

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 380**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/34** (2006.01)

**B63H 23/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2014** **E 14190434 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017** **EP 3016227**

54 Título: **Sistema de generación de energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.07.2017**

73 Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)**  
**Brown Boveri Strasse 6**  
**5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**VÄNSKÄ, KLAUS y**  
**POHJANHEIMO, PASI**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 622 380 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 generación de energía eléctrica

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a sistemas de generación de energía eléctrica y, más particularmente, a sistemas autónomos de generación de energía eléctrica en un barco.

**Antecedentes de la invención**

10 Los sistemas autónomos de generación de energía eléctrica se usan en situaciones o ubicaciones en las que no es posible una conexión eléctrica a una red eléctrica de área amplia. Dichos sistemas autónomos se usan también en barcos, yates y otras embarcaciones marítimas en las que se emplean motores primarios conectados a generadores eléctricos para producir energía eléctrica a ser consumida por los diversos dispositivos eléctricos en los barcos, etc. La energía eléctrica generada es usada por los dispositivos necesarios para la propulsión del barco y para alimentar los diversos componentes y sistemas relacionados con el funcionamiento del barco. Además, en los barcos de pasajeros, los pasajeros consumen también una gran cantidad de energía eléctrica, bien directamente con equipos eléctricos o bien indirectamente usando las comodidades disponibles a bordo.

15 Es conocida la provisión de energía eléctrica a un barco mediante la generación de corriente alterna con generadores conectados a los motores primarios. Los motores primarios usan diversas fuentes de energía, tales como combustible diésel y aceite combustible, para producir movimiento rotacional para el generador. La energía de CA generada es transformada a un nivel de tensión adecuado para diferentes propósitos. En los grandes barcos, se hacen funcionar múltiples generadores en paralelo y el funcionamiento es supervisado por un sistema de control superior. El sistema de control superior controla la gestión de energía de los generadores cambiando el número de generadores activos cuando la demanda de energía así lo requiere. El sistema de control superior está configurado de manera que el funcionamiento del sistema de generación de energía funcione de manera estable independientemente de los cambios en la demanda de energía.

20 El control de la energía generada es llevado a cabo mediante el control de la inyección de combustible del motor primario de manera que el motor primario mantenga constante su velocidad de rotación. Cuando, por ejemplo, la carga del generador aumenta, la inyección de combustible se aumenta también para mantener la velocidad de rotación constante. Debido a que el generador está conectado directamente al eje del motor primario, la frecuencia de salida de la corriente alterna generada se mantiene también constante.

25 En otro enfoque, cada conjunto motor primario - generador está equipado con un rectificador de CA a CC. Las salidas de los rectificadores están conectadas a un bus de CC común. La energía eléctrica generada es convertida además en energía de CA de manera que la energía pueda ser consumida con dispositivos de CA. En dicha estructura, la frecuencia de salida de cada conjunto generador - motor primario puede ser controlada para optimizar el funcionamiento del sistema.

30 En un sistema de generación de energía con distribución de CC, la cantidad de componentes eléctricos es grande ya que cada generador requiere un rectificador separado. En instalaciones grandes en las que la cantidad de energía instalada es alta, los componentes de CC requeridos, tales como disyuntores, son caros ya que la operación está en un nivel de voltaje medio. Además, se necesita otra conversión de energía cuando la tensión de CC es convertida de nuevo en tensión de CA para los consumidores.

35 El documento EP 2682339A1 describe un sistema de distribución de energía con una barra conductora o de distribución de CA adaptada para transportar una tensión de distribución de CA de frecuencia variable. El sistema de distribución de energía del documento es específicamente un sistema de propulsión y de distribución de energía marino.

**Breve descripción de la invención**

40 Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema y un procedimiento para resolver los problemas indicados anteriormente. Los objetos de la invención se consiguen mediante un sistema y un procedimiento que se caracterizan por la descripción en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

45 La invención se basa en la idea de producir tensión de CA multifásica con uno o más generadores a un bus multifásico común con una frecuencia ajustable. Los generadores usados para producir energía eléctrica reciben una referencia de frecuencia que puede ser seleccionada según diversos aspectos.

50 La ventaja de la invención es que el punto de funcionamiento de los motores primarios puede ser ajustado al valor deseado según las preferencias del operador. La invención permite usar una frecuencia fija que no es necesariamente

la frecuencia nominal de los motores primarios.

5 Según una realización de la invención, una propiedad relacionada con los motores primarios es optimizada con el ajuste de la referencia de frecuencia. Dicha propiedad es, por ejemplo, el consumo de combustible de los motores primarios. De esta manera, en la realización, se permite que la velocidad de rotación de los motores primarios cambie para minimizar el consumo de combustible. La velocidad de rotación cambiada de los motores significa también una frecuencia cambiada de la tensión de CA generada.

