

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 093**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/00** (2006.01)

**B63H 25/42** (2006.01)

**B63H 23/24** (2006.01)

**B63B 35/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.10.2015 PCT/EP2015/073523**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16062565**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2015 E 15778933 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3209556**

54 Título: **Sistema de suministro de energía de una embarcación flotante**

30 Prioridad:

**20.10.2014 EP 14189540**

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

**09.04.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VAN RAVENS, RUNE**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 818 093 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 suministro de energía de una embarcación flotante

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un sistema de suministro de energía de una embarcación flotante, en particular, de una embarcación de posicionamiento dinámico en mar abierto. La presente invención se refiere además a un método para proporcionar dicho sistema de suministro de energía para una embarcación flotante.

**Antecedentes**

10 Algunos tipos de embarcaciones flotantes, tales como buques de posicionamiento dinámico, plataformas flotantes en alta mar (por ejemplo, semisumergibles), embarcaciones de perforación, FPSO (buques flotantes de almacenamiento y descarga de la producción) y similares utilizan sistemas de propulsión eléctrica en los que motores eléctricos accionan hélices. Algunos ejemplos incluyen propulsores azimutales de una embarcación, que comprenden un motor eléctrico conectado a la hélice. Generalmente, la electricidad se produce a bordo de dichas embarcaciones, por ejemplo, mediante uno o más generadores acoplados a un motor diésel o de gas o una turbina de gas, y transmitidos por una red eléctrica a bordo al motor eléctrico para accionar el propulsor. Dicha embarcación puede comprender unidades eléctricas adicionales que requieren energía eléctrica para su funcionamiento, incluyendo unidades de cabrestante de anclaje, unidades de aplicaciones de perforación, unidades de grúas y similares, y además pueden comprender motores eléctricos que hagan funcionar sistemas auxiliares.

15 Las embarcaciones flotantes que emplean este tipo de unidades eléctricas comprenden generalmente una planta de energía a bordo, que produce la energía eléctrica necesaria, por ejemplo, mediante el motor diésel o la turbina de gas mencionados anteriormente acoplados a un generador. Dichas disposiciones proporcionan la fuente de alimentación principal para la embarcación. Si la planta de energía sufre un apagón, o si hay una avería en la red eléctrica a bordo o en un componente acoplado a ella, la embarcación podría perder su fuente de alimentación principal.

20 Las embarcaciones de posicionamiento dinámico utilizan sus propulsores para mantener la embarcación en una posición fija cuando el anclaje no es factible o deseable. Por ejemplo, durante una operación de perforación, es esencial que se mantenga la posición. La incapacidad de funcionamiento de los propulsores puede ocasionar una pérdida de posición y maniobrabilidad. Por consiguiente, las reglas y normativas exigen una redundancia incorporada en el sistema de suministro de energía de la embarcación para garantizar la capacidad de funcionamiento de los demás propulsores, aunque piezas del sistema de suministro de energía sufran un apagón. Deben cumplirse determinados requisitos para que una embarcación obtenga una aprobación de clase, tales como equipos de clase 2 (por ejemplo, DYN-POS-AUTR; abreviado DP2) o equipo de clase 3 (por ejemplo, IMO clase 3, ABS DPS-3, DnV DYNPOS-AUTRO o DnV DPS-3; abreviado DP3) y similares (ver IMO MSC/Circ.645, "Directrices para embarcaciones con sistemas de posicionamiento dinámico"). El sistema de generación de energía puede dividirse, por ejemplo, en varios subsistemas distintos e independientes. Para la clasificación DYNPOS-AUTRO o la clasificación DPS-3, el bus de distribución de energía principal se divide, por ejemplo, en 2, 3 o más secciones diferentes, cada uno conectado a un generador. Tradicionalmente, se ha exigido que los interruptores de conexión de bus provistos entre las secciones del bus de distribución de energía principal estén abiertos durante la operación de clase 3 para que una sección no se vea afectada por un apagón en otra sección.

25 Las fuentes de energía y las secciones del bus de distribución de energía pueden separarse, por ejemplo, en diferentes secciones/compartimentos para que solo se pierda un número limitado de fuentes de energía y, por tanto, el funcionamiento de los propulsores en caso de que una sección o compartimento se inunde o sufra un incendio. La separación física de esta manera proporciona redundancia. Las diferentes secciones del sistema de suministro de energía deben ser capaces de funcionar de manera independiente y proporcionar potencia para hacer funcionar suficientes propulsores para mantener la posición del barco. Como resultado, dichos sistemas de energía tienen una sobrecapacidad significativa en términos de propulsores y fuentes de energía, y además una costosa separación en compartimentos, lo que exige una enorme instalación de cable. Dicho diseño y la sobrecapacidad exigida aumentan los costes de construcción y funcionamiento, y además añaden peso y requieren espacio en la embarcación.

30 Cuanto mayor sea el número de secciones distintas, menor será la parte de la capacidad total que se pierda en caso de avería. El aumento de la separación reduce así la sobrecapacidad exigida y el peso y el espacio asociados. Sin embargo, el número de secciones separadas está limitado generalmente por el coste total de la embarcación. Las salas de maquinaria adicionales son costosas debido a los sistemas auxiliares exigidos. Una mayor separación del sistema de suministro de energía en toda la embarcación también incluye tendido de cables y canalización adicionales, lo cual aumenta aún más el coste y la complejidad del sistema de suministro de energía. Esto es particularmente cierto para embarcaciones para las que la clasificación exige cables y sistemas auxiliares completamente separados. En particular, la separación por paredes ignífugas en toda la embarcación es costosa y generalmente establece restricciones a la disposición de la cubierta.

Tradicionalmente, durante las operaciones DP3, los sistemas de alimentación han tenido que funcionar con conexiones de bus abiertas (secciones de alimentación aisladas). Esto es para evitar la pérdida de energía y posición, incluso en el peor de los casos, tal como incendio o inundación de un compartimento completo. Avances más recientes permiten que la embarcación funcione con conexiones de bus cerradas durante operaciones DP3, ocasionando un consumo de combustible enormemente reducido, ya que un menor número de generadores necesitan funcionar en paralelo, y los generadores y los motores principales pueden funcionar en un rango efectivo. Esto se logra proporcionando mecanismos de protección sofisticados.

El documento EP 2 654 156 A1 describe, por ejemplo, un sistema de protección contra averías para un sistema de suministro de energía de una embarcación de posicionamiento dinámico, en la que diferentes zonas de protección, por ejemplo, para el generador, las conexiones de bus y una subsección de bus, se proporcionan para permitir una detección y un aislamiento de averías rápidos y eficientes.

El documento EP 2 654 157 A1 describe un sistema de protección contra averías para un sistema de suministro de energía de una embarcación con posicionamiento dinámico que emplea un sistema de capacidad de respuesta del generador y un sistema de capacidad de respuesta del propulsor para permitir un reinicio rápido del sistema de suministro de energía y garantizar el funcionamiento continuo de los propulsores conectados al mismo durante y después de un apagón.

El documento WO2009052843 describe aparataje eléctrica para alimentar al menos dos consumidores eléctricos con energía de al menos dos fuentes de energía.

El documento EP2595265 describe un sistema de suministro de energía de una embarcación marina que comprende motores y generadores eléctricos y un sistema de control para controlar el punto de ajuste de voltaje del generador.

El documento WO2010133540 describe un buque con propulsión longitudinal y transversal. Cambiar entre un motor principal y un motor secundario varía la velocidad de rotación de una hélice secundaria.

El documento WO2012175624 describe un sistema de propulsión de embarcaciones que tiene dos conjuntos generadores, propulsión eléctrica y almacenamiento de energía para almacenar el exceso de energía para necesidades inmediatas de la embarcación.

El documento US2014062196 describe un sistema de transmisión de energía y una subestación de energía que recibe CC de una fuente de energía.

Dichos sistemas de suministro de energía están separados, por ejemplo, en tres secciones y compartimentos, cada uno de los cuales comprende dos generadores y un cuadro de distribución desde el cual se alimentan dos propulsores. Por consiguiente, si se pierde dicho compartimento, dos propulsores no pueden funcionar. Asimismo, dichas configuraciones del sistema de suministro de energía exigen un importante cableado en la embarcación flotante para suministrar energía eléctrica a cada uno de los propulsores. Como se ha mencionado anteriormente, el cableado aumenta enormemente los requisitos de peso y espacio del sistema de suministro de energía en el barco flotante, y además es un factor de coste relativamente grande.

Por tanto, es deseable reducir los requisitos de peso y espacio de un sistema de suministro de energía en una embarcación flotante y, en particular, reducir dicho cableado. Además, es deseable evitar la pérdida de varios propulsores ante la pérdida de un compartimento de la embarcación, por ejemplo, una sala de máquinas y/o una sala de cuadros de distribución.

## Sumario

Por consiguiente, existe la necesidad de un sistema de suministro de energía mejorado para una embarcación flotante y, en particular, de un sistema de suministro de energía en el que la pérdida de capacidad de funcionamiento de los propulsores se pueda reducir en caso de avería, en particular ante la pérdida de un cuadro de distribución principal por incendio o inundación.

Esta necesidad se satisface con las características de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones de la invención.

