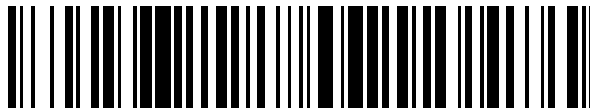


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 806**

51 Int. Cl.:

**H01H 33/59** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2015 PCT/FR2015/053299**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16092182**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2015 E 15817465 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 3230999**

54 Título: **Dispositivo de corte de corriente continua de alta tensión**

30 Prioridad:

**11.12.2014 FR 1462224**

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

**07.05.2019**

73 Titular/es:

**SUPERGRID INSTITUTE (100.0%)  
130, rue Léon Blum  
69100 Villeurbanne, FR**

72 Inventor/es:

**LUSCAN, BRUNO;  
BERTINATO, ALBERTO y  
CREUSOT, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 711 806 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de corte de corriente continua de alta tensión

La invención se refiere a las redes de transmisión y/o de distribución de corriente continua bajo tensión elevada, generalmente designados bajo el acrónimo HVDC. La invención se refiere en particular a los dispositivos de corte de corriente de avería destinados a tales redes.

Las redes HVDC están particularmente consideradas como una solución para la interconexión de emplazamientos de producción de electricidad dispares o no síncronos, que aparecen con el desarrollo de las energías renovables. Las redes HVDC están particularmente consideradas para la transmisión y la distribución de energía producida por explotaciones eólicas en el mar más bien que las tecnologías de corriente alterna, debido a las pérdidas en línea inferiores y ausencia de incidencia de las capacidades parásitas de la red en largas distancias. Tales redes tienen típicamente niveles de tensión del orden de los 50 kV y más.

Para la transmisión de electricidad punto a punto, un seccionamiento puede ser realizado por mediación de un convertidor en el extremo de la línea. Por el contrario, el seccionamiento ya no puede ser realizado por dicho convertidor en la transmisión de puntos múltiples. El corte de la corriente continua en tales redes es un envite crucial que condiciona directamente la factibilidad y el desarrollo de tales redes.

El documento EP0431510 describe particularmente un dispositivo de corte para corriente continua de alta tensión.

Para niveles más bajos de tensión, se utilizan tradicionalmente disyuntores mecánicos para realizar el corte de corriente, es decir que el corte de corriente se obtiene únicamente por la apertura de un elemento interruptor mecánico. Un elemento interruptor mecánico de este tipo comprende dos piezas conductoras que hacen contacto que están en contacto mecánico cuando el elemento interruptor está cerrado y que se separan mecánicamente cuando el elemento interruptor está abierto. Estos disyuntores mecánicos presentan varios inconvenientes particularmente cuando son atravesados por corrientes importantes.

El corte mecánico se traduce por el establecimiento de un arco eléctrico entre las dos piezas conductoras, debido a las energías importantes acumuladas en la red que el disyuntor protege. Este arco eléctrico degrada por una parte por erosión las dos piezas conductoras que hacen contacto y por otra parte el medio ambiente por ionización. Además, la corriente tarda un cierto tiempo en interrumpirse debido a esta ionización. Este arco eléctrico al degradar las piezas conductoras que hacen contacto necesita operaciones de mantenimiento fastidiosas y costosas. El corte de la corriente es además particularmente difícil de realizar en un contexto de corriente continua y tensión elevada, tendiendo estas condiciones a mantener el arco eléctrico. Además, cuando incluso se llega a dimensionar un disyuntor mecánico para una aplicación de alta tensión de corriente continua, este presenta generalmente un retardo de apertura relativamente importante, incompatible con la protección de la red, por ejemplo, durante la aparición de un cortocircuito.

La invención trata de resolver uno o varios de estos inconvenientes. La invención trata particularmente de proporcionar un dispositivo de corte HVDC que permita asegurar una protección de la red en un tiempo reducido, y que limite fuertemente las pérdidas de conducción en la línea de transmisión. La invención se refiere así a un dispositivo de corte de corriente para corriente continua de alta tensión, tal como se ha definido en la reivindicación 1 adjunta.

La invención se refiere igualmente a las variantes de las reivindicaciones dependientes. El experto en la materia comprenderá que cada una de las características de las variantes de las reivindicaciones dependientes puede ser combinada independientemente de las características de la reivindicación 1 presentada, sin constituir por ello una generalización intermedia.

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán claramente de la descripción que se realiza a continuación, a título indicativo y en modo alguno limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 ilustra un primer modo de realización de un dispositivo de corte según la invención;
- la figura 2 ilustra un segundo modo de realización de un dispositivo de corte según la invención;
- la figura 3 ilustra un tercer modo de realización de un dispositivo de corte según la invención;
- la figura 4 es un diagrama que ilustra la corriente que pasa por un interruptor de una línea de conducción principal en ausencia de apertura de este interruptor;
- la figura 5 es un diagrama que ilustra la corriente que pasa por un interruptor de una línea de conducción secundaria en ausencia de apertura del interruptor de la línea de conducción principal;
- la figura 6 ilustra el estado de un interruptor de la línea principal y de un interruptor de la línea secundaria durante una detección de una sobreintensidad;
- la figura 7 ilustra las diferencias de potencial respectivas en los terminales de dos condensadores en la detección de una sobreintensidad;
- la figura 8 ilustra una simulación de la corriente a nivel de la salida del dispositivo de corte;

- la figura 9 ilustra las corrientes que pasan por respectivamente el interruptor de la línea de conducción principal y un limitador de corriente en la detección de una sobreintensidad;
- la figura 10 ilustra las diferencias de potencial en los terminales respectivamente de dos condensadores en una detección de la sobreintensidad;
- 5 - la figura 11 ilustra la diferencia de potencial en los terminales del condensador de la línea secundaria en función de la presencia de un pararrayos;
- la figura 12 ilustra la corriente de línea en función de la presencia de un pararrayos;
- la figura 13 ilustra la corriente que pasa por el condensador de la línea secundaria en función de la presencia de un pararrayos;
- 10 - la figura 14 ilustra un cuarto modo de realización de un dispositivo de corte según la invención;
- la figura 15 ilustra un quinto modo de realización de un dispositivo de corte según la invención.

