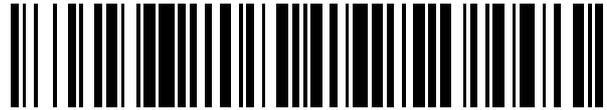


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 154**

51 Int. Cl.:

B63H 23/24 (2006.01)

B63H 25/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2011** **E 11732487 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015** **EP 2734439**

54 Título: **Sistema de suministro de energía para buques**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2015

73 Titular/es:

ABB AS (100.0%)
Bergerveien 12
1396 Billingstad, NO

72 Inventor/es:

KENNEDY, LOUIS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 547 154 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 para buques

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a un sistema de suministro de energía para buques, y en particular a un sistema de suministro de energía que proporciona respaldo de energía para el posicionamiento dinámico de buques. La presente descripción se refiere además a un sistema de suministro de energía en secciones, que comprende al menos dos de tales sistemas de suministro de energía.

Antecedentes

10 El posicionamiento dinámico (DP) es un método para mantener la posición y el rumbo de un buque generalmente mediante el uso de medios de propulsión del buque. Entre los buques que utilizan posicionamiento dinámico se incluyen plataformas semisumergibles y buques de perforación.

15 Se han establecido normas de seguridad para buques con posicionamiento dinámico. Estas normas definen las clases DP1, DP2 y DP3. Las normas para buques de clase DP2 y DP3 exigen que debe mantenerse la posición después de un fallo aislado. En la práctica esto significa que nunca se debe permitir que se produzcan apagones. Para lograr esto, los buques DP normalmente funcionan en una configuración de barra partida con acoplamientos entre barras abiertos. Para plataformas semisumergibles, esto generalmente significa una configuración de dos fracciones, mientras que para buques de perforación es típica una configuración de tres fracciones. Estas configuraciones son suficientes para prevenir apagones y para cumplir los requisitos de clase para operaciones en DP2 y DP3 en la mayoría de condiciones medioambientales.

20 Las plataformas suelen operar con redundancia adicional además de la proporcionada por la configuración de barra partida. Algunos operarios de plataformas proporcionan plataformas con al menos dos generadores funcionando en cada fracción durante operaciones DP, para minimizar el riesgo de apagón parcial dentro de cada fracción. Sin embargo, las configuraciones con varios generadores funcionando tienen varios inconvenientes.

25 El documento EP 2243700 describe un sistema propulsor redundante para el posicionamiento dinámico de un buque. El sistema propulsor redundante comprende al menos tres propulsores para crear empuje transversal, conectados a un panel de control para la fuente de alimentación principal, estando dicho panel de control dividido en dos partes mediante un acople entre barras con sistemas de distribución de energía eléctricamente aislada, en el que al menos dos partes del panel de control están normalmente activas, y cada parte está dispuesta para alimentar al menos dos propulsores. Al menos uno de los propulsores, a saber, el propulsor redundante, está conectado a las
30 dos partes del panel de control principal, proporcionándose un buque con sistema de suministro de energía dual y una redundancia de propulsor de tres vías.

Resumen

35 El presente inventor ha tomado conciencia de que, en operación normal, la carga de los generadores en configuraciones que tienen varios generadores funcionando en cada fracción puede normalmente ser tan baja como entre 15 % y 20 %.

Las operaciones con cargas bajas tienen varias desventajas. Por ejemplo, tales operaciones tienen poca eficiencia lo que da como resultado un alto consumo de combustible específico por parte de los motores diésel de los generadores diésel. Además, aumenta el CO₂, NO_x, SO_x y la emisión de partículas, y aumenta la acumulación de carbono y el riesgo de cristalización del interior de cilindro en los motores diésel.

40 En vista de lo anterior, un objeto de la presente descripción es proporcionar un sistema de suministro de energía para un buque DP que tiene un nivel suficiente de fiabilidad contra apagones parciales y completos, reduciendo al mismo tiempo la acumulación de depósitos de carbono y el riesgo de cristalización del interior de cilindro.

Otro objeto de la presente descripción es reducir el consumo de combustible específico y las emisiones de contaminantes al medioambiente.

45 De este modo, la presente descripción proporciona un sistema de suministro de energía para el posicionamiento dinámico de un buque, comprendiendo dicho sistema de suministro de energía: un primer generador accionado por motor de combustión, un segundo generador accionado por motor de combustión, una unidad de batería y una unidad de convertidor dispuesta para proporcionar energía al buque desde la unidad de batería, en el que en un primer estado operativo del sistema de suministro de energía, sólo el primer generador accionado por motor de combustión está dispuesto para suministrar energía al buque, y en el que en un segundo estado operativo en el que
50 el primer generador accionado por motor de combustión falla, el segundo generador accionado por motor de combustión está dispuesto para suministrar energía al buque, y en el que la unidad de convertidor está dispuesta

para suministrar energía al buque durante la transición entre el primer estado operativo y el segundo estado operativo.

