

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 672**

51 Int. Cl.:

H02H 3/087 (2006.01)

H02H 9/02 (2006.01)

H01H 33/59 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2012 E 12751477 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2732521**

54 Título: **Disyuntor de tensión continua**

30 Prioridad:

13.09.2011 DE 102011082568

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

12.05.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GAXIOLA, ENRIQUE y
VOGELSANG, JAKOB**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 569 672 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 tensión continua

5 La presente invención hace referencia a un disyuntor de tensión continua según la reivindicación 1, a un método para operar un disyuntor de tensión continua según la reivindicación 6, así como a una red de distribución de corriente continua según la reivindicación 7.

10 La energía eléctrica se genera en las centrales eléctricas generalmente como corriente alterna trifásica. Para la transmisión, esa energía es transformada en tensión alterna eléctrica muy elevada a través de transformadores de potencia y es transmitida mediante líneas aéreas. Sin embargo, en el caso de líneas aéreas muy largas, una transmisión de la energía con corriente continua implica pérdidas menores, considerándose por tanto más conveniente.

15 No obstante, durante la transmisión de corriente continua existen en el estado del arte dificultades para controlar los flujos de energía en las redes de potencia malladas. Por ese motivo, para la transmisión de corriente continua, hasta el momento se utilizan casi exclusivamente conexiones de punto a punto sin derivaciones o mallas. Para el futuro se prevé sin embargo una instalación y ampliación de las redes de distribución de corriente continua. Para ello se necesitan disyuntores de tensión continua, para aumentar la disponibilidad de las redes de distribución de corriente continua previstas. Los disyuntores de tensión continua, en el caso de una falla, se utilizan para desconectar selectivamente partes de una red de distribución, impidiendo con ello una falla de la totalidad de la red de distribución.

20 A modo de ejemplo, se conocen disyuntores por las solicitudes GB 2 251 979 A, DE 43 04 863 A1 y DE 24 05 835 A1. En el caso de la solicitud GB 2 251 979 A, un dispositivo colector se encuentra conectado de forma paralela a un interruptor. En la solicitud DE 43 04 863 A1 se muestra un conmutador con dos interruptores, donde un dispositivo colector y un disipador de energía están conectados de forma paralela con respecto a uno de los interruptores. En la solicitud DE 24 05 835 A1 se describe una estructura con una pluralidad de interruptores.

25 Es objeto de la presente invención proporcionar un disyuntor de tensión continua mejorado. Dicho objeto se alcanzará a través de un disyuntor de tensión continua con las características de la reivindicación 1. Asimismo, otro objeto de la presente invención consiste en indicar un método para operar un disyuntor de tensión continua. Dicho objeto se alcanzará a través de un método con las características de la reivindicación 6. Otro objeto de la presente invención consiste en proporcionar una red de distribución de corriente continua segura con respecto a fallos. Dicho objeto se alcanzará a través de una red de distribución de corriente continua con las características de la reivindicación 7. En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos ventajosos.

30 El disyuntor de tensión continua acorde a la invención presenta de primeros a quintos nodos, donde

- entre el primer nodo y el cuarto nodo se encuentra dispuesto un primer interruptor,
- entre el cuarto nodo y el tercer nodo se encuentra dispuesto un segundo interruptor,
- entre el cuarto nodo y el quinto nodo se encuentra dispuesto un circuito paralelo de un dispositivo colector hacia un disipador de energía y, en serie con respecto a ello, se encuentra dispuesto un conmutador,
- entre el segundo nodo y el tercer nodo se encuentra dispuesto un circuito en serie en base a un conmutador semiconductor y a una resistencia. Preferentemente, el conmutador semiconductor es un tiristor.

40 Entre el primer nodo y el segundo nodo puede aplicarse una primera tensión continua, y entre el tercer nodo y el segundo nodo puede detectarse una segunda tensión continua. El dispositivo conmutador, de manera preferente, presenta un circuito en serie de una resistencia del colector, de una bobina del colector y de un capacitor del colector.

