



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 541 721**

⑮ Int. Cl.:

**H02H 7/16** (2006.01)  
**H02H 3/08** (2006.01)  
**H01G 11/16** (2013.01)  
**H01G 11/14** (2013.01)

⑫

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2013 E 13155541 (9)**

⑰ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2629385**

④ Título: **Cadena de almacenamiento de energía para vehículo, que comprende por lo menos un módulo de supercondensadores, sistema de almacenamiento de energía que comprende una cadena de este tipo y vehículo ferroviario que comprende un sistema de este tipo**

⑩ Prioridad:

**16.02.2012 FR 1251443**

⑤ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**24.07.2015**

⑬ Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)**  
3, avenue André Malraux  
92300 Levallois-Perret, FR

⑭ Inventor/es:

**BELLOMO, JEAN PHILIPPE**

⑮ Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 541 721 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

5 Cadena de almacenamiento de energía para vehículo, que comprende por lo menos un módulo de supercondensadores, sistema de almacenamiento de energía que comprende una cadena de este tipo y vehículo ferroviario que comprende un sistema de este tipo.

La presente invención se refiere a una cadena de almacenamiento de energía para vehículo, que comprende:

- 10 - una carcasa metálica,
- un sistema de almacenamiento eléctrico fijado mecánicamente en la carcasa metálica, y que comprende por lo menos un módulo de supercondensadores, comprendiendo el o cada módulo una envuelta metálica y una pluralidad de supercondensadores unidos entre sí en serie y dispuestos dentro de la envuelta metálica,
- 15 - por lo menos un dispositivo de protección eléctrica apropiado para abrir un circuito eléctrico.

Una cadena de almacenamiento de energía de este tipo es apropiada en particular para recuperar y para almacenar la energía de frenado de vehículos, en particular de vehículos ferroviarios que circulan por una red. Se puede instalar de forma permanente en un punto fijo de la red o incorporar en uno de los vehículos ferroviarios, 20 almacenándose la energía en ambos casos en el interior de los supercondensadores del o de cada módulo de la cadena.

25 A partir de los documentos EP 2 407 983 A1, DE 10 2005 018339 A1 y US 2007/002518 A1 se conoce una cadena de almacenamiento de energía para vehículo, comprendiendo esta cadena de almacenamiento unos supercondensadores.

30 Es frecuente que una cadena de almacenamiento de este tipo comprenda una red de módulos de supercondensadores conectados en serie, con el fin de obtener una reserva de energía importante para el vehículo ferroviario. Cuando la cadena de almacenamiento se incorpora un vehículo, el menor potencial de la red de módulos se une a la masa mecánica del vehículo. Por ello, existe una tensión importante entre la masa eléctrica del vehículo y los elementos internos de los módulos más alejados de la masa mecánica, que presentan un potencial eléctrico elevado, por ejemplo sustancialmente igual a 400 V. En efecto, cuando la envuelta de los módulos es metálica, 35 estando cada uno de los módulos fijado mecánicamente a la masa mecánica, la tensión entre ésta envuelta metálica, que presenta un potencial eléctrico en la masa, y las células internas del módulo, es elevada. Sin embargo, esta alta tensión no conlleva la circulación de corrientes elevadas en los módulos, susceptibles de dañar estos últimos, ya que se dispone una esterilla aislante entre la envuelta de cada módulo y los elementos internos del módulo.

40 No obstante, en caso de fallo del aislamiento interno de un módulo de supercondensadores, se produce un cortocircuito en la masa con una corriente muy elevada que es susceptible de conllevar la destrucción completa del módulo así como una emisión de gases peligrosos, incluso tóxicos, en el entorno próximo al módulo. Esta emisión de gases se debe a la presencia de electrolito en el interior de los supercondensadores, volatilizándose el electrolito cuando una corriente atraviesa la envuelta del módulo, al producirse una perforación, por ejemplo.

45 Uno de los objetivos de la invención es proponer una cadena de almacenamiento de energía para vehículo que permita, en caso de aparición de un defecto de aislamiento interno de uno de los módulos de supercondensadores de la cadena, limitar la corriente de cortocircuito y la consecuente elevación de temperatura de la cadena, y evitar así cualquier emisión de gases peligrosos en las proximidades.

50 Para ello, la invención tiene como objeto una cadena de almacenamiento de energía para vehículo del tipo citado previamente, caracterizada por que el dispositivo de protección eléctrica une a una masa eléctrica un elemento de entre la carcasa metálica o el módulo de supercondensadores.

55 Según otros modos de realización, la cadena de almacenamiento de energía para vehículo comprende una o varias de las siguientes características, considerada(s) de manera aislada o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 60 - el sistema de almacenamiento eléctrico comprende por lo menos dos módulos de supercondensadores conectados en serie;
- el o cada dispositivo de protección eléctrica comprende un fusible;
- la cadena de almacenamiento de energía comprende además por lo menos un órgano de detección de apertura de circuito eléctrico;
- 65 - el o cada órgano de detección de apertura de circuito eléctrico comprende un detector de tensión de umbral,

conectado eléctricamente en paralelo a un fusible;

- el o cada detector de tensión de umbral comprende un órgano de commutación con aislamiento galvánico;
- el o cada fusible es un fusible con percutor y el o cada órgano de detección de apertura de circuito eléctrico comprende un interruptor, estando dicho interruptor unido mecánicamente a un fusible con percutor.

10 La invención también tiene como objeto un sistema de almacenamiento de energía para vehículo que comprende un órgano de seccionamiento de alta tensión, caracterizado por que comprende además una cadena de almacenamiento de energía tal como la descrita anteriormente, unida al órgano de seccionamiento de alta tensión.

La invención también tiene como objeto un vehículo ferroviario, caracterizado por que comprende un sistema de almacenamiento de energía tal como el descrito anteriormente.

