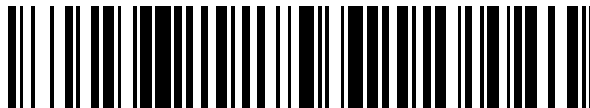


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 411 976**

51 Int. Cl.:

**B63G 8/08** (2006.01)

**B63H 23/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2006** **E 06708443 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013** **EP 1851841**

54 Título: **Red de corriente continua para un submarino**

30 Prioridad:

**25.02.2005 DE 102005008766**

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

**09.07.2013**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
WITTELSBACHERPLATZ 2  
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**AHLF, GERD**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 411 976 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

Red de corriente continua para un submarino

La presente invención hace referencia a una red de corriente continua para un submarino conforme a la reivindicación 1.

5 Las redes de corriente continua para submarinos diseñadas como equipos de propulsión eléctricos y redes de a bordo se caracterizan como redes isla y durante su funcionamiento se encuentran sujetas a exigencias especiales. Por lo general se encuentran diseñadas como redes de baja tensión con tensiones de servicio o potenciales de hasta DC 1000 V.

10 Una red de corriente continua para un submarino de esta clase presenta elementos generadores de energía, por ejemplo, generadores, baterías o eventualmente celdas de combustible, que abastecen de energía eléctrica a uno o varios consumidores de energía, como por ejemplo motores de traslación o una red de a bordo para la alimentación de accionamientos auxiliares. Los generadores de energía y los consumidores de energía se encuentran conectados unos a otros mediante elementos de protección y de conmutación que, por una parte, deben posibilitar una conexión o desconexión operativa (por ejemplo para regular diferentes controladores) y, por otra parte, en caso de un fallo, en particular en el caso de un cortocircuito, deben permitir la desconexión individual de los consumidores de energía, de los generadores de energía o de determinadas partes de la red de corriente continua.

15 Para mejorar el comportamiento operativo, para aumentar la estabilidad de la tensión y para reducir las repercusiones en la red, las redes de corriente continua para submarinos se diseñan con una impedancia muy baja. Al mismo tiempo, estas redes, en particular en submarinos con accionamientos de alta potencia con una forma de construcción moderna, presentan una pluralidad de generadores de energía, por ejemplo hasta 8 baterías y generadores. A consecuencia de ello, en las redes de esta clase son posibles corrientes de cortocircuito acumuladas extraordinariamente elevadas, de gran energía y que permanecen de forma relativamente prolongada, de hasta más de 300 kA. Las corrientes de cortocircuito acumuladas elevadas de esta clase no pueden ser limitadas o desconectadas con las combinaciones de puntos de fusión predeterminados y disyuntores convencionales que pueden adquirirse a través del comercio, puesto que los puntos de fusión predeterminados por lo general limitan sólo corrientes de cortocircuito de hasta aprox. 200 kA y los disyuntores por lo general sólo pueden desconectar corrientes de cortocircuito de hasta aprox. 100 kA.

20 Por la solicitud WO 02/15361 es conocido el hecho de limitar las corrientes elevadas de cortocircuito acumuladas arriba mencionadas a través de limitadores de corriente de superconductividad de alta temperatura (HTS, por sus siglas en alemán), y seguidamente realizar una desconexión mediante disyuntores. Los limitadores de corriente HTS de esta clase, a modo de ejemplo, son comercializados por la solicitante bajo la denominación comercial de SINAVYCIS HTS FCL.

25 Es objeto de la presente invención el indicar una red de corriente continua para un submarino que, sin emplear la tecnología HTS, en el caso de corrientes de cortocircuito acumuladas, extraordinariamente elevadas, de gran energía y que permanecen de forma relativamente prolongada, de hasta más de 300 kA, posibilite una protección frente al cortocircuito, donde al mismo tiempo pueda garantizarse una gran disponibilidad de la red.

30 Este objeto se alcanzará gracias a que la red de corriente continua para un submarino presenta dos subredes que se encuentran conectadas una a la otra mediante un acoplamiento de red, donde las dos subredes respectivamente presentan al menos una unidad de generación de energía y una unidad de consumo de energía que se encuentran conectadas una a la otra mediante una o varias combinaciones realizadas respectivamente en base a un punto de fusión predeterminado y a un disyuntor que se encuentra conectado en serie con respecto a éste. El acoplamiento de red presenta una combinación de fusibles que, en el caso de un cortocircuito en una de las subredes presenta un tiempo de reacción más breve que las combinaciones realizadas en base a un punto de fusión predeterminado y a un disyuntor conectado en serie con respecto a éste. Como una combinación de fusibles se comprende aquí una conexión paralela de dos o más fusibles (individuales).

