

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 351**

51 Int. Cl.:

H02M 7/49 (2007.01)

H02M 7/483 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.05.2009 PCT/EP2009/055812**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2010 WO10015431**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2009 E 09779471 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 2311179**

54 Título: **Procedimiento de control para el uso de redundancia en el caso de una falla de un convertidor de corriente polifásico con acumuladores de energía distribuidos**

30 Prioridad:

07.08.2008 DE 102008036810

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

05.02.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HILLER, MARC y
KRUG, DIETMAR**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 804 351 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

Procedimiento de control para el uso de redundancia en el caso de una falla de un convertidor de corriente polifásico con acumuladores de energía distribuidos

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para el control de un convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos según la reivindicación 1.

10 Por la solicitud DE 101 03 031 A1 se conoce un convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos. Un esquema de circuito equivalente de este tipo de convertidor está representado con más detalle en la figura 1. De acuerdo con este esquema de circuito equivalente, este convertidor conocido presenta tres módulos de fase, cada uno de los cuales está indicado con 100. Estos módulos de fase 100 están conectados de manera eléctricamente conductora del lado de la tensión continua respectivamente con una barra colectora de tensión continua positiva y una negativa P_0 y N_0 . En el caso de un convertidor de circuito intermedio de tensión, una conexión en serie de dos condensadores C1 y C2, en la cual cae una tensión continua U_d , se conectaría entre estas dos barras colectoras de tensión continua P_0 y N_0 . Un punto de conexión de estos dos condensadores conectados eléctricamente en serie C1 y C2 conforma un punto central virtual O. Cada módulo de fase 100, que conforma un ramal de puente del convertidor polifásico, presenta un ramal de puente parcial superior e inferior, que, debido a que los ramales de puente parcial representan respectivamente una válvula convertidora del convertidor polifásico con acumuladores de energía distribuidos se denominan a continuación ramal de válvula T1 o T3 o T5 y T2 o T4 o T6. Cada uno de estos ramales de válvula T1 a T6 presenta una cantidad de subsistemas de dos polos 10 que están conectados eléctricamente en serie. Cuatro de estos subsistemas 10 están representados en este esquema de circuito equivalente, sin embargo, el número de subsistemas 10 por ramal de válvula T1, ..., T6 no está restringido a la cantidad representada. Cada punto de conexión de dos ramales de válvula T1 y T2 o T3 y T4 o T5 y T6 de un módulo de fase 100 conforma una conexión L1 o L2 o L3 de un módulo de fase 100 del lado de la tensión alterna. Ya que en esta representación el convertidor de corriente presenta tres módulos de fase 100, en sus conexiones del lado de la tensión alterna L1, L2 y L3, también denominadas como conexiones de carga, se puede conectar una carga trifásica, por ejemplo, un motor de corriente trifásica.

15 En la figura 2 está representado con más detalle un esquema de circuito equivalente de una forma de ejecución conocida de un subsistema de dos polos 10. La disposición de circuito según la figura 3 representa una variante funcionalmente completamente equivalente. Ambas formas de ejecución de un subsistema de dos polos 10 se conocen por la solicitud DE 101 03 031 A1. Estos subsistemas de dos polos 10 conocidos presentan respectivamente dos interruptores semiconductores 1 y 3 que se pueden desconectar, respectivamente dos diodos 2 y 4 y respectivamente un condensador de almacenamiento unipolar 9. Los dos interruptores semiconductores 1 y 3 que se pueden desconectar están conectados eléctricamente en serie; en donde este circuito en serie está conectado eléctricamente en paralelo con respecto al condensador de almacenamiento 9. Cada uno de los interruptores semiconductores 1 y 3 que se pueden desconectar está conectado eléctricamente en paralelo a uno de los dos diodos 2 y 4 de tal manera que el mismo está conectado antiparalelo al correspondiente interruptor semiconductor que se puede desconectar 1 ó 3. El condensador de almacenamiento unipolar 9 del subsistema 10 consiste en un condensador o en una batería de condensadores compuesta de múltiples de estos condensadores con una capacitancia resultante C_0 . El punto de conexión del emisor del interruptor semiconductor 1 que se puede desconectar y el ánodo del diodo 2 conforma un terminal de conexión X1 del subsistema 10. El punto de conexión de los dos interruptores semiconductores 1 y 3 que se pueden desconectar y los dos diodos 2 y 4 conforman un segundo terminal de conexión X2 del subsistema 10.

20 En la forma de ejecución del subsistema bipolar 10 según la figura 3, este punto de conexión conforma el primer terminal de conexión X1. El punto de conexión del colector del interruptor semiconductor 1 que se puede desconectar y el cátodo del diodo 2 conforma el segundo terminal de conexión X2 del subsistema 10.

25 En ambas representaciones de las dos formas de ejecución del subsistema de dos polos 10, como interruptores semiconductores desconectables 1 y 3 se utilizan transistores bipolares de puerta aislada (IGBT), como se muestra en las figuras 2 y 3. También se pueden utilizar transistores de efecto de campo MOS, también conocidos como MOSFET. Además, se pueden utilizar tiristores de desconexión de puerta, también conocidos como tiristores GTO, o tiristores conmutados de puerta integrada (IGCT).

