

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 877**

51 Int. Cl.:

H01H 33/12 (2006.01)

H01H 9/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2012 PCT/EP2012/053804**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2013 WO13131557**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2012 E 12707106 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2823499**

54 Título: **Disyuntor de salto de arco y procedimiento de interrupción de circuito**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2017

73 Titular/es:
ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:
GATI, RUDOLF;
IORDANIDIS, ARTHOUROS;
GREUTER, FELIX y
ABPLANALP, MARKUS

74 Agente/Representante:
CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 638 877 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

Disyuntor de salto de arco y procedimiento de interrupción de circuito

5 Descripción

Aspectos de la invención se refieren a un disyuntor, especialmente uno para interrumpir corriente alterna, y a un procedimiento para interrumpir un circuito eléctrico, en particular corriente alterna que pasa por el circuito, mediante dicho disyuntor.

10

Antecedentes técnicos:

Para proteger los circuitos de sobrecorrientes, se disponen disyuntores que se activan y se abren en caso de una situación de fallo, interrumpiendo así un flujo de corriente significativo en el circuito. Los disyuntores se disponen generalmente como conmutadores mecánicos. Estos conmutadores presentan típicamente por lo menos dos contactos (contactos nominales), que inicialmente son presionados entre sí y conducen la corriente en funcionamiento normal. En este caso, los contactos nominales se definen como contactos separables que conducen una corriente operativa, o por lo menos una mayor parte principal de la corriente operativa (más del 50%), que pasa a través del interruptor cuando el interruptor está cerrado y en funcionamiento normal.

15

20

En caso de fallo, se activa un mecanismo que separa los dos contactos del conmutador. Si la corriente pasa en este instante, ésta seguirá pasando a través del espacio abierto calentando los contactos y/o el gas aislante que rodea los contactos, hasta que el material de los contactos y/o el gas se ionice y se vuelva conductor, es decir, se llegue a un estado de plasma. De este modo, se crea un arco eléctrico. El arco sólo puede mantenerse si la corriente, y con ella el calentamiento eléctrico del plasma, es suficientemente elevada. Éste suele ser el caso de condiciones de corriente de fallo.

25

Para interrumpir la corriente, el arco tiene que extinguirse. Esto puede conseguirse disminuyendo la corriente, y con ella la potencia de calentamiento por debajo de un cierto umbral, por debajo del cual el calentamiento no es suficiente para mantener el arco. El plasma se enfría y pierde su conductividad. Típicamente, tal situación solamente puede alcanzarse alrededor de un paso por cero de la corriente alterna, al igual que con corriente de desvanecimiento, el calentamiento del plasma también desaparece.

30

Por lo tanto, los disyuntores convencionales desconectan la corriente al pasar por cero. Sin embargo, debe tenerse en cuenta otro factor limitante para el rendimiento del disyuntor: Alrededor del paso por cero de la corriente, el perfil de corriente puede describirse de manera aproximada, en un diagrama de corriente a lo largo del tiempo, mediante una rampa lineal. Para una pendiente baja de la corriente (aumento lento de la corriente después del paso por cero) la capacidad de enfriamiento es mayor que el calentamiento durante un largo período de tiempo y, por lo tanto, es suficiente para aumentar la resistencia del arco y con ello desactivar la corriente. Por otro lado, si la pendiente de la rampa lineal se incrementa sucesivamente (hacia un aumento más elevado de la corriente después del paso por cero), a una cierta inclinación el período de enfriamiento no será suficientemente largo y el arco se reactivará después del paso por cero. Para una variedad de disyuntores, éste es uno de los principales factores limitantes del rendimiento.

35

40

Existe, por lo tanto, la necesidad de un disyuntor que reduzca el riesgo reactivación, incluso si el aumento de corriente después del paso por cero es relativamente elevado. El documento US 3 475 574 A describe un disyuntor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

45

Descripción de la invención

50

En vista de lo anterior, se dispone un disyuntor de acuerdo con la reivindicación 1 y un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16. Otras ventajas, características, aspectos y detalles que pueden combinarse con realizaciones descritas aquí son claras a partir de las reivindicaciones dependientes, la descripción y los dibujos.

55

De acuerdo con un aspecto, se dispone un disyuntor para interrumpir corriente alterna.

De acuerdo con otro aspecto, se dispone un procedimiento para interrumpir un circuito eléctrico de CA utilizando un disyuntor. El disyuntor comprende un par de elementos de contacto del disyuntor con un primer elemento de contacto del disyuntor y un segundo elemento de contacto del disyuntor, un elemento de contacto del arco, y un elemento rectificador de la corriente. El procedimiento comprende separar el par de elementos de contacto del disyuntor, de modo que se desarrolle un arco entre el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor, presentando el arco una corriente del arco entre el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor; hacer que una raíz del arco salte del segundo elemento de contacto del disyuntor al elemento de contacto del arco, de

60

5 modo que la corriente del arco sea conmutada del segundo elemento de contacto del disyuntor al elemento de contacto del arco, presentando la corriente del arco conmutada una primera dirección; pasar la corriente del arco conmutada a través de un elemento rectificador de la corriente conectado eléctricamente al elemento de contacto del arco; y, cuando la corriente del arco experimenta un paso por cero para invertir la dirección de la corriente del arco conmutada, bloquear la corriente del arco con el elemento rectificador de la corriente.

10 Una ventaja es que el elemento rectificador de la corriente permite que la corriente del arco pase solamente mientras la corriente del arco tenga la primera dirección. Después de que la corriente experimente un paso por cero y, por consiguiente, cambie de dirección, para tener la segunda dirección, la corriente es bloqueada por el elemento rectificador. De este modo, después del paso por cero, se bloquea el flujo de corriente hacia el elemento de contacto del arco a través del elemento rectificador de la corriente y la corriente no puede volver a reactivarse de esta manera.

15 Breve descripción de las figuras:

A continuación, se describen más detalles de aspectos y realizaciones de la invención con referencia a las figuras, en las cuales

20 Las figuras 1a a 1c son vistas esquemáticas de un disyuntor de acuerdo con una primera realización de la invención en una configuración cerrada (figura 1a) y durante la interrupción del circuito (figuras 1b y 1c);
 Las figuras 2a a 2c son vistas esquemáticas de un disyuntor de acuerdo con una segunda realización de la invención en una configuración cerrada (figura 2a) y durante la interrupción del circuito (figuras 2b y 2c);
 La figura 3 es una vista esquemática de un disyuntor de acuerdo con una tercera realización de la invención;
 La figura 4 es una vista esquemática de un disyuntor de acuerdo con una cuarta realización de la invención; y
 25 Las figuras 5a a 5d son vistas esquemáticas de un disyuntor de acuerdo con una quinta realización de la invención en una configuración cerrada (figura 5a) y durante la interrupción del circuito (figuras 5b a 5d).

Descripción detallada:

30 A continuación, se hará referencia en detalle a las diversas realizaciones, cuyos ejemplos se ilustran en las figuras. Cada ejemplo se da a modo de explicación y no pretender ser una limitación. Aquí, las características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden utilizarse en cualquier otra realización, o en combinación con la misma, para proporcionar todavía una realización adicional. Se pretende que la presente descripción incluya tales modificaciones y variaciones.

35 Antes de describir las figuras, se describirán algunos aspectos y realizaciones de la invención independientemente de las figuras.

40 Como aspecto ventajoso, el primer elemento rectificador de la corriente está configurado para dejar pasar la corriente del arco, siempre que la corriente del arco tenga la primera dirección después de haber saltado al elemento de contacto del arco, y está configurado para bloquear la corriente después de experimentar un paso por cero para tener la segunda dirección. Aquí, experimentar un paso por cero incluye el acercamiento de lo que sería un paso por cero sin llegar realmente al paso por cero de la corriente, ya que la corriente inversa está bloqueada. Sin embargo, el paso por cero es real y puede observarse, por ejemplo, en términos de la tensión.

45 Como aspecto ventajoso, el disyuntor está adaptado de manera que los flujos para la corriente y, de manera correspondiente, las trayectorias más favorables para el arco, son diferentes dependiendo de la dirección de la corriente.

50 En este caso, los elementos de contacto del disyuntor y los elementos de contacto del arco generalmente presentan una superficie conductora única. Los elementos de contacto del disyuntor y los elementos de contacto del arco pueden extenderse en el espacio y tienen una superficie extendida espacialmente que pueden recorrer a lo largo del arco. Tal caso se ilustra, por ejemplo, en la figura 3 (superficie 222a) el cual se describirá con más detalle a continuación. Incluso si el arco se desplaza a lo largo de una superficie de esta manera, esto no se considera como
 55 que ha experimentado un salto. En este caso, un salto del arco se define generalmente por el paso por la raíz del arco a través de una región aislada (eléctricamente no conductora).

60 Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto de la invención, se dispone una región (eléctricamente) aislada entre el elemento de contacto del arco y el segundo elemento de contacto del disyuntor, de manera que el arco salta del segundo elemento de contacto del disyuntor al elemento de contacto del arco a través de la región aislada. La región aislada puede ser, por ejemplo, un espacio aislante o un material dieléctrico. Como aspecto adicional, el elemento de contacto del arco y el segundo elemento de contacto del disyuntor pueden aislarse eléctricamente entre sí en el lado orientado hacia el arco del elemento rectificador de la corriente.

Como aspecto adicional, el elemento de contacto del arco y el segundo elemento de contacto del disyuntor están conectados eléctricamente a través del elemento rectificador de la corriente.

