submódulos a la conexión de comunicaciones en común, de manera conveniente, corresponde al orden de la disposición de los submódulos en el respectiva rama del convertidor multietapa. Debido a esto, la caída de tensión entre los puntos de conexión de los submódulos en la conexión de comunicaciones se limita a aquella diferencia de tensión que pueden proporcionar los submódulos mediante su acumulador de energía.
- 15 - La conexión de comunicaciones en común puede estar diseñada de forma anular, con dos líneas conectadas paralelamente una con respecto a otra, que están conectadas una con otra en el punto de conexión de un primer submódulo y en el punto de conexión de un segundo submódulo. La conformación anular es posible tanto en el caso de una conexión de bus, como también en el caso de una conexión a modo de una línea. En ambos casos, la conformación anular aumenta la seguridad contra fallas, ya que se crea una redundancia en la comunicación con los submódulos
- 20 - Es posible que sólo una primera de las líneas presente conexiones directas con los submódulos, mientras que la segunda línea sólo en los dos puntos de conexión mencionados está conectada con la primera línea y, con ello, de forma indirecta, con los submódulos. Debido a esto, de manera ventajosa, se crea una redundancia de la comunicación, y al mismo tiempo todavía una estructura muy sencilla, ya que en la segunda línea no son necesarios muchos puntos de conexión en los submódulos.
- 25 - De manera alternativa, también las dos líneas pueden presentar conexiones directas con los submódulos. Debido a esto se aumenta aún más la seguridad contra fallas de la conexión de comunicaciones, puesto que en el caso de esta estructura, incluso en el caso de una falla de varias secciones en cada una de las líneas, eventualmente pueden activarse aún todos los submódulos.
- 30 - En ambos casos - es decir, cuando ambas líneas presentan directamente conexiones con los submódulos o cuando sólo una de las líneas presenta conexiones directas con los submódulos, de manera preferente, en ambas líneas paralelas del bus de anillo se utiliza esencialmente el mismo número de segmentos de aislamiento. Debido a esto, en ambas líneas se produce la capacidad de aislamiento necesaria.
- 35 - Si una de las líneas no presenta conexiones directas hacia los submódulos, entonces en esa línea la capacidad de aislamiento entre los puntos de conexión, de manera alternativa, puede producirse mediante un segmento de aislamiento individual o mediante pocos segmentos de aislamiento de capacidad de aislamiento más elevada, para ahorrar espacio de construcción.
- 40 - Los submódulos de un primer rama de una primera rama pueden estar conectados con una primera de las líneas y los submódulos de una primera rama del segundo ramal con una segunda de las líneas. Debido a esto se crea una conexión de comunicaciones anular, en la cual submódulos de segundos ramales, por tanto por ejemplo de dos fases, se activan de forma conjunta. Los submódulos que están dispuestos cerca de las barras colectoras de tensión continua, por tanto, en particular el primer y el último módulo de cada ramal, sobre los ramales, tienen los niveles de tensión que se encuentran unos más cerca de otros, mientras que los módulos que se encuentran en el centro en un ramal, al utilizarse como inversores, presentan niveles de tensión que varían en alto grado y que distan unos de otros. Por lo tanto, se efectúa una conexión cruzada de la conexión de comunicaciones entre los ramales, preferentemente en el área del primer o de los primeros y/o del último o los últimos módulos de cada ramal involucrado. Debido a esto, la conexión cruzada puede efectuarse sin tener que utilizar un segmento de aislamiento altamente aislante. La conexión cruzada puede efectuarse directamente, es decir, sin un aislamiento, o mediante la utilización de uno o de una pluralidad de segmentos de aislamiento, con una capacidad de aislamiento máxima de 3,3 kV o 2 kV.
- 45 - La interconexión del dispositivo de control a la conexión de comunicaciones, de manera preferente, tiene lugar en una sub-área de la conexión de comunicaciones, cuyo nivel de tensión se encuentra cerca de aquél del dispositivo de control. De manera alternativa o adicional, el dispositivo de control puede estar conectado a la conexión de comunicaciones mediante un segmento de aislamiento altamente aislante.
- 50

Otras variantes ventajosas del convertidor multietapa resultan de las reivindicaciones dependientes, no abordadas anteriormente. A continuación, la invención se explica en detalle mediante ejemplos de ejecución preferentes, haciendo referencia al dibujo. De manera esquemática, muestran:

Figura 1: un sector de un primer convertidor multietapa, con un bus de comunicaciones para un ramal;

Figura 2: un sector de un segundo convertidor multietapa, con un bus de anillo para una rama de un ramal;

