

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 318**

51 Int. Cl.:

**H02H 7/26** (2006.01)

**B63G 8/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2009 PCT/EP2009/058032**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2010 WO10003835**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2009 E 09779964 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2297830**

54 Título: **Dispositivo de conmutación rápida para una batería de alta potencia en una red autónoma de corriente continua**

30 Prioridad:

**09.07.2008 DE 102008032222**

**24.10.2008 DE 102008053074**

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

**06.04.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**AHLF, GERD;  
RISIUS, OSKAR;  
SCHULDT, ANDREAS;  
TÖLLE, HANS-JÜRGEN y  
MARX, WALTER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 662 318 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 conmutación rápida para una batería de alta potencia en una red autónoma de corriente continua

5 La invención hace referencia a un dispositivo de conmutación rápida para una batería de alta potencia en una red autónoma de corriente continua, en particular una red de corriente continua de un submarino, conforme a la reivindicación 1 o a la reivindicación 4. La invención hace referencia además a una red autónoma de corriente continua conforme a la reivindicación 14.

10 Las baterías de alta potencia que se encuentran actualmente en desarrollo como p.ej. las celdas de batería de iones de litio, celdas de batería de polímero de litio, celdas de batería de fosfato de hierro y litio, celdas de batería de titanato de litio y combinaciones de las mismas destacan, en comparación con las baterías convencionales como p.ej. las baterías de plomo, por una reducción considerable de los tiempos de carga y descarga y un aumento considerable de la corriente de descarga rápida. Por otro lado se consideran problemáticas para su empleo en una red autónoma de corriente continua configurada como gran instalación, como p.ej. en una alimentación de corriente propia de una central eléctrica o en una red de corriente continua de un submarino, las corrientes de cortocircuito prospectivas extraordinariamente elevadas que pueden ser por ejemplo de 20 kA para un ramal de baterías y de hasta 500 kA por batería.

15 Para la conmutación de las corrientes de funcionamiento y la limitación de las corrientes de cortocircuito, una instalación de baterías en una red autónoma de corriente continua presenta habitualmente un dispositivo de conmutación. Una red de corriente continua con una batería de alta potencia con un dispositivo de conmutación de este tipo se describe por ejemplo en el documento EP 1 641 066 A2 y en el documento WO 2008/055493 A1.

20 Una batería de alta potencia en una red autónoma de corriente continua comprende aquí habitualmente varios módulos de batería conectados en paralelo, respectivamente con un ramal o varios ramales conectados en paralelo de celdas de batería de alta potencia conectadas en serie, en donde el ramal o cada uno de los ramales tiene la tensión de red de la red autónoma de corriente continua.

25 Partiendo de aquí el objeto de la presente invención consiste en exponer un dispositivo de conmutación para una batería de alta potencia en una red autónoma de corriente continua, en particular en una red de corriente continua de un submarino, con el que puedan desconectarse de forma particularmente rápida corrientes de descarga de la batería de alta potencia.

30 La solución de este objeto se consigue conforme a la invención por un lado mediante un dispositivo de conmutación rápida con las características de la reivindicación 1 y, por otro lado, mediante un dispositivo de conmutación rápida con las características de la reivindicación 4. Una red autónoma de corriente continua con un dispositivo de conmutación rápida es el objeto de la reivindicación 14. Unas conformaciones ventajosas son respectivamente el objeto de las reivindicaciones dependientes.

35 En el dispositivo de conmutación rápida conforme a la reivindicación 1 durante el funcionamiento de carga del módulo de batería la corriente de carga circula a través del diodo hasta la batería y, durante el funcionamiento de descarga del módulo de batería, la corriente de descarga a través del conmutador semiconductor. Mediante una activación correspondiente del conmutador semiconductor mediante el dispositivo de monitorización y control puede interrumpirse la corriente de descarga en un tiempo considerablemente menor en comparación con un conmutador de potencia convencional.

40 Conforme a una conformación particularmente ventajosa el dispositivo de monitorización y control está configurado de tal manera que detecta rápidamente una corriente de cortocircuito en el conductor de conexión y mediante la conmutación del conmutador semiconductor de potencia a un estado de no conducción interrumpe la corriente de cortocircuito. Mediante el dispositivo de conmutación rápida puede interrumpirse la corriente de descarga en un tiempo considerablemente menor en comparación con un conmutador de potencia convencional y, a este respecto, limitar la corriente de cortocircuito del módulo de batería individual y en consecuencia también la corriente de cortocircuito suma de todos los módulos de batería a unos valores de tal manera no críticos, que pueda prescindirse de medios adicionales de limitación y desconexión de corriente para las corrientes de cortocircuito suma.

45 Para impedir sobretensiones de conmutación en el semiconductor de potencia está conectado de forma preferida en paralelo al circuito paralelo un diodo, que está dispuesto en una ruta de conductor, que conecta un conductor de conexión conectado al polo positivo del módulo de batería y un conductor de conexión conectado al polo negativo del módulo de batería.

50 En el caso del dispositivo de conmutación rápido conforme a la reivindicación 4 circula durante el funcionamiento de carga del módulo de batería la corriente de carga a través del conmutador mecánico. También durante el funcionamiento de descarga del módulo de batería toda o al menos una parte de la corriente de descarga circula a

través del conmutador mecánico. Solamente para desconectar la corriente de descarga se conmuta por completo al conmutador semiconductor la corriente de descarga, mediante la apertura del conmutador mecánico, y después se desconecta mediante el conmutador semiconductor. La corriente se conduce de este modo en funcionamiento normal fundamentalmente a través del conmutador mecánico. El tiempo entre la apertura del conmutador mecánico y la desconexión del conmutador semiconductor puede elegirse con ello de tal manera que, al desconectar el conmutador semiconductor la distancia entre los contactos del conmutador mecánico sea tan grande, que el arco eléctrico entre los contactos se haya reducido ya de tal manera que, al desconectar el conmutador semiconductor no se produzca ningún arco eléctrico nuevo entre los contactos.

Conforme a una conformación particularmente ventajosa el dispositivo de monitorización y control está configurado de tal manera, que detecta rápidamente una corriente de cortocircuito en el conductor de conexión y mediante el conmutador semiconductor de potencia a un estado de no conducción interrumpe la corriente de cortocircuito. Mediante el dispositivo de conmutación rápida la corriente de descarga puede interrumpirse de este modo en un tiempo considerablemente menor, en comparación con un conmutador de potencia convencional, y a este respecto limitar la corriente de cortocircuito del módulo de batería individual y en consecuencia también la corriente de cortocircuito suma de todos los módulos de batería de la batería a unos valores de tal manera no críticos, que pueda prescindirse de medios adicionales de limitación y desconexión de corriente para las corrientes de cortocircuito suma.

El conmutador semiconductor puede estar a este respecto ya en un estado de conducción al abrir el conmutador mecánico, es decir, durante el funcionamiento de descarga normal circula una corriente tanto a través del conmutador mecánico como a través del conmutador semiconductor.

Sin embargo, el conmutador semiconductor está de forma preferida al abrir el conmutador mecánico en un estado de no conducción y el dispositivo de monitorización y control está configurado de tal manera, que conmuta el conmutador semiconductor a un estado de conducción con la apertura del conmutador mecánico. De este modo un flujo de corriente a través del conmutador semiconductor solo tiene lugar para desconectar la corriente de descarga, con lo que pueden minimizarse las pérdidas.

El conmutador mecánico está configurado de forma preferida como un conmutador de vacío.

Una apertura rápida de los contactos del conmutador mecánico es posible por ejemplo, por medio de que la fuerza para abrir los contactos se genere mediante un accionamiento electrodinámico que trabaje según el principio del efecto de Thomson.

Para absorber la energía eléctrica y para limitar sobretensiones, que se produzcan después de la conmutación del conmutador semiconductor al estado de no conducción en el conmutador semiconductor, está conectada de forma preferida una resistencia eléctrica, preferiblemente un varistor, en paralelo al conmutador semiconductor.