5 Al proporcionarse un sistema de suministro de energía en el que al menos un generador accionado por motor de combustión, por ejemplo el segundo generador accionado por motor de combustión, no está funcionando y por tanto no proporciona energía al buque en operación normal, aumenta la carga en el generador accionado por motor de combustión, es decir el primer generador accionado por motor de combustión. Por ejemplo, en el caso de una configuración de dos generadores por fracción de barra, la carga se duplica en el generador que está funcionando, es decir, el generador que suministra la energía al buque para su posicionamiento dinámico. Al aumentar la carga en un generador, se reduce el consumo de combustible específico. Además, el aumento de carga reduce la
10 acumulación de depósitos de carbono y el riesgo de cristalización del interior de cilindro.

Al proporcionarse un sistema de suministro de energía en el que al menos un generador accionado por motor de combustión no está funcionando en operación normal, el total de horas de funcionamiento del motor para el sistema de suministro de energía se acumulan más lentamente.

15 De manera ventajosa, un menor consumo de combustible reduce los costes de combustible y la emisión de sustancias peligrosas. Además, la acumulación lenta de horas de funcionamiento y la reducción de acumulación de depósitos de carbono y la reducción del riesgo de cristalización del interior de cilindro podrían alargar significativamente los intervalos de mantenimiento de los generadores accionados por motor de combustión.

20 El primer estado operativo puede ser un estado en el que el primer generador accionado por motor de combustión está en un modo de operación normal. Por tanto, el segundo generador accionado por motor de combustión comienza a operar y por tanto suministra energía al buque cuando falla el primer generador accionado por motor de combustión. La unidad de batería y la unidad de convertidor permiten un suministro de energía sustancialmente continuo en una fracción de barra durante el periodo de tiempo entre la ocurrencia del fallo del primer generador accionado por motor de combustión y la puesta en marcha del segundo generador accionado por motor de combustión en el segundo estado operativo. Por tanto, la unidad de batería y la unidad de convertidor están
25 dispuestas para suministrar energía durante la transición entre el primer estado operativo y el segundo estado operativo.

En el presente documento, una fracción de barra debe interpretarse como una barra o barra de conexión que está desconectada, es decir, una barra que está desconectada de otras barras o barras de conexión mediante uno o más acoplamientos entre barras o desconectores.

30 Una realización comprende una barra, en la que el primer generador accionado motor de combustión y el segundo generador accionado por motor de combustión se pueden conectar a la barra, y en la que la unidad de convertidor se puede conectar a la barra y a la unidad de batería.

35 Una realización comprende un convertidor giratorio, en el que la unidad de convertidor se puede conectar a la barra a través del convertidor giratorio. Mediante el convertidor giratorio, se puede proporcionar un mantenimiento sin perturbaciones de la frecuencia y la tensión del sistema de suministro de energía hasta que la unidad de convertidor comience a suministrar energía en caso de que se active el generador en funcionamiento, es decir el primer generador accionado por motor de combustión. En concreto, el mantenimiento sin perturbaciones se puede lograr por la inercia que proporciona el árbol giratorio o rotor del convertidor giratorio.

40 En una realización, el convertidor giratorio comprende un generador y una máquina de inducción eléctricamente acoplada a través de un árbol giratorio del convertidor giratorio. De manera ventajosa, la unidad de convertidor, que puede comprender un variador de frecuencia, puede controlar de ese modo la velocidad de rotación del motor de inducción y por tanto controlar la energía suministrada al buque a través del generador, y compensar los cambios de frecuencia en el sistema de suministro de energía en caso de, por ejemplo, variaciones de carga. Por tanto, la
45 unidad de convertidor puede suministrar energía al buque antes de que cualquier fuerza de inercia ralentice la rotación del árbol giratorio común del convertidor giratorio por lo que se puede proporcionar al buque un suministro de energía continuo y sin perturbaciones. El generador del convertidor giratorio puede compensar los cambios de tensión en el sistema de suministro de energía. De ese modo, se puede proporcionar una fiabilidad adecuada contra un apagón parcial o total. Apagón parcial ha de entenderse en el sentido de un apagón o corte de suministro de energía en una barra o en una fracción de barra, mientras que apagón total significa un apagón o corte de suministro
50 de energía en todas las barras o fracciones de barra.

En una realización, el generador es un generador síncrono MV. Un generador MV, es decir, un generador de media tensión, se puede conectar a una fracción de barra del sistema de suministro de energía, siendo dicha fracción de barra típicamente una barra de media tensión, por ejemplo 11 kV.

55 En una realización, la máquina de inducción es una máquina de inducción LV. Una máquina de inducción LV, es decir, una máquina de inducción de baja tensión, proporciona una interfaz entre la unidad de convertidor y el generador en el convertidor giratorio, y acciona el generador. Una máquina de inducción LV por tanto, se puede

5 conectar a una unidad de convertidor LV. Como ejemplo, una máquina de inducción LV puede ser de 690 V, la cual luego puede conectarse a una unidad de convertidor de baja tensión diseñada para funcionar a 690 V. De este modo, los componentes estándar existentes pueden ser utilizados para la unidad de convertidor y la unidad de batería que, en una realización, junto con el convertidor giratorio forman parte de una disposición de respaldo de energía en el sistema de suministro de energía.