Figura 3: un sector de un tercer convertidor multietapa, con un bus de anillo para dos ramales;

Figura 4: una realización de los mensajes de comunicaciones utilizados;

5 Figura 5: otra realización de los mensajes de comunicaciones utilizados.

La figura 1 muestra una primera estructura, a modo de ejemplo, de las conexiones de comunicaciones, para un primer convertidor multietapa 10 a modo de ejemplo. De este modo, el primer convertidor multietapa 10 está representado sólo en algunos sectores. El primer convertidor multietapa 10 está realizado para convertir una tensión continua que se aplica entre una barra colectora de tensión continua positiva 131 y una barra colectora de tensión continua negativa 132, en una tensión alterna trifásica. Para ello, el primer convertidor multietapa 10, para cada una de las tres fases, presenta un ramal 11, de las cuales, sin embargo, con el fin de una mayor claridad, se muestra sólo el primer ramal 11. El ramal presenta dos ramas conectadas en serie, donde cada una de las ramas comprende a su vez varios módulos conectados en serie. El primer ramal 11 del primer convertidor multietapa presenta cuatro módulos 110...113 en la rama superior. Ese número de módulos es sólo ilustrativo. Los convertidores multietapa pueden presentar también 30, 50 ó 100 módulos por rama o por ramal. La rama inferior del primer ramal 13 presenta igualmente cuatro módulos 114...117.

En el ejemplo según la figura 1, el controlador del convertidor multietapa 10 comprende dos partes separadas: una primera parte 17, que por ejemplo comprende la interfaz hombre máquina, y otras interfaces externas. La primera parte 17 está dispuesta en potencial a tierra. Mediante un segmento de aislamiento 18, con capacidad de aislamiento elevada, la primera parte 17 está conectada a una segunda parte 12 del controlador. La segunda parte 12 del controlador está diseñada para efectuar el control de los módulos 110...117, controlando con ello la función propiamente dicha del primer convertidor multietapa 10.

La conexión de la segunda parte 12 del controlador con los módulos 110...117 tiene lugar mediante un bus de comunicaciones eléctrico 15. El bus de comunicaciones 15, mediante un primer segmento de aislamiento, por ejemplo en forma de un transmisor 16, está conectado a la segunda parte 12 del controlador. Puesto que la segunda parte 12 del controlador, mediante el segmento de aislamiento 18 con capacidad de aislamiento elevada, está desacoplada del potencial a tierra, la segunda parte 12 en sí misma puede trabajar a un nivel de tensión que esencialmente corresponde al nivel de tensión de uno o de varios de los módulos 110...117. Por lo tanto, el transmisor 16 puede estar diseñado de manera que el mismo presente una capacidad de aislamiento máxima de por ejemplo 3 kV, 2,5 kV, 2 kV o también sólo de 1 kV. Expresado de otro modo, no es necesaria una capacidad de aislamiento elevada entre la segunda parte 12 del controlador y el bus de comunicaciones 15. Además, el nivel de tensión de aquellos módulos 110...117 que se acoplan directamente a las barras colectoras de tensión continua, está determinado del mejor modo mediante la tensión de las barras colectoras de tensión continua, de manera que es adecuado conectar la segunda parte 12 en esos módulos 110, 117. Mediante el segmento de aislamiento 18, la segunda parte 12, sin embargo, también puede acoplarse en otro punto del bus de comunicaciones 15, en donde se encuentra presente un nivel de tensión variable en el tiempo.

Junto con un acoplamiento inductivo mediante los transmisores 16, 150...156, el acoplamiento de las sub-áreas también puede tener lugar de forma capacitiva o de forma óptica, donde en todo caso la capacidad de aislamiento necesaria está limitada a los valores ya mencionados.

Los módulos 110...117 individuales son de dos hilos y están conectados de forma directa al bus de comunicaciones 15, es decir, sin un aislamiento adicional. Entre las interconexiones del bus de comunicaciones 15 a los módulos 110...117 individuales, el propio bus de comunicaciones 15, por su parte, mediante otros transmisores 150...156, está dividido en secciones de dos hilos aisladas eléctricamente unas de otras. La capacidad de aislamiento de los transmisores 150...156 individuales se encuentra en el rango de la tensión máxima que genera uno de los módulos 110...117 de forma individual. Esa capacidad de aislamiento es suficiente, ya que la división del bus de comunicaciones 15 en secciones y su interconexión con los módulos 110...117 sigue en sí misma la disposición de los módulos 110...117 y, con ello, la diferencia de tensión entre las secciones corresponde a la tensión del módulo individual, es decir, a la diferencia de tensión que puede generarse mediante el módulo 110...117. De este modo, por ejemplo, pueden utilizarse transmisores 150...156 con una capacidad de aislamiento máxima de 2 kV, aunque el convertidor multietapa 10 esté diseñado para una tensión de servicio esencialmente más elevada.

