

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 492**

51 Int. Cl.:

H02H 3/02 (2006.01)

H01H 9/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2010** **E 10711216 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015** **EP 2550713**

54 Título: **Un disyuntor híbrido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.01.2016

73 Titular/es:

ABB RESEARCH LTD. (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:

DEMETRIADES, GEORGIOS y
SHUKLA, ANSHUMAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 555 492 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

Un disyuntor híbrido.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un disyuntor híbrido para interrumpir corrientes de defecto a fin de proteger una línea de circuito eléctrico contra daños causados por defectos, por ejemplo una sobrecarga o un cortocircuito. Tal línea de circuito eléctrico puede ser una línea de transmisión o distribución de potencia o una línea de potencia eléctrica en una aplicación de CA/CC, con al menos una fuente de potencia dispuesta en un extremo de la línea de circuito.

Técnica anterior

10 El progreso reciente en la electrónica de potencia hace posible combinar un disyuntor mecánico convencional con un dispositivo interruptor de semiconductor en un llamado disyuntor híbrido para interrumpir una corriente de defecto en una línea de circuito eléctrico. Tal disyuntor híbrido comprende un disyuntor mecánico para interrumpir la línea al detectarse la corriente de defecto y que incluye un contacto móvil y un contacto estacionario, y un dispositivo semiconductor, una parte de estado sólido, dispuesto en paralelo con el disyuntor mecánico para conducir la corriente de defecto cuando se desconecta el disyuntor mecánico. Dependiendo de las características nominales del dispositivo, el dispositivo semiconductor puede incluir un juego de unidades semiconductoras controlables conectadas en serie o en paralelo, por ejemplo tiristores, GTOs (Gate Turn-Off thyristor – tiristor de desactivación de puerta), IGBTs (insulated gate bipolar transistor – transistor bipolar de puerta aislada) o IGCTs (Integrated Gate Commutated Thyristor – tiristor conmutado de puerta integrada).

20 En condiciones normales de trabajo, las unidades semiconductoras de la parte de estado sólido están desactivadas y los contactos del disyuntor mecánico están en una posición cerrada, y se conduce corriente a través del disyuntor mecánico que tiene bajas pérdidas en estado de conexión. Cuando se activan para interrumpir la corriente, las unidades semiconductoras tienen que ser disparadas primero a fin de proporcionar una rama en paralelo para un proceso de conmutación de corriente. El disyuntor mecánico se desconecta abriendo los contactos, lo que conduce a una tensión de arco que es responsable de la conmutación de la corriente a la rama en paralelo. Dado que el entrehierro entre los contactos no es capaz de bloquear la tensión completa, los semiconductores tienen que conducir la corriente durante cierta cantidad de tiempo. Una vez que los contactos del disyuntor mecánico estén suficientemente bloqueados y completamente desconectados, se concluye este intervalo de retención, también llamado tiempo de conducción, y se desactivan las unidades semiconductoras. Después de la desactivación de las unidades semiconductoras, la energía almacenada en la inductancia de bucle puede ser absorbida por el elemento de protección contra sobretensión, tal como un varistor.

35 Ejemplos de tales disyuntos híbridos se muestran en la figura 1a y en la figura 1b. Una patente US 6,760,202 B1 revela un disyuntor híbrido que comprende un disyuntor mecánico y un disyuntor de estado sólido conectado en paralelo con el disyuntor mecánico. La parte de estado sólido del disyuntor híbrido incluye un puente de diodos para hacer que el disyuntor trabaje para ambas direcciones de una corriente, al menos un tiristor del tipo IGCT para contactar con una corriente de defecto cuando se abre el disyuntor mecánico, y un MOV (Metal Oxide Varistor – varistor de óxido metálico) conectado en paralelo con el IGCT y destinado a limitar tensiones a través de los dispositivos cuando se abre el IGCT y a disipar la energía inductiva de la línea de circuito principal.

Otros ejemplos de tales disyuntos híbridos se muestran en el documento DE 196 01 540.

40 Se requiere un retardo mecánico para que el disyuntor mecánico comience a abrirse al detectarse una corriente de defecto, lo que consecuentemente influencia un tiempo de reacción total para la eliminación del defecto. Para conseguir una alta calidad de seguridad y fiabilidad se desea que un disyuntor híbrido reaccione a un defecto de la corriente con la mayor rapidez posible y, mientras tanto, mantenga el tiempo de conducción de los dispositivos de estado sólido en un valor tan bajo como sea posible para que no se genere un sobrecalentamiento que conduzca a fallos del dispositivo.

Objetos y sumario de la invención

El primer objeto de la presente invención consiste en proporcionar un disyuntor híbrido mejorado para reducir el tiempo de reacción del disyuntor y proporcionar un tiempo de conmutación más rápida.

50 Este objeto se consigue con un disyuntor híbrido como el definido en la reivindicación 1 y un método para interrumpir una corriente de defecto como el definido en la reivindicación 9.