15 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la siguiente descripción, facilitada únicamente a modo de ejemplo y realizada haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática de un sistema de almacenamiento de energía según un primer modo de realización de la invención, que comprende tres módulos de supercondensadores;
- la figura 2 es un esquema eléctrico de uno de los módulos de supercondensadores del sistema de almacenamiento de energía de la figura 1;
- la figura 3 es una vista esquemática de un sistema de almacenamiento de energía según un segundo modo de realización de la invención;
- la figura 4 es una vista esquemática de un sistema de almacenamiento de energía según un tercer modo de realización de la invención; y
- la figura 5 es una vista esquemática de un sistema de almacenamiento de energía según un cuarto modo de realización de la invención.

30 En la figura 1, un sistema de almacenamiento de energía 10, instalado a bordo de un vehículo ferroviario, se une a un convertidor de potencia 12. El convertidor de potencia 12 es, por ejemplo, un troceador de tensión instalado a bordo del vehículo ferroviario y apropiado para ser unido a una catenaria. El troceador de tensión 12 es apropiado en particular para disminuir la tensión de la corriente que circula en la catenaria para suministrar una tensión nominal de utilización  $U_{in}$  continua, aplicable en la entrada del sistema de almacenamiento de energía 10. La tensión  $U_{in}$  presenta un valor, por ejemplo, sustancialmente igual a 400 V.

40 El sistema de almacenamiento de energía 10 comprende una cadena de almacenamiento de energía 14 según la invención y un conector eléctrico 15 que une el troceador de tensión 12 a la cadena 14. Comprende además un órgano de seccionamiento de alta tensión 16, por ejemplo un disyuntor, conectado al troceador 12 y unido a la cadena 14 a través del conector eléctrico 15.

45 La cadena de almacenamiento de energía 14 comprende un borne de entrada 20 apropiado para recibir la tensión de entrada  $U_{in}$ , un borne de salida 22 unido a una masa eléctrica, una carcasa metálica 24 y un sistema de almacenamiento eléctrico 26 fijado mecánicamente en la carcasa metálica 24. La cadena 14 comprende además tres dispositivos de protección eléctrica 28, y tres elementos de detección de apertura de circuito eléctrico 30, unidos cada uno, por un lado, a un dispositivo 28 y, por otro lado, al disyuntor 16. En el ejemplo de realización, cada dispositivo de protección eléctrica 28 es un fusible y cada órgano de detección de apertura de circuito eléctrico 30 es un detector de tensión de umbral.

55 El sistema de almacenamiento eléctrico 26 se une, por un lado, al borne de entrada 20 y, por otro lado, al borne de salida 22. Comprende un primer módulo de supercondensadores 32A, un segundo módulo de supercondensadores 32B y un tercer módulo de supercondensadores 32C. Los tres módulos de supercondensadores 32A, 32B, 32C se unen en serie en este orden.

60 Cada módulo de supercondensadores 32A, 32B o respectivamente 32C comprende un borne de entrada 33A, 33B o respectivamente 33C, y un borne de salida 34A, 34C o respectivamente 34C. Cada módulo de supercondensadores 32A, 32B o respectivamente 32C comprende además una envuelta metálica 36 y una esterilla aislante 38 dispuesta en la envuelta metálica 36.

65 Tal como se ilustra en la figura 2, el primer módulo de supercondensadores 32A comprende asimismo veinte supercondensadores 40 dispuestos dentro de la envuelta metálica 36 y unidos entre sí en serie entre el borne de entrada 33A y el borne de salida 34A.

El segundo 32B y el tercer 32C módulo de supercondensadores presentan una estructura idéntica a la del primer módulo 32A; por lo tanto no se describirá con más detalle a continuación.

Como variante, cada módulo de supercondensadores 32A, 32B, 32C comprende un número N1 de supercondensadores 40 unidos entre sí en serie, siendo N1 un número entero superior o igual a dos.

El borne de entrada 33A del primer módulo 32A se conecta al borne de entrada 20. El borne de salida 34A del primer módulo 32A se conecta al borne de entrada 33B del segundo módulo 32B. El borne de salida 34B del segundo módulo 32B se conecta al borne de entrada 33C del tercer módulo 32C. El borne de salida 34C del tercer módulo 32C se conecta al borne de salida 22.

La envuelta metálica 36 de cada módulo 32A, 32B, 32C define una caja en cuyo interior se disponen los supercondensadores 40. La envuelta metálica 36 de cada módulo 32A, 32B, 32C está además aislada eléctricamente del borne de entrada y del borne de salida de dicho módulo, así como de la envuelta metálica 36 de los módulos adyacentes. Por ejemplo, se dispone una capa de un material aislante eléctricamente entre dos envueltas metálicas 36 adyacentes. La envuelta metálica 36 de cada módulo 32A, 32B, 32C está así aislada eléctricamente de la carcasa metálica 24.

La esterilla aislante 38 recubre toda la superficie interior de la envuelta metálica 36. La esterilla aislante 38 es apropiada para aislar eléctricamente los supercondensadores 40 de la envuelta metálica 36, tal como se conoce en sí mismo.

Cada supercondensador 40 se caracteriza por una capacidad eléctrica de valor comprendido entre 1000 F y 10000 F, por ejemplo igual a 3000 F y por una tensión de utilización de valor, por ejemplo, igual a 2,7 V.

Cada fusible 28 se conecta entre, por un lado, la envuelta metálica 36 de un módulo de supercondensadores 32A, 32B, 32C, y, por otro lado, una masa eléctrica.

Cada fusible 28 se caracteriza por un valor de calibre correspondiente a un valor máximo de la intensidad de la corriente admisible.

Cada detector de tensión de umbral 30 se conecta en paralelo a un fusible 28 y se presenta en forma de una tarjeta electrónica, alimentada por una alimentación exterior no representada. Cada detector de tensión de umbral 30 comprende un órgano de detección 42 de una tensión en los bornes del fusible 28. Comprende además un órgano de conmutación con aislamiento galvánico 44, conectado eléctricamente al órgano 42.