En el presente ejemplo, como está representado en la figura 1, por tanto, para cada uno de los módulos 110...117 se encuentra presente una propia sección aislada del resto del bus de comunicaciones 15, en el bus de comunicaciones 15. En variantes alternativas podría reducirse el número de los segmentos de aislamiento, por tanto de los transmisores 150...156, también en comparación con el número de los módulos 110...117, de manera que por

ejemplo en cada caso dos módulos 110...117 dividen una sección del bus de comunicaciones 15. En una variante de esa clase puede garantizarse que los transmisores puedan aislar la tensión del módulo doble.

5 En comparación con una interconexión de punto a punto de los módulos 110...117, por ejemplo de forma óptica, por tanto, en lugar de ocho conexiones ópticas altamente aislantes, que son complicadas, desventajosas en cuanto al espacio de construcción en el caso de un gran número de módulos y costosas, se utiliza ventajosamente sólo una conexión altamente aislante y, en un caso dado, ocho transmisores simples 16, 150...156, con una capacidad de aislamiento de por ejemplo 2 kV.

10 Aun cuando se utilice una conexión de bus continua, como se conoce por el estado del arte, su nivel de tensión está marcadamente alejado de aquél de la mayoría de los módulos 110...117 y se necesitan conexiones altamente aislantes hacia el respectivo módulo, por tanto, en el presente ejemplo, finalmente del mismo modo ocho conexiones altamente aislantes, por ejemplo ópticas, con las mismas desventajas ya mencionadas, que son superadas por la invención.

15 La figura 2, como segundo ejemplo de ejecución, muestra un sector de un segundo convertidor multietapa 20 que, con respecto a los módulos y conexiones, está estructurado de forma análoga al primer convertidor multietapa 10. No obstante, la activación de los módulos, en este ejemplo de ejecución está estructurada de un modo diferente en comparación con el primer ejemplo de ejecución según la figura 1.

20 El controlador, en el segundo ejemplo de ejecución, está dispuesto en potencial a tierra completamente con la primera y la segunda parte 17, 12. La conexión entre la segunda parte 12 y el bus de comunicaciones 15, por lo tanto, en el segundo ejemplo de ejecución, tiene lugar mediante un segmento de aislamiento 18 con capacidad de aislamiento elevada, por ejemplo una conexión óptica altamente aislante.

25 El propio bus de comunicaciones 15, en el segundo ejemplo de ejecución, está dividido en dos líneas 21, 22 paralelas, que conforman un bus de anillo. En el segundo ejemplo de ejecución, el bus de comunicaciones 15, a diferencia del primer ejemplo de ejecución, sólo está realizado para los módulos 110...113 de una rama de un ramal, mientras que para los otros módulos de las otras ramas de el ramal 11 y los otros ramales están realizados buses de comunicaciones adicionales, separados unos de otros. Mediante la división en una pluralidad de buses de comunicaciones se incrementa la frecuencia de la activación de los módulos 110...113 individuales, mejorando con ello el funcionamiento del convertidor multietapa 20.

30 La primera de las dos líneas 21, en el segundo ejemplo de ejecución, está realizada de forma análoga con respecto al bus de comunicaciones 15 del primer ejemplo de ejecución. Los módulos 150...153 están conectados directamente con la respectiva sección de la primera línea 21. Entre los puntos de interconexión de los módulos 150...153 está dispuesto respectivamente un segmento de aislamiento en forma de un transmisor 150...152, que divide la primera línea 21 en sub-áreas aisladas.

35 A diferencia del bus de comunicaciones 15 del primer ejemplo de ejecución, sin embargo, está proporcionada la segunda línea 22, realizada como una conexión que se sitúa paralelamente con respecto a la primera línea 21, de los puntos de conexión del primer módulo 110 y del tercer módulo 113. La segunda línea 22 está dividida de forma análoga a la primera línea 21, igualmente mediante tres transmisores 210...212, del mismo modo, en sub-áreas, debido a lo cual está lograda la misma capacidad de aislamiento entre los dos puntos de conexión de la segunda línea 22.

40 A diferencia de la primera línea 21, en la segunda línea 22 no están conectados módulos. Por lo tanto, de manera alternativa con respecto a los transmisores 210...212 es posible también producir la capacidad de aislamiento de la segunda línea 22 también mediante otro segmento de aislamiento altamente aislante, en donde no tiene lugar la subdivisión en sub-áreas.

