

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 382**

51 Int. Cl.:

H02H 9/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2011 PCT/EP2011/051128**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2011 WO11098359**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2011 E 11701817 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2537219**

54 Título: **Dispositivo de limitación de sobretensión para redes de corriente continua**

30 Prioridad:

15.02.2010 DE 102010001924

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

29.12.2016

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**VOGEL, REINHARD y
MÖRSCH, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 595 382 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

Dispositivo de limitación de sobretensión para redes de corriente continua

La presente invención hace referencia a un dispositivo de limitación de sobretensión para redes de corriente continua conforme al concepto genérico de la reivindicación 1.

5 Para el almacenamiento de energía en redes de corriente continua (CC) se implementan, preferentemente, baterías o acumuladores (denominados en lo sucesivo, por cuestiones de simplicidad, como "baterías". Para la protección de baterías de este tipo y para la protección de consumidores individuales se utilizan, por un lado, dispositivos de protección que hacen posible una supresión selectiva de un cortocircuito. Para lograr esto, se asignan a la batería elementos de protección que, en el caso de un cortocircuito responden de manera retardada, como por ejemplo disyuntores electromecánicos retardados con reconocimiento de sobretensión y un periodo de retardo de, por ejemplo, > 100 ms. A cada uno de los consumidores, en cambio, se le asignan elementos de protección que trabajan sin retardo o, al menos, presentan un retardo menor, por ejemplo disyuntores electromecánicos sin retardo con un tiempo total de retardo de aprox. 30 ms o fusibles con un periodo de retardo dependiente de la corriente de cortocircuito de < 1...40 ms, de manera que se puede lograr la selectividad de la supresión de cortocircuito.

15 En redes de corriente continua de alta tensión, como las que se utilizan, por ejemplo, en submarinos y en las que el almacenamiento de energía se realiza en baterías de alto rendimiento, la constante temporal aplicable en caso de cortocircuito con la que aumenta la corriente es tan pequeña, por ejemplo < 1...3 ms, que incluso con la utilización de elementos de protección sin retardo la corriente de cortocircuito alcanza casi o completamente el valor de la corriente de cortocircuito estacionaria. Además, debido a la muy baja resistencia óhmica interna de las baterías, los cables de potencia, las barras de distribución, etc. la corriente de cortocircuito accionada por la batería es muy grande y puede ascender a varios 10 kA.

En el caso de un cortocircuito en una salida de un consumidor, el elemento de protección sin retardo se desconecta en el caso de esta gran corriente e impide mayores daños debido a sobrecargas en la salida del consumidor afectada.

25 Debido a la energía almacenada en las inductancias parásitas de la batería, de los tramos de cables, etc., la corriente de cortocircuito alimentada por el acumulador de energía o la fuente de tensión, sin embargo, sigue fluyendo hasta que esta energía se degrada o se haya traspasado a acumuladores de energía capacitivos. La degradación de la energía almacenada en las inductancias parásitas se realiza solo en una pequeña parte en el arco voltaico de los contactos que se abren o fusibles de los elementos de protección de los consumidores. La energía que no se degrada en el arco voltaico fluye a través de la red hacia los otros consumidores conectados y puede causar sobretensiones considerables, de manera que se pueden dañar, especialmente, consumidores sensibles a la tensión. Tales consumidores sensibles a la tensión son, especialmente convertidores electrónicos de potencia y reguladores con condensadores electrolíticos del lado de la corriente continua, que, por regla general, por cuestiones de gastos, espacio y disponibilidad no pueden ser dimensionados para sobretensiones considerables. A menudo, en el caso de estos convertidores el valor de tensión máximo admitido con sobretensión solo se encuentra aprox. 33 % por encima del valor en estado de red de alimentación sin fallas. De este modo, existen grandes exigencias de una limitación efectiva, rápida y con tolerancia estrecha de las sobretensiones que se presentan.

40 De la WO 2006/003191 A1 ya se conoce la posibilidad de limitar las sobretensiones ocasionadas en redes de alimentación eléctrica de CC por alimentación transversal de energía de consumidores, por ejemplo alimentación transversal de energía de motores o generadores CC en el caso de escasa carga de la red de alimentación, y para ello, en el caso de una tensión de red demasiado alta, un circuito de reconocimiento de tensión acciona un IGBT que, a su vez, toma energía de la red a través de una resistencia óhmica.