Tanto en la solución conforme a la reivindicación 1 como en la solución conforme a la reivindicación 4 puede aplicarse como conmutadores semiconductores de potencia por ejemplo GTOs, IGBTs o IGCTs. Con ello pueden conseguirse tiempos de desconexión para corrientes de cortocircuito inferiores a 10 microsegundos, mientras que con conmutadores rápidos convencionales solo son posibles aprox. de 3 a 5 ms. De este modo las corrientes de cortocircuito suma pueden limitarse hasta unos valores no peligrosos, lo que no sería posible en absoluto posible con elementos de protección y conmutación convencionales en ciertas redes autónomas de corriente continua, en particular en redes de corriente continua de submarinos, con unos elementos de conmutación y protección disponibles de forma convencional (p.ej. conmutadores compactos) como conmutadores para los ramales individuales, ya que las corrientes de cortocircuito suma para cada batería serían entonces todavía tan elevadas, que serían necesarias unas limitaciones / una desconexión de corriente adicionales. La corriente de paso de esta limitación / desconexión de corriente convencional para la corriente de cortocircuito suma (p.ej. fusibles especiales) sigue siendo sin embargo, con p.ej. 200 kA) claramente superior a la corrientes de cortocircuito admisibles de las instalaciones actuales y de los elementos de conmutación y protección disponibles. Sin embargo, con un dispositivo de conmutación conforme a la invención las corrientes de cortocircuito suma de una batería pueden controlarse con los elementos de conmutación y protección convencionales.

De forma preferida cada uno de los módulos de batería comprende solo respectivamente un único ramal de celdas de batería de acumulador de energía de alta potencia conectadas en serie, es decir, el dispositivo de conmutación comprende respectivamente una unidad de conmutación para cada uno de los ramales. De este modo en caso de cortocircuito las corrientes de cortocircuito suma de toda la batería pueden limitarse a unos valores particularmente bajos y con ello controlarse de forma particularmente segura.

El conductor de conexión con la unidad de conmutación conecta de forma preferida el polo positivo del módulo de batería a la red de corriente continua, es decir, la unidad de conmutación está conectada entre el polo positivo del módulo de batería y la red de corriente continua.

5 Para separar sin potencial el módulo de batería de la red de corriente continua puede estar conectado respectivamente un conmutador mecánico, en particular un interruptor seccionador, en un conductor de conexión que conecta el polo positivo del módulo de batería a la red de corriente continua y en un conductor de conexión que conecta el polo negativo del módulo de batería a la red de corriente continua. Aquí puede tratarse también de un único conmutador con varias parejas de contacto de conmutación, en donde por ejemplo una pareja de contactos esté conectada a uno de los conductores de conexión y la otra pareja de contactos al otro conductor de conexión.

Las celdas de batería se componen ventajosamente de celdas de batería de iones de litio, celdas de batería de polímero de litio, celdas de batería de fosfato de hierro y litio, celdas de batería de titanato de litio o combinaciones de las mismas.

10 En el caso de emplearse un dispositivo de conmutación rápida, p.ej. un dispositivo de conmutación rápida conforme a la invención descrito anteriormente, en una red autónoma de corriente continua, en particular una red de corriente continua de un submarino, con al menos un consumidor eléctrico, una batería de alta potencia explicada anteriormente para suministrar energía eléctrica al consumidor eléctrico y un elemento de protección para el consumidor, en particular un fusible, conectado entre el consumidor eléctrico y la batería de alta potencia, en caso de 15 de cortocircuito pueden desconectarse las corrientes de los módulos de batería y limitarse a unos valores, que la red autónoma de corriente continua pueda controlar con seguridad como corrientes de cortocircuito suma. También en caso de fallo, p.ej. en caso de sobrecarga, los módulos de batería pueden desconectarse con seguridad.

20 Si el dispositivo de conmutación rápida presenta para cada uno de los módulos de batería respectivamente una unidad de conmutación rápida y en el caso de un cortocircuito en el consumidor las unidades de conmutación rápida se activan más rápidamente que el elemento de protección posconectado, un cortocircuito en el consumidor no conduciría a una activación del elemento de protección. De este modo no existe ninguna selectividad entre las unidades de conmutación rápida y el elemento de protección. Debido a que el elemento de protección no se activa, quedaría sin conocerse el punto del cortocircuito. Un acoplamiento a continuación de los módulos de batería conduciría a su vez a un cortocircuito y con ello a una desconexión de los módulos de batería. En total esto puede 25 conducir a un corte (del inglés black-out) permanente de toda la red autónoma de corriente continua.

Por ejemplo dentro de las condiciones imperantes en las redes de corriente continua de un submarino puede estar el tiempo de activación en un rango de microsegundos en el caso de las unidades de conmutación rápida conforme a la invención, mientras que en el caso de los elementos de protección, sobre todo los fusibles, está en un rango de milisegundos.

30 En el caso de la red autónoma de corriente continua conforme a la invención 14 no está conectado por ello específicamente ninguna unidad de conmutación rápida, entre al menos uno de los módulos de batería y el elemento de protección. En el caso de este al menos un módulo de batería no se desconecta con ello específicamente una corriente de cortocircuito. La o las corrientes de cortocircuito no desconectadas conducen después a una activación de los elementos de protección posconectados para el consumidor, en el caso de un fusible de este modo a una 35 fusión del fusible. De este modo el consumidor se separa de forma fiable de la red de corriente continua. A continuación los módulos de batería desconectados pueden acoplarse automáticamente de nuevo, mediante las unidades de conmutación rápida, a la red de corriente continua.

40 Un flujo de corriente entre un módulo de batería y el consumidor puede conducir en el caso de una unidad de conmutación rápida conectada de forma intermedia a una caída de tensión en la unidad de conmutación rápida. Esto tiene como consecuencia que los módulos de batería, que están conectados al consumidor a través de una unidad de conmutación rápida conectada de forma intermedia, y los módulos de batería que están conectados al consumidor sin una unidad de conmutación rápida conectada de forma intermedia, se descargan de manera diferente. Para la descarga homogénea de todos los módulos de batería está conectada por ello, en la conexión 45 eléctrica entre el al menos un módulo de batería y el elemento de protección en la que no está conectada ninguna unidad de conmutación rápida, una unidad de compensación para compensar la característica de corriente/tensión de una unidad de conmutación rápida.

De forma preferida la unidad de compensación 51 presenta en el rango de las tensiones y corrientes de funcionamiento y, a este respecto, al menos para las corrientes de descarga del módulo de batería 4a, la misma característica de corriente/tensión que una unidad de conmutación rápida.

50 En una conformación constructivamente particularmente sencilla, la unidad de compensación comprende un circuito paralelo formado por un diodo polarizado que deja pasar la corriente de carga del módulo de batería y un diodo polarizado que deja pasar la corriente de descarga.

Para poder dispone rápidamente de la red después de un cortocircuito en el consumidor las unidades de conmutación rápida pueden estar configuradas de tal manera, que después de una separación de los módulos de 55 batería respecto a la red de corriente continua a causa de las corrientes de cortocircuito detecten la tensión de la red

y, después del retorno de la tensión, los módulos de batería se acoplen automáticamente de nuevo a la red de corriente continua.

A continuación se explican con más detalle la invención y unas conformaciones ventajosas de la invención en base a unos ejemplos de realización en las figuras: en las mismas muestran:

- 5 la fig. 1 una exposición de principio de una primera red autónoma de corriente continua,
- la fig. 2 un primer ejemplo de la estructura de un módulo de batería mostrado en la fig. 1,
- la fig. 3 un segundo ejemplo de la estructura de un módulo de batería mostrado en la fig. 1,
- la fig. 4 un ejemplo de la estructura de una unidad de conmutación mostrada en la fig. 1,
- la fig. 5 una exposición de principio de una segunda red autónoma de corriente continua,
- 10 la fig. 6 un ejemplo de la estructura de una unidad de conmutación mostrada en la fig. 1,
- la fig. 7 una exposición de principio de una red de corriente continua de un submarino, en base a una red autónoma de corriente continua conforme a la fig. 1,
- la fig. 8 una exposición de principio de una red de corriente continua de un submarino, en base a una red autónoma de corriente continua conforme a la fig. 5,
- 15 la fig. 9 la red autónoma de corriente continua conforme a la fig. 1 con un dispositivo de control principal, y
- la fig. 10 la red autónoma de corriente continua conforme a la fig. 5 con un dispositivo de control principal,
- la fig. 11 la red autónoma de corriente continua de la fig. 1 con una activación selectiva,
- la fig. 12 una conformación preferida de un módulo de compensación mostrado en la fig. 11,
- la fig.13 una exposición simplificada de una red de corriente continua de un submarino con unidades de conmutación y compensación,
- 20 la fig. 14 una conformación preferida de las unidades de conmutación y compensación de la fig. 13.