En una realización, la máquina de inducción se puede conectar a la unidad de convertidor y el generador se puede conectar a la barra. Por tanto, el generador, es decir el rotor del generador, es accionado por la máquina de inducción. En particular, la máquina de inducción y el generador comparten el mismo árbol giratorio para la transferencia de energía.

10 La unidad de convertidor comprende preferiblemente un convertidor de CC a CA, es decir un inversor, para transformar la corriente continua proporcionada por la unidad de batería en corriente alterna que se utiliza para controlar el motor de inducción.

15 En una realización, la unidad de convertidor está adaptada para suministrar energía al buque cuando una frecuencia de sistema de suministro de energía está por debajo de un umbral predeterminado. Por tanto, una unidad de control puede proporcionar una conmutación adecuada de los elementos de conmutación, por ejemplo dispositivos semiconductores de la unidad de convertidor a fin de mantener la tensión y el nivel de frecuencia en el sistema de suministro de energía incluso durante la transición entre el primer y el segundo estado operativo.

En una realización, la unidad de convertidor comprende un variador de frecuencia para controlar la velocidad de rotación del motor de inducción.

20 De manera ventajosa y según se describe en este documento, al menos dos sistemas de suministro de energía pueden ser utilizados en un sistema de suministro de energía en secciones. Para este fin, el sistema de suministro de energía en secciones comprende al menos dos sistemas de suministro de energía y al menos un acoplamiento entre barras que puede conectar los al menos dos sistemas de suministro de energía. Un sistema de suministro de energía en secciones es, por tanto, un sistema de suministro de energía para el posicionamiento dinámico de un buque que comprende varios conjuntos de generadores accionados por motor de combustión primero y segundo y conjuntos correspondientes de unidades de batería y unidades de convertidor. En operaciones DP, los acoplamientos entre barras suelen ser abiertos en un intento por limitar la propagación de un fallo a una fracción de barra. Esta configuración reduce el riesgo de apagones totales y se utiliza generalmente para plataformas semisumergibles y buques de perforación.

30 Preferiblemente, un buque marítimo puede comprender tal sistema de suministro de energía en secciones.

35 En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben interpretarse de acuerdo con su significado normal en el campo técnico, a menos que se especifique lo contrario en el presente documento. Todas las referencias a "un / uno / el elemento, aparato, componente, medio, paso, etc." se han de interpretar abiertamente como una referencia a al menos un ejemplo del elemento, aparato, componente, medio, paso, etc., a menos que se indique expresamente lo contrario.

Breve descripción de los dibujos

El concepto inventivo se describirá a continuación, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es una vista superior de un buque realizando posicionamiento dinámico en un cuerpo de agua.

40 La figura 2 es un diagrama esquemático de una sola línea de un sistema de suministro de energía en secciones que comprende dos sistemas de suministro de energía.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una sola línea de un sistema de suministro de respaldo de energía para cada uno de los sistemas de suministro de energía de la figura 2.

Descripción detallada de la invención

45 A continuación se describe el concepto inventivo más detalladamente con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que se muestran algunas realizaciones. Cabe señalar, sin embargo, que los buques y sistemas de suministro de energía descritos en este documento pueden incorporarse de muchas formas diferentes y no deben interpretarse como limitados a las realizaciones que se exponen en lo sucesivo; más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo para que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente el ámbito de aplicación de la invención a los expertos en la técnica. Los números iguales se refieren a elementos similares en toda la descripción.

Con referencia a la figura 1, se muestra un buque marítimo 1, en lo sucesivo denominado buque. El buque 1 se muestra desde arriba en un cuerpo de agua W, donde es sometido a fuerzas F1 debidas a efectos medioambientales que pueden incluir movimiento de olas M, corrientes y viento.

5 El buque 1 puede ser por ejemplo un buque de perforación o una plataforma semisumergible o cualquier otro tipo de buque que utilice posicionamiento dinámico para controlar la posición y el rumbo del mismo.

10 El buque ejemplar 1 comprende un sistema de suministro de energía en secciones 2 y propulsores 5a, 5b y 7 en conexión operativa con el sistema de suministro de energía en secciones 2. El buque 1 tiene además un sistema de sensor y un sistema de control para controlar los propulsores de tal manera que el buque mantiene su posición y su rumbo a pesar de las fuerzas F1 que actúan sobre el buque 1. El sistema de sensor y el sistema de control no se describirán con más detalle en el presente documento, ya que tales sistemas son conocidos para los propósitos del posicionamiento dinámico.

15 Cabe señalar además, que el buque 1 es simplemente un ejemplo de un buque adecuado para usar con un sistema de suministro de energía en secciones 2, que se describirá con más detalle en este documento. Así, en general, un buque equipado con el sistema de suministro de energía en secciones 2 puede tener una configuración de propulsores o dispositivos de propulsión diferente a la de la ilustración que se muestra en el ejemplo de la figura 1. Además, cabe señalar que la colocación del sistema de suministro de energía en secciones 1 es esquemática. Por tanto, el sistema de suministro de energía en secciones 1 podría colocarse en otra ubicación o ubicaciones en el caso de un sistema de suministro de energía distribuida en secciones.

