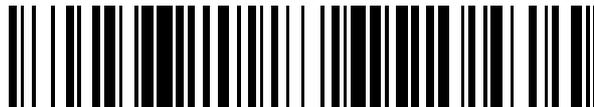


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 680**

51 Int. Cl.:

H01H 9/54 (2006.01)

H01H 33/59 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2013 PCT/EP2013/068663**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14048716**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2013 E 13763021 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2885801**

54 Título: **Disposición de desconexión para una red de corriente continua de alta tensión**

30 Prioridad:

25.09.2012 DE 102012217280

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

27.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ERGIN, DOMINIK;
GRIEPENTROG, GERD y
HARTMANN, WERNER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 606 680 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 desconexión para una red de corriente continua de alta tensión

5 La presente invención hace referencia a una disposición de desconexión para una red de corriente continua de alta tensión. La presente invención hace referencia, además, a un procedimiento para la operación de una disposición de desconexión para una red de corriente continua de alta tensión.

10 En redes de alta tensión generalmente se utilizan disposiciones de desconexión, con las que la corriente en caso de error (así como también corrientes de servicio) puede ser desconectada. Especialmente para la desconexión de corrientes continuas en redes de alta tensión los conmutadores eléctricos no pueden asumir solos el proceso de conmutación. El motivo es que la tensión del arco voltaico que se genera usualmente en los contactos del conmutador mecánico es muy baja respecto de la tensión de red impulsora. Es por ello que para la interrupción de corrientes continuas por lo general se utilizan así llamados conmutadores híbridos o conmutadores de potencia de corriente continua híbridos que se componen de una combinación de conmutador de potencia electrónica y mecánica. En ese caso, la corriente eléctrica es conducida en estado normal por el conmutador mecánico. En el caso de un proceso de desconexión la corriente primero conmutada del conmutador mecánico a la derivación de semiconductor. Para 15 que el arco voltaico en el conmutador mecánico se extinga, el conmutador de semiconductor primero debe ser conmutado al estado conductor. Luego de la extinción del arco voltaico y un tiempo para la resolidificación del trayecto de aislamiento se accionan correspondientemente los conmutadores de semiconductor, de manera que se crea una tensión con la que se desconecta la corriente en la red de CC. Sin embargo, para este proceso es necesario que la tensión de arco voltaico generada en el conmutador mecánico sea lo suficientemente grande para que el proceso de conmutación pueda tener lugar. Especialmente se debe superar estáticamente la tensión umbral de conmutadores de semiconductor utilizado hoy en día y conectados en serie de forma masiva. Adicionalmente, para el proceso dinámico también se deben considerar los descensos de tensión que se producen a través de las inductancias de dispersión en el circuito de conmutación.

25 En disposiciones de desconexión utilizadas hoy en día, para la desconexión de corrientes continuas en una red de alta tensión se conectan en serie, por ejemplo 10 conmutadores mecánicos, con una tensión eléctrica de 300 kV. Estos conmutadores mecánicos generalmente se encuentran conformados como tubos de conmutación de vacío. Cada uno de los tubos de conmutación de vacío genera, después de abrir los contactos, una tensión de arco voltaico de aprox. 30 voltios, lo que corresponde a una tensión de conmutación total de 300 voltios. En el caso de una tensión de red de 300 kV se deben conectar en serie, por ejemplo 140 conmutadores de semiconductor en forma de IGBT con una respectiva tensión de bloqueo de 3,3 kV, para poder generar una tensión de bloqueo adecuada. Cada conmutador de semiconductor presenta una tensión de flujo de aprox. 3 voltios, lo que corresponde a una tensión de conmutación mínima de 420 voltios. Por ello, en esta disposición ejemplar, la corriente no conmutaría del conmutador mecánico a la derivación de semiconductor y por ello no sería posible una desconexión de la corriente.

