

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 167**

51 Int. Cl.:

H02J 9/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2018 PCT/EP2018/058790**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2018 WO18185249**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2018 E 18719462 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.06.2021 EP 3607633**

54 Título: **Distribución de la energía eléctrica en un buque**

30 Prioridad:

07.04.2017 EP 17165555

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

16.12.2021

73 Titular/es:

**SIEMENS ENERGY AS (100.0%)
Oestre Aker Vei 88
0596 Oslo, NO**

72 Inventor/es:

**HAUGAN, ESPEN;
KJESBU, HARALD y
VALEN, ALF OLAV**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 886 167 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

Distribución de la energía eléctrica en un buque

5 Campo técnico de la invención

La presente divulgación se refiere a una disposición para la distribución de energía eléctrica en un buque, incluyendo un barco o plataforma y a un método de funcionamiento de una disposición para la distribución de energía eléctrica en un buque.

10

Antecedentes de la invención

15 Para el funcionamiento de un buque, en particular un barco o una plataforma, por ejemplo una plataforma de exploración petrolífera, puede ser necesario distribuir energía eléctrica a una serie de consumidores, como propulsores y bombas, que deben funcionar en el buque. La energía eléctrica puede ser generada por motores primarios, como los motores diésel y los generadores, o puede ser suministrada desde un almacén de energía. El buque o la plataforma pueden incluir componentes esenciales que necesitan ser suministrados con energía eléctrica incluso en el caso de falla de alguna parte del sistema de distribución de energía. En caso de falla, puede ser necesario un sistema de almacenamiento de energía de reserva, para proporcionar la energía eléctrica que no está disponible debido a una falla.

20

Un buque puede tener varios propulsores que son esenciales para su funcionamiento, siendo un número típico de cuatro u ocho propulsores, a los que se suministra energía a través de una red de suministro principal de CA. Para que el buque funcione correctamente y, en particular, para mantener la posición del buque en el agua, estos propulsores deben permanecer operativos. Para cada uno de los propulsores esenciales, se puede proporcionar un sistema particular de almacenamiento de energía de reserva que puede suministrar al propulsor energía eléctrica en caso de falla, por ejemplo, una falla en una red principal de suministro de energía. Los sistemas individuales de almacenamiento de energía de reserva pueden requerir una capacidad relativamente alta y, por lo tanto, pueden ser relativamente grandes en tamaño, costosos y complejos.

25

30 Además, como los sistemas de almacenamiento de energía suelen funcionar con entrada/salida de CC, existe un problema de integración. La gestión de la estabilidad dinámica en la red principal de suministro de CA puede ser difícil cuando el suministro a la red principal de suministro de CA varía, junto con la demanda variable de los propulsores y otros componentes que están acoplados a la misma. Por lo tanto, es deseable proporcionar una disposición mejorada para la distribución de energía eléctrica en un buque y para un método para operar una disposición para la distribución de energía eléctrica en un buque. Los antecedentes relevantes se encuentran en el EP 2 966 740 A2, EP 3 035 477 A1, WO 2016/116595 A1 y EP 3 046 206 A1.

35

Esta necesidad puede ser satisfecha por el objeto según las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

40

Breve descripción de la invención

45 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, un sistema de distribución de energía eléctrica para un buque o plataforma comprende al menos una fuente de energía primaria; en la que la fuente de energía primaria comprende un generador de CA; en donde una primera salida del generador de CA está acoplada a un primer bus de CC a través de un transformador y un convertidor de CA a CC; y en donde una segunda salida del generador de CA está acoplada por separado a un segundo bus de CC a través de un rectificador; en donde el segundo bus de CC es operable a un segundo nivel de voltaje y está conectado a uno o más consumidores primarios; en el que el primer bus de CC es operable a un primer nivel de voltaje, inferior al segundo nivel de voltaje, y está conectado a los consumidores secundarios; y donde, en caso de que la salida del generador de CA a los consumidores primarios en el segundo bus de CC sea insuficiente, la energía de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica se suministra a los consumidores primarios a través del rectificador y del segundo bus de CC.

50

55 En la presente invención, una primera salida del generador de CA se acopla a un primer bus de CC a través de un transformador y un convertidor de CA a CC y una segunda salida del generador de CA se acopla por separado a un segundo bus de CC a través de un rectificador. Esto tiene la ventaja de que en caso de falla, o insuficiencia, de un suministro de energía primaria, la energía almacenada del primer bus de CC se puede suministrar a los consumidores en el segundo bus de CC. Por ejemplo, un segundo circuito de CC puede suministrar energía almacenada a los consumidores de CA de un primer grupo de consumidores de CA si el suministro primario de energía eléctrica falla, o es insuficiente para la necesidad de suministro, y puede suministrar a los consumidores de CA de un segundo grupo de consumidores de CA acoplado a él al mismo tiempo, incluso si el primer y el segundo grupo de consumidores de CA tienen diferentes requisitos de suministro.

60

65 Un segundo circuito de CC puede ser operable a un voltaje diferente a la de un primer circuito de CC, por ejemplo, el segundo circuito de CC asociado al segundo bus de CC puede ser operable a un voltaje más alto que el primer circuito de CC asociado al segundo bus de CC.

5 Preferiblemente, ambos circuitos de CC pueden incluir una fuente de energía almacenada. Por lo tanto, la energía almacenada puede ser suministrada desde los buses de CC, según sea necesario. La fuente de energía primaria puede comprender una pluralidad de generadores para suministrar energía eléctrica al primer circuito de CC, y al segundo circuito de CC, en funcionamiento normal. El rectificador puede incluir un rectificador de diodos.

10 El segundo circuito de CC puede comprender un circuito de CC de voltaje medio, "VM". El segundo circuito de CC puede funcionar, por ejemplo, entre 10 kV y 20 kV, como por ejemplo entre 10 kV y 15 kV, en particular a unos 12 kV de CC. De este modo, el voltaje puede ser adecuada para alimentar a los consumidores convencionales, en particular a los consumidores convencionales de CA que pueden estar conectados, mediante inversores, al segundo circuito de CC. El segundo circuito de CC puede comprender varias secciones de cables de alta potencia. El segundo circuito de CC puede comprender varias secciones de barras de CC (barras colectoras de CC).

15 El primer circuito de CC puede comprender un circuito de CC de voltaje bajo, "LV", y puede funcionar, por ejemplo, por debajo de 1200 V, como entre 500 V y 1000 V, en particular a unos 930 V de CC. De este modo, el voltaje puede ser apropiado para alimentar a consumidores convencionales que funcionan a una potencia diferente a la de los acoplados al segundo circuito de CC, en particular consumidores convencionales de CA que pueden estar conectados, a través de inversores, al primer circuito de CC. El primer circuito de CC puede comprender varias secciones de cables de alta potencia. El primer circuito de CC puede comprender varias secciones de barras de CC (barras colectoras de CC).

20 Las ventajas de tener un primer y un segundo circuito de CC acoplados entre sí a través de un convertidor de potencia son varias. Entre ellas se encuentra la de proporcionar protección entre los circuitos, y también la de permitir la gestión activa del flujo de energía eléctrica en la disposición de distribución en caso de falla del suministro primario de energía eléctrica, y en condiciones normales de funcionamiento.

25 La adaptación del primer y segundo grupo de consumidores de CA a los voltajes de funcionamiento del primer y segundo circuito de CC, respectivamente, evita la necesidad de transformadores, como se requiere en una disposición de distribución de CA para los distintos consumidores, y simplifica la conexión y el funcionamiento de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva en la disposición de distribución. Además, como se utilizan circuitos de CC para el suministro, se evitan los problemas de inestabilidad de los sistemas de distribución de CA débiles. La integración de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva con los consumidores de CA se puede realizar con una arquitectura coherente incluso para diferentes consumidores de CA que requieran cantidades de energía significativamente diferentes durante el funcionamiento del buque.