10 En los sistemas conocidos, la velocidad de rotación de los generadores se mantiene constante de manera que se produce una frecuencia fija al bus de tensión multifásica. Esto significa que la demanda de energía, es decir, la carga de los generadores, dicta el punto de funcionamiento de los motores primarios. Los motores primarios están típicamente optimizados para el funcionamiento a cierto nivel de energía con una frecuencia fija. Sin embargo, el cambio en la velocidad de rotación afecta también al consumo de combustible, y esta propiedad se emplea en la realización.

15 En una realización, los motores primarios reciben una referencia de velocidad de rotación desde el sistema de control de nivel superior y los generadores sincronizan su frecuencia de salida con la referencia de manera que se forma un bus de tensión alterna en el que la frecuencia es ajustable. De esta manera, el sistema de control de nivel superior optimiza el consumo de combustible instruyendo los uno o más generadores paralelos para que funcionen con una frecuencia que minimiza el consumo de combustible de los motores primarios.

20 Con la presente invención, puede emplearse una tecnología de CA fiable y robusta. Además, el sistema permite transmitir la energía eléctrica usando tecnología de CA o tecnología de CC en el interior del barco según el diseño seleccionado.

#### Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se describirá más detalladamente por medio de realizaciones preferidas, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

25 La Figura 1 muestra un ejemplo de consumo de combustible como una función de la velocidad de rotación y la energía generada de un motor primario; y

La Figura 2 muestra una realización del sistema de la invención.

#### Descripción detallada de la invención

30 La Figura 2 muestra un diagrama de circuito principal de un sistema según una realización de la presente invención. En la Figura 2, cuatro generadores 1, 2, 3 y 4 de CA multifásica están conectados a un bus 5 de CA. El bus de CA consiste en barras conductoras o de distribución, es decir conductores, para cada fase de la tensión multifásica generada y del disyuntor 6 que puede ser usado para dividir el bus en dos secciones independientes incluso cuando el bus transporta corriente nominal. En el ejemplo de la Figura 2, la tensión del bus y, de esta manera, la tensión de salida de los generadores es de 11 kV. Las potencias nominales de los generadores pueden ser del orden de megavatios, en cuyo caso la energía generada es suficiente para electrificar barcos de gran tamaño con un sistema de propulsión eléctrico.

35 La Figura 2 muestra además varias cargas conectadas al bus de CA. En el ejemplo, el sistema de propulsión es accionado eléctricamente y la Figura 2 muestra el sistema 13 de energía para la propulsión. Dicho sistema de energía comprende transformadores, convertidores de frecuencia y un motor que acciona la hélice. Otras cargas presentadas en la Figura 2 incluyen un accionamiento 11, 12 eléctrico para el compresor del dispositivo para producir agua enfriada para propósitos de refrigeración y un motor 10 conectado en línea, tal como un propulsor de proa.

40 La Figura 2 muestra además un transformador 7 destinado a transformar y distribuir adicionalmente la electricidad dentro del barco para otras funciones del barco. Dichas otras funciones pueden estar relacionadas con el alojamiento y los restaurantes en barcos de pasajeros y diversas máquinas de trabajo en diferentes barcos de trabajo, tales como máquinas de perforación y de bombeo. Una posibilidad para la distribución de energía en CC se muestra también en el ejemplo de la Figura 2, en la que hay presente un convertidor 9 de CA a CC conectado al bus de CA a través de un transformador 8.

45 Tal como se observa en la Figura 2, los diversos componentes y cargas se presentan por duplicado. Debido a los requisitos de redundancia, los motores primarios y los componentes eléctricos principales están instalados en al menos dos espacios separados. El bus de CA común que conecta los espacios entre sí puede ser dividido abriendo el disyuntor 6.

50 Según la presente invención, el sistema de generación de energía eléctrica de un barco comprende uno o más generadores 1, 2, 3, 4 para producir energía eléctrica. En el ejemplo de la Figura 2 se presentan cuatro generadores. El número de generadores conectados al sistema de generación de energía no está limitado a ninguna cantidad

específica. Cada uno de los generadores es accionado con un motor primario correspondiente, tal como un motor diésel. Estos motores primarios están conectados directamente a los ejes de los generadores de manera que cada generador gire con un motor primario correspondiente.

5 Tal como se ha indicado anteriormente, los generadores usados en la invención son generadores de CA multifásica. Típicamente, los generadores son generadores de CA trifásica que producen tensión trifásica. Los generadores usados en la producción de energía en un barco de gran tamaño son generadores del orden de megavatios. Las potencias nominales de los generadores pueden ser iguales o tales que, por ejemplo, dos generadores son de menor potencia nominal y el resto de los generadores tienen mayor potencia nominal.

10 Las salidas de fase de los generadores pueden conectarse a un bus multifásico común. La Figura 2 muestra los disyuntores entre el bus 5 y los generadores. Los disyuntores se accionan para ajustar la capacidad de producción conectada al bus. El bus 5 consiste en barras conductoras o miembros conductores similares que se usan para distribuir la energía eléctrica generada a las cargas o los consumidores. El número de fases del bus multifásico corresponde al de los generadores, y es típicamente un bus trifásico que tiene tres barras conductoras. Los generadores son generadores de CA y la tensión producida tiene una frecuencia que es común a todos los generadores.