Un disyuntor híbrido de esta clase comprende un disyuntor mecánico adaptado para interrumpir la línea al detectarse la corriente de defecto y un dispositivo semiconductor dispuesto en paralelo con el disyuntor mecánico para conducir la corriente de defecto cuando se desconecte el disyuntor mecánico, caracterizado por que el

disyuntor híbrido comprende, además, una rama conectada entre la línea de circuito eléctrico y tierra, incluyendo la rama una unidad de impedancia y una unidad de control configurada para, al detectarse la corriente de defecto, conectar la unidad de impedancia en paralelo con la impedancia de línea.

5 El disyuntor híbrido está conectado en serie con una línea de circuito eléctrico que tiene una impedancia de línea. En una condición de trabajo normal el disyuntor mecánico está en una posición cerrada en la que circula la corriente a su través y la unidad de impedancia está desconectada de la línea de circuito. Cuando se detecta una corriente de defecto, por ejemplo un cortocircuito, se impone momentáneamente una impedancia en la impedancia de línea conectando la unidad de impedancia a la línea de circuito. Debido a que la rama está conectada en derivación con la línea de potencia en un terminal y puesta a tierra en otro terminal, se forma una línea de circuito en paralelo con el cortocircuito. Por tanto, la impedancia de línea total se reduce debido a esta impedancia en paralelo, lo que, en consecuencia, aumenta momentáneamente la magnitud de la corriente de defecto que circula en la línea y hace que el disyuntor mecánico reaccione con más rapidez. Esto se debe a que, con una magnitud incrementada de la corriente de defecto, el disyuntor mecánico puede alcanzar mucho más pronto una posición estable, en la que el contacto móvil del disyuntor puede estar suficientemente bloqueado y hace posible también que la corriente de defecto pueda ser conmutada antes al dispositivo semiconductor.

La unidad de impedancia puede ser, por ejemplo, una resistencia, una inductancia o una capacitancia, o una combinación de las mismas.

Otro objeto más de la presente invención consiste en proporcionar un disyuntor híbrido mejorado para interrumpir una corriente de defecto dentro de un periodo de tiempo fijo con independencia de la localización del defecto.

20 Según la presente invención, una unidad de impedancia variable está dispuesta en la rama y el circuito de control está configurado además para que, al detectarse una corriente de defecto, ajuste el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable a fin de aumentar la magnitud de la corriente de defecto. En general, cuanto más baja sea la impedancia entre una fuente de potencia y la localización del defecto, tanto menos tiempo se requerirá para que el disyuntor mecánico comience a abrirse. Esto significa que, para un defecto que tenga lugar a una mayor distancia de la fuente de potencia, el disyuntor mecánico tiene un tiempo de reacción más largo en comparación con un defecto más próximo a la fuente de potencia, ya que esta última tiene una impedancia más pequeña. Ajustando el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable, es posible permitir que una cantidad deseada de la magnitud de la corriente de defecto se incremente hasta un valor preajustado dentro de un tiempo fijo, lo que da como resultado que el disyuntor mecánico se desconecte dentro de un tiempo fijo con independencia de la localización del defecto. Esto significa también que es posible que el disyuntor híbrido realice una secuencia de apertura completa dentro de un periodo de tiempo fijo para conseguir más fiabilidad y seguridad.

35 Este objeto se consigue disponiendo una unidad de medida para medir una cantidad eléctrica de la línea de circuito eléctrico y, al detectarse la corriente de defecto, prediciendo la magnitud pico de la corriente de defecto en base a la cantidad eléctrica medida de la línea de circuito eléctrico, y determinando el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable en base a la magnitud pico predicha de la corriente de defecto. Esta cantidad eléctrica medida puede ser cualquiera de entre intensidad de corriente o impedancia.

40 Según otra realización de la invención, la unidad de control está configurada, además, para desconectar la unidad de impedancia variable de la impedancia de línea cuando se alcance el valor preajustado de la magnitud pico de la corriente de defecto. Una vez que la magnitud pico de la corriente de defecto alcanza el valor preajustado, lo que significa que el contacto móvil del disyuntor mecánico puede estar suficientemente bloqueado, la impedancia variable es desconectada de la impedancia de línea, con lo que la magnitud de la corriente de defecto cae hasta el nivel natural. Esto hace posible que se interrumpa una corriente más baja que esté circulando por el dispositivo semiconductor. Por tanto, se puede evitar un fallo de sobrecalentamiento del dispositivo semiconductor. En consecuencia, esto permite una característica nominal reducida del dispositivo semiconductor.

45 Según todavía otra realización preferida de la invención, un interruptor está dispuesto en la rama y configurado para que, al recibirse una señal de control de la unidad de control, conecte la unidad de impedancia variable a la línea o la desconecte de ésta. Tal interruptor puede ser una unidad semiconductor con capacidad de desactivación.

50 Es ventajoso que se utilice un interruptor semiconductor para conectar o desconectar la impedancia variable, ya que ello permite la conexión o desconexión de la unidad de impedancia con una rápida velocidad. Cuando los contactos del disyuntor mecánico pueden bloquearse con seguridad, la unidad de impedancia se desconecta de la línea de circuito desactivando el interruptor de modo que la línea de circuito tenga una corriente de defecto natural que sea de un valor más bajo que el obtenido con la unidad de impedancia conectado en la línea de circuito. Ésta es otra ventaja más de que tal interruptor semiconductor tenga la capacidad de desactivación, debido a que, en un escenario postdefecto, cuando se ha subsanado el defecto, la unidad de impedancia deberá desconectarse de la línea de circuito, lo que se hace desactivando el interruptor semiconductor.