30 El primer circuito de CC puede estar acoplado operativamente al segundo circuito de CC a través de un convertidor de potencia que está adaptado para controlar la corriente de entrada y de salida y/o el voltaje de entrada y de salida, utilizando la modulación por ancho de pulso. El primer circuito de CC puede estar acoplado operativamente al segundo circuito de CC a través de un convertidor de potencia que comprende un inversor, un transformador y un rectificador, de modo que, en caso de falla del suministro primario de energía eléctrica, es posible que la energía eléctrica del primer circuito de CC pase al segundo circuito de CC a un voltaje coherente con las condiciones normales de funcionamiento del segundo circuito de CC.

40 De este modo, los consumidores de CA del segundo grupo de consumidores de CA pueden funcionar sin necesidad de reconfiguración individual en caso de falla del suministro primario de energía eléctrica.

45 El primer circuito de CC puede estar acoplado operativamente al suministro primario de energía eléctrica a través de un convertidor de potencia, en el funcionamiento normal del suministro primario de energía eléctrica. El primer circuito de CC puede estar acoplado operativamente al suministro primario de energía eléctrica a través de un convertidor de potencia que está adaptado para controlar el voltaje de salida utilizando la modulación de anchura de pulso.

50 El uso de un convertidor de potencia permite adaptar la salida del suministro primario de energía eléctrica a las necesidades de los consumidores de CA del primer grupo de consumidores de CA y a los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva, de modo que la energía eléctrica se pueda suministrar selectivamente a ambos en el funcionamiento normal del suministro primario de energía eléctrica.

55 El convertidor de potencia que acopla el primer circuito de CC al suministro de energía eléctrica primaria en el funcionamiento normal del suministro de energía eléctrica primaria puede estar configurado para un funcionamiento bidireccional, de manera que en el funcionamiento normal del suministro de energía eléctrica primaria la energía eléctrica pasa a través del suministro de energía eléctrica primaria al primer circuito de CC, y en caso de falla del suministro de energía eléctrica primaria puede pasar la energía eléctrica a través del segundo circuito de CC desde el primer circuito de CC.

60 Por lo tanto, el convertidor de potencia puede conmutar entre el funcionamiento del rectificador para pasar la CA de la energía eléctrica primaria al primer circuito de CC como CC, y para pasar la CC del primer circuito de CC como CA, para su rectificación y entrega al segundo circuito de CC. De este modo, puede utilizarse una conexión de CA desde el suministro primario de energía eléctrica hasta el primer circuito de CC en ambas direcciones, lo que simplifica la

disposición.

La disposición para la distribución de energía eléctrica también puede incluir componentes para generar la energía eléctrica, como generadores diésel o generadores de turbina de gas. El suministro primario de energía eléctrica puede incluir uno o más generadores para suministrar energía eléctrica al primer circuito de CC y al segundo circuito de CC, en funcionamiento normal. Por ejemplo, el segundo circuito de CC puede estar acoplado a una pluralidad de generadores conectados en anillo, para suministrar energía eléctrica al segundo circuito de CC. La energía eléctrica suministrada al anillo puede entonces pasar a uno o más consumidores de CA del primer grupo de consumidores de CA en el primer circuito de CC, y además comprende al menos una unidad de disyunción operable para desconectar uno o más generadores del segundo circuito de CC en caso de falla en el segundo circuito de CC, como una falla asociada a un generador. Si uno de los generadores falla, otros generadores asociados pueden seguir proporcionando energía eléctrica de sustitución a los consumidores esenciales de CA en el segundo circuito de CC, o a través del convertidor de potencia al primer circuito de CC. De este modo, se puede mejorar la fiabilidad de la disposición de distribución de energía.

El primer circuito de CC puede incluir una pluralidad de elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva conectados en anillo, para suministrar energía eléctrica al primer circuito de CC y, además, para suministrar energía eléctrica a partir de ellos a uno o más consumidores de CA en el segundo circuito de CC en caso de que falle el suministro de energía eléctrica primario. El primer circuito de CC puede comprender además al menos una unidad de disyunción operable para desconectar uno o más elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva del primer circuito de CC en caso de falla en el primer circuito de CC, como una falla asociada a un elemento de almacenamiento de energía eléctrica de reserva. Si uno de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva falla, otros elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva asociados pueden seguir proporcionando energía eléctrica de sustitución a los consumidores de CA esenciales en el segundo circuito de CC o a través del convertidor de potencia al primer circuito de CC. De este modo, se puede mejorar la fiabilidad del sistema de distribución de energía.

El sistema de distribución de energía eléctrica puede incluir baterías como elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva.

Los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva se proporcionan, según lo expuesto anteriormente, para permitir la consistencia del suministro a los elementos esenciales, en particular a los consumidores de CA esenciales de cualquiera de los grupos de consumidores de CA, como los propulsores, en caso de falla o deficiencia del suministro eléctrico primario. Los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva pueden alimentar directamente la energía eléctrica en el primer circuito de CC, e indirectamente alimentar a los consumidores de CA en el segundo circuito de CC.

Esencialmente, los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva pueden proporcionar un suministro de energía de CC al primer y segundo circuitos de CC en caso de falla. En condiciones normales, los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva pueden cargarse desde el suministro de energía eléctrica primario. Cada uno de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva puede, individualmente o en combinación con otros elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva, desconectarse del primer circuito de CC, a fin de retirarlos del anillo. De este modo, en caso de un posible falla en uno de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva, el elemento de almacenamiento de energía eléctrica de reserva que presenta la falla puede desconectarse del primer circuito de CC, de forma rápida y fiable. Esto permite el funcionamiento continuo de los otros elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva, ya sea para suministrar energía eléctrica a los consumidores del buque, o para permitir que los elementos de reserva se llenen o carguen, cuando el suministro de los mismos funciona normalmente.

Hay varias ventajas en tener la pluralidad de elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva, conectados entre sí en un anillo en funcionamiento normal. En particular, los diferentes consumidores de CA instalados en el buque, como los diferentes propulsores, pueden requerir diferentes cantidades de energía durante el funcionamiento del buque. Puesto que, en la disposición según las realizaciones de ejemplo de la presente invención, un elemento de almacenamiento de energía eléctrica de reserva particular, no está asociado a un consumidor particular exclusivamente, los elementos de reserva pueden ser capaces de tener una capacidad de suministro de energía menor en comparación con los sistemas convencionales.

Esto se debe a que la salida de energía de la pluralidad de elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva se puede compartir y combinar y utilizar para suministrar a cualquiera, o a todos, los diferentes consumidores en el primer o segundo circuito de CC. En particular, el suministro de energía sólo desde un elemento de almacenamiento de energía eléctrica de reserva específico asociado a un consumidor de CA específico evita la necesidad de que un elemento de almacenamiento de energía eléctrica de reserva particular esté diseñado para suministrar suficiente energía a un consumidor de CA particular. La potencia combinada de todos los elementos de reserva se puede elegir de forma que se pueda satisfacer la demanda combinada de energía de todos los consumidores. De este modo, el espacio, la complejidad y la capacidad de la pluralidad de elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva se pueden reducir en comparación con los sistemas convencionales.

La unidad de interrupción puede comprender uno o más sensores y un controlador electrónico que opera el sensor y

adquiere señales de medición. De este modo, la unidad de corte puede funcionar de forma autónoma, en forma independiente. La unidad de corte puede programarse para establecer el valor umbral por encima del cual la unidad de corte puede desconectar o interrumpir la conexión dentro del anillo. De este modo, no se requiere ningún equipo adicional de medición o control para hacer funcionar la disposición.

5

Para configurar la disposición de distribución de energía eléctrica en un estado de funcionamiento normal o en un estado de falla, se pueden proporcionar varios interruptores entre los diferentes componentes de la disposición. Al menos los interruptores entre los elementos de apoyo pueden estar configurados como unidades de interrupción con velocidades de conmutación muy rápidas. Otros interruptores también pueden comprender interruptores mecánicos que tienen velocidades de conmutación mucho más bajas, tales como velocidades de conmutación que son 10 veces menos que la velocidad de conmutación de las unidades de interruptor entre los elementos de respaldo.

