

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 685**

51 Int. Cl.:

**H01H 33/59** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.08.2016 PCT/EP2016/069668**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.03.2017 WO17045861**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.08.2016 E 16759702 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3323136**

54 Título: **Equipo de conexión de corriente continua y su utilización**

30 Prioridad:

**15.09.2015 DE 102015217578**

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

**05.11.2019**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HEINZ, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 729 685 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

Equipo de conexión de corriente continua y su utilización

5 La presente invención se refiere a un equipo de conexión de corriente continua para interrumpir una corriente continua eléctrica que fluye a lo largo de una vía de corriente de media o alta tensión, con una disposición de circuito eléctrico, la cual presenta al menos un aparato de conexión mecánica conectable en la vía de corriente de media o alta tensión y al menos una unidad de circuito para forzar un paso por cero de la corriente en el aparato de conexión mecánica conectado en la vía de corriente de media o alta tensión.

10 Un aparato de conexión mecánica de la técnica de media y alta tensión como, por ejemplo, un tubo de conmutación de vacío, requiere un paso por cero de la corriente para la interrupción de una corriente. Evidentemente, este paso por cero de la corriente se da siempre en la tecnología predominante actualmente para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica mediante corriente alterna.

15 El desarrollo actual en el sector de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica está dirigido a una mayor utilización de sistemas con corriente continua, de modo que se hacen necesarios equipos de conexión de corriente continua correspondientes. Sin embargo, con la corriente continua falta el paso por cero de la corriente necesario, por lo que debe ser generado artificialmente con la utilización de un aparato de conexión mecánica.

20 Un equipo de conexión de corriente continua del tipo mencionado al inicio es conocido a partir de la memoria descriptiva US 2013/0070492 A1. Ésta muestra un equipo de conexión de corriente continua para interrumpir una corriente continua eléctrica que fluye a lo largo de una vía de corriente continua de alta tensión, con una disposición de circuito eléctrico, la cual presenta un interruptor mecánico conectable en la vía de corriente de continua de alta tensión y una unidad de circuito para forzar un paso por cero de la corriente en el aparato de conexión mecánica conectado en la vía de corriente de media o alta tensión. Esta unidad de circuito presenta para ello un circuito LC con al menos un componente inductivo y al menos un componente capacitivo para la formación de un circuito oscilante activo cerrado a través del interruptor, así como un componente semiconductor conectable para la generación de una frecuencia de excitación que excita el circuito oscilante. Este componente semiconductor es un componente semiconductor del tipo de desconexión, el cual está conectado en serie con el interruptor mecánico en la vía de corriente continua. Mediante la conexión del componente semiconductor con una frecuencia adaptada al circuito oscilante activo, sobre la corriente continua se modula una corriente alterna, la cual excita el circuito oscilante para que oscile. Si la amplitud de la corriente de la oscilación de este circuito oscilante es mayor que la corriente continua o presenta al menos la misma magnitud, se genera entonces el paso por cero de la corriente deseado. El documento DE 10 2011 079 723 A1 muestra otro equipo de conexión de corriente continua con dos interruptores y una unidad de circuito que funciona de manera alternativa para forzar un paso por cero de la corriente.

EP-A1-2894653 divulga un equipo de conexión de corriente continua de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

35 El objetivo de la presente invención es proporcionar un equipo de conexión de corriente continua estructurado de manera alternativa para aplicaciones de media y alta tensión.

Dicho objetivo se consigue mediante las características de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones ventajosas.

40 En el equipo de conexión de corriente continua de acuerdo con la invención, está previsto que la al menos una unidad de circuito presente varios componentes capacitivos y un equipo de conexión. A este respecto, los componentes capacitivos y el equipo de conexión están interconectados en el equipo de circuito de tal modo que los componentes capacitivos están conectados en paralelo en dependencia del estado de conexión del equipo de conexión (a) para su carga eléctrica respectiva a través de la vía de corriente de media o alta tensión o (b) están conectados en serie para generar un impulso de corriente que fuerza el paso por cero de la corriente.