20 Volviendo a la figura 1, el buque 1 tiene un propulsor de proa 7 dispuesto en la proa del buque 1 en una dirección transversal con respecto a la extensión longitudinal del buque 1, y dos propulsores azimutales 5a y 5b. Los propulsores azimutales 5a y 5b pueden girar alrededor de ejes sustancialmente verticales correspondientes para controlar el posicionamiento del buque 1. De ese modo, cuando el sistema de sensor detecta las fuerzas F1 aplicadas al buque 1, el sistema de control proporciona señales de control a los propulsores 5a y 5b y 7 para generar empuje que proporcione contrafuerzas F2 y F3 que contrarresten las fuerzas F1. Para este fin, el sistema de suministro de energía en secciones 2 está dispuesto para proporcionar energía a los propulsores 5a, 5b y 7. En particular, el sistema de suministro de energía en secciones 2 está dispuesto, como se explicará a continuación, de modo que incluso aunque se produzca un fallo de generador en el sistema de suministro de energía en secciones 2, proporcione energía a todos o a algunos de los propulsores 5a, 5b y 7 del buque 1 de tal manera que el buque pueda mantener la posición.

30 De manera ventajosa, el sistema de suministro de energía en secciones 2 presentado en este documento proporciona un medio seguro para proporcionar energía al buque 1 reduciendo al mismo tiempo el consumo de combustible específico y los depósitos de acumulación de carbono en comparación con las soluciones de suministro de respaldo de energía existentes.

35 Ejemplos de un sistema de suministro de energía y de un sistema de suministro de energía en secciones se describirán con más detalle a continuación.

La figura 2 muestra un diagrama de una sola línea de un ejemplo de sistema de suministro de energía en secciones 2 que comprende varios sistemas de suministro de energía 3. Preferiblemente, el sistema de suministro de energía en secciones 2 es un sistema de suministro de energía trifásico, aunque se debe entender que variaciones con más o menos fases son también posibles.

40 Cada sistema de suministro de energía 3 comprende un primer generador accionado por motor de combustión G1 y un segundo generador accionado por motor de combustión G2 tales como generadores diésel. En otros ejemplos, los generadores accionados por motor de combustión G1 y G2 pueden ser turbinas de gas u otros motores de combustión.

45 Cada uno del primer generador accionado por motor de combustión G1 y el segundo generador accionado por motor de combustión G2 comprende un motor y un generador accionado por motor de combustión que tienen un rotor que es accionado por el motor accionado por motor de combustión, generándose de ese modo corriente eléctrica.

50 Cada sistema de suministro de energía 3 comprende además una disposición de respaldo de energía 10 que comprende una unidad de convertidor 9 y una unidad de batería 11. La unidad de convertidor 9 está dispuesta para transformar CC proporcionada por la unidad de batería en CA para suministrar energía al buque 1, y en particular a sus propulsores, con fines de posicionamiento dinámico.

Cada sistema de suministro de energía 3 comprende una barra 13 a la que se pueden conectar el primer generador accionado por motor de combustión G1, el segundo generador accionado por motor de combustión G2 y la disposición de respaldo de energía 10 a través de disyuntores D para controlar de manera selectiva qué unidades del primer generador accionado por motor de combustión G1, el segundo generador accionado por motor de

combustión G2 y la disposición de respaldo de energía 10 se van a conectar a la barra 13. La barra 13, en una realización, puede ser una barra de 11 kV.

Además, los disyuntores D pueden usarse para desconectar cualquiera del primer generador accionado por motor de combustión G1, el segundo generador accionado por motor de combustión G2 y la disposición de respaldo de energía 10 en caso de que cualquiera de estos dispositivos falle y tenga que saltar.

En un primer estado operativo de un sistema de suministro de energía 3, el primer generador accionado por motor de combustión G1 se conecta a la barra 13 para poder así suministrar energía al buque 1 y a sus propulsores. La disposición de respaldo de energía 10 también se conecta normalmente a la barra 13, para que la unidad de convertidor 9 pueda suministrar energía al buque 1. En particular, una unidad de control (no mostrada) está dispuesta para controlar la unidad de convertidor 9, es decir, para controlar la conmutación de elementos de conmutación de la unidad de convertidor 9 de manera que se pueda proporcionar una compensación de energía adecuada al buque en caso de fallo del primer generador accionado por motor de combustión.

En un segundo estado operativo, que es un estado en el que el primer generador accionado por motor de combustión G1 falla, el primer generador accionado por motor de combustión G1 salta, es decir, un disyuntor desconecta el primer generador accionado por motor de combustión G1 de la barra 13. Posteriormente, el segundo generador accionado por motor de combustión G2, que funciona como un generador de reserva, se pone en un modo de funcionamiento con el fin de poder suministrar energía al buque 1. Durante el tiempo que transcurre entre el fallo del primer generador accionado por motor de combustión G1 y el momento en el que el segundo generador accionado por motor de combustión es capaz de generar energía en un modo de funcionamiento, la disposición de respaldo de energía 10 proporciona energía al buque 1 a través de la unidad de batería 11 y la unidad de convertidor 9. De este modo, el nivel de tensión y el nivel de frecuencia en el sistema de suministro de energía 3 se pueden mantener también durante el fallo del generador.