30 De acuerdo con la solicitud DE 101 03 031 A1, los subsistemas bipolares 10 de cada módulo de fase 100 del convertidor de corriente según la figura 1 se pueden controlar en un estado de conmutación I, II y III. En el estado de conmutación I, el interruptor semiconductor que se puede desconectar 1 está conectado y el interruptor semiconductor se puede desconectar 3 está desconectado. De esta manera, una tensión de terminal U_{x21} del subsistema bipolar 10 presente en los terminales de conexión X1 y X2 es igual a cero. En el estado de conmutación II, el interruptor semiconductor que se puede desconectar 1 está desconectado y el interruptor semiconductor se puede desconectar 3 está conectado. En este estado de conmutación II, la tensión del terminal U_{x21} presente es igual a la tensión del condensador U_C presente en el condensador de almacenamiento 9. En el estado de

conmutación III, ambos interruptores semiconductores que se pueden desconectar 1 y 3 están desconectados y la tensión del condensador U_c presente en el condensador de almacenamiento 9 es constante.

Para que este convertidor pueda funcionar de forma redundante con los acumuladores de energía distribuidos 9 según la figura 1, se debe asegurar que un subsistema defectuoso 10 esté permanentemente en cortocircuito en sus terminales X1 y X2. Esto significa que la tensión de terminal U_{x21} del subsistema defectuoso 10 es cero, independientemente de la dirección de la corriente a través de los terminales X1 y X2.

La falla de uno de los interruptores semiconductores desconectables 1 o 3 presentes en el subsistema 10 o en un circuito de control asociado significa que dicho subsistema 10 está alterado en su funcionamiento adecuado. Otras posibles causas de un funcionamiento defectuoso incluyen, entre otras, errores en el circuito de control asociado del interruptor semiconductor, su alimentación de corriente, comunicación y detección de valores de medición. Esto significa que el subsistema de dos polos 10 ya no se puede controlar de manera deseada en uno de los posibles estados de conmutación I, II o III. Al cortocircuitar el subsistema 10 en sus conexiones X1 y X2, este subsistema ya no recibe energía eléctrica. Esto previene de manera fiable daños posteriores como el sobrecalentamiento o un incendio cuando el convertidor se mantiene funcionando.

Este tipo de conexión conductora de cortocircuito entre los terminales de conexión X1 y X2 de un subsistema de dos polos defectuoso 10 debe conducir de forma segura y sin sobrecalentamientos al menos la corriente de funcionamiento de un ramal de válvula T1, ..., T6 del módulo de fase 100, en el cual está conectado el subsistema de dos polos defectuoso 10. La solicitud DE 10 2005 040 543 A1 especifica cómo un subsistema defectuoso 10 se puede cortocircuitar de manera segura; para que este conocido convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos pueda continuar funcionando de forma redundante.

Para la siguiente explicación se supone que los condensadores de almacenamiento 9 de todos los subsistemas de dos polos 10 presentan respectivamente la misma tensión U_c . De la solicitud DE 101 03 031 A1 también se conocen procedimientos para la generación inicial de dicho estado y su mantenimiento durante el funcionamiento. En la figura 4 está representado un desarrollo de la diferencia de potencial U_{PL} del terminal P de un módulo de fase 100 versus una conexión de red L, en un diagrama en función del tiempo t. En la figura 5 se muestra un desarrollo de la diferencia de potencial U_{LN} del terminal L versus el potencial del terminal N, en un diagrama en función del tiempo t. De acuerdo con estos desarrollos de potencial U_{PL} y U_{LN} , un subsistema de los ocho subsistemas de dos polos 10 de los ramales de válvula T1 y T2 se conecta o desconecta respectivamente en los instantes t1, t2, t3, t4, t5, t6, t7 y t8. El encendido corresponde, en este caso, a una transición del estado de conmutación I al estado de conmutación II. La desconexión corresponde, por su parte, a una transición del estado de conmutación II a un estado de conmutación I. En cada uno de estos dos diagramas está representado un período T_P de una oscilación fundamental del desarrollo de potencial u_{LO} (figura 6) de la conexión de carga L con respecto a un punto central virtual O de un módulo de fase 100 del convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos 9 de los desarrollos de potencial U_{PL} y U_{LN} .

En la figura 6 está representado un desarrollo de una diferencia de los desarrollos de potencial U_{LN} y U_{PL} según las figuras 4 y 5, en un diagrama en función del tiempo t. Este desarrollo de potencial resultante U_{LO} se encuentra entre una conexión del lado de tensión alterna L1 o L2 o L3 de un módulo de fase 100 del convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos 9 según la figura 1 y un potencial seleccionado discrecionalmente de un punto central virtual O de un circuito intermedio de tensión con dos condensadores C1 y C2. Los componentes correspondientes de armónicos o componentes de tensión continua respectivamente en las tensiones de salida U_{LO} de los módulos de fase 100 del convertidor polifásico con acumuladores de energía distribuidos 9 según la figura 1 se activan en el caso de un sistema de tensión trifásico simétrico en las tensiones diferenciales de dos tensiones de salida desfasadas U_{L10} , U_{L20} o U_{L30} . A partir de estos dos desarrollos de potencial U_{PL} y U_{LN} también se puede inferir que en todo momento la suma de los potenciales es $4 \cdot U_c$. Esto significa que el valor de la tensión continua U_d entre las barras colectoras de tensión continua P_0 y N_0 siempre corresponde a un número constante de subsistemas 10 en el estado de conmutación II multiplicado por el valor de la tensión de condensador U_c aplicada al condensador 9. En el caso representado a modo de ejemplo, dicho número corresponde al número de subsistemas de dos polos 10 del convertidor según la figura 1 presentes en los ramales de válvula T1, ..., T6.