45 De manera diferente a en los equipos de conexión de corriente continua conocidos con circuito oscilante, el paso por cero de la corriente se consigue mediante un (único) impulso de corriente de magnitud apropiada. Éste se genera mediante la interconexión en serie de los componentes capacitivos de la unidad de circuito mantenidos cargados por la propia vía de corriente.

50 De acuerdo con un diseño preferido de la invención, la al menos una unidad de circuito está configurada como conexión de puente en forma de H o presenta al menos una conexión de puente en forma de H de tal tipo. A este respecto, los componentes capacitivos y el dispositivo de conexión están dispuestos en esta conexión de puente en forma de H.

De acuerdo con otro diseño preferido de la invención, está previsto que la unidad de circuito presente además varios componentes inductivos y/o varios componentes resistivos.

A este respecto, está previsto que la conexión de puente en forma de H o al menos una de las conexiones de puente en forma de H

- 5 - presente una primera derivación de corriente, que salga de la vía de corriente de media o alta tensión, en la que estén dispuestos en serie al menos uno de los componentes capacitivos, al menos uno de los componentes inductivos y al menos uno de los componentes resistivos,
- presente una segunda derivación de corriente, que salga de la vía de corriente de media o alta tensión, en la que estén dispuestos en serie al menos uno de los componentes capacitivos, al menos uno de los componentes inductivos y al menos uno de los componentes resistivos, y
- 10 - presente una vía de corriente transversal, que conecte la primera derivación de corriente con la segunda derivación de corriente, en la que esté dispuesto el dispositivo de conexión.

En particular, está previsto que ambas derivaciones de corriente conecten en cada caso la vía de corriente de media o alta tensión con un potencial de referencia común. Este potencial de referencia es preferentemente potencial de tierra.

De acuerdo con otra forma de realización preferida de la invención, está previsto que el componente capacitivo de la primera derivación de corriente esté dispuesto en la primera derivación de corriente entre la vía de corriente de media o alta tensión y la vía de corriente transversal y que el componente capacitivo de la segunda derivación de corriente esté dispuesto en el lado de la segunda derivación de corriente opuesto a la vía de corriente de media o alta tensión con respecto a la vía de corriente transversal.

En otro diseño ventajoso, está previsto que al menos uno de los aparatos de conexión mecánica esté realizado como tubo de conmutación de vacío. De manera particularmente ventajosa, todos los aparatos de conexión mecánica están realizados como tubos de conmutación de vacío.

De acuerdo con otra forma de realización preferida de la invención, la disposición de circuito presenta (en cada caso) un descargador de sobretensión conectado en paralelo al aparato de conexión mecánica (respectivo).

Finalmente, está previsto preferentemente que el equipo de conexión de corriente continua presente además un equipo de control y/o regulador para la activación coordinada del al menos un aparato de conexión mecánica y el al menos un dispositivo de conexión.

La presente invención se refiere también a la utilización del equipo de conexión de corriente continua mencionado anteriormente para interrumpir una corriente continua I eléctrica que fluye a lo largo de una vía de corriente de media o alta tensión.

A continuación, se muestran esquemáticamente ejemplos de realización de la invención en los dibujos y en lo sucesivo se describen más detalladamente. A este respecto, muestran:

Fig. 1 un equipo de conexión de corriente continua de acuerdo con una primera forma de realización preferida de la invención,

Fig. 2 la evolución temporal de diversas corrientes en el equipo de conexión de corriente continua,

Fig. 3 un equipo de conexión de corriente continua de acuerdo con una segunda forma de realización preferida de la invención, y

Fig. 4 un equipo de conexión de corriente continua de acuerdo con una tercera forma de realización preferida de la invención.

La figura 1 muestra un equipo de conexión de corriente continua 10 para interrumpir una corriente continua I eléctrica que fluye a lo largo de una vía de corriente 12 de media o alta tensión y una vía de corriente 12 correspondiente. El equipo de conexión de corriente continua 10 presenta una disposición de circuito 14 eléctrico, la cual presenta por su lado un aparato de conexión 16 mecánica conectable/conectado en la vía de corriente 12 de media o alta tensión, así como una unidad de circuito 18 para forzar un paso por cero de la corriente en este aparato de conexión 16 mecánica conectado en la vía de corriente de media o alta tensión. A este respecto, esta unidad de circuito 18 está dispuesta en dirección de la corriente de la corriente continua I detrás del aparato de conexión 16 mecánica (simbolizado mediante la flecha junto a I).

