

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 853 976**

51 Int. Cl.:

H02M 1/32 (2007.01)

H02H 7/122 (2006.01)

H02J 3/36 (2006.01)

H02H 9/04 (2006.01)

H02J 3/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2014 PCT/EP2014/071549**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2016 WO16055106**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2014 E 14786154 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2020 EP 3180844**

54 Título: **Disposición de convertidor con unidad de cortocircuito y procedimiento para desconectar una línea de tensión alterna**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.09.2021

73 Titular/es:
**SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE**

72 Inventor/es:
**SCHRÖCK, THOMAS;
SCHUSTER, ROLAND;
WEITZENFELDER, PETER y
ZHAN, CHANGJIANG**

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 853 976 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

Disposición de convertidor con unidad de cortocircuito y procedimiento para desconectar una línea de tensión alterna

5 La invención se refiere a una disposición de convertidor con un convertidor, que se puede conectar en el lado de tensión continua a una línea de tensión continua y en el lado de tensión alterna a una línea de tensión alterna polifásica, así como con una unidad de cortocircuito dispuesta en el lado de tensión alterna del convertidor, comprendiendo la unidad de cortocircuito ramales conductores asociados a las fases de la línea de tensión alterna así como al menos un dispositivo de conmutación.

10 Una disposición de convertidor de este tipo se conoce por el documento WO 2011/150963 A1. En la disposición de convertidor conocida, la unidad de cortocircuito está dispuesta entre el convertidor y un transformador dispuesto en una línea de tensión alterna trifásica, mediante el cual el convertidor está conectado a una red de tensión alterna. La unidad de cortocircuito de la disposición de convertidor conocida comprende tres ramales conductores conectados a un punto neutro puesto a tierra. Un interruptor está dispuesto en cada uno de los ramales conductores, pudiendo conectarse cada uno de los ramales conductores a una fase de la línea de tensión alterna asociada al mismo por medio del interruptor.

15 En el caso de una falla en la línea de tensión alterna, por ejemplo, una falla a tierra de una o más fases de la línea de tensión alterna, la línea de tensión alterna se pone a tierra por medio de la unidad de cortocircuito conocida, de modo que se genera una falla a tierra simétrica en la línea de tensión alterna. Como resultado, se puede garantizar un paso por cero de corriente incluso en el caso de una falla a tierra asimétrica en la línea de tensión alterna, de modo que la línea de tensión alterna se puede desconectar por medio de una instalación de tensión alterna. Esta anulación de la
20 falla es necesaria porque, en determinadas circunstancias, es la única forma de proteger el convertidor frente a daños, por ejemplo, debido a sobretensiones, corrientes de cortocircuito y/o sobrecarga térmica. Cabe señalar aquí que las líneas de tensión alterna pueden ser tanto líneas aéreas como empalmes de cables en este contexto.

25 Por el documento DE 20 2010 016 830 U1 se conoce una disposición de convertidor con conexión de cortocircuito. La conexión de cortocircuito está dispuesta en el lado de la red de un convertidor y comprende tres conexiones parciales de cortocircuito que están conectadas en cada caso entre dos fases de la red de tensión alterna. La conexión de cortocircuito tiene la función de provocar un cortocircuito en la red de tensión alterna en caso de falla.

El documento DE 10 2011 081 111 A1 divulga una disposición fotovoltaica con un convertidor y un mecanismo de puesta en cortocircuito que está dispuesto en el lado de tensión alterna del convertidor. El mecanismo de puesta en cortocircuito comprende tres IGBT conectados a un punto neutro.

30 El documento EP 2 169 222 A2 describe una turbina eólica en la que está previsto un equipo de protección contra sobretensiones entre la turbina eólica y un transformador de red. El equipo de protección contra sobretensiones comprende un módulo regulador que está conectado a la línea de tensión alterna por medio de un módulo de derivación de potencia.

35 El objetivo de la invención consiste en proponer una disposición de convertidor del tipo mencionado anteriormente, con la que resulte posible una anulación de fallas más sencilla y fiable.

El objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante una disposición de convertidor de acuerdo con la reivindicación 1. De acuerdo con la invención, los ramales conductores de la unidad de cortocircuito se pueden conectar, por lo tanto, a la línea de tensión alterna y/o entre sí sin puesta a tierra por medio del al menos un dispositivo de conmutación, logrando un cortocircuito simétrico en la línea de tensión alterna.

40 A diferencia de una falla a tierra, por cortocircuito simétrico se entiende una conexión eléctrica sin puesta a tierra entre todas las fases de la línea de tensión alterna. De acuerdo con la invención, las fases se pueden conectar por lo tanto entre sí y/o a las fases de la línea de tensión alterna, pero no a un punto de puesta a tierra. Por lo tanto, esto significa que no es necesario poner a tierra la unidad de cortocircuito.