Preferentemente, el disyuntor de tensión continua comprende un dispositivo de control que, en el caso de una desconexión, se encuentra diseñado para efectuar los siguientes pasos:

- cierre del conmutador (190);
- 45 - apertura del segundo interruptor (120);
- encendido del tiristor (260);

- apertura del primer interruptor (110).

5 Mediante la invención se comprobó que la derivación adicional del tiristor, en el caso de una activación adecuada, permite obtener forzosamente muy rápido un paso al punto cero. El punto cero mencionado, de manera ventajosa, permite una separación de la línea asegurada a través del disyuntor de tensión continua, sin que se produzcan tensiones transitorias de restablecimiento externas. De manera ventajosa, esto posibilita una ejecución compacta y conveniente en cuanto los a costes del disyuntor de tensión continua, reduciendo el tiempo necesario máximo para la interrupción completa de la corriente, así como permitiendo una desconexión selectiva de una parte de la red de distribución.

10 Preferentemente, el segundo interruptor es un interruptor híbrido. En una forma de ejecución preferente del disyuntor de tensión continua, el primer interruptor es un interruptor SF6. Para la interrupción, para el interruptor SF6 son adecuadas tensiones muy grandes. Preferentemente, el segundo interruptor es un interruptor de vacío. De manera ventajosa, los interruptores de vacío son adecuados para frecuencias de conmutación muy elevadas, y no requieren mucho mantenimiento.

15 Un método acorde a la invención para operar un disyuntor de tensión continua, el cual se encuentra diseñado del modo antes mencionado, comienza en un estado en donde el conmutador se encuentra abierto, y presenta pasos para detectar un aumento de una intensidad de corriente de una corriente eléctrica que circula en el disyuntor de tensión continua, para cerrar el conmutador y para abrir el segundo interruptor. Otros pasos comprenden el encendido del conmutador semiconductor, por ejemplo del tiristor, y la apertura del primer interruptor. De manera ventajosa, dicho método permite una interrupción física de una red de distribución con un nivel de energía de hasta 20 MJ en un período de aproximadamente 10 ms. De manera ventajosa, lo mencionado corresponde a la práctica actual en las redes de distribución de corriente alterna.

25 Una red de distribución de corriente continua acorde a la invención presenta un disyuntor de tensión continua de la clase mencionada. Ventajosamente, en esta red de distribución de corriente continua, en el caso de un fallo, pueden desconectarse de forma selectiva partes de la red de distribución, sin que ello tenga como consecuencia un fallo de la totalidad de la red de distribución de corriente continua.

De este modo, de manera preferente, el disyuntor de tensión continua se encuentra dispuesto en la red de distribución de tensión continua, de manera que el primer nodo representa un lado de entrada hacia la conexión con un polo de una fuente de tensión continua y el segundo nodo se encuentra conectado al otro polo de la fuente de tensión continua.

30 En una forma de ejecución preferente de la red de distribución de corriente continua, ésta presenta al menos una malla. De manera ventajosa, el disyuntor de corriente continua utilizado en la red de distribución de corriente continua permite un diseño con malla de la red de distribución de corriente continua.

35 Las propiedades, características y ventajas de la invención antes descritas, así como el modo de alcanzarlas, se indican con mayor claridad con relación a la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución, los cuales se explican en detalle en combinación con los dibujos. Las figuras muestran:

Figura 1: una disposición de circuitos de un disyuntor de tensión continua;

Figura 2: un diagrama sobre el desarrollo de la corriente fuente de la disposición de conmutación, en comparación con una disposición de conmutación conocida;

40 Figura 3: un diagrama sobre el desarrollo de la corriente de potencia de la disposición de conmutación, en comparación con una disposición de conmutación conocida; y

Figura 4: un diagrama sobre el perfil de tensión de los interruptores de la disposición de conmutación.