35 En las reivindicaciones dependientes se indican conformaciones ventajosas de la presente invención.

40 A través de la división de la red en dos subredes, que respectivamente presentan al menos una unidad de generación de energía y una unidad de consumo de energía, y del acoplamiento de estas dos subredes mediante un acoplamiento de red, en el caso de un cortocircuito en una de las dos subredes, las corrientes de cortocircuito de la otra subred que no presenta fallos fluyen mediante la combinación de fusibles hacia el acoplamiento de red. Debido a que el tiempo de reacción de la combinación de fusibles es más breve que el de las combinaciones en base al punto de fusión predeterminado y al disyuntor en la ruta del cortocircuito, en el caso de un cortocircuito, una separación de las dos subredes tiene lugar muy rápidamente, antes de que se produzca una reacción de las combinaciones en base al punto de fusión predeterminado y al disyuntor. A través de la supresión de la corriente de

5 cortocircuito de la subred libre de fallos, la corriente de cortocircuito acumulada en la subred averiada se reduce a un valor que posibilita una limitación a través del punto de fusión predeterminado en la ruta del cortocircuito y una desconexión consecutiva a través de un disyuntor. Puesto que la separación de la red tiene lugar antes de una reacción eventual de los puntos de fusión predeterminados individuales en la subred libre de fallos puede mantenerse la capacidad de funcionamiento de la subred libre de fallos y, con ello, la disponibilidad de la red de corriente continua.

10 La distribución de la red de corriente continua para un submarino en dos subredes y el acoplamiento acorde al funcionamiento de estas dos subredes, en caso de una avería relativa a la generación de energía en una subred, posibilita un suministro de energía de esa subred mediante el acoplamiento de red a través de la otra subred, gracias a lo cual puede aumentarse en su totalidad la disponibilidad de la red de corriente continua.

15 De forma preferente, la combinación de fusibles se encuentra diseñada de acuerdo con la máxima corriente de funcionamiento continuo que pueda presentarse mediante el acoplamiento de red y con puntas de corrientes temporales. Esta corriente de funcionamiento continuo puede ser definida a través de la corriente mediante el acoplamiento de red durante el funcionamiento normal de la red de corriente continua en el caso de circuitos determinados conforme al funcionamiento de los generadores y consumidores de energía, o a través de la corriente mediante el acoplamiento de red en caso de un fallo durante el abastecimiento de energía de una subred a través de la otra subred.

20 La separación rápida requerida de las dos subredes, por ejemplo dentro de aprox. 5 a 10 ms, no es posible con un fusible único, diseñado de acuerdo con la corriente de funcionamiento continuo, puesto que su tiempo de reacción sería demasiado largo. En lugar de un único fusible de gran tamaño, en el acoplamiento de red se proporciona por tanto una combinación de varios fusibles con tiempos de reacción más breves, los cuales se encuentran conectados de forma paralela. A través de la conexión paralela de varios fusibles (individuales) que respectivamente sólo pueden mantener una parte, pero que en una conexión paralela pueden mantener toda la corriente de funcionamiento continuo que fluye mediante el acoplamiento de red conforme al funcionamiento, mediante el  
25 acoplamiento de red, puede posibilitarse al mismo tiempo un tiempo de reacción breve para una separación rápida de las dos subredes y una corriente de funcionamiento continuo elevada.

De este modo, a través de la interacción de las medidas acordes a la invención, sin emplear la tecnología HTS, es posible alcanzar una disponibilidad elevada de la red y, al mismo tiempo, una protección frente a cortocircuitos en el caso de corrientes de cortocircuito de más de 300 kA.

30 Puede lograrse una reacción lo más precisa posible de los fusibles individuales de la combinación de fusibles debido a que la distribución de corriente se efectúa del modo más uniforme posible en los fusibles individuales de la combinación de fusibles. Esto es posible gracias a que todas las rutas paralelas de la combinación de fusibles presentan respectivamente la misma resistencia eléctrica. A modo de ejemplo, esto es posible gracias a que se utilizan los mismos conductores de conexión, respectivamente con las mismas longitudes totales de los conductores  
35 en las rutas paralelas por separado.

40 Cuando las dos subredes presentan una estructura simétrica una con respecto a la otra, es decir que presentan respectivamente una misma cantidad de generadores y de consumidores de energía, la corriente de funcionamiento continuo que fluye potencialmente a través del acoplamiento de red 4 puede ser mantenida a un nivel particularmente reducido y, debido a ello, la combinación de fusibles puede ser diseñada de acuerdo con corrientes de funcionamiento continuo particularmente reducidas y, en debido a esto, con tiempos de reacción particularmente breves.