35 En este contexto, la WO 2011 057 675 A1 revela un dispositivo para desconectar una corriente continua en una red de alta tensión con un primer dispositivo de desconexión, que comprende una multiplicidad de conmutadores de semiconductor conectados en serie. En paralelo al primer dispositivo de desconexión se encuentra conectado un segundo dispositivo de desconexión que comprende una conexión en serie de un conmutador mecánico y de un conmutador de semiconductor. Además, en la publicación de J. Häfner y B. Jacobson "Proactive Hybrid HVDC Breakers - A key innovation for reliable HVDC grids" presentada en "The electric power system of the future - Integration supergrids and microgrids", International Symposium en Boloña, Italia, 2011 se describe una disposición de desconexión en la que un primer dispositivo de desconexión comprende una multiplicidad de conmutadores de semiconductor conectados en serie. El segundo dispositivo de desconexión, conectado en paralelo al primer dispositivo de desconexión comprende, como conmutador mecánico un así llamado desconector rápido, que se encuentra conectado en serie con un dispositivo de conmutación auxiliar que comprende un conmutador de semiconductor. Con el correspondiente accionamiento del conmutador de semiconductor en el dispositivo de conmutación auxiliar se puede generar una tensión eléctrica, que sobrepasa considerablemente la caída de tensión en el primer dispositivo de desconexión y, de este modo, permite el proceso de conmutación en el primer dispositivo de desconexión. Desventajoso en una disposición de este tipo es, que durante el funcionamiento normal la corriente siempre fluye a través del conmutador de semiconductor en el dispositivo de conmutación auxiliar y, de este modo, permanentemente se generan pérdidas que requieren del correspondiente esfuerzo permanente de refrigeración. Además, en el caso de una falla de la disposición de desconexión total y una consecuente corriente de cortocircuito no influenciada puede producirse una destrucción del dispositivo de conmutación auxiliar, ya que la corriente de cortocircuito que fluye sobrepasa la corriente de saturación del conmutador de semiconductor en el dispositivo de conmutación auxiliar.

55 Otra posibilidad consiste en generar una tensión negativa en la derivación de semiconductor del primer dispositivo de desconexión a los fines de la conmutación. Esto es posible, por ejemplo, si en la derivación de semiconductor se implementan, así llamadas, conexiones de puente integral con acumuladores de energía, por ejemplo condensadores.

Esto necesita, sin embargo, la implementación de módulos de puente integral, que por ejemplo presentan, en cada caso, cuatro derivaciones IGBTZ.

5 Finalmente, la DE 694 08 811 T2 describe un disyuntor de corriente continua para altas potencias y para ser utilizado en una línea de alta tensión de corriente continua. En este caso se encuentra conectado un elemento de semiconductor en paralelo a un conmutador mecánico. Cuando se abre el conmutador mecánico, en los contactos del conmutador mecánico existe una tensión de arco voltaico. Si esta tensión del arco voltaico sobrepasa un valor límite predeterminado, mediante un generador de impulso de control se pone a disposición una señal de encendido para el elemento semiconductor. De este modo se cierra el elemento semiconductor y así se conduce corriente a través del elemento semiconductor.

10 Es objeto de la presente invención, poner a disposición una disposición de desconexión de la clase antes mencionada, que pueda ser operada de forma más eficiente y fiable.

Conforme a la presente invención el objeto es resuelto por una disposición de desconexión con las características de la reivindicación 1, así como por un procedimiento con las características de la reivindicación 10. En las reivindicaciones secundarias se indican perfeccionamientos ventajosos de la presente invención.

15 La disposición de desconexión conforme a la invención para una red de corriente continua de alta tensión comprende un primer dispositivo de desconexión, que comprende una unidad de semiconductor y un segundo dispositivo de desconexión, conectado en paralelo al primer dispositivo de desconexión, y ese segundo dispositivo de desconexión comprende una primera unidad de conmutación mecánica y un dispositivo de conmutación auxiliar conectado en serie a la primera unidad de conmutación mecánica, en donde el dispositivo de conmutación auxiliar comprende una
20 segunda unidad de conmutación de semiconductor y en donde el dispositivo de conmutación auxiliar comprende una segunda unidad de conmutación mecánica que se encuentra conectada en paralelo a la segunda unidad de conmutación de semiconductor.