De acuerdo con una realización de la invención, se proporciona un sistema de suministro de energía de una embarcación flotante, en particular, una embarcación de posicionamiento dinámico en mar abierto. El sistema de suministro de energía tiene al menos dos secciones de sistema de suministro de energía separadas, cada una de las cuales comprende al menos una fuente de energía eléctrica, en particular, un generador y un cuadro de distribución principal alimentado directamente al que se suministra (directamente) energía eléctrica desde la fuente de energía eléctrica. El cuadro de distribución principal alimentado directamente está configurado para distribuir energía eléctrica

a una o más unidades de propulsor de la embarcación flotante para hacer funcionar las respectivas unidades de propulsor. El sistema de suministro de energía incluye además al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente a cada uno de los cuales está conectado (es conectable) una unidad de propulsor de la embarcación flotante. La alimentación indirecta significa que cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente está configurado, es decir, está conectado (es conectable) para recibir energía eléctrica indirectamente desde al menos una de las fuentes de energía eléctrica a través de al menos un (otro) cuadro de distribución principal alimentado directa o indirectamente. Cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente está configurado para suministrar energía eléctrica a la respectiva unidad de propulsor conectada para hacer funcionar la unidad de propulsor. Los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados directamente y los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente están conectados (o pueden conectarse) en una configuración de anillo de modo que dos o más cuadros de distribución principales alimentados indirectamente están conectados en serie entre un primer cuadro de distribución principal alimentado directamente y un segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente. Cada sección del sistema de suministro de energía separada comprende una sala de máquinas en la que se encuentra la fuente de energía eléctrica y una sala de cuadros de distribución en la que se encuentra el cuadro de distribución principal alimentado directamente. Las salas de máquinas y las salas de cuadros de distribución se encuentran en la misma sección de la embarcación flotante. Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente se encuentran en otras salas de cuadros de distribución, en particular, en salas de propulsores, situadas en una sección diferente de la embarcación flotante. En particular, cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente puede encontrarse en su propia sala de propulsores de la respectiva unidad de propulsor conectada. El sistema de suministro de energía puede comprender al menos tres cuadros de distribución principales alimentados directamente, estando el primer bucle conectado entre el primer y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente y estando el segundo bucle conectado entre el segundo y un tercer cuadro de distribución alimentado directamente. En otro ejemplo, se pueden proporcionar al menos cuatro cuadros de distribución principales alimentados directamente, estando el primer bucle conectado entre el primer y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente, y estando el segundo bucle conectado entre un tercer y un cuarto cuadro de distribución alimentado directamente.

Dicho sistema de suministro de energía tiene varias ventajas. Debido a la configuración de anillo y a los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente conectados en serie, se puede reducir el número de propulsores que dejan de funcionar ante la pérdida de una sección del sistema de suministro de energía. Como ejemplo, si a cada cuadro de distribución alimentado directamente, se conecta una única unidad de propulsor, solo se perderá energía de esta unidad de propulsor ante la pérdida de este cuadro de distribución principal alimentado directamente. Dado que las unidades de propulsor adicionales están conectadas a los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente en una configuración de anillo, pueden continuar recibiendo energía de otro cuadro de distribución principal alimentado directamente del sistema de suministro de energía. Incluso con un número relativamente bajo de secciones separadas del sistema de suministro de energía (un correspondiente cuadro de distribución principal alimentado directamente), la pérdida de energía en las unidades de propulsor se puede reducir así en caso de un incidente grave tal como la pérdida de una sección completa del sistema de suministro de energía. Además, debido a la conexión en serie de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente, estos cuadros de distribución se pueden encontrar en una sección diferente de la embarcación flotante y exigir solo una conexión por cable por medio de dos juegos de cables. De este modo se pueden reducir los requisitos de espacio y peso, así como el cableado exigido del sistema de suministro de energía. El coste del sistema de suministro de energía también puede reducirse.

El término "principal" en la expresión "cuadro de distribución principal" significa que la potencia principal para hacer funcionar la unidad de propulsor, en particular, el motor eléctrico que hace girar la hélice, se suministra a través de dicho cuadro de distribución principal. El equipo auxiliar del propulsor también puede recibir energía eléctrica a través del respectivo cuadro de distribución principal. Además, la expresión "directamente conectado" o "directamente suministrado" indica que no hay ningún otro cuadro de distribución principal conectado entre el respectivo cuadro de distribución y la unidad de propulsor o fuente de alimentación. Sin embargo, "directamente conectado" o "directamente suministrado" también incluye conexiones con elementos o componentes interpuestos, tales como un transformador, un convertidor, un disyuntor, equipos de protección tales como un fusible y similares.

"Cuadro de distribución principal alimentado indirectamente" en particular significa que no hay ninguna fuente de energía eléctrica, tal como un generador, u otra fuente de energía eléctrica activa, conectada directamente al cuadro de distribución principal alimentado indirectamente, sino solo indirectamente a través de al menos un cuadro de distribución principal alimentado directamente interpuesto/intermedio. El cuadro de distribución principal alimentado indirectamente puede incluir sistemas de almacenamiento de energía que pueden devolver energía eléctrica al cuadro de distribución en un momento posterior, produciéndose la generación de energía original en otro lugar.

Conectado en serie entre el primer cuadro de distribución principal alimentado directamente y el segundo cuadro de distribución alimentado directamente significa que no hay más cuadros de distribución principales alimentados directamente interpuestos entre los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente conectados en serie. Se puede considerar que los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente conectados en serie forman un bucle en la configuración de anillo. Debe quedar claro que la configuración de anillo

puede tener más bucles, y que la configuración de anillo puede configurarse como un único anillo, o como dos, tres o incluso más anillos, dependiendo de la respectiva aplicación y el número de cuadros de distribución principales. El hecho de que el cuadro de distribución principal alimentado directamente esté configurado para distribuir energía eléctrica a una o más unidades de propulsor de la embarcación flotante no significa que dicha unidad de propulsor tenga que conectarse directamente al cuadro de distribución principal alimentado directamente (pero podría ser). La distribución de energía puede ser producida más bien por el cuadro de distribución principal alimentado directamente que suministra energía eléctrica a uno o más cuadros de distribución principales alimentados indirectamente, a los que se conecta directamente una unidad de propulsor. Por consiguiente, algunas realizaciones pueden tener unidades de propulsor directamente conectadas a los cuadros de distribución principales alimentados directamente, mientras que otras realizaciones pueden no tenerlas.

En una realización, el sistema de suministro de energía comprende al menos tres cuadros de distribución principales alimentados indirectamente que están conectados en serie entre el primer cuadro de distribución principal alimentado directamente y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente. En esta configuración, al menos un cuadro de distribución principal alimentado indirectamente está conectado entre dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente en la configuración de anillo. En dicha configuración, tres o más unidades de propulsor pueden estar provistas de energía eléctrica a través de los tres o más cuadros de distribución principales alimentados indirectamente conectados en serie. Estos pueden encontrarse en una sección diferente de la embarcación a la sección en la que se encuentran las fuentes de energía eléctrica. Es posible que solo sea necesario proporcionar dos juegos de cables entre estas secciones diferentes de la embarcación flotante para suministrar energía eléctrica a las tres o más unidades de propulsor, mientras se mantenga una redundancia en la fuente de alimentación, de modo que se garantice el suministro de energía a estas unidades de propulsor aunque se pierda una sección del sistema de suministro de energía separada.

En una realización, el sistema de suministro de energía comprende al menos tres secciones de sistema de suministro de energía separadas, comprendiendo cada una de ellas un cuadro de distribución principal alimentado directamente y al menos una fuente de energía eléctrica, en particular un generador, que está conectado (o que puede conectarse) (directamente) a ellas. En dicha configuración, se hace posible una separación de tres divisiones del sistema eléctrico. El sistema de suministro de energía puede dividirse así en tres secciones del sistema de suministro de energía totalmente independientes, por ejemplo, durante las operaciones DP3, o si se emplean sistemas de protección avanzados que permitan la operación DP3 con conexiones de bus cerradas, ante la aparición de una avería grave.

En una realización, cada sección del sistema de suministro de energía separada comprende al menos dos fuentes de energía eléctrica, en particular generadores, conectadas al cuadro de distribución principal alimentado directamente. Por consiguiente, se puede garantizar en dicha configuración que haya suficiente energía eléctrica disponible para alimentar las unidades de propulsor de la embarcación flotante en caso de pérdida de una sección del sistema de suministro de energía separada. A cada cuadro de distribución principal alimentado directamente, puede estar conectada (es conectable) al menos una unidad de propulsor. Como ejemplo, las unidades de propulsor en una sección de la embarcación flotante pueden alimentarse directamente (es decir, suministrarse con energía eléctrica) desde los cuadros de distribución principales alimentados directamente, mientras que las unidades de propulsor en otra sección de la embarcación flotante pueden alimentarse directamente desde los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente.

En una realización, el sistema de suministro de energía puede comprender al menos cuatro cuadros de distribución principales alimentados indirectamente. Al menos dos de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente están conectados en serie entre dos cuadros de distribución principales alimentados directamente para formar un primer bucle, y al menos dos de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente están conectados en serie entre dos cuadros de distribución principales alimentados directamente para formar un segundo bucle. Estos dos bucles pueden estar conectados entre los mismos cuadros de distribución principales alimentados directamente, por ejemplo, entre el primer y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente, o pueden estar conectados entre otros cuadros de distribución principales alimentados directamente diferentes.

Al proporcionar dos o incluso más bucles de cuadros de distribución principales alimentados indirectamente conectados en serie, se puede suministrar energía eléctrica a los propulsores situados en diferentes secciones de la embarcación flotante de manera eficiente y con un alto grado de redundancia, mientras que la separación y el cableado necesarios para dicha fuente de alimentación redundante pueden reducirse enormemente.

Cada bucle de cuadros de distribución principales alimentados indirectamente conectados en serie puede comprender, por ejemplo, dos, tres, cuatro o incluso más cuadros de distribución principales alimentados indirectamente. Debido a la conexión del bucle entre dos cuadros de distribución principales alimentados directamente, se puede garantizar que las unidades de propulsor conectadas a los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente puedan continuar recibiendo energía eléctrica aunque se pierda uno de los cuadros de distribución principales alimentados directamente.

En una realización, el sistema de suministro de energía comprende un bus de distribución de energía que tiene varias

secciones de bus, comprendiendo cada cuadro de distribución principal una sección de bus del bus de distribución de energía. Los cuadros de distribución principales, es decir, los cuadros de distribución principales alimentados directa e indirectamente, se conectan en la configuración de anillo conectando las respectivas secciones de bus en esta configuración de anillo usando conexiones y/o cables de bus. Debe quedar claro que dichas conexiones pueden comprender disyuntores u otros componentes interpuestos, en particular, interruptores de conexión de bus e interruptores de circuito de bus. En la configuración de anillo, cada sección de bus puede conectarse así a dos secciones de bus contiguas.