45 Con el mismo principio de funcionamiento trabajan los, así llamados "chopper de frenado", que son usuales en prácticamente todos los convertidores de impulsos con alimentación de diodos del lado de la red, ya que la energía de frenado de la máquina eléctrica no puede ser realimentada a la red, sino que es transformada en calor en el convertidor indirecto de CC, en la resistencia óhmica allí dispuesta, y en caso de necesidad conectada adicionalmente.

50 Esta disposición es adecuada especialmente para aquellos casos de sobretensión ocasionados por una alimentación transversal de energía en comparación prolongada, pero, desde el punto de vista de la cantidad de corriente, limitada a algunos cientos de amperes, como puede suceder en el caso de la alimentación transversal de energía en máquinas eléctricas. Para la degradación de energía de impulsos de sobretensión breves, en el rango de milisegundos, que resultan de corrientes muy altas en el rango de algunos 10 kA, sin embargo, debido a la limitada capacidad de carga de corriente de conmutadores semiconductores de potencia IGBTs o también IGCTs deben ser conectados en paralelo múltiples conmutaciones de este tipo, lo que requiere un gran esfuerzo técnico.

55

5 Otra posibilidad de solución usual para la limitación de sobretensiones consiste en la utilización de resistencias dependientes de la tensión para la protección contra sobretensión, así llamados "varistores". Junto con conexiones para convertidores son utilizadas, preferentemente, para la limitación de tensiones por rayos o tensiones de activación. Sin embargo, de esta manera no se puede alcanzar una limitación de sobretensión en aprox. 1,33 veces el valor de la tensión de funcionamiento nominal permanente, ya que la curva característica de limitación de tales elementos constructivos no es lo suficientemente elevada.

10 Para los casos de limitación de tensión en los que la tensión máxima admitida solo se encuentra un poco por encima del valor de la tensión de funcionamiento nominal permanente, se recomienda la implementación de diodos zener (diodos z), que poseen una curva característica de limitación muy elevada. Sin embargo, tales componentes solo se encuentran disponibles en el rango de potencias pequeñas (hasta algunos vatios) y de este modo no pueden ser implementados en el campo de redes de CC de alta tensión para la limitación de impulsos de sobretensión de gran energía.

15 De la FR 2 801 441 A1 se conoce un dispositivo para la limitación de sobretensión, en donde el diodo zener se encuentra conectado en serie a un circuito en paralelo compuesto por un interruptor y un componente electrónico con una característica de limitación de tensión.

También de la US 5 038 245 A y la US 6 226 166 B1 se conoce un dispositivo de limitación de tensión de este tipo.

20 En suma se puede concluir, que hasta el momento no se conoce una solución satisfactoria y sencilla en cuanto a la técnica para limitar sobretensiones en redes de CC de alta tensión, resultantes de la desconexión de corrientes de cortocircuito en el rango kA, a un nivel de tensión que se encuentre solo un poco por encima de la tensión de funcionamiento nominal.

25 Es por ello tarea de la presente invención, indicar un dispositivo de limitación de sobretensión para redes de corriente continua, que posibilite la dispersión de, comparativamente, cantidades de energía grandes con altas corrientes propulsoras y, comparativamente, de diferencias reducidas entre tensión máxima admisible y tensión de funcionamiento normal de la red, para garantizar así la protección de consumidores, especialmente de consumidores sensibles a la tensión, como por ejemplo conexiones de convertidores electrónicos de potencia.

Esta tarea es resuelta por un dispositivo de limitación de sobretensión conforme a la reivindicación 1. Los diseños ventajosos son objeto de las reivindicaciones secundarias.

30 Un dispositivo de limitación de sobretensión conforme a la invención comprende un varistor, que se encuentra conectado en serie a un circuito en paralelo compuesto por un interruptor, preferentemente electrónico, y un componente electrónico con una característica de limitación de tensión, preferentemente una característica de diodo Z, o múltiples componentes electrónicos conectados en serie con, en cada caso, una característica de limitación de tensión, preferentemente una característica de diodo Z, y en donde el dispositivo de limitación de sobretensión presenta un dispositivo de control, que se encuentra dispuesto de manera tal, que cierra el interruptor cuando la corriente que atraviesa el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión sobrepasa un valor predeterminado. Bajo componente electrónico con una característica de diodo Z se entiende un componente, que en vista de su curva característica de tensión de corriente, posee la misma característica que un diodo Z.

40 A través de la conexión en serie del varistor con el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión es posible elevar más la curva característica de la limitación de tensión de la solución conforme a la invención frente a la utilización sólo del varistor en el rango de corrientes de derivación bajas. Con ayuda del interruptor, que en estado cerrado, es decir, en el caso de paso de corriente, puentea el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión es posible desconectar o conectar específicamente el incremento de la pendiente de la curva característica de limitación de tensión de la solución conforme a la invención respecto de la utilización solo del varistor.