45 En el caso de un cortocircuito asimétrico en la línea de tensión alterna, la generación del cortocircuito simétrico por medio de la unidad de cortocircuito provoca ventajosamente una simetrización de las corrientes en las fases de la línea de tensión alterna. De esta manera, se puede forzar un paso por cero de corriente en la línea de tensión alterna. Si es necesario, la línea de tensión alterna se puede desconectar entonces para proteger el convertidor.

50 Para ello, la disposición de convertidor comprende preferentemente una disposición de conmutación dispuesta en el lado de tensión alterna del convertidor para desconectar la línea de tensión alterna. La disposición de conmutación se puede usar para desconectar la línea de tensión alterna defectuosa tan pronto como se haya forzado al menos un paso por cero de corriente en la línea de tensión alterna. La disposición de conmutación es de manera especialmente preferente un disyuntor de tensión alterna conocido por el experto en la técnica.

De acuerdo con la invención, la disposición de convertidor comprende además un transformador dispuesto en la línea de tensión alterna. El transformador presenta un número de devanados primarios y secundarios que se corresponde con el número de fases de la línea de tensión alterna y que definen un lado primario y secundario del transformador. Por consiguiente, la línea de tensión alterna está conectada o se puede conectar a una red de tensión alterna en el lado primario del transformador y al convertidor en el lado secundario. El lado primario del transformador se puede conectar a la red de tensión alterna, por ejemplo, a través de una primera sección de tensión alterna. El lado secundario del transformador se puede conectar a una conexión de tensión alterna del convertidor, por ejemplo, a través de una segunda sección de tensión alterna. Los devanados primarios del transformador pueden estar conectados entre sí en una conexión en estrella o en triángulo, por ejemplo. En consecuencia, los devanados secundarios del transformador también pueden estar conectados entre sí en una conexión en estrella o en triángulo. Si los devanados primarios y/o secundarios están conectados en una conexión en estrella, puede resultar ventajoso que al menos uno de los puntos neutros esté puesto a tierra, por ejemplo, por medio de un descargador. La unión del convertidor a la red de tensión alterna por medio del transformador tiene la ventaja de que las tensiones que disminuyen en el convertidor se pueden transformar al nivel de tensión de la red de tensión alterna. Además, por medio del transformador se puede implementar una desconexión de potencial entre el lado de tensión alterna del convertidor y la red de tensión alterna. El transformador es preferentemente un transformador de ajuste cuya tensión en el lado primario y/o en el lado secundario se puede ajustar de manera variable.

La disposición de conmutación puede estar dispuesta, por ejemplo, en el lado primario del transformador. De esta manera, toda la disposición de convertidor se puede desconectar de la red de tensión alterna.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, la unidad de cortocircuito está dispuesta en el lado primario del transformador. Esta forma de realización de la invención tiene la ventaja de que la unidad de cortocircuito presenta una estructura particularmente sencilla, ya que generalmente solo se requiere un dispositivo de conmutación para cortocircuitar entre sí las fases de la primera sección de línea de tensión alterna. Para algunas aplicaciones, sin embargo, puede resultar ventajoso que la unidad de cortocircuito presente impedancias para amortiguar una corriente de cortocircuito, ya que en determinadas circunstancias la corriente en caso de cortocircuito solo está limitada por la impedancia de la red de tensión alterna.

De acuerdo con una forma de realización adicional de la invención, la unidad de cortocircuito está dispuesta en el lado secundario del transformador. Además de la estructura sencilla, esta forma de realización de la invención tiene la ventaja adicional de que una corriente de cortocircuito en la línea de tensión alterna está limitada por las impedancias del transformador y de la red de tensión alterna. Esto reduce la necesidad de impedancias limitadoras de corriente en la unidad de cortocircuito.

Se ha considerado ventajoso que los ramales conductores de la unidad de cortocircuito estén conectados entre sí en una conexión de punto neutro aislada y puedan conectarse a las fases de la línea de tensión alterna en sus extremos opuestos al punto neutro en cada caso por medio del al menos un dispositivo de conmutación de la unidad de cortocircuito. Por consiguiente, el cortocircuito simétrico se produce mediante el establecimiento de una conexión eléctrica entre los ramales conductores de la unidad de cortocircuito y las fases de la línea de tensión alterna. Los ramales conductores de la unidad de cortocircuito están asociados, a este respecto, a las fases de la línea de tensión alterna en una relación de uno a uno. Un punto neutro aislado se entiende a este respecto como un punto neutro sin puesta a tierra directa.

Para limitar la corriente, la unidad de cortocircuito puede presentar inductancias limitadoras de corriente dispuestas en los ramales conductores. La corriente de cortocircuito a través de la unidad de cortocircuito puede limitarse eficazmente por medio de las inductancias. Las inductancias pueden ser reactancias limitadoras de corriente, por ejemplo. Además, la unidad de cortocircuito puede comprender una o más resistencias de amortiguamiento óhmicas, que están dispuestas en los ramales conductores. Las resistencias de amortiguamiento también sirven para limitar la corriente.