10

Según una realización de la presente invención, un consumidor de CA se puede conectar al circuito de CC a través de un sistema inversor. El consumidor de CA puede comprender uno o varios de los accionamientos de velocidad variable, un propulsor o un equipo auxiliar.

15

El sistema inversor puede invertir la CC en una CA o en una corriente que comprenda una señal cuadrada o rectangular con un ciclo de trabajo y una frecuencia ajustables. En particular, un propulsor puede ser operado a una frecuencia deseada y el sistema inversor puede ser adaptado para proporcionar la corriente de potencia que tiene la frecuencia deseada, como una corriente de potencia armónica o una onda rectangular o cuadrada.

20

De esta manera, diferentes propulsores del buque pueden, por ejemplo, ser operados a diferentes frecuencias o velocidades de rotación, con el fin de asegurar el posicionamiento del buque como se desea.

25

Según una realización de la presente invención, al menos un propulsor recibe energía del circuito de CC a través de dos inversores del sistema inversor. Proporcionar cuatro dos corrientes para los consumidores de CA puede apoyar a los consumidores de CA convencionales, como los propulsores de manera ventajosa. Pueden ser posibles otros números de inversores.

30

El segundo grupo de consumidores de CA puede incluir un propulsor alimentado desde el segundo circuito de CC por un inversor de propulsor, y el primer grupo de consumidores de CA incluye equipos auxiliares asociados a dicho propulsor que se alimentan desde el primer circuito de CC por un inversor auxiliar. El inversor auxiliar puede estar provisto de dos conexiones al primer circuito de CC, por ejemplo a diferentes partes del anillo de distribución del segundo circuito de CC.

35

De acuerdo con una realización de la presente invención, la disposición comprende además una barra de CA, que tiene consumidores de CA en un tercer grupo de consumidores de CA acoplados a ella. La barra de CA se puede alimentar a través de un inversor con energía eléctrica procedente del primer circuito de CC. Los consumidores de CA del tercer grupo de consumidores de CA pueden ser equipos auxiliares. La barra de CA se puede conectar con al menos otra barra de CA para formar un anillo de CA.

40

La embarcación puede funcionar en el mar y puede comprender, por ejemplo, una plataforma o un barco.

45

Se debe entender que las características que se proporcionan, explican o emplean, individualmente o en cualquier combinación, para una disposición para la distribución de energía eléctrica en un buque también se pueden proporcionar o utilizar en un método para operar una disposición para la distribución de energía eléctrica en un buque de acuerdo con una realización de la presente invención y viceversa.

50

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, un método de funcionamiento de un sistema de distribución de energía eléctrica para un buque o plataforma, comprendiendo el sistema al menos una fuente de energía primaria; donde la fuente de energía primaria comprende un generador de CA; donde una primera salida del generador de CA está acoplada a un primer bus de CC a través de un transformador y un convertidor de CA a CC; y donde una segunda salida del generador de CA está acoplada por separado a un segundo bus de CC a través de un rectificador; donde el segundo bus de CC está conectado a uno o más consumidores primarios; donde el primer bus de CC está conectado a consumidores secundarios; el método comprende operar el primer bus de CC a un primer nivel de voltaje; operar el segundo bus de CC a un segundo nivel de voltaje, superior al primer nivel de voltaje; y en caso de que la salida del generador de CA hacia los consumidores primarios en el segundo bus de CC sea insuficiente, suministrar energía de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica a los consumidores primarios a través del rectificador y del segundo bus de CC.

55

60

El método se puede realizar mediante una disposición para la distribución de energía como se menciona en cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento.

65

Otras características de la invención serán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes, y la descripción siguiente.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la presente invención se describen ahora con referencia a los dibujos adjuntos. La invención no está restringida o limitada a las realizaciones ilustradas o descritas.

5 Las realizaciones de la invención se han descrito con referencia a diferentes materias. En particular, algunas realizaciones se han descrito con referencia a reivindicaciones de tipo método mientras que otras realizaciones se han descrito con referencia a reivindicaciones de tipo aparato. Sin embargo, un experto en la materia deducirá de lo anterior y de la siguiente descripción que, a menos que se notifique lo contrario, además de cualquier combinación de características que pertenezcan a un tipo de materia, cualquier combinación de características relativas a diferentes materias, en particular
10 entre las características de las reivindicaciones de tipo método y las características de las reivindicaciones de tipo aparato, se considera también divulgada por este documento.

A continuación se describirán ejemplos de una disposición y un método de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

15 Las figuras 1A y 1B ilustran esquemáticamente un diagrama de circuito de una disposición para la distribución de energía eléctrica de acuerdo con una realización de la presente invención;

20 Las figuras 2A y 2B ilustran esquemáticamente un diagrama de circuito de una disposición para la distribución de energía eléctrica según otra realización de la presente invención;

La figura 3 ilustra esquemáticamente un diagrama de circuito de una disposición para la distribución de energía eléctrica a un propulsor y su equipo auxiliar, para su uso en otra realización de la presente invención; y

25 La figura 4 ilustra esquemáticamente un método de funcionamiento de una disposición de distribución de energía eléctrica almacenada, según otra realización de ejemplo de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones de ejemplo

30 La ilustración de los dibujos es de forma esquemática. Se observa que en diferentes figuras, elementos similares o idénticos están provistos de los mismos signos de referencia o de signos de referencia, que son diferentes de los signos de referencia correspondientes sólo dentro del primer dígito.

35 La presente divulgación puede proporcionar un sistema de distribución de energía eléctrica en un buque o plataforma con el que se consigue un sistema fiable de reserva de energía que requiere un equipo menos complejo, que es menos voluminoso y costoso, al tiempo que garantiza un suministro fiable y seguro de energía eléctrica a los componentes esenciales del buque en caso de que se produzca una falla en una red principal de distribución de energía o en algunos subcomponentes dentro de la red de distribución de energía.

40 La disposición 100 para la distribución de energía eléctrica en un buque, ilustrada en la figura 1, comprende un primer circuito de CC 101 con una pluralidad de elementos de suministro de energía eléctrica de reserva en forma de baterías 103. En funcionamiento normal, el primer circuito de CC 101 es alimentado por generadores 127, a través de convertidores de potencia 133, siendo los generadores 127 los responsables del suministro primario de energía eléctrica a la disposición 100. El primer circuito de CC 101 comprende un circuito de CC de voltaje bajo (LV), que funciona, por ejemplo, a unos
45 930 V de CC, según la salida de los convertidores de potencia 133.

En funcionamiento normal, los consumidores de CA acoplados al primer circuito de CC 101 y que comprenden un primer grupo de consumidores de CA son alimentados desde el primer circuito de CC 101 con energía eléctrica procedente de los generadores 127 a través de los convertidores de potencia 127. El primer grupo de consumidores de CA comprende los propulsores 123, como se describe con más detalle a continuación. En funcionamiento normal, la energía eléctrica suministrada al primer circuito de CC 101 también puede suministrarse a los elementos de suministro de energía eléctrica de reserva para su almacenamiento, es decir, para cargar las baterías 103.
50

También forma parte de la disposición 100 el segundo circuito de CC 102 que, en funcionamiento normal, también es alimentado por los generadores 127. Los generadores 127 comprenden motores diesel acoplados a generadores eléctricos de CA. Un rectificador 130 asociado al generador 127 convierte la CA suministrada a su entrada en CC, para alimentar el segundo circuito de CC como "alimentación de HV" en la figura 1. En funcionamiento normal, durante, el rectificador se alimenta de la salida del generador asociado 127. El segundo circuito de CC 102 comprende un circuito de CC de voltaje medio (VM) que, por ejemplo, funciona a unos 12 kV de CC.
60

En caso de falla del suministro primario de energía eléctrica procedente de los generadores 127, los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva suministran energía almacenada al primer circuito de CC 101, para su uso en los consumidores de CA del primer grupo de consumidores de CA.