A continuación, la invención y otras conformaciones ventajosas de la invención, acordes a las características de las reivindicaciones dependientes, se explicarán en detalle haciendo referencia a los ejemplos de ejecución ilustrados mediante las figuras; donde éstas muestran:

45 Figura 1: una representación básica de una red de corriente continua para un submarino conforme a la invención;

Figura 2: la red de corriente continua de la figura 1 en el modo de funcionamiento "marcha adelante y carga de batería";

Figura 3: la red de corriente continua de la figura 1 en el modo de funcionamiento "grado de marcha más elevado";

50 Figura 4: una combinación de fusibles con tres fusibles conectados de forma paralela con una distribución uniforme de corriente;

Figura 5: una combinación de fusibles con ocho fusibles conectados de forma paralela con una distribución uniforme de corriente;

Figura 6: una combinación de fusibles con un disyuntor conectado en serie con una distribución uniforme de corriente; y

Figura 7: una combinación de fusibles con un disyuntor conectado en serie en una ejecución pobre en cuanto a campos de dispersión.

5 La figura 1 muestra una representación básica de una red de propulsión de corriente continua para un submarino con dos subredes 2 y 3 con una estructura simétrica una con respecto a la otra, las cuales se encuentran conectadas una a la otra mediante un acoplamiento de red 4. Cada subred 2, 3 presenta un generador G y dos baterías 8 para la generación de energía. La energía generada se utiliza para alimentar un motor (por ejemplo un motor de corriente continua o un motor alimentado con corriente continua) para accionar un propulsor 12 del submarino, así como una red de a bordo que no se encuentra representada en detalle. Las subredes 2, 3 pueden presentar también, respectivamente, varios generados G conectados de forma paralela.

10 Los componentes individuales de las subredes 2, 3 se encuentran conectados unos a otros mediante una o varias combinaciones, respectivamente en base a un punto de fusión predeterminado 5 y, respectivamente, un disyuntor 6 que se encuentra conectado en serie con respecto a éste, con disparador de sobrecorriente. El punto de fusión predeterminado se compone esencialmente de un conductor en forma de carril, el cual en el centro presenta un punto estrecho que se encuentra diseñado para una corriente definida de funcionamiento continuo. En el caso de una corriente de cortocircuito que sea claramente mayor que la corriente de funcionamiento continuo, en ese punto estrecho se enciende un arco voltaico que genera una resistencia del arco voltaico, que limita a su capacidad de desconexión la corriente de cortocircuito dentro del tiempo de demora de apertura del disyuntor que se encuentra conectado en serie.

15 El acoplamiento de red 4 presenta una combinación de fusibles 7 que, a modo de ejemplo, comprende tres (véase la figura 4) u ocho (véanse las figuras 5 a 7) fusibles individuales conectados de forma paralela. La combinación de fusibles 7 puede ser puenteada con la ayuda de un disyuntor 9.

20 Los generadores y los consumidores de energía pueden estar conectados de forma eléctricamente paralela mediante derivaciones 10 u 11, o en serie.

25 En el modo de funcionamiento "marcha avante y carga de batería" mostrado en la figura 2, todos los generadores de energía y los consumidores de energía en ambas subredes 2, 3 se encuentran conectados de forma paralela, es decir que los generadores G abastecen los motores M con energía y cargan las baterías 8. En el caso de un cortocircuito en una de las dos subredes (a modo de ejemplo se muestra un cortocircuito en una ruta de corriente 13 de la subred 3) cada una de las derivaciones paralelas de la subred 2 libre de fallos genera una corriente de cortocircuito  $I_k$  mediante el acoplamiento de red 4, de manera que mediante el acoplamiento de red 4 fluye en total una corriente de cortocircuito acumulada de  $4 \cdot I_k$ .

30 En la ruta de corriente 13 afectada por el cortocircuito 13, de este modo, fluyen las corrientes de cortocircuito de los tres generadores y de los consumidores de energía que se encuentran conectados respectivamente de forma paralela de la subred 3 (es decir  $3 \cdot I_k$ ), así como de la corriente de cortocircuito acumulada que fluye mediante el acoplamiento de red, de  $4 \cdot I_k$ , en la acumulación por tanto de  $7 \cdot I_k$ . Una corriente de cortocircuito continua acumulada elevada de esta clase ya no puede ser limitada por el punto de fusión predeterminado 5 de la ruta de corriente 13 afectada por el cortocircuito.