El órgano de detección 42 es apropiado para medir la tensión en los bornes del fusible 28 correspondiente y para generar una señal eléctrica, por ejemplo una corriente constante, cuando la tensión que mide presenta un valor no nulo.

El órgano de conmutación con aislamiento galvánico 44 comprende un interruptor 45 y un accionador 46, unido mecánicamente al interruptor 45. En el ejemplo de realización, el órgano de conmutación con aislamiento galvánico 44 es un relé electromecánico y el accionador 46 es un electroimán.

El órgano de conmutación con aislamiento galvánico 44 es apropiado para aislar eléctricamente la electrónica puesta en práctica en el órgano de medición 42 de la electrónica de control puesta en práctica para controlar el disyuntor 16.

El interruptor 45 es móvil entre una posición de apertura y una posición de cierre. El interruptor 45 es apropiado para pasar de su posición de cierre a su posición de apertura, y viceversa, bajo el control mecánico del electroimán 46.

El electroimán 46 es apropiado para controlar la apertura o el cierre del interruptor 45. Cuando circula una corriente en el interior del electroimán 46, se crea un campo magnético, desencadenando así el desplazamiento de un núcleo de hierro dulce en el interior del electroimán 46, y abriendo mecánicamente el interruptor 45. A la inversa, cuando no circula ninguna corriente en el interior del electroimán 46, el núcleo de hierro dulce se desplaza hasta otra posición, y cierra mecánicamente el interruptor 45.

Como variante, el órgano de conmutación con aislamiento galvánico 44 es un relé estático. El accionador 46 es entonces un optoacoplador, unido por vía óptica al interruptor 45. El interruptor 45 es, según esta variante, un componente semiconductor cuyo estado eléctrico es apropiado para pasar de un estado bloqueado a un estado pasante, y viceversa.

Cada módulo de supercondensadores 32A, 32B, 32C está asociado a un interruptor 45, estando los tres interruptores 45 conectados entre sí en serie entre una fuente de tensión constante 48 y el disyuntor 16.

La fuente de tensión constante 48 presenta un potencial eléctrico constante V de valor, por ejemplo, sustancialmente

igual a 0 V.

Cada detector de tensión de umbral 30 es ventajosamente apropiado para unirse a una interfaz de entrega instalada de forma permanente a bordo del vehículo ferroviario. Una vez generada por un órgano 42, la señal eléctrica correspondiente a la detección de una tensión es enviada entonces a dicha interfaz por el detector 30 correspondiente. La interfaz está entonces en condiciones de entregar visualmente a un usuario una información que indica qué módulo de supercondensadores presenta un defecto de aislamiento eléctrico.

El disyuntor 16 es apropiado para cortar automáticamente la corriente que circula en el conector eléctrico 15, por ejemplo en caso de cortocircuito entre los bornes de entrada y de salida de cada módulo de supercondensadores 32A, 32B, 32C, tal como es conocido en sí mismo.

El disyuntor 16 comprende un interruptor 50 y un accionador 52 unido mecánicamente al interruptor 50 para su accionamiento, tal como es conocido en sí mismo.

El interruptor 50 es móvil entre una posición de apertura y una posición de cierre del conector eléctrico 15. El interruptor 50 es apropiado para pasar de su posición de cierre a su posición de apertura, y viceversa, bajo el control mecánico del accionador 52.

El accionador 52 se conecta eléctricamente entre el interruptor 45 correspondiente al primer módulo de supercondensadores 32A y una fuente de tensión constante 54.

La fuente de tensión constante 54 presenta un potencial eléctrico constante  $V_+$  de valor, por ejemplo, sustancialmente igual a 24 V. Los potenciales eléctricos  $V_-$  o respectivamente  $V_+$ , presentados por las fuentes de tensión 48 o respectivamente 54 son diferentes, permitiendo así la circulación de una corriente en el interior del accionador 52 y de los interruptores 45.

El accionador 52 es apropiado para controlar la apertura o el cierre del interruptor 50, según un principio análogo al explicado anteriormente para el electroimán 46 y el interruptor 45. Cuando circula una corriente en el interior del accionador 52, el interruptor 50 se cierra. Cuando no circula ninguna corriente en el interior del accionador 52, el interruptor 50 se abre.

Como variante, el sistema de almacenamiento eléctrico 26 comprende un número  $N_2$  de módulos de supercondensadores unidos entre sí en serie y/o en paralelo, siendo  $N_2$  un número entero superior o igual a dos.

El funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía 10 va a explicarse a partir de ahora.

Para la descripción, se supone que el sistema 10 está inicialmente en servicio, dicho de otro modo que está alimentado por el troceador de tensión 12 y que el interruptor 50 está cerrado. No circula ninguna corriente en los fusibles 28, y las tensiones en los bornes de dichos fusibles 28 presentan cada una un valor nulo. Los interruptores 45 están por tanto cerrados y se aplica una tensión constante  $U_c$  al accionador 52 del disyuntor 16, manteniendo así el interruptor 50 cerrado.

La tensión  $U_c$  viene dada por la fórmula:  $U_c = V_+ - V_-$ .

En caso de fallo del aislamiento interno de un módulo de supercondensadores 32A, 32B, 32C, pudiendo por ejemplo estar provocado por un defecto de desgaste en una esterilla aislante 38, aparece un cortocircuito entre la envuelta metálica 36 y la masa eléctrica. Debido a la aparición de este cortocircuito en la masa, circula una corriente de cortocircuito en el interior del fusible 28 correspondiente al módulo defectuoso. Esta corriente de cortocircuito aumenta hasta que su intensidad alcanza el valor de calibre del fusible 28. En cuanto se supera este valor, el fusible 28 se abre, provocando la anulación de la intensidad de la corriente de cortocircuito. La tensión en los bornes del fusible 28, medida por el órgano 42 correspondiente, presenta entonces un valor no nulo. El órgano 42 genera una corriente que circula en el interior del electroimán 46 y se abre el interruptor 45 correspondiente. La señal de tensión constante  $U_c$  ya no se aplica entonces al accionador 52, lo que conlleva la apertura del interruptor 50. El sistema 10 ya no está alimentado por el troceador reductor de tensión 12, permitiendo así una intervención de mantenimiento por parte de un operario.