45 La figura 1 muestra una disposición de circuitos de un disyuntor de tensión continua 100. El disyuntor de tensión continua puede integrarse en una red de distribución de corriente continua para desconectar de forma selectiva una parte de la red de distribución de corriente continua en el caso de una falla. El disyuntor de tensión continua 100 puede proporcionarse por ejemplo para ser utilizado en una red de distribución de corriente continua de alta tensión. En una red de distribución de corriente continua, el disyuntor de tensión continua 100 posibilita una protección de la fase positiva con respecto al potencial a tierra, de la fase negativa con respecto al potencial a tierra y de la fase positiva con respecto a la fase negativa.

50 El disyuntor de tensión continua 100 presenta de un primer nodo hasta un séptimo nodo 101...107. Los nodos 101...107 son nodos de los circuitos del disyuntor de tensión continua 100, los cuales respectivamente se encuentran en un potencial eléctrico. Conforme a ello, los nodos 101...107 pueden comprender respectivamente

también secciones conductoras eléctricas, en tanto puedan no considerarse las resistencias eléctricas de esas secciones conductoras.

5 Entre el primer nodo 101 y el segundo nodo 102 del disyuntor de tensión continua 100 puede aplicarse una tensión continua 200. La tensión continua 200 puede ser una fuerza electromotriz de la fuente que se aplica a una red de distribución de corriente continua a través de un rectificador de alta tensión. El primer nodo 101 y el segundo nodo 102 forman en este caso un lado de entrada del disyuntor de tensión continua 100 y de la red de distribución de corriente continua que debe conectarse al disyuntor de tensión continua 100. La tensión continua 200 aplicada entre el primer nodo 101 y el segundo nodo 102 puede ascender por ejemplo a 500 kV. Sin embargo, la tensión continua 200 puede asumir también valores de tensión más elevados, superiores a 1200 kV. La tensión continua 200, en la red de distribución de corriente continua, en donde se utiliza el disyuntor de tensión continua 100, puede excitar una corriente continua de 20 kA o más.

15 Entre el tercer nodo 103 y el segundo nodo 102 del disyuntor de tensión continua 100 puede detectarse una tensión de salida 210. La tensión de salida 210 es una tensión continua y corresponde esencialmente a la tensión continua 200 aplicada entre el primer nodo 101 y el segundo nodo 102. En el caso de un cortocircuito, sin embargo, el disyuntor de tensión continua 100 puede separar la conexión entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103, de manera que la tensión de salida 210 ya no corresponda a la tensión continua 200.

20 Al tercer nodo 103 y al segundo nodo 102 pueden conectarse piezas conductoras de la red de distribución de corriente continua en donde se utiliza el disyuntor de tensión continua 100. Dichas piezas de la red de distribución de corriente continua se representan esquemáticamente en la figura 1 a través de una resistencia del circuito 220, una resistencia de la línea 230 y una resistencia de carga 240.

Entre el primer nodo 101 y el cuarto nodo 104 se encuentra dispuesto un interruptor auxiliar 110. El interruptor auxiliar 110 sirve para separar una conexión eléctrica entre el primer nodo 101 y el cuarto nodo 104 en caso de un cortocircuito.

25 Entre el cuarto nodo 104 y el tercer nodo 103, el disyuntor de tensión continua 100 presenta un interruptor híbrido 120. El interruptor híbrido 120 sirve para separar la conexión eléctrica entre el cuarto nodo 104 y el tercer nodo 103 en caso de un cortocircuito.

30 El interruptor auxiliar 110 y el interruptor híbrido 120 sólo pueden separar la conexión eléctrica entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103 cuando una corriente eléctrica que circula entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103 es reducida, es decir, cuando el valor se aproxima a 0. En caso contrario, durante la separación de la conexión entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103 se produce la formación no eliminable de arcos eléctricos que pueden dañar o arruinar el interruptor auxiliar 110, el interruptor híbrido 120, el disyuntor de tensión continua 100 en su totalidad, o también otras partes de una red de distribución de corriente continua. De este modo, en el caso de un cortocircuito, la corriente eléctrica que circula entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103 debe reducirse a 0 dentro del menor tiempo posible, para que el interruptor auxiliar 110 y el interruptor híbrido 120 puedan interrumpir la conexión eléctrica entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103. Para ello, el disyuntor de tensión continua 100 presenta un circuito del colector que se encuentra dispuesto entre el cuarto nodo 104 y el quinto nodo 105.