5 De acuerdo con un aspecto adicional, el elemento rectificador de la corriente está dispuesto en una derivación que está conectada eléctricamente en paralelo a la corriente de interrupción y/o está conectada eléctricamente en paralelo al flujo nominal de corriente. De este modo, ventajosamente, el elemento rectificador de la corriente está dispuesto en una derivación que no lleva la parte principal de la corriente nominal durante el funcionamiento normal, sino que está conectado en paralelo a ésta. De este modo, pueden evitarse pérdidas eléctricas debido al elemento
10 rectificador de la corriente. Dichas pérdidas reducirían la eficiencia durante el funcionamiento normal y, posiblemente, requerirían un enfriamiento adicional del elemento rectificador de la corriente. Disponiendo el elemento rectificador de la corriente en una derivación que está separada de la derivación principal que lleva la corriente nominal, pueden evitarse estos inconvenientes.

15 Los anteriores y cualquier otro aspecto descrito para el (primer) elemento de contacto del arco y el segundo elemento de contacto del disyuntor también pueden aplicarse al segundo elemento de contacto del arco (si está presente), y el primer elemento de contacto del disyuntor. Por ejemplo, si está presente, el segundo elemento de contacto del arco y el primer elemento de contacto del disyuntor pueden estar conectados eléctricamente a través del segundo elemento rectificador de la corriente.

20 De acuerdo con un aspecto adicional, los elementos de contacto del disyuntor son móviles entre sí para separar y/o conectar los elementos de contacto del disyuntor desde ellos y/o hacia ellos. De acuerdo con un aspecto adicional, el/(los) elemento(s) de contacto del arco es (son) estacionario(s).

25 De acuerdo con otro aspecto, el disyuntor comprende, además, una disposición de movimiento del arco para mover la raíz del arco del segundo elemento de contacto del disyuntor al elemento de contacto del arco. Por ejemplo, la disposición de movimiento del arco puede comprender un generador de campo magnético para generar un campo magnético que mueva la raíz del arco hacia el elemento de contacto del arco mediante una fuerza de Lorentz. Alternativamente o adicionalmente, la disposición de movimiento del arco puede comprender un dispositivo de
30 movimiento de contacto para mover por lo menos uno del primer elemento de contacto del disyuntor, el segundo elemento de contacto del disyuntor y el elemento de contacto del arco de manera que la distancia entre el primer contacto del disyuntor y el elemento de contacto del arco se vuelva menor que la distancia entre el primer elemento de contacto del disyuntor y el segundo elemento de contacto del disyuntor. Otros ejemplos de una disposición de movimiento del arco incluyen un dispositivo generador de gradientes de presión para generar un gradiente de
35 presión que empuje el arco hacia el elemento de contacto del arco; una disposición de soplado de gas para soplar una corriente de gas sobre el arco, empujando la corriente de gas el arco hacia el elemento de contacto del arco; y una disposición de descarga de alta tensión conectada al elemento de contacto del arco para inducir una descarga de alta tensión en el elemento de contacto del arco.

40 También, alternativamente o adicionalmente, la disposición de movimiento del arco puede configurarse para mover la raíz del arco respecto al elemento de contacto del arco en un tiempo inferior a 2 ms antes de que la corriente del arco experimente un paso por cero. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante una disposición de sincronización que sincronice el movimiento del (de los) elemento(s) de contacto del disyuntor(es) y el (los) elemento(s) de contacto del arco con la fase de la corriente alterna.

45 De acuerdo con un aspecto adicional, el primer elemento de contacto del disyuntor está configurado de manera que, cuando la raíz del arco salta del segundo elemento de contacto del disyuntor al elemento de contacto del arco, otra raíz del arco en otro extremo del arco permanece en el primer elemento de contacto del disyuntor de modo que la corriente del arco conmutada pasa entre el primer elemento de contacto del disyuntor y el elemento de contacto del
50 arco.

De acuerdo con otro aspecto, el disyuntor comprende, además, un segundo elemento de contacto del arco configurado de manera que, cuando la corriente del arco tiene la segunda dirección, una segunda raíz del arco salta del primer elemento de contacto del disyuntor al segundo elemento de contacto del arco, de manera que la corriente
55 del arco se conmuta del primer elemento de contacto del disyuntor al segundo elemento de contacto del arco mientras que la primera raíz de arco permanece en el segundo elemento de contacto del disyuntor; y un segundo elemento rectificador de la corriente conectado eléctricamente al segundo elemento de contacto del arco y configurado para pasar la corriente del arco conmutada que tiene la segunda dirección y para bloquear una corriente que tiene la primera dirección. Con estas modificaciones, cualquier descripción del (primer) elemento de contacto del arco y del (primer) elemento rectificador de la corriente de la presente invención también puede aplicarse al segundo
60 elemento de contacto del arco y al segundo elemento rectificador de la corriente.

- De acuerdo con otro aspecto, el elemento rectificador de la corriente comprende (o es) un dispositivo semiconductor de estado sólido, por ejemplo, un diodo o transistor (por ejemplo, un tiristor). En este caso, la dirección hacia adelante del elemento rectificador de la corriente puede ser la primera dirección y la dirección inversa puede ser la segunda dirección. Si está presente, el segundo elemento rectificador de la corriente puede comprender (o ser) un dispositivo semiconductor de estado sólido, por ejemplo, un diodo o transistor, para el cual la dirección hacia adelante es la segunda dirección y la dirección inversa es la primera dirección. El (primer y/o segundo) elemento rectificador de la corriente puede comprender, en particular, un par de tiristores conectados en paralelo y que tengan direcciones hacia adelante opuestas.
- El elemento rectificador de la corriente (que comprende generalmente un dispositivo semiconductor) puede incluir elementos adicionales. Por ejemplo, puede incluir un sistema o dispositivo para limitar la tensión a través del dispositivo semiconductor, tal como una resistencia o capacitancia paralela o, en el caso de que el dispositivo semiconductor sea un tiristor, puede comprender un interruptor de puerta que ponga el tiristor en modo bloqueo sólo si la corriente del arco se encuentra por debajo de un umbral de corriente predeterminado.
- De acuerdo con otro aspecto, el disyuntor comprende, además, una cámara de arco con placas divisoras, en la que el elemento de contacto del arco se encuentra dispuesto de manera que el arco conmutado atraviesa la cámara de arco y es dividido por las placas divisoras.
- De acuerdo con otro aspecto, el disyuntor comprende, además, un par de contactos nominales con un primer elemento de contacto nominal y un segundo elemento de contacto nominal conectados eléctricamente en paralelo al par de elementos de contacto del disyuntor. El par de elementos de contacto nominales pueden ser separables entre sí antes de la separación del par de elementos de contacto del disyuntor, para conmutar la corriente al par de elementos de contacto del disyuntor.
- De acuerdo con un aspecto adicional, el disyuntor comprende, además, una disposición de refrigeración para enfriar un espacio que emerge entre el par de elementos de contacto del disyuntor después de la separación del par de elementos de contacto del disyuntor. La disposición de enfriamiento puede incluir un sistema de boquillas de gas para soplar un gas de extinción de arco al espacio.
- De acuerdo con un aspecto adicional, se dispone un procedimiento para interrumpir un circuito eléctrico de CA mediante un disyuntor. El disyuntor comprende un par de elementos de contacto del disyuntor con un primer elemento de contacto del disyuntor y un segundo elemento de contacto del disyuntor, un elemento de contacto del arco y un elemento rectificador de la corriente. El procedimiento comprende:
- separar el par de elementos de contacto del disyuntor, es decir, separar entre sí el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor, de manera que se desarrolle un arco entre el par de elementos de contacto del disyuntor, es decir, entre el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor, entre el par de elementos de contacto del disyuntor;
 - hacer que una raíz del arco salte del segundo elemento de contacto del disyuntor al elemento de contacto del arco, de manera que la corriente del arco se conmute del segundo elemento de contacto del disyuntor al elemento de contacto del arco, presentando la corriente del arco conmutada una primera dirección;
 - pasar la corriente del arco conmutada a través de un elemento rectificador de la corriente conectado eléctricamente al elemento de contacto del arco;
 - cuando la corriente del arco experimenta un paso por cero para invertir la dirección de la corriente del arco conmutada para que sea una segunda dirección opuesta a la primera dirección, bloquear la corriente del arco con el elemento rectificador de la corriente.
- En particular, el disyuntor del procedimiento puede ser de acuerdo con cualquier otro aspecto o realización descrito aquí.
- Descripción detallada de las figuras y de las realizaciones:
- En la siguiente descripción de los dibujos, los mismos números de referencia se refieren a componentes iguales o similares. En general, sólo se describen las diferencias respecto a las realizaciones individuales. Salvo que se especifique lo contrario, la descripción de una parte o aspecto en una realización se aplica también a una parte o aspecto correspondiente en otra realización.
- Las figuras 1a a 1c son vistas esquemáticas de un disyuntor 10 de acuerdo con una primera realización de la invención. El disyuntor 10 tiene un par de elementos de contacto del disyuntor 22, 24. El primer elemento de contacto del disyuntor 22 está conectado a un primer terminal 12 a través de una línea 20a y el segundo elemento de contacto del disyuntor 24 está conectado a un primer segundo terminal 14 a través de una línea 20b.