25 La disposición de desconexión puede ser utilizada, especialmente, para la desconexión de corrientes continuas en redes de alta tensión. Con la disposición de desconexión puede ser desconectada la corriente en caso de error, así como también la corriente de trabajo. En lo sucesivo, todas las desconexiones son denominadas "caso de error" por una cuestión de simplicidad, en donde se hace referencia también a desconexiones normales. La primera unidad de semiconductor del primer dispositivo de desconexión puede comprender múltiples conmutadores de semiconductor, que se encuentran conectadas eléctricamente en serie. Los respectivos conmutadores de semiconductor pueden estar conformados, por ejemplo, como IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor). La utilización de módulos semipunte también es posible. La primera unidad de conmutación mecánica en el segundo dispositivo de desconexión puede estar conformada por múltiples conmutadores mecánicos, conectados en serie. Para los conmutadores mecánicos pueden ser utilizados, preferentemente, tubos de conmutación en vacío. De este modo, por ejemplo, pueden estar conectados en serie diez tubos de conmutación en vacío, en donde cada uno de los tubos de conmutación en vacío puede aislar una tensión eléctrica de 30 kV. De este modo, con la primera unidad de conmutación mecánica se puede
30 poner a disposición una tensión total de bloqueo de 300 kV. El dispositivo de conmutación auxiliar conectado en serie a la primera unidad de conmutación mecánica comprende una conexión en paralelo de una segunda unidad de conmutación de semiconductor y una segunda unidad de conmutación mecánica. La segunda unidad de conmutación mecánica en el segundo dispositivo de desconexión puede estar conformada por múltiples conmutadores mecánicos, conectados en serie. Para la realización de la segunda unidad de conmutador de semiconductor se puede utilizar, por ejemplo, un conmutador de semiconductor, conformado por ejemplo como IGBT. En la práctica, por cuestiones de redundancia es más aconsejable la conexión en serie de menos conmutadores de semiconductor. También se puede pensar en la utilización de dos IGBT conectados de manera antiserie en el caso de una conmutación que trabaje de forma activa bipolar. Además se puede utilizar un semipunte o un puente integral con condensadores conectados.

35 Con el dispositivo de conmutación auxiliar se puede generar la tensión eléctrica necesaria con la desconexión de la corriente continua, para conmutar la corriente eléctrica del segundo dispositivo de desconexión al primer dispositivo de desconexión. En el funcionamiento normal la corriente eléctrica puede fluir a través de la primera y segunda unidad de conmutación mecánica. De este modo se pueden reducir considerablemente las pérdidas y se puede renunciar completamente a una refrigeración permanente de los conmutadores de semiconductor. Además, en el caso de una falla generalizada de toda la disposición de desconexión, se pueden cerrar la primera y la segunda unidad de
40 conmutación. De este modo, en el caso de un error dentro de la disposición de desconexión se descarta una destrucción de los elementos de conmutación semiconductores.

45 Con el dispositivo de conmutación auxiliar se puede generar la tensión eléctrica necesaria con la desconexión de la corriente continua, para conmutar la corriente eléctrica del segundo dispositivo de desconexión al primer dispositivo de desconexión. En el funcionamiento normal la corriente eléctrica puede fluir a través de la primera y segunda unidad de conmutación mecánica. De este modo se pueden reducir considerablemente las pérdidas y se puede renunciar completamente a una refrigeración permanente de los conmutadores de semiconductor. Además, en el caso de una falla generalizada de toda la disposición de desconexión, se pueden cerrar la primera y la segunda unidad de conmutación. De este modo, en el caso de un error dentro de la disposición de desconexión se descarta una destrucción de los elementos de conmutación semiconductores.