En conjunto, mediante las dos líneas 21, 22 se alcanza una interconexión redundante de los módulos. Gracias a ello, de manera ventajosa, se incrementa la seguridad contra fallas del convertidor de varios puntos 20.

45 La figura 3, como tercer ejemplo de ejecución, muestra un sector de un tercer convertidor multietapa 30 que, con respecto a los módulos y conexiones, está estructurado de forma análoga al primer y al segundo convertidor multietapa 10, 20. La activación de los módulos, sin embargo, en el tercer ejemplo de ejecución, está estructurada de otro modo en comparación con el primer ejemplo de ejecución según la figura 1. Como ya se ha explicado, el número de los módulos por ramal de ocho sólo es ilustrativo y los convertidores reales esencialmente pueden comprender más módulos por ramal.

El controlador, en el tercer ejemplo de ejecución, está dispuesto en potencial a tierra completamente con la primera y la segunda parte 17, 12, como en el segundo ejemplo de ejecución. La conexión entre la segunda parte 12 y el bus

de comunicaciones 15, por lo tanto, en el segundo ejemplo de ejecución, tiene lugar mediante un segmento de aislamiento 18 con capacidad de aislamiento elevada, por ejemplo una conexión óptica altamente aislante.

De manera similar al segundo ejemplo de ejecución, el bus de comunicaciones 15, en el tercer ejemplo de ejecución, comprende una primera y una segunda línea 32, 33; que están conectadas paralelamente una con respecto a otra. A diferencia del segundo ejemplo de ejecución, sin embargo, la segunda línea 33 no se encuentra presente como una mera redundancia, sino que se utiliza para la activación de los módulos 210...217. La primera y la segunda línea 32, 33; de forma análoga a los ejemplos de ejecución anteriores, están divididas en sub-áreas mediante segmentos de aislamiento en forma de transformadores 150...156, 330...336. A diferencia de los ejemplos de ejecución anteriores, a continuación de cada uno de los módulos 110...117, 210...217 se encuentra presente igualmente un segmento de aislamiento en forma de un transformador 1101...2171. Esto es opcional, pero de manera ventajosa permite una conformación más sencilla del sistema electrónico del módulo.

El bus de comunicaciones 15 dispone de dos conexiones cruzadas entre las líneas 32, 33, mediante las cuales las líneas 32, 33 se cierran formando un anillo. Para que en esas conexiones cruzadas no se necesite ningún aislamiento alto, esa conexión cruzada se dispone allí en donde los niveles de tensión de los módulos se mantienen similares entre los dos ramales durante el funcionamiento. Ése es el caso en los módulos próximos a las barras colectoras de tensión continua, por lo cual la conexión cruzada, por una parte, está dispuesta en los primeros dos módulos 110, 210 de los ramales 11, 31; y en los dos últimos módulos 117, 217 de los ramales 11, 31.

Los tres ejemplos de ejecución muestran diferentes combinaciones de elementos, como la interconexión de los módulos mediante un segmento de aislamiento respectivamente propio, un bus de comunicaciones en común mediante varios ramales, buses propios para cada rama y buses de anillo. Los ejemplos de ejecución en ningún caso son composiciones forzosas de los elementos, más bien los elementos también pueden combinarse en otra composición distinta a la indicada en los ejemplos de ejecución. Una variante de realización no mostrada en los ejemplos de ejecución consiste en el hecho de que en un bus de anillo una parte de los módulos o cada uno de los módulos están conectados con ambas líneas del bus de anillo, debido a lo cual se incrementa la seguridad contra fallas del bus de anillo.

Las figuras 4 y 5 muestran posibilidades de cómo los paquetes de datos o mensajes de comunicaciones pueden estructurarse y utilizarse en un convertidor multietapa, según la invención. Si se utiliza un bus de comunicaciones que permita una comunicación directa de cada uno de los submódulos hacia el controlador, no es necesaria la conformación de los paquetes de datos según las figuras 4 y 5. Sin embargo, si la conexión de comunicaciones en común está realizada en una forma lineal como conexión de submódulo a submódulo, la conformación de los paquetes de datos se considera ventajosa.

Las órdenes de control del controlador se estructuran y envían como paquetes de datos de control 41. Un paquete de datos de control 41 de esa clase comprende órdenes de control 411...415 para los submódulos individuales. El primer submódulo extrae del paquete de datos de control 41 la primera orden de control 411 y envía el paquete de datos al siguiente segundo submódulo. Éste extrae del paquete de datos de control 41 la segunda orden de control 412 y así sucesivamente.

