



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 355 977**

51 Int. Cl.:  
**B63G 8/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05701575 .2**

96 Fecha de presentación : **20.01.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1720763**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.11.2006**

54 Título: **Instalación de alimentación de energía para un submarino.**

30 Prioridad: **29.01.2004 DE 10 2004 004 625**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.04.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.04.2011**

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE  
HOWALDTSWERKE-DEUTSCHE WERFT AG.**

72 Inventor/es: **Ahlf, Gerd;  
Eder, Manfred;  
Lersch, Josef;  
Iwers, Jens, Uwe y  
Hartung, Werner**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 355 977 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).

**DESCRIPCION**

Instalación de alimentación de energía para un submarino

5 La invención se refiere a una instalación de alimentación de energía para un submarino con al menos un motor eléctrico de hélice, un juego de baterías, un generador de carga con accionamiento y un sistema de alimentación de energía con carriles de corriente así como dispositivos de conmutación y automatización, en donde la instalación de alimentación de energía presenta un dispositivo de celdas de combustible H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

El documento "Fuel Cells going on board", del "Journal of Power Sources", marzo de 2000, que se considera el estado de la técnica más próximo, describe un dispositivo de celdas de combustible del género antes citado.

10 Las instalaciones de alimentación de energía para submarinos con los grupos citados anteriormente son conocidas, y es tarea de la invención configurar de tal modo la instalación de alimentación de energía, que en una ejecución en principio igual no sólo pueda instalarse en submarinos nuevos, sino que sea adecuada en especial para la modificación retroactiva de submarinos de esnórquel antiguos, por ejemplo del modelo 209. Se pretende que los submarinos de esnórquel antiguos, mediante la modificación retroactiva que ya se ha propuesto hace algún tiempo, véase el documento de Siemens AG "Electrical Systems for Submarines" de 2001, alcancen una mayor autonomía en navegación submarina. Con ello hay que tener en cuenta que la potencia eléctrica, que está instalada a bordo de los submarinos modificados retroactivamente, aumenta claramente con relación a la original, en especial si casi al mismo tiempo que la modificación retroactiva con un dispositivo de celdas de combustible se renuevan también los juegos de baterías. Las nuevas baterías tienen normalmente una potencia claramente superior a la de las baterías instaladas originalmente.

20 En total la instalación eléctrica tiene que configurarse de tal modo, conforme a la tarea, que sea adecuada para la mayor alimentación de energía eléctrica en la instalación de traslación del submarino y las características específicas de las celdas de combustible. Con ello es necesario tener en cuenta que la modificación retroactiva con un dispositivo de celdas de combustible, como se menciona en el documento citado, se produzca de tal modo que el casco del submarino antiguo se complemente con un compartimento llamado AIP (Air Independent Propulsion). En éste se encuentra el dispositivo de celdas de combustible y los dispositivos de control y conmutación pertenecientes al mismo así como los dispositivos auxiliares necesarios, etc.

La tarea es resuelta fundamentalmente por medio de que el dispositivo de celdas de combustible se une a los carriles de corriente para alimentar el motor de hélice con energía eléctrica, a través de un desconectador para corte en carga accionado en función del nivel de tensión del dispositivo de celdas de combustible.

30 La solución más sencilla para la modificación retroactiva o también para el primer equipamiento de un submarino con un dispositivo de celdas de combustible sería unir éste directamente a los carriles de corriente, para alimentar el motor de hélice con energía eléctrica, ya que el dispositivo de celdas de combustible puede conectarse y desconectarse por sí mismo y de este modo podría conectarse directamente, posteriormente, a los carriles de corriente para alimentar el motor de hélice con energía eléctrica. Esto cumpliría los requisitos sobre una conexión posterior, que en especial ahorre espacio y sea sencilla, del dispositivo de celdas de combustible al sistema de alimentación de energía de un submarino. Conforme a la invención, sin embargo, se dispone entre el dispositivo de celdas de combustible y los carriles de corriente, que están unidos al motor de hélice, un desconectador para corte en carga que puede accionarse en función del nivel de tensión del dispositivo de celdas de combustible. De este modo se obtiene una posibilidad de conexión posterior especialmente ventajosa del dispositivo de celdas de combustible, que hace posible conectar, comprobar, etc. especialmente bien las celdas de combustible. De este modo pueden cumplirse los requisitos de funcionamiento especiales de un dispositivo de celdas de combustible para submarinos.