Deberá entenderse que el disyuntor híbrido inventado puede utilizarse en interrupciones de corriente CC o CA.

Los objetos de la invención se consiguen también con un método como el definido en la reivindicación 10. Este método comprende los pasos de detectar una corriente de defecto, generar y emitir una señal de defecto, recibir la señal de defecto y generar una señal de activación para el dispositivo semiconductor y una señal de apertura para el disyuntor mecánico, medir una cantidad eléctrica de la línea de circuito eléctrico cuando se detecta una corriente de defecto, predecir la magnitud pico de la corriente de defecto en base a la cantidad eléctrica medida, determinar el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable en base a la magnitud pico predicha de la corriente de defecto, ajustar el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable y conectar la unidad de impedancia variable a la línea de circuito eléctrico. El método puede comprender, además, los pasos de desconectar la unidad de impedancia variable de la línea de circuito eléctrico cuando se alcanza el valor preajustado de la magnitud pico de la corriente de defecto, y generar una señal de desactivación para el dispositivo semiconductor cuando se conmuta completamente la corriente de defecto a la rama semiconductor en paralelo y, por tanto, la corriente de defecto que circula por la rama semiconductor en paralelo se interrumpe instantáneamente al recibirse la señal de desactivación.

Breve descripción de los dibujos

Se explicará ahora más detenidamente la invención con la descripción de diferentes realizaciones de la misma y con referencia a las figuras adjuntas.

Las figuras 1a-b muestran dos disyuntores híbridos según la técnica anterior, incluyendo cada uno de ellos un interruptor mecánico y un dispositivo semiconductor conectado en paralelo con el interruptor mecánico.

La figura 2a muestra esquemáticamente un disyuntor híbrido según la presente invención, en donde el disyuntor híbrido comprende un disyuntor según la técnica anterior mostrada en la figura 1a o 1b y una rama que está puesta a tierra en un terminal y conectada a una línea de circuito eléctrico en otro terminal y que incluye un interruptor y una unidad de impedancia.

La figura 2b muestra esquemáticamente un circuito eléctrico equivalente de la figura 2 cuando se produce un defecto de cortocircuito.

La figura 3 muestra esquemáticamente una realización de la invención, en la que el disyuntor híbrido incluye, además, una unidad de medida y la rama incluye, además, un interruptor semiconductor y una unidad de impedancia variable.

Las figuras 4a-c presentan formas de onda de corriente durante secuencias de apertura del disyuntor híbrido inventado y de un disyuntor híbrido convencional como el ilustrado en la figura 1b.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método para interrumpir una corriente de defecto según una realización de la invención.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

La figura 2a muestra esquemáticamente un disyuntor híbrido 1 según la presente invención. El disyuntor híbrido 1 conectado en una línea de circuito eléctrico comprende un disyuntor 2 de un tipo de la técnica anterior como el mostrado en la figura 1a o la figura 1b, una rama 3 y una unidad de control 4.

La línea de circuito eléctrico comprende al menos una fuente de potencia en un extremo y tiene una impedancia de línea Z. En este ejemplo la línea comprende una fuente de potencia S en un extremo y una carga de potencia L en el otro extremo. Sin embargo, puede haber dos fuentes de potencia dispuestas en ambos extremos.

El disyuntor 2 puede comprender, además, un disyuntor mecánico y una parte de estado sólido que incluye un interruptor semiconductor. Deberá entenderse que puede estar dispuesta una unidad de detección de defectos para detectar un aumento de corriente debido a un defecto y que puede estar dispuesto un controlador para controlar el funcionamiento del disyuntor mecánico y el interruptor semiconductor al detectarse una corriente de defecto. Como se ilustra en la figura 1b, el disyuntor 2 comprende el disyuntor mecánico S_{mec} conectado en serie con la línea para transportar corriente en una condición de trabajo normal y para interrumpir la línea al detectarse una corriente de defecto, y un dispositivo semiconductor conectado en paralelo con el disyuntor mecánico S_{mec} . El dispositivo semiconductor incluye, además, dos secciones de circuitería 40, 50 conectadas en paralelo una con otra. La primera sección 40 comprende dos tiristores G_1 y G_2 , por ejemplo del tipo IGBT o GTO. Los tiristores G_1 y G_2 están conectados en antiparalelo y dispuestos para conducir la corriente de defecto cuando se abre el disyuntor mecánico. La segunda sección 50 comprende un varistor V para absorber energía almacenada en el bucle de inductancia.

La rama 3 está puesta a tierra en un terminal y conectada a la línea por otro terminal en el mismo sitio que el disyuntor 2 e incluye una unidad de impedancia 5 que tiene un valor de impedancia Z_3 .