La invención propone un dispositivo de corte de corriente para corriente continua de alta tensión. El dispositivo de corte de corriente comprende una línea de conducción principal y una línea de conducción secundaria, conectadas en paralelo entre un terminal de entrada y un terminal de salida. En la línea de conducción principal, un circuito incluye un limitador de corriente y un condensador conectados en paralelo. Un interruptor controlado está conectado en serie con este circuito. Cuando los interruptores controlados están cerrados, las líneas de conducción principal y secundaria forman un circuito oscilante en los terminales del interruptor de la línea de conducción principal, con una amplitud de oscilación de corriente al menos igual a la corriente de limitación mantenida por el limitador de corriente. El dispositivo de corte comprende además un circuito de control que presenta un modo de funcionamiento de corte en el cual está configurado para mantener un control de apertura del interruptor controlado de la línea de conducción principal y un control de cierre del interruptor controlado de la línea de conducción secundaria.

Así, en una sobreintensidad, el limitador de corriente mantiene la corriente que pasa por él en una corriente de limitación y la diferencia de potencial en los terminales del limitador de corriente aumenta hasta que sea alcanzada la corriente de limitación. El condensador conectado en paralelo con el limitador de corriente es entonces cargado. Al cierre del interruptor controlado de la línea de conducción secundaria, el circuito oscilante formado fuerza a la corriente que pasa por el interruptor de la línea de conducción principal a pasar por un valor nulo en la descarga del condensador que ha sido previamente cargado. Con un mantenimiento de un control de apertura sobre el interruptor de la línea de conducción principal, la apertura efectiva iniciada por este interruptor se obtiene fácilmente cuando la corriente que lo atraviesa alcanza el valor nulo, cortándose un arco eventual que ya no se opone entonces a su apertura. Si en el corte del arco eléctrico la distancia entre contactos es suficiente es posible cortar definitivamente el paso de la corriente. El dimensionamiento de este interruptor en términos de poder de corte puede así ser reducido. Un interruptor de este tipo puede así ser un interruptor concebido para corriente alterna, por un coste reducido.

Un dispositivo de corte de corriente de este tipo podrá por ejemplo dimensionarse para tensiones continuas al menos iguales a 10 kV, incluso al menos iguales a 50 kV, típicamente al menos iguales a 100 kV, y potencialmente al menos iguales a 300 kV. Un dispositivo de corte de corriente de este tipo podrá igualmente ser dimensionado para una corriente continua de servicio al menos igual a 1 kA, incluso al menos igual a 2 kA.

La figura 1 es una representación esquemática de un primer modo de realización de un ejemplo de dispositivo de corte 1 según la invención. El dispositivo 1 comprende un terminal de entrada 101, destinado para ser conectado con una fuente de tensión continua 2 conocidas en sí. El dispositivo 1 comprende por otro lado un terminal de salida 102, destinado para alimentar por ejemplo una carga eléctrica o una red eléctrica.

El dispositivo de corte 1 comprende por una parte una línea de conducción principal 141 y una línea de conducción secundaria 142, conectadas en paralelo entre los terminales 101 y 102. La línea de conducción principal 141 está destinada para ser atravesada por la corriente nominal proporcionada por la fuente de tensión continua 2.

La línea de conducción principal 141 comprende un circuito, que incluye un limitador de corriente 111 y un condensador 131 conectados en paralelo. Un interruptor controlado 121 está conectado en serie con este circuito, entre los terminales 101 y 102. El limitador de corriente 111 está configurado para mantener la corriente que lo atraviesa a un nivel inferior o igual a una corriente de limitación. La corriente de limitación del limitador 111 es por ejemplo al menos igual a dos veces la corriente nominal del dispositivo de corte 1.

En una sobreintensidad, por ejemplo, debida a un cortocircuito entre el terminal 102 y tierra, el perfil de la corriente que pasa por el limitador de corriente comprende típica y transitoriamente una rampa creciente hasta un pico y franquea particularmente un valor de activación del limitador 111. El limitador 111 se utiliza de forma que la amplitud del pico sea como máximo igual a 6 veces la corriente nominal. La corriente vuelve a bajar seguidamente muy rápidamente hasta la corriente de limitación en la cual el limitador 111 se mantiene. Con el fin de evitar un calentamiento excesivo del limitador 111, el dispositivo 1 está configurado para cortar la corriente que pasa por este limitador 111 en un corto tiempo.

La línea de conducción secundaria 142 comprende un interruptor controlado 123 conectado en serie con un condensador 132. Los interruptores 121 y 123 están bien entendido dimensionados para poder resistir a las corrientes y diferencias de potenciales a los cuales están destinados para ser sometidos.

El dispositivo de corte 1 comprende además un circuito de control 103. El circuito de control 103 está configurado para aplicar señales de control a los interruptores controlados 121 y 123, con miras a obtener selectivamente su apertura/cierre respectivos. El circuito de control 103 está además configurado para detectar una sobreintensidad. El circuito 103 puede a este respecto recibir una medición de la corriente que pasa por el limitador de corriente 111 (por ejemplo, enviada por una sonda de corriente) o recibir una medición de la diferencia de potencial en los terminales del limitador de corriente 111 o del condensador 131 (por ejemplo, enviada por un voltímetro). La detección de la sobreintensidad puede ser realizada por el limitador de corriente 111 propiamente dicho. Así, si el paso de un umbral de corriente o de diferencia de potencia es detectado por el circuito 103, éste puede bascular de un primer modo de funcionamiento en el cual el dispositivo 1 debe conducir una corriente nominal entre los terminales 101 y 102, a un segundo modo de funcionamiento en el cual el dispositivo 1 debe cortar la corriente entre los bornes 101 y 102.

En el primer modo de funcionamiento, el circuito 103 mantiene el interruptor 123 abierto para evitar la conducción en la línea de conducción secundaria 142, y mantiene el interruptor 121 cerrado para garantizar la conducción en la línea de conducción principal 141 a través del limitador de corriente 111.

En el segundo modo de funcionamiento, el circuito 103 genera una señal de control de apertura del interruptor 121 y una señal de control de cierre del interruptor 123. Ventajosamente, el circuito 103 detecta antes la aparición de una sobreintensidad durante el paso de la corriente de activación, y genera la señal de control de apertura del interruptor 121 solamente después de un tiempo de espera. La corriente de activación podrá por ejemplo ser al menos igual a 4 veces la corriente nominal, con el fin de limitar aperturas intempestivas del interruptor 121.