El disyuntor 10 presenta, además, un par de elementos de contacto del arco 32, 34. Los elementos de contacto del arco 32, 34 se encuentran separados entre sí por un espacio. El primer elemento de arco 32 está conectado al segundo terminal 14 a través de un elemento rectificador de la corriente 36 y una línea 30b. De este modo, el primer elemento de arco 32 está conectado al segundo elemento de contacto del disyuntor 24 a través del elemento rectificador de la corriente 36 (y las líneas 30b, 20b). Del mismo modo, el segundo elemento de arco 34 está conectado al primer terminal 12, a través del segundo elemento rectificador de corriente 38 o adicional y la línea 30a.

La figura 1a muestra el disyuntor en una configuración cerrada. En este caso, los elementos de contacto del disyuntor 22, 24 están en contacto entre sí para establecer una trayectoria eléctrica entre los terminales 12 y 14 a través de la línea 20a, los elementos de contacto del disyuntor 22, 24 y la línea 20b. Los elementos de contacto del disyuntor 22, 24 son elementos de contacto nominales, es decir, la trayectoria que establecen en la configuración cerrada es una trayectoria de corriente nominal, a lo largo de la cual se activa una corriente operativa o por lo menos se dirige una parte principal de la corriente de funcionamiento (más del 50%). La corriente de funcionamiento es la corriente que pasa a través del interruptor cuando el interruptor está cerrado y en funcionamiento normal. La corriente 20 que pasa a través del interruptor está indicada por una línea gruesa y puede ser la corriente de funcionamiento normal descrita anteriormente, o alguna corriente de fallo, tal como una corriente de cortocircuito. La dirección de la corriente 20 se indica mediante la flecha "I".

El disyuntor 10 puede incluir otras partes que se omiten en la figura 1a. El disyuntor 10 puede ser de cualquier tipo que tenga dos elementos de contacto del disyuntor separables tal como, por ejemplo, un disyuntor aislado por gas o de vacío. En particular, el disyuntor puede incluir un alojamiento aislado con gas, un sistema de boquillas de extinción de arco y/o cualquier otro elemento comúnmente utilizado en disyuntores con dos elementos de contacto separables.

Para interrumpir la corriente 20, uno o ambos elementos de contacto del disyuntor 22, 24 se mueve(n) de manera que los elementos de contacto del disyuntor 22, 24 están separados entre sí. La configuración resultante se muestra en la figura 1b. En el mismo, se ha desarrollado un espacio 25 entre los elementos de contacto del disyuntor 22, 24. Tal como se ha descrito anteriormente, incluso después de que los elementos de contacto del disyuntor 22, 24 se hayan separado entre sí, la corriente 20, ahora también denominada corriente del arco, continúa pasando a través del espacio abierto 25 a través de un arco eléctrico 40. El arco se crea en el espacio 25 y se extiende entre una primera raíz del arco en los primeros elementos de contacto del disyuntor 22 y una segunda raíz del arco en los segundos elementos de contacto del disyuntor 24.

Después de la creación del arco 40 que se muestra en la figura 1b, se hace que su segunda raíz del arco salte del segundo elemento de contacto del disyuntor 24 al elemento de contacto del arco 32. De este modo, la segunda raíz del arco salta a través de un espacio aislado que se encuentra dispuesto entre el elemento de contacto del arco 32 y el segundo elemento de contacto del disyuntor 24.

El salto de la corriente se produce por una disposición de movimiento del arco que mueve (hace saltar) la raíz del arco del segundo elemento de contacto del disyuntor 24 al elemento de contacto del arco 32. La disposición de movimiento del arco no se muestra en detalle en las figuras 1a a 1c y puede implementarse de varias maneras.

Por ejemplo, la disposición de movimiento del arco puede incluir un generador de campo magnético para generar un campo magnético que mueva la raíz del arco respecto al elemento de contacto del arco 32 mediante una fuerza de Lorentz. El campo magnético puede ser generado por la propia corriente del arco. Para este fin, el primer y/o el segundo elemento de contacto del disyuntor 22 y/o 24 puede(n) incluir ranuras, debido a lo cual se fuerza a la corriente del arco a pasar a lo largo de una trayectoria adecuada después de la separación de los elementos de contacto del disyuntor 22 y 24. Esta corriente genera el campo magnético y, mediante una elección adecuada de la(s) dirección(es) de la trayectoria de la corriente, el campo magnético puede conformarse de manera que se fuerce el arco hacia el elemento de contacto del arco 32.

En otro ejemplo, el arco puede moverse debido al campo eléctrico en el contacto del arco que atrae el arco. Este campo eléctrico lo puede realizar el elemento de contacto del arco 32 que, en algún momento durante la apertura del disyuntor, se encuentra más cerca y/o menos protegido del primer elemento de contacto del disyuntor 22 que el segundo elemento de contacto del disyuntor 24. Entonces, debido a la mayor intensidad de campo en el elemento de contacto del arco 32, el arco salta al elemento de contacto del arco eléctrico. Por lo tanto, la disposición de movimiento del arco puede incluir un dispositivo de movimiento de contacto para mover el primer elemento de contacto del disyuntor 22, el segundo elemento de contacto del disyuntor 24 y/o el elemento de contacto del arco 32 de manera que las condiciones descritas anteriormente se realizan en algún momento durante la apertura del disyuntor. Por ejemplo, la distancia 22-32 (es decir, la distancia entre el primer elemento de contacto del disyuntor 22 y el elemento de contacto del arco 32) puede ser en primer lugar mayor que la distancia 22-24 (es decir, la distancia entre el primer elemento de contacto del disyuntor 22 y el segundo elemento de contacto del disyuntor 24), pero el

dispositivo de movimiento de contacto puede mover los contactos de manera que en algún punto después de la separación de los elementos de contacto 22 y 24, la distancia 22-32 sea menor que la distancia 22-24. Además, el elemento de contacto del arco 32 puede estar configurado con una curvatura mayor que el segundo elemento de contacto del disyuntor 24 y/o puede estar dispuesto para proteger parcialmente el segundo elemento de contacto del disyuntor 24 después de la separación de los elementos de contacto 22 y 24.

Como otro ejemplo de una disposición de movimiento del arco, puede disponerse un dispositivo generador de gradientes de presión para generar un gradiente de presión que empuje el arco hacia el elemento de contacto del arco. El dispositivo generador de gradientes de presión puede realizarse mediante una pared de ablación que se encuentre dispuesta de manera que pueda ser eliminada por el arco cuando el arco quema entre el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor generándose, de este modo, el gradiente de presión.

Como otro ejemplo, puede disponerse una disposición de soplado de gas para soplar una corriente de gas sobre el arco, de manera que la corriente de gas empuje el arco hacia el elemento de contacto del arco eléctrico. La disposición de soplado de gas puede realizarse mediante un sistema de boquillas que puede conectarse, por ejemplo, a una cámara de calentamiento del tipo de auto-explotación y/o a un depósito de gas a presión. La disposición de soplado de gas puede incluir, en un ejemplo, una geometría similar a una chimenea con una cámara de chimenea que tenga unas aberturas en la parte inferior y en la parte superior.

Alternativamente, el arco puede moverse por una disposición de descarga de alta tensión conectada al elemento de contacto del arco para inducir una descarga de alta tensión en el elemento de contacto del arco eléctrico. La descarga de alta tensión genera entonces un campo eléctrico suficiente para atraer el arco al elemento de contacto del arco, y/o para activar - y, de este modo, mover - el arco en el elemento de contacto del arco. Además, la disposición de movimiento del arco puede incluir una combinación de diversos ejemplos descritos aquí.

El resultado del salto de arco se muestra en la figura 1c: El arco 40 se extiende entre el primer elemento de contacto del disyuntor 22 (en el cual está todavía situada la primera raíz del arco) y el elemento de contacto del arco 32 (al cual ha saltado la segunda raíz del arco, es decir, se ha desplazado espacialmente de manera discontinua). De manera correspondiente, la corriente del arco 20 se conmuta del segundo elemento de contacto del disyuntor 24 al elemento de contacto del arco 32.

El flujo global de la corriente conmutada 20, después del salto del arco 40, se muestra como una línea gruesa en la figura 1c: La corriente pasa desde el terminal 12 a través de la línea 20a hacia el primer elemento de contacto del disyuntor 22 (como antes). Entonces, la corriente conmutada pasa a través del arco 40 hacia el elemento de contacto del arco 32, y después a través del elemento rectificador de la corriente 36 y la línea 30b hacia el terminal 14.

Las figuras 1a a 1c muestran estados dentro de un semiciclo de CA simple, dentro del cual la corriente no experimenta un paso por cero. Así, en todas las figuras 1a a 1c, la corriente pasa en la misma dirección, es decir, de izquierda a derecha, tal como se indica por la flecha I. Esta dirección también se denomina primera dirección. En algún momento después del estado mostrado en la figura 1c, la corriente alterna experimenta un paso por cero y cambia de dirección, es decir, la corriente va entonces en una segunda dirección opuesta a la primera dirección (de derecha a izquierda).

En el paso por cero, el arco se extingue de manera conocida, ya sea porque no se mantiene debido a la corriente temporalmente baja, o posiblemente utilizando un sistema de extinción de arco adicional (no mostrado en las figuras 1a a 1c), tal como un sistema de boquillas para provocar el soplado de un gas de refrigeración sobre el arco, y/o unas placas de división de arco, tal como se muestra en la figura 3. Sin embargo, en la ubicación del arco puede quedar todavía gas ionizado u otros portadores de carga, y en los interruptores previamente conocidos estos portadores de carga que quedan provocaron un riesgo de reactivación del arco después del paso por cero, tal como se ha descrito anteriormente.