45 El cierre del interruptor se realiza mediante un dispositivo de control, que cierra el interruptor, es decir, conmuta a paso de corriente, cuando la tensión a limitar y/o la corriente generada por la conexión en serie de varistor y el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión sobrepasa un valor predeterminado, ya que la corriente que atraviesa ambos componentes conectados en serie es determinada por la suma de las resistencias dependientes de la tensión de estos dos componentes y por la tensión que existe en esta conexión en serie.

50 La apertura del interruptor puede realizarse, por ejemplo, porque el interruptor se encuentra diseñado de manera tal, que se abre automáticamente o porque el dispositivo de control o, por ejemplo en el caso de un interruptor de tiristor, se encuentra dispuesto un dispositivo de supresión para la corriente del interruptor de manera tal, que abre el interruptor cuando la tensión a limitar no alcanza un valor predeterminado.

El valor de tensión y/o corriente en el que se abre el interruptor preferentemente se escoge de manera tal, que se pueda excluir una nueva respuesta del dispositivo de limitación de sobretensión luego de conmutar a la, entonces nuevamente presente, conexión en serie compuesta del varistor y el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión.

5 Con el cierre del interruptor resulta una modificación de las propiedades de limitación de tensión de circuito de forma tal, que una sobretensión de respuesta del dispositivo de limitación de sobretensión se reduce en un valor igual a la tensión del diodo Z y de este modo se puede alcanzar el valor de limitación de tensión del varistor o de los varistores.

10 De esta manera es posible un incremento de la pendiente de la curva característica de limitación de tensión respecto a la utilización solo de un varistor en el rango de corrientes de derivación bajas, de forma que con el circuito conforme a la invención se puede realizar una limitación de sobretensión a un valor tal, que solo se encuentre un poco por encima de la tensión de funcionamiento nominal permanente, por ejemplo en un valor aprox. 1,33 veces mayor que la tensión de funcionamiento nominal permanente,.

15 Debido al trayecto de la resistencia, fuertemente no lineal y dependiente de la tensión, del varistor, la corriente de derivación que atraviesa el varistor y el interruptor electrónico puede incrementar muy rápidamente a un gran valor de corriente y, de este modo, puede ser degradado un impulso de sobretensión rico en energía. Después de la degradación del impulso de sobretensión y de una reducción de la corriente de derivación que atraviesa el varistor, la corriente puede ser conducida desde el interruptor nuevamente al/a los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión, con lo cual, se ajusta nuevamente de forma automática la sobretensión de respuesta, definida por la conexión en serie del varistor con el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión, y, de este modo, el estado de salida del dispositivo de limitación de sobretensión.

20 Así, la invención combina las propiedades de varistores para la limitación de impulsos de tensión con gran contenido de energía en el rango kJ, de las propiedades de componentes electrónicos con una característica de limitación de tensión, como por ejemplo de diodos Z para la limitación de tensión elevada en el rango de corrientes pequeñas y potencias en el rango de algunos vatios, y la capacidad de conmutación y de conducción de corriente de interruptores, especialmente interruptores electrónicos, como por ejemplo tiristores, en el rango de algunos 10 kA hasta 100 kA.

25 Preferentemente, debido a la conexión en serie del varistor con el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión se encuentra definida una sobretensión de respuesta para una limitación de sobretensión, que es menor o igual a una sobretensión máxima permitida de la red de corriente continua.

30 En ese caso, el varistor mismo puede presentar una tensión de funcionamiento nominal permanente que es menor a la tensión nominal de la red de corriente continua.

Preferentemente, el varistor presenta una tensión de limitación que, en el caso de la corriente de derivación esperable, es menor o igual a una sobretensión máxima permitida de la red de corriente continua.

35 Conforme a un diseño especialmente ventajoso de la presente invención, la cantidad de los componentes electrónicos con la característica de limitación de tensión conectados en serie se encuentra elegida de manera tal, que la suma de las tensiones de funcionamiento nominales permanentes de los componentes electrónicos con la característica de limitación de tensión y la tensión de funcionamiento nominal permanente del varistor sea, en lo posible, igual a la tensión nominal de la red de corriente continua.

40 En ese caso, la activación del interruptor puede realizarse de manera especialmente sencilla y rápida a través de una resistencia eléctrica conectada en serie con el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión, que se encuentra dimensionada de manera tal, que al alcanzar una sobretensión de respuesta del dispositivo de limitación de sobretensión fluya a través de la resistencia una corriente tan grande, que en la resistencia recaiga una tensión suficiente para conmutar el interruptor al estado conectado, especialmente para encender un tiristor.