45 En una configuración de la invención está previsto que la instalación de alimentación de energía presente un desconectador para corte en carga, que está configurado como desconectador para corte en carga bipolar para al menos 1.000 amperios. De este modo se obtiene un desconectador para corte en carga ventajosamente más económico y sencillo, que garantiza la seguridad de funcionamiento requerida para un dispositivo de celdas de combustible a bordo de submarinos.

50 En otra configuración de la invención está previsto que el desconectador para corte en carga sea un desconectador para corte en carga tripolar para una estructura con bajo campo de dispersión, en donde en ambos casos el desconectador para corte en carga une el dispositivo de celdas de combustible directamente a los carriles de corriente de la instalación de alimentación de energía. Aunque un desconectador para corte en carga tripolar es claramente más complicado que un desconectador para corte en carga bipolar, tiene sin embargo la ventaja especial de que su estructura permite una transmisión de energía con bajo campo de dispersión. De este modo se obtiene en esta configuración una alimentación de energía especialmente ventajosa del submarino a través de la instalación de celdas de combustible, que tiene en cuenta los elevados requisitos sobre la seguridad contra la localización.

55 En una configuración de la invención está previsto asimismo que entre el dispositivo de celdas de combustible y el desconectador para corte en carga, en caso necesario, puede disponerse además un regulador CC-CC. Con la disposición de un regulador CC-CC entre el dispositivo de celdas de combustible y el desconectador para corte en carga es posible un funcionamiento de la celda de combustible, en un margen de tensión especialmente favorable, sin

que el nivel de tensión de los carriles de corriente tenga que corresponderse con el mismo. Se obtiene por lo tanto para el funcionamiento del dispositivo de celdas de combustible una variabilidad especialmente favorable. Por lo tanto la celda de combustible puede conectarse posteriormente en funcionamiento de carga parcial a los carriles de corriente. También en el caso de una avería de más de un módulo, si el dispositivo de celdas de combustible se compone de varios módulos, por ejemplo 8, que están conectados en serie, puede mantenerse el nivel de tensión para la energía transmitida a los carriles de corriente.

En una configuración de la invención está previsto asimismo que el dispositivo de celdas de combustible se haga funcionar con un módulo de conexión y desconexión. De este modo puede realizarse una puesta en marcha y una desconexión óptimas del dispositivo de celdas de combustible, en especial si el desconectador para corte en carga, como se ha previsto ventajosamente, se acciona en función de un modo de conexión y conexión específico del dispositivo de celdas de combustible. Esto aumenta considerablemente la seguridad de funcionamiento y la vida útil así como el número de procesos de conexión y desconexión, que puede llevar a cabo el dispositivo de celdas de combustible. Los módulos de celdas de combustible están dotados tanto para el funcionamiento como para fines de ensayo y comprobación de una serie de componentes de técnica de automatización, por ejemplo sensores, bombas y válvulas accionadas a distancia para hidrógeno, oxígeno, agua de refrigeración, nitrógeno, vacío y agua desionizada.

Asimismo están contenidos para el funcionamiento y la conexión de los módulos de celdas de combustible otros componentes de técnica de funcionamiento, como reductores de presión, intercambiadores de calor, depósitos de gas, etc., y precisamente también aquí tanto para el funcionamiento como para fines de ensayo y comprobación. De este modo se obtiene un dispositivo de celdas de combustible que, "en el estado", puede hacerse funcionar por completo y ensayarse, en donde los modos de conexión y desconexión también pueden ensayarse. En total se obtiene por lo tanto un dispositivo de celdas de combustible que, como dispositivo "stand alone", puede utilizarse junto con los juegos de baterías y en caso de necesidad se conecta posteriormente a los carriles de corriente para alimentar el motor eléctrico de hélice con energía eléctrica.

Se entiende que el dispositivo de celdas de combustible junto con por ejemplo los juegos de baterías tiene que protegerse contra daños causados por cortocircuitos en la red de a bordo. Con este fin está previsto que en un ramal paralelo del dispositivo de celdas de combustible o de la conexión de carga habitual esté dispuesto un punto teórico de fusión, que se conecta en serie a los desconectadores para corte en carga. De este modo se garantiza una protección especial de la instalación de celdas de combustible, que sí representa un valor muy elevado. El valor no sólo consiste en que el dispositivo de celdas de combustible proporciona al submarino un gran tiempo de inmersión y una gran autonomía bajo el agua, sino que pueden reducirse realmente también los muy elevados costes de una reparación o eventualmente incluso de una nueva instalación.