65 Además, el primer circuito de CC 101 está acoplado al convertidor de potencia 133, que permite desviar la energía del primer circuito de CC 101 al segundo circuito de CC 102 a un nivel de voltaje más alto del segundo circuito de CC, para

su uso en los consumidores de CA del segundo grupo de consumidores de CA.

Además de suministrar energía eléctrica a la alimentación de HV para alimentar el segundo circuito de CC, la alimentación de energía eléctrica primaria también alimenta el convertidor de potencia 133 a través de la alimentación de LV de la figura 1, mediante el interruptor de aislamiento 141 y el transformador 143. Entre el transformador 143 y el convertidor de potencia 133 hay un filtro 145, como se explica con más detalle a continuación en relación con el funcionamiento en caso de falla del suministro primario de energía eléctrica.

En funcionamiento normal, la alimentación de LV procedente del suministro primario de energía eléctrica pasa, en forma de CA, al convertidor de potencia 133, y la energía eléctrica se suministra de esta forma al primer circuito de CC 101. El convertidor de potencia 133 controla el voltaje de funcionamiento del primer circuito de CC. Entre el convertidor de potencia 147 y el primer circuito de CC hay elementos de protección 147 en forma de interruptor y fusible.

En caso de falla de la fuente de energía eléctrica primaria, el convertidor de potencia 133 cambia su modo de funcionamiento y pasa la energía eléctrica al segundo circuito de CC. En este caso, el convertidor de potencia funciona como un inversor con modulación de anchura de impulsos, y la salida del mismo es filtrada por el filtro 145, y transformada por el transformador 143 para que sea compatible con el voltaje alterno normal de la alimentación de LV. El suministro de LV funciona de este modo para alimentar el rectificador 130, y de este modo la energía de las baterías 103 se pone a disposición de los consumidores de CA del segundo grupo de consumidores de CA. Otra función del transformador 143 es proporcionar aislamiento galvánico entre el primer y el segundo circuito de CC.

El funcionamiento de los convertidores de potencia 133 y de los demás elementos activos, como los disyuntores que se describen a continuación, es realizado por un controlador (no representado) en función de las condiciones detectadas en la disposición 100 para la distribución de energía eléctrica y en el buque en general, de acuerdo con las consideraciones normales del sistema de control. El controlador puede estar centralizado o distribuido, y se debe entender como responsable de determinar la conexión de los elementos del circuito y la distribución de la energía eléctrica como se describe en este documento.

A través de un sistema de inversores 117 que comprende cuatro inversores 119, 119', el primer circuito de CC 101 puede conectarse, mediante interruptores 121 y fusibles 122, a los consumidores de CA del primer grupo de consumidores de CA. En el ejemplo ilustrado, los consumidores de CA 123 son propulsores esenciales, pero el tipo real de consumidor de CA y su potencia dependen de la aplicación. Por ejemplo, se prevén propulsores con una potencia de 5,5MW.

En este ejemplo, la embarcación alimentada con energía eléctrica por la disposición 100 comprende cuatro propulsores 123 acoplados al primer circuito de CC, que se utilizan para posicionar la embarcación en el mar. Los propulsores 123 comprenden propulsores de babor de proa y de popa y propulsores de estribor de proa y de popa. Se pueden proporcionar más o menos propulsores. A diferencia de la distribución de CA, que suele requerir un transformador y un controlador de electrónica de potencia específico para cada propulsor, el uso de una alimentación de CC adecuada para los inversores y la configuración de éstos permite integrar fácilmente las funciones de conversión de energía y de control del propulsor. Esto permite eliminar el transformador, ahorrando de este modo espacio alrededor del propulsor y simplificando su conexión a la disposición de distribución. Además, esta disposición permite un mejor control cuando se accionan propulsores a baja velocidad, porque, a diferencia de una disposición de distribución de CA, la salida de los inventores no está vinculada a la frecuencia de funcionamiento de la entrada de CA.

En el primer circuito de CC 101, el sistema inversor 117 comprende además un inversor 119' que funciona como inversor de consumo para suministrar energía de CA, a través de un elemento de filtro 165 y un transformador de consumo 167, a un anillo de consumo auxiliar 169, 169'. El anillo de consumo auxiliar 169 está dividido en secciones por medio de los disyuntores 163, 163' con fines de protección en caso de que falle una parte del mismo. El anillo de consumidores auxiliares puede incluir consumidores auxiliares como un tercer grupo de consumidores de CA, como una bomba para un soporte o similar, o un auxiliar de propulsión (no se muestra en la figura 1). En este ejemplo, el anillo de consumidores auxiliares 169, 169' tiene un valor nominal de 690 V, pero el valor nominal depende de la aplicación específica, como se entenderá.

De manera similar, en el segundo circuito de CC 102 se utilizan inversores 137 en el segundo circuito de CC 103 para conectar, mediante interruptores 139, a los consumidores de CA 135 del primer grupo de consumidores de CA. En el ejemplo ilustrado, los consumidores de CA 135 comprenden propulsores, un transformador de utilidad, un transformador de perforación o similares.

Las baterías 103 están conectadas al primer circuito de CC 101 por medio de los primeros buses de CC (105, 105'), por ejemplo secciones de cable, o secciones de barras de bus, a través de un interruptor 115 y un fusible 113, y están provistas de protección local en forma de un interruptor 115' y un fusible 113'. En el ejemplo mostrado, las baterías 103 son capaces de proporcionar 1,25 MW durante un máximo de 60 minutos, pero se pueden elegir otras capacidades de almacenamiento según los requisitos operativos. Dado que el convertidor de potencia 133 opera para controlar el voltaje en el primer circuito de CC, no es necesario el transformador/rectificador local que, de otro modo, podría ser necesario para acoplar las baterías a una disposición de distribución de CA. Mediante la integración del diseño del convertidor de potencia 133 y de la batería 103 con la demanda de los consumidores de CA del primer grupo de consumidores de CA, se hace posible

el funcionamiento del primer circuito de CC para alimentar los inversores de los consumidores de CA del primer grupo de consumidores de CA, y las baterías sin ningún requisito de conversión CC-CC. Así, el convertidor de potencia simplifica la conexión de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva al primer circuito de CC.

5 Los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva están conectados en un anillo, formado por secciones de cable o secciones de barra 105, 105'. Las unidades de corte 109 están situadas entre las secciones de barra 105, 105'. Cada unidad de disyuntor 109 comprende transistores de potencia conectados en serie para interrumpir una conexión de una sección de barra 105, 105' en el primer circuito de CC 101 en unos pocos microsegundos. La desconexión se puede producir, por ejemplo, en caso de falla. Para la detección de dicha falla, cada unidad de disyuntor 109 comprende sensores de medición y una lógica de control que desconecta o interrumpe una conexión si, por ejemplo, una corriente medida está por encima de un umbral de corriente y/o una diferencia de voltaje medido entre los dos lados está por encima de un umbral de voltaje.

15 En el segundo circuito de CC 102 cada uno de la pluralidad de generadores 127 está conectado a en un anillo, formado por los segundos buses de CC 125, 125', por ejemplo, tramos de cable o tramos de barra a través de interruptores 129. En la figura 1, los rectificadores 130 se muestran esquemáticamente como un simple diodo, pero debe entenderse que pueden utilizarse otras disposiciones de rectificación, con la funcionalidad de diodo del rectificador que bloquea el flujo de energía del segundo circuito de CC 102 de vuelta al generador asociado 127, y al primer circuito de CC 101, como se explica con más detalle en relación con el funcionamiento del convertidor de potencia 133.

20 Las unidades de disyunción 129 están situadas entre las secciones de barra 125, 125'. Cada unidad de disyunción 129 comprende transistores de potencia conectados en serie para interrumpir una conexión de las secciones de barra 125, 125' en el segundo circuito de CC 102 en unos pocos microsegundos. La desconexión se puede producir, por ejemplo, en caso de falla. Para la detección de dicha falla, cada unidad de disyuntor 129 comprende sensores de medición y una lógica de control que desconecta o interrumpe una conexión si, por ejemplo, una corriente medida está por encima de un umbral de corriente y/o una diferencia de voltaje medido entre los dos lados está por encima de un umbral de voltaje. Como se apreciará, la redundancia en la interconexión entre el primer y el segundo circuito de CC, en ambas direcciones, aumenta la resistencia operativa de la disposición en general en respuesta a fallas en un elemento individual. Mientras que la figura 1 incluye una disposición que se muestra en dos partes en las figuras 1A y 1B, la disposición es escalable, por lo que se puede ampliar a tres, cuatro o más partes correspondientes.