En el ejemplo particular de realización según el cual cada detector de tensión de umbral 30 se une a una interfaz de entrega instalada de forma permanente a bordo del vehículo ferroviario, el operario encargado de intervenir conoce además la identidad del módulo de supercondensadores defectuoso.

Se concibe que una cadena de almacenamiento de energía 14 de este tipo permita, en caso de aparición de un defecto de aislamiento interno de uno de los módulos de supercondensadores de la cadena 14, limitar la corriente de cortocircuito y, por tanto, la elevación de temperatura de la cadena. Una cadena de almacenamiento de energía 14 de este tipo permite así evitar cualquier emisión de gases peligrosos en el entorno inmediato de los pasajeros del vehículo ferroviario.

Por otra parte, la cadena de almacenamiento de energía 14 según este primer modo de realización es más fácil de construir mecánicamente, en comparación con el segundo modo de realización descrito más adelante por medio de la figura 3.

5 Una segunda cadena de almacenamiento de energía 55 según la invención está representada en la figura 3. En esta figura, los elementos análogos al primer modo de realización descrito anteriormente se indican mediante referencias idénticas.

10 Según este segundo modo de realización, la cadena de almacenamiento de energía 55 comprende un fusible 28 y un detector de tensión de umbral 30, conectado en paralelo al fusible 28 y unido al disyuntor 16.

15 Por otra parte, el fusible 28 se conecta entre, por un lado, la carcasa metálica 24, y, por otro lado, una masa eléctrica. La envuelta metálica 36 de cada módulo 32A, 32B, 32C se une además eléctricamente a la carcasa metálica 24.

La cadena de almacenamiento de energía 55 según este segundo modo de realización corresponde a la asociación de todos los módulos 32A, 32B, 32C a un fusible 28 y a un detector de tensión de umbral 30.

20 Como variante, el experto en la materia comprenderá que se pueden constituir del mismo modo N3 unos subgrupos de módulos, estando cada subgrupo asociado a un fusible 28 y a un detector de tensión de umbral 30, siendo N3 un número entero superior o igual a dos e inferior al número total de módulos.

25 La conexión ventajosa del detector de tensión de umbral 30 a una interfaz de entrega instalada de forma permanente a bordo del vehículo ferroviario no se prevé según este modo de realización, siendo en este caso inexistentes las ventajas relacionadas con esta conexión.

El funcionamiento de la cadena de almacenamiento de energía 55 va a describirse a continuación.

30 En caso de fallo del aislamiento interno de un módulo de supercondensadores 32A, 32B, 32C, aparece un cortocircuito entre la envuelta metálica 36 y la carcasa metálica 24. Debido a la aparición de este cortocircuito, circula una corriente de cortocircuito en el interior del fusible 28. La secuencia de funcionamiento de la cadena de almacenamiento de energía 55 es idéntica a la de la cadena de almacenamiento de energía 14, y por tanto no se describe con más detalle.

35 Por comparación con la cadena de almacenamiento de energía 14 según el primer modo de realización, la cadena de almacenamiento de energía según este modo de realización ocupa un espacio más limitado en el interior del sistema de almacenamiento de energía 10, lo que permite reducir sustancialmente los costes de fabricación.

40 Las otras ventajas de este segundo modo de realización, referentes a la cadena de almacenamiento de energía, son idénticas a las del primer modo de realización, y por tanto no se describen de nuevo.

45 Una tercera cadena de almacenamiento de energía 56 según la invención está representada en la figura 4. En esta figura, los elementos análogos al primer modo de realización descrito anteriormente se indican mediante referencias idénticas.

Según este tercer modo de realización, cada fusible 28 es un fusible con percutor.

50 Además, cada detector de tensión de umbral 30 se reemplaza por un interruptor 58, unido mecánicamente a un fusible con percutor 28.

Cada módulo de supercondensadores 32A, 32B, 32C está asociado a un interruptor 58, estando los tres interruptores 58 conectados entre sí en serie entre la fuente de tensión constante 48 y el accionador 52.

55 El accionador 52 se conecta eléctricamente entre el interruptor 58 correspondiente al primer módulo de supercondensadores 32A y la fuente de tensión constante 54.

60 Cada fusible con percutor 28 es apropiado, cuando la corriente que lo atraviesa alcanza el valor de calibre del fusible, para abrirse y percutir mecánicamente, durante esta apertura, el interruptor 58 al que está unido.

65 Cada interruptor 58 es móvil entre una posición de cierre y una posición de apertura y es apropiado, bajo el efecto de una percusión mecánica, para pasar de su posición de cierre a su posición de apertura.

El funcionamiento de la cadena de almacenamiento de energía 56 va a explicarse a partir de ahora.