La fig. 1 muestra una exposición de principio de una primera red autónoma de corriente continua 3 conforme a la invención, que comprende una batería de alta potencia 2 para acumular energía eléctrica, un generador G para generar energía eléctrica y como consumidor de energía un motor M. La batería 2 comprende varios módulos de batería 4 conectados en paralelo, respectivamente con un ramal o varios ramales conectados en paralelo de celdas de batería de alta potencia conectadas en serie, en donde el o cada uno de los ramales tiene la tensión de red de la red autónoma de corriente continua.

Por ejemplo un módulo de batería – como se ha representado en la fig. 2 - puede comprender tres ramales 5 conectados en paralelo de unas celdas de batería 6 conectadas respectivamente en serie. Sin embargo, un módulo de batería 4 comprende de forma preferida – como se ha representado en la fig. 3 – solamente un único ramal 5 de celdas de batería 6 conectadas en serie.

Las celdas de batería 6 se componen por ejemplo de celdas de batería de iones de litio, celdas de batería de polímero de litio, celdas de batería de fosfato de hierro y litio, celdas de batería de titanato de litio o combinaciones de las mismas.

Un dispositivo de conmutación rápida 1 presenta para cada uno de los módulos de batería 4 respectivamente una unidad de conmutación rápida 12, que – como se ha representado en la fig. 4 – comprende un circuito paralelo formado por un diodo 9 polarizado que deja pasar la corriente de carga del módulo de batería 4 y un conmutador semiconductor de potencia 10 polarizado que deja pasar la corriente de descarga. Este circuito paralelo 8 está dispuesto en un conductor de conexión 7 del módulo de batería 4 a la red de corriente continua 3. El estado de conmutación del conmutador semiconductor de potencia 10 puede controlarse mediante un dispositivo de monitorización y control 11, en donde el dispositivo de monitorización y control 11 está configurado de tal manera que, para desconectar una corriente de descarga en el conductor de conexión 7 mediante la conmutación del conmutador semiconductor de potencia 10 a un estado de no conducción, interrumpe la corriente de descarga que fluye en el conductor de conexión 7.

El dispositivo de monitorización y control 11 está configurado a este respecto de tal manera, que detecta rápidamente una corriente de cortocircuito en el conductor de conexión 7 y, mediante una conmutación del conmutador semiconductor de potencia 10 a un estado de no conducción, interrumpe la corriente de cortocircuito.

5 El dispositivo de monitorización y control 11 detecta para ello, a través de una línea 16, la corriente de descarga en el conductor de conexión 7 y controla el conmutador semiconductor 10 a través de una línea de control 17.

El dispositivo de monitorización y control 11 reconoce de esta manera un cortocircuito en la red y bloquea en un plazo de microsegundos el semiconductor controlable, de tal manera que la corriente de cortocircuito del módulo 4 y con ello también la corriente de cortocircuito suma de todos los módulos 4 se limita a un valor aproximado y se desconecta.

10 El conductor de conexión 7, en el que está dispuesta la unidad de conmutación 12 o el circuito paralelo 8, conecta el polo positivo (+) del módulo de batería 4 a la red de corriente continua 3.

15 Un diodo 13 conectado en paralelo al circuito paralelo 8 de una unidad de conmutación 12, el cual está dispuesto en una ruta de conductor 19, que conecta el conductor de conexión 7 conectado al polo positivo (+) de un módulo de batería 4 y un conductor de conexión 14 conectado al polo negativo (-) del módulo de batería 4, se usa para suprimir sobretensiones de conmutación en el semiconductor de potencia 10.

20 Para la posibilidad de desconexión un módulo de batería 4 o ramal 5 en el caso de un semiconductor defectuoso y para la separación galvánica de un módulo de batería 4 o ramal 5 de la red 3 está dispuesto respectivamente un conmutador mecánico 15 ó 25, p.ej. un interruptor seccionador, en el conductor de conexión 7, que conecta el polo positivo (+) del módulo de batería 4 a la red de corriente continua 3, y en el conductor de conexión 14 que conecta el polo negativo (-) del módulo de batería 4 a la red de corriente continua 3. El conmutador 15 ó 25 puede operarse manualmente o dado el caso a distancia. En el conductor de conexión 7 el conmutador 15 está dispuesto a este respecto entre la unidad de conmutación 12 y la red de corriente continua 3.

25 Una red autónoma de corriente continua mostrada en la fig. 5 se diferencia de la red autónoma de corriente continua mostrada en la fig. 1 en que en el caso del dispositivo de conmutación 1 se han eliminado los diodos 13, en que el dispositivo de conmutación 1 comprende unos dispositivos de monitorización y control 31 en lugar de los dispositivo de monitorización y control 11 y en que comprende unas unidades de conmutación 32 mostradas con más detalle en la fig. 6, en lugar de las unidades de conmutación 12.

30 Las unidades de conmutación 32 comprenden respectivamente un circuito paralelo 28 formado por un conmutador 29, que deja pasar la corriente de carga y la corriente de descarga del módulo de batería 4, y al menos un conmutador semiconductor de potencia 30 polarizado que deja pasar la corriente de descarga.

35 El circuito paralelo 28 de la unidad de conmutación 32 está dispuesto a este respecto también en este caso en el conductor de conexión 7 del módulo de batería 4 a la red de corriente continua 3. Los estados de conmutación del conmutador mecánico 29 y del conmutador semiconductor de potencia 30 pueden controlarse mediante un dispositivo de monitorización y control 31, en donde el dispositivo de monitorización y control 31 está configurado de tal manera que, para desconectar una corriente de descarga en el conductor de conexión 7 mediante la apertura del conmutador mecánico 29, conmuta una corriente que fluye a través del conmutador mecánico al conmutador semiconductor 30 y a continuación, mediante la conmutación del conmutador semiconductor 30 a un estado de no conducción, interrumpe la corriente de descarga que fluye en el conductor de conexión 7.

40 El dispositivo de monitorización y control 31 está configurado a este respecto de tal manera, que detecta rápidamente un cortocircuito en el conductor de conexión 7 y, mediante la conmutación del conmutador semiconductor de potencia 30 a un estado de no conducción, interrumpe la corriente de cortocircuito.

El dispositivo de monitorización y control 11 está conectado aquí conectado adicionalmente, para controlar el estado de conmutación del conmutador mecánico 29, al conmutador mecánico 29 a través de una línea de control 18.

45 El conmutador semiconductor 30 puede estar ya en un estado de conducción al abrir el conmutador mecánico 29. Para evitar pérdidas, sin embargo, el conmutador semiconductor 30 está en un estado de no conducción durante el funcionamiento de descarga de un módulo de batería 4, es decir, también al abrir el conmutador mecánico 29, y el dispositivo de monitorización y control está configurado de tal manera que, al abrir el conmutador mecánico 29, conmuta el conmutador semiconductor 30 a un estado de conducción.

El conmutador mecánico 29 está configurad de forma preferida como un conmutador de vacío.

50 Una unidad de conmutación rápida 32 comprende adicionalmente también un varistor 34 conectado en paralelo al conmutador semiconductor 30 para absorber energía eléctrica y para limitar sobretensiones, que se producen

después de la conmutación del conmutador semiconductor 30 al estado de no conducción en el conmutador semiconductor 30.

5 Una red de corriente continua de un submarino 40 mostrada en la fig. 7 comprende dos redes parciales 41, que pueden acoplarse una a otra a través de un acoplamiento de red 42. Cada una de las redes parciales 41 comprende respectivamente una batería 12 mostrada en la fig. 1 y un dispositivo de conmutación 1. Cada uno de los módulos de batería 4 comprende exactamente un ramal 5 de celdas de batería conectadas en serie, de tal manera que el dispositivo de conmutación 1 de una batería 1 para cada uno de los ramales 5 comprende respectivamente una unidad de conmutación 12, un dispositivo de monitorización y control 11 y un diodo 13.

10 Cada uno de los ramales tiene normalmente una tensión de red de 900 V y una batería comprende aproximadamente 20 ramales conectados en paralelo.

Los conmutadores 15 están configurados de forma preferida como un dispositivo separador mecánico y se usan para separar el potencial del módulo de batería 4 o ramal 5 respectivo de la respectiva red parcial 41.

15 Los conmutadores 25 están configurados de forma preferida como conmutadores de potencia (p.ej. como conmutadores compactos) y se usan, por un lado, para la separación de potencial del respectivo módulo de batería 4 o ramal 5 de la respectiva red parcial 41 y, por otro lado, para la desconexión de cortocircuito en el caso de un fallo de la unidad de conmutación 12 asociada al respectivo módulo de batería 4 o ramal 5. Además de esto cada una de las baterías 2 puede separarse de la respectiva red parcial 41, a través de unos conmutadores mecánicos 35 conectados en serie a las baterías 2.