La fuente de alimentación eléctrica y el cuadro de distribución principal alimentado directamente de cada sección del sistema de suministro de energía separada pueden proporcionarse en una sala o compartimento diferente a la fuente de alimentación eléctrica y el cuadro de distribución principal alimentado directamente de las otras secciones del sistema de suministro de energía separadas. En particular, podrían proporcionarse en una sala de máquinas y una sala de cuadros de distribución. Por consiguiente, si dicho compartimento, por ejemplo, la sala de máquinas y la sala de cuadros de distribución, se inunda o se pierde por un incendio, las demás secciones del sistema de suministro de energía separadas pueden continuar funcionando. Las salas o compartimentos pueden estar separados, por ejemplo, al menos por una pared ignífuga, en particular por un cortafuegos A60. Cada sección del sistema de suministro de energía separada está configurada para poder funcionar independientemente de las demás, es decir, puede continuar funcionando aunque una o más de las demás secciones del sistema de suministro de energía estén dañadas y no puedan funcionar.

Cada uno de los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados directamente y los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente se proporcionan en una sala o compartimento diferente a bordo de la embarcación flotante. Los cuadros de distribución principales alimentados directamente pueden proporcionarse, por ejemplo, en respectivas salas de cuadros de distribución principales, mientras que los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente pueden proporcionarse, por ejemplo, en salas de propulsores o salas de bombas del propulsor que alimenta el respectivo cuadro de distribución principal. De este modo, no se requieren salas de aparatas adicionales para los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente, dando lugar a requisitos de espacios reducidos y, por tanto, a una reducción de costes.

En una realización, los tableros de distribución principales alimentados directamente se proporcionan en una primera sección de la embarcación flotante. La conexión en serie de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente puede formar al menos un primer bucle entre el primer y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente. Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente del primer bucle pueden encontrarse en una segunda sección de la embarcación flotante, por ejemplo, en una sección frontal (proa) o una sección posterior (popa) o en un pontón. El sistema de suministro de energía puede comprender además un primer juego de cables que conecta un primer extremo del primer bucle al primer cuadro de distribución principal alimentado directamente y un segundo juego de cables que conecta un segundo extremo del primer bucle al segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente. Por consiguiente, estos dos juegos de cables pueden ser suficientes para suministrar varias unidades de propulsor conectadas a los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente en el primer bucle con energía eléctrica de forma redundante.

En una realización, la embarcación flotante puede ser un semisumergible con una cubierta y al menos dos pontones, teniendo el sistema de suministro de energía un segundo bucle de cuadros de distribución principales alimentados indirectamente conectados en serie. Los cuadros de distribución principales alimentados directamente del sistema de suministro de energía están dispuestos en la cubierta de la embarcación flotante, y los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente del primer bucle están dispuestos en uno de los pontones. Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente del segundo bucle están dispuestos en el otro de los pontones. Entonces solo se pueden proporcionar dos juegos de cables desde la cubierta a cada uno de los pontones para suministrar energía eléctrica a ambos extremos del primer o segundo respectivo bucle de manera redundante. Por consiguiente, dos, tres, cuatro o incluso más unidades de propulsor en cada uno de los dos pontones se pueden alimentar de forma redundante mediante un total de cuatro juegos de cables. Los sistemas convencionales que alimentan tres o cuatro unidades de propulsor en cada pontón requieren generalmente al menos seis u ocho juegos de cables. De nuevo, así se pueden lograr importantes ahorros en costes, peso y espacio.

En una realización, cada uno de los cuadros de distribución principales alimentados directa o indirectamente puede estar conectado (directamente) a (exactamente) una unidad de propulsor para proporcionarle energía eléctrica para su funcionamiento. En dicha configuración, la pérdida de un cuadro de distribución principal ocasionará siempre la pérdida de una única unidad de propulsor, dando lugar a un alto grado de disponibilidad de las unidades de propulsor de dicho sistema de suministro de energía.

Todas las unidades de propulsor de la embarcación flotante pueden funcionar independientemente, es decir, pueden ser propulsores totalmente autónomos. Esto significa que si el cuadro de distribución principal al que está conectada la unidad de propulsor recibe energía eléctrica, se puede hacer funcionar la unidad de propulsor, independientemente del estado de las demás unidades de propulsor o de los cuadros de distribución principales.

En una realización del sistema de suministro de energía, los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente pueden comprender además uno o más sistemas de almacenamiento de energía locales. Los sistemas de almacenamiento de energía pueden comprender uno de baterías, condensadores o volantes. El sistema de almacenamiento de energía se puede colocar con el cuadro de distribución principal alimentado indirectamente.

- 5 Los sistemas de almacenamiento de energía locales, incluyendo aquellos que pueden devolver energía eléctrica al cuadro de distribución en un momento posterior, habiendo almacenado energía generada originalmente en otro lugar, por ejemplo, cuando hay disponible un exceso de energía del generador, son más ecológicos que tener generadores adicionales en espera. El combustible, los costes de mantenimiento y las emisiones de la embarcación pueden reducirse. Los sistemas de energía almacenada son habitualmente más pequeños y ligeros, lo cual es un beneficio particular en una embarcación en alta mar, y tienden a tener menos riesgo de incendio que los generadores en una sala de máquinas. Los sistemas de energía almacenados pueden encontrarse debajo de la línea de flotación en la embarcación, ya que proporcionar conductos de fluido externos, por ejemplo, para entradas de aire y salidas de escape, es menos problemático que para el funcionamiento del generador. El requisito de espacio total en comparación con los generadores puede reducirse, ya que son necesarios menos sistemas auxiliares.
- 10
- 15 El sistema de suministro de energía puede configurarse para permitir el funcionamiento con todas las conexiones de bus en dicha configuración de anillo cerrada en cualquier modo de posición dinámica. Para este fin, el sistema de suministro de energía puede hacer uso de los mecanismos de protección desvelados en cualquiera de los documentos EP 2 654 156 A1 y EP 2 654 157 A1, cuyo contenido se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.
- 20 De acuerdo con una realización adicional de la invención, se proporciona una embarcación flotante, en particular, una embarcación de posicionamiento dinámico en mar abierto, que comprende un sistema de suministro de energía en cualquiera de las configuraciones señaladas anteriormente.

La embarcación flotante puede ser un buque de posicionamiento dinámico o una plataforma en alta mar, tal como un buque de capa de cable o un semisumergible de perforación.

- 25 Una realización adicional de la invención se refiere a un método para proporcionar un sistema de suministro de energía para una embarcación flotante, en particular, para un buque de posicionamiento dinámico o una plataforma en alta mar. El método comprende las etapas de proporcionar al menos dos secciones del sistema de suministro de energía separadas, cada una de las cuales comprende al menos una fuente de energía eléctrica, en particular, un generador y un cuadro de distribución principal alimentado directamente al que se suministra (directamente) energía eléctrica desde la fuente de energía eléctrica. El cuadro de distribución principal alimentado directamente está configurado para distribuir energía eléctrica a una o más unidades de propulsor de la embarcación flotante para hacer funcionar las respectivas unidades de propulsor. En una etapa adicional, se proporcionan al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente, a cada uno de los cuales se conecta (directamente) una unidad de propulsor de la embarcación flotante. Cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente está configurado para suministrar energía eléctrica a la respectiva unidad de propulsor conectada para hacer funcionar la unidad de propulsor. El método incluye además conectar cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente para recibir energía eléctrica indirectamente desde al menos una de las fuentes de energía eléctrica a través de al menos uno de los cuadros de distribución principales alimentados directa o indirectamente; y conectar los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados directamente y los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente en una configuración de anillo de modo que dos o más cuadros de distribución principales alimentados indirectamente estén conectados en serie entre un primer cuadro de distribución principal alimentado directamente y un segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente.
- 30
- 35
- 40

- Cada sección del sistema de suministro de energía separada comprende una sala de máquinas en la que se encuentra la fuente de energía eléctrica y una sala de cuadros de distribución en la que se encuentra el cuadro de distribución principal alimentado directamente. Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente están dispuestos en otras salas, en particular, salas de propulsores o salas de cuadros de distribución. Las etapas comprenden además situar las salas de máquinas y las salas de cuadros de distribución en la misma sección de la embarcación flotante, y situar las salas de propulsores o salas de cuadros de distribución en una sección diferente de la embarcación flotante. El sistema de suministro de energía puede comprender al menos tres cuadros de distribución principales alimentados directamente, estando el primer bucle (91) conectado entre dicho primer y segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) y estando el segundo bucle (92) conectado entre dicho segundo y un tercer cuadro de distribución principal alimentado directamente (12, 13), o el sistema de suministro de energía puede comprender al menos cuatro cuadros de distribución principales alimentados directamente, estando el primer bucle (91) conectado entre dicho primer y segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) y estando el segundo bucle (92) conectado entre un tercer y un cuarto cuadro de distribución principal alimentado directamente (13, 14).
- 45
- 50
- 55

Por medio de dicho método, se puede obtener un sistema de suministro de energía que tenga ventajas similares a las indicadas más arriba.

El método puede realizarse para proporcionar un sistema de suministro de energía para una embarcación flotante en cualquiera de las configuraciones indicadas anteriormente. En particular, las etapas del método y las características estructurales descritas más arriba con respecto al sistema de suministro de energía pueden formar parte del método.

5 Las características de las realizaciones mencionadas anteriormente y las que se explicarán a continuación se pueden combinar a menos que se indique lo contrario.

### Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas anteriores y otras distintas de la invención se pondrán más de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada leída junto con los dibujos adjuntos. En los dibujos, los mismos números de referencia se refieren a elementos iguales.

10 La Figura 1 es un dibujo esquemático que muestra un sistema de suministro de energía de acuerdo con una realización de la invención.

La Figura 2 es un dibujo esquemático que muestra un sistema de suministro de energía de acuerdo con otra realización de la invención, y que ilustra además una disposición ejemplar de componentes del sistema de suministro de energía a bordo de una embarcación flotante.

15 La Figura 3 es un dibujo esquemático que muestra el sistema de suministro de energía de la Figura 2 con una disposición diferente de los componentes del sistema de suministro de energía a bordo de la embarcación flotante.

Las Figuras 4A y 4B son dibujos esquemáticos que muestran un sistema de suministro de energía de acuerdo con otra realización de la invención y que muestra la disposición de los componentes de dicho sistema de suministro de energía a bordo de una embarcación flotante.