35 La combinación de fusibles 7, por tanto, se encuentra diseñada de modo tal que, en el caso de un cortocircuito de esta clase, presente un tiempo de reacción más breve que la combinación del punto de fusión predeterminado 5 y del disyuntor 6 en la ruta de corriente 13 afectada por el cortocircuito. De esta manera se garantiza que en caso de un cortocircuito en una de las dos subredes tenga lugar una separación rápida de la subred afectada por el cortocircuito de la subred libre de averías. De este modo, en primer lugar, la corriente de cortocircuito en la ruta de corriente 13 de la subred 3 afectada por el cortocircuito se reduce a un valor que puede ser dominado por la combinación del punto de fusión predeterminado 5 y el disyuntor 6 y, en segundo lugar, puede evitarse una reacción eventual de los puntos de fusión predeterminados 5 y del disyuntor 6 de la subred 2 libre de averías, manteniendo con ello la capacidad de funcionamiento de la subred 2 libre de averías.

40 Después de efectuada la separación de la red y de la reducción de la corriente de circuito, originada a causa de ello, en la ruta de corriente 13, a través de la corriente de cortocircuito acumulada restante se produce un encendido del punto de fusión predeterminado 5 de la ruta de corriente 13 y, con ello, una nueva reducción de la corriente de cortocircuito a un valor que puede ser desconectado por el disyuntor 6 que se encuentra conectado en serie con respecto al punto de fusión predeterminado 5. Preferentemente, la combinación de fusibles reacciona después de aprox. 5ms, el punto de fusión predeterminado después de aprox. 10 ms y el disyuntor después de aprox. 25 ms.

En el modo de funcionamiento "grado de marcha más elevado" mostrado en la figura 3, las baterías 8 de las dos subredes 2, 3 se encuentran conectadas en serie y los motores M de ambas subredes 2, 3 se encuentran conectados de forma paralela con respecto a éstas. Los motores M, de este modo, son operados a una tensión de la batería  $4 \cdot U_b$  cuadruplicada, respectivamente con una corriente nominal  $I_n$  de por ejemplo 3 kA. De esta manera, mediante el acoplamiento de red 4, la corriente nominal del motor  $I_n$  elevada fluye de forma permanente a la tensión elevada aplicada de  $4 \cdot U_b$ . Por otra parte, en este modo de funcionamiento, la corriente de cortocircuito acumulada máxima, mediante la combinación de fusibles, asciende sólo a  $I_k$ . Puesto que esta corriente de cortocircuito acumulada sólo puede aún ser dominada por un disyuntor, la combinación de fusibles 7 puede ser puenteada con la ayuda del disyuntor 9. De este modo, no debe ser diseñada de acuerdo con una tensión de servicio al nivel de la tensión de la batería  $4 \cdot U_b$  cuadruplicada, sino sólo de acuerdo con una tensión de servicio al nivel de la tensión de la batería (simple)  $U_b$ .

La reacción muy rápida de la combinación de fusibles 7 se logra debido a que, en lugar de un único fusible, diseñado de acuerdo con una corriente de funcionamiento elevada y, de este modo, provisto de un gran tiempo de reacción, se utilizan varios fusibles conectados de forma paralela que se encuentran diseñados de acuerdo con una corriente de funcionamiento continuo reducida, pero que en la acumulación pueden mantener la corriente de funcionamiento continuo deseada. De esta manera, la combinación de fusibles 7 representada en la figura 4 presenta tres fusibles individuales 17 conectados de forma paralela con una corriente nominal de respectivamente 1000 A, es decir, en la acumulación de hasta como máximo 3 kA.

Para una reacción lo más precisa posible de los fusibles individuales 17 de la combinación de fusibles 7, la distribución de corriente en los fusibles individuales 17 debe efectuarse del modo más uniforme posible. A modo de ejemplo, esto es posible debido a que se utilizan los mismos conductores de conexión, respectivamente con las mismas longitudes totales de los conductores en las rutas paralelas por separado de la combinación de fusibles 7, tal como se representa de forma simplificada en la figura 4.

De esta manera, la combinación de fusibles 7 representada en la figura 5 presenta ocho fusibles individuales 18 conectados de forma paralela con una corriente nominal de respectivamente 450 A, es decir, en la acumulación de hasta como máximo 3,6 kA. También en este caso - por ejemplo a través de los mismos conductores de conexión con respectivamente las mismas longitudes totales de los conductores en las rutas paralelas por separado - se asegura una distribución de corriente uniforme en las rutas paralelas por separado.