35 Las figuras 2A y 2B ilustran esquemáticamente un diagrama de circuito de una disposición para la distribución de energía eléctrica 200, de acuerdo con otra realización de la presente invención. En esta realización hay dos variaciones, en comparación con la realización de las figuras 1A y 1B.

40 En primer lugar, los convertidores CC-CC 223 se proporcionan entre el primer circuito de CC y las baterías 103. Los convertidores CC 223 son útiles para controlar el suministro de carga a las baterías 103, y para igualar el voltaje de las baterías al voltaje de funcionamiento del primer circuito de CC cuando se produce la descarga de las baterías para alimentar el primer circuito de CC. Los convertidores CC-CC 223 permiten una mejor adaptación de las baterías 103 al voltaje de funcionamiento del primer circuito de CC, en el caso de que las baterías supongan un drenaje relativamente pequeño de este circuito y, en consecuencia, una fuente de alimentación relativamente pequeña para el mismo, si se tiene en cuenta el voltaje de funcionamiento y la potencia de los consumidores/convertidores de CA acoplados al mismo.

45 En segundo lugar, para aumentar la flexibilidad en las opciones de almacenamiento de energía, se proporciona una batería 203, acoplada a cada uno de los anillos que forman el segundo circuito de CC. En otras realizaciones que no se muestran, se pueden proporcionar convertidores CC-CC para las baterías 203 del segundo circuito de CC.

50 La figura 3 ilustra esquemáticamente un diagrama de circuito de una disposición para la distribución de energía eléctrica a un propulsor y su equipo auxiliar, según otra realización de la presente invención.

55 Como alternativa, o además del uso del anillo de consumidores auxiliares 169 mostrado en la figura 1, puede haber ventajas en el uso del segundo circuito de CC 102 para suplir a los consumidores de CA, como los componentes auxiliares. La figura 3 muestra los componentes auxiliares del propulsor 135 asociados a un propulsor 135. El propulsor 135 se alimenta del segundo circuito de CC mediante un inversor 137 y, por tanto, forma parte del segundo grupo de consumidores de CA. El primer grupo de consumidores de CA comprende el equipo auxiliar 135', que se alimentará desde el primer circuito de CC 101 mediante un inversor auxiliar 237. Un filtro 239 se encarga de suavizar la salida del inversor auxiliar 237. Para aumentar la resistencia, el equipo auxiliar 135' está conectado a más de una parte del segundo circuito de CC, en este caso a la barra 105 y a la barra 105'.

60 Como se apreciará, la redundancia en la alimentación del equipo auxiliar 135' asegura la consistencia de la alimentación, si alguna de las partes del segundo circuito de CC sufre una falla. Los diodos 230, 230' se proporcionan para el aislamiento de las dos barras 105, 105' en el lado de entrada del inversor auxiliar 237, donde se encuentran las dos conexiones a las barras 105, 105', y los interruptores 231, 231' están configurados para aislar selectivamente los componentes auxiliares 135' del segundo circuito de CC si es necesario.

65 Normalmente, el primer bus de CC 105 puede funcionar a un primer nivel de voltaje y el segundo bus de CC 125 puede

5 funcionar a un segundo nivel de voltaje, superior al primer nivel de voltaje. En caso de que la salida del generador de CA 127 hacia los consumidores primarios 135 en el segundo bus de CC 125 sea insuficiente, o falle, entonces se suministra energía de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica a los consumidores primarios a través del rectificador 130 y el segundo bus de CC 125. Los elementos de almacenamiento de energía eléctrica 103, 203 pueden estar en el primer o segundo bus de CC.

10 La figura 4 ilustra esquemáticamente un método de funcionamiento de una disposición de distribución de energía eléctrica almacenada, según una realización de ejemplo de la presente invención. El método se lleva a cabo en un recipiente en caso de falla, o insuficiencia, de un suministro primario de energía eléctrica. En el paso S1 se puede suministrar energía eléctrica a uno o más consumidores de CA de un primer grupo de consumidores de CA acoplado al primer circuito de CC 101 de un buque, por ejemplo, desde un elemento de almacenamiento de energía eléctrica de reserva 103 del primer circuito de CC. En el paso S2 se puede suministrar energía eléctrica a uno o más consumidores de CA 135 en un segundo grupo de consumidores de CA acoplado al segundo circuito de CC 102, desde el primer circuito de CC 101 y a través del rectificador 130, en caso de falla del suministro de energía eléctrica primaria, o que no haya suficiente suministro de energía disponible desde el suministro de energía primaria. En otros pasos, no mostrados, la energía eléctrica puede pasar del suministro de energía eléctrica primaria (127), cuando está operativa, a los primeros y segundos circuitos de CC 101, 102.

20 Mediante el uso de una disposición de distribución eléctrica como la descrita en el presente documento, se puede conseguir una alta seguridad y una alta fiabilidad del funcionamiento del buque, y los costos implicados en el escalado de la energía de reserva. Por ejemplo, puede proporcionarse una relación uno a uno entre los generadores y los convertidores de potencia para distribuir la energía eléctrica desde los generadores al primer circuito de CC, y entre las baterías y los mismos convertidores de potencia asociados. Como se apreciará, la distribución de la generación y la distribución de la energía eléctrica a través de una pluralidad de generadores/baterías con una pluralidad asociada de convertidores de potencia, como se describe, aumenta la resiliencia en la disposición, y también permite una menor calificación de los elementos individuales distribuidos.

30 Cabe señalar que el término "que comprende" no excluye otros elementos o pasos y "un" o "una" no excluye una pluralidad. También se pueden combinar los elementos descritos en asociación con diferentes realizaciones. Todas las características divulgadas en esta especificación (incluyendo las reivindicaciones, el resumen y los dibujos que la acompañan), y/o todos los pasos de cualquier método o proceso divulgado, se pueden combinar en cualquier combinación, excepto las combinaciones en las que al menos algunas de dichas características y/o pasos son mutuamente excluyentes.