Ya existía desde hace tiempo la idea de equipar submarinos con celdas de combustible. Esta idea ya se obtuvo cuando los primeros vehículos espaciales se equiparon con celdas de combustible, por entonces todavía con celdas de carbonato. Debido a que las instalaciones de alimentación de energía para submarinos, sin embargo, difieren muy considerablemente de las instalaciones de alimentación de energía de los vehículos espaciales, durante mucho tiempo no se materializó esta idea a pesar de ensayarse en profundidad. La materialización de la idea es posible mediante la invención de forma especialmente segura. Esto no sólo es válido para el nuevo equipamiento de submarinos, sino también para la modificación retroactiva de submarinos, en donde adquiere un significado especialmente rentable.

En el caso de desconexión de cortocircuitos con desconectadores para corte en carga (LS) o en el caso de corrientes de cortocircuito muy elevadas mediante LS, en unión a puntos teóricos de fusión (SSS), se producen forzosamente cortes de tensión en la red, que pueden conducir a fallos de funcionamiento. Los cortes de tensión perturbadores pueden evitarse casi mediante el uso de un limitador de corriente HTS. También se producen, a causa de la rápida limitación de corriente, unas cargas mecánicas y térmicas bastante menores sobre las instalaciones de conmutación.

En el marco de la invención es especialmente ventajoso que la instalación de alimentación de energía del submarino, en el marco del equipamiento o de la modificación retroactiva con dispositivos de celdas de combustible, también presente un limitador de corriente HTS que coopere con un desconectador para corte en carga, que se refrigere con un líquido criogénico. Un limitador de corriente de este tipo funciona casi sin retardo. Representa la protección óptima de una instalación de celdas de combustible y por ello es especialmente ventajoso para la instalación de alimentación de energía conforme a la invención. Los fundamentos físicos de un limitador de corriente HTS ya se conocen desde hace tiempo, sin embargo de aquí en adelante los limitadores de corriente HTS han alcanzado una madurez tal, que permite refrigerarlos con nitrógeno líquido. El nitrógeno líquido puede producirse ventajosamente mediante un compresor, a partir del nitrógeno que se encuentra en el aire, aunque también es posible extraer nitrógeno líquido a bordo del submarino. Para esto el submarino presenta ventajosamente un recipiente de almacenamiento para líquido criogénico, en especial para nitrógeno líquido, que se refrigera en especial mediante un grupo eléctrico.

Con ello es especialmente ventajoso, para un submarino que tiene un dispositivo de celdas de combustible, que el limitador de corriente HTS esté unido a un recipiente de almacenamiento cuyo calor de vaporización se use para calentar el oxígeno líquido que está previsto para el funcionamiento del dispositivo de celdas de combustible. Con ello es especialmente ventajoso que el limitador de corriente HTS y el recipiente de almacenamiento estén dispuestos en la misma sección que la instalación de alimentación de energía. En especial en el caso de una disposición del limitador

de corriente HTS en el compartimento AIP, por ejemplo por modificación retroactiva, se obtiene una sección de modificación retroactiva para el submarino que contiene de forma óptima los componentes de alimentación de energía a modificar retroactivamente, de tal modo que no es necesario disponer estos en el cuerpo original del submarino, que ya se ha aprovechado hasta el último ángulo.

5 Cada limitador de corriente HTS tiene en estado supraconductor una pequeña resistencia eléctrica, no medible y despreciable. En el caso de una corriente que esté por encima de la corriente de medición, la resistencia eléctrica aumenta del limitador de corriente HTS bruscamente hasta que su estado supraconductor pase a su estado de conducción normal. El limitador de corriente HTS o su supraconductor adopta después una resistencia finita, hasta que se vuelve a refrigerar.

10 En una red de corriente se usa el limitador de corriente HTS – como en los ejemplos de ejecución anteriormente descritos – en unión a un elemento galvánicamente separador con capacidad de desconexión. También es posible el uso de conmutadores bajo carga. El elemento galvánicamente separador se activa automáticamente. Para esto se usa la diferencia de tensión, que se ajusta en estado de conducción normal entre el lado de entrada y el de salida. La reconexión del elemento galvánicamente separador se realiza a mano, una vez eliminado el cortocircuito.