En una condición de trabajo normal el disyuntor mecánico 20 está en una posición cerrada y la unidad de impedancia 5 de la rama 3 está desconectada de la línea. La corriente circula por el disyuntor mecánico entre la

fuelle de potencia y la carga de potencia.

Cuando se produce un defecto en la línea, aumenta repentinamente la corriente y disminuye instantáneamente la tensión. El medio de detección de defectos detecta el defecto y señala el defecto al controlador y la unidad de control 4. Al recibir la señal de defecto, la unidad de control 4 conecta la unidad de impedancia a la línea.

- 5 Para explicar el principio de la invención se muestra esquemáticamente en la figura 2b un esquema de circuito equivalente de la figura 2a, cuando se produce un defecto de cortocircuito.

Supóngase que la impedancia entre la fuente S y el disyuntor híbrido 1 es Z_1 y entre la localización del defecto y el disyuntor híbrido 1 es Z_2 . La impedancia de línea total Z en una condición normal es Z_1+Z_2 . Cuando se detecta una corriente de cortocircuito, se conecta la unidad de impedancia 5 a la línea para formar una línea de circuito en paralelo con el cortocircuito. Por tanto, la impedancia total Z' puede calcularse por

$$Z' = Z_1 + \frac{Z_2 \times Z_3}{Z_2 + Z_3} < Z_1 + Z_2$$

- 15 Esto significa que la impedancia de línea total se reduce imponiendo momentáneamente una impedancia en la impedancia de línea. En consecuencia, esto hace que aumente momentáneamente la magnitud de la corriente de defecto que circula en la línea, lo que hace posible que el interruptor mecánico alcance mucho antes una posición estable en la que el contacto móvil del disyuntor mecánico puede estar suficientemente bloqueado. Esto es particularmente crucial para un disyuntor mecánico que reaccione cuando la magnitud de la corriente de defecto aumenta por encima de un valor preajustado.

Deberá entenderse que la función de la unidad de control puede integrarse en el controlador o implementarse como una unidad de control separada.

- 20 Según una realización preferida de la invención, el disyuntor híbrido 1 incluye además, como se ilustra en la figura 3, una unidad de medida 10 para medir cantidades eléctricas de la línea, por ejemplo impedancia o corriente. La unidad de medida 10 se conecta a la línea y puede disponerse antes o después del disyuntor híbrido 1. En este ejemplo la unidad de medida se ha colocado después del disyuntor 1. Un ejemplo de tal unidad de medida puede ser una unidad sensora. La rama 3 incluye, además, una unidad semiconductor conectada en serie con la unidad de impedancia 5. En este ejemplo un interruptor semiconductor G_3 está conectado a una unidad de resistencia variable R que tiene un valor de resistencia ajustable. Sin embargo, se puede utilizar también una inductancia variable o una capacitancia variable en calidad de unidad de impedancia. El interruptor semiconductor G_3 está adaptado para conectar o desconectar la unidad de resistencia variable R al recibir una señal de control proveniente de la unidad de control 4.

- 30 La unidad de control 4 está configurada, además, para predecir, al recibir una señal de corriente de defecto, la magnitud pico de la corriente de defecto en base a las cantidades eléctricas medidas. En caso de que se mida la impedancia, se puede predecir la magnitud pico de la corriente de defecto por medio de la magnitud pico de la tensión y la impedancia medida. Basándose en la magnitud pico predicha de la corriente de defecto, la unidad de control está adaptada, además, para determinar el valor de impedancia de la unidad de resistencia variable R de tal manera que la magnitud de la corriente de defecto aumente hasta un valor preajustado en un tiempo fijo. Cuando se determina un valor adecuado, se ajusta de manera correspondiente el valor de la resistencia variable R. Seguidamente, la unidad de control envía una señal de activación al interruptor semiconductor G_3 para conectar la unidad de resistencia R a la línea. Con un valor de impedancia ajustado, se puede acabar una operación de interrupción durante un periodo de tiempo fijo con independencia de la localización del defecto, lo que puede afectar a la impedancia entre la fuente de potencia y la localización del defecto.

- Una vez que la magnitud de la corriente de defecto aumenta hasta el valor preajustado, el interruptor mecánico comienza a abrirse y se pueden bloquear suficientemente los contactos del interruptor mecánico. Como resultado, se genera un arco entre los contactos y se induce una tensión de arco en el circuito. La tensión de arco actúa como una fuerza contraelectromotriz. La corriente de defecto que circula en el disyuntor mecánico es reducida y conmutada a la rama semiconductor en paralelo. En paralelo con esto, la unidad de control 4 envía una señal de desactivación al interruptor semiconductor G_3 para desconectar la unidad de resistencia R de la línea. Es ventajoso que el interruptor semiconductor tenga una capacidad de desactivación de modo que la unidad de impedancia pueda ser desconectada de la línea en un momento deseable. En este ejemplo está previsto un IGBT. Sin embargo, es aplicable también otro dispositivo semiconductor de alta potencia, por ejemplo un GTO. En caso de que se utilice un GTO, la unidad de control puede configurarse, además, para conformar corrientes de activación o de desactivación a fin de impedir la distribución del dispositivo. Cuando la resistencia variable R es desconectada de la línea, la corriente de línea disminuye hasta un nivel natural y permite un tiempo de conmutación más corto. Cuando se conmuta completamente la corriente de defecto al dispositivo semiconductor en paralelo, el dispositivo semiconductor G_1, G_2 interrumpe instantáneamente la corriente de defecto al recibir una señal de desactivación. La

