

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 810**

51 Int. Cl.:

H02J 1/10 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H02J 7/34 (2006.01)

H02M 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.06.2015 PCT/EP2015/063901**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015 WO15197507**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2015 E 15730499 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3161923**

54 Título: **Sistema de propulsión con red de tensión continua para un submarino**

30 Prioridad:

27.06.2014 DE 102014109092

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.07.2020

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH
(50.0%)
Wertstraße 112-114
24143 Kiel , DE y
THYSSENKRUPP AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HOLLUNG, ACHIM;
DANNENBERG, NORBERT y
SIEVERS, TIM**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 772 810 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

Sistema de propulsión con red de tensión continua para un submarino

La invención se refiere a un sistema de propulsión para un submarino, que presenta una red de tensión continua para alimentar un grupo propulsor del submarino con energía eléctrica y varios ramales de baterías, los cuales presentan respectivamente una pluralidad de módulos de batería conectados en serie, en donde los ramales de batería están conectados respectivamente a una unidad de conexión de ramales, a través de la cual el ramal de baterías puede conectarse a elección a la red de tensión continua o separarse de la red de tensión continua. Además de esto la invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un sistema de propulsión de este tipo.

Los sistemas de propulsión de buques submarinos (submarinos) presentan para alimentar los grupos propulsores eléctricos de los submarinos, por ejemplo para alimentar grupos propulsores de hélices, normalmente una red de tensión continua. A la red de tensión continua están ligados con frecuencia unos acumuladores de energía configurados como baterías. Las baterías se reúnen habitualmente en módulos de batería y varios de estos módulos de batería se conectan en serie a un ramal de baterías. Para poder poner a disposición las elevadas capacidades de baterías necesarias para alimentar grupos propulsores en submarinos, es habitual conectar en paralelo varios ramales de baterías.

Del documento DE 10 2012 204965 A1 se conoce un sistema de baterías con una pluralidad de módulos de batería.

Del documento DE 10 2009 027836 A1 se conoce un transferidor de energía para un sistema de baterías.

Del documento US 2010/009225 A1 se conoce un sistema de celdas de combustible con una pluralidad de dispositivos de alimentación de energía.

Un sistema de propulsión de este tipo para un submarino se conoce por ejemplo del documento DE 10 2007 053 229 A1. El sistema de propulsión presenta, además de una red de tensión continua, varios ramales de baterías que comprenden respectivamente una pluralidad de módulos de batería conectados en serie. Los ramales de baterías están conectados respectivamente a través de una unidad de conexión de ramales a una red de tensión continua, a través de la cual el ramal de baterías puede conectarse a elección con la red de tensión continua o separarse de la red de tensión continua. De esta manera es posible si se produce una corriente excesivamente elevada en el ramal de baterías, por ejemplo como consecuencia de un cortocircuito, separar el ramal de baterías de la red de tensión continua mediante la unidad de conexión de ramales.

El sistema de propulsión conocido ha demostrado sobradamente su utilidad como protección contra cortocircuitos. Sin embargo, ha quedado demostrado que en el caso del sistema de propulsión conocido no pueden impedirse con eficacia sobrecargas y/o descargas totales de los ramales de baterías. Esto resulta ser problemático, en especial si se pretende utilizar módulos de batería configurados como baterías de iones de litio. A causa de la sobrecarga o de la descarga total de los módulos de batería pueden producirse daños irreversibles en los módulos de batería, p.ej. a causa de reacciones de descomposición exotérmicas. De este modo se reducen la vida útil de los módulos de batería y la disponibilidad del sistema de propulsión.

Descripción de la invención

Con estos antecedentes, la invención se ha impuesto el objetivo de aumentar la disponibilidad del sistema de propulsión.

En un sistema de propulsión del tipo citado al comienzo, el objetivo se consigue por medio de que la corriente de ramal que circula en el ramal de baterías puede ajustarse mediante la unidad de conexión de ramales.

Mediante la unidad de conexión de ramales puede ajustarse la corriente al cargar el ramal de baterías, para prevenir una sobrecarga. Además de esto la corriente puede ajustarse durante la descarga, de tal manera que puede asegurarse que no se produzca una descarga total del ramal de baterías. De esta forma pueden impedirse sobrecargas y/o descargas totales indeseadas, con lo que se aumenta la vida útil de los módulos de batería y con ello también la disponibilidad del sistema de propulsión.

En el sistema de propulsión conforme a la invención la unidad de conexión de ramales cumple una doble función. Mediante la unidad de conexión de ramales puede acoplarse el ramal de baterías a elección a la red de tensión continua o separarse de la red de tensión continua, y la corriente de ramal del ramal de baterías acoplado puede ajustarse.

Conforme a la invención la unidad de conexión de ramales presenta un convertidor de tensión. El convertidor de tensión puede estar conectado de tal manera entre la red de tensión continua y el ramal de baterías, que una tensión de red aplicada en el lado de la red de tensión continua puede convertirse en una tensión de ramal aplicada en el lado del ramal de baterías, y a la inversa. El convertidor de tensión está configurado conforme a la invención bidireccionalmente, de tal manera que a elección puede transportarse energía desde la red de tensión continua al ramal de baterías o desde el ramal de baterías a la red de tensión continua. A través del convertidor de tensión

bidireccional pueden regularse procesos de carga y descarga del ramal de baterías conectado a la unidad de conexión de ramales. De forma preferida el convertidor de tensión está configurado como convertidor de tensión continua (también convertidor DC-DC o regulador de corriente continua). A través de un convertidor de tensión continua puede transformarse una tensión continua, aplicada a una conexión del convertidor de tensión continua, en una tensión continua modificada en su valor a una segunda conexión del convertidor de tensión continua.