Por la solicitud DE 10 2005 045 091 A1 se conoce un procedimiento para el control de un convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos de acuerdo con la figura 1, con el cual se mantienen las condiciones de simetría en un caso de falla en al menos un subsistema de un módulo de fase de dicho convertidor. De acuerdo con este conocido procedimiento, en primer lugar, se determina un ramal de válvula de una de las tres fases, en la cual uno o más subsistemas de dos polos están dañados. Cada subsistema defectuoso se controla de tal manera que la amplitud de la tensión de terminal es igual a cero en cada caso. En otro ramal de válvula del módulo de fase defectuoso, un correspondiente número de subsistemas se controla de acuerdo con el número de subsistemas de bipolares determinados de tal manera que la amplitud de la tensión de terminal es en cada caso igual que la tensión de un condensador. Este control de subsistemas en el módulo de fase defectuoso también se ejecuta en el caso de los subsistemas de los ramales de válvula de los módulos de fase no defectuosos.

La figura 7 muestra en un diagrama en función del tiempo t , el desarrollo de una diferencia de potencial U_{PL} del terminal P de un módulo de fase 100 versus una conexión de carga L de un módulo de fase 100; en donde en el ramal de válvula inferior T2 o T4 o T6 de un módulo de fase 100 el subsistema de dos polos 10 está dañado. En la figura 8 está representado en un diagrama en función del tiempo t un desarrollo de una diferencia de potencial U_{LN} del terminal L versus el potencial del terminal N. El desarrollo de la diferencia de potencial U_{PL} según la figura 7 muestra que un subsistema 10 de cada ramal de válvula superior T1 o T3 o T5 de cada módulo de fase 100 se controla de tal manera que su tensión de terminal U_{x21} es siempre igual la tensión del condensador U_C aplicada al condensador de almacenamiento 9. Como resultado de ello, de los cuatro subsistemas 10 de cada ramal de válvula superior T1 o T3 o T5 mostrados como ejemplos, sólo quedan tres subsistemas 10, que se conectan y se desconectan. El desarrollo en el tiempo de la diferencia de potencial U_{LN} de cada ramal de válvula inferior T2 o T4 o T6 de cada módulo de fase 100 permite observar que uno de los cuatro subsistemas 10 mostrados como ejemplo está respectivamente controlado de tal manera que su tensión de terminal U_{x21} es siempre igual a cero. Según la figura 1, de estos ramales de válvula inferiores T2, T4 y T6 de los tres módulos de fase 100, el ramal de válvula T2 presenta un subsistema 10 de dos polos defectuosos que está indicado mediante un sombreado. De esta manera, el valor de las amplitudes de la tensión U_{LN} de cada ramal de válvula T2, T4 y T6 sólo puede ser como máximo de $3 \cdot U_C$. Mediante este conocido procedimiento, el número de subsistemas 10 utilizados en el caso defectuoso es igual al número de los subsistemas 10 utilizados en el caso no defectuoso. El desarrollo de la amplitud de la suma de las diferencias de potencial U_{PL} y U_{LN} se ilustra en el diagrama de la figura 8 mediante una línea discontinua. En comparación con un caso no defectuoso, en el caso defectuoso las tensiones U_{L10} , U_{L20} y U_{L30} presentan respectivamente una amplitud máxima más baja. En el ejemplo representado, dichas tensiones U_{L10} , U_{L20} y U_{L30} presentan respectivamente una amplitud máxima de $1/2 \cdot U_d$ en el caso no defectuoso, mientras que en el caso defectuoso una amplitud máxima es de sólo $3/8 \cdot U_d$. Esto significa que, en un caso de fallas, mediante este conocido procedimiento se obtiene un sistema de tensión trifásico simétrico con una amplitud máxima más baja.

La figura 9 muestra un desarrollo de la diferencia entre las diferencias de potencial U_{PL} y U_{LN} de acuerdo con las figuras 7 y 8 en función del tiempo t . A partir de este desarrollo en el tiempo del potencial de la conexión de carga L1 o L2 o L3 con respecto a un punto central virtual O se puede observar que el mismo ya no oscila simétricamente alrededor de una posición cero. Esta posición cero se desplaza alrededor de $1/8 \cdot U_d$. Esto significa que esta curva de potencial presenta un componente constante.

De la publicación "Variación neutral" de Dan Eaton, John Rama y Pete Hammond en la revista IEEE INDUSTRY APPLICATIONS MAGAZINE, vol. 9, N° 6, del 1 de noviembre de 2003, páginas 40-49, se conoce un convertidor modular; en donde en caso de fallas, los subsistemas individuales se desconectan de tal manera que la posición cero no se desplaza. Sin embargo, el diseño constructivo del convertidor conocido a partir de esta publicación difiere significativamente del diseño del convertidor en el cual se basa la presente invención.