20 Las Figuras 5A y 5B son dibujos esquemáticos que muestran un sistema de suministro de energía de acuerdo con otra realización de la invención y que muestran además la disposición de componentes de dicho sistema de suministro de energía a bordo de una embarcación flotante.

### Descripción detallada

25 En lo sucesivo, se describirán realizaciones de la invención en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Se entenderá que la siguiente descripción de las realizaciones solo se proporciona con fines ilustrativos y no debe interpretarse en un sentido limitativo. Los dibujos deberán considerarse representaciones esquemáticas solamente, y los elementos en los dibujos no están necesariamente a escala unos de otros. Por el contrario, la representación de los diversos elementos se elige de tal manera que su función y propósito general sean evidentes para un experto en la materia. También se entenderá que el acoplamiento de unidades físicas o funcionales como se muestra en los  
30 dibujos y se describe a continuación puede ser además una conexión o acoplamiento con uno o más elementos interpuestos adicionales, tales como transformadores, disyuntores, convertidores, fusibles y similares. Además, cabe señalar que el término "conectado" también implica "conectable", por ejemplo a través de un interruptor o disyuntor o similar, o estableciendo una conexión por cable o una conexión por barra colectora o similar.

35 La Figura 1 ilustra esquemáticamente el sistema de suministro de energía 100 que incluye las dos secciones del sistema de suministro de energía separadas 31, 32, que pueden proporcionarse, por ejemplo, en diferentes compartimentos o salas a bordo de la embarcación flotante y que están separadas al menos por la pared ignífuga 39. En cada una de las secciones del sistema de suministro de energía 31, 32, se proporcionan un cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12 y una fuente de energía eléctrica en forma de un generador 50. El generador 50 puede accionarse mediante un motor principal tal como un motor diésel o una turbina de gas. El generador  
40 suministra energía eléctrica directamente, es decir, sin ningún otro cuadro de distribución principal interpuesto, al respectivo cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12. Alimentado directamente en este sentido significa que, durante el funcionamiento normal, el cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12 recibe la energía eléctrica directamente del respectivo generador conectado 50.

45 Las fuentes de energía eléctrica 50 también pueden denominarse fuentes de energía eléctrica dedicadas ya que cada una está dedicada a un cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12 particular.

A cada uno de los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12, está conectada directamente una unidad de propulsor 60. La unidad de propulsor 60 puede comprender, por ejemplo, un convertidor de frecuencia 61 y un motor eléctrico 62. Por medio del convertidor de frecuencia 61, la frecuencia de CA de la potencia eléctrica suministrada al motor 62 puede ajustarse para controlar la velocidad de rotación del motor 62. Una hélice (no mostrada)  
50 está conectada mecánicamente al motor 62 para proporcionar la propulsión de la embarcación. La unidad de propulsor 60 está conectada directamente al respectivo cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12, lo que

significa que no hay ningún cuadro de distribución principal interpuesto entre el propulsor 60 y el respectivo cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12. Esto no impide la presencia de otros elementos o componentes en la conexión entre el respectivo cuadro de distribución principal 11, 12 y la unidad de propulsor 60, tales como un transformador, interruptores o disyuntores, componentes protectores tales como fusibles y similares.

5 El sistema de suministro de energía 100 incluye además al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22. Como se muestra en la Figura 1, los cuadros de distribución 21, 22 también se consideran  
 10 cuadros de distribución principales, ya que proporcionan energía eléctrica para el funcionamiento de la respectiva unidad de propulsor 60 conectada. Además, estos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22 no están conectados directamente a una fuente de energía eléctrica en forma de generadores 50, sino que reciben  
 15 energía eléctrica a través de al menos otro cuadro de distribución principal, en particular, a través de uno de los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12 en el ejemplo de la Figura 1. Sin embargo, aunque no haya generador, motor primario u otra fuente activa de energía eléctrica, se puede proporcionar un sistema de almacenamiento de energía para el cuadro de distribución principal alimentado indirectamente que puede devolver energía eléctrica al cuadro de distribución en un momento posterior, habiéndose generado la energía originalmente en otro lugar. Por ejemplo, en zonas ambientalmente sensibles, dicha energía eléctrica almacenada reduciría las emisiones, o podría actuar como una fuente de energía eléctrica a corto plazo durante el mantenimiento esencial de los generadores conectados al cuadro de distribución alimentado directamente.

20 Como se ilustra en la Figura 1, los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12 y los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22 están conectados en una configuración de anillo. Como puede verse, la conexión es tal que los cuadros de distribución principal alimentados indirectamente 21, 22 están conectados en serie entre el primer cuadro de distribución principal alimentado directamente 11 y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente 12.

25 Para proporcionar dicha conexión, los cuadros de distribución principales alimentados directa o indirectamente (o cuadros de distribución principales cortos) 11, 12, 21, 22 comprenden cada uno una respectiva sección de bus 41, 42, 43, 44 de un bus de distribución de energía 40 del sistema de suministro de energía 100. Las secciones de bus 41, 42, 43, 44 de este bus de distribución de energía 40 están conectadas en un anillo por medio de las conexiones de bus 54 y los juegos de cables 71, 72. Como se ilustra en la Figura 1, los cuadros de distribución principales 11, 12, 21, 22 pueden comprender interruptores, en particular, disyuntores tales como interruptores de conexión de bus, que se pueden usar para desconectar las conexiones eléctricas a un cuadro de distribución principal contiguo en la configuración de anillo. Por consiguiente, abriendo los respectivos interruptores o disyuntores, se puede aislar una sección de bus del bus de distribución de energía 40, por ejemplo, ante la aparición de una avería en la respectiva sección del sistema de suministro de energía. Debido a la configuración de anillo, los demás cuadros de distribución principales permanecen conectados. En realizaciones del sistema de suministro de energía 100, cada cuadro de distribución principal está conectado al menos a otros dos cuadros de distribución principales. En alguna realización, en particular cuando más de dos cuadros de distribución principales alimentados directamente están comprendidos en el sistema de suministro de energía 100, puede formarse un segundo o incluso un tercer anillo de cuadros de distribución principales en el sistema de suministro de energía 100.

35 En la realización ilustrada en la Figura 1, solo una única fuente de energía eléctrica en forma de un generador 50 está conectada a cada cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12. En otras configuraciones, se pueden conectar más fuentes de energía eléctrica directamente a los respectivos cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12. En la realización de la Figura 1, una única unidad de propulsor 60 está conectada directamente a cada cuadro de distribución principal 11, 12, 21, 22. Además, los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22 también están dispuestos en compartimentos o salas distintos a bordo de la embarcación flotante. Por consiguiente, si un compartimento en el que se encuentra un cuadro de distribución principal 11, 12, 21, 22 se inunda o daña por un incendio, solo se pierde la energía para una unidad de propulsor 60. Dado que los demás cuadros de distribución principales permanecen conectados, el sistema de suministro de energía 100 aún puede suministrar energía eléctrica a las demás unidades de propulsor. Esta es una ventaja respecto a sistemas convencionales en los que la pérdida de un único compartimento generalmente ocasiona la pérdida de energía para dos o más unidades de propulsor.

40 Además, en la configuración ilustrada en la Figura 1, los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22 no exigen la conexión directa de una fuente de energía eléctrica a los mismos. Aun así, el sistema de suministro de energía 100 está esencialmente separado en cuatro secciones definidas distintas. Por consiguiente, a pesar de que se proporciona un alto grado de separación, la sobrecapacidad necesaria para la separación del sistema de suministro de energía puede mantenerse relativamente baja. Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22 se suministran de manera redundante con energía eléctrica desde las dos secciones separadas del sistema de suministro de energía 31, 32, para que, si se pierde una de estas, ambos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22 puedan seguir recibiendo alimentación eléctrica de la otra sección del sistema de suministro de energía. Esto se logra mediante la conexión en serie de los cuadros de distribución principales 21, 22 entre el primer cuadro de distribución principal alimentado directamente 11 y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente 12. Esta conexión en serie de cuadros de distribución principales

alimentados indirectamente entre el primer y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12 puede denominarse un "bucle", y pueden añadirse otros cuadros de distribución principales alimentados indirectamente a dicho bucle, con el fin de alimentar más unidades de propulsor mientras se proporciona un alto grado de separación y se mantiene baja la sobrecapacidad del sistema de suministro de energía.

- 5 Además, debe quedar claro que el sistema de suministro de energía 100 puede comprender más de dichos bucles, que se pueden conectar entre el primer y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12, o se pueden conectar a más cuadros de distribución principal alimentados directamente.

La Figura 2 muestra una implementación particular del sistema de suministro de energía 100 de la Figura 1. Por consiguiente, las explicaciones dadas antes son igualmente aplicables al sistema de suministro de energía ilustrado en la Figura 2. El sistema de suministro de energía 100 se implementa en una embarcación 200. En el ejemplo de la Figura 2, el sistema de suministro de energía 100 incluye tres cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12, 13, así como un bucle que incluye tres cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22 y 23. Como puede verse, el cuadro de distribución principal alimentado indirectamente 23 recibe su energía eléctrica indirectamente de una de las fuentes de energía eléctrica 50 a través de al menos un cuadro de distribución principal alimentado directamente y un cuadro de distribución principal alimentado indirectamente. Un primer extremo del bucle está conectado a través de un primer juego de cables 71 al primer cuadro de distribución principal alimentado directamente 11 y un segundo extremo del bucle está conectado a través del juego de cables 72 al segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente 12. De nuevo, cada cuadro de distribución principal 11, 12, 13; 21, 22, 23 alimenta un unidad de propulsor dedicada 60 que está conectada directamente al respectivo cuadro de distribución principal. Las unidades de propulsor 60 están en la Figura 2 y en las figuras posteriores ilustradas esquemáticamente por medio de un símbolo de hélice.