15 Según la invención, el sistema comprende medios adaptados para proporcionar una referencia de frecuencia ajustable para la tensión multifásica generada y la frecuencia de la tensión generada está adaptada para seguir la referencia de frecuencia ajustable. La capacidad de ajuste de la referencia de frecuencia de la tensión multifásica significa que la frecuencia de la tensión multifásica generada puede ser ajustada a un valor determinado en base a una necesidad o propósito específico. Los motores primarios conectados mecánicamente a los generadores pueden ser ajustados a una velocidad de rotación deseada y, de esta manera, la frecuencia de la tensión emitida sigue la velocidad de rotación de los generadores. Los medios adaptados para proporcionar la referencia de frecuencia ajustable se implementan preferiblemente en un sistema de control de nivel superior, tal como un sistema de gestión de energía de un barco.

20 Según una realización de la invención, el sistema comprende medios que están adaptados para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios mediante el ajuste de la referencia de frecuencia ajustable de la tensión multifásica. De esta manera, en la realización, la referencia de frecuencia y, de esta manera, la frecuencia de la tensión de salida es cambiada de manera que se optimiza una propiedad relacionada con los motores primarios. El hecho de que una propiedad sea optimizada se refiere a un conjunto de acciones en las que la frecuencia de la tensión de salida es ajustada a un valor en el que una propiedad medible relacionada con los motores primarios es llevada a un valor más deseable.

25 Según una realización de la invención, la propiedad optimizada relacionada con los motores primarios es el consumo de combustible de los motores primarios. En otra realización de la invención, la propiedad optimizada relacionada con los motores primarios es el nivel de emisión de los motores primarios. En otra realización, la propiedad optimizada relacionada con los motores primarios es el nivel de ruido de los motores primarios.

30 A continuación, se describe detalladamente una realización en la que la propiedad optimizada relacionada con los motores primarios es el consumo de combustible de los motores primarios. En la realización, la frecuencia de la tensión multifásica es ajustada o cambiada para tener en cuenta el consumo de combustible de los motores primarios. El cambio de frecuencia significa en la práctica que el sistema está funcionando con una frecuencia que difiere de la frecuencia nominal del equipo usado. Preferiblemente, la frecuencia y, de esta manera, la velocidad de rotación del motor primario, son menores que el valor nominal y el intervalo preferido en el que se lleva a cabo la optimización está comprendido en el intervalo de velocidad del 60% al 100% de la velocidad nominal de rotación del motor primario. Si la frecuencia nominal de la electricidad producida con los generadores es de 60 Hz, entonces la velocidad de rotación del 60% del motor primario produce una tensión que tiene una frecuencia de 36 Hz. Correspondientemente, si la frecuencia nominal del generador es de 50 Hz, entonces la velocidad de rotación del 60% corresponde a una tensión que tiene una frecuencia de 30 Hz. Sin embargo, los límites estrictos de funcionamiento dependen del diseño y del tipo del motor primario y el límite inferior de la frecuencia producida pueden ser tan bajos como el 50% de la frecuencia nominal o incluso inferior.

35 La frecuencia nominal anterior se refiere a la frecuencia de la tensión de salida obtenida cuando el motor primario está girando a su velocidad de rotación nominal. En el funcionamiento convencional, esta velocidad de rotación nominal produciría una frecuencia que se dice que es nominal, es decir, 50 Hz o 60 Hz.

40 La Figura 1 muestra un ejemplo de un gráfico que indica el consumo de combustible de un motor diésel como una función de la velocidad de rotación del motor y la potencia del motor. El consumo de combustible se muestra como un cambio en g/kWh desde el punto de funcionamiento con una velocidad de rotación del 100% y un nivel de energía del 100%. El consumo se lee a partir del gráfico de manera que las líneas indican cierto aumento o disminución del consumo en g/kWh. Por ejemplo, el punto de funcionamiento más óptimo es aproximadamente con una velocidad de rotación del 90% y aproximadamente un 70% de energía, marcado con \* en el gráfico. Al alejarse del círculo, el

consumo aumenta. Tal como se observa en el gráfico, el cambio de consumo es mayor en un intervalo inferior de energía producida mientras que en el intervalo superior de energía el espacio entre las líneas es más ancho, indicando cambios más pequeños en el consumo cuando cambia el punto de funcionamiento.