El tiempo de espera permite garantizar que el limitador de corriente 111 habrá alcanzado una fase de mantenimiento de la corriente de limitación. En esta fase de mantenimiento, la diferencia de potencial en los terminales del limitador de corriente 111 ha permitido cargar el condensador 131. El tiempo de espera entre la detección de la sobreintensidad y la generación de la señal de control de apertura del interruptor 121 es por ejemplo al menos igual a 5 ms, incluso al menos igual a 10 ms. Con el fin de no mantener el limitador de corriente 111 durante un tiempo excesivo en su corriente de limitación, el tiempo de espera entre la detección de la sobreintensidad y la generación de la señal de control de apertura del interruptor 121 es por ejemplo como máximo igual a 50 ms, incluso como máximo igual a 30 ms.

En el segundo modo de funcionamiento, el circuito 103 genera ventajosamente la señal de control de cierre del interruptor 123 tras la generación de la señal de control de apertura del interruptor 121. Este desfase de generación de la señal de control de cierre del interruptor 123 permite garantizar que la formación del circuito oscilante que induce un paso a cero de la corriente a través del interruptor 121 es correctamente obtenida mientras la señal de control de apertura del interruptor 121 sea aplicada y la apertura por separación de los contactos del interruptor 121 sea correctamente iniciada. El circuito oscilante está aquí formado por mediación de los condensadores 131 y 132 y las inductancias de cableado de las líneas de conducción primaria y secundaria. Este tiempo de espera permite igualmente tener en cuenta el desfase entre la aplicación de la señal de control de apertura sobre el interruptor 121 y el efecto de esta señal de control, para un interruptor 121 de tipo mecánico. Este desfase entre la señal de control de apertura del interruptor 121 y la señal de control de cierre del interruptor 123 es por ejemplo al menos igual a 500  $\mu$ s. Con el fin de limitar al máximo el tiempo de funcionamiento del limitador de corriente 111 en su corriente de limitación, y con el fin de limitar el tiempo de presencia de un arco en el interruptor 121 después de la aplicación de una señal de control de apertura, este desfase entre las señales de control es ventajosamente como máximo igual a 5 ms, y de preferencia como máximo igual a 3 ms.

La reducción del tiempo de funcionamiento del limitador de corriente 111 en su corriente de limitación durante el segundo modo de funcionamiento podrá además facilitar una fase ulterior de basculamiento hacia el primer modo de funcionamiento, por un nuevo cierre del interruptor 121. Un limitador de corriente de tipo con supraconductor necesitará un tiempo antes de ser puesto de nuevo en servicio, tanto mayor cuanto más tiempo se haya calentado en la modalidad de limitación de corriente.

Por otro lado, el condensador 132 permite cortar la corriente continua en la línea de conducción secundaria cuando se ha obtenido la apertura del interruptor 121 y la supresión de un eventual arco.

El limitador de corriente 111 es ventajosamente del tipo SCFCL. Así, en el primer modo de funcionamiento, el limitador de corriente 111 tiene una diferencia de potencial nula entre sus terminales y permite por consiguiente limitar las pérdidas inducidas por el dispositivo de corte de corriente 1. El limitador de corriente 111 puede en particular ser del tipo de resistencia supraconductora. Un limitador de corriente 111 tal, del tipo de resistencia supraconductora, está típicamente previsto para presentar una resistencia entre sus terminales si su temperatura aumenta debido a la aparición de una sobreintensidad, con el fin de limitar la amplitud de la sobreintensidad del cortocircuito. Un limitador de corriente 111 de este tipo comprende por ejemplo una barra de material supraconductor atravesada por la corriente nominal entre los terminales 101 y 102. La barra de material supraconductor está bañada en un baño de nitrógeno líquido con el fin de mantenerla por debajo de su temperatura crítica durante el primer modo de funcionamiento. El limitador de corriente 111 puede comprender una componente inductiva.

Otro tipo de limitador de corriente 111 puede bien entendido ser considerado, en particular un limitador de corriente que incluya IGBT y cuya estructura es conocida en sí.

El interruptor 121 es ventajosamente un interruptor electromecánico, particularmente debido a las pequeñas pérdidas en línea que es capaz de generar.

5 La figura 2 ilustra un segundo modo de realización de un ejemplo de dispositivo de corte 1 según la invención. En este modo de realización, la línea de conducción secundaria incluye una inductancia 133 conectada en serie con el interruptor 123. Independientemente de la inductancia 133, el dispositivo de corte 1 comprende aquí un interruptor 122 conectado en serie con el condensador 131. El interruptor 122 es mantenido cerrado en los primero y segundo modos de funcionamiento. La estructura de los otros componentes del dispositivo de corte 1 de la figura 2 es por otro lado idéntica a la del dispositivo de corte de la figura 1. Una inductancia 133 de este tipo permite definir con precisión la frecuencia de resonancia del circuito oscilante formado durante el cierre del interruptor 123. En efecto, el valor de inductancia de esta inductancia 133 será entonces preponderante con relación a las inductancias parásitas en el circuito oscilante para la determinación de la frecuencia de resonancia del circuito oscilante.

10 La determinación de las características del condensador 131, del condensador 132, y en este caso particular de la inductancia 133, podrá ser realizada de la forma siguiente.

Se fija primeramente el valor  $f_r$  de la frecuencia de resonancia que se desea para el circuito oscilante, así como el valor  $I_o$  de la amplitud mínima de una oscilación durante el cierre del interruptor 123.  $I_o$  debe respetar la condición  $I_o > I_{nl}$ , siendo  $I_{nl}$  la corriente de limitación del limitador de corriente 111.  $I_{nl}$  es por ejemplo igual a dos veces la corriente nominal del dispositivo de corte 1.

20 Para el ejemplo de la figura 2, se obtienen las ecuaciones siguientes:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L * C_{eq}}}$$

$$I_o = V_{nl} * \sqrt{C_{eq} / L}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{131}} + \frac{1}{C_{132}}$$

siendo:

25  $V_{nl}$  la diferencia de potencial entre los terminales del limitador de corriente 111 cuando mantiene su corriente de limitación  $I_{nl}$ ,  $C_{eq}$  la capacidad equivalente de los condensadores 131 y 132 en serie en el circuito oscilante formado,  $C_{131}$  la capacidad del condensador 131,  $C_{132}$  la capacidad del condensador 132, y  $L$  el valor de inductancia de la inductancia 133.