5 Una conformación ventajosa prevé que el convertidor de tensión esté configurado de tal manera, que una tensión de red de la red de tensión continua pueda convertirse a elección en una tensión de ramal superior o inferior del ramal de baterías. Mediante el ajuste a elección de la tensión de ramal aplicada a los módulos de batería puede realizarse una regulación de las tensiones en los módulos de batería aislados. Por ejemplo puede hacerse posible que se influya en las corrientes de descarga de ramales aislados, con la misma potencia total de las baterías. En el caso de que el sistema de propulsión presente adicionalmente una celda de combustible conectada a la red de tensión continua, mediante la regulación de la tensión de red puede simplificarse el ajuste del punto de trabajo.

Es especialmente ventajoso que el convertidor de tensión esté configurado de tal manera, que pueda ajustarse tanto la tensión de red de la red de tensión como la tensión de ramal del ramal de baterías.

15 Una conformación ventajosa prevé que la unidad de conexión de ramales esté configurada de tal manera que el ramal de baterías pueda separarse de la red de tensión continua. Esto aporta la ventaja de que puede suprimirse un flujo de corriente entre la red de tensión continua y el ramal de baterías. Conforme a la invención el ramal de baterías puede separarse galvánicamente de la red de tensión continua. Una separación galvánica de la red de tensión continua puede ser necesaria, por ejemplo para llevar a cabo medidas de reparación en el ramal de baterías.

20 De forma preferida la unidad de conexión de ramales presenta un dispositivo de conmutación conectado en serie al convertidor de tensión continua, para la separación galvánica del ramal de baterías de la red de tensión continua. El dispositivo de conmutación puede presentar por ejemplo un conmutador de potencia.

Ha demostrado además ser ventajosa una conformación, en la que la unidad de conexión de ramales presenta una carcasa común para el convertidor de tensión y el dispositivo de conmutación. Mediante la disposición en una carcasa común pueden mantenerse cortos los recorridos de cables entre el convertidor de tensión y el dispositivo de conmutación. Además de esto se hace posible de esta forma una conformación compacta de la unidad de conexión de ramales, lo que es ventajoso con los antecedentes de la limitada oferta de espacio en los submarinos. Es especialmente ventajosa una conformación de la unidad de conexión de ramales a modo de una pieza de reequipamiento, de tal manera que la unidad de conexión de ramales pueda integrarse en sistemas de propulsión existentes.

Es ventajoso que los módulos de batería presenten baterías de iones de litio. Las baterías de iones de litio presentan, en comparación con las baterías de plomo convencionales, una mayor densidad de energía y no tienen mantenimiento, pero aportan sin embargo también el inconveniente de una mayor propensión con relación a descargas totales y sobrecargas. Mediante el convertidor de tensión de la unidad de conexión de ramales puede protegerse las baterías de iones de litio contra descargas totales y sobrecargas. De esta manera es posible aprovechar las ventajas de las baterías de iones de litio en el sistema de propulsión.

De forma preferida las unidades de conexión de ramales del sistema de propulsión pueden controlarse unas con independencia de las otras, de tal manera que en diferentes ramales de baterías puedan ajustarse diferentes tensiones de ramal y/o corrientes de ramal. De este modo pueden reducirse las corrientes de compensación que circulen entre los ramales de baterías aislados. Estas corrientes de compensación pueden producirse por ejemplo a causa de diferentes estados de carga de diferentes ramales de baterías. Mediante un control independiente de las unidades de conexión de ramales, en especial del convertidor de tensión de las unidades de conexión de ramales, es posible conforme a la invención ajustar de tal forma las tensiones de ramal y/o las corrientes de ramal, que se suavicen las corrientes de compensación.

45 Una conformación ventajosa prevé que la unidad de conexión de ramales pueda controlarse a través de una unidad de control de propulsión. La unidad de control de propulsión puede ser una unidad de control central, mediante la cual pueden controlarse todas las unidades de conexión de ramales. Es especialmente ventajoso que la unidad de control de propulsión presente una interfaz de usuario, a través de la cual un usuario puede enviar órdenes para controlar las unidades de conexión de ramales. Por ejemplo puede estar previsto que puedan acoplarse o desacoplarse a elección ramales de baterías aislados a través de la unidad de control de propulsión, en especial a través de la interfaz de usuario de la unidad de control de propulsión.