Por el contrario, en el disyuntor de la figura 1c el riesgo de reactivación se reduce de la siguiente manera: después del paso por cero, cuando la corriente ha cambiado de dirección para presentar la segunda dirección, el elemento rectificador de la corriente 36 bloquea la corriente: El elemento rectificador de la corriente 36 asegura que el arco no se reactivará en el contacto del arco 32. Por lo tanto, el flujo de corriente 20 de la figura 1c no está disponible después de que la corriente haya cambiado de dirección, y se impide que la corriente pase a través de la trayectoria que tomó antes.

En cambio, con la corriente que tiene la segunda dirección, el único lugar que queda para que se desarrolle un arco sería en el segundo contacto del disyuntor 24. Sin embargo, debido al salto de arco anterior (transición de la figura 1b a la figura 1c), el gas en el espacio entre los contactos disyuntores 22, 24 y especialmente cerca del contacto 24, ha tenido tiempo adicional para enfriarse mientras el arco ha estado ardiendo en un lugar diferente (en el contacto

del arco 32). De este modo, el gas ya está frío y en la región del segundo contacto del disyuntor 24 no queda una cantidad significativa de portadores de carga. Por lo tanto, el riesgo de reactivación del arco se reduce perceptiblemente.

5 De este modo, debido al elemento de contacto del arco 32 en combinación con el elemento rectificador de la corriente 36, se obtiene un tiempo adicional, durante el cual el espacio entre los elementos de contacto del disyuntor 22, 24 puede enfriarse mientras el arco se quema en otro lugar, por ejemplo, en el elemento de contacto del arco 32. Además, el elemento rectificador de la corriente 36 suprime la reactivación en el elemento de contacto del arco 32. Por lo tanto, el efecto del elemento de contacto del arco 32 en combinación con el elemento rectificador de la corriente 36 es que se mejora el rendimiento de interrupción del disyuntor.

15 El segundo elemento de contacto del arco 34 y el segundo elemento rectificador de la corriente 38 son inactivos para la interrupción del circuito que se muestra en las figuras 1a a 1c. Estos elementos 34, 38 sólo desempeñan un papel para interrumpir una corriente en la otra media fase de la corriente alterna, cuando la corriente inicial pasa de derecha a izquierda, es decir, en la dirección opuesta a la corriente mostrada en las figuras 1a a 1c. En este caso, se produce una versión horizontalmente invertida de la operación de interrupción descrita anteriormente, en la que el primer y el segundo elemento de contacto del arco 32, 34; el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor 22, 24; y los primeros y segundos elementos rectificadores de corriente 36, 38 están intercambiados, respectivamente.

20 En una realización alternativa, el segundo elemento de contacto del arco 34, el segundo elemento rectificador de la corriente 38 y la segunda línea 30a también pueden omitirse, ahorrando así costes. En este caso, la operación de interrupción ventajosamente mejorada sólo puede realizarse cuando la corriente pasa en la dirección mostrada en las figuras 1a a 1c. Si la corriente pasa en la dirección opuesta, puede esperarse un semiciclo adicional hasta que la corriente tenga la dirección apropiada.

30 Las figuras 2a a 2c son vistas esquemáticas de un disyuntor 100 de acuerdo con una segunda realización de la invención. El disyuntor 100 tiene un par de elementos de contacto del disyuntor 122, 124 conectados a un primer o un segundo terminal 112, 114, respectivamente, de la misma manera que en la realización de las figuras 1a a 1c. El disyuntor 100 tiene, además, un elemento de contacto del arco 132 que corresponde al elemento de contacto del arco 32 de las figuras 1a a 1c. El elemento de arco 132 está conectado al segundo terminal 114 a través de un elemento rectificador de corriente 136 y una línea 130 que corresponden a los elementos 36 y 30b de las figuras 1a a 1c, respectivamente. Salvo que se indique lo contrario, la descripción de los elementos de las figuras 1a a 1c también se aplica a los elementos correspondientes de las figuras 2a a 2c.

35 En las figuras 2a a 2c, el elemento rectificador de la corriente 136 comprende un par de tiristores 136a, 136b. Los tiristores 136a, 136b son antiparalelos, es decir, están conectados en paralelo y tienen direcciones hacia adelante opuestas entre sí.

40 Durante el funcionamiento nominal, los tiristores 136a, 136b están desactivados, de manera que éstos - y, por consiguiente, el elemento rectificador de la corriente 136 - no permiten que pase la corriente. En cambio, la única trayectoria disponible para la corriente es a través de la trayectoria de corriente nominal 120, es decir, a través de los elementos de contacto del disyuntor 122, 124.

45 En el caso de un fallo o una sobrecorriente, el dispositivo se activa y los elementos de contacto del disyuntor 122, 124 se separan entre sí, tal como se muestra en la figura 2b, de la misma manera que se ha descrito anteriormente respecto a la figura 1b. En particular, entre los elementos de contacto del disyuntor 122, 124 se crea un arco eléctrico 140.

50 Sin embargo, por el momento, los tiristores 136a, 136b todavía no se encuentran todavía activados. Consecuentemente, no puede pasar corriente a través de ellos y, por lo tanto, se fuerza al arco a continuar la combustión entre los elementos de contacto del disyuntor 122, 124, tal como se muestra en la figura 2b. De esta manera, puede suprimirse un salto de arco durante algún tiempo, incluso si el disyuntor 100 tiene un mecanismo de salto de arco tal como se ha descrito anteriormente respecto a las figuras 1a a 1c.

55 Por ejemplo, puede ser ventajoso esperar con el salto de arco hasta que la corriente se aproxime al paso por cero (por ejemplo, por debajo de cierto valor de corriente umbral). Para este fin, el disyuntor 100 comprende un dispositivo de medición de corriente y un dispositivo de control que está configurado para activar los tiristores 136a, 136b sólo cuando la magnitud de la señal de corriente medida (y posiblemente procesada, por ejemplo, suavizada o ajustada) ha caído por debajo de un valor umbral. Esto permite evitar de manera fiable una degradación de los tiristores 136a, 136b e, sin necesidad de dimensionar los tiristores para soportar una corriente máxima del disyuntor.

5 Cuando ha llegado el momento apropiado para que salte el arco, los tiristores 136a, 136b se activan aplicando una señal de activación (por ejemplo, un impulso de corriente o de tensión) a sus puertas. La señal de activación provoca que el tiristor con polarización directa 136a, 136b (en este caso, el tiristor 136b) se vuelva conductor, mientras que no tiene efecto sobre el tiristor de polarización inversa 136a. Alternativamente, la señal de activación puede aplicarse solamente al tiristor de polarización directa 136b.

10 De este modo, el elemento rectificador de la corriente 136 se vuelve conductor para la corriente I. Esto permite que la segunda raíz del arco salte del segundo elemento de contacto del disyuntor 124 al elemento de contacto del arco 132, tal como ya se ha descrito respecto a las figuras 1b y 1c anteriores. El arco conmutado se mantiene por la corriente que pasa a través del elemento rectificador de la corriente 136. La configuración resultante se muestra en la figura 2c: En la misma, el flujo de corriente, indicado por una línea gruesa, es análogo al flujo de corriente de la figura 1c.

15 En algún momento después del estado mostrado en la figura 2c, la corriente AC experimenta un paso por cero y cambia de dirección (de la primera dirección a la segunda dirección opuesta). En el paso por cero, el arco se extingue. Además, después del paso por cero, cuando la corriente ha cambiado de dirección para tener la segunda dirección, el tiristor 136b se convierte en polarización inversa y, por lo tanto, deja de ser conductor. Como resultado, el elemento rectificador de la corriente 136 bloquea ahora la corriente. Como consecuencia, se impide que la corriente tome el camino (línea gruesa) de la figura 2c que tomó antes. De este modo, de la misma manera que se describió respecto a la figura 1c, el único lugar que queda para que se desarrolle un arco sería en el segundo contacto del disyuntor 124, en el que el gas ya se ha enfriado.

20 El tiristor de polarización inversa inicial 136a es inactivo para la interrupción del circuito que se muestra en las figuras 2a a 2c. Este tiristor sólo desempeña un papel para interrumpir una corriente en la otra media fase de la corriente alterna, cuando la corriente inicial pasa en la dirección opuesta a la corriente mostrada en las figuras 2a a 2c. En este caso, las funciones de los tiristores 136a y 136b se intercambian.

30 La segunda realización se controla activamente activando los tiristores 136a y 136b. Esto puede requerir un control más elaborado en comparación con la primera realización. Como ventaja, la activación activa permite un control directo del tiempo en el que el arco salta al contacto del arco 132. Por ejemplo, puede provocarse que el arco salte en un tiempo inferior a 2 ms antes de que la corriente del arco experimente un paso por cero. Tal como se ha comentado anteriormente, esto puede permitir un funcionamiento fiable incluso con tiristores que funcionan por debajo de la corriente nominal máxima del disyuntor.

35 En una variante de la segunda realización, sólo se requiere disponer uno de los tiristores 136a y 136b, omitiéndose el otro, ahorrando así costes. En este caso, la operación de interrupción ventajosamente mejorada sólo puede realizarse cuando la corriente pasa en una dirección predeterminada, por ejemplo, la primera dirección. Si la corriente está pasando en la dirección opuesta, puede esperarse un semiciclo adicional hasta que la corriente tenga la dirección apropiada.