energía remanente en la línea de circuito es absorbida por el dispositivo de estado sólido conectado en paralelo, por ejemplo un parachispas o un varistor, para suprimir sobretensiones en el circuito. Debido a una corriente pico más baja, el aumento de temperatura en el dispositivo semiconductor es más bajo, lo que da como resultado que se almacene una energía más baja en la inductancia de bucle. Esto se traduce en una capacidad reducida de un dispositivo de estado sólido para absorber energía, hace más compacto al disyuntor híbrido y reduce el coste de producción de tal disyuntor híbrido.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método para interrumpir una corriente de defecto según una realización de la invención.

Formas de onda de corriente en diferentes partes durante secuencias de apertura del disyuntor híbrido inventado y un disyuntor híbrido convencional mostrado en la figura 1b se presentan de manera comparable en las figuras 4a-c, en donde las curvas en línea continua denotan formas de onda de corriente de diferentes partes de un disyuntor híbrido inventado mostrado en la figura 3, mientras que las curvas en línea de trazos denotan formas de onda de corriente de diferentes partes del disyuntor híbrido convencional. Como se ilustra en la figura 4a, se requiere un tiempo T_d para detectar y señalar la aparición de una corriente de defecto después de que se produce un defecto, pasos 100 y 110 en la figura 5. Tras recibir la señal de defecto, se generan una señal de activación para el dispositivo semiconductor y una señal de apertura para el disyuntor mecánico, paso 120. Se predice el valor pico i_p de la magnitud de la corriente de defecto en base a la impedancia medida, pasos 130 y 140. Seguidamente, se ajusta el valor de impedancia Z_3 de la unidad de impedancia 5 y se activa el interruptor semiconductor G_3 para conectar la unidad de impedancia R a la línea, pasos 150, 160 y 170. Esto hace que la corriente de defecto suba momentáneamente hasta un valor preajustado a fin de hacer que los contactos del disyuntor mecánico estén suficientemente bloqueados. Por tanto, esta corriente momentáneamente incrementada hace que el disyuntor mecánico reaccione más rápidamente al hecho de que, durante un tiempo más corto T_1 , la magnitud de la corriente de defecto alcanza antes el valor preajustado. Una vez que la magnitud de la corriente de defecto sube hasta el valor preajustado, se desactiva el interruptor semiconductor G_3 de modo que la unidad de impedancia 5 se desconecte de la línea, paso 180, lo que hace que la corriente de defecto caiga nuevamente a un valor natural y da como resultado una conmutación más temprana del disyuntor mecánico al dispositivo semiconductor, un periodo de conmutación más corto T_{c1} , una corriente de desactivación más baja y una energía más baja E_1 necesitada de ser absorbida por el varistor V, como puede observarse en la figura 4b y la figura 4c. Una vez que se conmuta completamente la corriente de defecto a la rama semiconductor en paralelo, se genera una señal de desactivación del dispositivo semiconductor para interrumpir la corriente de defecto que circula por la rama semiconductor en paralelo, paso 190.