50 Preferentemente, la disposición de desconexión comprende un dispositivo de control para accionar la primera unidad de conmutación mecánica, la segunda unidad de conmutación mecánica, la primera unidad de conexión de semiconductor y la segunda unidad de conexión de semiconductor. El dispositivo de control puede comprender un
55 dispositivo de detección o estar conectado a uno, con el que se puede detectar una corriente errónea en la red de corriente continua de alta tensión. En caso de error la primera y la segunda unidad de conmutación mecánica así como la primera y la segunda unidad de conmutador de semiconductor pueden ser accionados de forma independiente entre

sí. En el primer conmutador de semiconductor de la primera unidad de desconexión los IGBT eventualmente pueden ser accionados de forma individual. Mediante correspondientes descargadores instalados en paralelo a estos IGBT se puede ajustar de manera variable una contratensión de desconexión. El circuito puede ser utilizado, además, para la limitación de corriente. De esta manera se puede garantizar un funcionamiento fiable de la disposición de desconexión.

5 En una forma de ejecución una tensión en estado de conducción de la segunda unidad de conmutador de semiconductor es menor que una tensión eléctrica, existente en contactos de la segunda unidad de conmutación mecánica cuando se abre la segunda unidad de conmutación mecánica. Cuando se abre la segunda unidad de conmutación mecánica en el dispositivo de conmutación auxiliar se puede formar una tensión de arco voltaico. Si la
10 segunda unidad de conmutación mecánica se encuentra conformada como tubo de conmutación en vacío, esta tensión de arco voltaico puede ser, por ejemplo, de 30 voltios. Esta tensión es suficiente para superar la tensión en estado de conducción o tensión umbral de la segunda unidad de conmutador de semiconductor, conectada en sentido de conducción. En ese caso, la segunda unidad de conmutador de semiconductor solo puede comprender uno o pocos IGBT, conectados eléctricamente en serie. Así, en el caso ideal no se genera un arco voltaico en la segunda unidad de conmutación mecánica, ya que la segunda unidad de conmutador de semiconductor es conectada más rápido en el sentido de conducción de lo que se abre el conmutador mecánico. Debido a la baja tensión en estado de conducción de la segunda unidad de conmutador de semiconductor, que por ejemplo solo puede ascender a pocos voltios, no se puede alcanzar la tensión mínima de alumbrado para el arco voltaico. Por lo demás, no es necesario un dispositivo de ajuste adicional, con el que se controle la tensión eléctrica en la segunda unidad de conmutación mecánica y con el que se abre la segunda unidad de conmutador de semiconductor mediante una señal de control correspondiente. De
20 esta forma se puede operar de manera especialmente eficiente la disposición de desconexión.

En otro diseño, el dispositivo de control se encuentra conformado para cerrar la primera y la segunda unidad de conmutación mecánica para el funcionamiento normal de la red de corriente continua de alta tensión. De este modo, en el funcionamiento normal, la corriente eléctrica fluye a través de la primera y la segunda unidad de conmutación mecánica. Debido a esto se generan solo pocas pérdidas eléctricas y se puede reducir el costo de refrigeración. De
25 esta forma se puede operar de manera especialmente eficiente en cuanto a la energía la disposición de desconexión.

En otro diseño, el dispositivo de control se encuentra conformado para abrir la segunda unidad de conmutación mecánica en el caso de error en la red de corriente continua de alta tensión. Si la corriente continua en la red de alta tensión debe ser abierta debido a un caso de error o corriente errónea, la segunda unidad de conmutación mecánica puede ser abierta de manera bastante rápida. De esta manera puede iniciarse de manera fiable la desconexión de la
30 corriente eléctrica.

De manera preferentemente, el dispositivo de control se encuentra conformado para conmutar en sentido de conducción la segunda unidad de conmutador de semiconductor en el caso de error. En este caso también puede estar previsto, que la segunda unidad de conmutador de semiconductor del dispositivo de conmutación auxiliar en modo de funcionamiento normal se encuentre conectado en paso. A más tardar cuando la corriente en la red de alta
35 tensión deba ser desconectada, se conecta la segunda unidad de conmutador de semiconductor en sentido de conducción. Si se abre la segunda unidad de conmutación mecánica, entre sus contactos existe una tensión eléctrica. En ese caso también puede suceder, que entre los contactos de la segunda unidad de conmutación mecánica se forme un arco voltaico. La tensión eléctrica entre los contactos es suficiente para superar la tensión umbral de la segunda unidad de conmutador de semiconductor. Cuando la corriente eléctrica fluye a través de la segunda unidad de conmutador de semiconductor, se extingue un posible arco voltaico en los contactos de la segunda unidad de conmutación mecánica. Ahora la unidad de conmutación mecánica puede receptor inmediatamente tensión eléctrica.