20 Una red de corriente continua de un submarino 40 mostrada en la fig. 8 se diferencia de la red de corriente continua de un submarino mostrada en la fig. 7 en que el dispositivo de conmutación 1 se basa en la solución mostrada en la fig. 5.

25 Las figs. 9 y 10 muestran la red autónoma de corriente continua conforme a la fig. 1 o a la fig. 5, en donde está disponible respectivamente un dispositivo de control 50 adicional principal, el cual está conectado a través de unas líneas 51 a los dispositivos de monitorización y control 11 ó 31 y, además de esto, transmite órdenes de desconexión para una desconexión obligada por el funcionamiento de corrientes de descarga, mediante las unidades de conmutación 12 ó 32, a los dispositivos de monitorización y control 11 ó 31 y obtiene acuses de recibo desde los dispositivos de monitorización y control 11 ó 31.

30 Si bien las corrientes de descarga obligadas por el funcionamiento se desconectan mediante los conmutadores semiconductores, para los conmutadores mecánicos pueden elegirse unos modos de realización constructivamente menores.

Con la invención es posible una integración más sencilla de baterías de alta potencia en instalaciones nuevas y unos reequipamientos en instalaciones existentes.

35 Puede obtenerse una tensión de control para los dispositivos de monitorización y control 11, 31 y las unidades de conmutación 12, 32 mediante una alimentación propia desde el módulo de batería 4 asociado o mediante una alimentación independiente del mismo (p.ej. batería de apoyo, ect.).

En lugar de respectivamente unos dispositivos de monitorización y control 11, 31 puede estar disponible también un único dispositivo de monitorización y control.

40 Después de la limitación y la desconexión de un cortocircuito, una unidad de conmutación rápida 12, 32 está enseguida lista para funcionar de nuevo. Sin embargo, el modo de realización está configurado ventajosamente de tal manera que una reconexión, dado el caso, solo es admisible después de una confirmación (es decir, que se ha eliminado el origen del fallo).

45 En el caso de un semiconductor dañado (p.ej. a causa de un fallo de tiristor), una monitorización indica ventajosamente enseguida el fallo, de tal manera que pueden adoptarse medidas (p.ej. desconexión del módulo de batería o del ramal). Para el caso en el que en ese momento se produjera un cortocircuito, un dispositivo de conmutación posconectado (p.ej. un dispositivo de conmutación de batería) sería capaz de controlar la corriente de cortocircuito de uno o incluso varios ramales.

50 La red autónoma de corriente continua 3 mostrada en la fig. 11 se corresponde en líneas generales a la red autónoma de corriente continua 3 de la fig. 1, en donde sin embargo el consumidor M está conectado a hora a la red de corriente continua 3 a través de un elemento de protección en forma de un fusible 50. Las unidades de conmutación rápida 12 están conectadas de este modo entre el fusible 50 y los módulos de batería 4.

Si el dispositivo de conmutación rápida 1 presenta para cada uno de los módulos de batería 4 respectivamente una unidad de conmutación rápida 12 y las unidades de conmutación rápida 12, en el caso de un cortocircuito en el consumidor M, se activan más rápidamente que el fusible 50 posconectado, un cortocircuito en el consumidor M no conduciría a ninguna activación del fusible 50. Por ejemplo, en las condiciones que imperan en las redes de corriente continua de un submarino, el tiempo de activación de las unidades de conmutación rápida 12, 32 representadas en las figs. 4 y 6 pueden estar dentro de un rango de microsegundos, mientras que en el caso del fusible 50 está situado en un rango de milisegundos. De esta manera no existe ninguna selectividad entre las unidades de conmutación rápida 12 y el fusible 50. Esto puede conducir a un corte de toda la red autónoma de corriente continua 3. Para impedir esto, en un módulo de batería 4a no está conectada específicamente ninguna unidad de conmutación 12 entre el módulo de batería 4a y el fusible 50 o el consumidor M. De este modo para el módulo de batería 4a, en el caso de un cortocircuito en el consumidor M, la corriente de cortocircuito no se desconecta específicamente. La corriente de cortocircuito no desconectada conduce después a una activación, es decir, una fusión del fusible 50. De este modo el consumidor se separa de la red de corriente continua 2. A continuación los módulos de batería 4 desconectados pueden acoplarse, mediante las unidades de conmutación rápida 12 del dispositivo de conmutación 1, automáticamente de nuevo a la red de corriente continua 2.

Un flujo de corriente desde un módulo de batería 4 hasta el consumidor M conduce habitualmente a una caída de tensión en la unidad de conmutación rápida 12 conectada entremedio y, con ello, a diferentes descargas de los módulos de batería 4, 4a, conectados al consumidor M con y sin una unidad de conmutación rápida 12 conectada de forma intermedia. Para una descarga homogénea de todos los módulos de batería 4, 4a está conectada por ello entre el módulo de batería 4a y el fusible 50, aquí en la línea de conexión 7 del módulo de batería 4a a la red de corriente continua 3, una unidad de compensación 51 para compensar la característica de corriente/tensión de las unidades de conmutación rápida 12. La unidad de compensación 51 presenta de forma preferida en el rango de las tensiones y corrientes de funcionamiento, al menos para las corrientes de descarga, del módulo de batería 4a la misma característica de corriente/tensión que una unidad de conmutación rápida.

En una conformación constructivamente particularmente sencilla, mostrada en la fig. 12, la unidad de compensación 51 comprende un circuito paralelo 52 formado por un diodo 53 polarizado que deja pasar la corriente de carga del módulo de batería 4a y un diodo 54 polarizado que deja pasare la corriente de descarga.

En el caso de una utilización de una unidad de conmutación rápida 12 conforme a la fig. 4 se utiliza para el diodo 53 de forma preferida un diodo del mismo tipo que el diodo 9 de la unidad de conmutación rápida 12 mostrada en la fig. 4, de tal manera que el diodo 53 presenta la misma característica de corriente/tensión que el diodo 9 polarizado de la unidad de conmutación rápida 12, que deja pasar la corriente de carga del módulo de batería 4.

El diodo 54 se elige de forma preferida de tal manera, que presenta fundamentalmente la misma característica de corriente/tensión que el semiconductor de potencia 10 de la unidad de conmutación rápida 12 conforme a la fig. 4.

Para disponer de nuevo rápidamente de la red después de un cortocircuito en el consumidor, las unidades de conmutación rápida pueden estar configuradas de tal manera que las mismas, tras una separación de los módulos de batería 4 respecto a la red de corriente continua 2 causada por un cortocircuito, detecten la tensión de la red de corriente continua 3 y tras el regreso de la tensión los módulos de batería 4 se acoplen de nuevo automáticamente a la red de corriente continua 3.

La fig. 13 muestra en una exposición simplificada solo para los conductores de ida (es decir, los conductores con potencial positivo) una red de corriente continua de un submarino 60, que se compone de dos redes parciales 61, 62 que pueden acoplarse una a la otra a través de un acoplamiento de red 63.

Un primer consumidor 64 solo puede alimentarse con energía eléctrica desde la red parcial 61 y para ello está conectado a la red parcial 61 a través de un fusible 50.

Un segundo consumidor 65 puede alimentarse con energía eléctrica desde las dos redes parciales 61, 62 y para ello está conectado a las dos redes parciales 61, 62 a través de respectivamente un fusible 50 y un diodo 66 (para desacoplar las dos redes parciales 61, 62).

Cada una de las dos redes parciales 61, 62 comprende respectivamente una batería de alta potencia 2, respectivamente con varios módulos de batería 4, 4a conectados en paralelo respectivamente con un ramal o varios ramales conectados en paralelo de celdas de batería de alta potencia conectadas en serie, en donde el o cada uno de los ramales tiene la tensión de red de la red 60.

Respectivamente un dispositivo de conmutación rápida 1 se usa para interrumpir corrientes de cortocircuito de la batería 1 de una red parcial 61 ó 62.

El dispositivo de conmutación rápida 1 comprende varias unidades de conmutación rápida 67 y varias unidades de compensación 51. Como unidades de conmutación rápida pueden emplearse por ejemplo las unidades de conmutación rápida 12 de la fig. 4 o las unidades de conmutación rápida 32 de la fig. 6. Sin embargo, básicamente son también posibles otras conformaciones de las unidades de conmutación rápida 67.