El sistema de suministro de energía 100 tiene ahora tres secciones del sistema de suministro de energía separadas 31, 32, 33 cada una de las cuales comprende dos fuentes de energía eléctrica 50 en forma de dos generadores, que de nuevo son accionados por respectivos motores principales. Como ejemplo, la separación se puede lograr proporcionando las fuentes de energía eléctrica 50 de las diferentes secciones del sistema de suministro de energía en diferentes salas de máquinas, y proporcionando los cuadros de distribución alimentados directamente 11, 12, 13 de las diferentes secciones del sistema de suministro de energía en diferentes salas de cuadros de distribución. Por consiguiente, si la sala de máquinas y/o la sala de cuadros de distribución de una sección del sistema de suministro de energía (por ejemplo, 31) se pierde por inundación o incendio, las demás secciones del sistema de suministro de energía (por ejemplo, 32, 33) pueden seguir funcionando. Las salas de diferentes secciones del sistema de suministro de energía pueden estar separadas al menos por paredes ignífugas, por ejemplo, por cortafuegos A60.

Los cuadros de distribución principales alimentados directamente y las fuentes de energía eléctrica 50 se proporcionan en una primera sección 210 de la embarcación flotante 200. Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22, 23 se proporcionan en una segunda sección 220 de la embarcación flotante 200, en particular, en la popa de la embarcación en el ejemplo de la Figura 2. Como se puede ver en la Figura 2, con dicha configuración del sistema de suministro de energía, solo se necesitan dos juegos de cables 71, 72 para alimentar de forma redundante la conexión en serie de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22, 23, que suministran energía eléctrica a tres respectivas unidades de propulsor 60. En un sistema convencional, puede que se necesite más cableado y sobrecapacidad del sistema de suministro de energía para alimentar un número similar de propulsores con un grado comparable de separación y redundancia.

Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22, 23 están dispuestos en respectivos compartimientos, que en el ejemplo de la Figura 2 son las salas de propulsores 80. Estos, por ejemplo, pueden comprender además los convertidores de frecuencia 61 de la respectiva unidad de propulsor 60. De nuevo, si una de las salas de propulsores 80 se pierde, por ejemplo, por incendio o inundación, las demás secciones del sistema de suministro de energía 100 pueden seguir funcionando, y solo se pierde el funcionamiento de un único propulsor. Opcionalmente, se puede proporcionar un sistema de almacenamiento de energía local 51 en la segunda sección (220), por ejemplo, una batería, condensador o volante. El sistema de almacenamiento de energía local puede recibir energía a través del cuadro de distribución principal alimentado directamente, por ejemplo, cuando los generadores tienen sobrecapacidad y lo almacenan para usarlo en un momento posterior. El sistema de almacenamiento de energía local se puede colocar con el cuadro de distribución principal alimentado indirectamente, como se indica en las Figuras 2 y 3.

Cabe destacar que en la Figura 1, un compartimento o una sección del sistema eléctrico 31, 32, 33 incluye ambas, la respectiva sala de máquinas y la respectiva sala de cuadros de distribución.

La realización ilustrada en la Figura 3 es una modificación de la realización de la Figura 2, de modo que las explicaciones anteriores son igualmente aplicables. Con el propósito de una presentación clara, las salas de máquinas, las salas de cuadros de distribución y las salas de propulsores no se ilustran explícitamente en la Figura 3. Como puede verse, la configuración básica del sistema de suministro de energía 100 es comparable a la de la Figura 2. La disposición espacial de los componentes del sistema de suministro de energía 100 es diferente. De nuevo, las fuentes

de energía eléctrica 50 y los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12, 13 están dispuestos en una primera sección 210 de la embarcación 230, en particular, una sección media o entrecubierta. Los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12, 13 suministran energía eléctrica a unidades de propulsor dedicadas de propulsores situados en una sección trasera de la embarcación 200 (propulsores de popa). Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22, 23 se encuentran en una sección frontal 230 de la embarcación 200, en particular, la sección delantera de la embarcación. De nuevo, como se puede ver en la Figura 3, es suficiente suministrar al bucle de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 23, 22 mediante el primer y segundo juegos de cables 71, 72, para que solo se tengan que tender dos juegos de cables a lo largo de la cubierta principal de la embarcación.

Mientras que las Figuras 2 y 3 ilustran realizaciones en las que la embarcación flotante se proporciona en forma de buque y el sistema de suministro de energía 100 incluye un único bucle de cuadros de distribución principales alimentados indirectamente, las Figuras 4 y 5 muestran una embarcación flotante en forma de una plataforma semisumergible en mar abierto que incluye un sistema de suministro de energía 100 que tiene dos bucles 91, 92 de cuadros de distribución principales alimentados indirectamente. No obstante, la configuración básica del sistema de suministro de energía 100 es similar a las realizaciones anteriores, de modo que las explicaciones anteriores son igualmente aplicables a las Figuras 4 y 5.

La Figura 4A muestra un diagrama de una línea única del sistema de suministro de energía 100 que incluye tres cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12 y 13, cada uno conectado directamente a dos fuentes de energía eléctrica 15, en particular, a dos generadores. El primer bucle 91 incluye de nuevo los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21, 22, 23. El primer bucle 91 está conectado en un extremo a un primer cuadro de distribución principal alimentado directamente 11 y conectado en el segundo extremo al segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente 12.

El segundo bucle 92 incluye una conexión en serie de otros tres cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 24, 25 y 26. En un extremo, el segundo bucle 92 está conectado al segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente 12, y en su segundo extremo, el segundo bucle 92 está conectado al tercer cuadro de distribución principal alimentado directamente 13.

En dicha configuración, la pérdida de uno de los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12 o 13, o la pérdida de las respectivas fuentes de alimentación 50, no ocasionaría la pérdida de potencia para un propulsor de la embarcación, ya que las unidades de propulsor 60 pueden alimentarse desde las demás secciones del sistema de suministro de energía, en particular los demás cuadros de distribución de distribución alimentados directamente. La pérdida de uno de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21 a 26 ocasionaría de nuevo la pérdida de potencia solo para una unidad de propulsor 60, las demás unidades de propulsor 60 permanecerían operativas.

Además, cabe destacar que en el ejemplo de la Figura 4A, no hay unidades de propulsor conectadas directamente a los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12, 13. No obstante, los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12, 13 están operativos para distribuir energía eléctrica a las unidades de propulsor 60 a través de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21 a 26 para hacer funcionar las respectivas unidades de propulsor conectadas a los mismos. Debe quedar claro que en otras configuraciones, se puede conectar al menos una unidad de propulsor a cada cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12, 13. La realización de la Figura 4A ilustra además la conexión de los cuadros de distribución principales en una configuración de anillo único. Al proporcionar otra conexión directa entre los cuadros de distribución principales 11 y 12/12 y 13, por ejemplo, a través de conexiones de bus, se puede obtener una configuración de anillo con tres anillos.

La Figura 4B ilustra una embarcación flotante 200 en forma de una plataforma semisumergible en mar abierto, que tiene una cubierta 250 y un primer y segundo pontón 251, 252. En la realización de la Figura 4B, las fuentes de energía eléctrica 50, en particular, generadores y motores principales correspondientes, y los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12, 13 están dispuestos en la cubierta 250 de la embarcación 200, por ejemplo, en respectivas salas de máquinas y salas de cuadros de distribución. Los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21 a 26 de los bucles primero y segundo 91, 92 están dispuestos junto con las unidades de propulsor 60 en los respectivos pontones 251 y 252. Para cada ciclo, solo se necesita un primer juego de cables 71 y un segundo juego de cables 72 para alimentar las respectivas unidades de propulsor 60, de modo que solo hay que tender un total de cuatro juegos de cables desde la cubierta 250 a los pontones 251, 252 de la embarcación flotante 200. En sistemas de suministro de energía convencionales, son necesarios al menos seis de dichos juegos de cables para alimentar las seis unidades de propulsor.

La realización de las Figuras 5A y 5B corresponde a la realización de las Figuras 4A y 4B. La diferencia entre las Figuras 4 y 5 es que en la realización de la Figura 5, se proporcionan cuatro cuadros de distribución principales alimentados directamente 11, 12, 13 y 14. Además, cada bucle 91, 92 comprende cuatro cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21 a 24 y 25 a 28, respectivamente. El primer bucle 91 está conectado ahora