En otro diseño, el dispositivo de control se encuentra conformado para abrir la primera unidad de conmutación mecánica de la disposición de desconexión simultáneamente con la segunda unidad de conmutación mecánica o un tiempo predeterminado después de la segunda unidad de conmutación mecánica. La primera unidad de conmutación
45 mecánica puede ser abierta simultáneamente con la segunda unidad de conmutación mecánica. En este caso también se puede pensar, en que la segunda unidad de conmutación mecánica sea abierta un tiempo predeterminado después de la segunda unidad de conmutación mecánica, por ejemplo 0,1 hasta algunos 10 milisegundos. Esto hace posible, accionar la primera unidad de conmutación mecánica de forma individual e independiente de la segunda unidad de conmutación mecánica.

De manera preferentemente, el dispositivo de control se encuentra conformado para conmutar la segunda unidad de conmutación de semiconductor, después de abrir la primera unidad de conmutación mecánica, a un funcionamiento de bloqueo. De esta manera, con la segunda unidad de conmutador de semiconductor, conformada por uno o múltiples IGBT, se puede poner a disposición una tensión de bloqueo, por ejemplo de 2 kV. Cuando se abre la primera unidad de conmutación mecánica, entre los contactos de la primera unidad de conmutación mecánica se puede conformar un
50 arco voltaico y, de esta manera, existir una tensión de arco voltaico entre los contactos. La tensión de bloqueo puesta a disposición por la segunda unidad de conmutador de semiconductor se encuentra en serie con la tensión de arco voltaico en la primera unidad de conmutación mecánica. La tensión de bloqueo, generada en la segunda unidad de conmutador de semiconductor, es suficiente para conmutar la corriente eléctrica del segundo dispositivo de
55

desconexión al primer dispositivo de desconexión. Cuando la corriente eléctrica fluye a través del primer dispositivo de desconexión, también el arco voltaico en la primera unidad de conmutación mecánica puede extinguirse y se puede comenzar la desconexión en sí misma de la corriente eléctrica.

5 De manera alternativa, el dispositivo de control puede estar conformado para abrir la primera unidad de conmutación mecánica solo después de que una corriente eléctrica del segundo dispositivo de desconexión conmuta al primer dispositivo de desconexión. Si la primera unidad de conmutación mecánica se abre solo cuando la corriente eléctrica se ha conmutado completamente al primer dispositivo de desconexión o a la primera unidad de conmutador de semiconductor, entonces la primera unidad de conmutación mecánica idealmente se puede abrir sin corriente y no se genera arco voltaico en los contactos de la primera unidad de conmutación mecánica. De este modo se puede evitar de manera efectiva el desgaste de los contactos de la primera unidad de conmutación mecánica.

10 El procedimiento conforme a la invención para la operación de una disposición de desconexión para una red de corriente continua de alta tensión comprende la puesta a disposición de un primer dispositivo de desconexión, que comprende una primera unidad de conmutación de semiconductor y la puesta a disposición de un segundo dispositivo de desconexión, conectado en paralelo a un primer dispositivo de desconexión, y ese segundo dispositivo de desconexión comprende una primera unidad de conmutación mecánica y un dispositivo de conmutación auxiliar conectado en serie a la primera unidad de conmutación mecánica, en donde el dispositivo de conmutación auxiliar comprende, al menos, una segunda unidad de conmutación de semiconductor y la puesta a disposición de una segunda unidad de conmutación mecánica en el dispositivo de conmutación auxiliar, que se encuentra conectada en paralelo a la segunda unidad de conmutación de semiconductor.