5 Según una realización preferida de la invención, los medios adaptados para optimizar una propiedad, tal como el consumo de combustible de los motores primarios, comprenden una base de datos legible que indica la cantidad de la propiedad, tal como la cantidad de consumo de combustible, como una función de la velocidad de rotación del motor primario y el nivel de carga del motor primario. La base de datos legible, tal como una tabla de consulta, de la realización es una tabla tridimensional en la que los datos relacionados con la propiedad optimizada relacionada con el motor primario se almacenan de manera que los datos puedan ser accedidos por un procesador o un dispositivo similar para leer los datos en diferentes puntos de funcionamiento. Con ese propósito, los medios de optimización comprenden medios adaptados para leer la base de datos en base al nivel de carga conocido del motor primario y adaptados para emitir un valor de velocidad de rotación que minimiza u optimiza la propiedad deseada relacionada con los motores primarios.

15 En la invención, se proporciona una referencia de frecuencia ajustable para la tensión multifásica generada. La referencia de frecuencia puede ser considerada como una propiedad del generador que produce la tensión que tiene la frecuencia. Por otra parte, el motor primario conectado al generador funciona en base a una referencia de velocidad de rotación que puede ser derivada directamente de la referencia de frecuencia. Debido a que la referencia de frecuencia es ajustable, la referencia de velocidad de rotación del motor primario es también ajustable. Una referencia de frecuencia ajustable corresponde a una determinada referencia de velocidad de rotación ajustable que es proporcionada al motor primario para obtener tensión alterna que tiene la frecuencia deseada.

20 La frecuencia de la tensión generada está adaptada para seguir la referencia de frecuencia ajustable. Preferiblemente, la referencia es proporcionada a los motores primarios como una referencia de velocidad de rotación que corresponde a la referencia de frecuencia. El motor primario actúa para aumentar o disminuir la inyección de combustible de manera que la velocidad de rotación corresponda a la referencia, y la frecuencia de la tensión emitida corresponda a la referencia de frecuencia.

25 El gráfico de la Figura 1 se almacena como una base de datos legible, tal como una tabla legible. Según la idea de la realización, cuando se funciona en un estado estacionario, el valor de consumo de corriente es comparado con otros valores de consumo con el mismo nivel de energía. Por ejemplo, cuando el funcionamiento es en la velocidad nominal del generador y el nivel de energía generado y requerido es el 50% de la energía nominal, puede leerse a partir del gráfico de la Figura 1 que el consumo de combustible se minimiza cuando la velocidad de rotación del motor primario se reduce a aproximadamente el 85% de la velocidad de rotación nominal. Cuando los valores en la tabla indican que hay disponible un consumo inferior, se proporciona una referencia de velocidad de rotación a los uno o más motores primarios activos. Cuando el funcionamiento se cambia a otro nivel de energía, se repite el procedimiento de optimización.

35 El gráfico de consumo de la Figura 1 se almacena en una forma accesible para cada motor primario individual instalado en el sistema. También pueden formarse tablas de búsqueda o bases de datos similares para cualquier combinación de los motores primarios instalados en el sistema. Cuando se optimiza el consumo de combustible, se lee el gráfico combinado que indica el consumo de los motores primarios actualmente activos o se lee cada gráfico individual correspondiente a los motores primarios actualmente activos y los consumos de combustible correspondientes se suman para obtener el consumo combinado.

40 Los medios adaptados para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios, tal como el consumo de combustible, se forman preferiblemente en un controlador de nivel superior que controla también otras funciones relacionadas con el sistema de generación de energía del barco. El controlador de nivel superior recibe información acerca de la cantidad de energía producida y acerca de la energía solicitada. En base a la energía producida y a la energía solicitada, el controlador de nivel superior decide si cambiar los generadores actualmente en uso o si continuar con la configuración actual. En la decisión de los generadores operativos, se tiene en cuenta la optimización. Si, en base a los gráficos almacenados, se prevé que el consumo de combustible se reduzca si la carga actual es compartida con múltiples motores primarios, entonces el controlador de nivel superior realiza dicha operación y establece una referencia de velocidad de rotación o una referencia de frecuencia para optimizar el consumo de combustible. De manera similar, el controlador de nivel superior puede disminuir el número de motores primarios en uso.

45 Tal como se ha indicado, se permite que la velocidad de rotación de los motores primarios, y de esta manera la frecuencia generada, varíe dentro de ciertos límites. Los diversos componentes eléctricos necesarios para el funcionamiento del sistema de generación de energía son capaces de funcionar dentro de los límites establecidos.

50 Según una realización, la propiedad optimizada relacionada con los motores primarios es un nivel de emisión de los motores primarios. Al igual que con la realización descrita anteriormente relacionada con la optimización de la eficiencia de combustible de los motores primarios, puede formarse un gráfico o una tabla similar de las emisiones de los

5 motores primarios. Este gráfico representa el nivel de emisiones como una función de la velocidad de rotación de los motores primarios y la energía generada. El funcionamiento y la estructura de la realización son similares a los de la realización descrita anteriormente relacionada con la eficiencia de combustible con la excepción de que, en lugar de optimizar el consumo de combustible de los motores primarios, se optimiza el nivel de emisión. El nivel de emisiones de los motores primarios no es necesariamente el más bajo cuando se optimiza el consumo de los motores primarios. Los niveles de emisión dependen del tipo de motor primario y del tipo de combustible usado en el motor primario. Además, la optimización del nivel de emisión puede estar basada en diferentes emisiones, tales como contaminantes atmosféricos o gases de efecto invernadero. Cuando se funciona según la realización, se optimiza o preferiblemente una propiedad seleccionada de las emisiones es minimizada ajustando la velocidad de rotación de los motores primarios.