40 Todavía en otra variación adicional de la segunda realización o su variación anterior, el (los) tiristor(es) 136a y/o 136b pueden reemplazarse por otro(s) dispositivo(s) transistor(es), tal como uno o más IGBTs. En este caso, los dispositivos transistores no pueden volverse automáticamente inactivos (no conductores) cuando la corriente cambia de dirección, sino que puede ser necesario controlarlos para que se vuelvan inactivos, por ejemplo, mediante un dispositivo de control que detenga la aplicación de una tensión de puerta al (a los) dispositivo(s) transistor(es) cuando una señal de corriente medida indica un paso por cero de la corriente.

50 La figura 3 es una vista esquemática de un disyuntor 200 de acuerdo con una tercera realización de la invención. Su configuración básica corresponde a la realización de las figuras 2a a 2c: El disyuntor 200 tiene un par de elementos de contacto del disyuntor 222, 224 conectados a un primer y un segundo terminal 212, 214, respectivamente; un elemento de contacto del arco 232 conectado al segundo terminal 214 a través de un elemento rectificador de la corriente 236 y una línea 230. Estos elementos corresponden a los elementos 122, 124, 112, 114; 132, 114, 136 y 130 de las figuras 2a a 2c, respectivamente. Salvo que se indique lo contrario o sea evidente de otro modo, la descripción de los elementos de las figuras 2a a 2c y de su función también se aplica a los elementos correspondientes de las figuras 3a a 3c. El elemento de contacto del arco 232 está separado del segundo elemento de contacto del disyuntor 224 por un espacio (región) eléctricamente aislante 233. Por consiguiente, el elemento de contacto del arco 232 y el segundo elemento de contacto del disyuntor 224 están conectados eléctricamente sólo a través del elemento rectificador de la corriente 236.

60 El primer elemento de contacto del disyuntor 222 define una superficie de guía del arco 222a. Del mismo modo, el segundo elemento de contacto del disyuntor 224 y el elemento de contacto del arco 232 (o sólo uno de ellos, dependiendo de la posición de la zona aislante 233 entre ellos) definen una superficie de guía del arco opuesta adicional. Estas dos superficies de guía del arco mutuamente opuestas delimitan una cámara del arco, y se

5 extienden desde los elementos de contacto del disyuntor 222, 224 en un extremo de la cámara del arco, hasta una pila de placas divisorias 250 en el otro extremo de la cámara del arco. El elemento de contacto del arco 232 y la superficie de guía de arco 222a, es decir, las dos superficies de guía de arco opuestas, están dispuestos de manera que el arco se hace circular a través de la cámara del arco desde los elementos de contacto del disyuntor 222, 224 hacia las placas divisorias 250 y posteriormente es dividido por las placas divisorias 250.

10 La superficie de guía del arco 222a forma una única unidad conectada eléctricamente con el elemento de contacto del disyuntor 222 y, por lo tanto, se considera que forma parte del elemento de contacto del disyuntor. Generalmente, los elementos de contacto del disyuntor y los elementos de contacto del arco presentan una única superficie conductora respectiva y pueden extenderse espacialmente. De este modo, incluso si el arco se desplaza a lo largo de la superficie 222a, el arco sigue siendo considerado como perteneciente al mismo elemento de contacto del disyuntor 222 y no ha experimentado un salto. Un salto del arco es a través de una región aislante 233, por ejemplo, no conductora 233 que separa el elemento de contacto del disyuntor 224 del elemento de contacto del arco 232.

15 La operación de interrupción del disyuntor 200 es análoga a la operación de interrupción que se ha descrito respecto a las figuras 2a a 2c. Además, después de que el arco ha saltado hacia el elemento de contacto del arco 232 (correspondiente a la situación de la figura 2c), se hace que el arco se desplace hacia la pila de placas divisorias 250, donde el arco se divide. Esto mejora adicionalmente el enfriamiento del arco y, al mismo tiempo, la separación de las trayectorias del arco antes y después del paso por cero de la corriente. Por lo tanto, el riesgo de reactivación se reduce todavía más.

20 En la figura 3, el elemento rectificador de la corriente 236 se muestra como un par de tiristores conectados en paralelo y que tienen direcciones hacia delante opuestas, es decir, correspondientes a la segunda realización. En una variante de esta realización, puede utilizarse cualquier otro elemento rectificador de la corriente descrito aquí, por ejemplo, un solo tiristor, o un diodo tal como se ha descrito respecto a la primera realización. En el caso de un diodo, puede disponerse opcionalmente un segundo diodo correspondiente al diodo 38 de las figuras 1a a 1c.

25 La figura 4 es una vista esquemática de un disyuntor 300 de acuerdo con una cuarta realización de la invención. El disyuntor 300 incluye todos los elementos del disyuntor 10 de la primera realización, se hace referencia a su descripción anterior. Además, el disyuntor 300 contiene, además, un primer elemento de contacto nominal 352 y un segundo elemento de contacto nominal 354, que son separables entre sí.

30 El par de elementos de contacto nominales 352, 354 están conectados eléctricamente en paralelo al par de elementos de contacto del disyuntor 22, 24 (véase la figura 1a). Los elementos de contacto nominales 352, 354 tienen una resistividad muy baja y, por lo tanto, aseguran que las pérdidas debidas a la resistividad en los contactos se minimicen durante el funcionamiento normal. En este momento, la parte principal fluye a lo largo de la trayectoria de corriente nominal 320 y a través de los elementos de contacto nominales 352, 354.

35 Para abrir el disyuntor 300, los elementos de contacto nominales 352, 354 están adaptados para separarse entre sí antes de la separación del par de elementos de contacto del disyuntor 22, 24. Cuando los elementos de contacto nominales 352, 354 están separados entre sí, la corriente se conmuta al par de elementos de contacto del disyuntor, a través de la trayectoria de la corriente 330. A continuación, el resto de la operación de interrupción de corriente es tal como se describe respecto a las figuras 1a a 1c.

40 Los elementos de contacto nominales adicionales 352, 354 tienen la ventaja de que no se degradan por el arco que se desarrolla cuando el disyuntor está completamente abierto. Por lo tanto, incluso si los contactos del disyuntor 22, 24 están ligeramente degradados por un arco de este tipo, la conductividad del disyuntor durante el funcionamiento normal no se degrada significativamente.

45 Las figuras 5a a 5d son vistas esquemáticas de un disyuntor 400 de acuerdo con una quinta realización de la invención. La figura 5a muestra el disyuntor 400 en una configuración cerrada.

50 El disyuntor 400 tiene un par de garras 450a y 450b en contacto con un primer terminal 412, y un eje de contacto 450c en contacto con un segundo terminal 414. El eje de contacto 450c es móvil a lo largo de un eje (aquí, por ejemplo, horizontalmente) respecto al par de garras 450a y 450b y, por lo tanto, es separable del par de garras 450a y 450b.

55 La garra 450b presenta una zona de contacto 452 que está en contacto (separable) con una zona de contacto correspondiente 454 (superficie inferior) del eje de contacto 450c. De este modo, las áreas de contacto 452 y 454 son elementos de contacto nominales que corresponden a los elementos de contacto nominales 352, 354 de la figura 4. Además, la garra 450a presenta una zona de contacto 422 que está en contacto (separable) con una zona de contacto correspondiente 424 (superficie superior) del eje de contacto 450c. De este modo, las áreas de contacto

5 422 y 424 son elementos de contacto del disyuntor que corresponden a los elementos de contacto del disyuntor de las otras realizaciones, por ejemplo, los elementos 22, 24 de las figuras 1a a 1c. Además, el disyuntor 400 tiene un elemento de arco estacionario 432, que corresponde a los elementos de arco de las otras realizaciones, por ejemplo, el elemento de arco 32 de las figuras 1a a 1c. El elemento de arco 432 está conectado al segundo terminal 414 a través de un elemento rectificador de la corriente 436 y la línea 430, que corresponde a los elementos 36 y 30b de las figuras 1a a 1c, respectivamente. Salvo que se indique lo contrario, la descripción de los elementos de cualquier otra realización (por ejemplo, las figuras 1a a 1c) también se aplica a los elementos correspondientes de la figura 5a.

10 En la figura 5a, el elemento rectificador de la corriente 136 comprende un par de tiristores, en analogía a la realización de la figura 2a a 2c. Sin embargo, en su lugar puede utilizarse cualquier otro elemento rectificador de la corriente descrito aquí, tal como un diodo.

15 Para abrir el disyuntor 400, el eje de contacto 450c se aleja de las garras 450a y 450b y se separa de las mismas. Durante este movimiento, tal como se muestra en la figura 5b, los elementos de contacto nominales 452 y 454 se separan entre sí en un instante en el que los elementos de contacto del disyuntor 422, 424 están todavía en contacto entre sí. Por consiguiente, la corriente se conmuta de los elementos de contacto nominales 452, 454 a los elementos de contacto del disyuntor 422, 424, de la misma manera que en la cuarta realización descrita anteriormente.

20 Entonces, tal como se muestra en la figura 5c, los elementos de contacto del disyuntor 422, 424 se separan entre sí también, por lo que entre los elementos de contacto del disyuntor 422, 424 se crea el arco 440.