La unidad de circuito 18 de la disposición de circuito 14 está realizada como conexión de puente 20 en forma de H con dos componentes capacitivos 22, 24, dos componentes inductivos 26, 28, dos componentes resistivos 30, 32 y otro componente configurado como dispositivo de conexión 34. Los componentes capacitivos 22, 24 están representados aquí como condensadores, los componentes inductivos 26, 28 están representados aquí como bobinas, y los componentes resistivos 30, 32 están representados aquí como resistores óhmicos en el sentido de componentes eléctricos. Sin embargo, los componentes 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34 individuales no tienen que estar presentes obligatoriamente como el elemento constructivo respectivo, sino que también puede ser posible que un elemento constructivo forme varios componentes diferentes o que componentes individuales sean formados por varios elementos constructivos. A modo de ejemplo, una bobina real conforma por regla general un componente inductivo 26, 28 y un componente (parcial) resistivo 30, 32.

En principio, el dispositivo de conexión 34 puede estar configurado como dispositivo de conexión mecánica, aunque también son posibles otras realizaciones, por ejemplo, como dispositivo de conexión semiconductor, como explosor activado, o como interruptor rápido comparable.

Los componentes 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34 mencionados están interconectados en la unidad de circuito 18 configurada como conexión de puente 20 en forma de H de tal modo que los componentes capacitivos 22, 24 están conectados en paralelo en dependencia del estado de conexión del dispositivo de conexión (a) en un primer estado de conexión para su carga eléctrica respectiva a través de la vía de corriente 12 de media o alta tensión y (b) están conectados en serie en un segundo estado de conexión para generar un impulso de corriente que fuerza el paso por cero de la corriente en el aparato de conexión 16. En el ejemplo, el primer estado de conexión se corresponde con un estado de interruptor abierto y el segundo estado de conexión se corresponde con un estado de interruptor cerrado del dispositivo de conexión 34.

En el ejemplo mostrado, la conexión de puente 20 con forma de H presenta (i) una primera derivación de corriente 36, que sale de la vía de corriente 12 de media o alta tensión, en la que están dispuestos en serie (como primera conexión RLC) uno de los componentes capacitivos 22, uno de los componentes inductivos 26 y uno de los componentes resistivos 30, (ii) una segunda derivación de corriente 38, que sale de la vía de corriente 12 de media o alta tensión, en la que están dispuestos en serie (como segunda conexión RLC) el otro de los componentes capacitivos 24, el otro de los componentes inductivos 28 y el otro de los componentes resistivos 32, y (iii) una vía de corriente transversal 40, que conecta la primera derivación de corriente 36 con la segunda derivación de corriente 38, en la que está dispuesto el dispositivo de conexión 32. A este respecto, las dos derivaciones de corriente 36, 38 conectan en cada caso la vía de corriente 12 de media o alta tensión con un potencial de referencia común, que en este caso es en el ejemplo el potencial de tierra E.

A este respecto, el componente capacitivo 22 de la primera derivación de corriente 36 está dispuesto en esta primera derivación de corriente 36 entre la vía de corriente 12 de media o alta tensión y la vía de corriente transversal 40, y el componente inductivo 26 y el componente resistivo 30 de la primera derivación de corriente 36 están dispuestos entre la vía de corriente transversal 40 y el potencial de referencia, esto es, el potencial de tierra E. Asimismo, el componente inductivo 28 y el componente resistivo 32 de la segunda derivación de corriente 38 están dispuestos en esta segunda derivación de corriente 38 entre la vía de corriente 12 de media o alta tensión y la vía de corriente transversal 40, y el componente capacitivo 24 de la segunda derivación de corriente 38 está dispuesto entre la vía de corriente transversal 40 y el potencial de referencia, esto es, el potencial de tierra E.

Por lo tanto, las dos conexiones RLC que se extienden en paralelo están interconectadas de manera opuesta. Sin embargo, las dos conexiones RLC también pueden ser invertidas en principio.

La disposición de circuito 14 presenta además un descargador de sobretensión 42, el cual está conectado en paralelo al aparato de conexión 16 mecánica en una vía de corriente paralela 44.