40 El circuito del colector del disyuntor de tensión continua 100 comprende una resistencia del colector 150, una bobina del colector 160 y un capacitor del colector 170. La resistencia del colector 150 se encuentra dispuesta entre el primer nodo 101 y el sexto nodo 106. La bobina del colector 160 se encuentra dispuesta entre el sexto nodo 106 y el séptimo nodo 107. El capacitor del colector 170 se encuentra dispuesto entre el séptimo nodo 107 y el quinto nodo 105. No obstante, también sería posible modificar el orden de la resistencia del colector 150, la bobina del colector 160 y el capacitor del colector 170. Solamente se considera esencial que la resistencia del colector 150, la bobina del colector 160 y el capacitor del colector 170 conformen un circuito en serie y que se encuentren dispuestos entre el primer nodo 101 y el quinto nodo 105.

45 El circuito del colector sirve para generar una corriente eléctrica inversa a través del interruptor de vacío 120, la cual se encuentra orientada en contra del flujo de corriente habitual a través del interruptor auxiliar 110 y el interruptor híbrido 120, compensando dicho flujo. De este modo, el circuito del colector provoca un punto cero del flujo de corriente a través del interruptor auxiliar 110 y el interruptor híbrido 120, lo cual permite al interruptor auxiliar 110 y al interruptor híbrido 120 interrumpir la conexión entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103.

50 Entre el quinto nodo 105 y el tercer nodo 103 se encuentra dispuesto un conmutador 190. El conmutador 190 puede ser un conmutador semiconductor, por ejemplo un transistor bipolar con electrodo de puerta aislado (IGBT) o un tiristor (rectificador semiconductor de tres terminales, SCR). Si el conmutador 190 se encuentra cerrado, por tanto de modo conductor, entonces el circuito del colector, formado por la resistencia del colector 150, la bobina del colector 160 y el capacitor del colector 170, se encuentra conectado de forma paralela al interruptor híbrido 120.

5 El disyuntor de tensión continua 100 presenta además un disipador de energía 180 que se encuentra dispuesto entre el cuarto nodo 104 y el quinto nodo 105. De este modo, el disipador de energía 180 se encuentra conectado de forma paralela al circuito del colector. El disipador de energía 180 se utiliza para disipar una energía que se libera en el caso de un cortocircuito y en el caso de una interrupción provocada por el disyuntor de tensión continua 100. A modo de ejemplo, el disipador de energía 180 puede comprender una pila de varistores ZnO.

La corriente inversa generada por el circuito del colector, formado por la resistencia del colector 150, la bobina del colector 160 y el capacitor del colector 170, puede determinarse mediante la magnitud de la resistencia del colector 150 y del capacitor del colector 170. Donde es válido:

$$L_{Com} = \frac{U_{c_{Com}}}{di(t)/dt}$$

10 y

$$C_{Com} = \frac{I_{Com}}{U_{c_{Com}}} L_{Com}$$

La tensión continua 200 puede ascender por ejemplo a 500 kV. A modo de ejemplo, una corriente que circula en el disyuntor de tensión continua 100, en el primer nodo 101 del disyuntor de tensión continua 100, puede presentar una intensidad de corriente de 20 kA.

15 Entre el tercer nodo 103 y el segundo nodo 102, en el presente disyuntor de tensión continua 100, se encuentra dispuesto un circuito en serie del tiristor, en base a un tiristor 260 y a una resistencia 250. A su vez, a la resistencia 250 se encuentra conectado de forma no lineal un disipador de energía 270.