25 Entonces, tal como se muestra en la figura 5d, el eje de contacto 450c se aleja más de las garras 450a y 450b que el elemento de contacto del arco 432, de manera que el eje de contacto 450c y, en particular, el elemento de contacto del disyuntor 424, queda por lo menos parcialmente protegido por el elemento de contacto del arco 432. De este modo, la intensidad de campo en el elemento de contacto del arco 432 llega a ser tan elevada que se provoca que la raíz derecha del arco 440 salte del elemento de contacto del disyuntor 424 al elemento de contacto del arco 432. Después del salto, el arco 440 se extiende ahora entre el primer elemento de contacto del disyuntor 422 y el elemento de contacto del arco 432. El resto de la operación de interrupción es análoga a la operación de interrupción descrita respecto a las realizaciones anteriores.

30 Aunque lo anterior va dirigido a unas realizaciones, pueden idearse otras realizaciones y realizaciones adicionales sin apartarse del alcance básico determinado por las reivindicaciones. Por ejemplo, puede hacerse que el arco salte por un movimiento diferente del movimiento del eje 450c de las figuras 5a a 5d. Por ejemplo, el elemento de contacto del arco 432 puede moverse hacia el primer contacto del disyuntor 422, y/o el arco puede ser provocado por un campo magnético.

35 Las realizaciones descritas aquí tienen en común que la trayectoria disponible para la corriente y, por lo tanto, para el arco, depende de la dirección de la corriente de manera que la trayectoria disponible en una primera dirección de corriente es diferente de la trayectoria disponible en la segunda dirección de corriente opuesta.

40

REIVINDICACIONES

1. Disyuntor para interrumpir una corriente alterna, comprendiendo el disyuntor:

- 5 - un par de elementos de contacto del disyuntor con un primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) y un segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424), en el que el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor son separables uno del otro, de modo que entre el primer y segundo elemento de contacto del disyuntor se desarrolla un arco (40, 140, 440) que lleva una corriente del arco;
- 10 - un elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) configurado para dejar que una raíz del arco (40, 140) salte del segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432), de manera que la corriente del arco se conmuta del segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432), presentando la corriente del arco conmutada una primera dirección; y
- 15 - un elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436) conectado eléctricamente al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) y configurado para pasar la corriente del arco conmutada que tiene la primera dirección, y para bloquear una corriente que tiene una segunda dirección opuesta a la primera dirección, en el que el elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436) comprende un dispositivo semiconductor de estado sólido,
- 20 - comprendiendo el disyuntor, además, una disposición de movimiento del arco para mover la raíz del arco del segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432), caracterizado por el hecho de que

el dispositivo de movimiento del arco comprende por lo menos uno de los siguientes (i) a (ii):

- 25 (i) un dispositivo generador de gradientes de presión para generar un gradiente de presión que empuja el arco hacia el elemento de contacto del arco;
- (ii) un dispositivo de movimiento de contacto para mover el elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) de manera que la distancia entre el primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) y el elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) se vuelve menor que la distancia entre el primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) y el segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424).
- 30

35 2. Disyuntor de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) está conectado eléctricamente al segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) a través del elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436).

40 3. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el dispositivo de movimiento del arco comprende por lo menos uno de los siguientes (i) a (iv):

- (i) un generador de campo magnético para generar un campo magnético que mueve la raíz del arco respecto al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) mediante una fuerza de Lorentz;
- (ii) un dispositivo de movimiento de contacto para mover por lo menos uno del primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) y el segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) de manera que la distancia entre el primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) y el elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) se vuelve menor que la distancia entre el primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) y el segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424);
- 45 (iii) una disposición de soplado de gas para soplar una corriente de gas sobre el arco, impulsando la corriente de gas el arco hacia el elemento de contacto del arco;
- 50 (iv) una disposición de descarga de alta tensión conectada al elemento de contacto del arco para inducir una descarga de alta tensión en el elemento de contacto del arco.

55 4. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que la disposición de movimiento del arco está configurada comprendiendo una disposición de sincronización que sincroniza el movimiento del (de los) elemento(s) de contacto del disyuntor(es) y el (los) elemento(s) de contacto del arco con la fase de la corriente alterna, para mover la raíz del arco respecto al elemento de contacto de (32, 132, 232, 432) en un tiempo inferior a 2 ms antes de que la corriente del arco experimente un paso por cero.

60 5. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) está configurado de manera que cuando la raíz del arco salta del segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432), otra raíz de arco en otro extremo del arco (40, 140, 440) permanece en el primer elemento de

contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) de manera que la corriente del arco conmutado pasa entre el primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) y el elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432).

5 6. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el elemento de contacto del arco (32) es un primer elemento de contacto del arco y el elemento rectificador de la corriente (36) es un primer elemento rectificador de la corriente, y la raíz del arco es una primera raíz del arco, comprendiendo el disyuntor, además,

10 - un segundo elemento de contacto del arco (34) configurado de manera que cuando la corriente del arco tiene la segunda dirección, una segunda raíz del arco (40) salta del primer elemento de contacto del disyuntor (22) al segundo elemento de contacto del arco (34), de manera que la corriente del arco se conmuta del primer elemento de contacto del disyuntor (22) al segundo elemento de contacto del arco (34); y

15 - un segundo elemento rectificador de la corriente (38) conectado eléctricamente al segundo elemento de contacto del arco (34) y configurado para pasar la corriente del arco conmutado que tiene la segunda dirección, y para bloquear una corriente que tiene la primera dirección.

20 7. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436) y el segundo elemento rectificador de la corriente (38) comprenden un dispositivo semiconductor de estado sólido, en el que el elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436) incluye un dispositivo para limitar una tensión a través del dispositivo semiconductor, tal como una resistencia paralela o una capacitancia.

25 8. Disyuntor de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que el elemento rectificador de la corriente (36) comprende un diodo para el cual la dirección hacia delante es la primera dirección y la dirección inversa es la segunda dirección, y/o el segundo elemento rectificador de la corriente (38) comprende un diodo para el cual la dirección hacia adelante es la segunda dirección y la dirección inversa es la primera dirección.

30 9. Disyuntor de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado por el hecho de que el elemento rectificador de la corriente (136, 236, 436) comprende un transistor tal como un tiristor (136a), en particular en el que el elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436) comprende un disyuntor de puerta que dispone el tiristor (136a) en modo de bloqueo sólo si la corriente del arco se encuentra por debajo de un umbral de corriente predeterminado.

35 10. Disyuntor de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que el elemento rectificador de la corriente (136, 236, 436) comprende un par de tiristores (136a, 136b) conectados en paralelo y que tienen direcciones hacia delante opuestas.

40 11. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, una cámara de arco con unas placas divisoras (250), en la que el elemento de contacto del arco (232) está dispuesto de manera que el arco conmutado atraviesa la cámara de arco y es dividido por las placas divisoras (250).

45 12. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un par de contactos nominales con un primer elemento de contacto nominal (352, 452) y un segundo elemento de contacto nominal (354, 454), en el que el primer y el segundo elemento de contacto nominal son separables entre sí para conmutar la corriente al par de elementos de contacto del disyuntor.

50 13. Disyuntor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que comprende, además, una disposición de refrigeración para enfriar un espacio (25, 125) que emerge entre el par de elementos de contacto del disyuntor después de la separación del par de elementos de contacto del disyuntor.

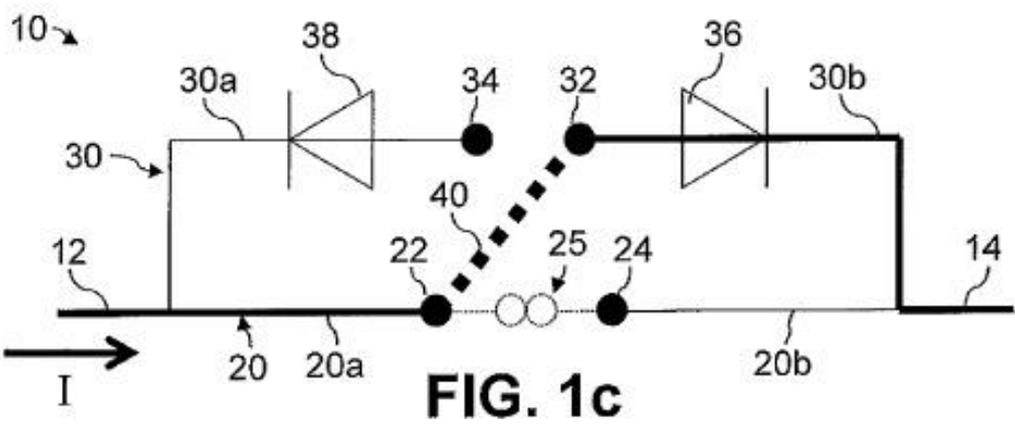
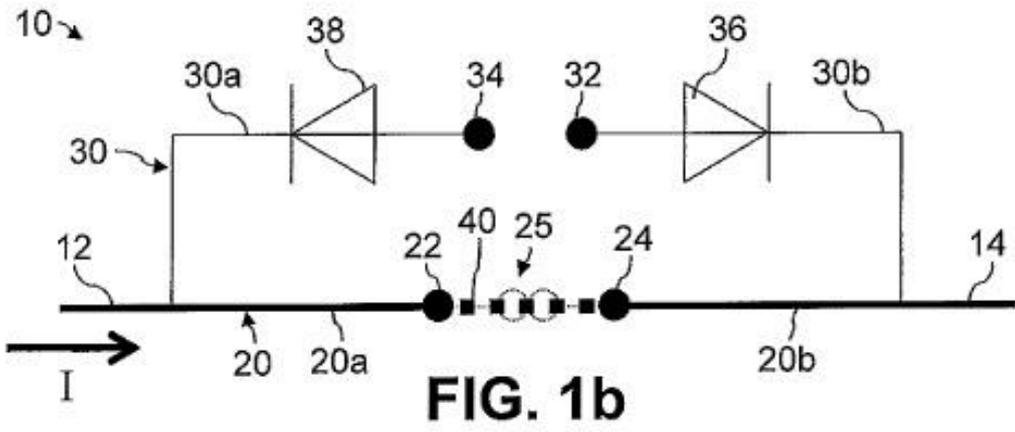
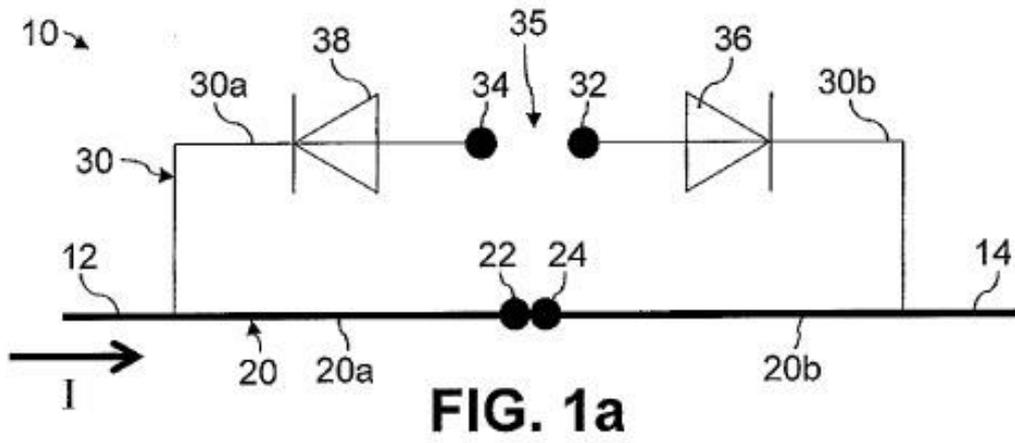
55 14. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que, entre el elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) y el segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424), hay prevista una zona aislada eléctricamente (233), en particular un espacio no conductor (233) o material dieléctrico, de manera que el arco salta del segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) a través de la región aislada eléctricamente (233).