10 Según otra realización de la invención, la propiedad relacionada con los motores primarios es el nivel de ruido de los motores primarios. Debido a que algunas velocidades de rotación de los motores primarios pueden generar resonancias o ser más ruidosas que otras velocidades de rotación, la velocidad de rotación de los motores primarios es optimizada según el nivel de ruido cuando se prefiere un funcionamiento silencioso. Al igual que con las realizaciones anteriores, puede formarse un gráfico o una tabla de consulta de los niveles de ruido con diferentes velocidades de rotación y niveles de energía. Cuando se funciona en dicho modo silencioso, se selecciona la velocidad de rotación de los motores primarios que optimiza el nivel de ruido. Cuando se forma un gráfico o una tabla de consulta, el funcionamiento y la estructura de la optimización son tal como se ha descrito anteriormente.

15 Además, el nivel de ruido puede ser optimizado también seleccionando una velocidad de rotación definida a la que funciona el sistema. En dicha una realización, la velocidad de rotación de los motores primarios es fija y no cambia a pesar de los cambios en el nivel de energía. La optimización del nivel de ruido puede ser deseable en algunas situaciones. Por ejemplo, al salir de un puerto, el nivel de ruido de los motores de empuje puede reducirse bajando la velocidad de rotación de los motores primarios a la velocidad más baja permitida o a cualquier otra velocidad de rotación que se sabe que proporciona el nivel de ruido más bajo. En algunos casos, los motores de empuje están conectados directamente al bus de CA y giran a una velocidad que depende de la frecuencia de la tensión. Cuando la frecuencia de referencia, y de esta manera la frecuencia, puede ser ajustada, se ajusta también la velocidad de rotación de los propulsores. El ruido desde los propulsores puede ser minimizado seleccionando una frecuencia adecuada de la tensión de CA generada.

20 Según la invención, la referencia de frecuencia de la tensión multifásica generada es ajustable, la frecuencia puede ser forzada o ajustada para ser la frecuencia nominal proporcionando una referencia de velocidad de rotación fija a los motores primarios. Esto elimina de manera efectiva el uso de la optimización, y el sistema actúa como un sistema tradicional. La optimización puede volver a usarse en cualquier momento.

25 En una realización de la invención, el punto de funcionamiento de los motores primarios es cambiado debido a la optimización del consumo de combustible. Los ahorros obtenidos pueden ser de hasta un 10% con respecto al sistema de generación de energía operado convencionalmente.

30 La velocidad de rotación de los motores primarios y de esta manera la frecuencia de la tensión se optimizan preferiblemente cuando la demanda de energía ha sido estable durante un período de tiempo prescrito. La referencia de frecuencia del sistema no se cambia necesariamente con cada cambio de nivel de energía. Típicamente, los barcos grandes realizan viajes largos y, por lo tanto, los barcos son operados durante largos períodos en condiciones sustancialmente constantes. Dichos largos períodos de tiempo con velocidad constante del barco son condiciones adecuadas para la optimización del consumo de combustible. Según una realización de la invención, los medios adaptados para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios son accionados después de que el nivel de carga de los generadores haya estado en un nivel sustancialmente constante durante un período de tiempo establecido. El período de tiempo establecido puede estar comprendido en el intervalo de 10 a 15 minutos, por ejemplo. Sin embargo, el período de tiempo establecido puede ser ajustado manualmente a un valor deseado de manera que la optimización pueda reaccionar más rápidamente a las condiciones cambiadas. La optimización puede ser iniciada o forzada también por un personal cuando, por ejemplo, se requiere y se alcanza un nuevo nivel de energía mediante una orden originada por el aumento de la velocidad de crucero, el personal puede iniciar la optimización instantáneamente cuando se alcanzan el nivel de energía y la velocidad.

35 El principal consumidor de la energía producida es típicamente el sistema de propulsión. Por lo tanto, la optimización del consumo de combustible o del nivel de emisión se basa preferiblemente en la energía usada por el sistema de propulsión. El nivel de carga sustancialmente constante indicado anteriormente se refiere a un nivel de carga que no muestra tendencia creciente o decreciente, sino que ha sido estable, con variaciones dentro de pocos porcentajes del nivel de energía.

40 La Figura 1 muestra en el eje horizontal la posible variación de la frecuencia de salida de la tensión producida por los generadores con respecto a la variación en la velocidad de rotación de los motores primarios cuando la frecuencia nominal del generador es de 60 Hz.