20 Durante el funcionamiento habitual del disyuntor de tensión continua 100, el conmutador 190 del disyuntor de tensión continua 100 se encuentra abierto. Mediante el interruptor auxiliar 110 y el interruptor híbrido 120 es posible el flujo de corriente entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103. Si en la red de distribución de corriente continua en donde se utiliza el disyuntor de tensión continua 100 se produce un cortocircuito, entonces aumenta en alto grado la corriente eléctrica que circula a través del disyuntor de tensión continua 100. Lo mencionado se detecta a través de un dispositivo de detección que no se encuentra representado en la figura 1. Si se detecta un aumento excesivo de la corriente eléctrica que circula en el disyuntor de tensión continua 100, entonces se inicia una desconexión.

25 La figura 2 muestra un primer desarrollo de la fuente 31 de la fuente de tensión continua cuando no se utiliza un circuito en serie del tiristor, donde en comparación con la misma resulta un desarrollo de corriente de la fuente 30, tal como en el caso de la desconexión a través del disyuntor de tensión continua 100. Se marcan allí de un primer momento a un quinto momento 21...25.

30 Si se detecta un aumento excesivo de la corriente eléctrica que circula en el disyuntor de tensión continua 100, entonces, en un primer paso, en el primer momento 21 de aproximadamente 10 ms después de detectar el cortocircuito, se cierra el conmutador 190, de manera que existe una conexión conductora entre el quinto nodo 105 y el tercer nodo 103 del disyuntor de tensión continua 100.

35 A continuación se produce un flujo de corriente entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103, mediante el circuito del colector formado por la resistencia del colector 150, la bobina del colector 160 y el condensador del colector 170. Dicho flujo de corriente compensa un flujo de corriente mediante el interruptor auxiliar 110 y el interruptor híbrido 120, de manera que la corriente eléctrica que fluye mediante el interruptor auxiliar 110 y el interruptor híbrido 120 se reduce al valor cero.

40 En ese momento, el interruptor auxiliar 110 y el interruptor híbrido 120 interrumpen la conexión eléctricamente conductora entre el primer nodo 101 y el tercer nodo 103. A través de inductancias en partes de la red de distribución de corriente continua que suceden al disyuntor de tensión continua 100, las cuales en la figura 1 se representan a través de la impedancia característica 220, sin embargo, se mantiene aún la corriente eléctrica que circula en el tercer nodo 103 y se libera la energía eléctrica almacenada en la red de distribución de corriente continua. La energía eléctrica mencionada es absorbida por el disipador de energía 180, sin que el disyuntor de tensión continua 100 u otras partes de la red de distribución de corriente continua resulten dañados.

5 En un segundo paso, en el segundo momento 22, en el cual la corriente se desconecta en gran medida a través del interruptor 120, el interruptor híbrido 120 se abre, interrumpiendo con ello la corriente de forma temporaria. La corriente conmuta sucesivamente en el período denominado con la referencia 25 en el circuito del colector. Debido a la gran cantidad de energía almacenada de forma inductiva en la red, el capacitor del colector 170 es cargado hasta la polaridad inversa, de manera que la tensión que se aplica en el tiristor 260 se vuelve positiva.

10 En el tercer momento 23 se enciende entonces el tiristor 260. A partir de ello, la corriente se conmuta de forma creciente en el circuito en serie del tiristor. Debido a ello aumenta la caída de tensión mediante la resistencia 250. A su vez, debido a ello, la tensión en el interruptor auxiliar 110 se vuelve cero. Lo mencionado conduce a que la corriente fuente 30 se vuelva cero ya en el cuarto momento, en el presente ejemplo en aproximadamente 16 ms, mientras que durante el primer desarrollo de corriente de la fuente 31 la corriente alcanza cero después de alcanzar el quinto momento 25, de aproximadamente 21,2 ms.