Con relación a esto ha demostrado ser especialmente ventajoso que las unidades de conexión de ramales puedan controlarse respectivamente a través de una unidad de control de ramal asociada al ramal, la cual tiene preferencia con relación a la unidad de control de propulsión. Mediante la preferencia de la unidad de control de ramal puede impedirse que órdenes de la unidad de control de ramal no puedan aplicarse a causa de órdenes diferentes de la unidad de control de propulsión en la unidad de conexión de ramales. La unidad de control de ramal puede estar configurada por ejemplo como sistema de gestión de baterías el cual, basándose en mediciones de parámetros de baterías, ajuste un punto de trabajo del ramal de baterías. Opcionalmente puede estar previsto que la separación o

5 conexión del ramal de baterías respecto a la red de tensión continua pueda controlarse mediante la unidad de control de ramal. Esto aporta la ventaja de que, si se producen unos estados de funcionamiento indeseados de los módulos de batería, como por ejemplo un cortocircuito, un sobrecalentamiento o un estado de carga indeseado, el ramal de baterías pueda separarse de la red de tensión continua para proteger los módulos de batería contra daños ulteriores y/o mantener el funcionamiento del sistema de propulsión. De forma ventajosa mediante la unidad de control de ramal puede generarse una señal de desbloqueo, la cual desbloquee el control de la unidad de conexión de ramales mediante la unidad de control de propulsión.

Se prefiere una conformación, en la que a la red de tensión continua esté conectada una celda de combustible. A través de la celda de combustible puede alimentarse con energía el sistema de propulsión.

10 En un procedimiento del tipo citado al comienzo contribuye a lograr el objetivo el hecho de que se ajuste la corriente de ramal que circula en el ramal de baterías mediante la unidad de conexión de ramales. Se obtienen las mismas ventajas que ya se han descrito con relación al dispositivo conforme a la invención.

15 Una conformación ventajosa del procedimiento prevé que la unidad de conexión de ramales, en especial un convertidor de tensión de la unidad de conexión de ramales, limite la corriente de ramal cuando la corriente de ramal supere un primer valor límite prefijado. El convertidor de tensión puede controlarse de tal manera que se limite la corriente de ramal – dando igual si circula en la dirección de la red de tensión continua o en la dirección del ramal de baterías -, siempre que se supere un primer valor límite. De este modo pueden limitarse eficazmente aumentos de corriente, que son causadas por corrientes de compensación entre diferentes ramales de baterías o por defectos de módulos de batería. Además de esto también puede reducirse el aumento de corrientes de cortocircuito.

20 Con relación a esto se prefiere que la unidad de conexión de ramales separe el ramal de baterías de la red de tensión continua, cuando la corriente de ramal supere un segundo valor límite prefijado que, en cuanto a su valor, sea superior al primer valor límite. Mediante un procedimiento escalonado de este tipo pueden desconectarse aquellas corrientes de ramal, que no puedan limitarse mediante el convertidor de tensión.

25 Se deducen detalles, características y ventajas adicionales de la invención del dibujo, así como de la siguiente descripción de formas de realización preferidas basadas en los dibujos. Los dibujos ilustran a este respecto solamente unas formas de realización a modo de ejemplo de la invención, las cuales no limitan las ideas de la invención.

Descripción breve de las figuras

La figura 1 muestra un sistema de propulsión para un submarino conforme a la invención en un esquema de conexiones esquemático en bloques.

30 La figura 2 muestra un ramal de baterías en un esquema de conexiones esquemático en bloques.

La figura 3 muestra una primera conformación de una unidad de conexión de ramales en un esquema de conexiones esquemático en bloques.

La figura 4 muestra una segunda conformación de una unidad de conexión de ramales en un esquema de conexiones esquemático en bloques.

35 La figura 5 muestra un esquema de conexiones de un convertidor de tensión bidireccional.

Formas de realización de la invención

En las diferentes figuras las piezas iguales poseen siempre los mismos símbolos de referencia y por ello normalmente solo se nombran o citan también respectivamente una sola vez.

40 En la figura 1 se ha representado un sistema de propulsión 1 de un submarino. El sistema de propulsión presenta un grupo propulsor 3 configurado por ejemplo como grupo propulsor de hélices, a través del cual puede propulsarse el submarino. El grupo propulsor 3 está conectado a una red de tensión continua 2, la cual puede recibir también el nombre de red de navegación. A través de la red de tensión continua 2 el grupo propulsor 3 puede alimentarse con energía eléctrica.

45 La energía necesaria para propulsar el submarino puede extraerse de diferentes fuentes de energía 4, 5, 6, que se pretenden describir a continuación. Una primera fuente de energía está configurada como generador 4, por ejemplo como generador de gasoil. Además de esto está prevista una segunda fuente de energía, que está configurada como celda de combustible 5. Las celdas de combustible aportan la ventaja de que pueden hacerse funcionar sin ruidos, por lo que se hacen funcionar de forma preferida en el caso de navegaciones lentas del submarino. El sistema de propulsión conforme al ejemplo de realización presenta además una conexión de carga 6, a través de la cual una fuente de energía externa puede conectarse al sistema de propulsión 1. A través de la conexión de carga el sistema de propulsión puede conectarse por ejemplo a una red de tensión externa, mientras el submarino está situado en un punto de apoyo.

Opcionalmente puede estar ligada a la red de tensión continua 2 una red de a bordo del submarino, a través de la cual

pueden alimentarse otros consumidores eléctricos.

Además de esto está previsto en el sistema de propulsión 1 un acumulador de energía, que presenta varios ramales de baterías 7. Pueden estar previstos por ejemplo 25-50 ramales de baterías. Los ramales de baterías 7 están formados por una pluralidad de módulos de batería 8 conectados en serie, véase la figura 2. Los módulos de batería 8 presentan varias celdas de batería, que pueden estar configurados por ejemplo como celdas de batería de iones de litio. Como puede deducirse además de la figura 1, los ramales de baterías 7 están conectados respectivamente a la red de tensión continua 2 a través de una unidad de conexión de ramales 10.