5 Cada uno de los módulos de batería 4 está conectado a la respectiva red parcial 61, 62 a través respectivamente de exactamente una unidad de conmutación rápida 67, asociada al mismo y conectada al mismo en serie. De este modo entre un módulo de batería 4 y un fusible 50 del consumidor 64 o del consumidor 65 está conectada exactamente una unidad de conmutación rápida 67.

10 Los módulos de batería 4a están conectados a la respectiva red parcial 61, 62 a través respectivamente de exactamente una unidad de compensación 51, asociada al mismo y conectada al mismo en serie. De este modo entre un módulo de batería 4 y un fusible 50 del consumidor 64 o del consumidor 65 está conectada exactamente una unidad de compensación 51.

Las unidades de conmutación rápida 67 presentan un tiempo de activación, que es inferior al de los fusibles 50 posconectados de los consumidores 64, 65.

15 Un cortocircuito en el consumidor 64 conduce de este modo a una desconexión de los módulos de batería 4 de la batería 1 de la red parcial 61 mediante sus respectivas unidades de conmutación rápida 67. Las corrientes de cortocircuito de los módulos de batería 4a conducen a una activación del fusible 50 del consumidor 64. Después de esto pueden acoplarse de nuevo automáticamente a la red parcial 61 los módulos de batería 4 mediante las unidades de conmutación rápida 67. A este respecto es de forma preferida ya suficiente la corriente de cortocircuito de un único módulo de batería 4a para una activación del fusible 50. Debido a que por cada batería 1 están disponibles dos módulos de batería 4a sin unidad de conmutación rápida 67, se obtiene una redundancia, ya que también se garantiza una activación del fusible 50 en el caso de una avería de uno de los dos módulos de batería 4a.

25 Un cortocircuito en el consumidor 65 conduce a una desconexión de los módulos de batería 4 de la batería 2 de las dos redes parciales 61, 62 mediante sus respectivas unidades de conmutación rápida 67. Las corrientes de cortocircuito de los módulos de batería 4a de ambas baterías 1 conducen sin embargo a una activación de ambos fusibles 50 del consumidor 65. Después de esto pueden acoplarse de nuevo automáticamente a las dos redes parciales 61, 62 los módulos de batería 4 de las dos baterías 2 mediante las unidades de conmutación rápida 67.

30 Debido a que en ambas baterías 1 están disponibles respectivamente dos módulos de batería 4a sin unidades de conmutación rápida 67, se obtiene también aquí una redundancia. En el caso de un funcionamiento eventual de una de las dos baterías 1 con módulos de batería 4a desconectados, se acoplan entre sí las dos redes parciales 61, 62 a través del acoplamiento de red 63.

35 Unos conmutadores de batería 68 configurados como conmutadores de potencia se usan para la conmutación conforme a la operativa respectivamente de una parte de una batería 1. Se usan asimismo como protección de reserva (del inglés back-up) para el caso en el que fallen una o varias unidades de conmutación rápida 67 posconectadas.

40 Unos conmutadores de módulo de batería 69 configurados como conmutadores de potencia compactos se usan para la separación sin potencial en todos los polos de un módulo de batería 4 (p.ej. para trabajos de mantenimiento en el respectivo módulo de batería 4 o en la unidad de conmutación rápida 67 correspondiente). Se usan asimismo como protección contra cortocircuitos de reserva para la unidad de conmutación rápida 12 correspondiente.

Unos conmutadores de módulo de batería 70 configurados también de forma preferida como conmutadores de potencia compactos se usan para separar un módulo de batería 4a en caso de fallo (p.ej. en caso de sobrecarga, sobretensión, etc.).

45 La fig. 14 muestra en una vista de detalle una conformación preferida de una unidad de conmutación rápida 67 y de una unidad de compensación 51 de la fig. 13. La unidad de conmutación rápida 67 se corresponde a este respecto fundamentalmente con la unidad de conmutación rápida 12 mostrada en la fig. 4 y la unidad de compensación con la unidad de compensación mostrada en la fig. 12. La unidad de conmutación rápida comprende aquí una unidad de monitorización y control 71 y una alimentación de corriente 72. Un dispositivo de conmutación de batería 73 comprende unos conmutadores de batería 68 para la conmutación conforme a la operativa de la respectiva batería parcial.

50

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de conmutación rápida (1) para una batería de alta potencia (2) en una red autónoma de corriente continua (3), en particular una red de corriente continua de un submarino, en donde la batería de alta potencia (2) comprende varios módulos de batería (4) conectados en paralelo, respectivamente con un ramal (5) o varios ramales (5) conectados en paralelo de celdas de batería de alta potencia (6) conectadas en serie, en donde el ramal o cada uno de los ramales (5) tiene la tensión de red de la red autónoma de corriente continua (2), en donde el dispositivo de conmutación rápida (1) presenta varias unidades de conmutación rápida (12), que están conectadas en unos conductores de conexión (7) de los módulos de batería (4) a la red autónoma de corriente continua (2),
- 10 caracterizado porque las unidades de conmutación rápida (12) comprenden respectivamente un circuito paralelo (8) formado por un diodo (9) polarizado que deja pasar la corriente de carga del módulo de batería (4) y un conmutador semiconductor de potencia (10) polarizado que deja pasar la corriente de descarga,
- en donde el estado de conmutación del conmutador semiconductor de potencia (10) puede controlarse mediante un dispositivo de monitorización y control (11), y
- 15 - en donde el dispositivo de monitorización y control (11) está configurado de tal manera que para desconectar una corriente de descarga del módulo de batería (4) en el conductor de conexión (7), mediante la conmutación del conmutador semiconductor de potencia (10) a un estado de no conducción, interrumpe la corriente de descarga que fluye en el conductor de conexión (7).
- 20 2. Dispositivo de conmutación rápida (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de monitorización y control (11) está configurado de tal manera que detecta rápidamente una corriente de cortocircuito en el conductor de conexión (7) y, mediante la conmutación del conmutador semiconductor de potencia (10) a un estado de no conducción, interrumpe la corriente de cortocircuito.
- 25 3. Dispositivo de conmutación rápida (1) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por un diodo (13) conectado en paralelo al circuito paralelo (8), que está dispuesto en una ruta de conductor (19), que conecta un conductor de conexión (7) conectado al polo positivo del módulo de batería (4) y un conductor de conexión (14) conectado al polo negativo del módulo de batería (4).
- 30 4. Dispositivo de conmutación rápida (1) para una batería de alta potencia (2) en una red autónoma de corriente continua (3), en particular una red de corriente continua de un submarino, en donde la batería de alta potencia (2) comprende varios módulos de batería (4) conectados en paralelo, respectivamente con un ramal (5) o varios ramales (5) conectados en paralelo de celdas de batería de alta potencia (6) conectadas en serie, en donde el ramal o cada uno de los ramales (5) tiene la tensión de red de la red autónoma de corriente continua (2), en donde el dispositivo de conmutación rápida (1) presenta varias unidades de conmutación rápida (12), que están conectadas en unos conductores de conexión (7) de los módulos de batería (4) a la red autónoma de corriente continua (2), caracterizado porque
- 35 las unidades de conmutación rápida comprenden respectivamente un circuito paralelo (8) formado por un conmutador mecánico (29) que deja pasar la corriente de carga y la corriente de descarga del módulo de batería (4) y al menos un conmutador semiconductor de potencia (30) polarizado que deja pasar la corriente de descarga,
- en donde los estados de conmutación del conmutador mecánico (29) y del conmutador semiconductor de potencia (30) pueden controlarse mediante un dispositivo de monitorización y control (31), y
- 40 - en donde el dispositivo de monitorización y control (31) está configurado de tal manera que para desconectar una corriente de descarga en el conductor de conexión (7), mediante la apertura del conmutador mecánico (29) conmuta una corriente que fluye a través del conmutador mecánico a un conmutador semiconductor (30) y, a continuación, mediante la conmutación del conmutador semiconductor de potencia (30) a un estado de no conducción, interrumpe la corriente de descarga que fluye en el conductor de conexión.
- 45 5. Dispositivo de conmutación rápida (1) según la reivindicación 4, caracterizado porque el dispositivo de monitorización y control (31) está configurado de tal manera que detecta rápidamente una corriente de cortocircuito en el conductor de conexión (7) y, mediante la conmutación del conmutador semiconductor de potencia (30) a un estado de no conducción, interrumpe la corriente de cortocircuito.
6. Dispositivo de conmutación rápida (1) según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque el conmutador semiconductor (30) está en un estado de conducción al abrir el conmutador mecánico (29).
- 50 7. Dispositivo de conmutación rápida (1) según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque el conmutador semiconductor (30) está al abrir el conmutador mecánico (29) en un estado de no conducción y el dispositivo de

monitorización y control (31) está configurado de tal manera, que conmuta el conmutador semiconductor (30) a un estado de conducción con la apertura del conmutador mecánico (29).