Un mensaje de retorno de los submódulos tiene lugar en forma de paquetes de datos de medición 42...45. Los mismos se envían partiendo desde el último submódulo, respectivamente hacia el submódulo dispuesto delante. El paquete de datos de medición 42 comprende en este ejemplo datos de medición 424, 425 del cuarto y el quinto submódulo, y eventualmente además otros datos de medición de otros submódulos. El cuarto submódulo envía el paquete de datos al tercer submódulo. El tercer submódulo agrega al paquete de datos de medición 42 datos de medición 423 propios. Esto puede suceder debido a que los datos de medición 423 se colocan al comienzo del paquete de datos de medición 42 o a que se reemplaza un carácter comodín, que fue enviado también en lugar de los datos de medición 423 desde los submódulos situados más atrás. A continuación, el tercer submódulo envía el paquete de datos 43, ahora modificado, al segundo submódulo. El mismo procede entonces de la misma manera.

El paquete de datos de medición 45 con datos de medición de todos los submódulos se transmite finalmente hacia el controlador, desde el primer submódulo, que presenta la única conexión directa hacia el controlador. Debido a esto, los paquetes de datos de control 41 y los paquetes de datos medición completos 45 tienen una estructura análoga.

La figura 5 muestra una forma para la estructura y la transferencia de paquetes de datos, en la cual puede utilizarse una estructura a modo de un anillo, sin una conexión directa de los submódulos hacia el controlador.

También en este caso las órdenes de control del controlador se estructuran y envían como paquetes de datos de control 41. Un paquete de datos de control 41 de esa clase comprende nuevamente las órdenes de control 411...415 para los submódulos individuales. El primer submódulo extrae del paquete de datos de control 41 la primera orden de control 411 y envía el paquete de datos al siguiente segundo submódulo. Éste extrae del paquete de datos de control 41 la segunda orden de control 412 y así sucesivamente.

ES 2 805 201 T3

- 5 A diferencia del procedimiento según la figura 4, sin embargo, el primer submódulo reemplaza en este caso la primera orden de control 411 por los datos de medición 421 propios, que se colocan en el mismo lugar en el paquete de datos, ubicándose con ello en este ejemplo en la punta del paquete de datos 51 modificado. De este modo, el segundo submódulo obtiene desde el primer submódulo el paquete de datos 51 modificado, que comprende datos de medición 421 y órdenes de control 412...415. El segundo submódulo reemplaza la segunda orden de control 412 por los datos de medición 422 propios que se colocan en el mismo lugar en el paquete de datos, sucediendo en este ejemplo directamente a los datos de medición 421 del primer submódulo. El segundo submódulo envía entonces otro paquete de datos 52 modificado al tercer submódulo, que procede de la misma manera.
- 10 El último submódulo de una sucesión de submódulos de esa clase está conectado directamente al controlador, y transmite entonces un paquete de datos de medición 45 al controlador, en el cual todas las órdenes de control 411...415 están reemplazadas por datos de medición 421...425.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Convertidor multietapa (10, 20, 30) con al menos un ramal (11, 31) que está conectado entre una barra colectora positiva (131) y una barra colectora negativa (132), donde el ramal (11, 31) presenta al menos dos ramas conectadas en serie, donde las ramas comprenden respectivamente un circuito en serie de una pluralidad de submódulos bipolares (110...117, 210...217) que presentan un acumulador de energía y una conexión de comunicaciones hacia un dispositivo de control (12, 17) del convertidor multietapa (10, 20, 30), mediante el cual puede transmitirse al menos una información (421...425) sobre un estado de carga del acumulador de energía, así como una instrucción de conmutación (411...414) para un interruptor del submódulo (110...117, 210...217), caracterizado porque para al menos una parte de los submódulos (110...117, 210...217) una conexión de comunicaciones está estructurada como conexión de comunicaciones en común y presenta una pluralidad de segmentos de aislamiento (150...156, 210...212, 330...336), donde los segmentos de aislamiento (150...156, 210...212, 330...336) presentan una capacidad de aislamiento de respectivamente como máximo 5 kV y comprenden transmisores (150...156, 210...212, 330...336), condensadores o acopladores capacitivos o inductivos.
- 10 2. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según la reivindicación 1, en el cual los segmentos de aislamiento 150...156, 210...212, 330...336) presentan una capacidad de aislamiento de respectivamente como máximo 3,3 kV, 2 kV, en particular de como máximo 1,5 kV o 600 V.
- 15 3. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según la reivindicación 1 ó 2, en el cual las conexiones de comunicaciones de todos los submódulos (110...117, 210...217) de una rama o de un ramal están estructurados como conexión de comunicaciones en común.
- 20 4. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según una de las reivindicaciones precedentes, en cada caso con una conexión de comunicaciones en común para cada una de las ramas.
5. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en cada caso con una conexión de comunicaciones en común para cada uno de los ramales (11, 31).
- 25 6. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual las conexiones de comunicaciones conforman al menos una conexión de bus, en la cual pueden recibirse las señales de cada submódulo (110...117, 210...217) directamente por el dispositivo de control (12, 17), y de forma inversa.
7. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la conexión de comunicaciones en común está estructurada como conexiones desde un submódulo (110...117, 210...217) hacia el siguiente submódulo (110...117, 210...217).
- 30 8. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la conexión de comunicaciones en común, entre los puntos de conexión de dos submódulos (110...117, 210...217) contiguos en el circuito en serie de la rama, presenta uno de los segmentos de aislamiento (150...156, 210...212, 330...336).
9. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el número de los segmentos de aislamiento es al menos la mitad del número de los submódulos (110...117, 210...217), en particular es al menos el 90 % del número de los submódulos (110...117, 210...217).
- 35 10. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el orden de la interconexión de los submódulos (110...117, 210...217) a la conexión de comunicaciones en común corresponde al orden de la disposición en la respectiva rama del convertidor multietapa (10, 20, 30).
- 40 11. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la conexión de comunicaciones en común está diseñada de forma anular, con dos líneas (32, 33) conectadas paralelamente una con respecto a otra, que están conectadas una con otra en el punto de conexión de un primer submódulo (110...117, 210...217) y en el punto de conexión de un segundo submódulo (110...117, 210...217).
12. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según la reivindicación 11, en el cual ambas líneas (32, 33) presentan el mismo número de segmentos de aislamiento (150...156, 210...212, 330...336).
- 45 13. Convertidor multietapa (10, 20, 30) según la reivindicación 11 ó 12, en el cual submódulos (110...117, 210...217) de una primera rama de un primer ramal (11, 31) están conectados a una primera de las líneas (32, 33) y submódulos (110...117, 210...217) de una primera rama de un segundo ramal (11, 31) están conectados a una segunda de las líneas (32, 33).