Para posibilitar una conexión o desconexión de una subred, conforme al funcionamiento, en el acoplamiento de red, de forma adicional, un disyuntor puede conectarse en serie con respecto a la combinación de fusibles. De forma preferente este disyuntor es bipolar (véase la figura 6) o tripolar (véase la figura 7).

Al utilizar un disyuntor bipolar (es decir, un disyuntor con dos polos paralelos) puede lograrse una distribución de corriente uniforme tanto en las rutas individuales de la combinación de fusibles, como también en los dos polos del disyuntor gracias a que la mitad de los fusibles se encuentra conectada a una de los dos polos y la otra mitad de los fusibles se encuentra conectada al otro de los dos polos. La figura 6, a modo de ejemplo, muestra una combinación de fusibles 7 con ocho fusibles 18 y un disyuntor 60 bipolar conectado en serie con respecto a éstos, donde cada uno de los dos polos 60a, 60b del disyuntor 60 se encuentra conectado respectivamente con cuatro fusibles 18.

Un acoplamiento de red, de este modo, puede realizarse de forma particularmente pobre en cuanto a campos de dispersión, de manera que el disyuntor conectado en serie con respecto a la combinación de fusibles 7 es un disyuntor 61 tripolar que, tal como se representa en la figura 7, puede conectarse de modo tal en el acoplamiento de red con sus tres polos 61a, 61b, 61c, que los campos de dispersión magnéticos producidos por las corrientes que fluyen a través de los tres polos 61a, 61b, 61c se compensan recíprocamente al menos de forma parcial. Debido a esto pueden evitarse perturbaciones electromagnéticas de otros componentes que se encuentran a bordo del submarino y puede reducirse la detectabilidad del submarino a través de su campo magnético.

La compensación de los campos de dispersión magnéticos es particularmente sencilla cuando los tres polos 61a, 61b, 61c del disyuntor 61 se encuentran dispuestos de forma paralela unos con respecto a otros, donde un segundo polo 61b se encuentra dispuesto esencialmente en el centro entre un primer polo 61a y un tercer polo 61c. Los polos 61a y 61c, del mismo modo que la combinación de fusibles 7, se encuentran conectados en la conexión (L+) del acoplamiento de red entre las subredes, mientras que el polo 61b, por el contrario, se encuentra conectado en la conexión (L-) del acoplamiento de red. El primer polo 61a se encuentra conectado con la primera mitad de los fusibles 18 de la combinación de fusibles 7 y el tercer polo 61c con la otra mitad de los fusibles 18 de la combinación de fusibles 7, donde a través de medidas adecuadas se asegura una distribución de corriente uniforme en las ocho rutas paralelas de la combinación de fusibles 7.

La corriente  $I_n$  que fluye mediante el acoplamiento de red se divide en la conexión L+ en dos grandes corrientes parciales  $I_n/2$  que fluyen a través del primer polo 61a, así como del tercer polo 61c, las cuales, respectivamente, presentan la mitad del tamaño que la corriente de retorno  $I_n$  que fluye a través del segundo polo 61b en la conexión (L-), pero que sin embargo se encuentra orientada de forma opuesta con respecto a ésta, de manera que los

campos magnéticos producidos por la corriente  $I_n$  que fluye mediante el acoplamiento de red se compensan recíprocamente en gran medida.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Red de corriente continua (1) para un submarino con dos subredes (2, 3) que se encuentran conectadas una a la otra mediante un acoplamiento de red (4), donde ambas subredes (2, 3) respectivamente presentan al menos una unidad de generación de energía (G) y una unidad de consumo de energía (M) que se encuentran conectadas una a la otra mediante una o varias combinaciones realizadas respectivamente en base a un punto de fusión predeterminado (5) y a un disyuntor (6) que se encuentra conectado en serie con respecto a éste, caracterizada porque el acoplamiento de red (4) presenta una combinación de fusibles (7) que, en el caso de un cortocircuito en una de las subredes (2, 3) presenta un tiempo de reacción más breve que las combinaciones realizadas en base a un punto de fusión predeterminado (5) y a un disyuntor (6).
- 10 2. Red de corriente continua (1) para un submarino conforme a la reivindicación 1, caracterizada por una distribución uniforme de corriente en los fusibles individuales (17 ó 18) de la combinación de fusibles (7).
3. Red de corriente continua (1) para un submarino conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por un disyuntor (9) que se encuentra conectado de forma paralela con respecto a la combinación de fusibles (7).
- 15 4. Red de corriente continua (1) para un submarino conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por un disyuntor (60, 61) que se encuentra conectado en serie con respecto a la combinación de fusibles (7).
- 20 5. Red de corriente continua (1) para un submarino conforme a la reivindicación 4, caracterizada porque el disyuntor (60) es bipolar, donde una mitad de los fusibles (18) de la combinación de fusibles (7) se encuentra conectada en serie a uno de los dos polos (60a) y la otra mitad de los fusibles (18) de la combinación de fusibles (7) se encuentra conectado en serie al otro de los dos polos (60b).
- 25 6. Red de corriente continua (1) para un submarino conforme a la reivindicación 4, caracterizada porque el disyuntor (61) es tripolar y con sus tres polos (61a, 61b, 61c) puede conectarse al acoplamiento de red (4) de modo tal, que los campos de dispersión magnéticos producidos por las corrientes que fluyen a través de los tres polos (61a, 61b, 61c) se compensan recíprocamente al menos de forma parcial.
7. Red de corriente continua (1) para un submarino conforme a una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque las dos subredes (2,3) presentan una estructura simétrica una con respecto a la otra.