8. Dispositivo de conmutación rápida (1) según una de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizado porque el conmutador mecánico (29) está configurado como un conmutador de vacío.

5 9. Dispositivo de conmutación rápida (1) según una de las reivindicaciones 4 a 8, caracterizado por una resistencia eléctrica, preferiblemente un varistor (34), conectada en paralelo al conmutador semiconductor (30), para absorber la energía eléctrica y para limitar sobretensiones, que se produzcan después de la conmutación del conmutador semiconductor (30) al estado de no conducción en el conmutador semiconductor (30).

10 10. Dispositivo de conmutación rápida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada uno de los módulos de batería (4) comprende solo respectivamente un único ramal (5) de celdas de batería de acumulador de energía de alta potencia (6) conectadas en serie.

11. Dispositivo de conmutación rápida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el conductor de conexión (7) conecta el polo positivo del módulo de batería (4) a la red de corriente continua.

15 12. Dispositivo de conmutación rápida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está dispuesto respectivamente un conmutador mecánico (15 ó 25), en particular un interruptor seccionador, en un conductor de conexión (7) que conecta el polo positivo del módulo de batería (4) a la red de corriente continua (3) y en un conductor de conexión (14) que conecta el polo negativo del módulo de batería (4) a la red de corriente continua (3).

20 13. Dispositivo de conmutación rápida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las celdas de batería (6) se componen de celdas de batería de iones de litio, celdas de batería de polímero de litio, celdas de batería de fosfato de hierro y litio, celdas de batería de titanato de litio o combinaciones de las mismas.

14. Red autónoma de corriente continua (3, 60), en particular una red de corriente continua de un submarino, que comprende

- un consumidor eléctrico (M),

25 - una batería de alta potencia (2) para alimentar energía eléctrica al consumidor eléctrico, en donde la batería de alta potencia comprende varios módulos de batería (4, 4a) conectados en paralelo, respectivamente con un ramal (5) o varios ramales (5) conectados en paralelo de celdas de batería de alta potencia (6) conectadas en serie, en donde el ramal o cada uno de los ramales (5) tiene la tensión de red de la red autónoma de corriente continua (3),

30 - un elemento de protección (50) para el consumidor (M), es particular un fusible, conectado entre el consumidor eléctrico (M) y la batería de alta potencia (1),

caracterizada por

35 un dispositivo de conmutación rápida (1) según una de las reivindicaciones anteriores, con unas unidades de conmutación rápida (12, 32, 67) para interrumpir las corrientes de cortocircuito de los módulos de batería (4), en donde las unidades de conmutación rápida están conectadas entre los módulos de batería (4) y el elemento de protección (50), en donde entre al menos uno de los módulos de batería (4a) y el elemento de protección (50) no está conectada ninguna unidad de conmutación rápida (12, 32, 67).

40 15. Red autónoma de corriente continua (3, 60) según la reivindicación 14, caracterizada porque para la descarga homogénea de todos los módulos de batería (4, 4a) está conectada en la conexión eléctrica entre el al menos un módulo de batería (4) y el elemento de protección (50), en la que no está conectada ninguna unidad de conmutación rápida, una unidad de compensación (51) para compensar la característica de corriente/tensión de una unidad de conmutación rápida (12, 32, 67).

16. Red autónoma de corriente continua (3, 60) según la reivindicación 15, caracterizada porque la unidad de compensación (51) comprende un circuito paralelo (52) formado por un diodo (53) polarizado que deja pasar la corriente de carga del módulo de batería (4a) y un diodo (54) polarizado que deja pasar la corriente de descarga.

45 17. Red autónoma de corriente continua (3, 60) según una de las reivindicaciones 14 a 16, caracterizada porque las unidades de conmutación rápida (12, 32, 67), tras una separación de los módulos de batería (4) de la red causada por corrientes de cortocircuito, detectan la tensión de la red (3) y, tras el regreso de la tensión, los módulos de batería (4) se acoplan de nuevo automáticamente a la red (3).