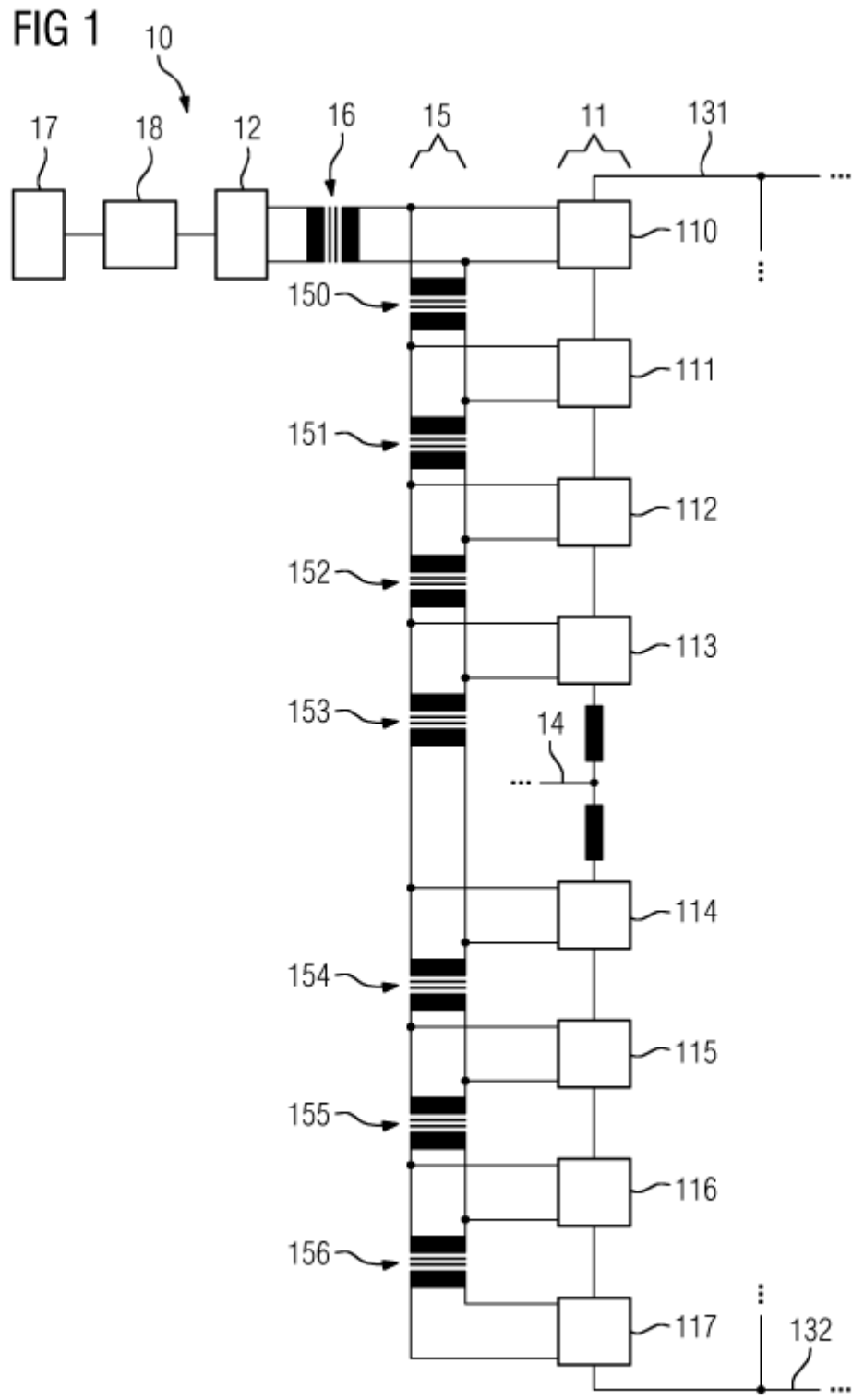