De acuerdo con la invención, la unidad de cortocircuito presenta inductancias que forman devanados terciarios en un lado terciario del transformador. Los ramales conductores de la unidad de cortocircuito están conectados entre sí, a este respecto, en una conexión de punto neutro aislada, pudiendo conectarse los ramales conductores entre sí y al lado terciario en sus extremos opuestos al punto neutro en cada caso por medio del al menos un dispositivo de conmutación. Por consiguiente, el transformador presenta un lado terciario que está formado por los devanados terciarios. Esta forma de realización tiene la ventaja particular de que, para implementar la unidad de cortocircuito, se pueden usar componentes convencionales diseñados para media tensión. Como resultado, se puede lograr una estructura de la unidad de cortocircuito especialmente optimizada en cuanto a costes y espacio. Los ramales conductores están, por ejemplo, conectados en uno de sus extremos a un punto neutro aislado y presentan en el otro extremo en cada caso un dispositivo de conmutación, que comprende, por ejemplo, un disyuntor y una unidad de control para controlar el disyuntor. Cada uno de los ramales conductores se puede conectar por medio del dispositivo de conmutación al lado terciario del transformador, en particular a las inductancias que forman los devanados terciarios y, por tanto, también a los otros ramales conductores. Preferentemente, cada uno de los ramales conductores comprende además una conexión en serie formada por una reactancia limitadora de corriente y/o una resistencia de amortiguamiento. Estos sirven para limitar una corriente de cortocircuito máxima en el lado terciario del transformador.

El transformador es preferentemente un transformador YYD. Esto significa que el lado primario del transformador está conectado en una conexión en estrella, el lado secundario también está conectado en una conexión en estrella y los devanados terciarios del transformador están conectados entre sí en una conexión delta. Sin embargo, es concebible que los devanados del transformador estén implementados en cualquier otra disposición de conmutación adecuada.

5 De acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, el convertidor comprende al menos un módulo de fase dispuesto entre una conexión de tensión continua y una conexión de tensión alterna del convertidor, comprendiendo el módulo de fase una conexión en serie de submódulos bipolares, comprendiendo los submódulos en cada caso al menos dos disyuntores semiconductores así como un acumulador de energía. Por consiguiente, el convertidor es un denominado convertidor modular multinivel.

10 Los submódulos del convertidor pueden estar configurados, por ejemplo, como circuitos en medio puente. Un convertidor de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento DE 10 103 031 A1. Sin embargo, también es concebible que el convertidor sea un convertidor indirecto de tensión igualmente conocido por el estado de la técnica o que presente otra topología de convertidor adecuada.

La invención también se refiere a un procedimiento para desconectar una línea de tensión alterna polifásica.

15 Un procedimiento de este tipo se conoce, por ejemplo, por la publicación WO 2011/150963 A1 citada anteriormente.

Un objetivo de la invención es proponer un procedimiento para desconectar una línea de tensión alterna que se pueda llevar a cabo de manera económica y fiable.

20 El objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un procedimiento en el que, en caso de falla a tierra asimétrica en la línea de tensión alterna, se genera un cortocircuito simétrico en la línea de tensión alterna sin puesta a tierra por medio de una unidad de cortocircuito asociada a la línea de tensión alterna, tras lo cual se desconecta la línea de tensión alterna por medio de un dispositivo de conmutación dispuesto en la misma.

Con el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden conseguir las mismas ventajas que se han indicado anteriormente para la disposición de convertidor de acuerdo con la invención.

25 En el procedimiento de acuerdo con la invención se usa preferentemente una unidad de cortocircuito que comprende ramales conductores así como inductancias que forman un lado terciario de un transformador dispuesto en la línea de tensión alterna, estando los ramales conductores conectados en uno de sus extremos formando una conexión de punto neutro aislada, generándose el cortocircuito simétrico por que los ramales conductores se conectan entre sí y a las inductancias por medio de un dispositivo de conmutación en cada caso en sus extremos opuestos al punto neutro. Esta forma de realización del procedimiento es ventajosa debido a la posibilidad de usar una unidad de cortocircuito
30 que presenta una estructura especialmente optimizada en cuanto a costes y espacio.

La invención se explica a continuación con más detalle con ayuda de un ejemplo de realización de la disposición de convertidor de acuerdo con la invención, representado en las figuras 1 a 4.

La figura 1 muestra un ejemplo de realización de una disposición de convertidor de acuerdo con la invención en representación esquemática.

35 La figura 2 muestra una unidad de cortocircuito de la disposición de convertidor de la figura 1 en representación esquemática.

La figura 3 muestra un ejemplo de un convertidor de la disposición de convertidor de la figura 1 en representación esquemática.

La figura 4 muestra un ejemplo de un submódulo del convertidor de la figura 2 en representación esquemática.