15 Las ventajas y los perfeccionamientos descritos en relación con la disposición de desconexión conforme a la invención pueden ser transferidos de igual manera al procedimiento conforme a la invención.

Ahora la presente invención se explica más detalladamente con ayuda de los dibujos adjuntos. En este caso, la única figura muestra una representación esquemática de una disposición de desconexión para una red de corriente continua de alta tensión.

20 El ejemplo de ejecución explicado en detalle a continuación representa una forma de ejecución preferente de la presente invención.

La figura muestra en su totalidad una disposición de desconexión identificada con 10. La disposición de desconexión 10 puede ser utilizada para una red de alta tensión. La red de alta tensión puede presentar, por ejemplo, una tensión nominal de 300 kV. El dispositivo de desconexión 10 se encuentra conectado con una línea 26 de la red de corriente continua de alta tensión. La disposición de desconexión 10 presenta un primer dispositivo de desconexión 12 y un segundo dispositivo de desconexión 14, que se encuentran conectados eléctricamente en paralelo. El primer dispositivo de desconexión 12 comprende una primera unidad de conmutador de semiconductor 16. La primera unidad de conmutador de semiconductor 16 comprende una multiplicidad de conmutadores de semiconductor o componentes de semiconductor conectados en serie. Los conmutadores de semiconductor pueden estar conformados, respectivamente, como IGBT. El segundo dispositivo de desconexión 14 comprende una primera unidad de conmutación mecánica 18, que en la presente se encuentra representada por la conexión en serie de dos conmutadores individuales. Generalmente la primera unidad de conmutación mecánica comprende una multiplicidad de tubos de conmutación en vacío, que se encuentran conectados en serie. Además, el segundo dispositivo de desconexión 14 comprende un dispositivo de conmutación auxiliar 20, que se encuentra conectada eléctricamente en serie a la primera unidad de conmutación mecánica 18.

El dispositivo de conmutación auxiliar 20 comprende una conexión en paralelo de una segunda unidad de conmutación mecánica 24 y una segunda unidad de conmutador de semiconductor 22. La segunda unidad de conmutación mecánica 24 puede estar formada por una o múltiples tubos de conmutación en vacío. La segunda unidad de conmutador de semiconductor 22 puede estar formada por uno o múltiples IGBT. La segunda unidad de conmutador de semiconductor 22 también puede estar conformada por dos IGBT conectados en antiserie, por un semipunto o un puente integral con acumuladores de energía conectados en forma de condensadores.

45 Durante el funcionamiento normal de la red de corriente continua de alta tensión, la primera unidad de conmutación mecánica 18 y la segunda unidad de conmutación mecánica 24 se encuentran cerradas. También la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22 puede estar conmutada generalmente a estado de flujo durante el funcionamiento normal de la red de alta tensión. A más tardar con el comienzo de una desconexión necesaria se conmuta inmediatamente en sentido de conducción a la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22. Si se produce un caso de error en la red de corriente continua de alta tensión, el flujo de corriente en la línea eléctrica 26 debe ser desconectado o interrumpido. Para ello se abre primero la segunda unidad de conmutación mecánica 24. Si los contactos de la segunda unidad de conmutación mecánica 24 se abren, en los contactos puede producirse un arco voltaico. Como consecuencia del arco voltaico existe una tensión de arco voltaico de, por ejemplo, 30 voltios entre los contactos de la segunda unidad de conmutación mecánica 24. Esta tensión eléctrica es suficiente para superar la

5 tensión umbral de la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22. En el caso ideal no se genera un arco voltaico en los contactos de la segunda unidad de conmutación mecánica 24, ya que la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22 es conectada más rápido en la dirección de paso de lo que se abre la segunda unidad de conmutación mecánica 24. Por lo demás, debido a la baja tensión en estado de conducción de la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22, que por ejemplo puede ascender solo a unos pocos voltios, no se puede alcanzar la tensión mínima de alumbrado para un arco voltaico en la segunda unidad de conmutación mecánica 24.