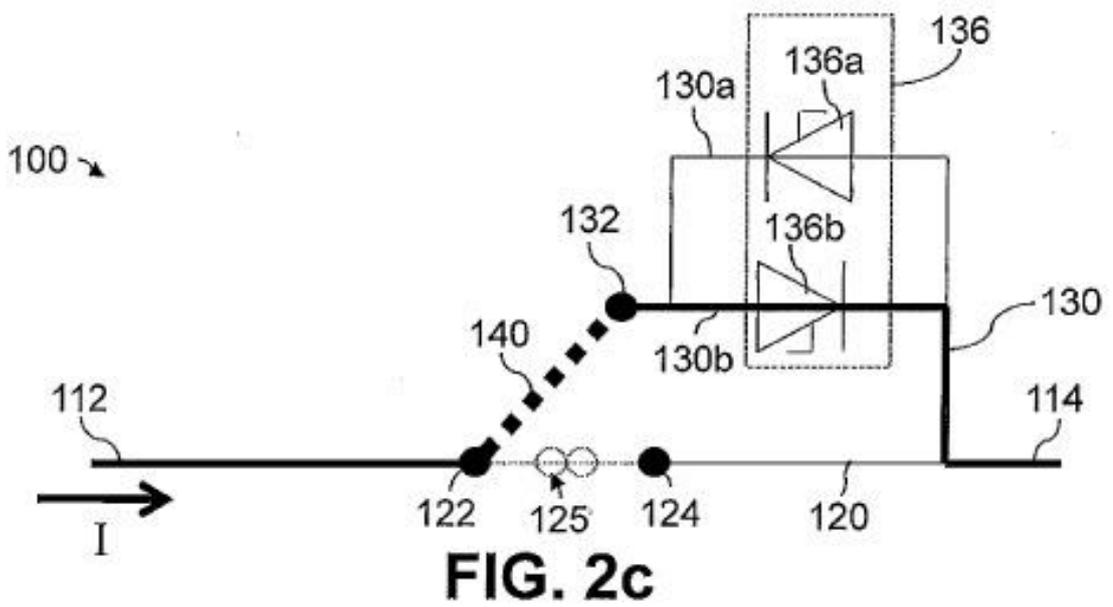
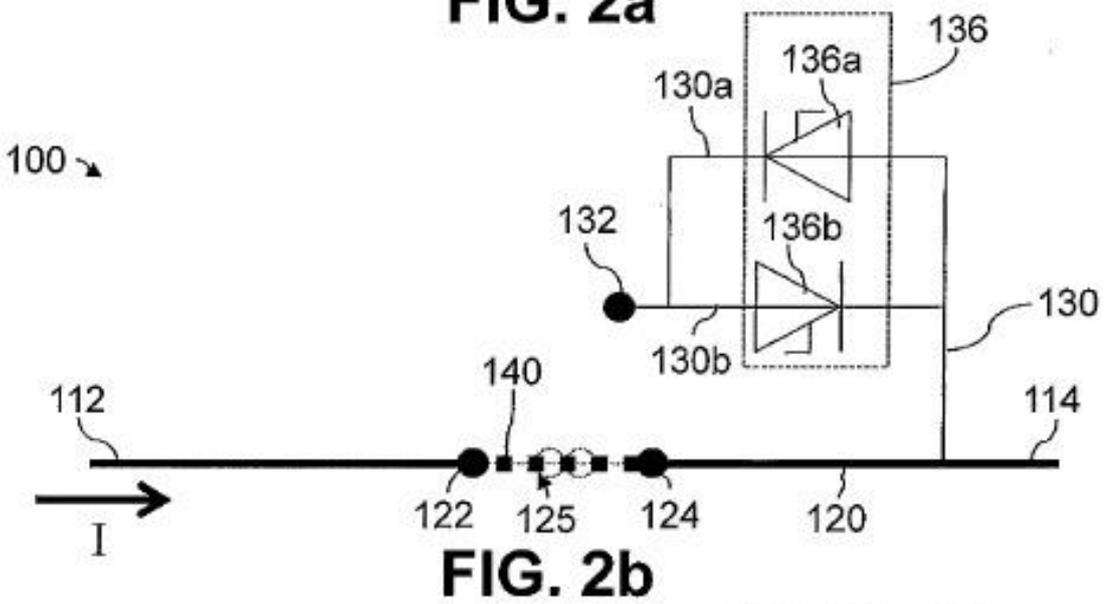
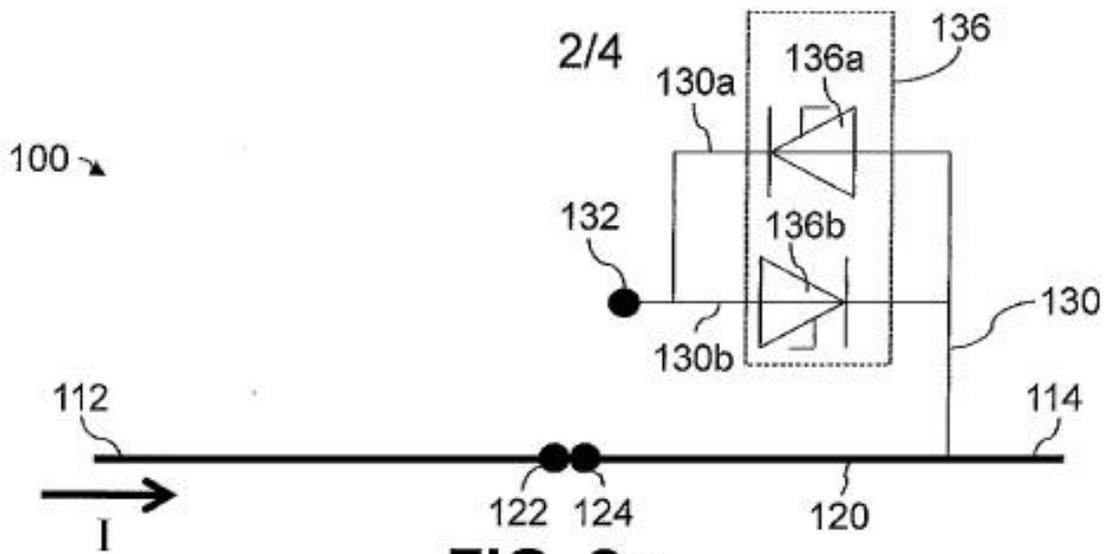
60 15. Disyuntor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436) está dispuesto en una derivación que está conectada en paralelo a una trayectoria que lleva una parte principal de la corriente nominal durante el funcionamiento normal.

16. Procedimiento para interrumpir un circuito eléctrico mediante un disyuntor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el disyuntor un par de elementos de contacto del disyuntor con un primer elemento de contacto del disyuntor (22, 122, 222, 422) y un segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124,

224, 424), un elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432) y un elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436), comprendiendo el procedimiento:

- 5 - separar el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor entre sí, de manera que se desarrolla un arco (40, 140) entre el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor, llevando el arco una corriente del arco entre el primer y el segundo elemento de contacto del disyuntor;
- hacer que una raíz de arco (40, 140, 440) salte del segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432), de manera que la corriente del arco se conmute del segundo elemento de contacto del disyuntor (24, 124, 224, 424) al elemento de
10 contacto del arco (32, 132, 232, 432), presentando la corriente del arco conmutada una primera dirección;
- pasar la corriente del arco conmutada a través de un elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436) conectado eléctricamente al elemento de contacto del arco (32, 132, 232, 432); y
- 15 - cuando la corriente del arco experimenta un paso por cero para invertir la dirección de la corriente del arco conmutada, bloquear la corriente del arco mediante el elemento rectificador de la corriente (36, 136, 236, 436).