El objeto de la presente invención consiste en perfeccionar el procedimiento de control conocido de tal manera que, en las tensiones de salida del convertidor con acumuladores de energía distribuidos, no se presenten componentes de tensión continua en casos de falla.

Dicho objeto se resuelve conforme a la invención con las características identificativas en relación con las características del concepto general de la reivindicación 1.

Por el hecho de que en un ramal de válvula de un módulo de fase defectuoso correspondiente al ramal de válvula defectuoso se controla una cantidad de subsistemas de dos polos, cuyo número corresponde a la cantidad de subsistemas defectuosos, de tal modo que las amplitudes de sus tensiones de terminales sean igual cero, la tensión de salida del módulo de fase defectuoso ya no presenta una componente continua. Debido a la condición de simetría, los correspondientes subsistemas en los ramales de válvula de los módulos de fase no defectuosos se controlan en consecuencia. De esta manera, se obtiene un sistema de tensión trifásico simétrico libre de tensión continua.

Para explicaciones adicionales de la invención, se hace referencia al dibujo, en el cual se ilustra esquemáticamente una forma de ejecución de un procedimiento conforme a la invención para el control de un convertidor polifásico con acumuladores de energía distribuidos.

La figura 1 muestra un esquema de circuito equivalente de un convertidor de corriente conocido con acumuladores de energía distribuidos.

En la figura 2 está representado un esquema de circuito equivalente de una primera forma de ejecución de un subsistema de dos polos conocido del convertidor de corriente según la figura 1.

La figura 3 muestra un esquema de circuito equivalente de una segunda forma de ejecución de un subsistema de dos polos conocido del convertidor de corriente según la figura 1.

En las figuras 4 - 6 están representados desarrollos de potencial de un módulo de fase de un convertidor de corriente según la figura 1 en un caso no defectuoso, respectivamente en un diagrama en función del tiempo t.

En las figuras 7 - 9 están representados desarrollos de potencial de un módulo de fase de un convertidor de corriente según la figura 1 en un caso defectuoso, respectivamente en un diagrama en función del tiempo t.

5 En las figuras 10 - 12 están ilustrados desarrollos de potencial de un módulo de fase de un convertidor de corriente según la figura 1 en un caso defectuoso, respectivamente en un diagrama en función del tiempo t, los cuales son generados mediante el procedimiento conforme a la invención.

10 Ahora se supone que un subsistema de dos polos 10 del ramal de válvula T2 del módulo de fase 100 del convertidor de corriente con acumuladores de energía distribuidos 9 de acuerdo con la figura 1 está en cortocircuito de forma segura debido a algún fallo. Dicho subsistema bipolar defectuoso 10 está indicado en el esquema de circuito equivalente según la figura 1 mediante un sombreado.

15 De acuerdo con el procedimiento conforme a la invención, este subsistema de dos polos 10 defectuoso debe determinarse primero. Una vez que se ha determinado este subsistema defectuoso 10, dicho subsistema 10 se controla de tal modo que la amplitud de la correspondiente tensión de terminal U_{x21} sea igual a cero. Este módulo de fase 100, en el cual el ramal de válvula T2 presenta un subsistema defectuoso 10, se denomina a continuación como módulo de fase defectuoso 100. Dicho módulo de fase defectuoso 100 también presenta un ramal de válvula T1, en el cual ningún subsistema 10 está dañado. De acuerdo con el procedimiento conforme a la invención, un número correspondiente de subsistemas de dos polos 10 del ramal de válvula T1 no defectuoso de este módulo de fase defectuoso 100 se controla de acuerdo con el número de subsistemas 10 defectuosos en el ramal de válvula T2 defectuoso de modo que la amplitud de la tensión de terminal U_{x21} es igual a cero. Ya que en este ejemplo sólo está dañado un subsistema 10 de dos polos del ramal de válvula T2, en la correspondiente ramal de válvula T1 del módulo de fase defectuoso 100 sólo se controla un subsistema de dos polos 10, de modo que la amplitud de su tensión de terminal U_{x21} es igual a cero.