40 En detalle, en la figura 1 se muestra un ejemplo de realización de una disposición de convertidor 1. La disposición de convertidor 1 de la figura 1 está esbozada en lo que se conoce como representación unifilar, estando identificadas todas las líneas trifásicas como una línea. La disposición de convertidor 1 comprende un convertidor 2 que está conectado en su lado de tensión continua a una línea de tensión continua 5 bipolar por medio de dos conexiones de tensión continua 3 y 4. En este contexto, cabe mencionar que la línea de tensión continua 5 también puede estar
45 configurada, por ejemplo, de manera monopolar. En un lado de tensión alterna, el convertidor 2 está conectado a una línea de tensión alterna 7 trifásica por medio de conexiones de tensión alterna 6. La línea de tensión alterna 7 trifásica se muestra en la representación de la figura 1 como una única línea. La línea de tensión alterna 7 comprende una primera sección de línea de tensión alterna 8 y una segunda sección de línea de tensión alterna 9. Las dos secciones de línea de tensión alterna 8 y 9 están conectadas entre sí por medio de un transformador 10. El transformador 10 es
50 del tipo YYD y presenta devanados primarios 11 así como devanados secundarios 12. Los devanados primarios 11

ES 2 853 976 T3

están configurados como conexión en estrella. Los devanados secundarios 12 también están configurados como conexión en estrella. Por consiguiente, la primera sección de línea de tensión alterna 8 está dispuesta en el lado primario del transformador 10 y conectada a los devanados primarios 11. La segunda sección de línea de tensión alterna 9 está dispuesta en el lado secundario del transformador 10 y está conectada al convertidor 2.

5 Un punto neutro de los devanados primarios 11 está puesto a tierra a través de un primer ramal de puesta a tierra 13 con un primer descargador de sobretensión 14 dispuesto en el mismo. Un punto neutro de los devanados primarios 12 está puesto a tierra a través de un segundo ramal de puesta a tierra 15 con un segundo descargador de sobretensión 16 dispuesto en el mismo. Sin embargo, la puesta a tierra directa de los puntos neutros puede ser ventajosa en algunas aplicaciones. Los ramales de puesta a tierra 13, 15 también pueden comprender unidades de conmutación para desconectar los ramales de puesta a tierra 13, 15.

10 Una disposición de conmutación 17 está dispuesta en el lado primario del transformador 10. La disposición de conmutación 17 comprende un disyuntor de tensión alterna 18 y una unidad de control 19 para controlar el disyuntor de tensión alterna 18. La línea de tensión alterna 7 puede desconectarse por medio de la disposición de conmutación 17.

15 La disposición de convertidor 1 comprende además una unidad de filtrado 20 que está dispuesta en el lado primario del transformador 10. La unidad de filtrado 20 puede comprender uno o más filtros pasivos y/o activos para amortiguar oscilaciones armónicas en la línea de tensión alterna 7. La unidad de filtrado 20 está puesta a tierra.

20 La disposición de convertidor 1 está conectada en el lado de tensión alterna del convertidor 2 a una red de tensión alterna 21. Por tanto, la disposición de convertidor 1 es adecuada para transmitir potencia eléctrica entre la red de tensión alterna 21 y la línea de tensión continua 5. Sin embargo, la disposición de convertidor 1 no se limita generalmente a esta aplicación. Otra aplicación concebible es, por ejemplo, la compensación de potencia reactiva en un sistema de tensión alterna.

25 La disposición de convertidor 1 comprende además una unidad de cortocircuito 22, que se muestra en detalle en la figura 2 en una representación trifásica, en donde partes idénticas y equivalentes en ambas figuras 1 y 2 están provistas en cada caso de las mismas referencias. La unidad de cortocircuito 22 comprende inductancias 23, 24 y 25, que están conectadas entre sí en una conexión delta y forman devanados terciarios del transformador 10. La unidad de cortocircuito 22 comprende además tres ramales conductores 26, 27 y 28. Los ramales conductores 26, 27, 28 forman una conexión de punto neutro aislada en uno de sus extremos, en donde los tres ramales conductores 26, 27, 28 convergen en un punto neutro 29. El punto neutro 29 está aislado, por lo que no hay puesta a tierra directa entre el punto neutro 29 y la tierra.

30 El ramal conductor 26 presenta un dispositivo de conmutación 30, comprendiendo el dispositivo de conmutación 30 un disyuntor 32 así como una unidad de control 31 para controlar el disyuntor 32. El ramal conductor 26 puede conectarse por medio del dispositivo de conmutación 30 a las inductancias 23, 24, 25 y, por tanto, también a los extremos de los otros ramales 27 y 28 opuestos al punto neutro 29. Además, el ramal conductor 26 presenta una conexión en serie formada por una reactancia limitadora de corriente 33 adicional y una resistencia de amortiguamiento 34. De manera correspondiente, el ramal conductor 27 también comprende un dispositivo de conmutación 35 y una conexión en serie formada por una reactancia limitadora de corriente 36 y una resistencia de amortiguamiento 37. El ramal conductor 27 puede conectarse a los correspondientes extremos de los ramales conductores 26, 28 por medio del dispositivo de conmutación 35. Igualmente, el ramal conductor 28 comprende un dispositivo de conmutación 38 y una conexión en serie formada por una reactancia limitadora de corriente 39 y una resistencia de amortiguamiento 40. El dispositivo de conmutación 38 puede conectar el extremo del ramal conductor 28 opuesto al punto neutro 29 a los correspondientes extremos de los dos ramales conductores 26, 27 restantes. Los dispositivos de conmutación 30, 35 y 38 están contruidos de la misma manera en el ejemplo de realización de la disposición de convertidor 1 mostrado en las figuras 1 y 2, aunque esto generalmente no es obligatorio.