REIVINDICACIONES

1. Un disyuntor híbrido (1) para interrumpir una corriente de defecto en una línea de circuito eléctrico que tiene una impedancia de línea (Z), comprendiendo el disyuntor híbrido
- un disyuntor mecánico (S_{mec}) adaptado para interrumpir la línea al detectarse la corriente de defecto y
- 5 - un dispositivo semiconductor (G_1, G_2, V) dispuesto en paralelo con el disyuntor mecánico para conducir la corriente de defecto cuando se desconecta el disyuntor mecánico,
- caracterizado** por que
- el disyuntor híbrido comprende, además, una rama (3) conectada entre la línea de circuito eléctrico y tierra, incluyendo la rama una unidad de resistencia variable (5, R), y
- 10 - una unidad de control (4) configurada para, al detectar la corriente de defecto,
- ajustar el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable (5, R) y
 - conectar la unidad de impedancia variable (5, R) en paralelo con la impedancia de línea (Z).
2. El disyuntor híbrido según la reivindicación 1, en el que la unidad de control (4) está configurada además para, al detectar la corriente de defecto, determinar un valor de impedancia de la unidad de impedancia variable (5, R) de modo que la magnitud de la corriente de defecto aumente hasta un valor preajustado en un tiempo fijo, y ajustar el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable al valor de impedancia determinado.
- 15 3. El disyuntor híbrido según las reivindicaciones 1-2, en el que el disyuntor híbrido comprende, además, una unidad de medida (10) para medir una cantidad eléctrica de la línea de circuito eléctrico y la unidad de control está configurada además para, al detectar la corriente de defecto, predecir la magnitud pico de la corriente de defecto en base a la cantidad eléctrica medida de la línea de circuito eléctrico y determinar el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable en base a la magnitud pico predicha de la corriente de defecto.
- 20 4. El disyuntor híbrido según la reivindicación 3, en el que la cantidad eléctrica medida es cualquiera de entre intensidad de corriente o impedancia.
5. El disyuntor híbrido según la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada, además, para desconectar la unidad de impedancia variable de la impedancia de línea cuando se alcanza el valor preajustado de la magnitud pico de la corriente de defecto.
- 25 6. El disyuntor híbrido según la reivindicación 1, en el que la unidad de impedancia variable es cualquiera de entre una resistencia variable, una inductancia variable o una capacitancia variable, o una combinación de éstas.
7. El disyuntor híbrido según la reivindicación 1, en el que la rama (3) comprende, además, un interruptor (G_3) adaptado para, al recibir una señal de control procedente de la unidad de control, conectar o desconectar la unidad de impedancia variable a la impedancia de línea.
- 30 8. El disyuntor híbrido según la reivindicación 7, en el que el interruptor es una unidad semiconductor con capacidad de desactivación.
9. Un método para interrumpir una corriente de defecto en una línea de circuito eléctrico que tiene una impedancia de línea, en el que se conecta en la línea de circuito eléctrico un disyuntor híbrido que incluye un disyuntor mecánico, un dispositivo semiconductor dispuesto en paralelo con el disyuntor mecánico y una ramificación que incluye una unidad de impedancia variable, comprendiendo el método los pasos de:
- detectar una corriente de defecto,
 - generar y emitir una señal de defecto,
- 40 - recibir la señal de defecto y generar una señal de activación para el dispositivo semiconductor y una señal de apertura para el disyuntor mecánico,
- medir una cantidad eléctrica de la línea de circuito eléctrico cuando se detecta una corriente de defecto,
 - predecir la magnitud pico de la corriente de defecto en base a la cantidad eléctrica medida,
- 45 - determinar el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable en base a la magnitud pico predicha de la corriente de defecto,

- ajustar el valor de impedancia de la unidad de impedancia variable y
- conectar la unidad de impedancia variable a la línea de circuito eléctrico.

10. El método según la reivindicación 9, en el que el método comprende, además, los pasos de:

- 5 - desconectar la unidad de impedancia variable de la línea de circuito eléctrico cuando se alcanza el valor preajustado de la magnitud pico de la corriente de defecto, y
- generar una señal de desactivación para el dispositivo semiconductor cuando se conmuta completamente la corriente de defecto a la rama semiconductor en paralelo.

10

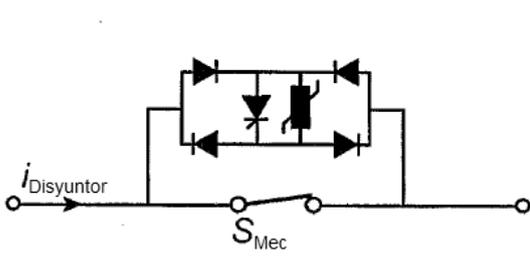


Fig. 1a (técnica anterior)

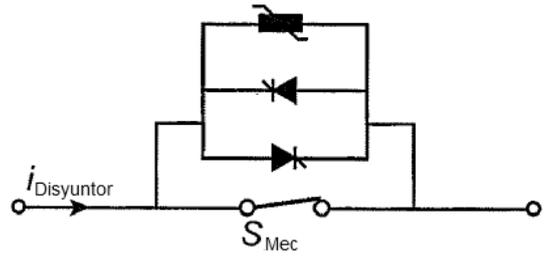


Fig. 1b (técnica anterior)