65 Inicialmente, el sistema 10 está en servicio, el interruptor 50 y los interruptores 58 están cerrados.

- 5 Cuando aparece un cortocircuito en la masa en el interior de uno de los módulos de supercondensadores 32A, 32B, 32C, circula una corriente de cortocircuito en el interior del fusible con percutor 28 correspondiente al módulo defectuoso. Esta corriente de cortocircuito aumenta, hasta que su intensidad alcanza el valor de calibre del fusible con percutor 28. En cuanto se supera este valor, el fusible con percutor 28 se abre, provocando la anulación de la intensidad de la corriente de cortocircuito. El fusible con percutor 28 percute mecánicamente el interruptor 58 al que está unido, provocando la apertura de dicho interruptor.
- 10 La señal de tensión constante  $U_c$  ya no se aplica entonces al accionador 52, lo que conlleva la apertura del interruptor 50.
- 15 Al efectuarse la detección de un defecto de aislamiento interno en el interior de uno de los módulos de supercondensadores por vía completamente mecánica en este tercer modo de realización de la invención, éste presenta la ventaja de mejorar la fiabilidad de la detección, con respecto al primer modo de realización descrito anteriormente, en el que la detección se efectúa por vías electrónica y mecánica combinadas.
- 20 Una cuarta cadena de almacenamiento de energía 60 según la invención está representada en la figura 5. En esta figura, los elementos análogos al tercer modo de realización descrito anteriormente se indican mediante referencias idénticas.
- 25 Según este cuarto modo de realización, la cadena de almacenamiento de energía 60 comprende un fusible con percutor 28 y un interruptor 58, unido mecánicamente al fusible con percutor 28, y conectado eléctricamente entre la fuente de tensión constante 48 y el accionador 52.
- 30 El funcionamiento de la cadena de almacenamiento de energía 60 va a describirse a continuación.
- 35 En caso de fallo del aislamiento interno de un módulo de supercondensadores 32A, 32B, 32C, aparece un cortocircuito entre la envuelta metálica 36 y la carcasa metálica 24. Debido a la aparición de este cortocircuito, circula una corriente de cortocircuito en el interior del fusible con percutor 28. La secuencia de funcionamiento de la cadena de almacenamiento de energía 60 es idéntica a la de la cadena de almacenamiento de energía 56, y por tanto no se describe con más detalle.
- 40 Las ventajas de este cuarto modo de realización, referentes a la cadena de almacenamiento de energía, son idénticas a las del segundo modo de realización y del tercer modo de realización, y por tanto no se describen de nuevo.
- 45 Se concibe así que la cadena de almacenamiento de energía según la invención permite, en caso de aparición de un defecto de aislamiento interno de uno de los módulos de supercondensadores de la cadena, limitar la corriente de cortocircuito y la consecuente elevación de temperatura de la cadena.

## REIVINDICACIONES

1. Cadena de almacenamiento de energía (14; 55; 56; 60) para vehículo, del tipo que comprende:

- 5        - una carcasa metálica (24),  
       - un sistema de almacenamiento eléctrico (26) fijado mecánicamente en la carcasa metálica (24), y que comprende por lo menos un módulo de supercondensadores (32A, 33A, 34A), comprendiendo el o cada módulo (32A, 33A, 34A) una envuelta metálica (36) y una pluralidad de supercondensadores (40) unidos entre sí en serie y dispuestos en la envuelta metálica (36),  
       - por lo menos un dispositivo de protección eléctrica (28) apropiado para abrir un circuito eléctrico,

10        caracterizada por que el dispositivo de protección eléctrica (28) une a una masa eléctrica un elemento de entre la carcasa metálica (24) o el módulo de supercondensadores (32A, 33A, 34A).

15        2. Cadena de almacenamiento de energía (14; 55; 56; 60) según la reivindicación 1, caracterizada por que el sistema de almacenamiento eléctrico (26) comprende por lo menos dos módulos de supercondensadores (32A, 33A, 34A) conectados en serie.

20        3. Cadena de almacenamiento de energía (14; 55; 56; 60) según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que el o cada dispositivo de protección eléctrica (28) comprende un fusible.

25        4. Cadena de almacenamiento de energía (14; 55; 56; 60) según la reivindicación 3, caracterizada por que comprende además por lo menos un órgano (30; 58) de detección de apertura de circuito eléctrico.

30        5. Cadena de almacenamiento de energía (14; 55) según la reivindicación 4, caracterizada por que el o cada órgano de detección de apertura de circuito eléctrico comprende un detector de tensión de umbral (30), conectado eléctricamente en paralelo a un fusible (28).