Otros criterios de dimensionamiento pueden bien entendido ser tomados en cuenta, por ejemplo, para limitar la cantidad de energía almacenada en el condensador 131 en la aparición de una sobreintensidad.

30 Las figuras 4 y 5 son diagramas de simulación de un ejemplo de dispositivo de corte 1 según la figura 2. Estos diagramas permiten ilustrar el funcionamiento del dispositivo de corte 1, en la aparición de una sobreintensidad. La figura 4 ilustra la corriente que pasa por el interruptor 121. La figura 5 ilustra la corriente que pasa por el condensador 132.

35 Se supone que una sobreintensidad aparece en el instante  $t=0$  y que el limitador de corriente 111 se estabiliza rápidamente en su corriente de limitación. El condensador 131 se carga entonces. El circuito de control 103 genera una señal de control de cierre y el interruptor 123 cierra en el instante  $t=25$  ms. Desde entonces, la línea de conducción principal 141 y la línea de conducción secundaria 142 forman el circuito oscilante. Para ilustrar mejor el funcionamiento del circuito oscilante formado durante el cierre del interruptor 123, la simulación se ilustra sin apertura del interruptor 121.

40 Como se ha ilustrado en la figura 5, a partir de  $t=25$ ms, el condensador 131 se descarga en el circuito oscilante, lo cual induce oscilaciones de corriente en el circuito oscilante. El circuito oscilante está dimensionado para que al menos una oscilación presente una amplitud al menos igual a la corriente de limitación de la corriente del limitador de corriente 111. Así, como se ha ilustrado en la figura 4, la corriente que pasa por el interruptor 121 pasa por un

valor nulo en al menos una oscilación. Así, si el circuito 103 aplica una señal de control de apertura del interruptor 121, cuando esta corriente toma un valor nulo, el arco eléctrico eventualmente presente durante la separación inicial de los contactos de este interruptor es cortado. Así, el interruptor 121 puede ser un interruptor convencional para el corte de la corriente alterna, con un poder de corte relativamente reducido.

5 La frecuencia de resonancia del circuito oscilante formado es ventajosamente inferior o igual a 5 kHz. Así, cuando  $I$  es la corriente que pasa por el interruptor 121, el valor  $dI/dt$  (por ejemplo, inferior a  $500A/\mu s$ ) es suficientemente reducido para facilitar la apertura efectiva del interruptor 121 en el mantenimiento de su señal de control de apertura. Ventajosamente, la frecuencia de resonancia del circuito oscilante formado es ventajosamente superior o igual a 500 Hz para obtener una apertura efectiva rápida del interruptor 121 o para generar varios pasajes a cero de la corriente a través del interruptor 121, si este no se abre inmediatamente. Un ejemplo de dimensionamiento del circuito oscilante se detalla en lo que sigue en referencia a los modos de realización de la figura 2.

La figura 6 ilustra un ejemplo de cronograma de los estados de apertura/cierre de los interruptores 121 y 123 durante la aparición de una sobreintensidad. El instante  $t=0$  corresponde a la aparición de la sobreintensidad. El circuito 103 de control acciona la apertura del interruptor 121 en el instante  $t= 23ms$  y acciona el cierre del interruptor 123 en el instante  $t= 25ms$ .

Aunque no ilustrado, el circuito de control 103 pueden seguidamente aplicar una señal de control de apertura sobre el interruptor 123. Esta señal de control de apertura es por ejemplo realizada después de un tiempo suficiente para que el interruptor 121 haya podido abrirse y que la corriente que pasa por el terminal de salida 102 sea nula. Este control de apertura podrá por ejemplo estar en desfase por un tiempo al menos igual a 5 ms con relación a la señal de control de cierre de este mismo interruptor 123, siendo este desfase por ejemplo de 25 ms. La apertura del interruptor 123 permitirá formar de nuevo el circuito oscilante después de una reposición en conducción del dispositivo de corte 1.

La figura 7 es un diagrama de una simulación de diferencias de potencial respectivas en los terminales del condensador 131 (curva con línea de trazo continuo) y en los terminales del condensador 132 (curva con líneas de trazo discontinuo). La figura 8 es un diagrama de una simulación de la corriente a nivel del terminal 102. La figura 9 ilustra respectivamente la corriente a través del interruptor 121 (línea de trazo continuo) y la corriente a través del limitador de corriente 111 (con líneas de trazo interrumpido).

En la aparición de la sobreintensidad, la diferencia de potencial en los terminales del condensador 131 sigue una rampa antes de alcanzar el valor  $V_{nl}$ . En el cierre del interruptor 123, las oscilaciones inducidas en el circuito oscilante permiten la apertura del interruptor 121 con corriente nula. Por lo tanto, la diferencia de potencial en los terminales del limitador de corriente 111 cae, y la corriente a nivel del terminal 102 se vuelve igualmente rápidamente nula, bloqueando el condensador 132 la corriente continua en la línea de conducción secundaria.

La figura 3 ilustra un tercer modo de realización de un ejemplo de dispositivo de corte 1 según la invención. En este modo de realización, la línea de conducción secundaria incluye un protector de sobretensión 112 conectado en paralelo al condensador 132. Independientemente del protector de sobretensión 112, el dispositivo de corte 1 comprende aquí un interruptor 122 conectado en serie con el condensador 131. La estructura de los otros componentes del dispositivo de corte 1 de la figura 3 es por otro lado idéntica a la del dispositivo de corte de la figura 1.

El protector de sobretensión 112 permite limitar la amplitud de la diferencia de potencial en los terminales del condensador 132 y permite absorber la energía inductiva almacenada en la línea eléctrica conectada al terminal 102.

La figura 10 ilustra las diferencias de potencial respectivas en los terminales de los condensadores 131(línea de trazo continuo) y 132 (línea de trazo discontinuo) en ausencia de protector de sobretensión 112.

La figura 11 ilustra comparativamente las diferencias de potencial respectivas en los terminales del condensador 132 en presencia de un protector de sobretensión 112 (línea de trazo continuo) y en ausencia de este protector de sobretensión (línea de trazos discontinuos).

La figura 12 ilustra comparativamente la corriente a nivel del terminal 102 en presencia de un protector de sobretensión (línea de trazo continuo) y en ausencia de este protector de sobretensión (línea de trazo discontinuo).