FIG 1

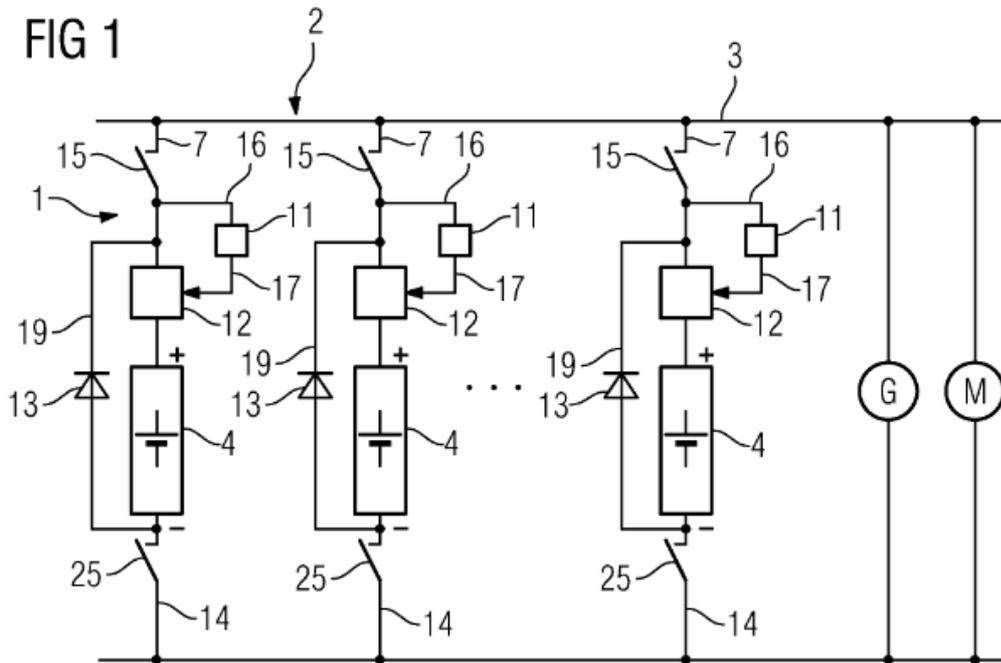


FIG 2

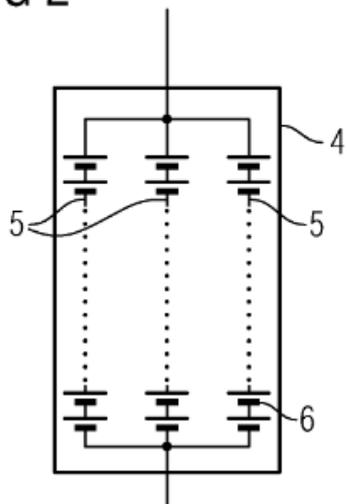


FIG 3

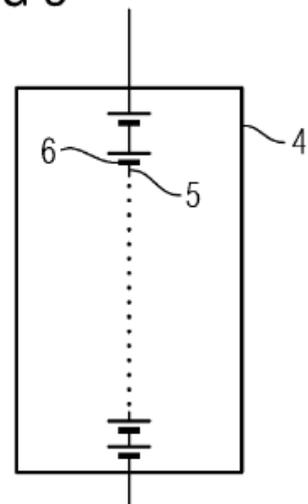


FIG 4

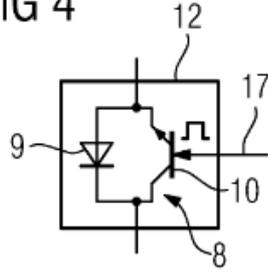


FIG 5

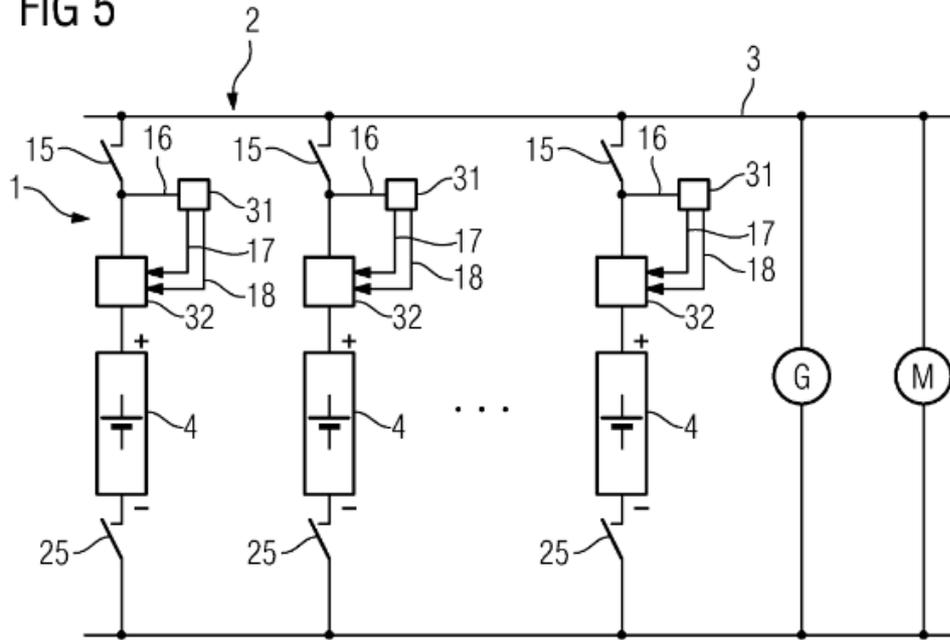
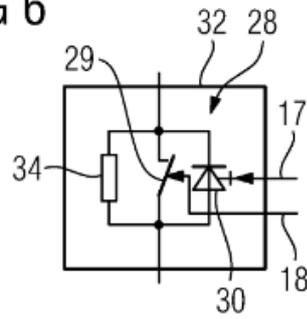