- entre el primer y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente 11, 12. El segundo bucle 92 está conectado ahora entre el tercero y el cuarto cuadro de distribución principal alimentado directamente 13, 14. En la configuración de la Figura 5, solo son necesarios dos juegos de cables 71, 72 para alimentar las cuatro unidades de propulsor dentro de uno de los bucles 91, 92, como se puede ver en la Figura 5B. Por consiguiente, puede que el sistema de suministro de energía 100 solo necesite cuatro juegos de cables para alimentar las ocho unidades de propulsor 60 proporcionadas en el primer y el segundo pontón 251, 252. Un sistema de suministro de energía convencional puede necesitar al menos ocho de dichos juegos de cables. Además, en caso de pérdida de uno de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente 21 a 28, solo se pierde la energía para una unidad de propulsor 60.
- De nuevo, como indican las líneas de puntos, es posible proporcionar más conexiones eléctricas directas entre los cuadros de distribución principales alimentados directamente 11 y 12/13 y 14. Dicha configuración ocasionaría una configuración de anillo con tres anillos, uno formado por los cuadros de distribución principales alimentados directamente, y dos formados por el primer y el segundo bucle 91, 92.
- Sin duda alguna, pueden concebirse otras configuraciones del sistema de suministro de energía 100. Como ejemplo, el sistema de suministro de energía 100 puede comprender un único bucle con dos, tres, cuatro o más cuadros de distribución principales alimentados indirectamente conectados en serie, o el sistema de suministro de energía 100 puede comprender dos, tres, cuatro o incluso más de dichos bucles, dependiendo de los requisitos de la respectiva embarcación flotante. Como se ilustra en los dibujos y se explica más arriba, el sistema de suministro de energía 100 también puede comprender diferentes números de cuadros de distribución principales alimentados directamente, por ejemplo dos, tres, cuatro o incluso más cuadros de distribución principales alimentados directamente. El sistema de suministro de energía 100 puede permitir una separación correspondiente del sistema de suministro de energía, por ejemplo, una separación de dos o tres divisiones para la configuración con dos o tres cuadros de distribución principales alimentados directamente, respectivamente. Para este propósito, los cuadros de distribución principales alimentados directamente están dispuestos en respectivos compartimentos o salas de cuadros de distribución propios.
- Cabe destacar que las figuras explicadas más arriba solo ilustran diagramas de una línea única del sistema de suministro de energía 100 que incluyen componentes seleccionados con fines ilustrativos, mientras que otros componentes que pueden estar presentes en el sistema de suministro de energía 100 no se muestran. Dichos componentes adicionales pueden incluir, por ejemplo, transformadores, disyuntores, convertidores y equipos auxiliares para hacer funcionar los generadores, cuadros de distribución y propulsores, tales como equipos de control y protección, así como equipos de refrigeración y lubricación y similares. Sin duda alguna, dichos componentes y equipos pueden estar presentes en el sistema de suministro de energía 100, y pueden implementarse de manera convencional.
- Como ejemplo, el símbolo de la hélice que se muestra en las Figuras 2-5 representa una unidad de propulsor que puede incluir un convertidor, en particular, una unidad de frecuencia variable de propulsor y un motor de propulsor. Cada unidad de propulsor puede conectarse al respectivo cuadro de distribución principal a través de un transformador de propulsor. Además, se puede proporcionar un cuadro de distribución auxiliar de propulsor para la distribución de energía eléctrica a sistemas auxiliares de propulsor para cada propulsor, y puede recibir energía eléctrica desde el respectivo cuadro de distribución principal alimentado directa o indirectamente. Dicho cuadro de distribución auxiliar de propulsor puede, por ejemplo, recibir energía eléctrica de un devanado adicional del transformador de propulsor, o de un alimentador de transformador distinto.
- El sistema de suministro de energía 100 puede proporcionar una distribución de energía eléctrica de CA (corriente alterna), y el bus de distribución de energía 40 puede ser, en consecuencia, un bus de distribución de energía de CA. En particular, el sistema de suministro de energía 100 puede distribuir energía eléctrica de CA trifásica y, en consecuencia, las líneas únicas en los dibujos pueden ser representativas de una conexión de alimentación trifásica, por ejemplo, un juego de cables de alimentación trifásica, una conexión de bus trifásico o un bus de distribución de energía trifásico. En otras realizaciones, el sistema de suministro de energía 100 puede implementar una distribución de energía eléctrica de CC (corriente continua) y, en consecuencia, los correspondientes componentes pueden configurarse para proporcionar distribución y transmisión de energía de CC. En dicha configuración, se puede conectar, por ejemplo, un rectificador entre cada una de las fuentes de energía eléctrica 50, en particular, generadores de CA y el respectivo cuadro de distribución principal alimentado directamente. El control de velocidad de los propulsores puede ser proporcionado por cada unidad de propulsor 60 que comprende un inversor que suministra una respectiva potencia eléctrica de CA a una frecuencia controlable al motor eléctrico de CA de la unidad de propulsor 60.
- Un juego de cables proporciona los cables necesarios para la respectiva conexión eléctrica, por ejemplo, tres cables monofásicos para una conexión de CA trifásica o dos cables para una conexión de CC o similar. En algunas realizaciones, solo se puede incluir un único cable en un juego de cables, por ejemplo, para una conexión de CC con retorno a través del casco de la embarcación. Un juego de cables también puede comprender posiblemente cables para control/comunicación.

5 Con las realizaciones de la presente invención, se puede lograr una reducción de la sobrecapacidad requerida del sistema de suministro de energía 100 debido a la separación que no exige la presencia de una fuente de energía eléctrica 50 para cada cuadro de distribución principal al que está conectada una unidad de propulsor. Además, se pierde energía para menos unidades de propulsor en el peor de los casos, tal como la pérdida de un compartimento completo. En consecuencia, la potencia nominal de los propulsores puede reducirse o, si la potencia nominal del propulsor se mantiene, la embarcación puede ser capaz de mantener su posición y funcionamiento en condiciones climáticas más duras. La potencia nominal reducida del propulsor ocasiona una reducción directa de peso, dimensión/espacio y costes, que son parámetros críticos para una embarcación en alta mar. Al reducir las potencias nominales del propulsor, la potencia nominal del correspondiente equipo eléctrico se puede reducir de manera similar, 10 por ejemplo, la potencia nominal de cables de alimentación y similares, que nuevamente ocasionará una reducción en los requisitos de espacio, peso y coste. Debido a la reducción de las consecuencias de la avería (pérdida solo de un único propulsor ante la pérdida de un compartimento), puede mejorarse la flexibilidad operativa y puede aumentarse la cantidad de días por año en que un propulsor se puede dejar sin funcionar para su inspección y mantenimiento.

15 La configuración del sistema de suministro de energía 100 permite además que se usen menos juegos de cables para conectar unidades de propulsor remotas, que se encuentran, por ejemplo, en diferentes secciones de la embarcación flotante, o dentro de pontones de la embarcación flotante. Como se ha indicado anteriormente, en general solo son necesarios dos juegos de cables para proporcionar energía eléctrica a varias unidades de propulsor, se puede lograr una reducción importante de coste y peso, y se puede facilitar el cableado de la embarcación. En comparación con sistemas de suministro de energía que utilizan un mayor grado de separación para lograr mejor fiabilidad, el sistema de suministro de energía 100 de las realizaciones de la invención exige menos cableado, espacio y peso para lograr un grado similar de separación, y además es más rentable. Asimismo, el sistema de suministro de energía 100 no necesita mucho tendido de cables en la cubierta de la embarcación flotante, lo que generalmente ocasiona una disposición y utilización de la cubierta por debajo de los niveles óptimos. 20

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de energía de una embarcación flotante, en particular, de una embarcación de posicionamiento dinámico en mar abierto, que comprende:

- 5 - al menos dos secciones del sistema de suministro de energía separadas (31, 32), cada una de las cuales comprende al menos una fuente de energía eléctrica (50), en particular, un generador y un cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) al que se suministra energía eléctrica desde la fuente de energía eléctrica (50), en donde el cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) está configurado para distribuir energía eléctrica a una o más unidades de propulsor (60) de la embarcación flotante para hacer funcionar las respectivas unidades de propulsor,
- 10 - al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) a cada uno de los cuales está conectada una unidad de propulsor (60) de la embarcación flotante, en donde cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente (21, 22) está configurado para recibir energía eléctrica indirectamente desde al menos una de dichas fuentes de energía eléctrica (50) a través de al menos uno de dichos cuadros de distribución principales alimentados directa o indirectamente, en donde cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente (21, 22) está configurado para suministrar energía eléctrica a la respectiva unidad de propulsor conectada (60) para hacer funcionar la unidad de propulsor,

en donde los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados directamente (11, 12) y los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) están conectados en una configuración de anillo de modo que dos o más cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) están conectados en serie entre un primer cuadro de distribución principal alimentado directamente (11) y un segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (12) **caracterizado por que** al menos dos de dichos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22, 23, 24) están conectados en serie entre dos cuadros de distribución principales alimentados directamente (11, 12) para formar un primer bucle (91) y al menos dos de dichos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (25, 26, 27, 28) están conectados en serie entre dos cuadros de distribución principales alimentados directamente (12, 13, 14) para formar un segundo bucle (92); estando el primer bucle (91) conectado entre dicho primer y segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) y estando el segundo bucle (92) conectado entre dicho segundo y un tercer cuadro de distribución principal alimentado directamente (12, 13), o estando el primer bucle (91) conectado entre dicho primer y segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) y estando el segundo bucle (92) conectado entre el tercer y el cuarto cuadro de distribución principal alimentado directamente (13, 14); y, en donde cada sección del sistema de suministro de energía separada (31, 32) comprende una sala de máquinas en la que se encuentra la fuente de energía eléctrica (50) y una sala de cuadros de distribución en la que se encuentra el cuadro de distribución alimentado directamente (11, 12), encontrándose las salas de máquinas y las salas de cuadros de distribución en la misma sección (210) de la embarcación flotante (200), en donde los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) están dispuestos en otras salas (80), en particular, salas de propulsores o salas de cuadros de distribución, situadas en una sección diferente (220, 230) de la embarcación flotante (200).

2. El sistema de suministro de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sistema de suministro de energía comprende al menos tres cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22, 23) que están conectados en serie entre el primer cuadro de distribución principal alimentado directamente (11) y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (12), de modo que al menos un cuadro de distribución principal alimentado indirectamente (23) está conectado entre dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) en dicha configuración de anillo.

3. El sistema de suministro de energía de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el sistema de suministro de energía comprende al menos tres secciones del sistema de suministro de energía separadas (31, 32, 33), comprendiendo cada una de ellas un cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12, 13) y al menos una fuente de energía eléctrica (50), en particular un generador, conectado al mismo.