Finalmente, el equipo de conexión de corriente continua 10 presenta además un equipo de control y/o regulador 46 para la activación coordinada del al menos un aparato de conexión 16 mecánica y el dispositivo de conexión 34. La activación se produce a través de vías de señales 48.

Resulta el siguiente funcionamiento:

En el funcionamiento normal, los dos componentes capacitivos (condensadores) 22, 24 son cargados a través de la red de corriente continua, a la que también pertenece la vía de corriente 12 de media o alta tensión, y la corriente continua  $I$  fluye a través del aparato de conexión 16 mecánica. Si se produce una operación de conexión, entonces el aparato de conexión 16 mecánica es abierto en la vía de corriente 12 y el dispositivo de conexión 34 es cerrado con algo de retardo.

Mediante el dispositivo de conexión 34 cerrado, los dos componentes capacitivos 22, 24 cargados con tensión del sistema son conectados en línea/serie. En el aparato de conexión 16 mecánica en la vía de corriente 12 se produce durante poco tiempo una superelevación de la tensión, de modo que el flujo de corriente es invertido brevemente en

el aparato de conexión 16 mecánica y llevado a cero artificialmente. La corriente en el aparato de conexión 16 mecánica es interrumpida y el descargador de sobretensión 42 (por ejemplo, varistor MO) conectado en paralelo protege la disposición 10, 14 frente a las sobretensiones que se produzcan.

5 A este respecto, la evolución temporal de las corrientes I, I1, I2, I3 que se generan se muestra en la gráfica de la figura 2, donde aparece representado un intervalo de tiempo de algunos milisegundos. Los datos correspondientes son generados mediante una simulación. A este respecto, la corriente continua I es la corriente continua que fluye en la dirección de la corriente detrás del equipo de conexión de corriente continua 10. La corriente I1 es la corriente continua que fluye a través del aparato de conexión 16 mecánica, la corriente I2 es la corriente que fluye a través de la conexión en serie de los componentes capacitivos 22, 24, y la corriente I3 es la corriente que fluye a través del  
10 descargador de sobretensión 42.

En el momento t0, el aparato de conexión 16 (todavía) está cerrado y la corriente continua I fluye a través de la vía de corriente 12. Los dos componentes capacitivos 22, 24 están cargados con tensión del sistema.

15 En el momento t1, el aparato de conexión 16 es abierto ahora y se produce un arco eléctrico. Con algo de retardo, en el momento t3 se cierra ahora el dispositivo de conexión 34. A través de la conexión en serie de los dos componentes capacitivos 22, 24 cargados con tensión del sistema, se obtiene la corriente I2 que fluye a través de la conexión en serie de los componentes capacitivos 22, 24. De esta forma, en el aparato de conexión 16 mecánica de la vía de corriente 12 se produce una superelevación de la tensión, de modo que el flujo de corriente es invertido brevemente en el aparato de conexión 16 mecánica y llevado a cero artificialmente. La corriente I1 en el aparato de conexión 16 mecánica es interrumpida y el descargador de sobretensión 42 conectado en paralelo protege la  
20 disposición 10, 12 frente a las sobretensiones que se produzcan.

Para ello, a partir del momento t3, la corriente I3 correspondiente fluye ahora a través de la vía de corriente paralela 44 y el descargador de sobretensión 42 conectado en ella hasta el momento t4, en el que la corriente I3 y, con ella, también la corriente continua I, ha descendido por completo. Con ello, la interrupción de la corriente continua I a lo largo de la vía de corriente 12 está finalizada por completo.

25 El equipo de conexión de corriente continua 10 mostrado en la figura 1 es apropiado en esta configuración mostrada en la figura 1 para el funcionamiento unipolar. En el caso de que también las corrientes continuas I deban ser interrumpidas con dirección de la corriente opuesta, la disposición de circuito 14 debe ser entonces ampliada. Una posibilidad consiste en que la unidad de circuito 18, esto es, la conexión de puente 20 en H de las dos conexiones RLC y el dispositivo de conexión en la vía de corriente transversal 40, sea dispuesta una segunda vez en el otro lado  
30 de la vía de corriente 12 con respecto al aparato de conexión 16 mecánica. Las unidades de circuito 18, 50, o bien, conexiones de puente 20, 52 en H, que se obtienen pueden ser puestas en contacto en la misma dirección o de manera invertida. En la figura 3, aparece representada como aclaración una versión de un equipo de conexión de corriente continua 10 bipolar de este tipo.