10 Simultáneamente o un tiempo predeterminado de, por ejemplo, 0,1 a como máximo algunos 10 milisegundos después de abrir la segunda unidad de conmutación mecánica 24 también se abre la primera unidad de conmutación mecánica 18. Cuando la corriente eléctrica fluye a través de la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22, se extingue el arco voltaico en los contactos de la segunda unidad de conmutación mecánica 24. Ahora la segunda unidad de conmutación mecánica 24 puede receptor inmediatamente tensión eléctrica.

15 A continuación se acciona la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22 de manera tal, que en ella se genera una tensión de bloqueo alta. Así, por ejemplo, con un IGBT se puede poner a disposición una tensión de bloqueo de 2 kV. Después de abrir la primera unidad de conmutación mecánica 18, en los contactos de la primera unidad de conmutación mecánica 18 se forma, generalmente, un arco voltaico y entre los contactos existe una tensión de arco voltaico. La tensión de bloqueo generada por la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22 se encuentra en serie con esta tensión de arco voltaico. Es suficiente para conmutar la corriente eléctrica del segundo dispositivo de desconexión 14 al primer dispositivo de desconexión 12. Cuando la corriente eléctrica se ha conmutado al primer dispositivo de desconexión 12 o la primera unidad de conmutador de semiconductor 16, el arco voltaico en los contactos de la primera unidad de conmutación mecánica 18 se extingue y se puede comenzar la desconexión en sí misma de la corriente eléctrica.

25 En una forma de ejecución alternativa, la primera unidad de conmutación mecánica 18 solo se abre cuando la corriente eléctrica se ha conmutado por completo del segundo dispositivo de desconexión 14 al primer dispositivo de desconexión 12. De esta manera, la primera unidad de conmutación mecánica 18 idealmente se abre sin corriente y no se genera arco voltaico en los contactos de la primera unidad de conmutación mecánica 18. De este modo se puede evitar un desgaste de los contactos de la primera unidad de conmutación mecánica 18 debido a un arco voltaico.

30 Para proteger a la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22 de sobretensiones y sobrecorrientes, la segunda unidad de conmutación mecánica 24 del dispositivo de conmutación auxiliar 20 se vuelve a cerrar después del proceso de desconexión. De este modo se protege también en caso de una falla de la desconexión de la corriente eléctrica en la primera unidad de conmutador de semiconductor 16 y/o de la primera unidad de conmutación mecánica 18 a la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22 de sobretensiones y sobrecorrientes. Para la protección contra sobretensiones o para la protección de los semiconductores, en paralelo a cada IGBT se deben prever descargadores. Es decir, la unidad de conmutador de semiconductor 16 y 22 puede comprender un IGBT y un descargador conectado en paralelo al IGBT. También métodos usuales en la electrotecnia para la limitación de tensión, como por ejemplo la conexión en paralelo a la unidad de conmutador de semiconductor 22 de componentes limitadores de la tensión, son adecuados para proteger a la unidad de conmutador de semiconductor 22 de sobretensiones. Componentes limitadores de la tensión adecuados son, por ejemplo, diodos de avalancha, diodos Zener o varistores de óxido de metal, así como los así llamados circuitos snubber de condensadores, resistencias y, eventualmente, diodos.