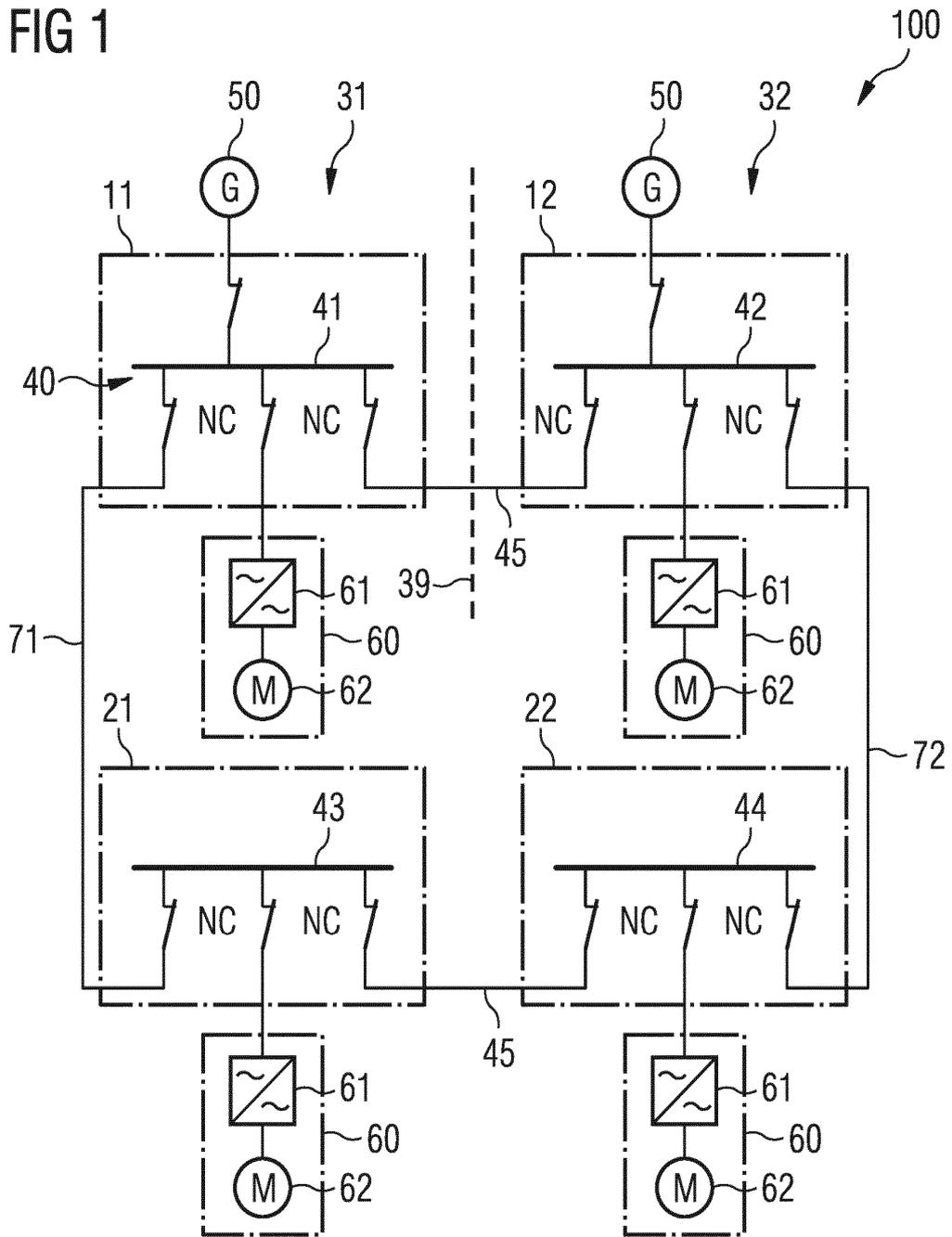
4. El sistema de suministro de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada sección del sistema de suministro de energía separada comprende al menos dos fuentes de energía eléctrica (50), en particular generadores, conectadas al cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12, 13), y/o en donde a cada cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12, 13), está conectada al menos una unidad de propulsor (60).

5. El sistema de suministro de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de suministro de energía comprende un bus de distribución de energía (40) que tiene varias secciones de bus (41, 42, 43, 44), en donde cada cuadro de distribución principal (11, 12, 21, 22) comprende una sección de bus del bus de distribución de energía (40), estando los cuadros de distribución principales (11, 12, 21, 22) conectados en dicha configuración de anillo mediante la conexión de las respectivas secciones de bus (41, 42, 43, 44) en una configuración de anillo usando conexiones de bus (45) y/o cables (71, 72).

- 5 6. El sistema de suministro de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la fuente de alimentación eléctrica (50) y el cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) de cada sección del sistema de suministro de energía separada (31, 32) se proporcionan en una sala o compartimento diferente a la fuente de alimentación eléctrica y el cuadro de distribución principal alimentado directamente de las otras secciones del sistema de suministro de energía separadas (31, 32).
7. El sistema de suministro de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada uno de los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados directamente (11, 12) y los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) se proporcionan en una sala o compartimento diferente a bordo de la embarcación flotante (200).
- 10 8. El sistema de suministro de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los cuadros de distribución principales alimentados directamente (11, 12) se proporcionan en una primera sección (210) de la embarcación flotante (200), en particular, una sección central o una cubierta, y en donde la conexión en serie de los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) forma al menos un primer bucle (91) entre el primer y el segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12), en donde los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) del primer bucle (91) se encuentran en una segunda sección (220, 230) de la embarcación flotante, en particular una sección delantera o trasera o en un pontón, comprendiendo el sistema de suministro de energía además un primer juego de cables (71) que conecta un primer extremo de dicho primer bucle (91) al primer cuadro de distribución principal alimentado directamente (11) y un segundo juego de cables (72) que conecta un segundo extremo de dicho primer bucle (91) al segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (12).
- 15 9. El sistema de suministro de energía de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la embarcación flotante es un semisumergible que tiene una cubierta (250) y al menos dos pontones (251, 252), teniendo el sistema de suministro de energía un segundo bucle (92) de cuadros de distribución principales conectados indirectamente (25, 26), en donde los cuadros de distribución principales alimentados directamente (11, 12) están dispuestos en la cubierta (250) y los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente del primer bucle (91) están dispuestos en uno de los pontones (251) y los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente del segundo bucle (92) están dispuestos en el otro de los pontones (252).
- 20 10. El sistema de suministro de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada uno de los cuadros de distribución principales alimentados directa e indirectamente (11, 12, 21, 22) está conectado a una unidad de propulsor (60) para proporcionar a la unidad de propulsor energía eléctrica para el funcionamiento.
- 25 11. El sistema de suministro de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) comprenden además uno o más sistemas de almacenamiento de energía locales.
- 30 12. Un sistema de suministro de energía de acuerdo con la reivindicación 11, en donde los sistemas de almacenamiento de energía comprenden uno de baterías, condensadores o volantes.
- 35 13. Un sistema de suministro de energía de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en donde el sistema de almacenamiento de energía se coloca con el cuadro de distribución principal alimentado indirectamente.
- 40 14. Una embarcación flotante (200) que comprende un sistema de suministro de energía (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13.
- 45 15. Un método para proporcionar un sistema de suministro de energía para una embarcación flotante, en particular, de una embarcación de posicionamiento dinámico en mar abierto, que comprende las etapas de
- proporcionar al menos dos secciones del sistema de suministro de energía separadas (31, 32), cada una de las cuales comprende al menos una fuente de energía eléctrica (50), en particular, un generador y un cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) al que se suministra energía eléctrica desde la fuente de energía eléctrica (50), en donde el cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) está configurado para distribuir energía eléctrica a una o más unidades de propulsor (60) de la embarcación flotante para hacer funcionar las respectivas unidades de propulsor,
  - proporcionar al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) a cada uno de los cuales está conectada una unidad de propulsor (60) de la embarcación flotante, en donde cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente (21, 22) está configurado para suministrar energía eléctrica a la respectiva unidad de propulsor (60) para hacer funcionar la unidad de propulsor,
  - conectar cada cuadro de distribución principal alimentado indirectamente (21, 22) para recibir energía eléctrica indirectamente desde al menos una de dichas fuentes de energía eléctrica (50) a través de al menos uno de dichos cuadros de distribución principales alimentados directa o indirectamente (11, 12, 21, 22), conectando los al menos
- 50

- dos cuadros de distribución principales alimentados directamente (11, 12) y los al menos dos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) en una configuración de anillo de modo que dos o más cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) estén conectados en serie entre un primer cuadro de distribución principal alimentado directamente (11) y un segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (12); **caracterizado por que** al menos dos de dichos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22, 23, 24) están conectados en serie entre dos cuadros de distribución principales alimentados directamente (11, 12) para formar un primer bucle (91) y al menos dos de dichos cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (25, 26, 27, 28) están conectados en serie entre dos cuadros de distribución principales alimentados directamente (12, 13, 14) para formar un segundo bucle (92); estando el primer bucle (91) conectado entre dicho primer y segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) y estando el segundo bucle (92) conectado entre dicho segundo y un tercer cuadro de distribución principal alimentado directamente (12, 13), o estando el primer bucle (91) conectado entre dicho primer y segundo cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12) y estando el segundo bucle (92) conectado entre el tercer y un cuarto cuadro de distribución principal alimentado directamente (13, 14); y,
- 5
- 10
- 15 en donde cada sección del sistema de suministro de energía separada (31, 32) comprende una sala de máquinas en la que se encuentra la fuente de energía eléctrica (50) y una sala de cuadros de distribución en la que se encuentra el cuadro de distribución principal alimentado directamente (11, 12), y en donde los cuadros de distribución principales alimentados indirectamente (21, 22) están dispuestos en otras salas (80), en particular, salas de propulsores o salas de cuadros de distribución,
- 20 comprendiendo las etapas además situar las salas de máquinas y las salas de cuadros de distribución en la misma sección (210) de la embarcación flotante (200) y situar las salas de propulsores o salas de cuadros de distribución en una sección diferente (220, 230) de la embarcación flotante (200).