La figura 13 ilustra comparativamente la corriente que pasa por el condensador 132 en presencia de un protector de sobretensión 112 (línea de trazo continuo) y en ausencia de este protector de sobretensión (línea de trazos discontinuos).

La figura 14 ilustra un cuarto modo de realización de un ejemplo de dispositivo de corte 1 según la invención. Este modo de realización difiere estructuralmente del segundo modo de realización por la supresión del interruptor 122 en serie con el condensador 131 y por la inclusión de un interruptor controlado 126 conectado entre por una parte el terminal 101, y por otra parte un nudo de conexión entre la línea de conducción secundaria y el condensador 131. El circuito oscilante incluye aquí los condensadores 131 y 132 y la inductancia 133.

La lógica de control de los interruptores controlados es idéntica a la del segundo modo de realización. El interruptor 126 se mantiene cerrado en los primero y segundo modos de funcionamiento.

5 La figura 15 ilustra un quinto modo de realización de un ejemplo de dispositivo de corte según la invención. Este modo de realización difiere estructuralmente del cuarto modo de realización por una conexión directa entre el interruptor 123 y la inductancia 133 en sustitución del condensador 132. El circuito oscilante incluye aquí el condensador 131 y la inductancia 133.

10 La lógica de control de los interruptores controlados es idéntica a la del segundo modo de realización. El interruptor 126 se mantiene cerrado en el primer modo de funcionamiento. Una señal de control de apertura del interruptor 126 es aplicada en el segundo modo de funcionamiento. El interruptor 126 abierto permite cortar la corriente continua en la derivación de conducción secundaria. La señal de control de apertura del interruptor 126 puede preceder a la señal de control de cierre del interruptor 123.

15 La mayoría de las sobreintensidades son transitorias y no están relacionadas con un cortocircuito permanente. Por consiguiente, el dispositivo de corte 1 está ventajosamente configurado para utilizar un ciclo de tipo OFO, siendo la apertura del interruptor 121 en el segundo modo de funcionamiento seguida de una descarga del condensador 132 y de una tentativa de cierre de este interruptor 121 para determinar si la avería es persistente, después de una nueva apertura de este interruptor 121 si se ha determinado que la avería es efectivamente persistente.

20 En los diferentes modos de realización ilustrados, se puede considerar conectar otro limitador de corriente (no ilustrado) en serie entre los terminales 101 y 102. Un limitador de corriente de este tipo podrá ser de tipo inductivo y permitirá modificar el dimensionamiento de los diferentes interruptores del dispositivo de corte de corriente 1. Un limitador de corriente de este tipo se muestra en particular ventajoso en combinación con el quinto modo de realización.

En los diferentes modos de realización, se puede considerar disponer un protector de sobretensión en paralelo a los terminales del interruptor 121.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de corte de corriente (1) para corriente continua de alta tensión, que comprende:
- primero y segundo terminales (101, 102);
  - estando una línea de conducción principal (141) y una línea de conducción secundaria (142) conectadas en paralelo entre los primero y segundo terminales;
  - comprendiendo la línea de conducción principal (141) un primer interruptor controlado (121) y conectado en serie con un circuito que incluye, conectados en paralelo, un primer condensador (131) y un limitador de corriente (111) configurado para mantener la corriente que lo atraviesa a un nivel inferior o igual a una corriente de limitación;
  - la línea de conducción secundaria (142) que comprende un segundo interruptor controlado (123), formando las líneas de conducción principal y secundaria un circuito oscilante en los terminales del primer interruptor controlado cuando los primero y segundo interruptores controlados están cerrados, con una amplitud de oscilación al menos igual a la corriente de limitación del limitador de corriente cuando este circuito limitador de corriente es atravesado por la indicada corriente de limitación;
  - un circuito de control (103) que presenta un primer modo de funcionamiento en el cual está configurado para mantener el primer interruptor (121) cerrado y para mantener el segundo interruptor abierto (123), y un segundo modo de funcionamiento en el cual está configurado para mantener una señal de control de apertura del primer interruptor (121) y mantener una señal de control de cierre del segundo interruptor (123).
2. Dispositivo de corte de corriente (1) según la reivindicación 1, en el cual el mencionado limitador de corriente (111) es del tipo de resistencia supraconductora.
3. Dispositivo de corte de corriente (1) según la reivindicación 1 o 2, en el cual la indicada línea de conducción secundaria comprende un segundo condensador conectado en serie con el mencionado segundo interruptor controlado.
4. Dispositivo de corte de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la frecuencia de resonancia de dicho circuito oscilante formado es inferior o igual a 5 kHz y/o la derivada de la corriente en el circuito oscilante con relación al tiempo es como máximo igual a 500A/μs.
5. Dispositivo de corte de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la frecuencia de resonancia de dicho circuito oscilante formado es superior o igual a 500 Hz.
6. Dispositivo de corte de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la línea de conducción secundaria comprende una inductancia (133) conectada en serie con el indicado segundo interruptor (123).
7. Dispositivo de corte de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el indicado circuito de control (103) está configurado para detectar una sobreintensidad en el primer modo de funcionamiento y configurado para generar una señal de apertura del primer interruptor (121) como máximo 50 ms después de la indicada detección de la sobreintensidad.
8. Dispositivo de corte de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el indicado circuito de control (103) en el segundo modo de funcionamiento está configurado para generar una señal de apertura del primer interruptor (121) y configurado para generar una señal de cierre del segundo interruptor (123) al menos 500 μs después de la generación de la señal de apertura del primer interruptor (121).
9. Dispositivo de corte de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual un protector de sobretensión (112) está conectado en paralelo al segundo condensador (132).
10. Dispositivo de corte de corriente (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dimensionado para la aplicación de una diferencia de potencial al menos igual a 10 kV y de una corriente al menos igual a 1 kA entre los primero y segundo terminales.