35 Sin embargo, como alternativa, también en la vía de corriente 12 detrás de la unidad de circuito 18, esto es, de la conexión de puente 20 en H de la figura 1, puede utilizarse otro aparato de conexión 54 mecánica, donde la disposición de circuito 14 también presente aquí un descargador de sobretensión 56, el cual esté conectado en una vía de corriente paralela 58 en paralelo al otro aparato de conexión 54 mecánica.

40 En este tipo de interconexión, se obtiene la ventaja consistente en que, al conectarse, por ejemplo se cierre primero el aparato de conexión 16 mecánica, permaneciendo aún abierto el otro aparato de conexión 54 mecánica. De esta forma, los componentes capacitivos (condensadores) 22, 24 se cargan antes de que el sistema de corriente continua empalmado sea conectado. En el caso de que en este caso se dé, por ejemplo, un fallo, se puede desconectar de nuevo directamente después de la conexión del otro aparato de conexión 54 mecánica.

#### Lista de referencias

10	Equipo de conexión de corriente continua
12	Vía de corriente
14	Disposición de circuito
16	Aparato de conexión, mecánica
18	Unidad de circuito
20	Conexión de puente, en forma de H
22	Componente, capacitivo
24	Componente, capacitivo
26	Componente, inductivo
28	Componente, inductivo
30	Componente resistivo
32	Componente resistivo

34	Dispositivo de conexión
36	Primera derivación de corriente
38	Segunda derivación de corriente
40	Vía de corriente transversal
42	Descargador de sobretensión
44	Vía de corriente paralela
46	Equipo de control y/o regulador
48	Vía de señales
50	Otra unidad de circuito
52	Conexión de puente, en forma de H
54	Aparato de conexión, mecánica
56	Otro descargador de sobretensión
58	Otra vía de corriente paralela
I	Corriente continua
I1	Corriente a través del aparato de conexión
I2	Corriente a través de los componentes capacitivos
I3	Corriente a través del descargador de sobretensión
E	Puesta a tierra