En el sistema de propulsión 1 las unidades de conexión de ramales 10 asumen una función doble. Mediante las unidades de conexión de ramales 10 pueden conectarse galvánicamente los ramales de baterías 7 a elección a la red de tensión continua 2 o separarse galvánicamente de la red de tensión continua 2, y la corriente de ramal respectiva de los ramales de baterías 7 puede ajustarse. Mediante la unidad de conexión de ramales 10 puede ajustarse la corriente durante la carga del ramal de baterías, para prevenir una sobrecarga. Además de esto puede ajustarse la corriente durante la descarga, de tal manera que puede asegurarse que no se produzca una descarga total del ramal de baterías. De esta manera pueden impedirse sobrecargas y/o descargas totales, con lo que se aumenta la vida útil de los módulos de baterías 8 y con ello también la disponibilidad del sistema de propulsión 1.

Las unidades de conexión de ramales 10 del sistema de propulsión 1 pueden controlarse unas con independencia de las otras, de tal manera que en diferentes ramales de baterías 7 pueden ajustarse diferentes tensiones de ramal y/o corrientes de ramal. Cada ramal de baterías 7 está conectado a través de unas líneas 20 a un equipo sensorial 13 asociado al ramal de baterías 7, a través del cual puede detectarse p.ej. la tensión de los módulos de batería 8 aislados. El equipo sensorial 13 está conectado a través de una línea 21 a una unidad de control de ramal 14, a la cual se alimentan los valores de medición detectados por el equipo sensorial 13. Para cada ramal de baterías 7 o cada unidad de conexión de ramales 10 está prevista su propia unidad de control de ramal 14. Conforme al ejemplo de realización la unidad de control de ramal 14 está configurada como sistema de gestión de baterías, el cual ajusta un punto de trabajo del ramal de baterías basándose en los valores de medición detectados por el equipo sensorial 13. Además de esto puede controlarse también mediante la unidad de control de ramal 14 la separación o la conexión del ramal de baterías 7 respecto a la red de tensión continua 2. De este modo puede separarse de la red de tensión continua 2 el ramal de baterías 7 si se producen unos estados de funcionamiento indeseados de los módulos de batería 8, como por ejemplo un cortocircuito, un sobrecalentamiento o un estado de carga indeseado, para proteger los módulos de batería 8 contra daños ulteriores y/o mantener el funcionamiento del sistema de propulsión 1.

Además de esto está prevista en el sistema de propulsión 1 una unidad de control de propulsión 15 central, la cual está conectada a través de unas líneas 23 a las unidades de control de ramal 14 para los ramales de baterías 7 aislados así como a través de unas líneas 25 a las unidades de conexión de ramales 10. A través de la unidad de control de propulsión 15 pueden controlarse todas las unidades de conexión de ramales 10 del sistema de propulsión 1. Para evitar problemas con la activación simultánea de las unidades de conexión de ramales 10 mediante las unidades de control de ramal 14 y la unidad de control de propulsión 15 central, se ha implementado una regulación de preferencia. La unidad de control de ramal 14 asociada a la respectiva unidad de conexión de ramales 10 tiene siempre preferencia, durante el control de la unidad de conexión de ramales 10, con respecto a la unidad de control de propulsión 15. Para ello mediante las unidades de control de ramal 14 puede generarse respectivamente una señal de desbloqueo para la unidad de conexión de ramales 10 asociada. Si no se aplica la señal de desbloqueo a la unidad de conexión de ramales 10, el ramal de baterías 7 se separa de la red de tensión continua 2 mediante la unidad de conexión de ramales 10. Si por el contrario la unidad de control de ramal 14 genera una señal de desbloqueo, se desbloquea el control de la unidad de conexión de ramales 10 mediante la unidad de control de propulsión 15, de tal manera que puede influirse en la conexión y la separación del ramal de baterías 7 mediante la unidad de control de propulsión 15.

La unidad de control de propulsión 15 presenta una interfaz de usuario, a través de la cual un usuario puede enviar órdenes para controlar las unidades de conexión de ramales 10. Por ejemplo puede estar previsto que ramales de baterías 7 aislados puedan conectarse o desconectarse a elección a través de la interfaz de usuario de la unidad de control de propulsión 15. Una desconexión de ramales aislados puede ser necesaria por ejemplo con fines de mantenimiento o reparación.

Opcionalmente puede estar previsto que las unidades de conexión de ramales 10 estén configuradas de tal manera, que se comuniquen entre ellas. Para ello las unidades de conexión de ramales 10 pueden conectarse a través de unas líneas 26.

El sistema de propulsión 1 puede hacerse funcionar de tal manera, que corrientes de ramal que circulan en los ramales de baterías 7 se ajusten respectivamente mediante las unidades de conexión de ramales 10.