15 La invención se explica con más detalle con base en dibujos, de los que, al igual que de las reivindicaciones subordinadas, pueden deducirse otros detalles esenciales para la invención.

En detalle muestran:

la figura 1 el circuito de principio de una instalación de traslación de submarino con un dispositivo de celdas de combustible,

20 la figura 2 el circuito de principio de una instalación de traslación de submarino con un dispositivo de celdas de combustible, con el que se ha modificado retroactivamente

la figura 3 el esquema de conexiones de principio de un desconectador para corte en carga bipolar,

la figura 4 el esquema de conexiones de principio de un desconectador para corte en carga tripolar,

la figura 5 el principio de un sistema limitador de corriente HTS.

25 En la figura 1 se ha designado con el 1 el motor de traslación del submarino, que aquí puede tratarse de un motor CC o de un motor alimentado con CC. El 2 designa los generadores, que normalmente son accionados mediante motores diesel y que en la fase de esnórquel cargan los juegos de baterías 3. El 4 designa el dispositivo de celdas de combustible y el 5 la conexión de carga general. Con el 6 se designa a modo de ejemplo un punto teórico de fusión y con el 7 un desconectador para corte en carga, en donde los desconectores para corte en carga pueden responder sin retardo (nv) o retardados en el tiempo (zv). El 6 y el 7 están caracterizados mediante símbolos que se repiten en el dibujo, con ello la disposición del desconectador para corte en carga y de los puntos teóricos de ruptura es a modo de ejemplo. Debido a que se trata de un circuito de principio, la representación no significa que los componentes aislados están dispuestos de forma correspondiente en el submarino, más bien se distribuyen allí adaptados a las condiciones de espacio. De este modo, por ejemplo, el motor de traslación con su hélice está dispuesto siempre a popa, pero esto no tiene ninguna importancia para el circuito de principio.

30 En la figura 2, que muestra el circuito de principio de una instalación de traslación de un submarino como la que se utiliza por ejemplo en submarinos nuevos, los componentes iguales a los de la figura 1 están caracterizados con los mismos símbolos. De este modo el circuito de principio es comprensible sin más para el técnico, al igual que la figura 3 y la figura 4 son comprensibles sin más para el técnico, ya que utilizan símbolos habituales en general en la electrónica, de tal modo que puede prescindirse de una descripción específica con símbolos de referencia.

35 En la figura 5 se muestra el principio de un sistema limitador de corriente HTS, cuyo uso en submarinos modernos al igual que el uso de dispositivos de celdas de combustible – como se ha explicado ya en la descripción anterior – es especialmente ventajoso. El sistema limitador de corriente se ha designado con el 10 y en sistema limitador de corriente 10 se encuentra un criostato 11 con módulos limitadores de corriente 12, que normalmente están equipados con placas, sobre las que se encuentran líneas HTS en forma de meandro. Éstas son conductoras sin resistencia en estado de temperatura de funcionamiento; si se supera una densidad de corriente que puede determinarse previamente pierden la supraconductividad y después se produce un estado no conductor. Debido a que esto se produce a causa de procesos físicos, se alcanza el estado no conductor prácticamente sin retardos. De este modo se suprime en su origen un arco eléctrico.

40 La refrigeración de los módulos limitadores de corriente se realiza mediante un líquido criogénico, de forma ventajosa nitrógeno líquido, aunque también puede utilizarse neón líquido. El líquido criogénico se mantiene continuamente al nivel de temperatura bajo mediante la cabeza fría 13, que hace posible la supraconductividad de las líneas en forma de meandro sobre las placas de los módulos limitadores de corriente.