45 En el funcionamiento normal de la disposición de convertidor 1, los disyuntores de los dispositivos de conmutación 30, 35, 38 están en un estado abierto, de modo que no fluye corriente a través de las reactancias limitadoras de corriente 33, 36, 39 y las resistencias de amortiguamiento 34, 37, 40.

50 Con el fin de explicar el modo de funcionamiento de la unidad de cortocircuito 22 con ayuda de un ejemplo, a continuación se supone una falla que es causada por una falla a tierra monofásica en la segunda sección de línea de tensión alterna 9. Una falla asimétrica de este tipo puede provocar una sobrecarga del convertidor 2 o de sus partes. Para aliviar el convertidor, la línea de tensión alterna 7 debe ser desconectada. Sin embargo, debido a un desplazamiento del punto neutro, es posible que no se produzcan, en determinadas circunstancias, pasos por cero de corriente en la línea de tensión alterna 7, de modo que la disposición de conmutación 17 no puede desconectar de manera fiable la línea de tensión alterna 7.

55 Si la falla a tierra es detectada, por ejemplo, por un equipo de detección de fallas (no representado gráficamente), los

disyuntores de los dispositivos de conmutación 30, 35, 38 se controlan por medio de las correspondientes unidades de control para cerrarse. Como resultado, se establece una conexión eléctrica entre los ramales conductores 26, 27 y 28 y los devanados terciarios 23, 24, 25 del transformador 10. Los ramales conductores 26, 27, 28 también se conectan entre sí (se ponen en cortocircuito) al mismo tiempo. Debido a la inducción en el transformador 10, fluye corriente a través de los ramales conductores 26, 27 y 28 y la unidad de cortocircuito 22 genera retroactivamente un cortocircuito simétrico en la línea de tensión alterna 7. De esta manera, se fuerza un paso por cero de la corriente en la línea de tensión alterna 7. Los disyuntores de tensión alterna 18 de la disposición de conmutación 17 (véase la figura 1) pueden así desconectar la línea de tensión alterna 7.

En la figura 3 se muestra el convertidor 2 de la disposición de convertidor 1 de la figura 1. El convertidor 2 es un denominado convertidor modular multinivel (MMC). El convertidor multinivel 2 de la figura 3 comprende tres conexiones de tensión alterna L1, L2, L3, que se corresponden con las conexiones de tensión alterna 6 de la figura 1. El convertidor multinivel 2 está conectado a la línea de tensión alterna 7 por medio de las conexiones de tensión alterna L1, L2, L3. El convertidor multinivel 2 representado en la figura 3 se puede utilizar como rectificador o como inversor. El convertidor multinivel 2 también comprende seis ramales Z1-Z6, que presentan básicamente en cada caso una conexión en serie de N submódulos 41 bipolares de igual diseño así como una inductancia 42. A este respecto, en aras de una mayor claridad, la figura 3 muestra solo dos submódulos 41 por ramal. El número de submódulos 41 por ramal dependerá generalmente de las tensiones que se vayan a generar en las conexiones del convertidor 2. Cada uno de los ramales Z1-Z6 está conectado o bien a una barra colectora positiva en la conexión de tensión continua 3 o bien a una barra colectora negativa en la conexión de tensión continua 4. La diferencia de potencial entre los dos bornes X1 y X2 (véase la figura 4) de cada submódulo 41 bipolar se denomina tensión de borne del submódulo. Cada submódulo 41 puede adoptar un primer estado de conmutación en el que la correspondiente tensión de borne del submódulo es igual a cero; y adoptar un segundo estado de conmutación en el que la tensión de borne del submódulo es igual a un valor distinto de cero. Este valor distinto de cero viene dado esencialmente por una caída de tensión en un acumulador de energía S (véase la figura 4) del submódulo 41. Por consiguiente, mediante un control adecuado de los submódulos 41 del convertidor multinivel 2 pueden conmutarse al segundo estado de conmutación, por ejemplo, k de los submódulos 41 conectados en serie entre la barra colectora positiva 3 y la barra colectora negativa 4; los restantes N-k submódulos se conmutan al primer estado de conmutación. Como resultado, se genera una diferencia de potencial UPN entre las barras colectoras 3 y 4, que se corresponde con el número k de submódulos 41 que se encuentran en el segundo estado de conmutación. Si, por ejemplo, los acumuladores de energía S de los submódulos 41 están precargados a un nivel de tensión uniforme UC, entonces es válido para la diferencia de potencial UPN= $k \cdot UC$. El potencial en la conexión L1, que se define, por ejemplo, como diferencia de potencial con respecto a la barra colectora 3, es entonces proporcional al número de submódulos 41 en el ramal Z1 entre L1 y 3 que se encuentran en el segundo estado de conmutación. El número de niveles de tensión (positivos o negativos) que se pueden generar como máximo entre L1 y 3 (o 4) es, por tanto, igual al número N de submódulos 41 conectados en serie en el correspondiente ramal Z1 o Z2. Lo mismo es válido para las conexiones L2 y L3.