La figura 3 muestra un ejemplo de una disposición de respaldo de energía 10 - 1 que forma parte de un sistema de suministro de energía tal como el sistema de suministro de energía 3. La disposición de respaldo 10 - 1 comprende una unidad de batería 11, una unidad de convertidor 9 que puede conectarse a la unidad de batería 11 y un convertidor giratorio 12 que se puede conectar a la unidad de convertidor 9. En una realización, el convertidor giratorio 12 es un convertidor giratorio de 690 V:11 kV.

El convertidor giratorio 12 comprende un motor 15 y un generador 17. El convertidor giratorio 12 tiene un árbol giratorio 15 - 1, es decir, un rotor. De manera preferible, el árbol giratorio 15 - 1 es un árbol común al generador 17 y al motor 15. Por lo tanto, cuando el motor 15 a través de la unidad de convertidor 9 acciona el árbol giratorio 15 - 1 para girar, el árbol giratorio 15 - 1 induce corrientes en el estator del generador 17. El generador 17 puede suministrar con ello energía al buque 1 y a sus propulsores.

En una realización, el generador 17 es un generador síncrono. El generador puede ser en particular un generador síncrono MV que se puede conectar a la barra 13 y al motor 15. En una realización, el motor es un motor de inducción. En una realización, el motor 15 es un motor de inducción LV. El generador síncrono MV puede, por ejemplo, ser adaptado para suministrar 11 kV y la máquina de inducción LV puede tener terminales de entrada de 690 V para accionar el árbol giratorio 15 - 1.

La disposición de respaldo de energía 10 - 1 puede comprender además un regulador de tensión 19, tal como un regulador de tensión automático conectado al convertidor giratorio 12. De ese modo, el convertidor giratorio 12 puede mantener la tensión de barra alterna a un nivel de amplitud constante, incluso cuando el primer generador accionado por motor de combustión falla o durante las variaciones de carga.

En operación normal del sistema de suministro de energía 3, la unidad de batería 11 se carga a través de la barra 13, el convertidor giratorio 12 y la unidad de convertidor 9. Alternativamente, la unidad de batería 11 se puede cargar a través de otros medios. Además, en operación normal, la disposición de respaldo de energía 10 - 1 está conectada a la barra 13, en la que el generador 17 comparte la carga reactiva con el primer generador accionado por motor de combustión G1. Por lo tanto, el generador 17 ayuda a evitar saltos debidos a problemas de control de tensión.

La unidad de convertidor 11 puede comprender un variador de frecuencia con Control Directo de Par (DTC) con el fin de controlar el par y por tanto la velocidad de rotación del motor 15.

En caso de que se produzca una situación en la que el sistema de suministro de energía esté en su segundo estado operativo, por ejemplo si salta el primer generador accionado por motor de combustión G1, el convertidor giratorio 12 mantiene sin perturbaciones la tensión del sistema de suministro de energía y la frecuencia hasta que la unidad del convertidor 9 comience a suministrar energía, en donde el convertidor giratorio proporciona al buque 1 tanto energía activa como reactiva.

En una realización en la que la unidad de convertidor 9 comprende un variador de frecuencia, el control de frecuencia se logra estableciendo la referencia de velocidad en el valor de rpm más bajo que podría ocurrir

normalmente en el modo de caída, típicamente 96 %, que es 57,6 Hz en un sistema de suministro de energía de 60 Hz. La unidad de convertidor 9 comenzaría entonces el suministro de energía tan pronto como la frecuencia cayera por debajo de ese valor, ya sea como resultado de un salto de generador o de un transitorio de carga pesada. Cabe señalar que los sistemas de suministro de energía presentados en este documento también pueden utilizarse con otras frecuencias diferentes a 60 Hz.

Para configuraciones de sistema de suministro de energía en las que varias barras pueden funcionar en paralelo, por ejemplo una plataforma semisumergible en un modo de barra partida en dos, se prevé que en algunas realizaciones podría aplicarse caída de frecuencia a la referencia de velocidad para permitir que las unidades de convertidor de cada barra o de cada fracción de barra funcionen en paralelo. Caída de frecuencia significa que la consigna de velocidad para el convertidor giratorio 12 se reduce con el aumento de carga, típicamente carga de energía activa, en el convertidor giratorio. La caída de frecuencia se puede utilizar para lograr un intercambio de carga entre generadores que funcionan en paralelo sin la necesidad de un control de velocidad común de los generadores. Los sistemas de suministro de energía en los que la relación entre la carga y la consigna de velocidad de los generadores está predeterminada y no varía en operación normal se denominan sistemas de suministro de energía de caída fija. En sistemas de suministro de energía de caída fija, se podrían lograr capacidades adicionales mediante una cuidadosa elección de las curvas de caída de unidades de convertidor. Por ejemplo, en una realización, las unidades de convertidor pueden ser diseñadas para suministrar su energía cuando la carga en los generadores sea de entre 60 % y 80 %, logrando así una forma de carga máxima ahorrando y ayudando a mantener reservas de energía suficientes en los generadores accionados por motor de combustión.