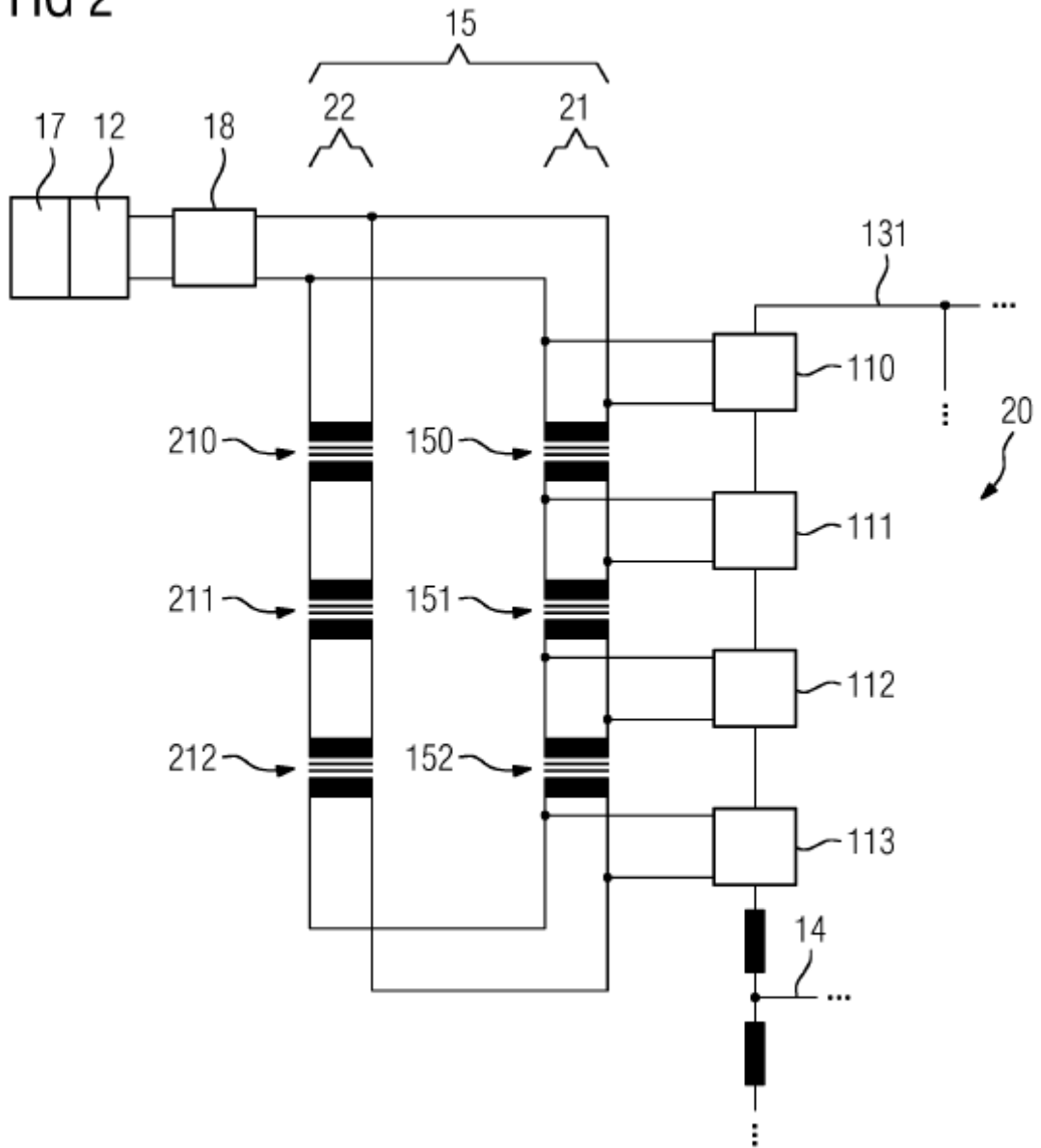