FIG 1



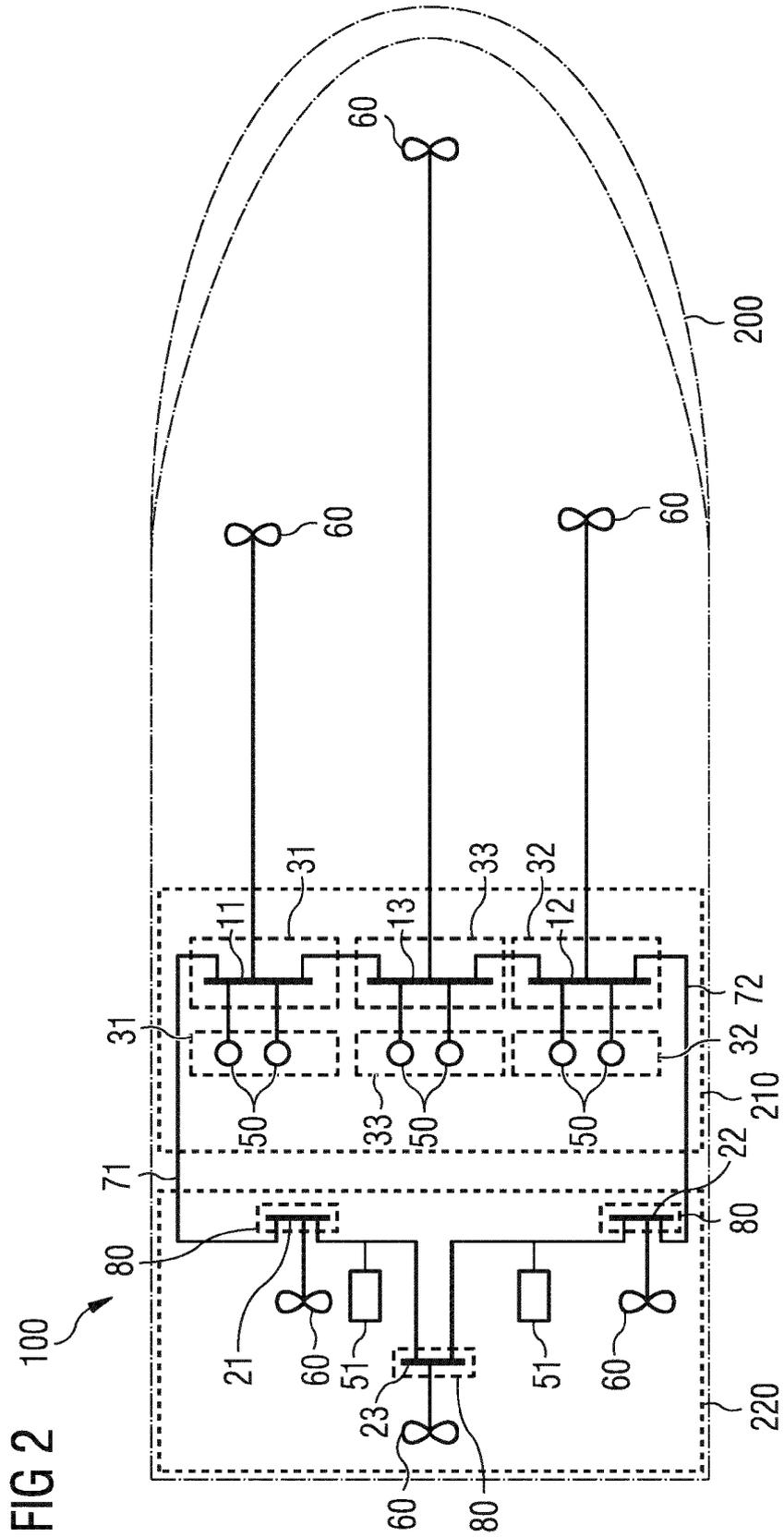


FIG 3

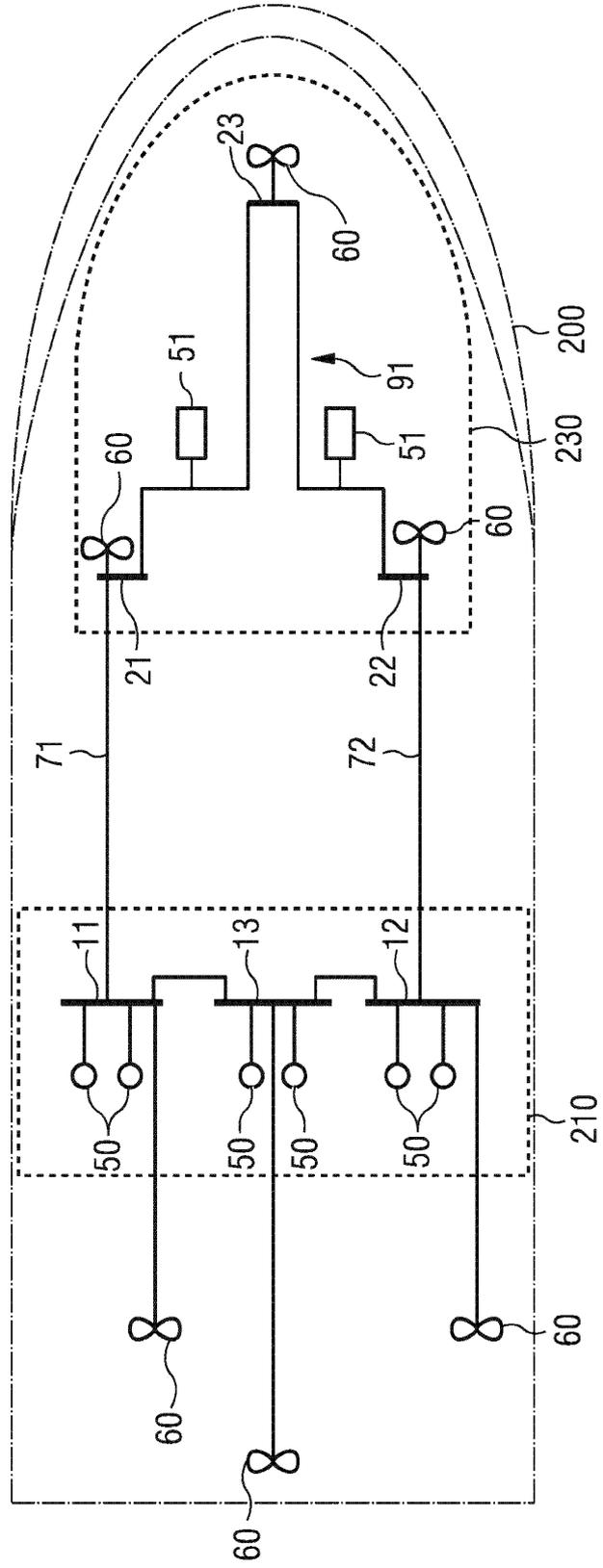


FIG 4A

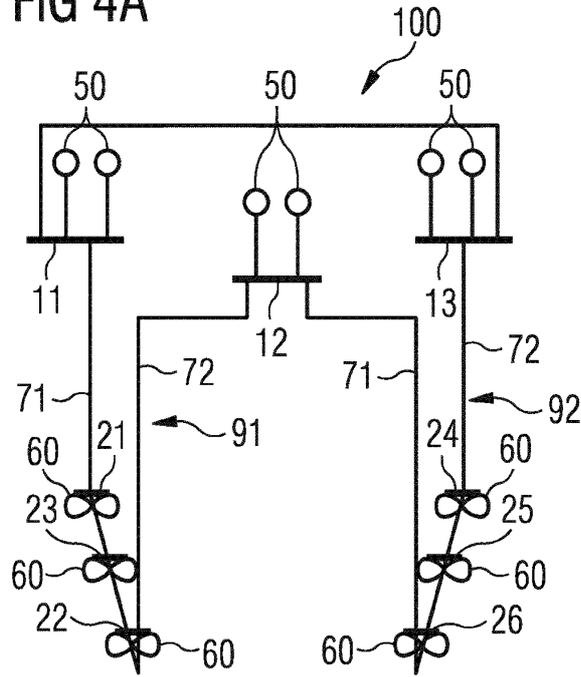


FIG 4B

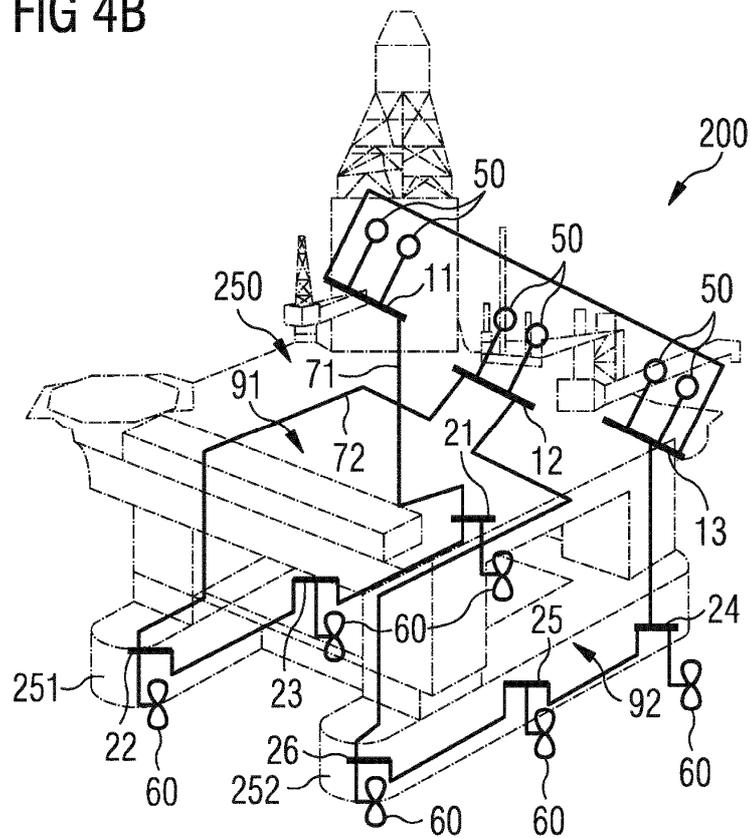


FIG 5A

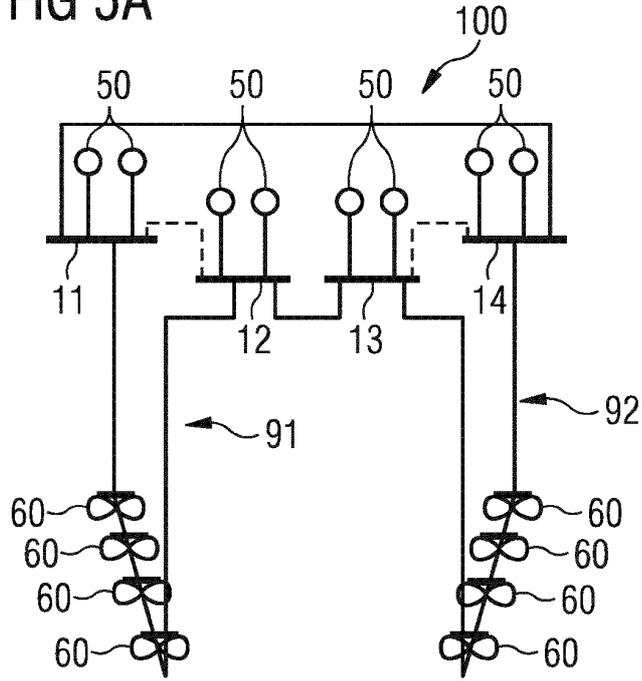


FIG 5B