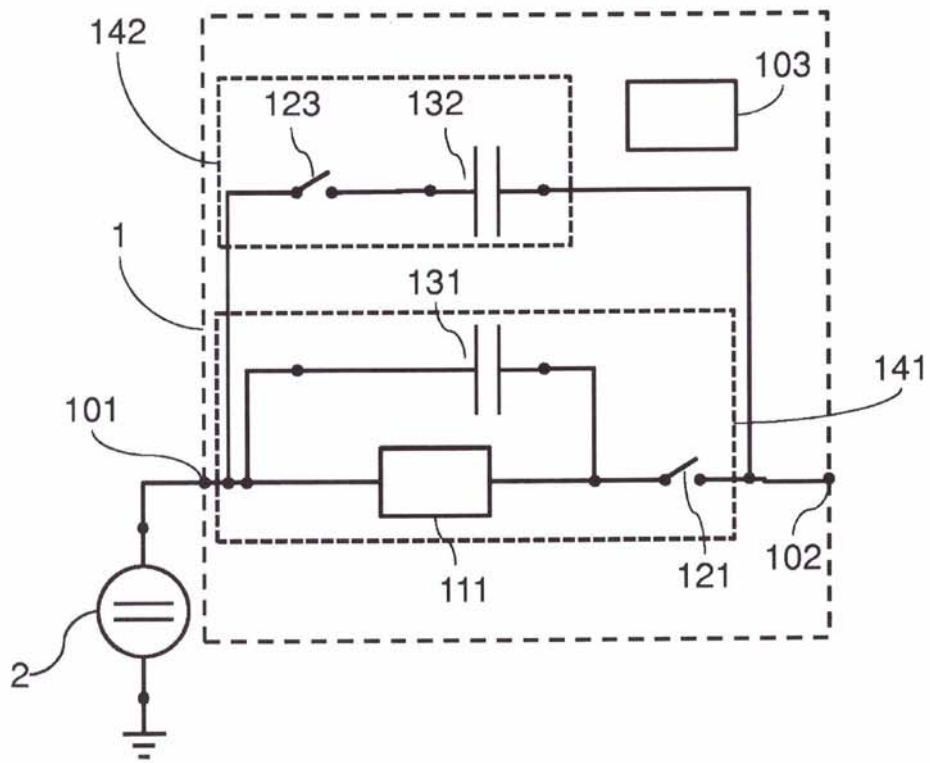


Fig. 1

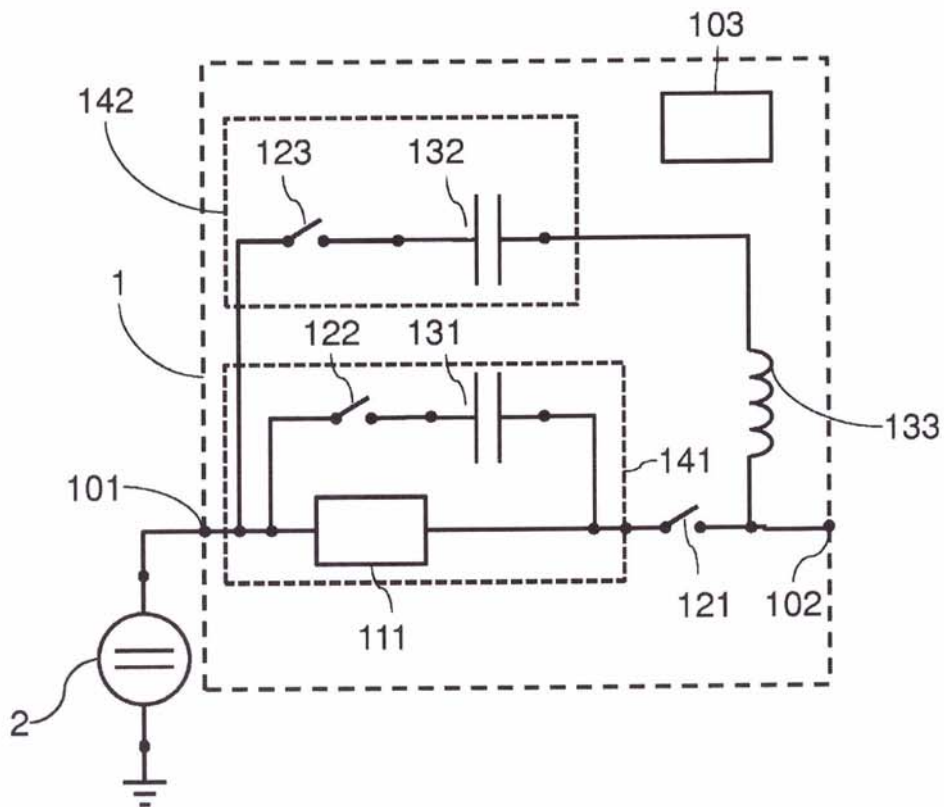


Fig. 2

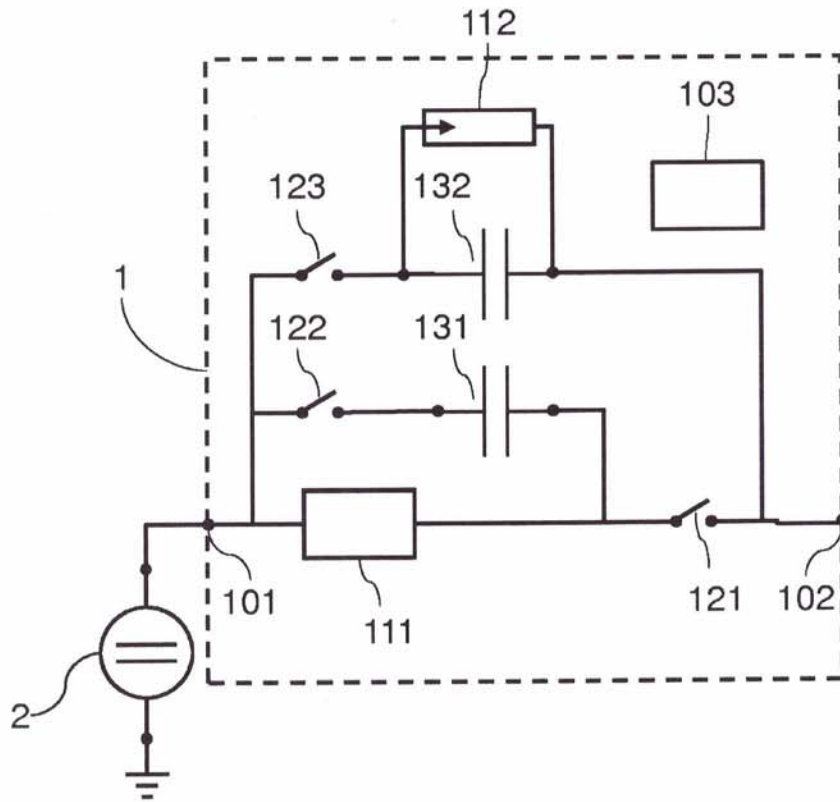


Fig. 3

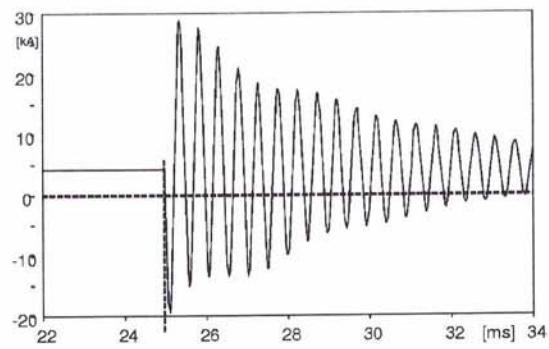


Fig. 4

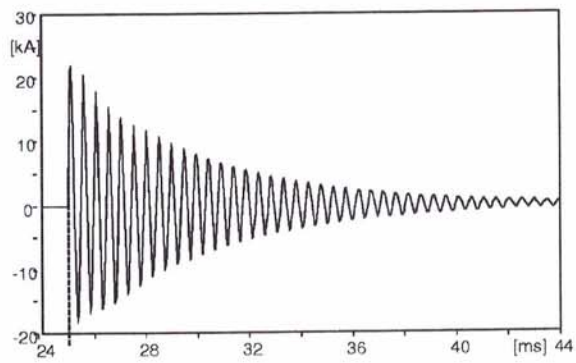


Fig. 5