25 En la figura 10 está representado una curva temporal de la diferencia de potencial U_{PL} del terminal P versus una conexión de carga L1, en un diagrama en función del tiempo t. La figura 11 muestra un diagrama en función del tiempo t de la curva temporal de la diferencia de potencial U_{LN} del terminal L versus el potencial del terminal N. Ambas curvas de potencial U_{PL} y U_{LN} muestran que de los cuatro subsistemas de dos polos 10 de los ramales de válvula T1 y T2, sólo tres subsistemas 10 están disponibles para el control. De la suma de estas dos curvas de potencial U_{PL} y U_{LN} resulta nuevamente una tensión continua U_d que está presente entre las barras colectoras de tensión continua P_0 y N_0 de este convertidor con acumuladores de energía distribuidos 9 de acuerdo con la figura 1. Esto significa que la tensión continua U_d es la misma tanto en el caso defectuoso como en el no defectuoso. Por razones de simetría, los subsistemas de dos polos 10 de los ramales de válvula T4, T3 y T6, T5 de los dos módulos de fase 100 no defectuosos del convertidor con acumuladores de energía distribuidos 9 según la figura 1 se controlan correspondientemente. Esto significa que en los ramales de válvula no defectuosas T4 y T6 de los módulos de fase no defectuosos 100 del convertidor según la figura 1 correspondiente al ramal de válvula defectuoso T2 del módulo de fase defectuoso 100, un número de subsistemas 10 correspondientes al número de los subsistemas defectuosos 10 se controla de tal manera que las amplitudes de sus tensiones de terminales U_{x21} son respectivamente igual a cero. Dado que sólo un subsistema 10 es defectuoso en el ramal de válvula defectuoso T2 del módulo de fase defectuoso 100, en los ramales de válvula T4 y T6 de los módulos de fase no defectuosos 100 del convertidor con acumuladores de energía distribuidos 9 según la figura 1 correspondientes al ramal de válvula T2 se controla respectivamente sólo un subsistema de dos polos 10 de tal manera que las amplitudes de las tensiones de terminales U_{x21} son igual a cero en cada caso. En el módulo de fase defectuoso 100, en el ramal de válvula no defectuoso T1 también se controla un subsistema 10 de modo que la amplitud de la correspondiente tensión de terminal U_{x21} es igual a cero. Es decir, en los módulos de fase no defectuosos 100 del convertidor con acumuladores de energía distribuidos 9 según la figura 1, en los ramales de válvula T3 y T5 de los módulos de fase no defectuosos 100 correspondientes al ramal de válvula no defectuoso T1 del módulo de fase defectuoso 100, los subsistemas 10 del número de subsistemas defectuosos 10 del ramal de válvula defectuoso T2 se controlan respectivamente de tal manera que las amplitudes de sus tensiones de terminales U_{x21} también son iguales a cero.

35 Al controlar de esta manera los subsistemas bipolares 10 del convertidor con acumuladores de energía distribuidos 9, se obtienen las tensiones de salida U_{L10} , U_{L20} y U_{L30} , cada una de las cuales está presente entre una conexión del lado de la tensión alterna L1, L2 y L3 y un punto central virtual O. Estas tensiones de salida U_{L10} , U_{L20} y U_{L30} presentan una curva de potencial U_{LO} , que se muestra en un diagrama en función del tiempo t en la figura 12. Este desarrollo ya no presenta una componente continua. Las amplitudes de dichas tensiones de salida U_{L10} , U_{L20} y U_{L30} son respectivamente menores que las amplitudes de las tensiones de salida que fueron generadas mediante el procedimiento de control conocido. Según el ejemplo de cuatro subsistemas 10 por ramal de válvula T1, ..., T6, las tensiones de salida U_{L10} , U_{L20} presentan respectivamente una amplitud de $1/4 \cdot U_d$ con respecto a una amplitud de $3/8 \cdot U_d$ (procedimiento de control conocido). Sin embargo, este sistema de tensión trifásico simétrico con una amplitud menor no presenta tensión continua.

La componente continua, que se presenta en el procedimiento conocido en las tensiones de salida U_{L10} , U_{L20} y U_{L30} del convertidor con acumuladores de energía distribuidos 9 según la figura 1, provoca un cambio de punto neutro en una máquina de inducción conectada, lo que puede conducir a corrientes de rodamiento. Además, cuando el convertidor se utiliza como una alimentación de red directa y activa, la componente continua mencionada provoca un desplazamiento del potencial del convertidor con respecto al potencial de tierra cuando el punto neutro del lado de la red está conectado a tierra. En determinadas circunstancias, esto requiere un esfuerzo adicional en referencia al aislamiento del convertidor. Esta desventaja se elimina con el procedimiento conforme a la invención, pero se debe considerar una amplitud menor de las tensiones de salida U_{L10} , U_{L20} y U_{L30} del convertidor según la figura 1. Cuantos más subsistemas bipolares 10 se utilizan en los ramales de válvula T1, ..., T6, más fina es la graduación de las tensiones de salida U_{L10} , U_{L20} y U_{L30} del convertidor con acumuladores de energía distribuidos 9 de acuerdo con la figura 1. De esta manera, incluso en el caso de subsistemas bipolares defectuosos 10 se puede aproximar un desarrollo sinusoidal.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de un convertidor con al menos dos módulos de fase (T1, ..., T6) que presentan un primer y un segundo ramal de válvula (T1, ..., T6) que presentan respectivamente al menos tres subsistemas de dos polos conectados en serie (10) para el caso de la falla de al menos un subsistema (10) de un ramal de válvula (T1, ..., T6); en donde cada uno de los módulos de fase (100) conforma un ramal de puente del convertidor; en donde el primer ramal de válvula (T1, T3, T5) y el segundo ramal de válvula (T2, T4, T6) están dispuestos respectivamente en una conexión en serie; en donde los módulos de fase (100) están conectados de manera eléctricamente conductora del lado de la tensión continua con una barra colectora de tensión continua positiva y una negativa; en donde los subsistemas de dos polos presentan un condensador de almacenamiento (9) y exactamente dos interruptores semiconductores (1, 3) que se pueden desconectar; en donde un punto de conexión del primer y segundo ramal de válvulas (T1, T3, T5; T2, T4, T6) del respectivo módulo de fase (100) conforma una conexión del lado de la tensión alterna (L1, L2, L3) del módulo de fase (100); en donde el ramal de la válvula (T1, ..., T6) se determina con el subsistema defectuoso (10); y en donde en cada caso un subsistema (10) de un ramal de válvula (T1, ..., T6) que se corresponde con el ramal de válvula defectuoso (T1, ..., T6) de cada módulo de fase no defectuoso (100) se controla de tal manera que sus tensiones de terminales (U_{x21}) son respectivamente igual a cero;