45 Es especialmente ventajoso, si el interruptor se encuentra conformado como tiristor. Entonces, la corriente de fluye en el caso de una sobretensión a través del/ de los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión puede ser utilizado para encender el tiristor. Esto puede realizarse por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, con ayuda de la reducción de tensión en una resistencia eléctrica conectada en serie al/a los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión.

50 Debido a que después del encendido, y de este modo, de la conexión a paso de corriente, el tiristor puentea el/los componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión, luego del encendido del tiristor ya no puede fluir una corriente de encendido, de manera que después de la degradación de un impulso de sobretensión y

de una reducción de la corriente de derivación que atraviesa el varistor bajo corriente de mantenimiento del tiristor, este puede retornar automáticamente al estado de bloqueo, en donde el/los componente/s con la característica de limitación de tensión conectado al tiristor limitan la tensión de bloqueo que regresa al valor de la tensión de limitación.

- 5 En el caso de un interruptor de tiristor, para la supresión o el apoyo a la supresión del interruptor de tiristor puede existir un dispositivo de supresión adecuado.

De manera alternativa, en lugar de estar diseñado como interruptor de tiristor, e interruptor también puede estar diseñado como un componente electrónico de potencia que puede ser desconectado.

- 10 Conforme a un diseño constructivo sencillo el/os componente/s electrónico/s con la característica de limitación de tensión se encuentran conformados, en cada caso, como un diodo Z o un varistor.

En lugar de un varistor, el dispositivo de limitación de sobretensión también puede presentar múltiples varistores conectados entre sí en paralelo. Preferentemente, la cantidad de varistores se encuentra adecuado a una capacidad de desviación de energía.

- 15 La invención, así como otros diseños ventajosos de la misma, se explican a continuación en detalle y con ayuda de ejemplos de ejecución conforme a las características de las reivindicaciones secundarias. Estas muestran:

FIG 1 una red de corriente continua con un dispositivo de limitación de sobretensión conforme a la invención,

FIG 2 una curva característica de tensión de corriente del dispositivo de limitación de sobretensión de la FIG 1 y

FIG 3 una ampliación ejemplar del dispositivo de limitación de sobretensión representado en la FIG 1.

- 20 La FIG 1 muestra una red de corriente continua 1, por ejemplo una red de corriente continua de alta tensión de un submarino, con una batería 2, y dos consumidores 3, 4 conectados en paralelo a la batería. En el caso del consumidor 4 se trata de un consumidor sensible a la tensión, como por ejemplo convertidores electrónicos de potencia y reguladores con condensadores electrolíticos del lado de la corriente continua. Para la protección de la batería 2, así como de cada uno de los consumidores 3, 4 la red de corriente continua 1 presenta dispositivos de protección 5, 6 que hacen posible una supresión selectiva de un cortocircuito. Así, por ejemplo, en serie con la
- 25 batería 2 se encuentra conectado un elemento de protección 5 que responde en el caso de un cortocircuito. A modo de ejemplo, en el caso del elemento de protección 5 se trata de un disyuntor electromecánico retardado con un reconocimiento de sobretensión y un periodo de retardo de, por ejemplo, > 100 ms. A cada uno de los consumidores 3, 4, en cambio, se encuentran asignados elementos de protección 6 que trabajan sin retardo o, al menos, presentan un retardo claramente menor que los elementos de protección 5. A modo de ejemplo, en el caso de los elementos
- 30 de protección 6 se trata de disyuntores electromecánicos sin retardo con un tiempo total de retardo de aprox. 30 ms (como se encuentra representado) o de fusibles con un periodo de retardo dependiente de la corriente de cortocircuito de < 1 a 10 ms, de manera que se puede lograr la selectividad de la supresión de cortocircuito.

- 35 La constante de tiempo en caso de cortocircuito con la que se incrementa la corriente es tan baja, por ejemplo < 1...3 ms, de manera que aún si se utilizan elementos de protección sin retardo la corriente de cortocircuito alcanza casi o completamente el valor de la corriente de cortocircuito estacionaria. Además, debido a la muy baja resistencia interna óhmica de las baterías, del cable de potencia, barras de distribución, etc. esta corriente de cortocircuito accionada por la batería es muy grande y puede ascender a varios 10 kA. En el caso de un cortocircuito en una salida de consumidor, aquí por ejemplo en el caso de un cortocircuito en el consumidor 3, el elemento de protección sin retardo asignado 6 se desconecta con esta corriente tan grande e impide otros daños por sobretensión en la
- 40 salida de consumidor afectada.