15 La figura 3 consiste en un diagrama del desarrollo temporal de la primera corriente de carga 40 correspondiente sin circuito en serie del tiristor, y de una segunda corriente de carga 41 con circuito en serie del tiristor. La figura 4, ilustrando tensiones de kV en tiempos de ms, muestra el desarrollo de la tensión 42 mediante el interruptor híbrido 120 y el desarrollo de la tensión 43 mediante el interruptor auxiliar 110.

20 El disyuntor de tensión continua 100 posibilita una separación física en una red de distribución de corriente continua en el caso de energías de hasta 20 MJ en un tiempo en el orden de magnitudes de 10 ms. De este modo, el tiempo de aislamiento, en comparación con un conmutador sin la derivación del tiristor, se reduce aproximadamente en el 14%. Esto corresponde a lo habitual en el caso de redes de distribución de tensión alterna. El disyuntor de tensión continua 100 permite la utilización de redes de distribución de corriente continua con mallas, es decir, de redes de distribución de corriente continua que no comprenden sólo una conexión de punto a punto. El disyuntor de tensión continua 100 se considera particularmente ventajoso para ser utilizado en puntos de alimentación de alta tensión off-shore (marinos) multi-terminal, los cuales aprovechan las fuentes de energía renovables. Por ejemplo, es posible utilizar el disyuntor de tensión continua 100 en combinación con generadores de energía eólica.

25 Otra ventaja del disyuntor descrito reside en el hecho de que el disipador de energía puede realizarse de menor tamaño, ya que la energía se reduce en la derivación adicional del tiristor.

REIVINDICACIONES

1. Disyuntor de tensión continua (100) con un primer nodo (101), un segundo nodo (102), un tercer nodo (103), un cuarto nodo (104) y un quinto nodo (105), donde
- los primeros y los segundos nodos (101, 102) representan terminales de entrada,
- 5
- los segundos y los terceros nodos (102, 103) representan terminales de salida,
 - entre el primer nodo (101) y el cuarto nodo (104) se encuentra dispuesto un primer interruptor (110),
 - entre el cuarto nodo (104) y el tercer nodo (103) se encuentra dispuesto segundo interruptor (120),
 - entre el cuarto nodo (101) y el quinto nodo (105) se encuentra dispuesto un circuito paralelo de un dispositivo colector hacia un disipador de energía (180),
- 10
- entre el segundo nodo (102) y el tercer nodo (103) se encuentra dispuesto un circuito en serie en base a un conmutador semiconductor y a una resistencia (250),
 - entre el tercer nodo (103) y el quinto nodo (105) se encuentra dispuesto un conmutador (190).
2. Disyuntor de tensión continua (100) según la reivindicación 1, donde el conmutador semiconductor es un tiristor (260).
- 15
3. Disyuntor de tensión continua (100) según la reivindicación 1 ó 2, donde el dispositivo colector comprende un circuito en serie de una resistencia del colector (150), una bobina del colector (160) y un capacitor del colector (170).
4. Disyuntor de tensión continua (100) según una de las reivindicaciones precedentes, donde el primer interruptor (110) es un interruptor SF6.
- 20
5. Disyuntor de tensión continua (100) según una de las reivindicaciones precedentes, donde el segundo interruptor (120) es un interruptor de vacío.
6. Método para operar un disyuntor de tensión continua (100) según una de las reivindicaciones precedentes, donde el conmutador (190) se encuentra abierto al inicio del método, donde el método presenta los siguientes pasos:
- detección de un aumento de una intensidad de corriente de una corriente eléctrica que circula en el disyuntor de tensión continua (100);
- 25
- cierre del conmutador (190);
 - apertura del segundo interruptor (120);
 - encendido del tiristor (260);
 - apertura del primer interruptor (110).
- 30
7. Red de distribución de corriente continua con un disyuntor de tensión continua (100) según una de las reivindicaciones 1 a 5.
8. Red de distribución de corriente continua según la reivindicación 7, donde la red de distribución de corriente continua es una malla.