45 A través de los carriles de corriente 14, 15 se alimenta y se extrae la corriente, de tal modo que se obtiene una capacidad de montaje y desmontaje del limitador de corriente HTS comparable a las de un desconectador para corte

5 en carga. La temperatura en el criostato puede conseguirse a través de la cabeza fría, pero también a través de vaporización del refrigerante. Como es natural, después es necesario compensar en todo momento la pérdida de volumen del refrigerante mediante relleno. En una ejecución especialmente ventajosa, la refrigeración de la cabeza fría mediante un compresor 16, que está refrigerado por agua. En una unidad 17 se controla y regula la cabeza fría, y lo mismo el compresor. Debido a que el limitador de corriente HTS no presenta ninguna característica de conmutación, coopera ventajosamente en serie con un desconectador para corte en carga, que después de una respuesta del limitador de corriente y de la desconexión de la corriente que fluye a través del limitador de corriente abre el circuito de corriente, de tal modo que es posible retomar el funcionamiento del limitador de corriente después de eliminar la causa de la respuesta. Llegado a este punto el limitador de corriente coopera ventajosamente con un desconectador para corte en carga, de tal modo que se obtiene un sistema de generación y conmutación de energía a bordo del submarino, que en navegación submarina hace posible un funcionamiento incluso en acciones de combate, sin que se produzcan cortes de tensión considerables y ruidos de arco eléctrico intensos.

10

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Instalación de alimentación de energía para un submarino con al menos un motor eléctrico de hélice, un juego de baterías, un generador de carga con accionamiento y un sistema de alimentación de energía con carriles de corriente así como dispositivos de conmutación y automatización, en donde la instalación de alimentación de energía presenta un dispositivo de celdas de combustible  $H_2O_2$ , que está unido a los carriles de corriente – para alimentar el motor de hélice con energía eléctrica – a través de un desconectador para corte en carga accionado en función del nivel de tensión del dispositivo de celdas de combustible, en donde el desconectador para corte en carga une el dispositivo de celdas de combustible directamente a la instalación de alimentación de energía y en donde la instalación de alimentación de energía, por motivos de protección contra cortocircuitos, presenta un punto teórico de fusión en el ramal en paralelo del dispositivo de celdas de combustible o de la conexión de carga.
- 10 2.- Instalación de alimentación de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque el desconectador para corte en carga es un desconectador para corte en carga bipolar para al menos 1.000 amperios.
- 15 3.- Instalación de alimentación de energía según la reivindicación 1, caracterizada porque el desconectador para corte en carga es de forma preferida un desconectador para corte en carga tripolar, para una estructura con bajo campo de dispersión.
- 20 4.- Instalación de alimentación de energía según la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque entre el dispositivo de celdas de combustible y el desconectador para corte en carga, en caso necesario, puede disponerse además un regulador CC-CC.
- 25 5.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el dispositivo de celdas de combustible se hace funcionar con un módulo de conexión y desconexión.
- 30 6.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el desconectador para corte en carga se acciona en función de un modo de conexión y desconexión, específico de las celdas de combustible y, dado el caso con su uso como dispositivo de carga de baterías, específico de las baterías.
- 35 7.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque en serie con los desconectores para corte en carga del dispositivo de celdas de combustible o de la conexión de carga está dispuesto un punto teórico de fusión.
- 40 8.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque para el funcionamiento y la conexión y desconexión de los módulos de celdas de combustible contiene otros componentes de técnica de automatización, como sensores, bombas y válvulas accionadas a distancia para hidrógeno, oxígeno, agua de refrigeración, nitrógeno, vacío y agua desionizada.
- 45 9.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque para fines de ensayo y comprobación del dispositivo de celdas de combustible contiene otros componentes de técnica de automatización, como sensores, bombas y válvulas accionadas a distancia para hidrógeno, oxígeno, agua de refrigeración, nitrógeno, vacío y agua desionizada.
- 50 10.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque para el funcionamiento y la conexión y desconexión de los módulos de celdas de combustible contiene otros componentes de técnica de automatización, como reductores de presión, intercambiadores de calor, depósitos de gas, etc..
- 11.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque para fines de ensayo y comprobación del dispositivo de celdas de combustible contiene otros componentes de técnica de automatización, como reductores de presión, intercambiadores de calor, depósitos de gas, etc..
- 12.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque se utiliza para la modificación retroactiva de submarinos convencionales.
- 13.- Instalación de alimentación de energía según una o varias de las reivindicaciones anteriores, en especial según la reivindicación 12, caracterizada porque presenta al menos un limitador de corriente HTS que coopera con un desconectador para corte en carga, que se refrigera con un líquido criogénico.
- 14.- Instalación de alimentación de energía según la reivindicación 13, caracterizada porque el limitador de corriente HTS está unido a un recipiente de almacenamiento para líquido criogénico, que se refrigera en especial mediante un grupo eléctrico.
- 15.- Instalación de alimentación de energía según la reivindicación 13 ó 14, caracterizada porque el limitador de corriente HTS está unido a un recipiente de almacenamiento para líquido criogénico, cuyo calor de vaporización se usa para calentar el oxígeno líquido, que se necesita para el funcionamiento del dispositivo de celdas de combustible.