- Debido a la energía almacenada en las inductancias parásitas de la batería, los trayectos de cables, etc. (aquí representado de manera simplificada por una inductancia L), sin embargo, la corriente de cortocircuito alimentada por la batería 2 sigue fluyendo hasta que esa energía ha sido degradada o, por ejemplo, traspasada a acumuladores de energía capacitivos. La degradación de la energía almacenada en las inductancias parásitas se
- 45 realiza solo en una pequeña parte en el arco voltaico de los contactos que se abren o fusibles del elemento de protección del consumidor 5. La energía de la corriente de cortocircuito que no se degrada en el arco voltaico fluye a través de la red 1 a los otros consumidores conectados y puede conducir allí a sobretensiones considerables, de manera que, especialmente el consumidor sensible a la tensión 4, que generalmente no se encuentra dimensionado para sobretensiones considerables debido a cuestiones de costos, lugar y disponibilidad puede sufrir daños.

- 50 Por ello, en paralelo a la batería 2 y los consumidores 3, 4 se encuentra conectado un dispositivo de limitación de sobretensión 10. El dispositivo de limitación de sobretensión 10 comprende múltiples varistores 11 conectados entre sí en paralelo, que se encuentran conectados en serie a una conexión en paralelo 12 compuesta por un interruptor

electrónico 13 y uno o múltiples diodos Z 14 conectados en serie con una resistencia 15. En lugar de diodos Z también se pueden implementar varistores.

5 El interruptor electrónico 13 se encuentra conformado como un tiristor, cuya puerta se encuentra conectada a través de un conductor 16 con un empalme de conductor 18 entre la conexión en serie de los diodos Z 14 y la resistencia 15.

10 A través de la conexión en serie de los varistores 11 y los diodos Z 14 se encuentra definida una sobretensión de respuesta para una limitación de sobretensión, que es menor o igual a una sobretensión máxima admitida U_{max} de la red de corriente continua 1. En ese caso, los varistores 11 presentan una tensión de funcionamiento nominal permanente UNV, que es menor a una tensión de funcionamiento nominal permanente (por ejemplo $UN = 750V$) de la red de corriente continua 1. Además, los varistores 11 presentan una tensión de limitación U_B , que en una corriente de funcionamiento esperable es menor o igual a la sobretensión máxima admitida U_{max} de la red de corriente continua 1. La sobretensión máxima admitida U_{max} de la red 1 se encuentra solo un poco por encima de la tensión de funcionamiento nominal permanente UN de la red 1, por ejemplo solo un 30% por encima.

15 El modo de funcionamiento del dispositivo de limitación de sobretensión 10 se explica en detalla con ayuda de la FIG 2, que muestra una curva característica de tensión de corriente K del dispositivo de limitación de sobretensión 10. En ese caso, la corriente I se encuentra representada de manera logarítmica. La curva característica K se compone de una primera sección K1, conformado por la suma de las curvas características de los varistores 11 y de los diodos Z 14. A este se conecta una segunda sección K2, conformada únicamente por la curva característica de los varistores 11.

20 Cuando la tensión nominal UN se encuentra en el dispositivo de limitación de sobretensión 10, se ajusta un punto de trabajo A con una corriente I_A de, por ejemplo, 1mA en la curva característica K1. La corriente I_A fluye a través de los varistores 11 y los diodos Z 14, así como la resistencia 15.

25 En el caso de un incremento de la tensión U existente en el dispositivo de limitación de sobretensión 10, el punto de trabajo se desplaza a lo largo de la curva característica K1 en dirección a tensiones y corrientes de derivación más altas, hasta que se alcanza, en un punto B, una sobretensión de respuesta definida por la conexión en serie de los varistores 11 y de los diodos Z 14. En ese caso fluye una corriente tan grande I_B (por ejemplo $I_B = 0,5 A$) a través de la resistencia 15, que la tensión existente en la resistencia 15 y, de este modo, en la puerta del tiristor 13 enciende el tiristor 13 y lo conmuta a paso de corriente. Entonces, el tiristor 13 toma la corriente que fluye por los varistores 11. La resistencia 15 y el conductor 16 sirven como un dispositivo de control 19 para una conmutación del tiristor 13 a paso de corriente. De manera alternativa o complementaria al accionamiento del interruptor electrónico 13 por medio de la corriente que atraviesa los diodos Z 14 y el dispositivo de control 19, también se puede realizar un accionamiento del interruptor electrónico 13 mediante un dispositivo de control 20, con el que se realiza una valoración directa de la tensión U, existente y a limitar, en la disposición de conexión conforme a la invención de la red de corriente continua 1.