- 5 En la optimización, los medios adaptados para optimizar el consumo de combustible pueden incluir también un modelo de los generadores. En tal caso, el funcionamiento de los generadores es simulado en el modelo. El modelo proporciona estimaciones acerca de la propiedad relacionada con los motores primarios y acerca de la propiedad con diferentes velocidades de rotación. Una vez que el modelo produce una propiedad optimizada, tal como un consumo de combustible mínimo, a un cierto valor de velocidad de rotación, la velocidad de rotación es proporcionada como una referencia al proceso real.
- 10 Según una realización de la invención, los medios adaptados para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios comprenden medios adaptados para recibir valores de la propiedad optimizada durante el uso de los motores primarios. Estos valores recibidos son recopilados preferiblemente antes de la optimización para producir la tabla de consulta legible o una base de datos similar. Para recibir los valores, el sistema recibe señales que representan los valores que se miden desde el sistema. Dichos valores son, por ejemplo, datos de consumo de combustible. El consumo de combustible medido es comunicado a los medios adaptados para optimizar la propiedad junto con datos de la velocidad de rotación y del nivel de energía de manera que pueda formarse un gráfico, un mapa, una tabla de consulta o una base de datos similar, legible.
- 15 La base de datos legible, tal como una tabla de consulta, puede ser proporcionada también por el fabricante del motor primario. Sin embargo, si no se proporciona dicha base de datos, puede ser formada durante el uso de los motores primarios cuando el barco está en funcionamiento. En tal caso, durante el uso del barco, la velocidad de rotación de los generadores es ajustada manualmente o con una cierta lógica a diferentes niveles de energía. La propiedad optimizada, tal como el consumo de combustible, se mide y se almacena para formar una base de datos que puede ser usada con propósitos de optimización.
- 20 Cualquier propiedad medible relacionada con los motores primarios puede ser almacenada para formar dicha base de datos y, en base a la base de datos, la propiedad puede ser optimizada también cambiando la velocidad de rotación a un valor que optimiza la propiedad. Además, puede ser aconsejable actualizar la base de datos con datos medidos ya que las propiedades de los motores primarios pueden cambiar durante el uso y las variaciones de los combustibles usados en los motores primarios pueden cambiar las áreas de funcionamiento óptimas.
- 25 La frecuencia de la tensión de CA generada por el sistema de la invención no está fijada a 50 Hz o 60 Hz. Si algunos consumidores o cargas demandan una frecuencia estable para el funcionamiento, esto puede llevarse a cabo empleando un dispositivo convertidor para proporcionar dicha tensión. El convertidor puede ser un convertidor de frecuencia conectado directamente a la tensión de CA de frecuencia variable o un inversor conectado a la tensión de CC, si está disponible.
- 30 El motor primario empleado en la invención puede ser de cualquier tipo de máquina giratoria que produzca movimiento de rotación a partir de una fuente de energía. Los ejemplos de dichas máquinas incluyen, pero no se limitan a, motores de combustión, tales como motores diésel, motores que usan aceite combustible o gas en cualquier forma. El gráfico de la Figura 1 se proporciona además como un ejemplo de un gráfico que puede ser usado para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios. El gráfico de la Figura 1 se representa para ilustrar las ventajas obtenidas con la invención.
- 35 El tipo de generador conectado al eje del motor primario no está limitado a ningún tipo específico de generador. Preferiblemente, los uno o más generadores de la invención son generadores síncronos. Sin embargo, la invención puede realizarse también con otros generadores de CA.
- 40 Será obvio para una persona con conocimientos en la materia que, a medida que avanza la tecnología, el concepto inventivo puede ser implementado de diversas maneras. La invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de generación de energía eléctrica de un barco que comprende uno o más generadores (1, 2, 3, 4) para producir energía eléctrica, en el que cada generador (1, 2, 3, 4) es accionado con un motor primario correspondiente, en el que
  - 5 los generadores son generadores de CA multifásicos adaptados para generar tensión multifásica y las salidas de fase de los generadores pueden conectarse a un bus (5) multifásico común para distribuir la energía eléctrica generada por los generadores de CA, en el que la tensión multifásica generada tiene una frecuencia, en el que
    - 10 el sistema comprende además medios adaptados para proporcionar una referencia de frecuencia ajustable para la tensión multifásica generada y la frecuencia de la tensión generada está adaptada para seguir la referencia de frecuencia ajustable, caracterizado por que
      - 15 el sistema de generación de energía eléctrica comprende medios adaptados para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios mediante el ajuste de la referencia de frecuencia ajustable de la tensión multifásica, en el que los medios adaptados para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios comprenden
        - una base de datos legible que indica la propiedad optimizada como una función de la velocidad de rotación de los motores primarios y el nivel de carga de los motores primarios, y
          - medios adaptados para leer la base de datos en base a un nivel de carga conocido de los motores primarios y adaptados para emitir una velocidad de rotación que optimiza la propiedad relacionada con los motores primarios.
            - 20
2. Sistema de generación de energía eléctrica según la reivindicación 1, en el que los medios adaptados para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios comprenden medios adaptados para recibir valores de la propiedad optimizada durante el uso de los motores primarios, y
  - 25 medios adaptados para almacenar los valores recibidos de la propiedad optimizada junto con el nivel de carga y la velocidad de rotación respectivos en una base de datos legible.
3. Sistema de generación de energía eléctrica según la reivindicación 1 o 2, en el que los medios adaptados para optimizar la propiedad relacionada con los motores primarios están incorporados en un sistema de control de nivel superior, tal como un sistema de gestión de energía.
4. Sistema de generación de energía eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 anteriores, en el que los medios adaptados para optimizar la propiedad relacionada con los motores primarios comprenden además un valor límite inferior para la referencia de frecuencia de la tensión multifásica generada, que es preferiblemente el 60% de la frecuencia nominal de los uno o más generadores.
  - 30
5. Sistema de generación de energía eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los uno o más generadores (1, 2, 3, 4) de CA son generadores trifásicos.
6. Sistema de generación de energía eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un dispositivo convertidor está conectado al bus multifásico común para producir una tensión que tiene una frecuencia fija.
  - 35
7. Sistema de generación de energía eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios adaptados para optimizar la propiedad relacionada con los motores primarios son accionados después de que el nivel de carga de los generadores haya estado en un nivel sustancialmente constante durante un periodo de tiempo establecido.
  - 40
8. Sistema de generación de energía eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores, en el que la propiedad relacionada con los motores primarios es el consumo de combustible de los motores primarios.
9. Sistema de generación de energía eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores, en el que la propiedad relacionada con los motores primarios es el nivel de emisión de los motores primarios.
  - 45
10. Sistema de generación de energía eléctrica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores, en el que la propiedad relacionada con los motores primarios es el nivel de ruido de los motores primarios.
11. Sistema de generación de energía eléctrica según la reivindicación 1, en el que la referencia de frecuencia de la