FIG 1

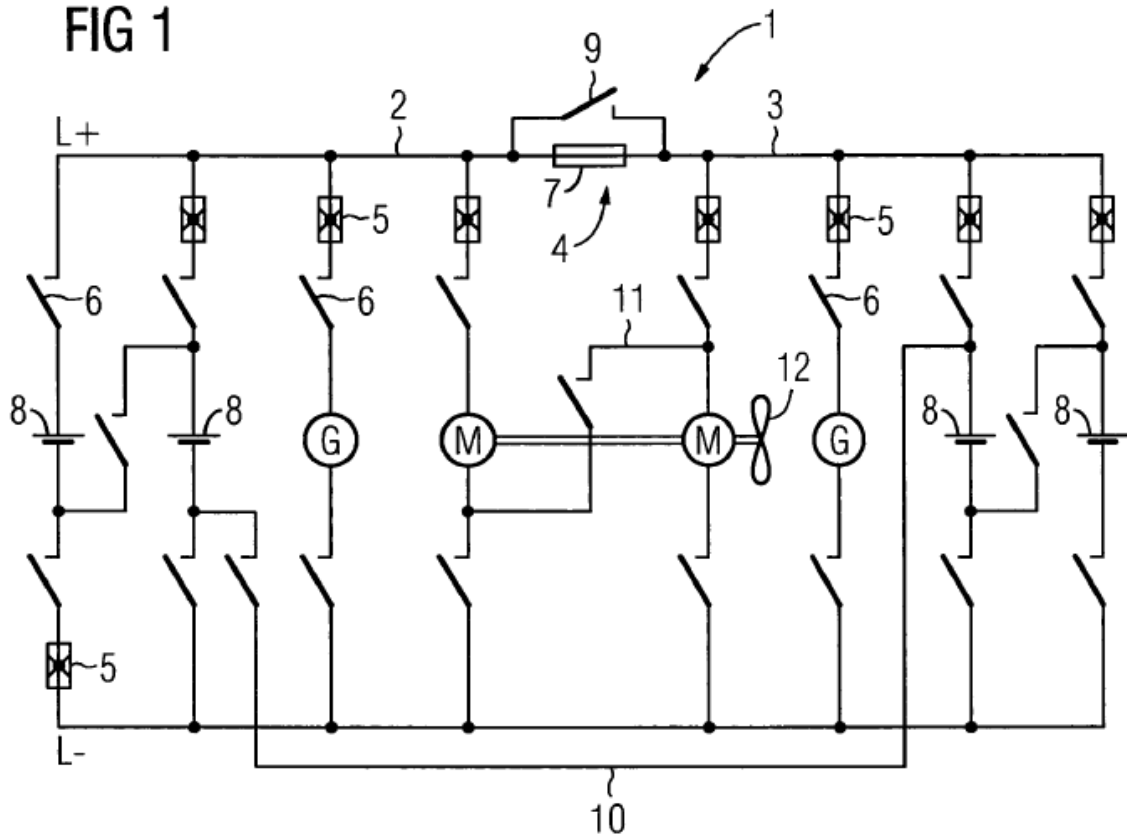


FIG 2

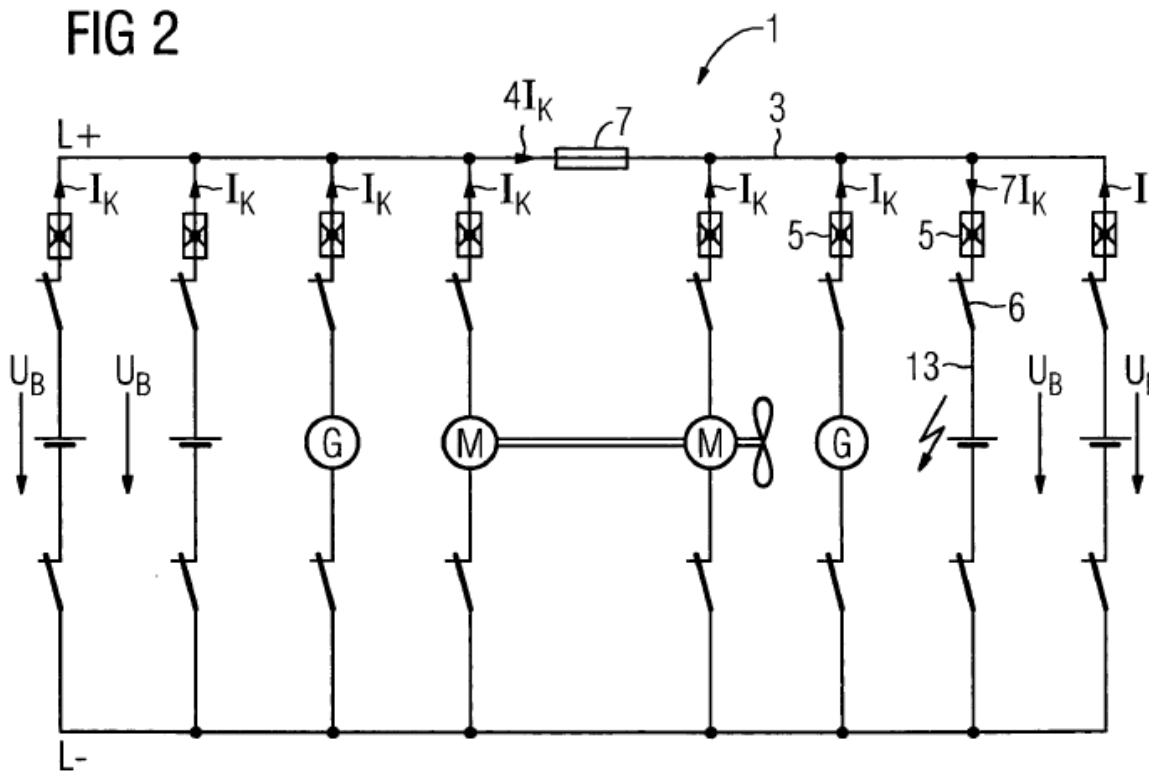