35 En el momento de la recepción de corriente por parte del tiristor 13 y su puenteo de los diodos Z 14, la sobretensión de respuesta del dispositivo de limitación de sobretensión 10 se reduce en un valor igual a la tensión de los diodos Z 14 y tiene lugar un salto desde el punto de funcionamiento B de la curva característica K1 a otro punto de funcionamiento C en la curva característica K2 El punto de funcionamiento C se encuentra en el rango de la limitación de sobretensión de los varistores 11.

40 Debido al trayecto de la resistencia, fuertemente no lineal y dependiente de la tensión, de los varistores 11, la corriente de derivación que atraviesa los varistores 11 y el tiristor 13 se incrementa muy rápidamente a un gran valor de corriente I_D (por ejemplo $I_D = 1000 A$) en el punto de funcionamiento DE y se degrada el impulso de sobretensión rico en energía. La cantidad de varistores 11 se encuentra adecuado a una capacidad de derivación de energía deseada.

45 Como el tiristor 13 puentea los diodos Z 14, después de un encendido del tiristor 13 ya no puede fluir corriente de encendido a través del empalme de conexión 16. Después de la degradación del impulso de sobretensión y una reducción de la corriente de derivación que atraviesa los varistores 11 por debajo de la corriente de mantenimiento del tiristor 13, esta regresa automáticamente a su estado de bloqueo. En ese caso, el punto de funcionamiento se desplaza sobre la curva característica K2 en dirección a tensiones que se reducen y las corrientes de derivación, hasta el punto de funcionamiento E, en el que el tiristor se vuelve a bloquear y los diodos Z 14 conectados en paralelo al tiristor 13 toman la corriente del tiristor 13. Esto genera un salto desde el punto E al punto F sobre la curva característica K1 y se vuelve a ajustar la sobretensión de respuesta definida por la conexión en serie de los varistores 11 y los diodos Z 14. Los diodos Z 14 limitan la tensión de bloqueo recurrente del tiristor al valor de la tensión de diodo Z. En el caso de un retorno de la tensión U que existe en el dispositivo de limitación de sobretensión 10 a la tensión nominal UN de la red de corriente continua 1, el punto de funcionamiento se desplaza desde el punto F y vuelva al punto A. De este modo, después de la degradación del impulso de sobretensión se ha vuelto a ajustar, de manera automática, el estado de partida del dispositivo de limitación de sobretensión 10.

5 Para la supresión automática del tiristor 13 es necesario que la transición del punto E de la curva característica K2 al punto F de la curva característica K1 se realice con una corriente que sea menor o igual a la corriente de mantenimiento del tiristor 13. Si debido a la elección necesaria de los componentes y los datos de los elementos de los componentes electrónicos utilizados en la conexión 10, especialmente del tiristor 13, esto no está dado o no se puede realizar, se requiere de una supresión o soporte de supresión del tiristor 13, como se encuentra indicado en una solución de conexión técnica ejemplar en la FIG 3.

La conexión representada ejemplarmente en la FIG 3 muestra una ampliación de la conexión conforme a la invención 10 con un dispositivo de supresión 30. El dispositivo de supresión 30 se describe solo en su principio y como ejemplo de una multiplicidad de soluciones técnicas posibles para la supresión de una corriente de tiristor.

10 En ese caso, una resistencia 31 sirve como resistencia de carga para un condensador de supresión 32. Para suprimir el tiristor 13 se cierra un interruptor 33, de manera que la energía almacenada en el condensador de supresión 32 provoca un flujo de corriente ILOE en el tiristor 13, cuya dirección de flujo es opuesta a la corriente IVAR, que en el momento de supresión deseado fluye a través de los varistores 11 y el tiristor 13. El valor de la corriente de supresión ILOE preferentemente debe ser mayor o casi igual al valor de la corriente IVAR al momento de la supresión. El valor y la duración de la corriente de supresión necesaria ILOE pueden ser alcanzados por un dimensionamiento adecuado del condensador de supresión 32 y de una resistencia que limite la corriente 34.