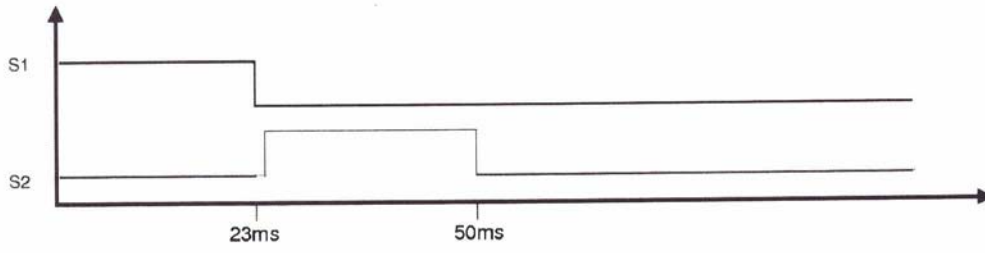


Fig. 6

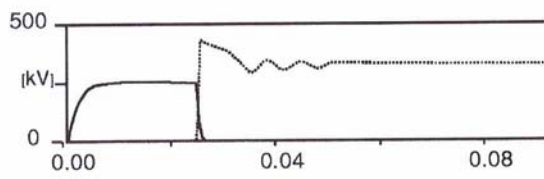


Fig. 7

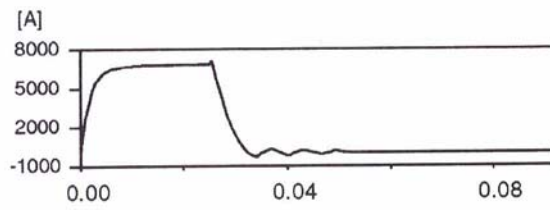


Fig. 8

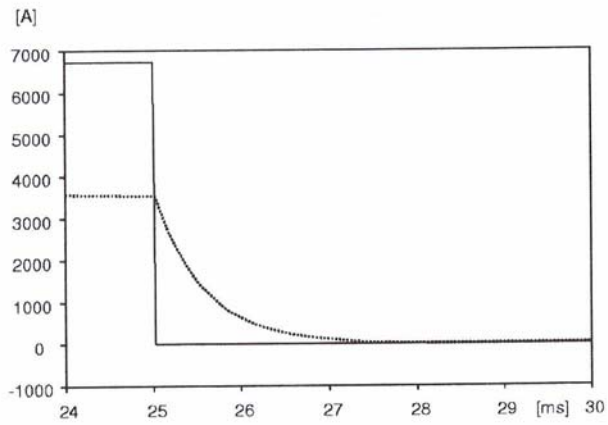


Fig. 9

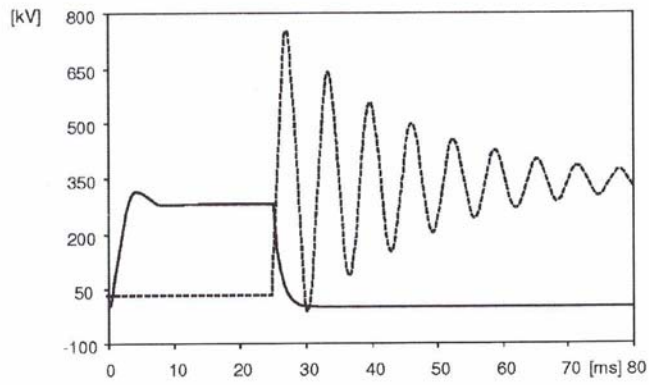


Fig. 10