FIG 3

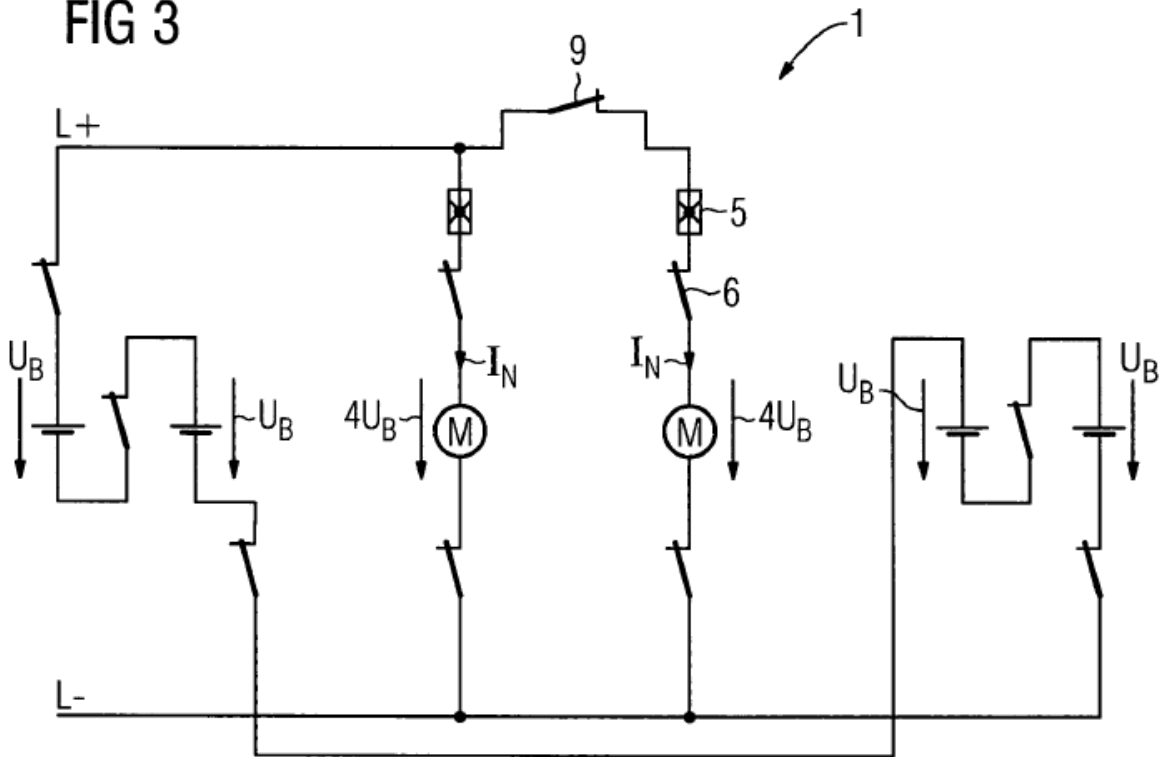


FIG 4

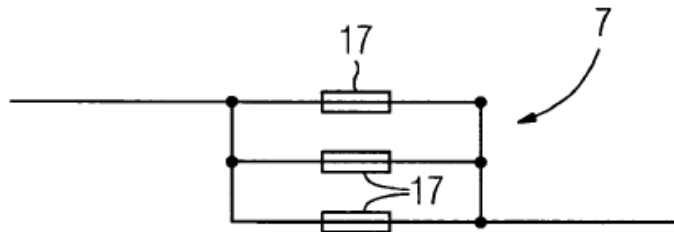


FIG 5