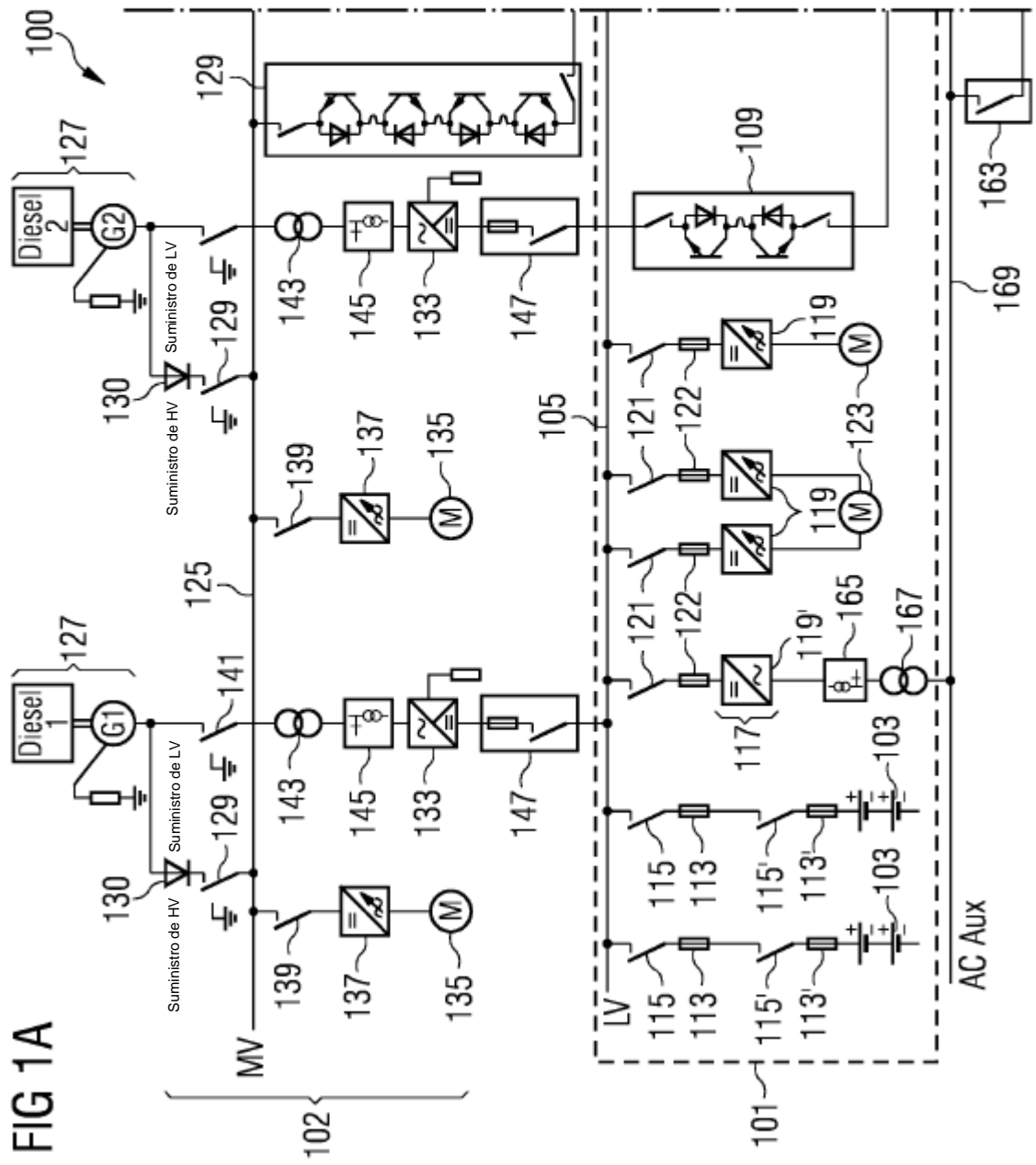
35 Cada una de las características divulgadas en esta especificación (incluidas las reivindicaciones, el resumen y los dibujos que la acompañan) puede ser sustituida por otras características alternativas que sirvan para el mismo propósito, equivalente o similar, a menos que se indique expresamente lo contrario. Por lo tanto, a menos que se indique expresamente lo contrario, cada característica divulgada es sólo un ejemplo de una serie genérica de características equivalentes o similares. También hay que señalar que los signos de referencia en las reivindicaciones no se deben interpretar como una limitación del alcance de las mismas. La invención no se limita a los detalles de las realizaciones anteriores.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de distribución de energía eléctrica para un buque o plataforma, que comprende al menos una fuente de energía primaria (127); en donde la fuente de energía primaria comprende un generador de CA; en donde una primera salida del generador de CA se acopla a un primer bus de CC (105) a través de un transformador (143) y un convertidor de CA a CC (133); y donde una segunda salida del generador de CA se acopla por separado a un segundo bus de CC (125) a través de un rectificador (130); donde el segundo bus de CC (125) es operable a un segundo nivel de voltaje y está conectado a uno o más consumidores primarios (125); donde el primer bus de CC (105) es operable a un primer nivel de voltaje, inferior al segundo nivel de voltaje y está conectado a consumidores secundarios (123); y donde, en caso de que la salida del generador de CA (127) hacia los consumidores primarios (135) en el segundo bus de CC (125) sea insuficiente, se suministra energía de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica (103) a los consumidores primarios (135) a través del rectificador (130) y del segundo bus de CC (125).
- 15 2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde un segundo circuito de CC (102) asociado al segundo bus de CC (125) es operable a un voltaje más alta que un primer circuito de CC (101) asociado al primer bus de CC (105).
3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en donde ambos circuitos de CC (102, 101) incluyen una fuente de energía almacenada (103).
- 20 4. Un sistema de acuerdo con al menos la reivindicación 2, en donde la fuente de energía primaria comprende una pluralidad de generadores (127) para suministrar energía eléctrica al primer circuito de CC (101), y al segundo circuito de CC (102), en funcionamiento normal.
- 25 5. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el rectificador (130) comprende un rectificador de diodos.
6. Un sistema de acuerdo con al menos la reivindicación 2, en donde el segundo circuito de CC (102) comprende un circuito de CC de voltaje medio, y el primer circuito de CC (101) comprende un circuito de CC de voltaje bajo.
- 30 7. Un sistema de acuerdo con al menos la reivindicación 2, en donde el primer circuito de CC (101) está acoplado operativamente al segundo circuito de CC (102) a través de un convertidor de potencia que comprende un inversor (133), un transformador (143) y un rectificador (130), en caso de falla del suministro primario de energía eléctrica.
- 35 8. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el suministro de energía eléctrica primaria está acoplado operativamente al primer circuito de CC a través del convertidor de potencia (133), en funcionamiento normal del suministro de energía eléctrica primaria.
- 40 9. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el convertidor de potencia (133) está configurado para un funcionamiento bidireccional, de manera que en el funcionamiento normal del suministro de energía eléctrica primaria, la energía eléctrica pasa a través del suministro de energía eléctrica primaria al primer circuito de CC (101), y en caso de falla del suministro de energía eléctrica primaria, la energía eléctrica pasa a través del segundo circuito de CC (102) desde el primer circuito de CC (101).
- 45 10. Un sistema de acuerdo con al menos la reivindicación 2, en donde el segundo circuito de CC (102) comprende una pluralidad de generadores (127) acoplados al mismo para suministrar energía eléctrica al segundo circuito de CC (102), y conectados en un anillo (125, 125') y para suministrar energía eléctrica desde ellos a uno o más consumidores de CA de un primer grupo de consumidores de CA (135), y comprende además al menos una unidad de corte (129) operable para desconectar uno o más generadores (127) del segundo circuito de CC (102) en caso de falla en el segundo circuito de CC (102).
- 50 11. Un sistema de acuerdo con al menos la reivindicación 2, en donde el primer circuito de CC (101) comprende una pluralidad de elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva (103) conectados en anillo, para suministrar energía eléctrica al primer circuito de CC (101) y, además, para suministrar energía eléctrica a uno o varios consumidores de CA en el segundo circuito de CC (102) en caso de falla del suministro primario de energía eléctrica, y comprende, además, al menos una unidad de corte operable para desconectar uno o varios elementos de almacenamiento de energía eléctrica de reserva del primer circuito de CC en caso de falla en el primer circuito de CC (101).
- 55 12. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde los elementos de almacenamiento de energía eléctrica de respaldo comprenden una batería (103) para almacenar energía eléctrica, para su uso en caso de falla del suministro de energía eléctrica primario.
- 60 13. Un sistema de acuerdo con al menos la reivindicación 10, en donde los consumidores de CA del primer grupo de consumidores de CA (123) están conectados al primer circuito de CC (101) a través de un sistema inversor (119, 119'), y/o en donde los consumidores de CA de un segundo grupo de consumidores de CA (135) están conectados al segundo circuito de CC (102) a través de un sistema inversor (137).
- 65

14. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en donde los consumidores de CA del primer y/o segundo grupo de consumidores de CA (123, 135) comprenden uno o más de: un accionamiento de velocidad variable, un propulsor o un equipo auxiliar.
- 5 15. Un sistema de acuerdo con al menos la reivindicación 13, en donde el segundo grupo de consumidores de CA comprende un propulsor (135) alimentado desde el segundo circuito de CC (102) por un inversor de propulsor (137), y el primer grupo de consumidores de CA comprende un equipo auxiliar (135') asociado a dicho propulsor (135) y que es alimentado desde el primer circuito de CC (101) por un inversor auxiliar (237).
- 10 16. Un método de funcionamiento de un sistema de distribución de energía eléctrica para un buque o plataforma, el sistema comprende al menos una fuente de energía primaria (127); donde la fuente de energía primaria comprende un generador de CA; donde una primera salida del generador de CA está acoplada a un primer bus de CC (105) a través de un transformador (143) y un convertidor de CA a CC (133); y donde una segunda salida del generador de CA está acoplada por separado a un segundo bus de CC (125) a través de un rectificador (130); donde el segundo bus de CC está conectado a uno o más consumidores primarios (135); en donde el primer bus de CC (105) está conectado a los consumidores secundarios (123); el método comprende hacer funcionar el primer bus de CC (105) a un primer nivel de voltaje; hacer funcionar el segundo bus de CC (125) a un segundo nivel de voltaje, superior al primer nivel de voltaje; y en el caso de que la salida del generador de CA a los consumidores primarios (135) en el segundo bus de CC (125) sea insuficiente, suministrar energía de los elementos de almacenamiento de energía eléctrica a los consumidores primarios (135) a través del rectificador (130) y del segundo bus de CC (125).
- 15
- 20

FIG 1
 FIG 1A FIG 1B



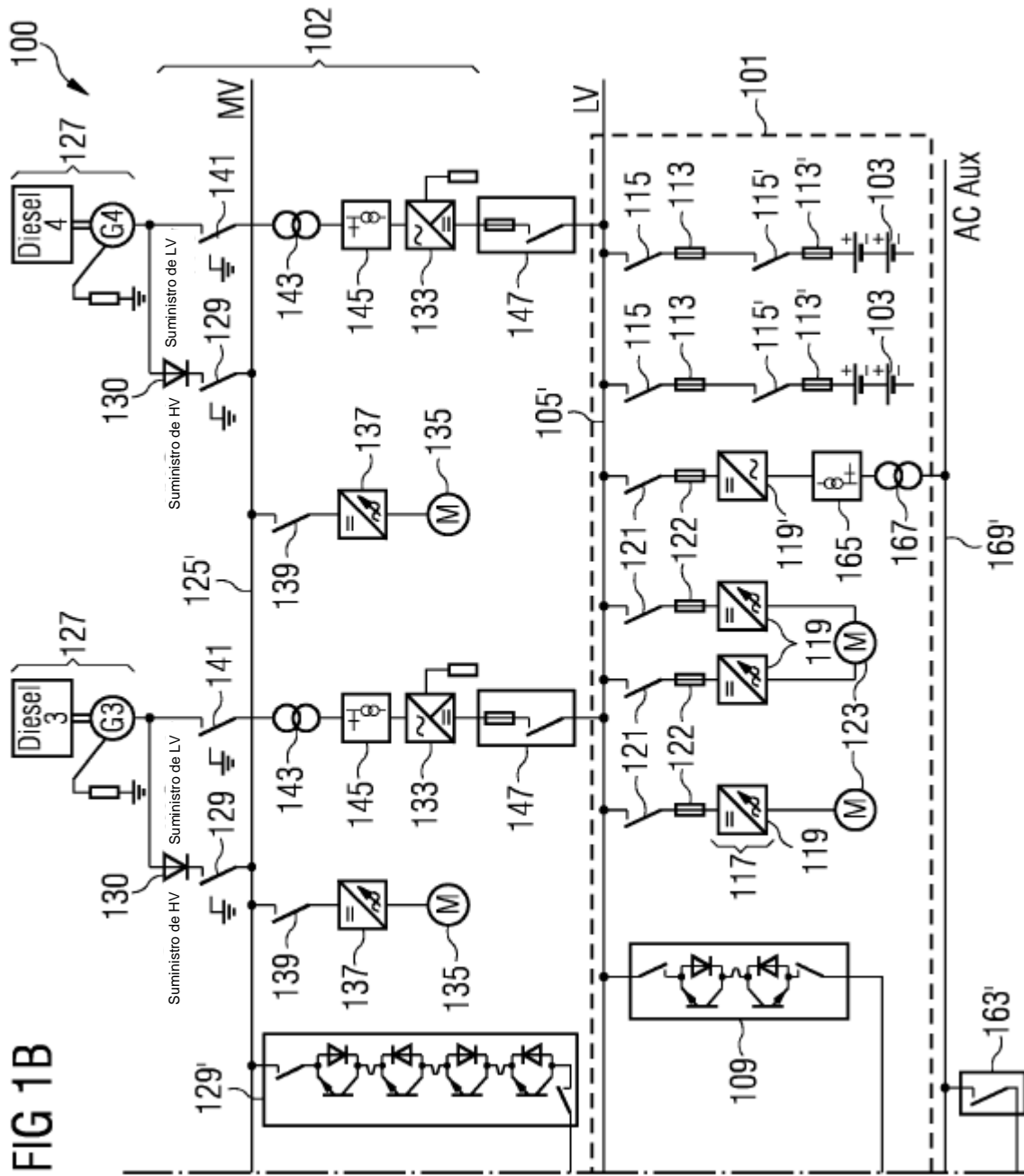
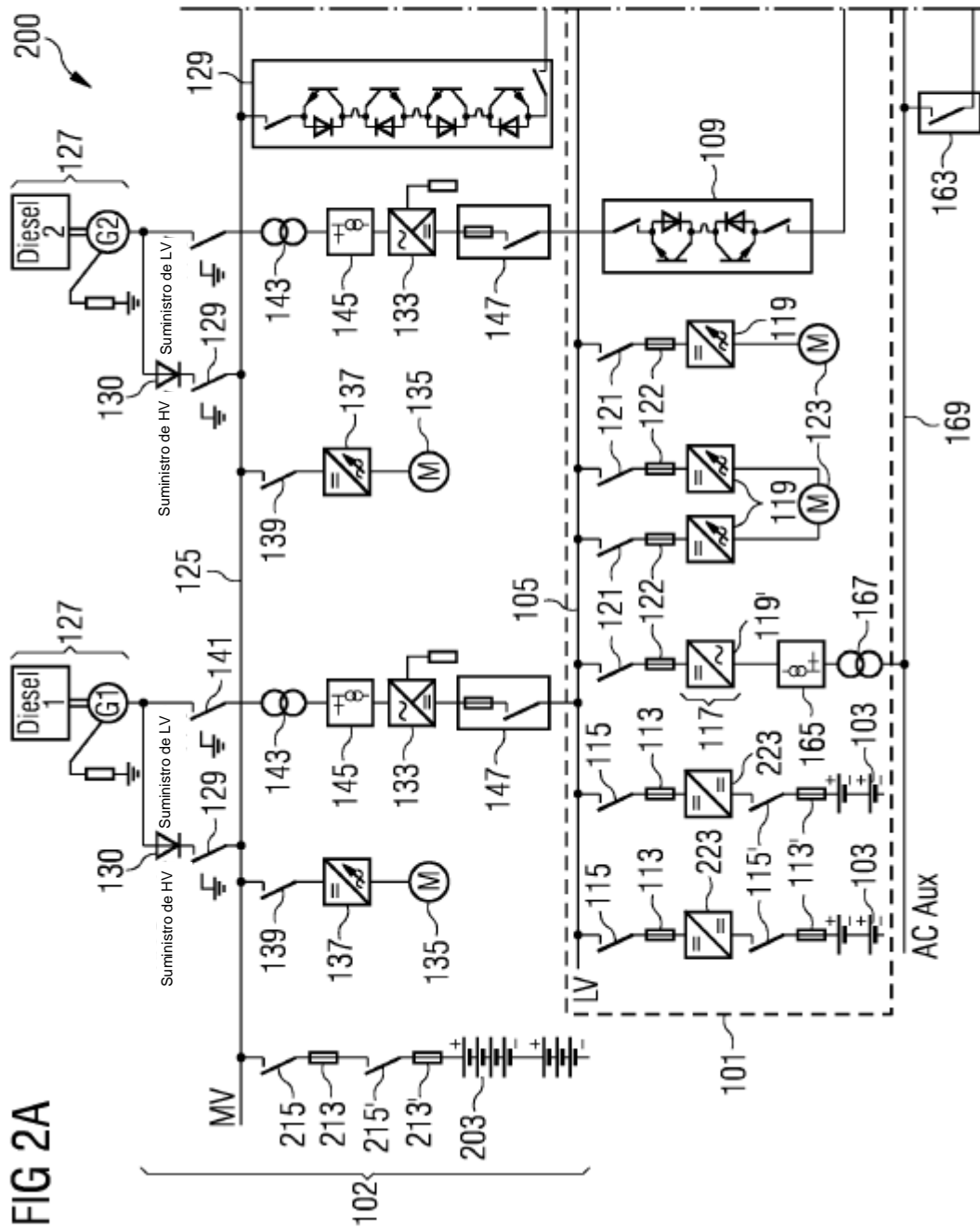