**REIVINDICACIONES**

1. Equipo de conexión de corriente continua (10) para interrumpir una corriente continua (I) eléctrica que fluye a lo largo de una vía de corriente (12) de media o alta tensión, con una disposición de circuito (14) eléctrico, la cual presenta al menos un aparato de conexión (16, 54) mecánica conectable en la vía de corriente (12) de media o alta  
 5 tensión y al menos una unidad de circuito (18, 50) para forzar un paso por cero de la corriente en el aparato de conexión (16, 54) mecánica conectado en la vía de corriente (12) de media o alta tensión, donde la al menos una unidad de circuito (18, 50) presenta varios componentes capacitivos (20, 22) y un dispositivo de conexión (34), los cuales están conectados en la unidad de circuito (18) de tal modo que, **caracterizado por que** los componentes capacitivos (22, 24)
- 10 - están conectados en paralelo en un primer estado de conexión del dispositivo de conexión (34) para su carga eléctrica respectiva a través de la vía de corriente (12) de media o alta tensión, y  
 - están conectados en serie en un segundo estado de conexión del dispositivo de conexión (34) para generar un impulso de corriente que fuerza el paso por cero de la corriente.
2. Equipo de conexión de corriente continua según la reivindicación 1,  
 15 **caracterizado por que** la al menos una unidad de circuito (18, 50) está configurada como conexión de puente (20, 52) en forma de H o presenta al menos una conexión de puente (20) en forma de H de tal tipo, donde los componentes capacitivos (22, 24) y el dispositivo de conexión (34) están dispuestos en esta conexión de puente (20) en forma de H.
3. Equipo de conexión de corriente continua según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que**  
 20 la unidad de circuito (18) presenta además varios componentes inductivos (26, 28) y/o varios componentes resistivos (30, 32).
4. Equipo de conexión de corriente continua según la reivindicación 3,  
**caracterizado por que**  
 la conexión de puente (20) en forma de H o al menos una de las conexiones de puente (20, 52) en forma de H
- 25 - presenta una primera derivación de corriente (36), que sale de la vía de corriente (12) de media o alta tensión, en la que están dispuestos en serie al menos uno de los componentes capacitivos (22), al menos uno de los componentes inductivos (26) y al menos uno de los componentes resistivos (30),  
 - presenta una segunda derivación de corriente (38), que sale de la vía de corriente de media o alta tensión, en la que están dispuestos en serie al menos uno de los componentes capacitivos (24), al menos uno de los  
 30 componentes inductivos (28) y al menos uno de los componentes resistivos (32), y  
 - y presenta una vía de corriente transversal (40), que conecta la primera derivación de corriente (36) con la segunda derivación de corriente (38), en la que está dispuesto el dispositivo de conexión (34).
5. Interruptor de potencia de corriente continua según la reivindicación 4,  
**caracterizado por que**  
 35 ambas derivaciones de corriente (36, 38) conectan en cada caso la vía de corriente (12) de media o alta tensión con un potencial de referencia (E) común.
6. Equipo de conexión de corriente continua según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado por que**  
 el componente capacitivo (22) de la primera derivación de corriente (36) está dispuesto en la primera derivación de corriente (36) entre la vía de corriente (12) de media o alta tensión y la vía de corriente transversal (40) y por que el  
 40 componente capacitivo (24) de la segunda derivación de corriente (38) está dispuesto en el lado de la segunda derivación de corriente (38) opuesto a la vía de corriente (12) de media o alta tensión con respecto a la vía de corriente transversal (40).
7. Equipo de conexión de corriente continua según una de las reivindicaciones 1 a 6,  
**caracterizado por que**  
 45 el aparato de conexión (16) o al menos uno de los aparatos de conexión (16, 54) mecánica está realizado como tubo de conmutación de vacío.
8. Equipo de conexión de corriente continua según una de las reivindicaciones 1 a 7,  
**caracterizado por que**  
 la disposición de circuito (14) presenta un descargador de sobretensión (42, 56) conectado en paralelo al al menos  
 50 un aparato de conexión (16, 54) mecánica.
9. Equipo de conexión de corriente continua según una de las reivindicaciones 1 a 8,  
**caracterizado por**  
 un equipo de control y/o regulador (46) para la activación coordinada del al menos un aparato de conexión (16, 54)

mecánica y el al menos un dispositivo de conexión (34).

10. Utilización del equipo de conexión de corriente continua (10) según una de las reivindicaciones 1 a 9 para interrumpir una corriente continua (I) eléctrica que fluye a lo largo de una vía de corriente (12) de media o alta tensión.