Para limitar las corrientes de ramal se emplea de forma preferida un procedimiento, en el que están prefijados un primer valor límite y un segundo valor límite para la corriente, en donde el segundo valor límite es mayor en cuanto a su valor que el primer valor límite. La corriente de ramal se mide en especial continuamente. Siempre que la corriente de ramal supere el primer valor límite, se limita la corriente de ramal mediante la unidad de conexión de ramales 10. Si a continuación aumentara de valor la corriente de ramal a pesar de la limitación mediante la unidad de conexión de

ramales 10, al superarse el segundo valor límite se separa el ramal de baterías 7 de la red de tensión continua 2 mediante la unidad de conexión de ramales 10.

5 En la figura 3 se ha representado una primera conformación de una unidad de conexión de ramales 10 conforme a la invención. En una primera forma de realización conforme a la invención la unidad de conexión de ramales 10 presenta un convertidor de tensión bidireccional 11 así como un dispositivo de conmutación 12 conectado en serie al convertidor de tensión 11, a través del cual el ramal de baterías 7 puede separarse galvánicamente de la red de tensión continua 2.

10 Para ello la unidad de conexión de ramales 10 presenta un convertidor de tensión bidireccional 11, a través del cual la tensión de red aplicada en el lado de la red de tensión continua 2 puede convertirse en una tensión de ramal aplicada en el lado del ramal de baterías 7, y a la inversa. Debido a que el convertidor de tensión 11 está configurado bidireccionalmente puede transportarse energía, a elección, desde la red de tensión continua 2 hasta el ramal de baterías 7 o desde el ramal de baterías 7 hasta la red de tensión continua 2. El convertidor de tensión 11 aporta la ventaja de que pueden regularse procesos de carga y descarga del ramal de baterías 7. Es posible en especial ajustar y/o limitar corrientes de carga durante la carga del ramal de baterías 7, para prevenir una sobrecarga de los módulos de batería 8. Además de esto puede ajustarse y/o limitarse la corriente durante la descarga, de tal manera que puede asegurarse que no se produzca una descarga total de los módulos de batería 8. Además de esto puede limitarse mediante el convertidor de tensión 11 una corriente aumentada como consecuencia de un cortocircuito.

20 Además está previsto en la unidad de conexión de ramales 10 conforme a la fig. 3 un dispositivo de conmutación, el cual puede presentar por ejemplo un conmutador de potencia. Conforme al ejemplo de realización el convertidor de tensión 11 está conectado directamente a la red de tensión continua 2 y el dispositivo de conmutación 2 directamente al ramal de baterías 7. Alternativamente el convertidor de tensión 11 puede estar conectado directamente al ramal de baterías 7 y el dispositivo de conmutación 12 a la red de tensión continua 2. De forma preferida el convertidor de tensión 11 puede ajustar la corriente de la red de tensión continua 2 de forma correspondiente a una prefijación de valor nominal.

25 El convertidor de tensión 11 y el dispositivo de conmutación 12 están dispuestos en una carcasa común, de tal manera que pueden mantenerse cortos los recorridos de cable entre el convertidor de tensión 11 y el dispositivo de conmutación 12.

30 La figura 4 muestra una segunda conformación de una unidad de conexión de ramales 10 conforme a la invención. En una segunda forma de realización conforme a la invención la unidad de conexión de ramales 10 está configurada de tal manera, que el convertidor de tensión 11 presenta un dispositivo de conmutación 12, a través del cual el ramal de baterías 7 puede separarse galvánicamente de la red de tensión continua 2.

35 En la figura 5 se ha representado un convertidor de tensión 11, el cual puede utilizarse en una unidad de conexión de ramales descrita anteriormente. El convertidor de tensión 11 está configurado de tal manera, que una tensión de red de la red de tensión continua 2 puede convertirse a elección en una tensión de ramal superior o inferior del ramal de baterías 7. Además de esto mediante el convertidor de tensión 11 puede ajustarse tanto la tensión de red de la red de tensión 2 como la tensión de ramal del ramal de baterías 11. En este sentido el convertidor de tensión 11 puede hacerse funcionar en ambos sentidos a elección como regulador ascendente y/o como regulador descendente.

40 El convertidor de tensión 11 presenta una primera conexión 50, la cual puede conectarse a la red de tensión continua 2 y una segunda conexión 51, la cual puede conectarse al ramal de baterías 7. A la conexión 50 está conectado un filtro 52 configurado como inductor compensado en corriente, a través del cual pueden atenuarse emisiones perturbadoras.

45 El convertidor de tensión 11 presenta una estructura simétrica. En paralelo a la primera conexión 50 está conectado un primer condensador 53. En paralelo a la segunda conexión 51 está previsto un segundo condensador 54. En un circuito paralelo respecto al primer condensador 53 está dispuesta una primera derivación de conmutador 56. En paralelo al segundo condensador 54 está prevista una segunda derivación de conmutadores 55. Las derivaciones de conmutadores 55, 56 está configuradas idénticamente. Las derivaciones de conmutadores 55, 56 presentan respectivamente un primer conmutador 57, 59, que está dispuesto en paralelo a un segundo conmutador 58, 60. En paralelo a los primeros conmutadores 57, 59 y a los segundos conmutadores 58, 60 están dispuestos respectivamente unos diodos 61, 62, 63, 64. Las derivaciones de conmutadores 55, 56 presentan respectivamente una toma dispuesta entre el primer conmutador 57, 59 y el segundo conmutador 58, 60. Las tomas de ambas derivaciones de conmutador 55, 56 están conectadas entre sí a través de una inductividad 65.