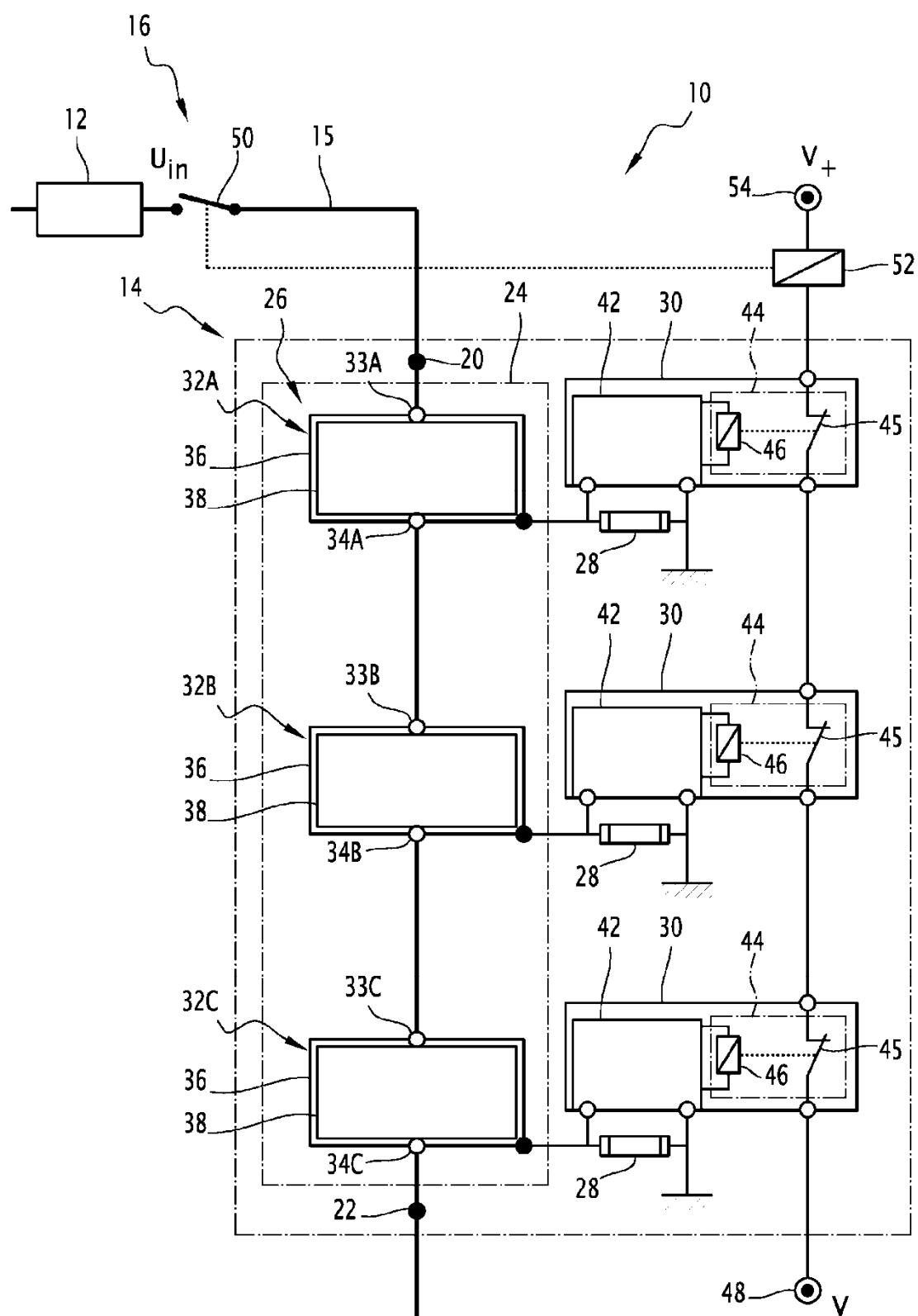
35        6. Cadena de almacenamiento de energía (14; 55) según la reivindicación 5, caracterizada por que el o cada detector de tensión de umbral (30) comprende un órgano de conmutación con aislamiento galvánico (44).

40        7. Cadena de almacenamiento de energía (56; 60) según la reivindicación 4, caracterizada por que el o cada fusible (28) es un fusible con percutor, y por que el o cada órgano de detección de apertura de circuito eléctrico comprende un interruptor (58), estando dicho interruptor (58) unido mecánicamente a un fusible con percutor (28).

45        8. Sistema de almacenamiento de energía (10) para vehículo, del tipo que comprende una cadena de almacenamiento de energía (14; 55; 56; 60) y un órgano de seccionamiento de alta tensión (16) unido a la cadena (14; 55; 56; 60), caracterizado por que la cadena de almacenamiento de energía (14; 55; 56; 60) es según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

9. Vehículo ferroviario caracterizado por que comprende un sistema de almacenamiento de energía (10) según la reivindicación 8.