FIG 2



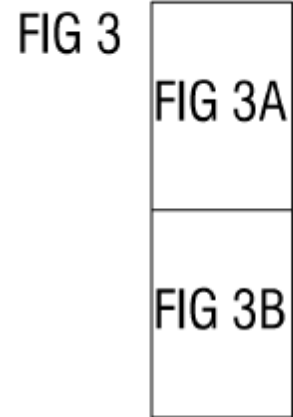


FIG 3A

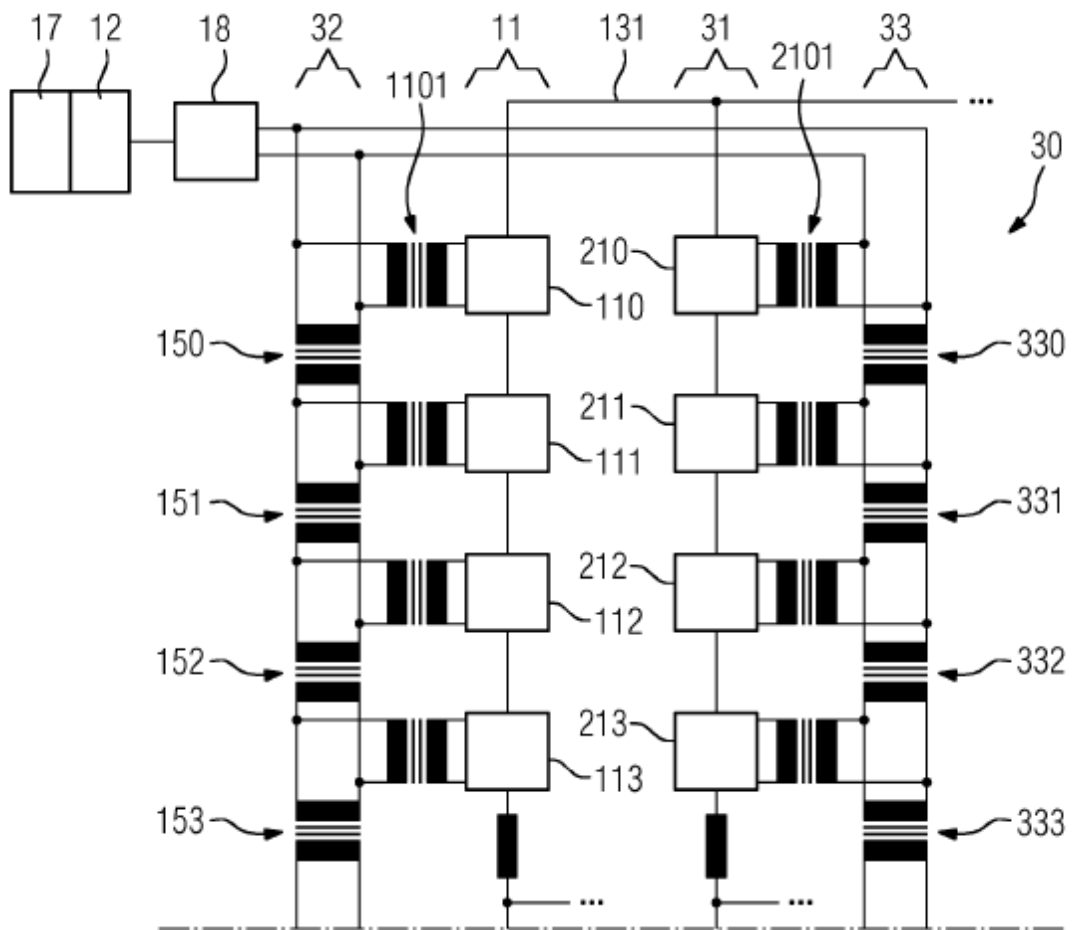


FIG 3B