En una realización, los límites de propulsión y de par de frenado del variador de frecuencia pueden ser controlados mediante una aplicación de gestión de batería, que podría funcionar en un PLC principal. La aplicación PLC también podría incluir funciones para la puesta en marcha del convertidor giratorio con energía de batería y sincronización con el sistema de suministro de energía. Sin las limitaciones impuestas por un motor de combustión, la velocidad nominal del convertidor giratorio podría elegirse más libremente con el fin de optimizar su coste, peso y momento de inercia (frecuencia dinámica). Su ciclo de operación reducido también significaría que podría infradimensionarse, lo que daría como resultado mayores reducciones de tamaño y peso.

En una realización alternativa, el sistema de suministro de energía tiene una disposición de respaldo de energía que comprende la unidad de batería, la unidad de convertidor conectable a la unidad de batería y un transformador (no mostrado) que se puede conectar a la barra. En esta realización, la unidad de convertidor se puede conectar a un lado de los devanados de transformador y la barra se puede conectar al otro lado de los devanados de transformador. El transformador puede ser, por ejemplo, un transformador de 690 V: 11 kV. De ese modo, una unidad de convertidor de baja tensión se puede conectar a una barra de media tensión.

En esta realización, la unidad de convertidor está provista de un controlador que garantiza el mantenimiento de la tensión de barra y la frecuencia en caso de fallo repentino del primer generador accionado por motor de combustión. El controlador también está dispuesto para asegurar un correcto control de la energía activa y reactiva suministrada por la unidad de convertidor en el primer estado operativo, el segundo estado operativo y durante la transición entre el primer y segundo estado operativo.

En cualquier realización, la capacidad de la unidad de batería 9 podría por ejemplo ser elegida en el intervalo de entre 25 kWh y 75 kWh. La unidad de batería con capacidad relativamente baja que se puede utilizar se debe al corto tiempo requerido para poner en marcha y en modo de espera un generador accionado por motor de combustión, que es típicamente de menos de 1 minuto. Por lo tanto, la baja capacidad de energía requerida combinada con el ciclo de operación reducido y la tensión alta puede permitir hacer frente a la energía máxima con una batería de tamaño razonable.

El concepto inventivo se ha descrito principalmente con referencia a unas pocas realizaciones. Sin embargo, como apreciará fácilmente una persona experta en la técnica, son igualmente posibles otras realizaciones distintas de las descritas anteriormente dentro del ámbito de aplicación del concepto inventivo, tal como se define en las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de suministro de energía (3) para el posicionamiento dinámico de un buque (1), comprendiendo dicho sistema de suministro de energía (3):
- un primer generador accionado por motor de combustión (G1),
- 5 un segundo generador accionado por motor de combustión (G2) ,
- una unidad de batería (11), y
- una unidad de convertidor (9) dispuesta para proporcionar energía al buque (1) desde la unidad de batería (11),
- en el que en un primer estado operativo del sistema de suministro de energía, sólo el primer generador accionado por motor de combustión (G1) está dispuesto para suministrar energía al buque (1), y en el que en un segundo estado operativo en el que el primer generador accionado por motor de combustión (G1) falla, el segundo generador accionado por motor de combustión (G2) está dispuesto para suministrar energía al buque, y en el que la unidad de convertidor (9) está dispuesta para suministrar energía al buque (1) durante la transición entre el primer estado operativo y el segundo estado operativo.
- 10
2. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer estado operativo es un estado en el que el primer generador accionado por motor de combustión (G1) está en un modo de operación normal.
- 15
3. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende una barra (13), en el que el primer generador accionado por motor de combustión (G1) y el segundo generador accionado por motor de combustión (G2) se pueden conectar a la barra (13), y en el que la unidad de convertidor (9) se puede conectar a la barra (13) y a la unidad de batería (11).
- 20
4. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende un convertidor giratorio (12), en el que la unidad de convertidor (9) se puede conectar a la barra (13) a través del convertidor giratorio (10).
5. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el convertidor giratorio (12) comprende un generador (17) y una máquina de inducción (15) acoplada eléctricamente a través de un árbol giratorio (15 – 1) del convertidor giratorio (10).
- 25
6. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el generador (17) es un generador síncrono MV.
7. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en el que la máquina de inducción (15) es una máquina de inducción LV.
- 30
8. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la máquina de inducción (15) se puede conectar a la unidad de convertidor (9), y en el que el generador (17) se puede conectar a la barra (13).
9. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de convertidor (9) está adaptada para suministrar energía al buque (1) cuando una frecuencia de sistema de suministro de energía está por debajo de un umbral predeterminado.
- 35
10. Sistema de suministro de energía (3) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en el que la unidad de convertidor (9) comprende un variador de frecuencia para controlar la velocidad de rotación del motor de inducción (15).
11. Sistema de suministro de energía en secciones (2) que comprende al menos dos sistemas de suministro de energía (3), de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, y al menos un acoplamiento entre barras (D), en el que los al menos dos sistemas de suministro de energía (3) se pueden conectar mediante al menos un acoplamiento entre barras (D).
- 40
12. Buque (1) que comprende un sistema de suministro de energía en secciones (2) de acuerdo con la reivindicación 11.
- 45
13. Método para el posicionamiento dinámico de un buque que comprende un sistema de suministro de energía (3) que comprende un primer generador accionado por motor de combustión (G1), un segundo generador accionado por motor de combustión (G2), una unidad de batería (11) y una unidad de convertidor (9) dispuesto para proporcionar energía al buque (1) desde la unidad de la batería (11), en el que en un primer estado operativo del sistema de