45

FIG.1

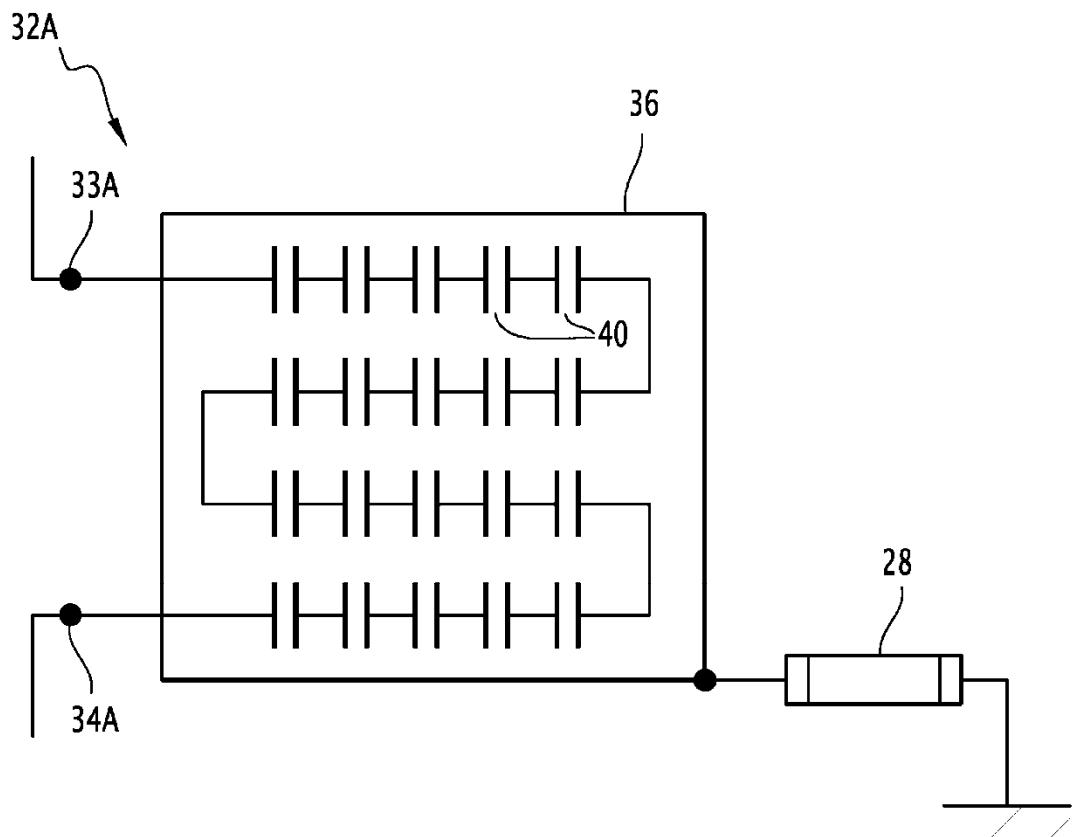
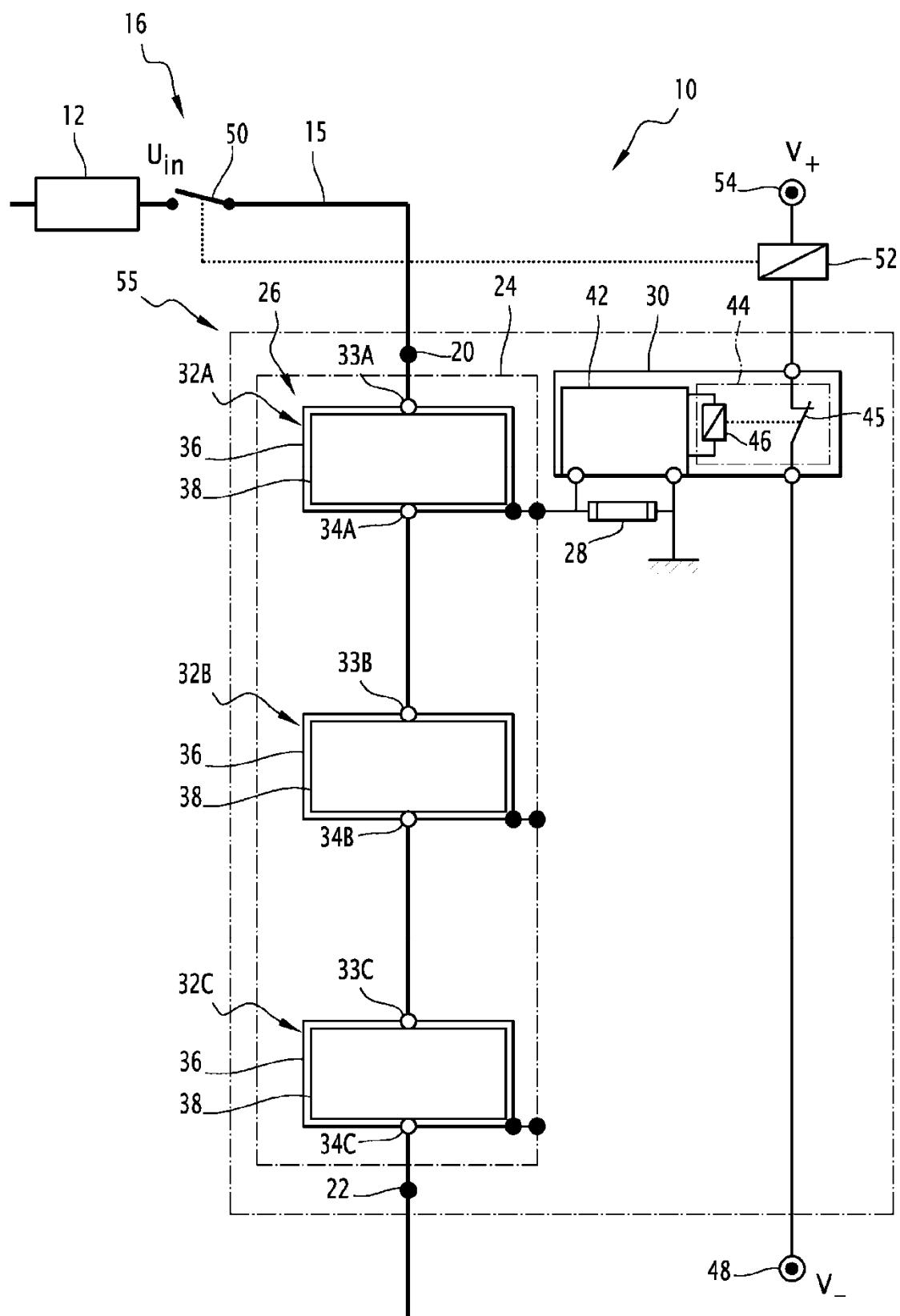
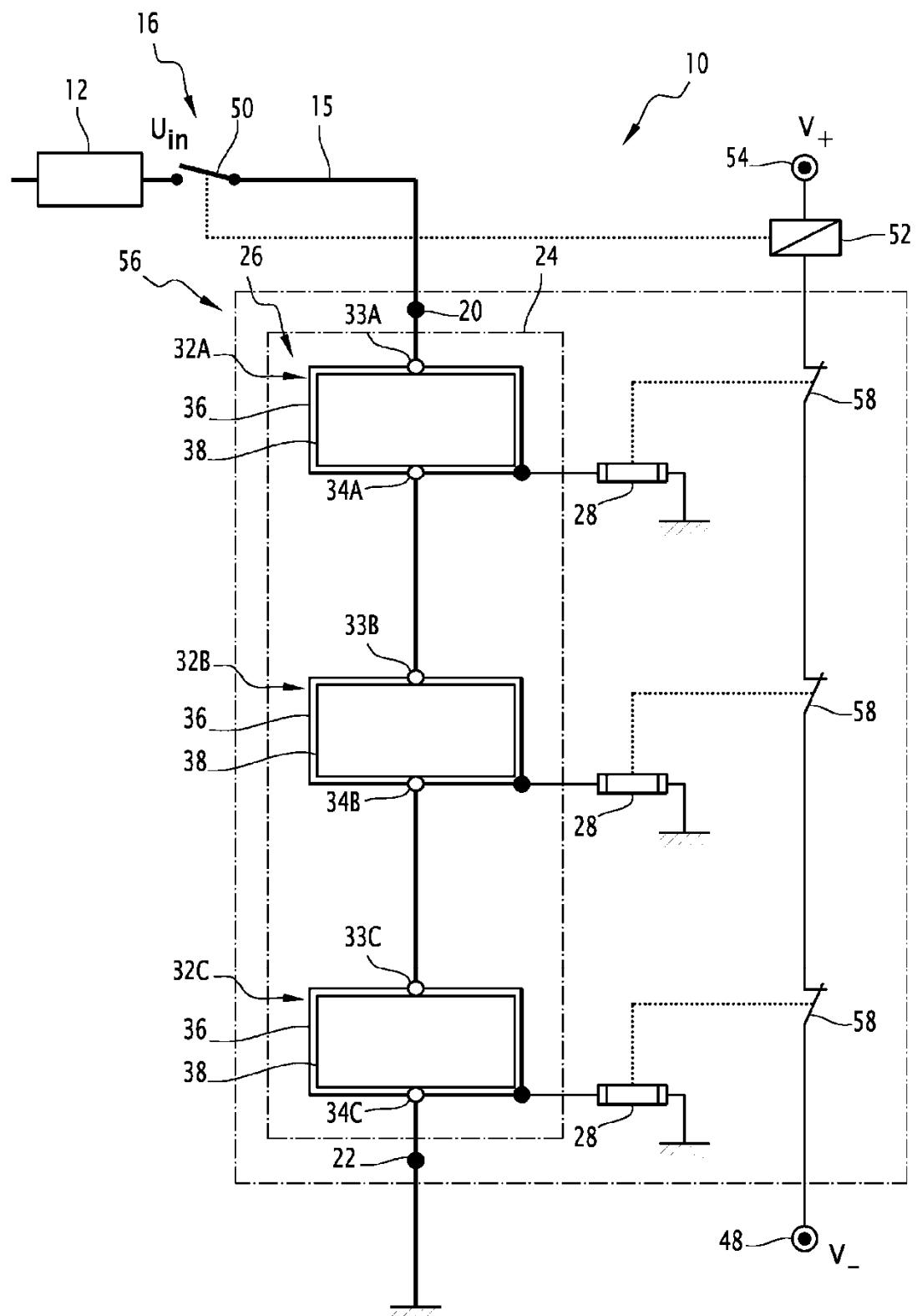