16.- Instalación de alimentación de energía según la reivindicación 13, 14 ó 15, caracterizada porque el limitador de corriente HTS y el recipiente de almacenamiento están dispuestos en la misma sección que la instalación de alimentación de energía.

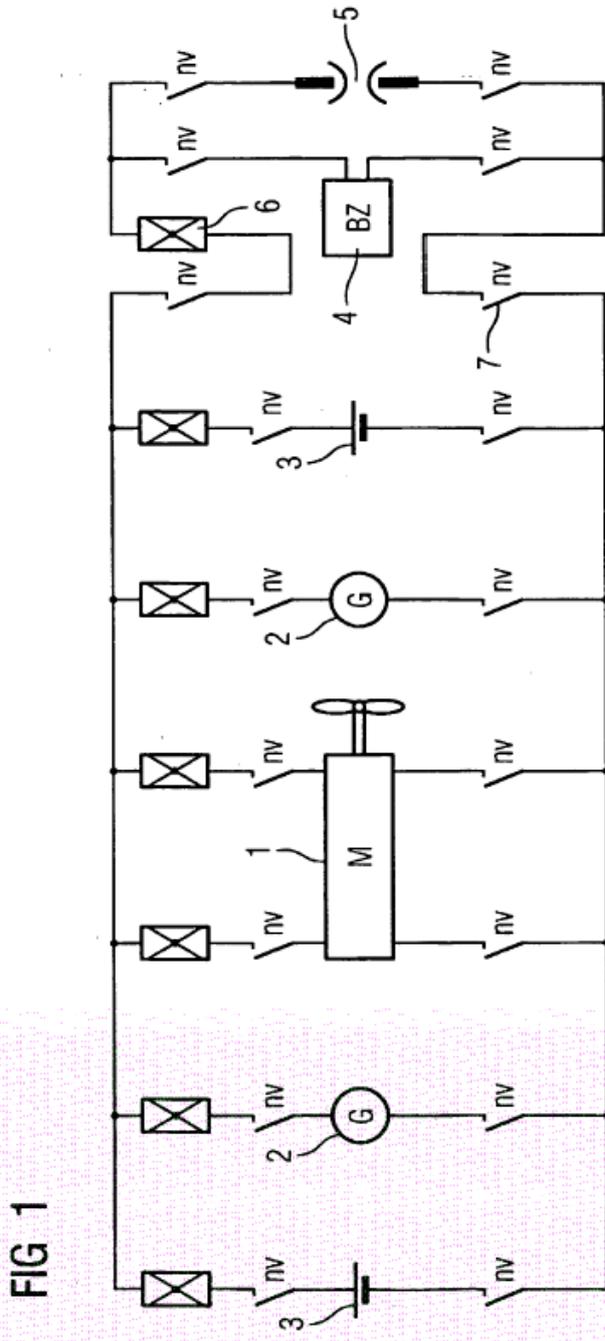


FIG 1

FIG 2

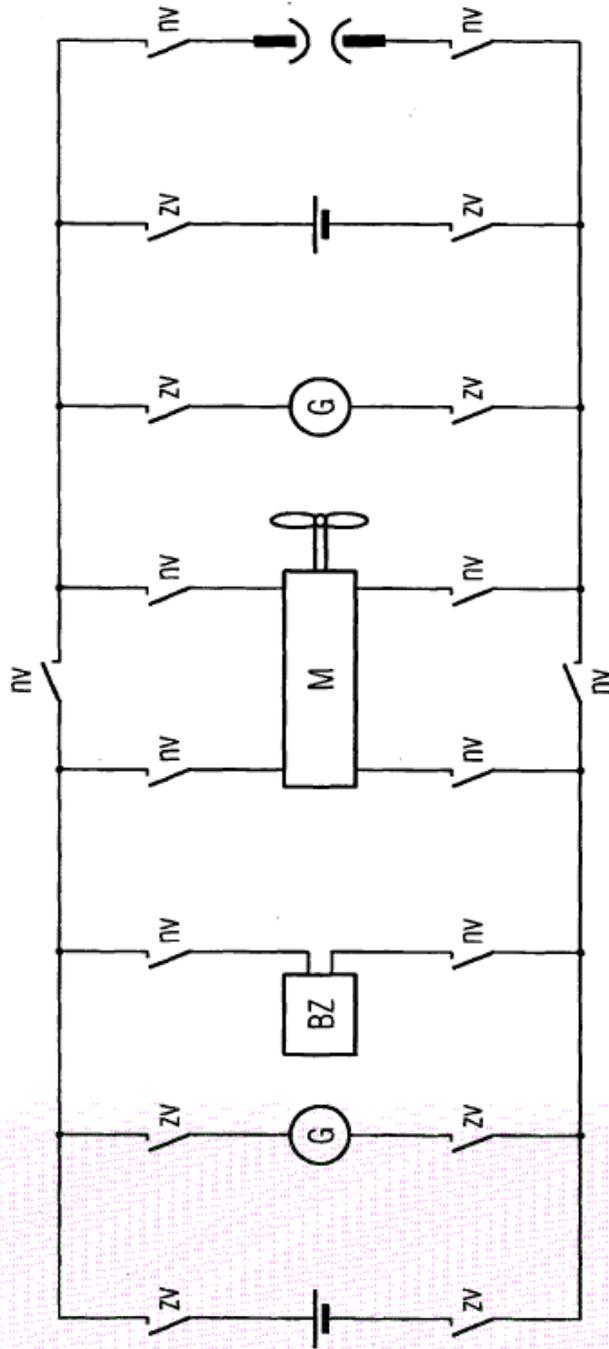


FIG 3

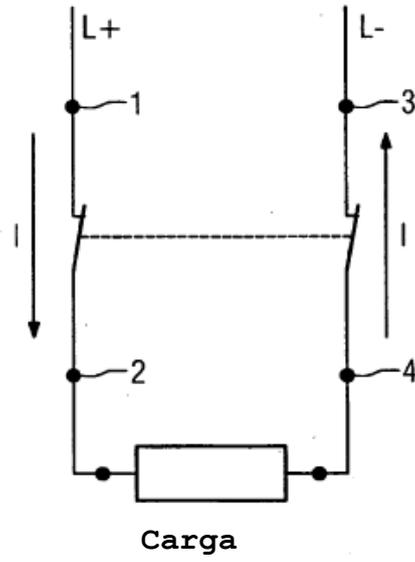


FIG 4

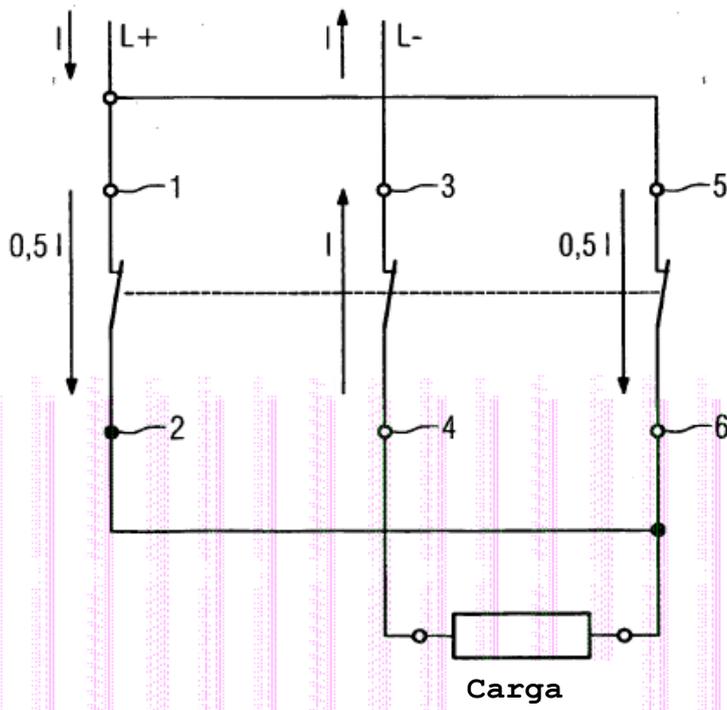


FIG 5