El submódulo 41 del convertidor 2 de la figura 3 está representado con mayor detalle en la figura 4. El submódulo 41 de la figura 4 está implementado como circuito en medio puente y presenta dos bornes X1, X2, dos conmutadores electrónicos 43, 44 controlables así como un acumulador de energía S. Los dos conmutadores electrónicos 43, 44 controlables están conectados en serie formando una conexión en serie. La conexión en serie de los conmutadores electrónicos 43, 44 está conectada, a este respecto, en paralelo al acumulador de energía S. Los conmutadores electrónicos 43, 44 controlables se implementan mediante semiconductores tales como IGBT, GTO, IGCT o MOSFET. Un diodo 45 o 46 está conectado en antiparalelo a cada uno de los conmutadores electrónicos 43, 44 controlables. Los diodos 45, 46 antiparalelos pueden ser componentes discretos o estar integrados en la estructura de semiconductores de los conmutadores electrónicos 43, 44 controlables. El acumulador de energía S está implementado como condensador de almacenamiento o como una batería de condensadores formada por varios condensadores de almacenamiento.

El primer estado de conmutación del submódulo 41 está caracterizado por que el conmutador electrónico 44 está conectado, mientras que el conmutador electrónico 43 está desconectado. Si el conmutador electrónico 43 está conectado, mientras que el conmutador electrónico 44 está desconectado, el submódulo 41 se encuentra entonces en el segundo estado de conmutación en el que la tensión del acumulador de energía S cae esencialmente en los bornes del submódulo X1, X2. Si ambos interruptores electrónicos 43, 44 están desconectados, se garantiza entonces que en el caso de una falla externa (por ejemplo, en el caso de un cortocircuito de bornes) se emita energía de manera no deseada. Cabe señalar aquí que las posibles configuraciones del submódulo 41 no se limitan al ejemplo de realización representado en las figuras 3 y 4.

55 Lista de referencias

- 1 disposición de convertidor
- 2 convertidor
- 3, 4 conexión de tensión continua
- 5 línea de tensión continua

ES 2 853 976 T3

6	conexiones de tensión alterna
7	línea de tensión alterna
8	primera sección de línea de tensión alterna
9	segunda sección de línea de tensión alterna
10	transformador
11	devanados primarios
12	devanados secundarios
13	primer ramal de puesta a tierra
14	primer descargador de sobretensión
15	segundo ramal de puesta a tierra
16	segundo descargador de sobretensión
17	disposición de conmutación
18	disyuntor de tensión alterna
19	unidad de control
20	unidad de filtrado
21	red de tensión alterna
22	unidad de cortocircuito
23, 24, 25	inductancia
26, 27, 28	ramal conductor
29	punto neutro
30, 35, 38	dispositivo de conmutación
31	unidad de control
32	disyuntor
33, 36, 39	reactancia limitadora de corriente
34, 37, 40	resistencia de amortiguamiento
41	submódulo
42	regulador
43, 44	disyuntor
45, 46	diodo de marcha libre
L1, L2, L3	conexión de tensión alterna
S	acumulador de energía
X1, X2	bornes
Z1 - Z6	ramales de fase