caracterizado porque un subsistema (10) de un ramal de válvula (T1, ..., T6) correspondiente al ramal de válvula defectuoso (T1, ..., T6) del módulo de fase defectuoso (100) se controla de tal manera que su tensión de terminal (U_{x21}) es igual a cero; y porque que en cada caso un subsistema (10) de un ramal de válvula (T1, ..., T6) correspondiente a este ramal de válvula (T1, ..., T6) de cada módulo de fase no defectuoso (100) se controla de tal manera que sus tensiones de terminales (U_{x21}) son igual a cero.

FIG 1

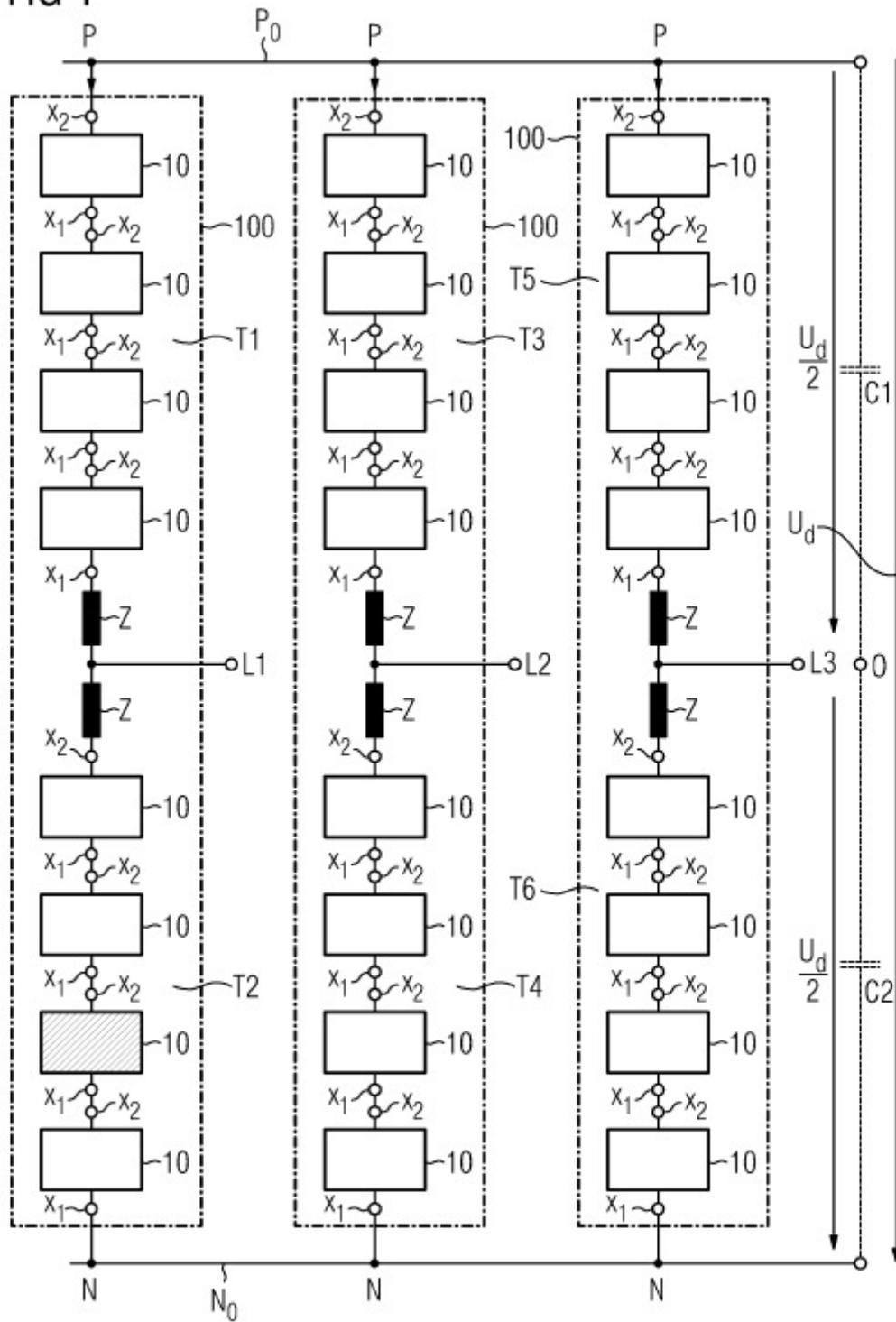


FIG 2

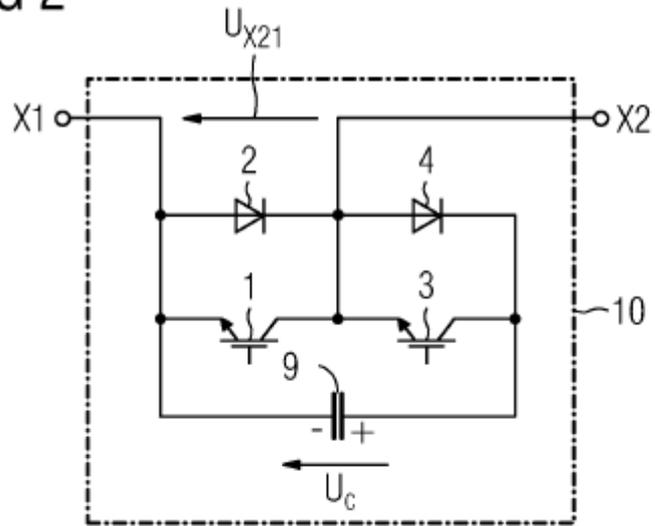


FIG 3

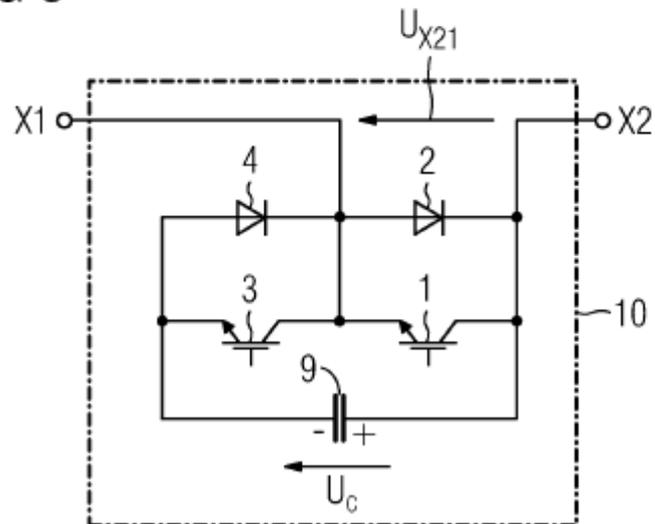


FIG 4

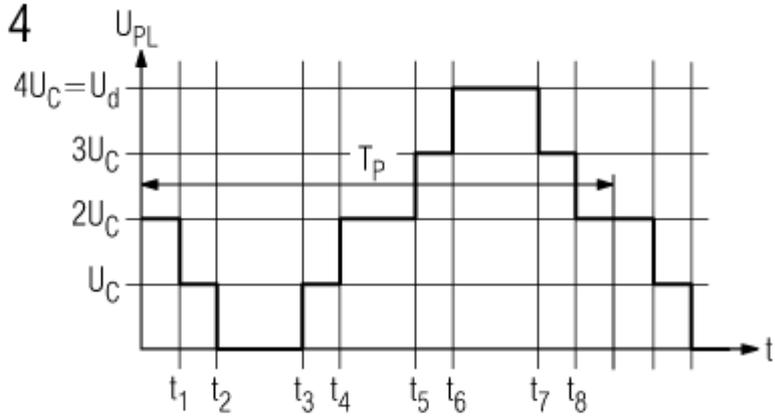