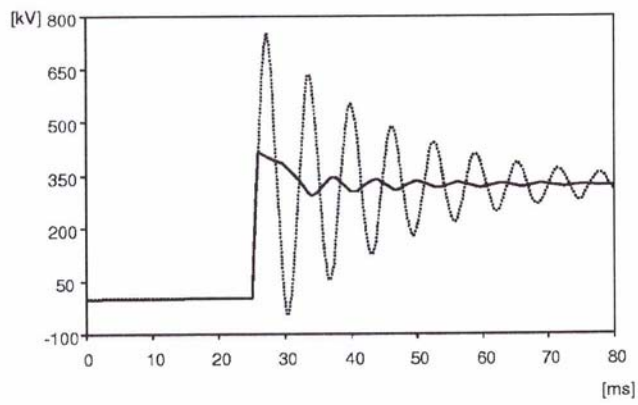


Fig. 11

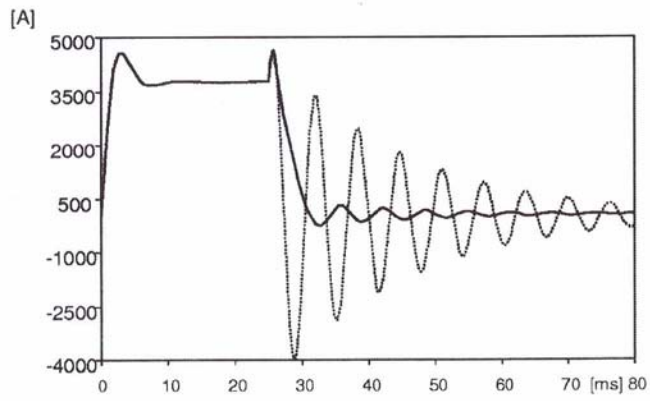


Fig. 12

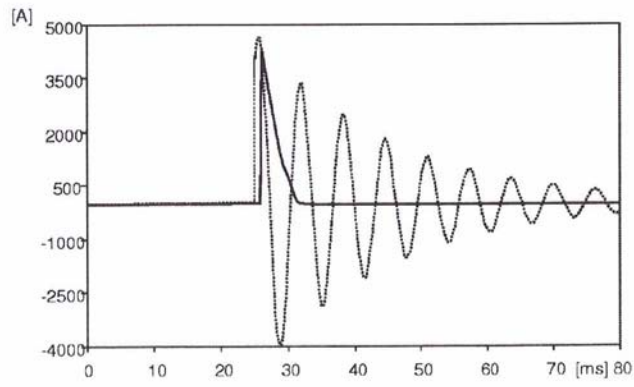


Fig. 13

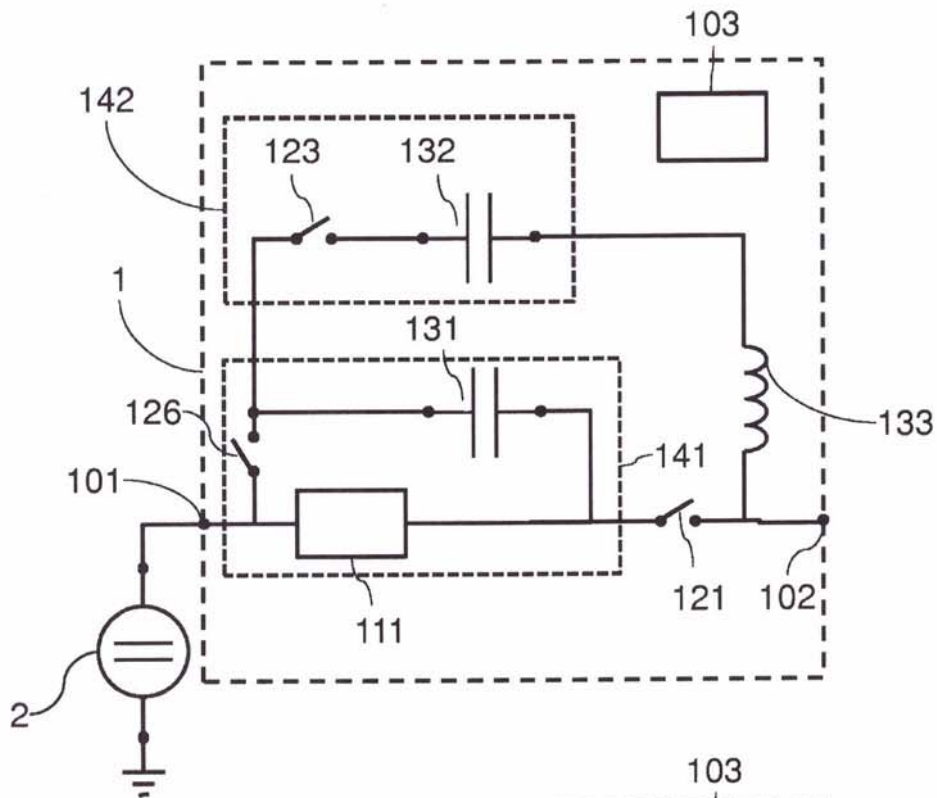


Fig. 14

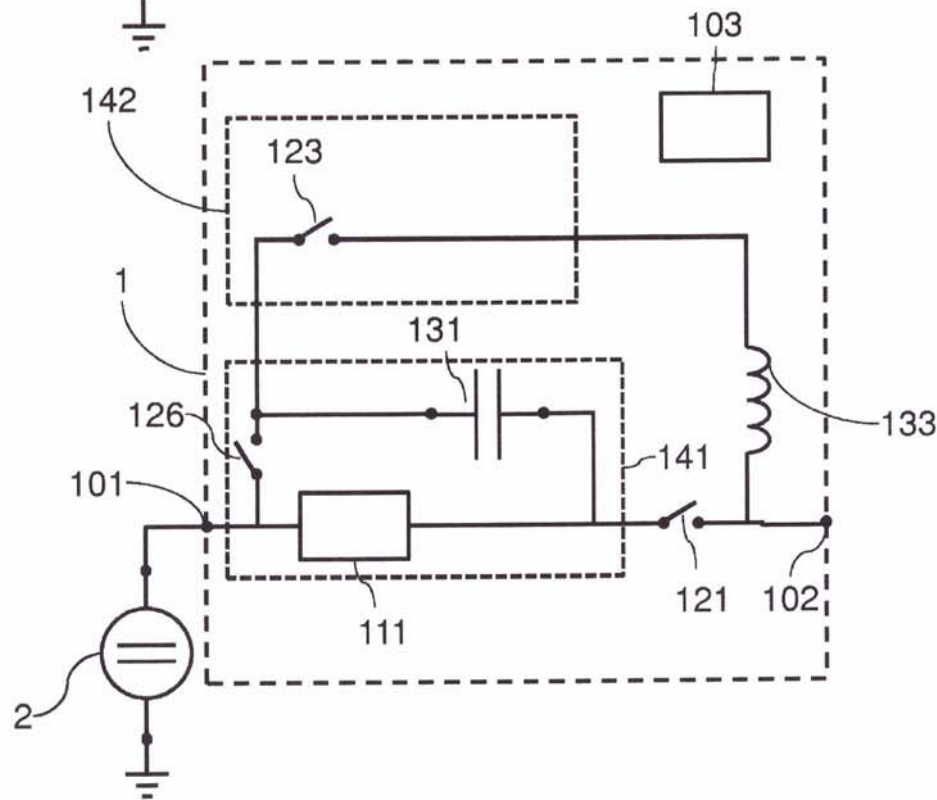


Fig. 15