FIG 6





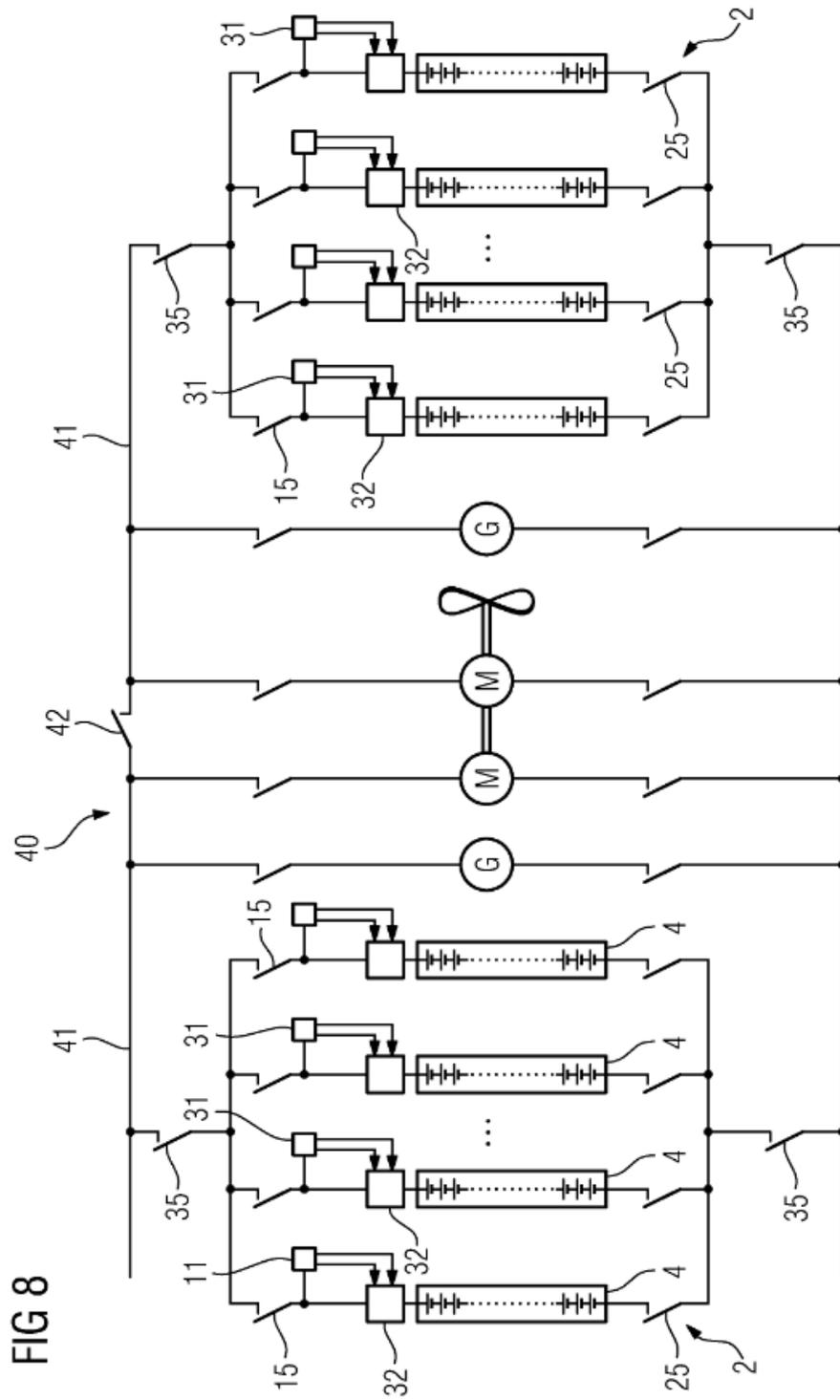


FIG 8

FIG 9

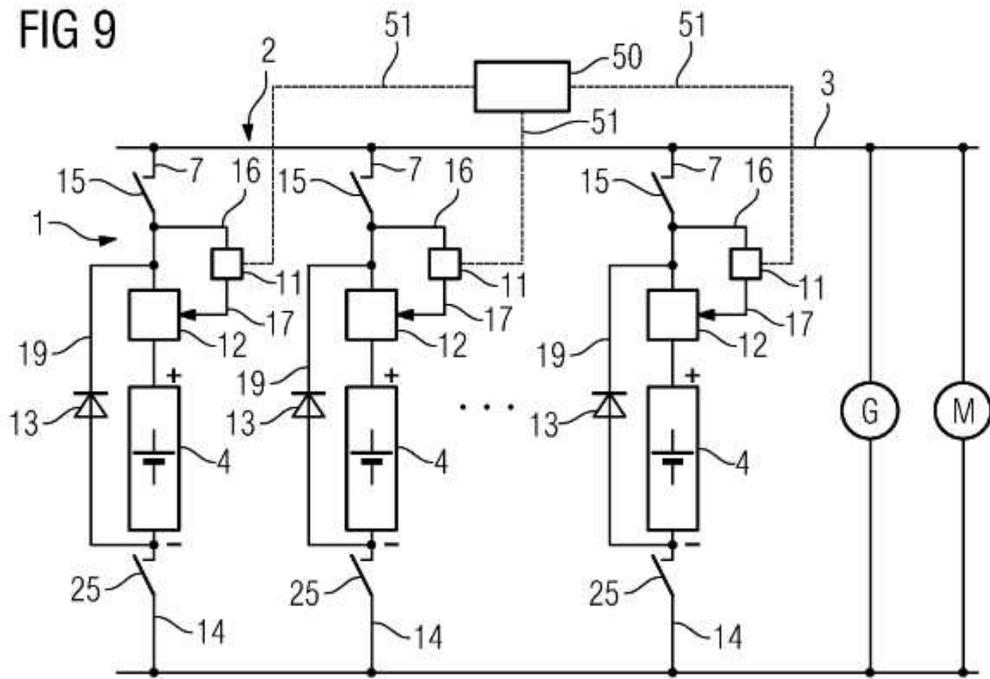


FIG 10

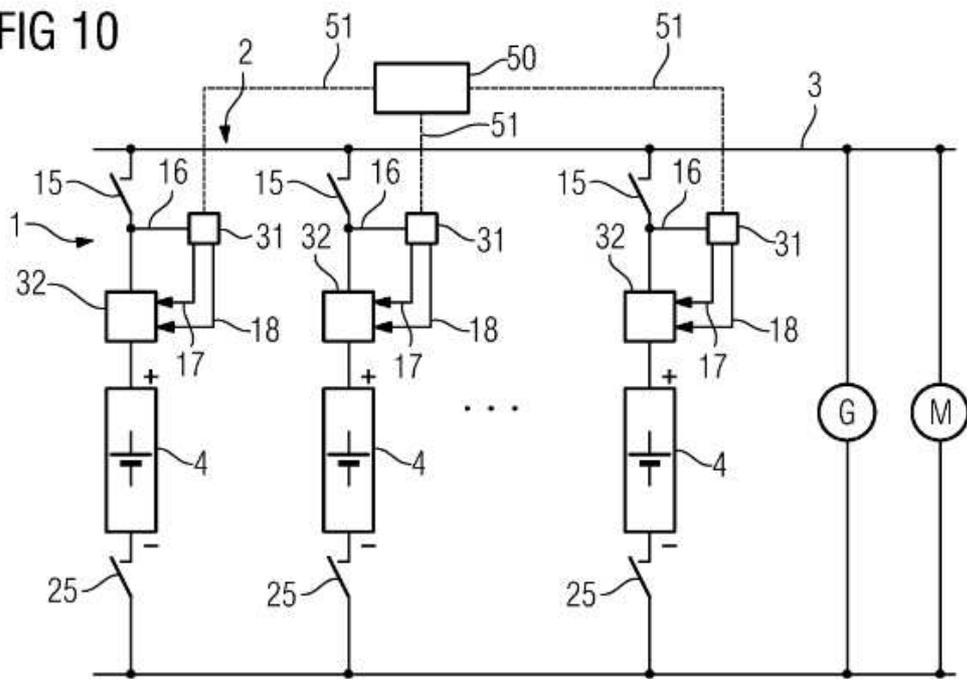


FIG 11

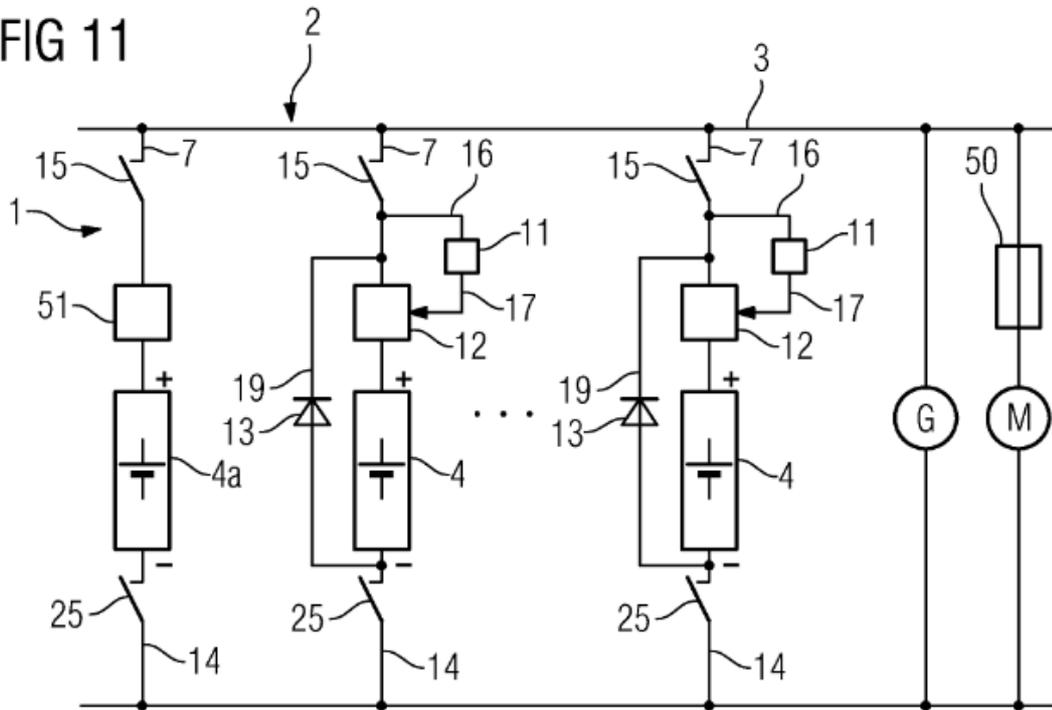
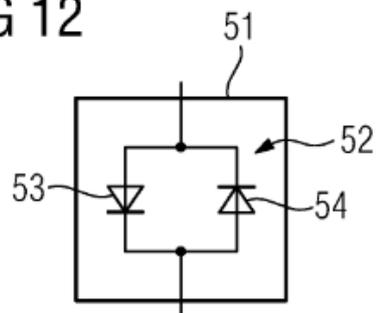


FIG 12



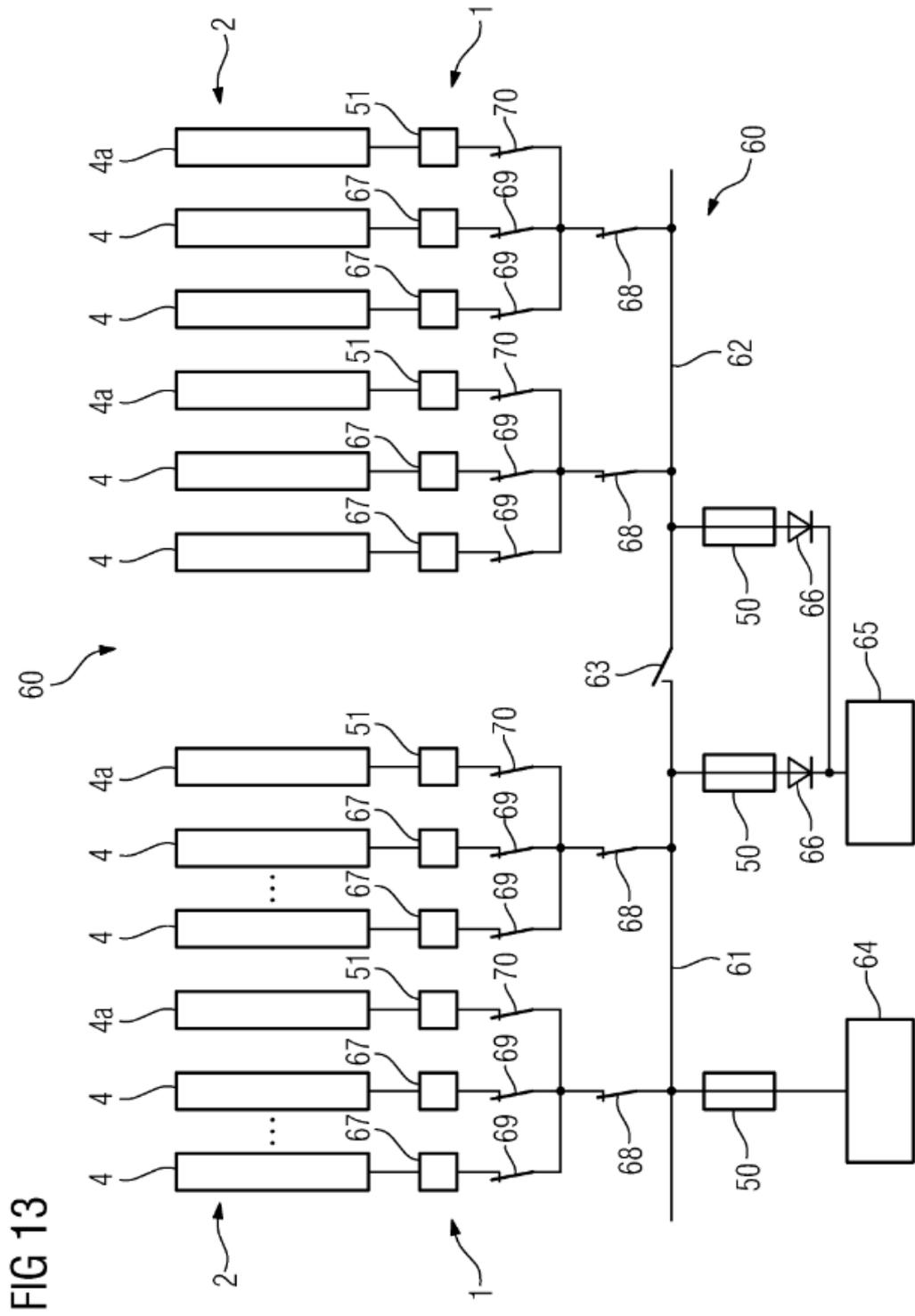


FIG 13

FIG 14