tensión multifásica es ajustada a un valor fijo.

12. Un procedimiento en un sistema de generación de energía eléctrica de un barco que comprende uno o más generadores (1, 2, 3, 4) para producir energía eléctrica, en el que cada generador (1, 2, 3, 4) es accionado con un motor primario correspondiente, en el que el procedimiento comprende

- 5           generar una tensión multifásica con generadores de CA multifásica,  
proporcionar una referencia de frecuencia ajustable para la tensión multifásica generada,  
conectar las salidas de fase de los generadores a un bus (5) multifásico común para distribuir la energía eléctrica generada por los generadores de CA, en el que la tensión multifásica tiene una frecuencia que sigue la referencia de frecuencia ajustable,
- 10           caracterizado por que el procedimiento comprende, además  
ajustar la referencia de frecuencia ajustable de la tensión multifásica para optimizar una propiedad relacionada con los motores primarios,  
proporcionar una base de datos legible que indique la propiedad optimizada como una función de una velocidad de rotación de los motores primarios y un nivel de carga de los motores primarios, y
- 15           leer la base de datos en base a un nivel de carga conocido de los motores primarios y emitir una velocidad de rotación que optimiza la propiedad relacionada con los motores primarios.

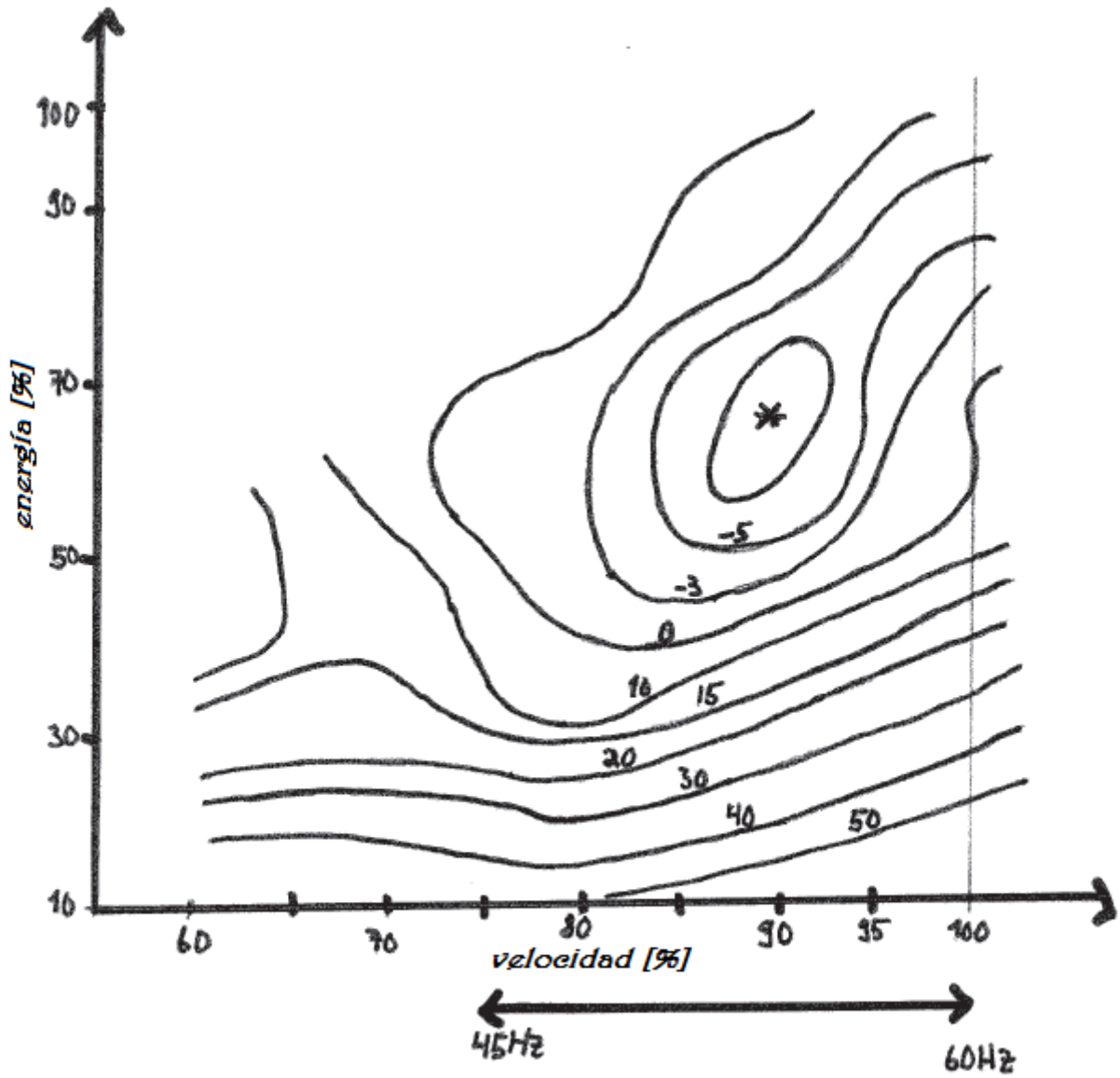


FIG 1

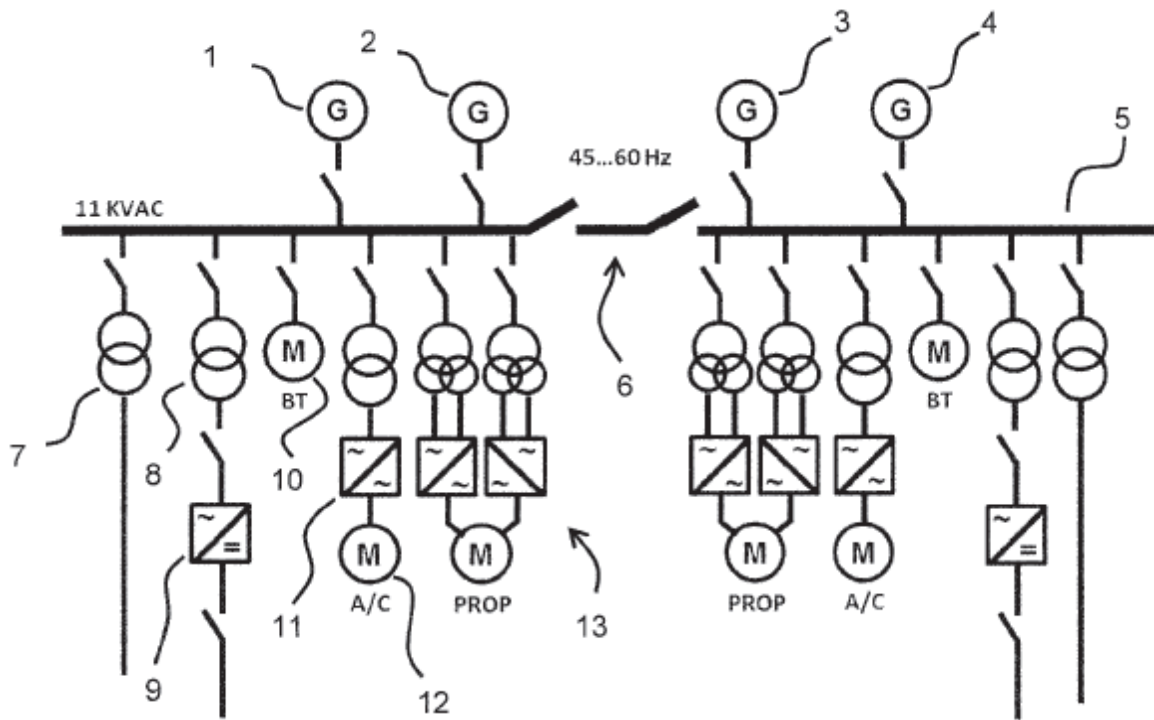


FIG 2