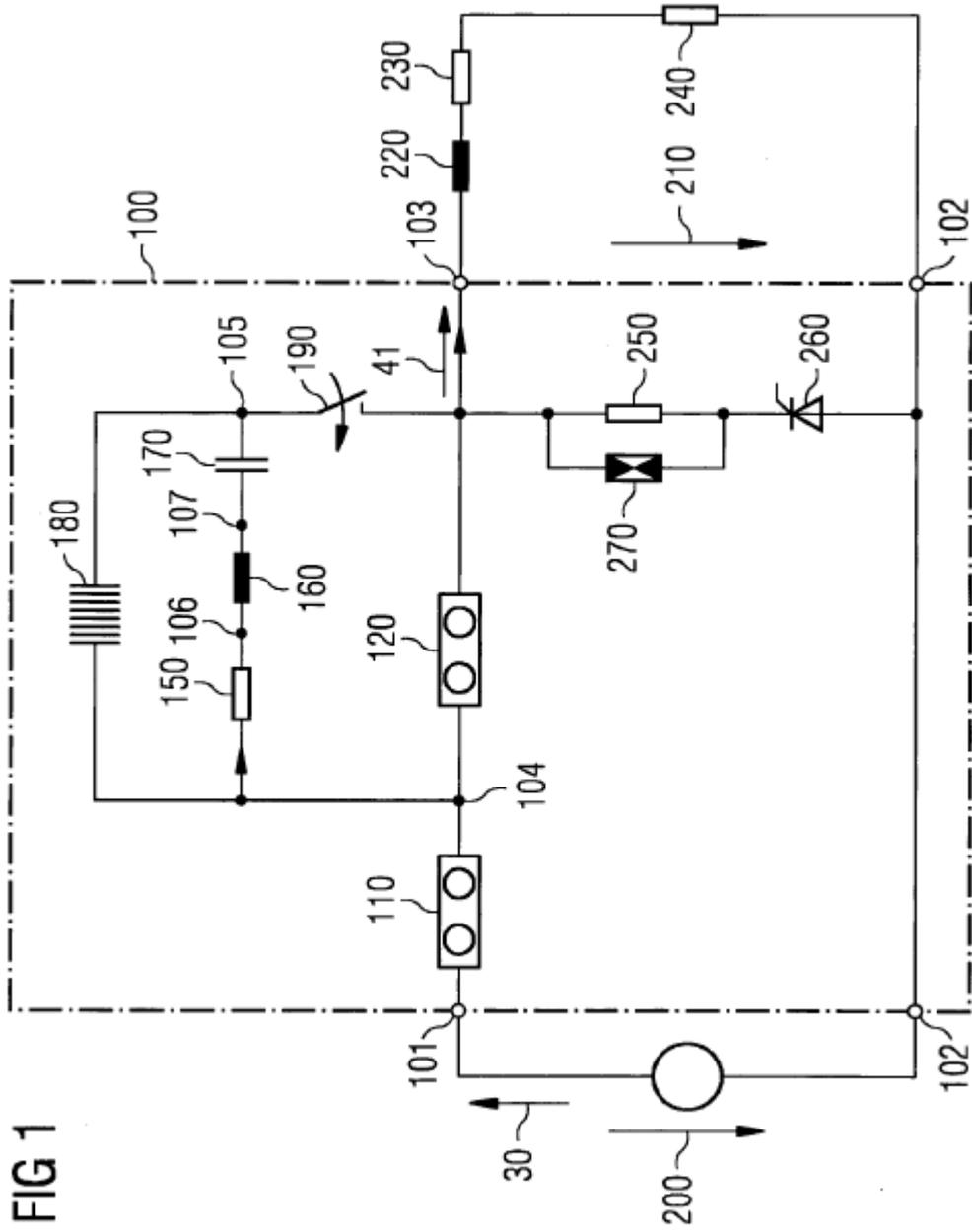


FIG 1

FIG 2

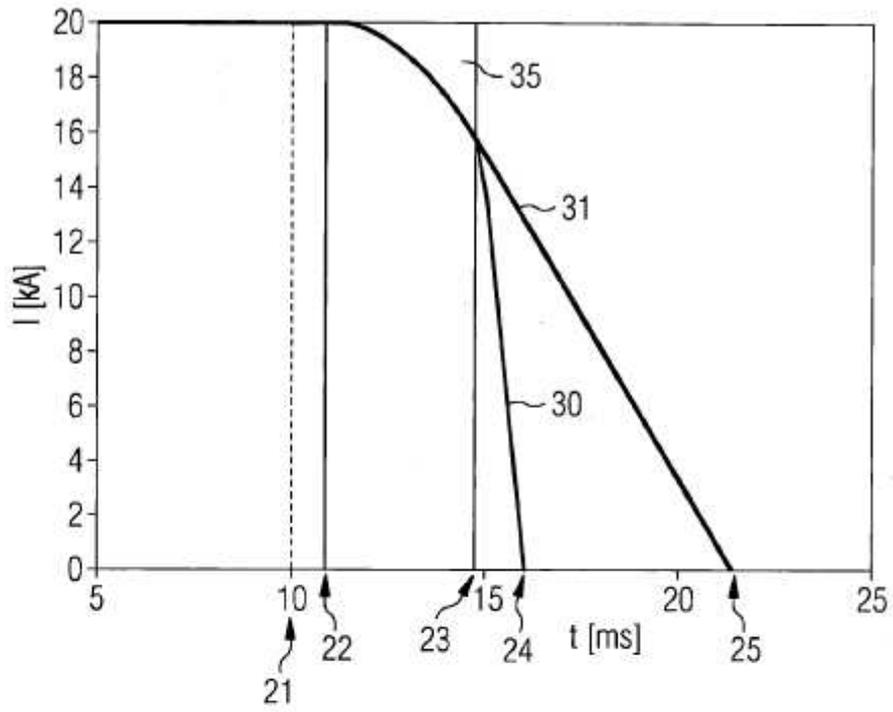