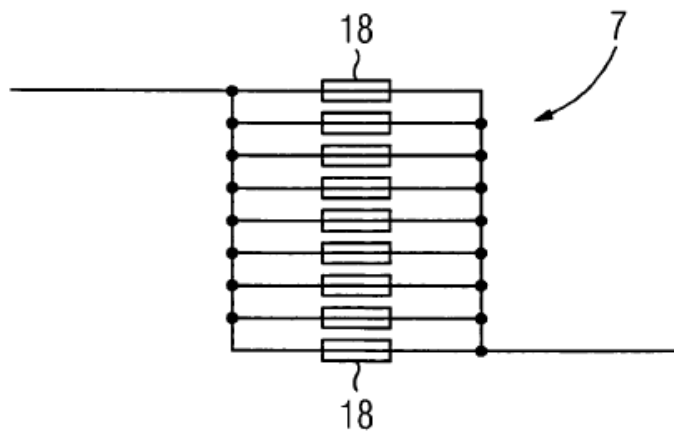


FIG 6

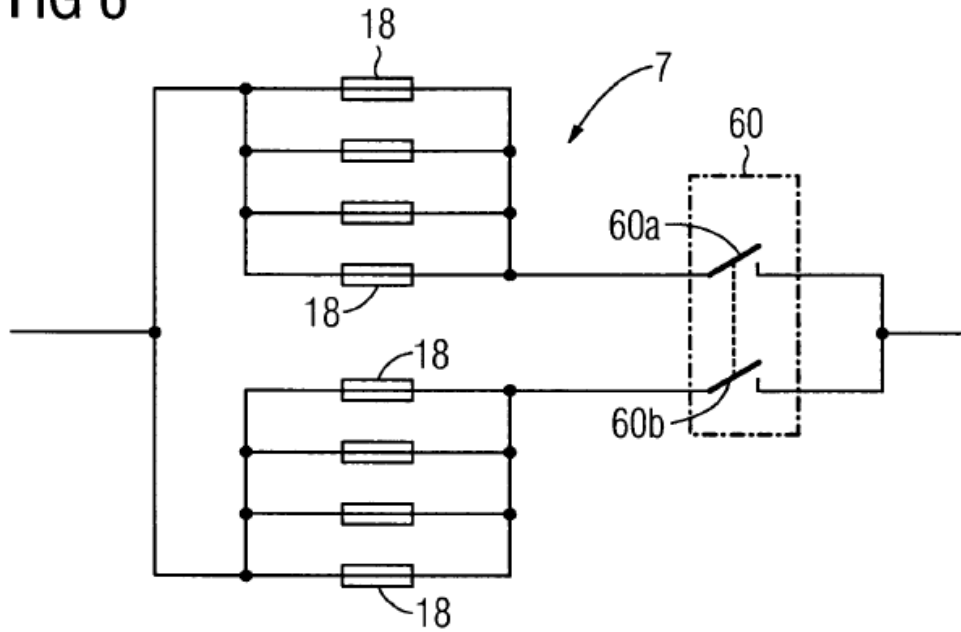


FIG 7