REIVINDICACIONES

- 5 1. Disposición de convertidor (1) con un convertidor (2) que se puede conectar en el lado de tensión continua a una línea de tensión continua (5) y en el lado de tensión alterna a una línea de tensión alterna (7) polifásica, así como con una unidad de cortocircuito (22) dispuesta en el lado de tensión alterna del convertidor (2), comprendiendo la unidad de cortocircuito (22) ramales conductores (26, 27, 28) asociados a las fases de la línea de tensión alterna (7) así como al menos un dispositivo de conmutación (30, 35, 38), en donde los ramales conductores (26, 27, 28) de la unidad de cortocircuito (22) pueden conectarse a la línea de tensión alterna (7) y/o entre sí sin puesta a tierra por medio del al menos un dispositivo de conmutación (30, 35, 38), logrando un cortocircuito simétrico en la línea de tensión alterna (7), en donde la disposición de convertidor (1) comprende además un transformador (10) dispuesto en la línea de tensión alterna (7), estando conectada la línea de tensión alterna (7) en un lado primario del transformador (10) a una red de tensión alterna (21) y en un lado secundario al convertidor (2), **caracterizada por que** la unidad de cortocircuito (22) presenta inductancias (23, 24, 25) que forman un lado terciario del transformador (10), estando los ramales conductores (26, 27, 28) de la unidad de cortocircuito (22) conectados entre sí en una conexión de punto neutro aislada, y en donde los ramales conductores (26, 27, 28) en sus extremos opuestos al punto neutro (29) pueden conectarse entre sí y con el lado terciario en cada caso por medio del al menos un dispositivo de conmutación (30, 35, 38).
- 20 2. Disposición de convertidor (1) según la reivindicación 1, en donde la disposición de convertidor (1) comprende además una disposición de conmutación (17) dispuesta en el lado de tensión alterna del convertidor para desconectar la línea de tensión alterna (7).
3. Disposición de convertidor (1) según la reivindicación 1, en donde la disposición de conmutación (17) está dispuesta en el lado primario del transformador.
4. Disposición de convertidor (1) según la reivindicación 1 a 3, en donde la unidad de cortocircuito (22) está dispuesta en el lado primario del transformador (10).
- 25 5. Disposición de convertidor (1) según la reivindicación 1 a 3, en donde la unidad de cortocircuito (22) dispuesta en el lado secundario del transformador (10).
6. Disposición de convertidor (1) según la reivindicación 4 o 5, en donde los ramales conductores de la unidad de cortocircuito (22) están conectados entre sí en una conexión de punto neutro aislada, y en donde los ramales conductores pueden conectarse en sus extremos opuestos al punto neutro a las fases de la línea de tensión alterna (7) en cada caso por medio del al menos un dispositivo de conmutación de la unidad de cortocircuito (22).
- 30 7. Disposición de convertidor (1) según la reivindicación 6, en donde la unidad de cortocircuito (22) presenta inductancias limitadoras de corriente dispuestas en los ramales conductores.
8. Disposición de convertidor (1) según la reivindicación 1, en donde el transformador (10) es un transformador YYD (10).
- 35 9. Disposición de convertidor (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el convertidor (2) comprende al menos un módulo de fase (21-26) dispuesto entre una conexión de tensión continua (3, 4) y una conexión de tensión alterna (6) del convertidor (2), comprendiendo el módulo de fase (21-26) una conexión en serie de submódulos (41) bipolares, comprendiendo los submódulos (41) en cada caso al menos dos disyuntores semiconductores (43, 44) así como un acumulador de energía (5).
- 40 10. Disposición de convertidor (1) según la reivindicación 9, en donde los submódulos (41) forman en cada caso un circuito en medio puente.
- 45 11. Procedimiento para desconectar una línea de tensión alterna (7) polifásica, en el que, en caso de falla a tierra asimétrica en la línea de tensión alterna (7), una unidad de cortocircuito (22) asociada a la línea de tensión alterna (7) genera un cortocircuito simétrico en la línea de tensión alterna (7) sin puesta a tierra, tras lo cual la línea de tensión alterna (7) se desconecta por medio de un dispositivo de conmutación (17) dispuesto en la misma, en donde se usa una unidad de cortocircuito (22) que comprende ramales conductores (26, 27, 28) conectados entre sí en una conexión de punto neutro aislada así como inductancias (23, 24, 25) que forman un lado terciario de un transformador dispuesto en la línea de tensión alterna, generándose el cortocircuito simétrico por que los ramales conductores (26, 27, 28) se conectan entre sí y a las inductancias (23, 24, 25) en cada caso en sus extremos opuestos al punto neutro (29) por medio de al menos un dispositivo de conmutación (30, 35, 38).
- 50