FIG 3

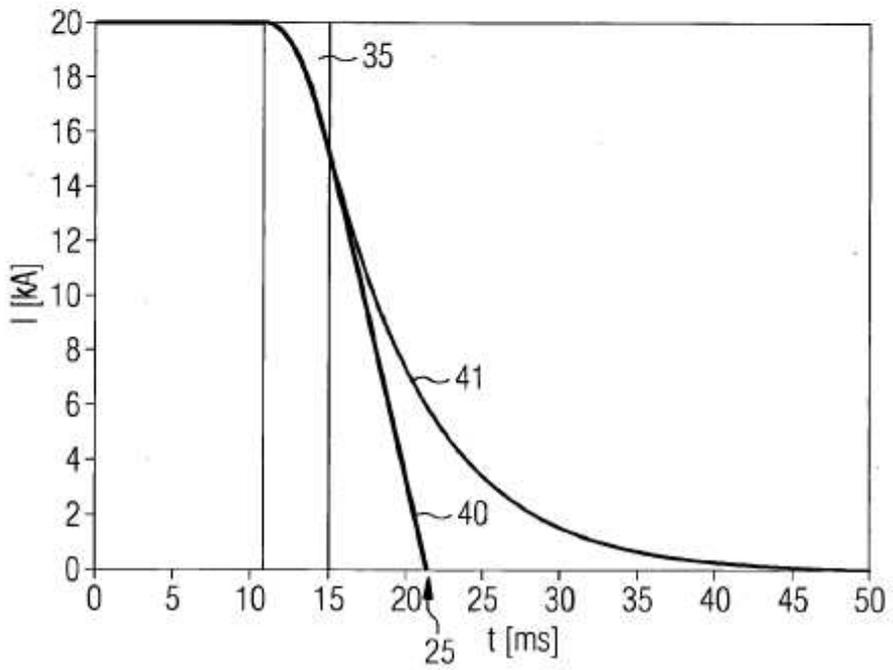


FIG 4