15 El interruptor 33 se puede conformar, preferentemente, como interruptor electrónico semiconductor. El accionamiento del interruptor 33 mediante una línea de control 35 se puede realizar mediante la valoración de la corriente IVAR que atraviesa el tiristor 13, de manera tal, que el interruptor 33 se cierre y, con eso, se suprima el tiristor cuando la corriente IVAR que atraviesa el tiristor no alcance un valor mínimo predefinido. De manera alternativa o complementaria, el accionamiento del interruptor 33 por medio de una línea de control 37 a través de una valoración directa de la tensión existente en la disposición de conexión 10 conforme a la invención, y que debe ser limitada, de la red de corriente continua 1 por medio del dispositivo de control 20 o a través de una valoración de la caída de tensión que atraviesa el tiristor 13 mediante un dispositivo de control 36 y el correspondiente accionamiento del interruptor 33 mediante la línea de control 40, para lo cual si no se alcanza una altura determinada de esta/s tensión/es, se suprime el tiristor 13 mediante el cierre del interruptor 33. En lugar de un tiristor 13 también se puede utilizar otro interruptor electrónico, como por ejemplo un IGBT. Especialmente se puede tatar también de una interruptor conectable y desconectable, cuyo estado de conexión sea controlado por un dispositivo de control que registra la corriente que fluye a través de los diodos Z 14 y el interruptor electrónico 13 y conmuta el interruptor a paso de corriente, cuando la corriente que fluye a través de los diodos Z 14 sobrepasa un valor límite predeterminado, o conmuta a bloqueo de corriente, cuando la corriente del interruptor no alcanza un valor límite predeterminado.

20 Con la cantidad de diodos Z 14 conectados en serie se puede elegir una tensión total deseada de los diodos Z y, de este modo, también la diferencia entre la tensión de respuesta en el caso de una corriente baja (de la conexión en serie de diodos Z 14 y varistores 11) y la tensión de limitación en el caso de una corriente alta (solo por los varistores 11). Mediante el diseño y el dimensionamiento adecuado de los elementos de conexión, la función de limitación de tensión del dispositivo de limitación de sobretensión 10 se puede adecuar en un amplio rango de energía, tensión y corriente a una sobretensión de respuesta deseada, una corriente que se debe derivar en el caso de limitación de tensión y a una tensión de limitación deseada en el caso de una corriente de derivación alta, en donde la limitación de tensión también es posible en el caso de, en comparación, diferencias bajas entre la tensión máxima admisible y la tensión de funcionamiento normal de la red.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) para redes de corriente continua (1), con un varistor (11), en donde el varistor (11) se encuentra conectado en serie a un circuito en paralelo (12) compuesta por un interruptor, preferentemente electrónico, (13) y un componente electrónico (14) con una característica de limitación de tensión, preferentemente una característica de diodo Z, o múltiples componentes electrónicos conectados en serie (14) con, en cada caso, una característica de limitación de tensión, preferentemente una característica de diodo Z, caracterizado por un dispositivo de control (19), que se encuentra dispuesto de manera tal, que cierra el interruptor (13) cuando la corriente que atraviesa el/los componente/s electrónico/s (14) con la característica de limitación de tensión sobrepasa un valor predeterminado.
- 10 2. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a la reivindicación 1, caracterizado por un dispositivo de control (20), dispuesto de manera tal, que cierra el interruptor (13) cuando la tensión a limitar sobrepasa un valor predeterminado.
- 15 3. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el interruptor (13) se encuentra conformado de manera tal, que se abre de manera automática o que el dispositivo de control (19, 20) o un dispositivo de supresión (30) para la corriente del interruptor se encuentra dispuesto de manera tal, que abre el interruptor (13) cuando la tensión a limitar no alcanza un valor predeterminado.
- 20 4. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el interruptor (13) se encuentra conformado de manera tal, que se abre de manera automática o que el dispositivo de control (19, 20) o un dispositivo de supresión (30) para la corriente del interruptor se encuentra dispuesto de manera tal, que abre el interruptor (13) cuando la tensión que atraviesa el interruptor (13) no alcanza un valor predeterminado.
- 25 5. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque a través de la conexión en serie del varistor (11) y el/los componente/s electrónico/s (14) con característica de limitación de tensión se encuentra definida una sobretensión de respuesta para una limitación de sobretensión que es menor o igual a una sobretensión máxima permitida (U_{max}) de la red de corriente continua (1).
- 30 6. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el varistor (11) presenta una tensión de funcionamiento nominal permanente (UNV) que es menor a la tensión nominal (UN) de la red de corriente continua (1).
- 35 7. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el varistor (11) presenta una tensión de limitación (U_B) que, en el caso de una tensión de fuga esperable es menor o igual a una sobretensión máxima permitida (U_{max}) de la red de corriente continua (1).
- 40 8. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cantidad de los componentes electrónicos conectados (14) con la característica de limitación de tensión se encuentra escogida de manera tal, que la suma de las tensiones de funcionamiento permanente de los componentes electrónicos (14) con la característica de limitación de tensión y la tensión de funcionamiento permanente (UNV) del varistor (11) es igual a la tensión nominal (UN) de la red de corriente continua (1).
- 45 9. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por una resistencia eléctrica (15) conectada en serie al/a los componente/s electrónico/s (14) con la característica de limitación de tensión, que se encuentra dimensionada de manera tal, que al alcanzar una sobretensión de respuesta del dispositivo de limitación de sobretensión (10) fluye una corriente I_n grande a través de la resistencia (15), que en la resistencia (15) recae una tensión suficiente para conmutar el interruptor (13) al estado de conexión, especialmente para conectar un tiristor.
- 50 10. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el interruptor (13) se encuentra conformado como tiristor.
11. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a la reivindicación 10, caracterizado por un dispositivo de supresión (30) para suprimir una corriente que atraviesa el tiristor.
12. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el/los componente/s electrónico/s (14) con la característica de limitación de tensión se encuentra/n conformado/s, en cada caso, como un diodo Z o un varistor.

13. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en lugar de un varistor (11) presenta múltiples varistores (11) conectados en paralelo.

14. Dispositivo de limitación de sobretensión (10) conforme a la reivindicación 13, caracterizado porque la cantidad de varistores (11) se encuentra adaptada a una capacidad de disipación de energía deseada.

FIG 1

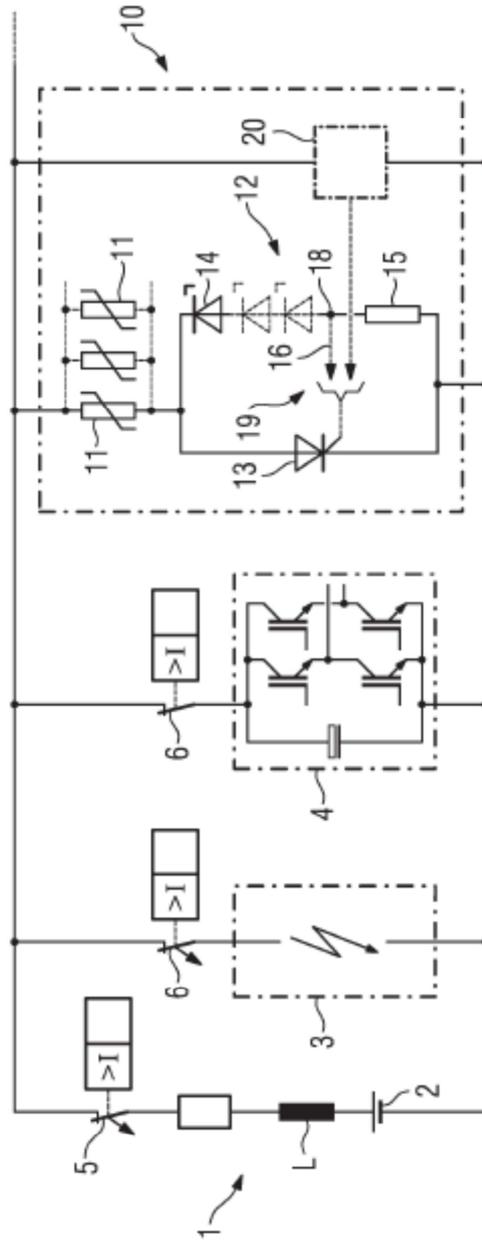


FIG 2

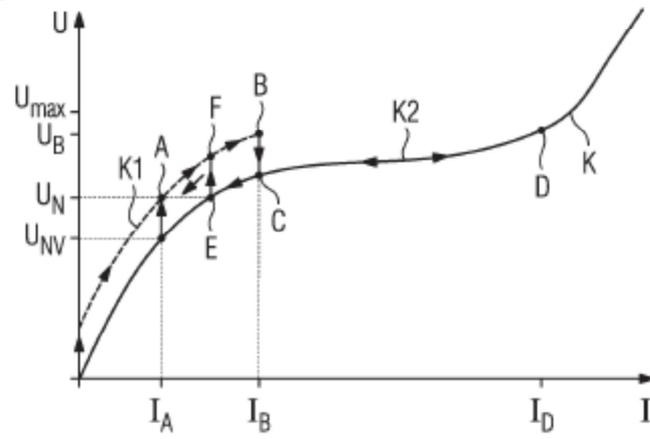


FIG 3