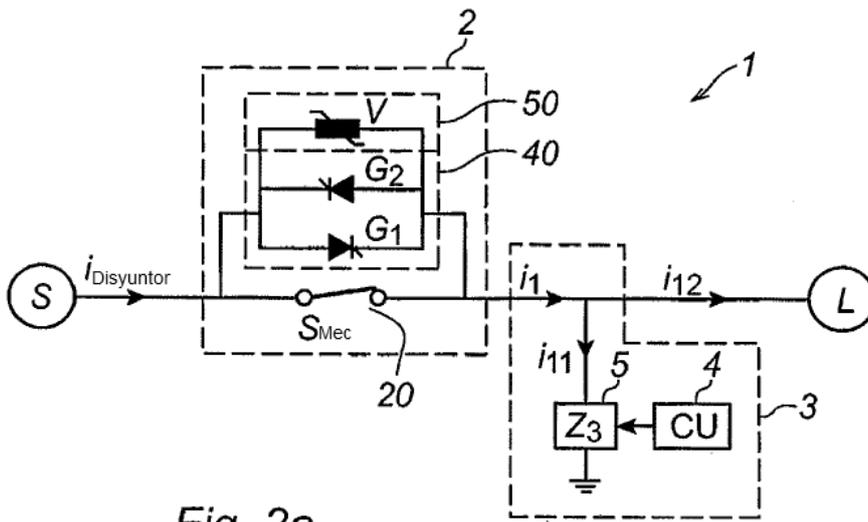


Fig. 2a

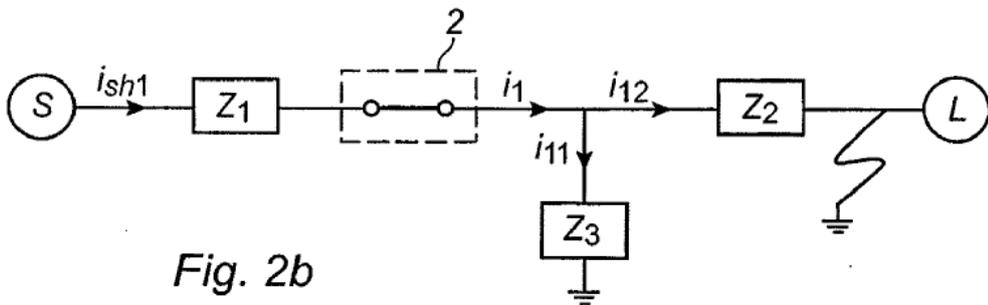


Fig. 2b

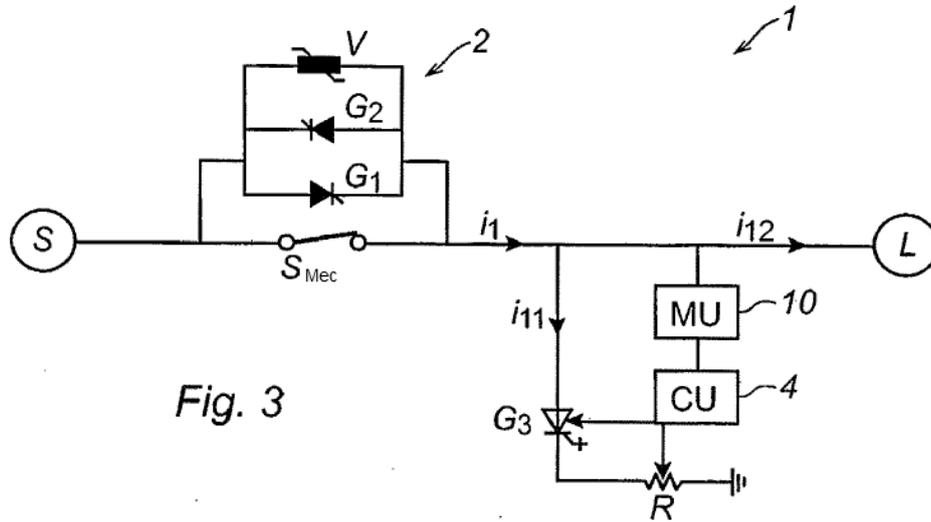
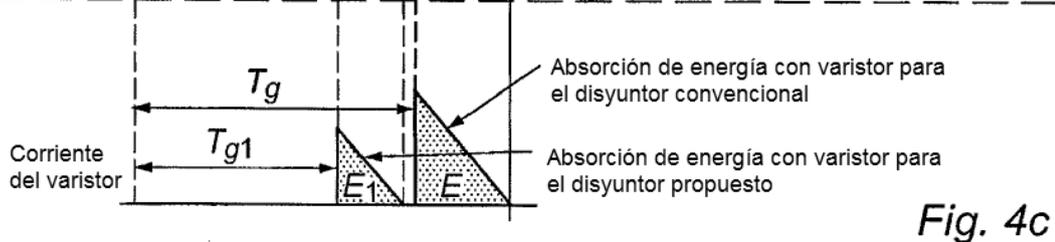
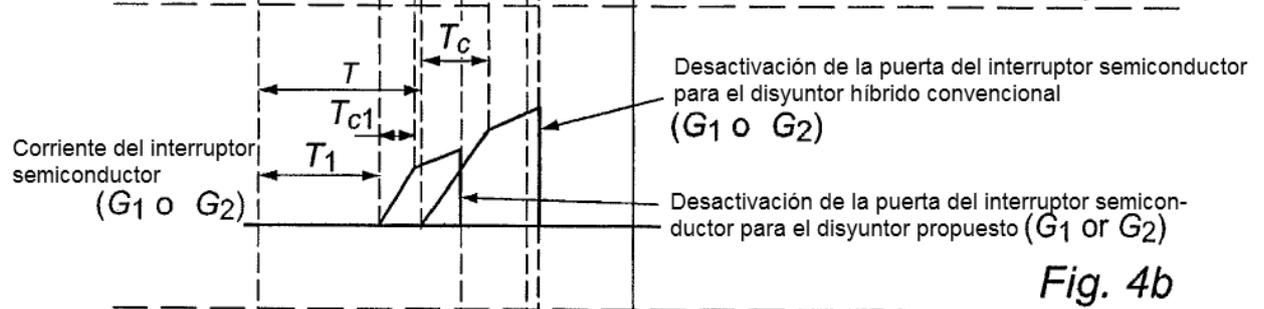
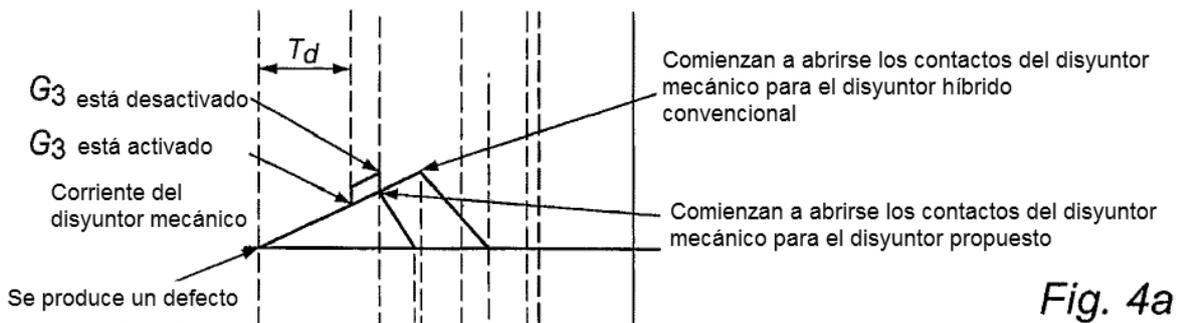