Los conmutadores pueden estar configurados como conmutadores semiconductores, en especial como MOSFET, IGBT o tiristor GTO.

55 A continuación se pretenden describir diferentes estados, en los que puede hacerse funcionar el convertidor de tensión 11. Aquí recibe el nombre de "cerrado" el estado de un conmutador 57, 58, 59, 60 en el que el conmutador 57, 58, 59, 60 puede conducir una corriente eléctrica. Un conmutador configurado como IGBT es conductor en este estado. El estado de un conmutador 57, 58, 59, 60, en el que el conmutador 57, 58, 59, 60 aísla, es decir no puede conducir

corriente, recibe el nombre de “abierto”. Un conmutador configurado como IGBT es bloqueador.

5 En un primer estado de funcionamiento del convertidor de tensión 11 pueden ajustarse y limitarse corrientes de cortocircuito y/o corrientes de descarga. El flujo de potencia se realiza desde el ramal de baterías 7 en la primera conexión 51 hasta la red de tensión continua 2 en la primera conexión 50. En el primer estado de funcionamiento el primer conmutador 57 de la primera derivación de conmutadores 55 está abierto y el segundo conmutador 58 de la primera derivación de conmutadores 55 abierto, de tal manera que el lado de salida de la inductividad 65 está conectado a la tensión de red de la red de tensión continua 2 aplicada a la conexión 50, a través del primer diodo flyback 61 de la primera derivación de conmutadores 55. El segundo conmutador 60 de la segunda derivación de conmutadores 56 permanece abierto, mientras que el primer conmutador 59 de la segunda derivación de conmutadores 56 se abre y cierra alternativamente, para conectar el lado de entrada de la inductividad 65 intermitentemente a la tensión de ramal del ramal de baterías 7 y a través del diodo 64 a masa. En este sentido se pone a disposición el funcionamiento de un regulador descendente en la dirección de la red de tensión continua 2.

15 En un segundo estado de funcionamiento del convertidor de tensión 11 pueden ajustarse y/o limitarse corrientes de carga. El flujo de potencia se realiza desde la red de tensión continua 2 en la primera conexión 50 hasta el ramal de baterías 7 en la segunda conexión 51. En el segundo estado de funcionamiento el primer conmutador 59 de la segunda derivación de conmutadores 56 está abierto y el segundo conmutador 60 de la segunda derivación de conmutadores 56 está abierto, de tal manera que el lado de salida de la inductividad 65 está conectado a la tensión de ramal del ramal de baterías 7 aplicada a la conexión 51, a través del primer diodo flyback 62 de la segunda derivación de conmutadores 56. El segundo conmutador 58 de la primera derivación de conmutadores 55 permanece abierto, mientras que el primer conmutador 57 de la primera derivación de conmutadores 55 se abre y cierra alternativamente, para conectar el lado de entrada de la inductividad 65 intermitentemente a la tensión de red de la red de tensión continua 2 y a través del diodo 63 a masa. En este sentido se pone a disposición el funcionamiento de un regulador descendente en la dirección del ramal de baterías 7.

25 En un tercer estado de funcionamiento del convertidor de tensión 11 puede aumentarse la tensión de red de la red de tensión continua 2, por ejemplo apoyar el funcionamiento de la celda de combustible 5. El flujo de potencia se realiza desde la red de tensión continua 2 en la primera conexión 50 hasta el ramal de baterías 7 en la segunda conexión 51.

30 En el tercer estado de funcionamiento el primer conmutador 59 de la segunda derivación de conmutadores 56 está cerrado y el segundo conmutador 60 de la segunda derivación de conmutadores 56 está abierto, de tal manera que el lado de salida de la inductividad 65 está conectado a la tensión de ramal del ramal de baterías 7 aplicada a la conexión 51. El primer conmutador 57 de la primera derivación de conmutadores 55 permanece abierto, mientras que el segundo conmutador 58 de la primera derivación de conmutadores 55 se abre y cierra alternativamente, para conectar el lado de entrada de la inductividad 65 intermitentemente a masa y, a través del diodo 61, a la tensión de red de la red de tensión continua 2. En este sentido se pone a disposición el funcionamiento de un regulador ascendente en la dirección del ramal de baterías 7.

35 El sistema de propulsión 1 para un submarino descrito anteriormente comprende una red de tensión continua 2 para alimentar un grupo propulsor 3 del submarino con energía eléctrica y varios ramales de baterías 7, los cuales presentan respectivamente una pluralidad de módulos de batería 8 conectados en serie, en donde los ramales de batería 7 están conectados respectivamente a una unidad de conexión de ramales 10, a través de la cual el ramal de baterías 7 puede conectarse a elección con la red de tensión continua 2 o separarse de la red de tensión continua 2, y en donde la corriente de ramal que circula en el ramal de baterías 7 puede ajustarse mediante la unidad de conexión de ramales 10. De este modo pueden impedirse sobrecargas y/o descargas totales indeseadas de los ramales de batería 7, con lo que se aumenta la vida útil de los ramales de batería 7 y con ello también la disponibilidad del sistema de propulsión 1.