FIG 1B

FIG 2
 FIG 2A FIG 2B



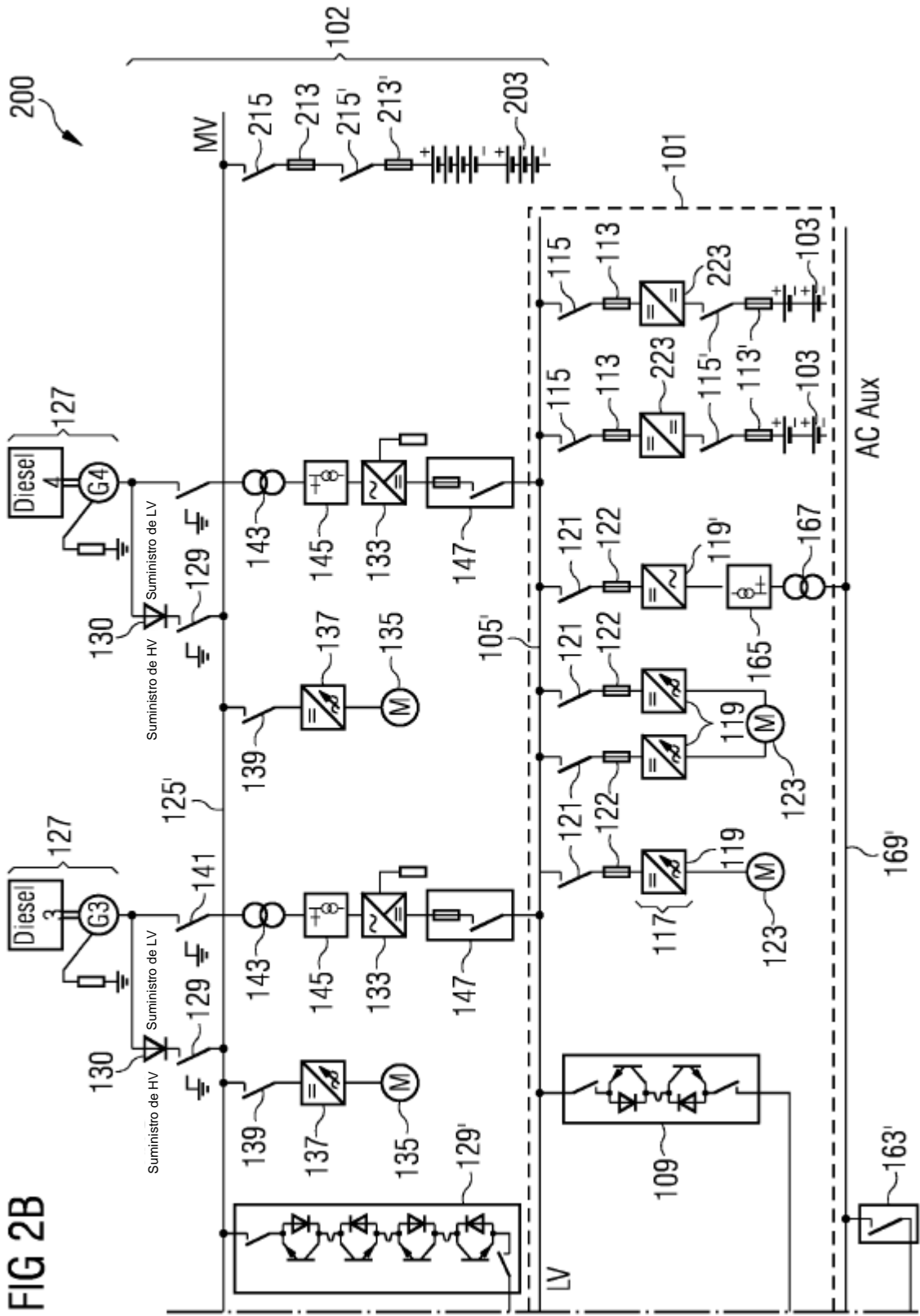


FIG 2B

FIG 3

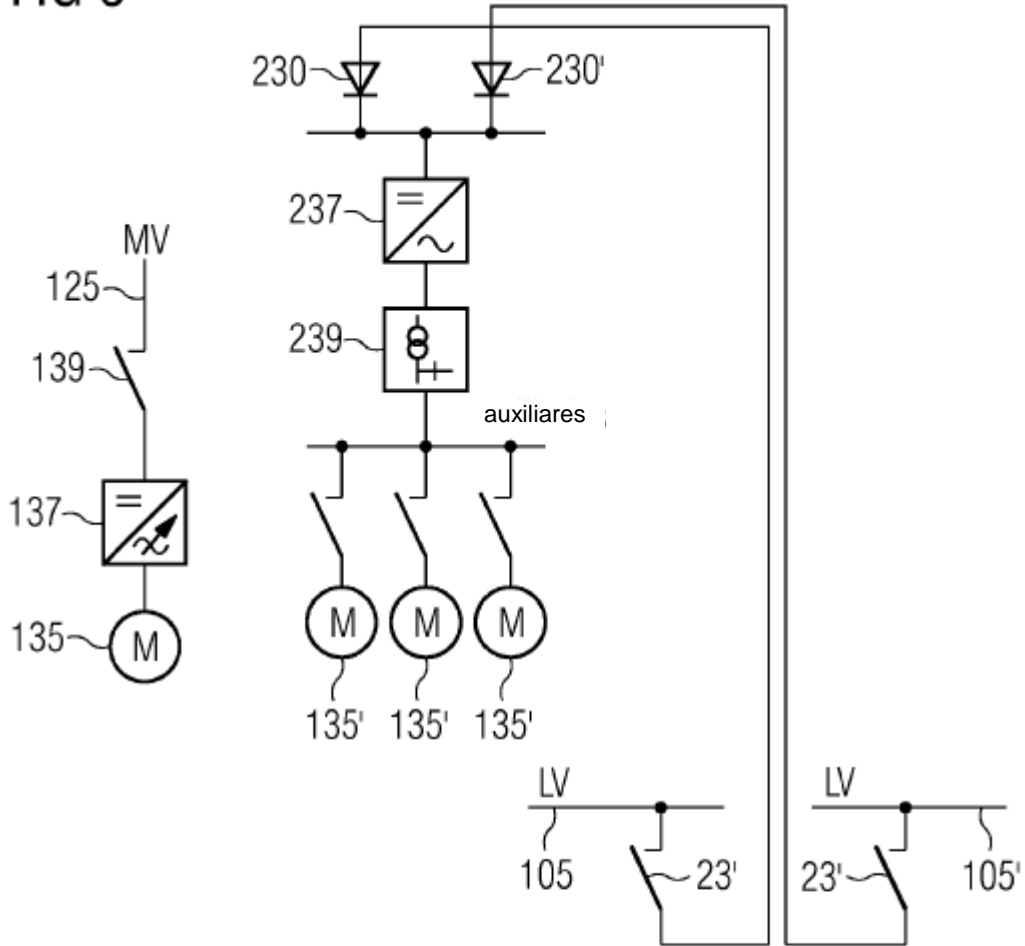


FIG 4