FIG 5

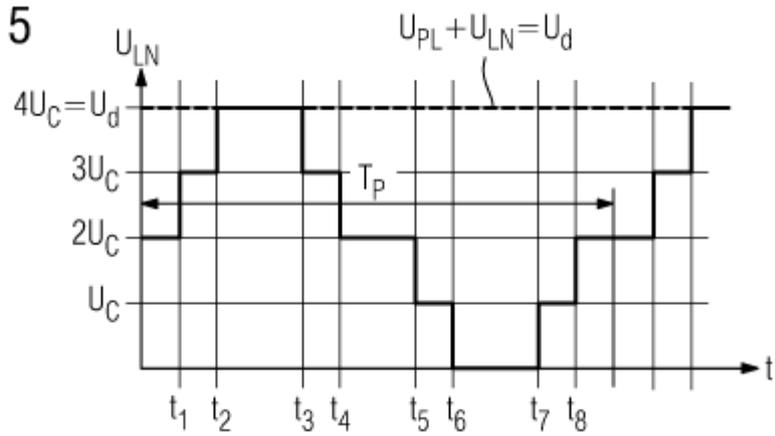


FIG 6

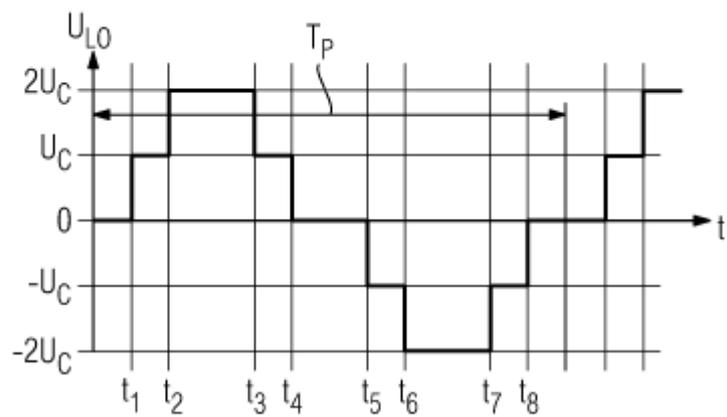


FIG 7

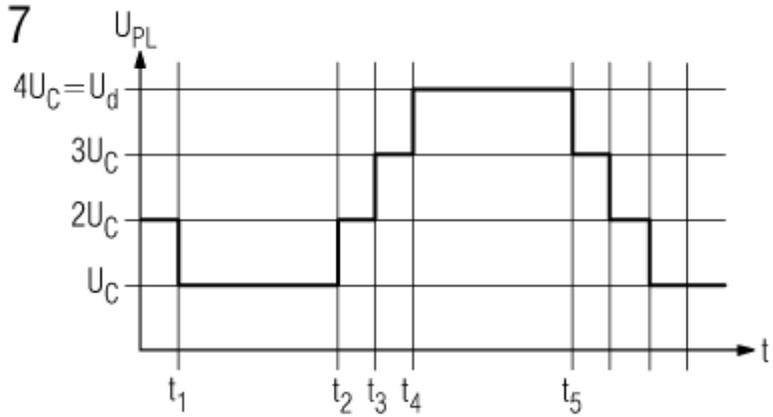


FIG 8

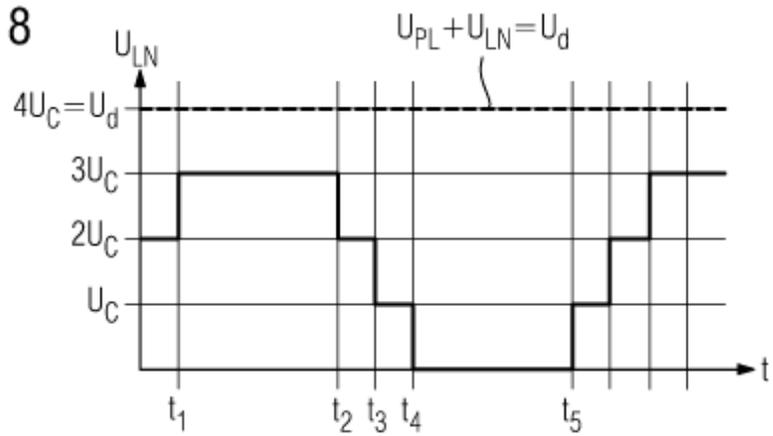


FIG 9

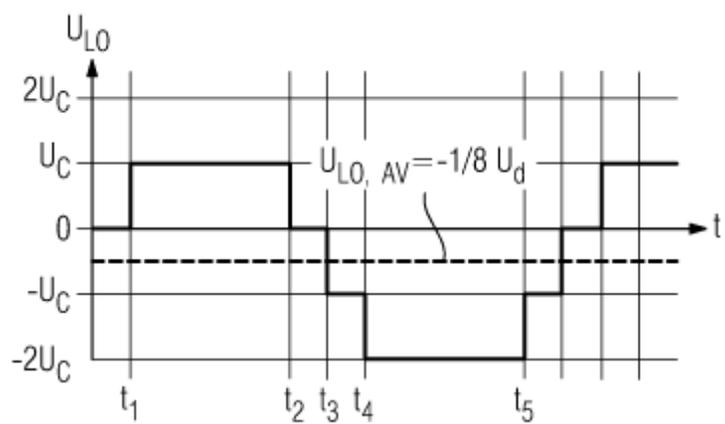


FIG 10

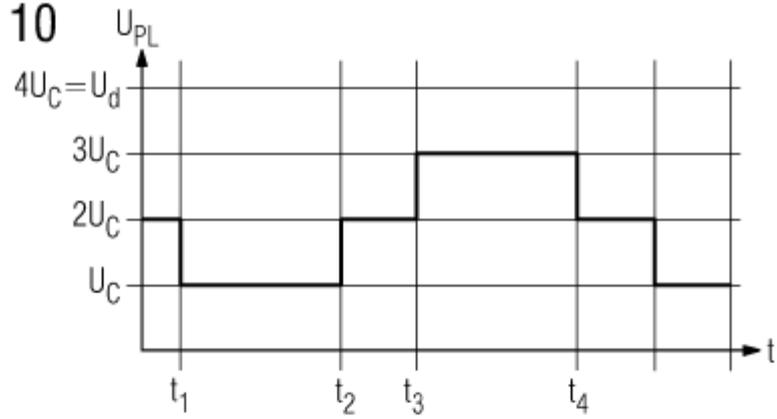


FIG 11

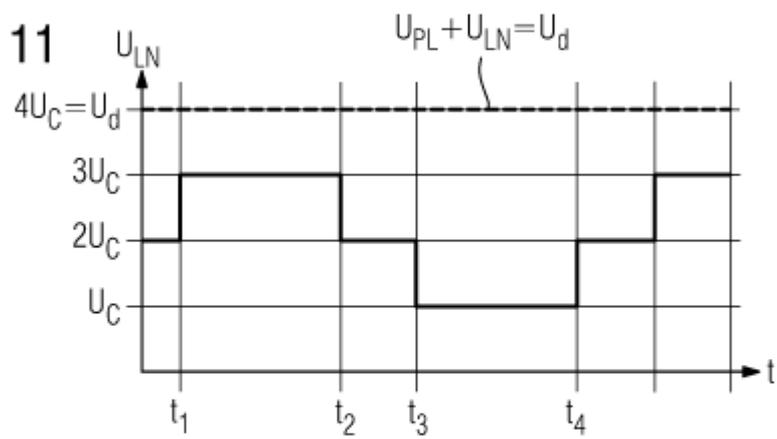


FIG 12