45 Además de esto se obtienen las siguientes ventajas: las corrientes de cortocircuito de un ramal de baterías 7 pueden limitarse mediante la regulación de la corriente de ramal. Las corrientes de cortocircuito pueden desconectarse. Es posible desconectar galvánicamente los ramales de baterías 7. Los ramales de baterías 7 pueden conectarse y desconectarse conforme al funcionamiento. La corriente de ramal de ramales de baterías 7 defectuosos puede limitarse durante la carga y/o la descarga, para impedir sobrecargas y descargas totales y con ello poner a disposición la máxima energía posible desde los ramales de baterías. La tensión de los ramales de baterías 7 puede aumentarse y/o regularse, para ajustar un punto de trabajo óptimo con la celda de combustible 5. En un sistema de propulsión 1 con etapas de navegación pueden limitarse corrientes de compensación y regularse hasta el máximo a una tensión común los ramales de baterías 7 según un circuito paralelo.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Sistema de propulsión
- 2 Red de tensión continua
- 3 Grupo propulsor

ES 2 772 810 T3

4	Generador
5	Celda de combustible
6	Conexión de carga
7	Ramal de baterías
8	Módulo de batería
10	Unidad de conexión de ramales
11	Convertidor de tensión
12	Dispositivo de conmutación
13	Sensor
14	Unidad de control de ramal
15	Unidad de control de propulsión
16	Automatización del buque
20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	Línea
50, 51	Conexión
52	Filtro
53, 54	Condensador
55, 56	Derivación de conmutadores
57, 58, 59, 60	Conmutador
61, 62, 63, 64	Diodo
65	Inductividad

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Sistema de propulsión para un submarino, que presenta una red de tensión continua (2) para alimentar un grupo propulsor (3) del submarino con energía eléctrica y varios ramales de baterías (7), los cuales presentan cada uno de ellos una pluralidad de módulos de batería (8) conectados en serie, en donde los ramales de batería (7) están conectados cada uno a una unidad de conexión de ramales (10), a través de la cual el ramal de baterías (7) puede conectarse a elección a la red de tensión continua (2) o separarse de la red de tensión continua (2), **caracterizado**
- 10 **porque** la corriente de ramal que circula en el ramal de baterías (7) puede ajustarse mediante la unidad de conexión de ramales (10), la cual presenta un convertidor de tensión bidireccional (11) y un dispositivo de conmutación (12) para la separación galvánica del ramal de baterías (7) respecto a la red de tensión continua (2), en donde el dispositivo de conmutación (12) o bien está conectado en serie al convertidor de tensión (11) o el convertidor de tensión (11) presenta el dispositivo de conmutación (12), suprimiéndose las corrientes de compensación entre ramales de baterías.
- 15 2.- Sistema de propulsión según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el convertidor de tensión (11) está configurado de tal manera, que una tensión de red de la red de tensión continua (2) puede convertirse a elección en una tensión de ramal superior o inferior del ramal de baterías (7).
- 3.- Sistema de propulsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el convertidor de tensión (11) está configurado de tal manera, que puede ajustarse tanto la tensión de red de la red de tensión (2) como la tensión de ramal del ramal de baterías (7).
- 20 4.- Sistema de propulsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la unidad de conexión de ramales (10) está configurada de tal manera que el ramal de baterías (7) puede separarse de la red de tensión continua (2).
- 5.- Sistema de propulsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el convertidor de tensión (11) está configurado como convertidor de tensión continua.
- 25 6.- Sistema de propulsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la unidad de conexión de ramales (10) presenta una carcasa común para el convertidor de tensión (11) y el dispositivo de conmutación (12).
- 7.- Sistema de propulsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los módulos de batería (8) presentan baterías de iones de litio.
- 30 8.- Sistema de propulsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las unidades de conexión de ramales (10) pueden controlarse unas con independencia de las otras.
- 9.- Sistema de propulsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las unidades de conexión de ramales (10) pueden controlarse a través de una unidad de control de propulsión (15).
- 10.- Sistema de propulsión según la reivindicación 9, **caracterizado porque** las unidades de conexión de ramales (10) pueden controlarse cada una de ellas a través de una unidad de control de ramal (14) asociada al ramal, la cual tiene preferencia con relación a la unidad de control de propulsión (15).
- 35 11.- Sistema de propulsión según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** a la red de tensión continua (2) está conectada una celda de combustible (5).
- 12.- Procedimiento para hacer funcionar un sistema de propulsión (1) de un submarino, que presenta una red de tensión continua (2) para alimentar un grupo propulsor (3) del submarino con energía eléctrica y varios ramales de baterías (7), los cuales presentan cada uno de ellos una pluralidad de módulos de batería (8) conectados en serie, en donde los ramales de batería (7) están conectados cada uno a una unidad de conexión de ramales (10), a través de la cual el ramal de baterías (7) se conecta a elección a la red de tensión continua (2) o se separa de la red de tensión continua (2), **caracterizado**
- 40 **porque** la corriente de ramal que circula en el ramal de baterías (7) se ajusta mediante la unidad de conexión de ramales (10), la cual presenta un convertidor de tensión bidireccional (11) y un dispositivo de conmutación (12) para la separación galvánica del ramal de baterías (7) respecto a la red de tensión continua (2), en donde el dispositivo de conmutación (12) o bien está conectado en serie al convertidor de tensión (11) o el convertidor de tensión (11) presenta el dispositivo de conmutación (12), suprimiéndose las corrientes de compensación entre ramales de baterías.
- 45 13.- Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** la unidad de conexión de ramales (10), en especial un convertidor de tensión (11) de la unidad de conexión de ramales (10), limita la corriente de ramal cuando el valor de la corriente de ramal supera un primer valor límite prefijado.
- 50 14.- Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** la unidad de conexión de ramales separa el ramal de baterías de la red de tensión continua (2), cuando el valor de la corriente de ramal supera un segundo valor límite prefijado que, en cuanto a su valor, es superior al primer valor límite.