FIG.2



**FIG.3**



**FIG.4**

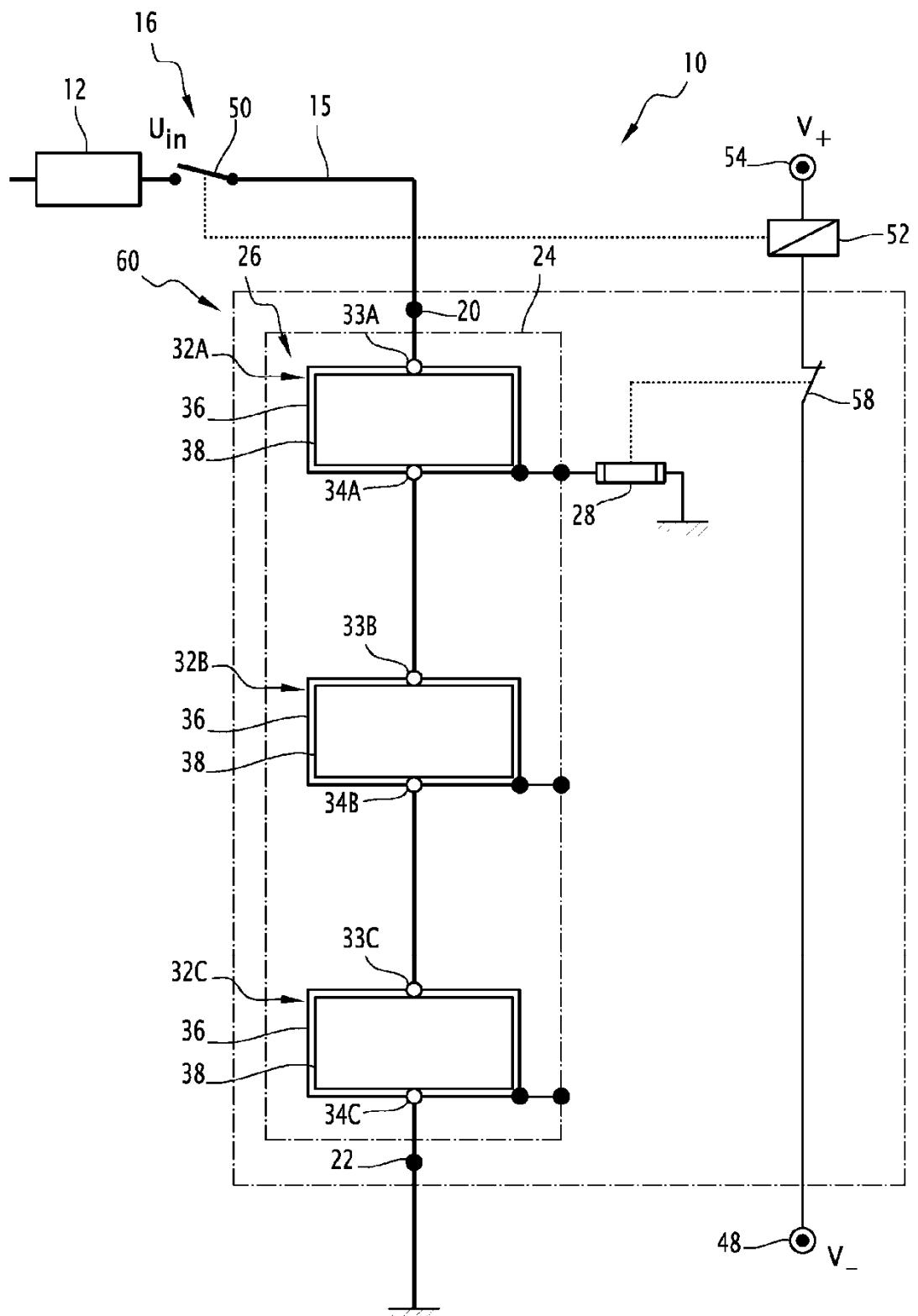


FIG.5