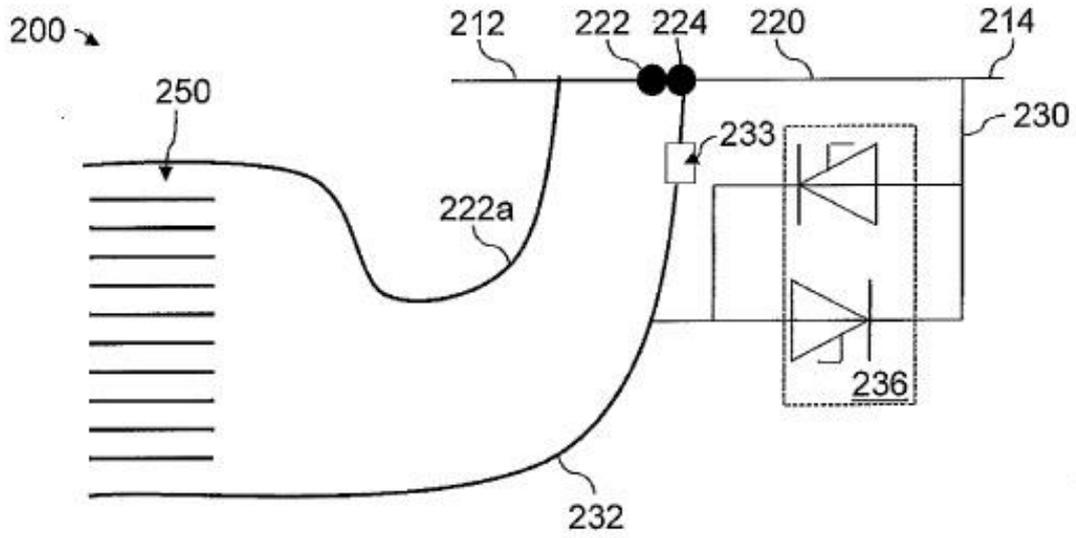


FIG. 3

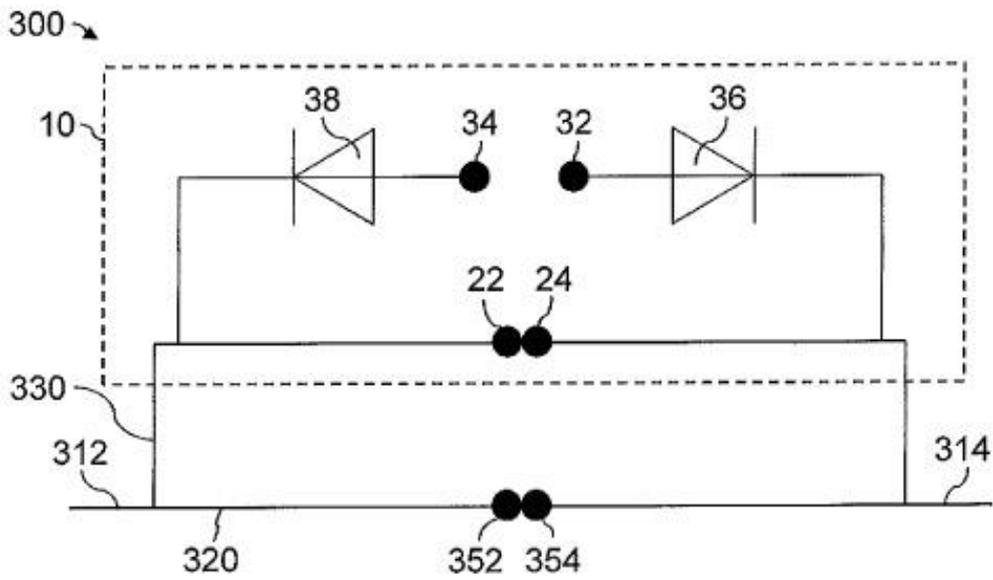


FIG. 4

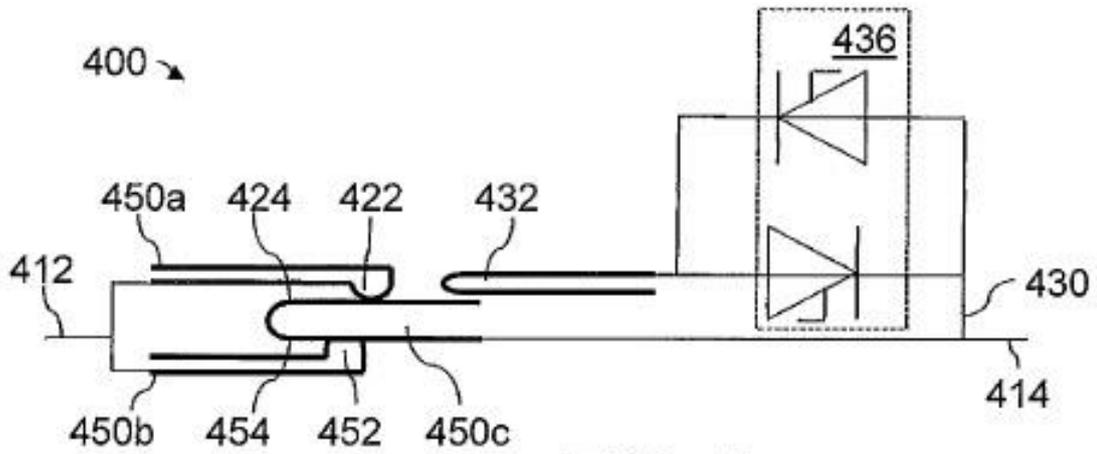


FIG. 5a

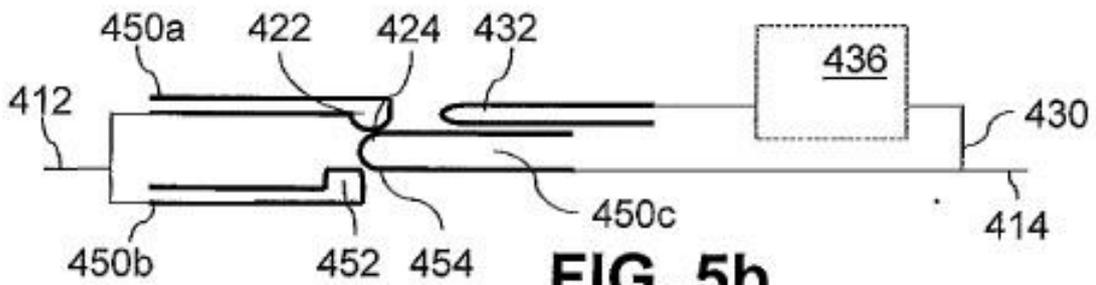


FIG. 5b

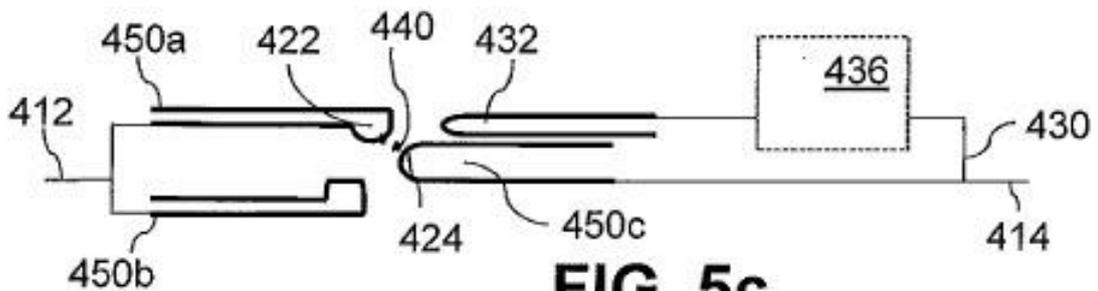


FIG. 5c

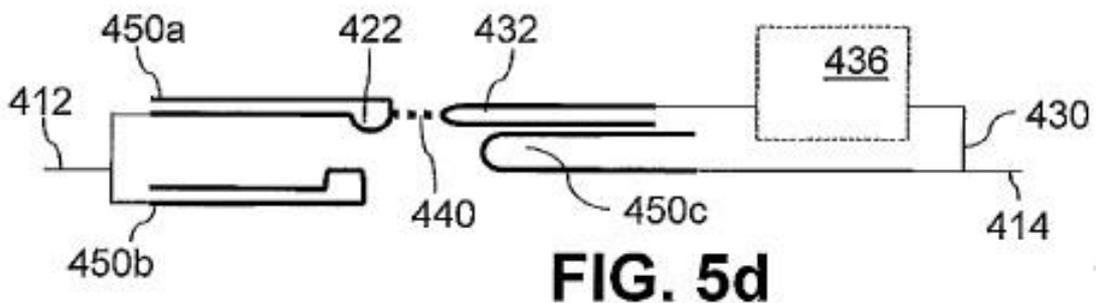


FIG. 5d

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10 • US 3475574 A [0006]