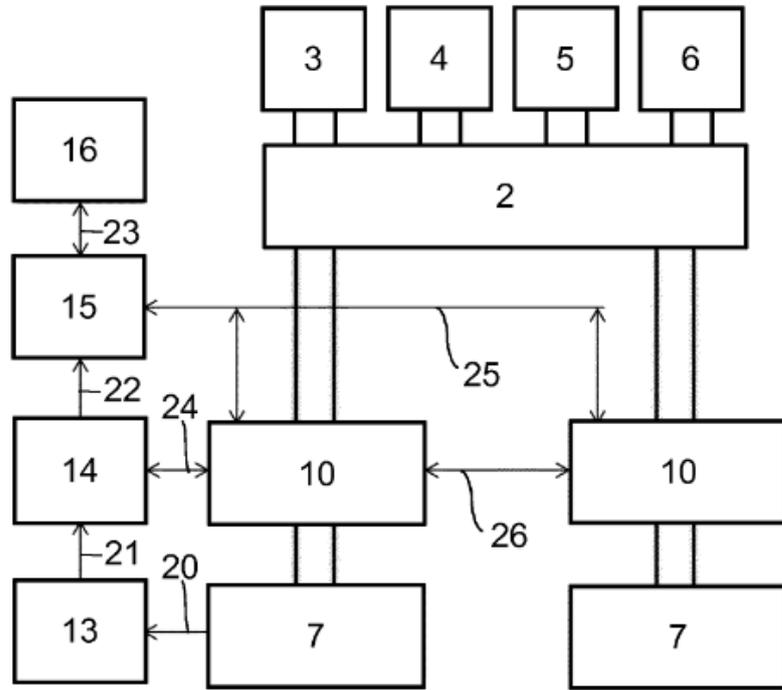


Fig. 1

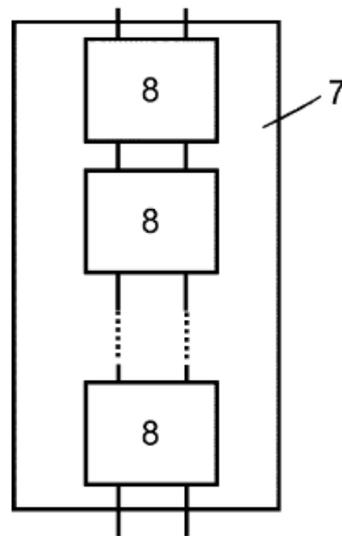


Fig. 2

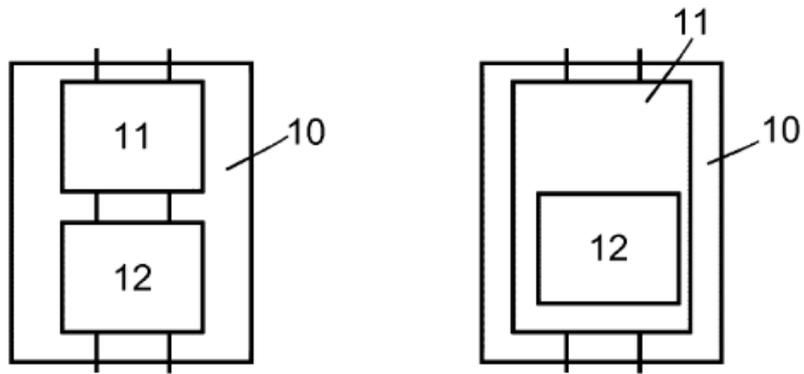


Fig. 3

Fig. 4

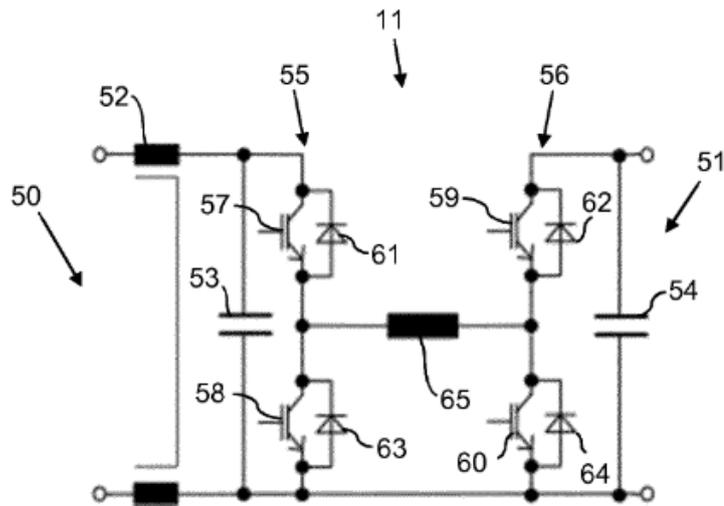


Fig. 5