FIG 1

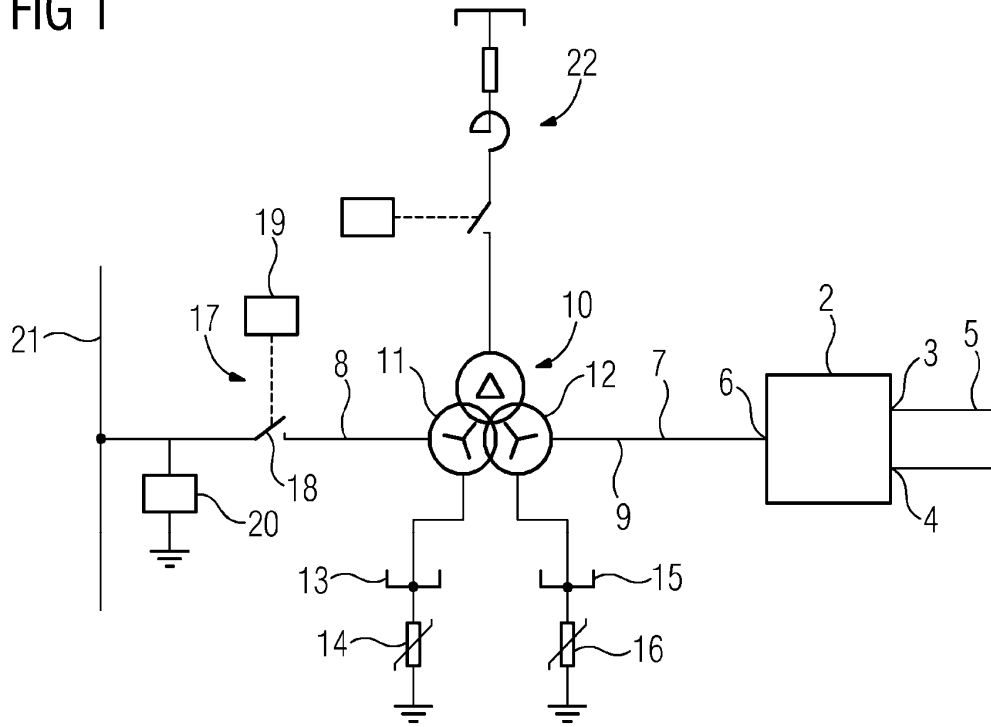


FIG 2

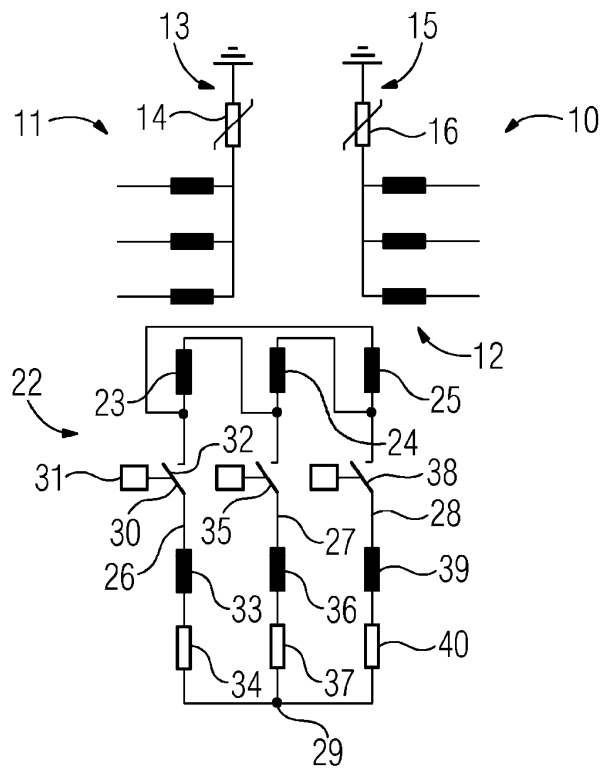


FIG 3

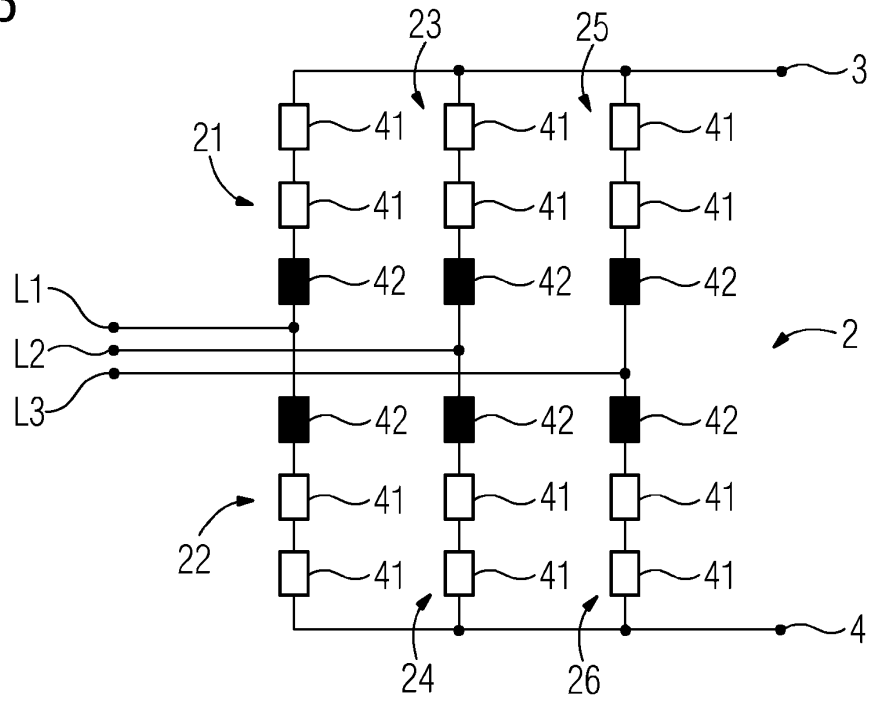


FIG 4