suministro de energía sólo el primer generador accionado por motor de combustión (G1) está dispuesto para suministrar energía al buque (1), y en el que en un segundo estado operativo en el que el primer generador accionado por motor de combustión (G1) falla, el segundo generador accionado por motor de combustión (G2) está dispuesto para suministrar energía al buque, en el que el método comprende:

- 5 suministrar energía al buque (1), mediante la unidad de convertidor (9), durante la transición entre el primer estado operativo y el segundo estado operativo.
14. Método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que una unidad de control está dispuesta para controlar la conmutación de elementos de conmutación de la unidad de convertidor (9) de manera que se pueda proporcionar una compensación de energía adecuada al buque.
- 10 15. Método de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, en el que el sistema de suministro de energía (3) comprende un convertidor giratorio (12), en el que la unidad de convertidor (9) se puede conectar a la barra (13) a través del convertidor giratorio (12), y en el que el convertidor giratorio (12) comprende un generador (17) y una máquina de inducción (15) acoplada eléctricamente a través de un árbol giratorio (15 – 1) del convertidor giratorio (10).
- 15 16. Método de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la unidad de convertidor (9) comprende un variador de frecuencia, suministrando la unidad de convertidor (9) energía a la máquina de inducción (15) cuando una referencia de velocidad está por debajo de un valor de revoluciones por minuto, rpm, que es el más bajo que puede producirse normalmente en un modo de caída.