Fig. 3



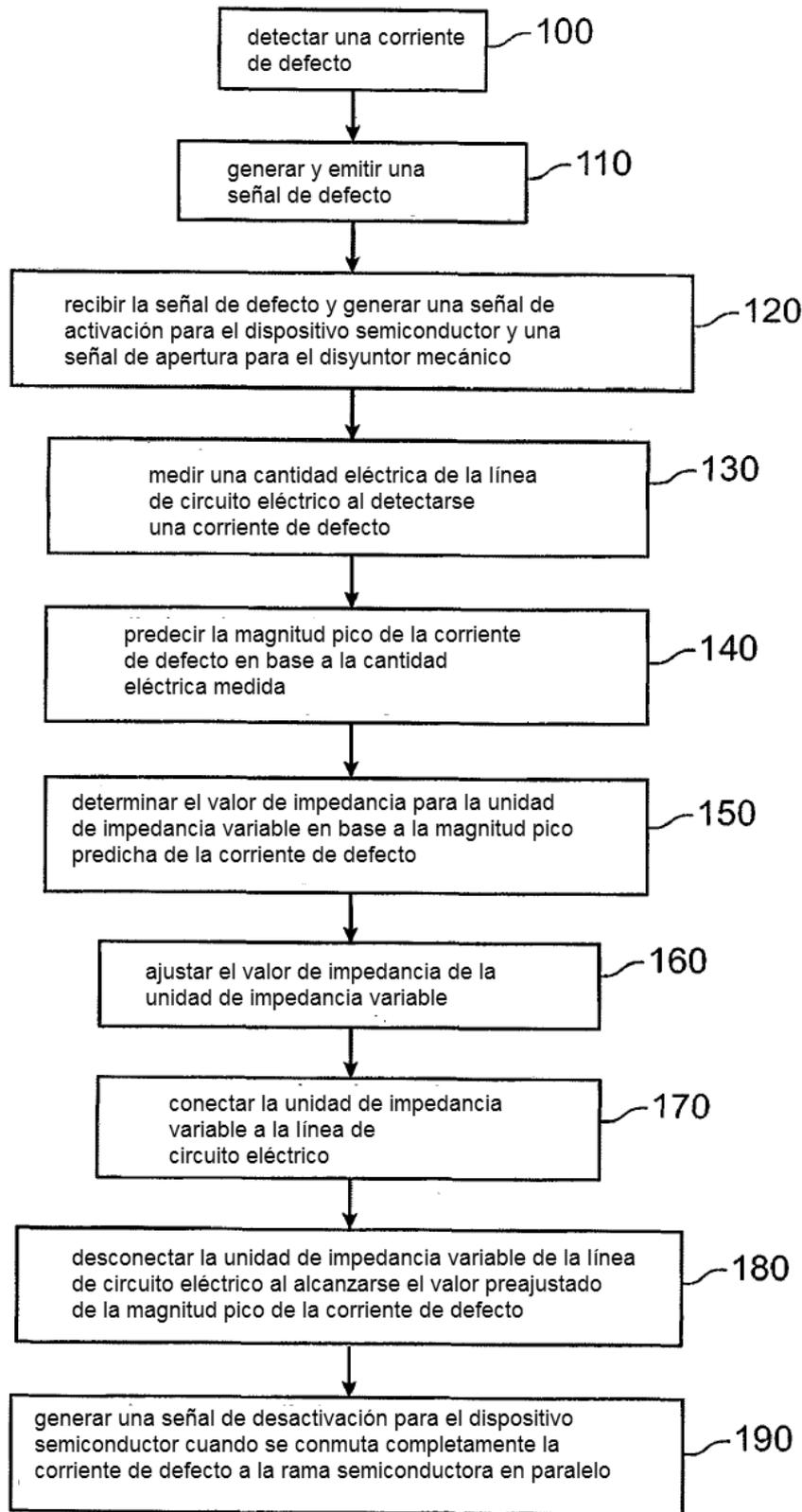


Fig. 5