FIG 1

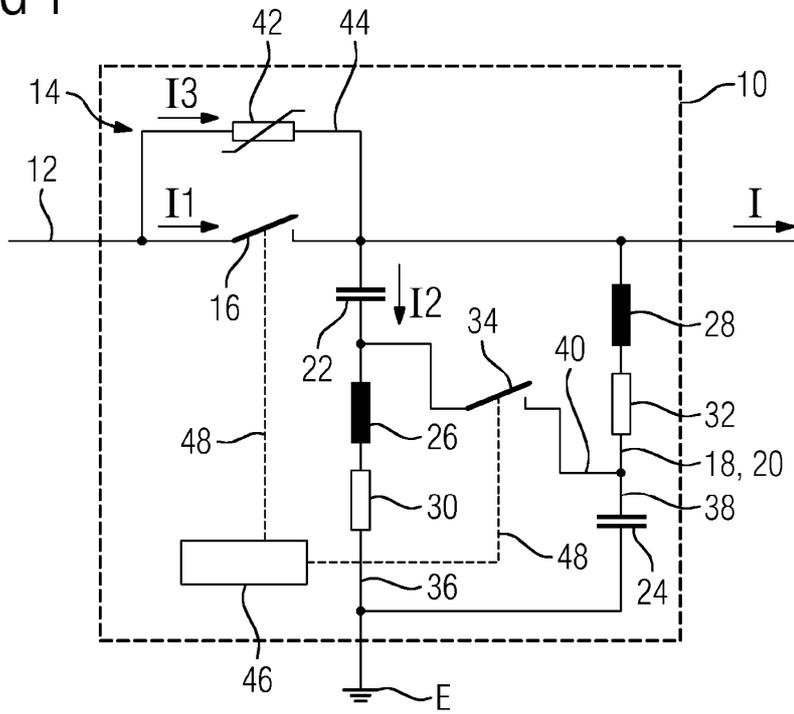


FIG 2

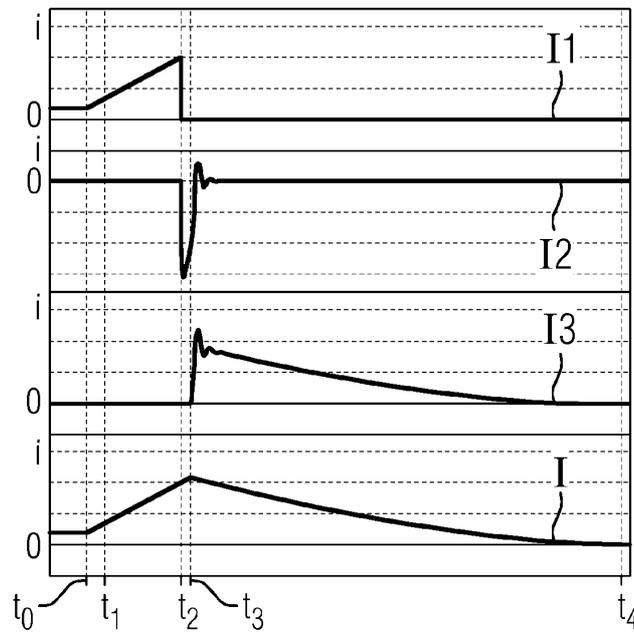


FIG 3

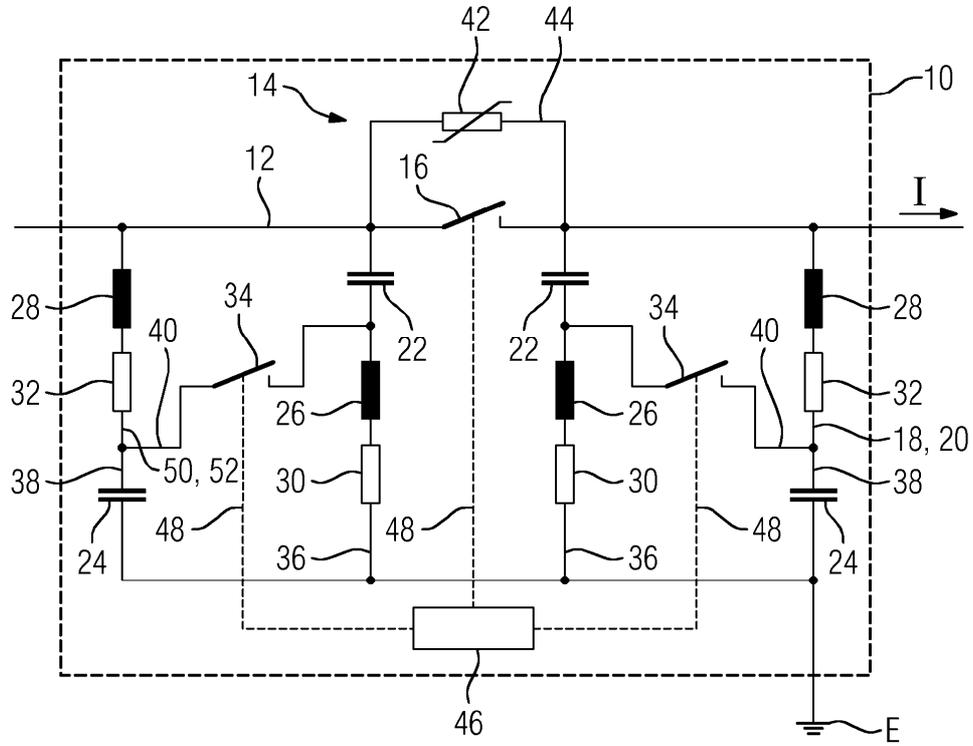


FIG 4