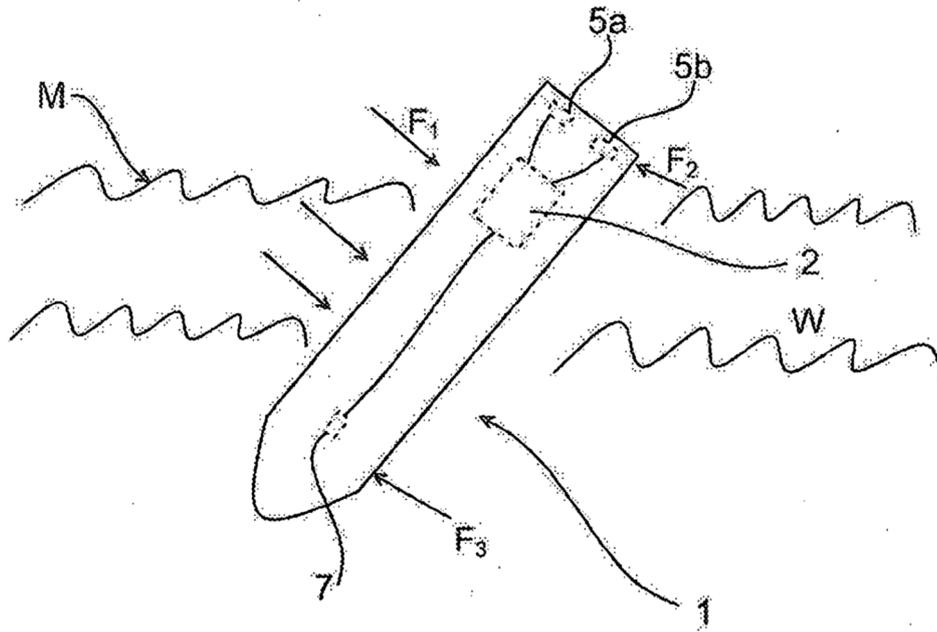


Fig. 1

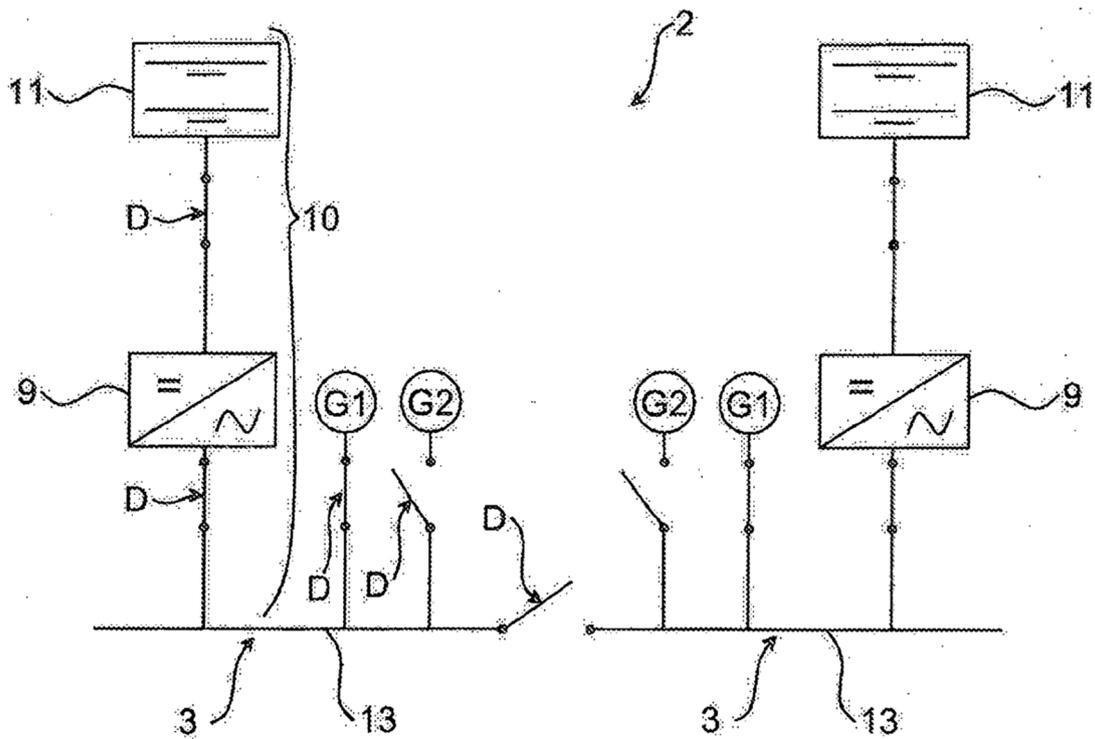


Fig. 2

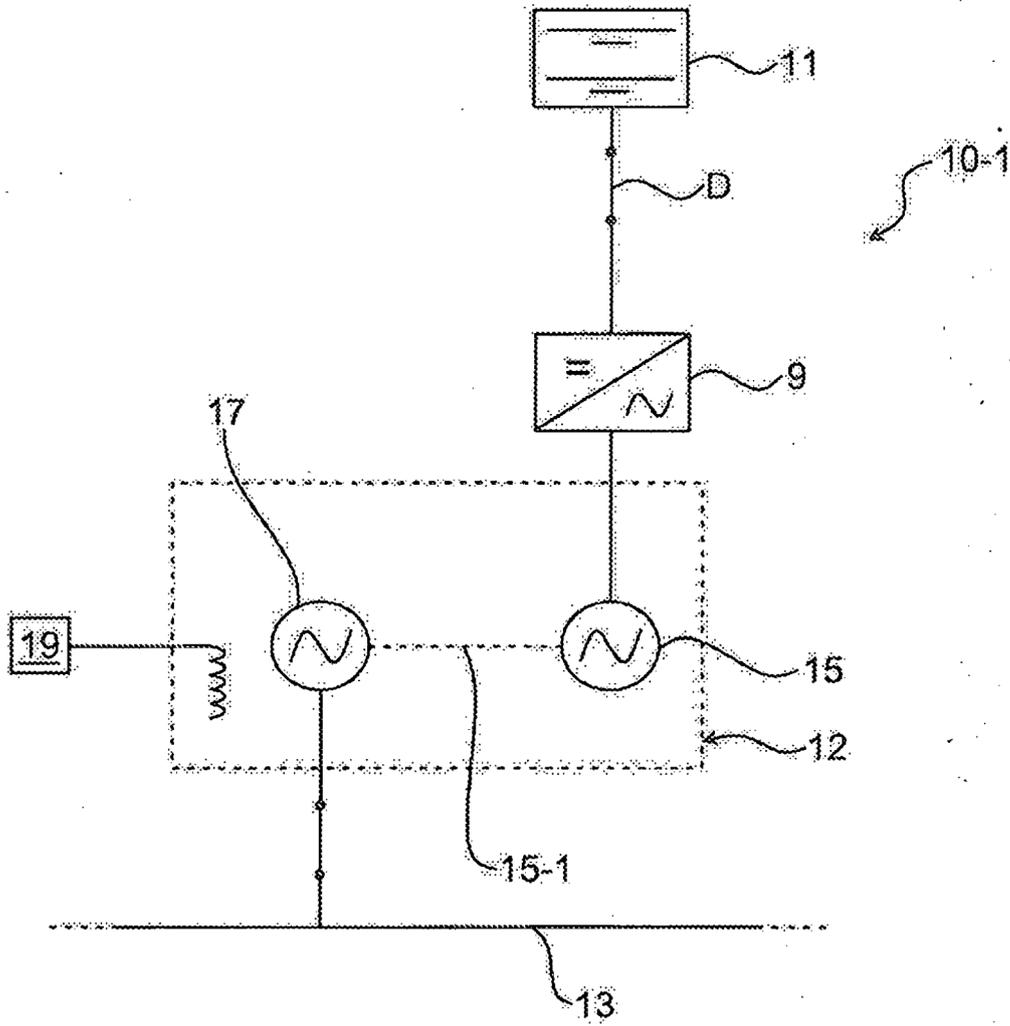


Fig. 3