40 La disposición de desconexión 10 presenta la ventaja, de que la corriente eléctrica en estado normal solo fluye a través de la primera unidad de conmutación mecánica 18 y la segunda unidad de conmutación mecánica 24. De este modo se producen menos pérdidas y se puede mantener bajo el costo de refrigeración. Además, en caso de una falla de la disposición de desconexión 10 se puede volver a cerrar la primera unidad de conmutación mecánica 18 y la segunda unidad de conmutación mecánica 24, por lo que en caso de una corriente de cortocircuito demasiado alta queda excluida la destrucción de la segunda unidad de conmutador de semiconductor 22. En el marco de una, así llamada, protección de backup, la declaración de error es asumida por un conmutador adicional.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de desconexión (10) para una red de corriente continua de alta tensión con
- un primer dispositivo de desconexión (12), que comprende una primera unidad de conmutación de semiconductor (16) y - un segundo dispositivo de desconexión (14), conectado en paralelo a un primer dispositivo de desconexión (12), y ese segundo dispositivo de desconexión comprende una primera unidad de conmutación mecánica (18) y un dispositivo de conmutación auxiliar (20) conectada en serie a la primera unidad de conmutación mecánica (18), en donde
 - el dispositivo de conmutación auxiliar (20) comprende una segunda unidad de conmutación de semiconductor (22), caracterizada porque
 - el dispositivo de conmutación auxiliar (20) comprende una segunda unidad de conmutación mecánica (24) que se encuentra conectada en paralelo a la segunda unidad de conmutación de semiconductor (22).
2. Disposición de desconexión (10) conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque la disposición de desconexión (10) comprende un dispositivo de control para accionar la primera unidad de conmutación mecánica (18), la segunda unidad de conmutación mecánica (24), la primera unidad de conmutación de semiconductor (16) y la segunda unidad de conmutación de semiconductor (22).
3. Disposición de desconexión (10) conforme a la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque una tensión en estado de conducción de la segunda unidad de conmutación de semiconductor (22) es menor que una tensión eléctrica, que se produce al abrir la segunda unidad de conmutación mecánica (24) en contactos de la segunda unidad de conmutación mecánica (24)
4. Disposición de desconexión (10) conforme a la reivindicación 2 o 3, caracterizada porque el dispositivo de control se encuentra conformado para cerrar la primera y la segunda unidad de conmutación mecánica (18, 24) para el funcionamiento normal de la red de corriente continua de alta tensión.
5. Disposición de desconexión (10) conforme a una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizada porque el dispositivo de control se encuentra conformado para abrir la segunda unidad de conmutación mecánica (24) en el caso de error en la red de corriente continua de alta tensión.
6. Disposición de desconexión (10) conforme a una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizada porque el dispositivo de control se encuentra conformado para conmutar en sentido de conducción la segunda unidad de conmutación de semiconductor (22) en caso de error.
7. Disposición de desconexión (10) conforme a una de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizada porque el dispositivo de control se encuentra conformado para abrir la primera unidad de conmutación mecánica (18) en el caso de error simultáneamente con la segunda unidad de conmutación mecánica (24) o un tiempo predeterminado después de la segunda unidad de conmutación mecánica (24).
8. Disposición de desconexión (10) conforme a una de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizada porque el dispositivo de control se encuentra conformado para conmutar la segunda unidad de conmutación de semiconductor (22), después de abrir la primera unidad de conmutación mecánica (18), a un funcionamiento de bloqueo.
9. Disposición de desconexión (10) conforme a una de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizada porque el dispositivo de control se encuentra conformado para, abrir la primera unidad de conmutación mecánica (18) solo después de que una corriente eléctrica del segundo dispositivo de desconexión (14) conmuta al primer dispositivo de desconexión (12).
10. Procedimiento para la operación de una disposición de desconexión (10) para una red de corriente continua de alta tensión mediante
- puesta a disposición de un primer dispositivo de desconexión (12), que comprende una primera unidad de conmutación de semiconductor (16) y
 - puesta a disposición de un segundo dispositivo de desconexión (14), conectado en paralelo a un primer dispositivo de desconexión (12), y ese segundo dispositivo de desconexión comprende una primera unidad de conmutación mecánica (18) y un dispositivo de conmutación auxiliar (20) conectado en serie a la primera unidad de conmutación mecánica (18), en donde el dispositivo de conmutación auxiliar (20) comprende, al menos, una segunda unidad de conmutación de semiconductor (22),

caracterizado por

- puesta a disposición de una segunda unidad de conmutación mecánica (24) en el dispositivo de conmutación auxiliar (20), que se encuentra conectada en paralelo a la segunda unidad de conmutación de semiconductor (22).

